مجموعه مقالات

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

دانشگاه کردستان

۲۰–۱۸ خرداد ماه ۱۴۰۵

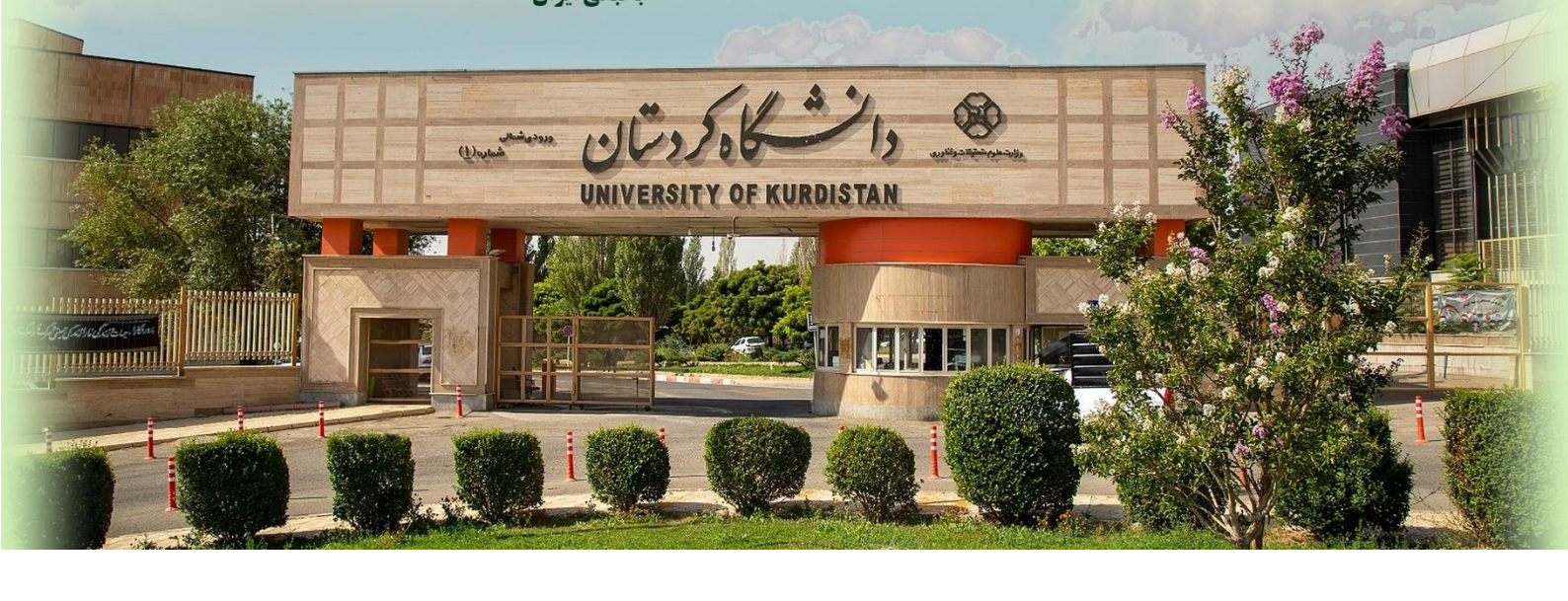
سنندج– ایران



برگزار کنندگان:

انجمن علوم باغبانی ایران

دانشگاه کردستان



فایل مقالات کامل چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

۱۸ الی ۲۰ خرداد ماه ۱۴۰۵

دانشگاه کردستان

مسئولیت مطالب مندرج در هر مقاله به عهده نویسنده (گان) آن می‌باشد.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اعضای کمیته ویراستاری و تنظیم مجموعه مقالات چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران		
نام و نام خانوادگی	دانشگاه/موسسه	پست الکترونیک
محمود کوشش صبا	دانشگاه کردستان	m.saba@uok.ac.ir
فرزاد نظری	دانشگاه کردستان	f.nazari@uok.ac.ir
یاسر خندانی	دانشگاه کردستان	y.khandani@uok.ac.ir
فایق آخکندی	دانشگاه کردستان	f.akhkandi@gmail.com
دلنیا صیدی مرادی	دانشگاه کردستان	d.saidimoradi03@gmail.com
سالار دارابی	دانشگاه کردستان	salar.darabi@yahoo.com
پخشان بایزیدی	دانشگاه کردستان	pakhshanbayazidiazar@gmail.com
مهدی مظفری	دانشگاه کردستان	mehdi.mozaffare@uok.ac.ir
بهاره باباخانی	دانشگاه کردستان	f74babakhani@gmail.com
منیره محمدی	دانشگاه کردستان	monireh.mohamadi80@gmail.com

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پیام رئیس دانشگاه کردستان

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران، به میزبانی دانشگاه کردستان و با همکاری انجمن علوم باغبانی ایران، در شرایطی برگزار می‌شود که کشور ما بیش از هر زمان دیگری به علم، فناوری و نوآوری در عرصه کشاورزی و باغبانی نیازمند است. دانشگاه کردستان به عنوان میزبان این رویداد علمی، افتخار دارد که میزبان اندیشمندان، پژوهشگران، اساتید، دانشجویان، تولیدکنندگان و فعالان بخش خصوصی از سراسر کشور باشد. بی‌شک حضور گسترده جامعه علمی در این کنگره، نشان‌دهنده جایگاه راهبردی علوم باغبانی در توسعه پایدار، امنیت غذایی، سلامت جامعه و اقتصاد کشاورزی ایران است و این رویداد را به یک گفتمان ملی برای حل مسائل اساسی این بخش تبدیل می‌کند.

دانشگاه کردستان با برخورداری از اعضای هیأت علمی متخصص، دانشجویان توانمند و زیرساخت‌های علمی و پژوهشی مناسب، همواره در راستای توسعه علمی و فناوری کشور گام برداشته است. گروه علوم و مهندسی باغبانی این دانشگاه، با تکیه بر توان علمی و تجربیات ارزشمند خود، آمادگی کامل دارد تا در جهت ارتقای جایگاه باغبانی کشور و حل چالش‌های پیش روی این بخش، نقش مؤثری ایفا کند. استان کردستان به عنوان یکی از قطب‌های باغبانی غرب کشور، با دارا بودن اقلیم متنوع، خاک‌های حاصلخیز و جایگاه ممتاز در تولید محصولاتی نظیر توت‌فرنگی، گردو، انگور دیم و گیاهان دارویی، پتانسیل بالایی برای توسعه پایدار باغبانی دارد. میزبانی این کنگره، فرصتی ارزشمند برای معرفی این ظرفیت‌ها به جامعه علمی کشور و جلب توجه پژوهشگران، سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران به این استان است.

در این کنگره، فرصت مغتنمی فراهم شده است تا آخرین دستاوردهای پژوهشی و فناورانه در حوزه باغبانی ارائه شود، تجربیات میان پژوهشگران و فعالان صنعت تبادل گردد، و راهکارهای عملی برای رفع چالش‌های اساسی این بخش نظیر کم‌آبی، تغییرات اقلیمی، کاهش ضایعات، توسعه زنجیره ارزش محصولات باغی و ارتقای رقابت‌پذیری در بازارهای ملی و بین‌المللی مورد بحث و بررسی قرار گیرد. برگزاری نشست‌های تخصصی با حضور تولیدکنندگان و فعالان بخش خصوصی، نوآوری مهمی است که ارتباط میان دانشگاه و صنعت را تقویت کرده و به کاربردی‌سازی پژوهش‌ها کمک شایانی می‌کند.

امیدوارم با بهره‌مندی از این فرصت ارزشمند، زمینه‌های همکاری علمی و پژوهشی میان دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، صنعت و بخش خصوصی بیش از پیش فراهم شود و دستاوردهای این کنگره به توسعه پایدار و رقابت‌پذیری باغبانی کشور منجر گردد. دانشگاه کردستان همواره به عنوان یک شریک علمی، آماده همکاری با همه نهادهای علمی، اجرایی و بخش خصوصی در جهت ارتقای جایگاه باغبانی ایران خواهد بود.

در پایان، از همه دست‌اندرکاران برگزاری این کنگره، اعضای محترم انجمن علوم باغبانی ایران، اعضای هیأت علمی و دانشجویان عزیز، کمیته‌های علمی و اجرایی، مسئولین و کارکنان دانشگاه کردستان، حامیان مادی و معنوی و تمامی کسانی که در برگزاری این رویداد علمی سهیم بوده‌اند، صمیمانه قدردانی می‌کنم و برای همه عزیزان، سلامتی، شادابی و توفیق روزافزون از درگاه خداوند متعال خواستارم.

دکتر عادل سی‌وسه‌مرده
رئیس دانشگاه کردستان

پیام رئیس انجمن علوم باغبانی ایران

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران در شرایطی برگزار شد که کشور عزیزمان با شرایط دشوار جنگی روبه‌رو بود. این کنگره دو بار به تعویق افتاد و سرانجام در حالی به صورت مجازی برگزار شد که جنگ همچنان ادامه داشت. با این حال، حضور و همراهی تیم اجرایی، استادان، پژوهشگران مراکز تحقیقاتی، اعضای هیأت مدیره انجمن علوم باغبانی ایران و دانشجویان جوان تیم اجرایی نشان داد که حتی در سخت‌ترین شرایط نیز چراغ علم و امید خاموش نخواهد شد.

برای من، این کنگره از مدت‌ها پیش آغاز شده بود. در اسفند دو سال پیش این افتخار را داشتم که با حضور در کردستان، دبیرخانه کنگره را افتتاح کنم، با رئیس وقت دانشگاه کردستان تفاهم‌نامه حمایت از برگزاری کنگره را به امضا برسانم و از زیرساخت‌های دانشگاه برای میزبانی این رویداد بازدید کنم. در ادامه نیز اعضای هیأت مدیره انجمن طی دو سال، در جلسات متعدد با دبیرخانه، در برنامه‌ریزی و غنای علمی کنگره مشارکت داشتند و با وجود شرایط جنگی، به صورت حضوری در نشست‌های مختلف به عنوان اعضای پنل حضور یافتند.

یکی از اقدامات نوآورانه و ارزشمند این کنگره، برگزاری نشست‌های تخصصی با حضور بخش خصوصی، تولیدکنندگان و فعالان اقتصادی بود که می‌تواند الگویی برای نزدیک‌تر شدن دانشگاه، پژوهش و تولید باشد.

از دیگر رویدادهای ماندگار کنگره، سخنرانی جناب آقای دکتر فرانسوا لارنس، رئیس انجمن بین‌المللی علوم باغبانی (ISHS) بود. این نخستین بار در تاریخ برگزاری کنگره‌های علوم باغبانی ایران بود که رئیس ISHS در یک کنگره باغبانی ایران سخنرانی می‌کرد. ایشان ضمن ابراز رضایت از برنامه‌ریزی دقیق و سطح علمی کنگره، این حضور را فرصتی برای ارتباط دیپلماسی علمی و نزدیک‌تر شدن جامعه باغبانی ایران با جامعه بین‌المللی دانست. به باور من، این رویداد نمونه‌ای ارزشمند از همکاری‌های علمی بین‌المللی است.

همچنین از سخنرانی ارزشمند معاون پژوهشی وزارت علوم و توجه ایشان به تقویت زیرساخت‌های پژوهشی، به‌ویژه حمایت از فعال شدن آزمایشگاه مرکزی دانشگاه کردستان و حمایت از دو آزمایشگاه مرتبط با علوم باغبانی که توسط انجمن معرفی خواهند شد، صمیمانه قدردانی می‌کنم.

امروز، در شرایط پس از جنگ، بیش از هر زمان دیگری به علم، امید، همکاری و ساختن آینده نیاز داریم. پیام من به دانشجویان و پژوهشگران جوان این است که دشواری‌های امروز نباید امید آنان به آینده را کاهش دهد. بسیاری از مهم‌ترین مسائل کشور، از آب و تغییر اقلیم تا امنیت غذایی و بهره‌وری، نیازمند دانش و نوآوری همین نسل است.

انجمن علوم باغبانی ایران نیز خود را متعهد می‌داند که با تقویت همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی، ارتباط دانشگاه با تولید و صنعت و حمایت از نسل جوان، در مسیر ساختن آینده‌ای دانش‌بنیان، پایدار و امیدبخش برای باغبانی ایران گام بردارد.

در پایان، از رئیس دانشگاه کردستان، دبیر علمی و اجرایی، اعضای کمیته‌های علمی و اجرایی، استادان، پژوهشگران، دانشجویان و اعضای هیأت مدیره انجمن که در این شرایط دشوار برای برگزاری شایسته این کنگره تلاش کردند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

این کنگره نشان داد که جنگ می‌تواند شیوه برگزاری یک رویداد علمی را تغییر دهد، اما نمی‌تواند اراده جامعه علمی برای یادگیری، همکاری و ساختن آینده ایران را متوقف کند.

دکتر کورش وحدتی

رئیس انجمن علوم باغبانی ایران

پیام دبیر علمی کنگره

به جهان خرم از آنم که جهان خرم از اوست عاشقم بر همه عالم که همه عالم از اوست

مفتخریم که دانشگاه کردستان، با همکاری انجمن علوم باغبانی ایران و مشارکت گسترده دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، تولیدکنندگان، فعالان بخش خصوصی و دانشجویان از سراسر کشور، میزبان چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران بوده است. برگزاری کنگره‌های علمی، یکی از مؤثرترین راهکارها برای ارائه پژوهش‌ها و فناوری‌های نوین در زمینه‌های مختلف علوم باغبانی است که قطعاً زمینه‌ساز توسعه و تولید محصولات باغی و رشد شرکت‌های دانش‌بنیان در این حوزه خواهد بود. برگزاری این رویداد علمی، ضمن فراهم آوردن فرصتی برای تبادل اندیشه‌ها، هم‌اندیشی و هم‌افزایی میان پژوهشگران، دانشگاهیان، تولیدکنندگان و فعالان بخش خصوصی، بستری برای بررسی چالش‌ها و موانع پیش روی توسعه علوم باغبانی کشور و ارائه راهکارهای اجرایی فراهم آورد. در چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران، با استقبال کم‌نظیر شرکت‌کنندگان مواجه شدیم؛ به‌طوری که در مجموع بیش از ۷۵۰ مقاله به دبیرخانه کنگره ارسال گردید که از این تعداد، ۱۰۷ مقاله برای ارائه شفاهی و ۵۳۶ مقاله برای ارائه به صورت پوستر پذیرفته شد. فرآیند داوری مقالات توسط داوران متخصص و با رعایت کامل معیارهای علمی انجام شد و انتخاب نهایی مقالات برای ارائه شفاهی و پوستر، بر اساس امتیاز داوران و نظر کمیته علمی صورت گرفت. برگزاری نشست‌های تخصصی متعدد با حضور فعالان بخش خصوصی، تولیدکنندگان و صاحب‌نظران، از نوآوری‌های مهم این دوره از کنگره بود که در آن‌ها موضوعات کاربردی نظیر چالش‌های تولید و عرضه محصولات باغی، توسعه کشت‌های گلخانه‌ای، مدیریت منابع آب، تغییرات اقلیمی و نقش فناوری‌های نوین مورد بحث و بررسی قرار گرفت. این نشست‌ها نشان داد که توسعه پایدار بخش باغبانی بدون مشارکت فعال بخش خصوصی، انتقال فناوری، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و تقویت زنجیره ارزش امکان‌پذیر نخواهد بود. همچنین در این کنگره، حضور رئیس انجمن بین‌المللی علوم باغبانی (ISHS)، نقطه عطفی در توسعه تعاملات علمی بین‌المللی انجمن علوم باغبانی ایران محسوب می‌شود و امیدواریم این ارتباط، زمینه‌ساز همکاری‌های گسترده‌تر علمی و پژوهشی در سطح جهانی باشد.

اینجانب بر خود لازم می‌دانم از معاونت محترم پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ریاست محترم دانشگاه کردستان، ریاست محترم سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کردستان، معاونت محترم امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، ریاست محترم انجمن علوم باغبانی و اعضای محترم هیأت مدیره انجمن علوم باغبانی ایران، ریاست محترم موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کردستان، کمیته داوران کنگره، اعضای کمیته‌های علمی و اجرایی، ریاست محترم دانشکده کشاورزی، اعضای محترم هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان کردستان، اعضای محترم هیأت علمی گروه علوم و مهندسی باغبانی و اعضای محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، کلیه کارکنان محترم دانشگاه، حامیان مادی و معنوی و تمامی دانشجویانی که با تلاش خالصانه خود در برگزاری هرچه بهتر این رویداد سهیم بودند، صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم.

در نهایت ضمن گرامیداشت یاد اساتید فقید تازه درگذشته، دکتر ناصر قادری، دکتر ساسان علی‌نیایی‌فرد، دکتر ولی‌اله رسولی و دکتر مریم سیفی کلهر که جای آن‌ها در بین اساتید خالی است، امیدوارم برگزاری چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران، گامی هرچند کوچک در جهت یافتن راهکارهای عملی برای مقابله با چالش‌های پیش روی تولید محصولات باغی کشور بوده باشد و دستاوردهای این رویداد، به ارتقای جایگاه علوم باغبانی ایران در سطح ملی و بین‌المللی منجر شود.

دکتر محمود کوشش‌صبا
دبیر علمی چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران
دانشگاه کردستان، خرداد ۱۴۰۵

پیام دبیر اجرایی کنگره

از بهاران کی شود سرسبز سنگ

خاک شو تا گل برویی رنگ رنگ

(مثنوی معنوی، دفتر اول، بخش ۹۶)

ستایش از آن پروردگاری است که دانه را در دل زمین جای داد و از خاکِ تیره، گل‌های رنگارنگ برآورد؛ و درود بر آن یگانه‌ای که به باغِ هستی، طراوت بهاران بخشید و انسان را در این بوستان، به عنوان باغبانِ علم و معرفت برگزید. چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران، در ابتدا قرار بود در روزهای ۴ تا ۶ شهریورماه ۱۴۰۴ به میزبانی دانشگاه کردستان و به صورت حضوری برگزار شود و این دانشگاه، پذیرای اندیشمندان، استادان، پژوهشگران و دانشجویان از سراسر کشور باشد. اما به دلیل شرایط حاکم بر کشور، این رویداد علمی به روزهای ۱۸ تا ۲۰ خردادماه ۱۴۰۵ منتقل شد و به صورت هیبرید (مجازی-برخط برای سراسر کشور و حضوری برای شرکت‌کنندگان داخل استان) برگزار گردید. در همین راستا و برای تضمین کیفیت علمی و تجربه مطلوب شرکت‌کنندگان، دبیرخانه اجرایی کنگره با همکاری مرکز فناوری اطلاعات و مرکز آموزش‌های نوین و آزاد دانشگاه کردستان، بستر ویدیوکنفرانس اختصاصی در ۴ سالن مجزا در بستر اسکای روم برای کنگره راه‌اندازی کرد. در این بستر، ۸ اتاق مجازی جداگانه در نظر گرفته شد و مقالات شفاهی هر روز به صورت موازی در سه زمان ساعت ۸ تا ۹:۳۰، ۱۰ تا ۱۱:۳۰ و ۱۲ تا ۱۳:۳۰ ارائه شدند. همچنین در این سه روز، ساعت‌های ۱۵ تا ۱۷ و ۱۷ تا ۱۹ عصر، هشت نشست تخصصی به صورت موازی برگزار شد. خداوند سبحان را شاکرم که با همت مسئولین دانشگاه کردستان و با وجود اینکه شب قبل از شروع کنگره، بخش‌هایی از کشور مورد آماج حملات دشمنان قرار گرفت، اما در طول کنگره بیشتر مقالات شفاهی و نشست‌های تخصصی به خوبی و بدون قطعی اینترنت برگزار شد. گردهمایی اندیشمندان و متخصصان علوم باغبانی به میزبانی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه کردستان، مایه بسی مباهات و افتخار بود و فرصتی را جهت تبادل نظر پیرامون ظرفیت‌ها و چالش‌های موجود در بخش صنعت باغبانی بین اساتید، پژوهشگران، دانشجویان، مدیران اجرایی و تولیدکنندگان فراهم ساخت. امید است که این کنگره گامی پویا در جهت کارآفرینی و اشتغال پایدار، رفع چالش‌های باغبانی کشور، افزایش کمیت و کیفیت محصولات باغبانی و ایجاد زمینه مساعد جهت همکاری مراکز مختلف علمی، باغداران و تولیدکنندگان محصولات باغبانی بوده باشد. توفیق میزبانی این کنگره بزرگ ملی مرهون لطف خدا و حمایت و پشتیبانی ارزشمند مالی و معنوی ریاست محترم دانشگاه کردستان، معاونت اداری و مالی به جهت تأمین منابع، هماهنگی امور و مدیریت شرایط اضطراری، معاونت پژوهشی به جهت نظارت بر فرآیند داوری و کیفیت علمی برنامه‌ها، معاونت آموزشی به جهت هماهنگی امور مرتبط با شرکت‌کنندگان و برنامه‌های آموزشی، و کارکنان فناوری اطلاعات و مرکز آموزش‌های نوین و آزاد دانشگاه که در کوتاه‌ترین زمان ممکن زیرساخت برگزاری برخط کنگره را آماده و در تمام مدت کنگره پشتیبانی فنی را تضمین کردند، بود. همچنین از انجمن علوم باغبانی ایران، اعضای کمیته علمی، داوران گرانقدر و تمامی همکاران اجرایی که در برگزاری این دوره از کنگره سهیم بودند، سپاسگزاری می‌نمایم. دبیرخانه اجرایی چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران، بر خود می‌بالد که توانست در شرایط دشوار و در سایه همدلی و همراهی همه دست‌اندرکاران، این رویداد علمی را با کیفیت مطلوب برگزار کند. امید داریم تجربیات به‌دست‌آمده از برگزاری هیبرید این کنگره، الگویی برای رویدادهای علمی آینده در شرایط بحرانی باشد. این کنگره، فرصتی مغتنم برای هم‌اندیشی پیرامون چالش‌ها و فرصت‌های باغبانی کشور بود. دبیرخانه اجرایی بر این باور است که تداوم چنین نشست‌هایی، به‌ویژه با محوریت هم‌افزایی دانشگاه، صنعت و کشاورزان، می‌تواند مسیر توسعه پایدار باغبانی را هموارتر سازد. پیشنهاد می‌شود در دوره‌های بعدی، با بهره‌گیری از تجربیات ارزشمند این کنگره، بسترهای لازم برای حضور گسترده‌تر پژوهشگران، تولیدکنندگان و سیاست‌گذاران فراهم آید تا دستاوردهای علمی هرچه سریع‌تر به عرصه عمل راه یابد. دبیرخانه اجرایی، بار دیگر از همه عزیزانی که در برگزاری این کنگره سهیم بودند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کند و امیدوار است این همدلی، در دوره‌های آینده نیز تداوم یابد.

دکتر فرزاد نظری

دبیر اجرایی چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

برگزار کنندگان کنگره

- دانشگاه کردستان
- انجمن علوم باغبانی ایران

با همکاری و حمایت

- استانداری کردستان
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کردستان
- معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کمیته علمی چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران		
نام و نام خانوادگی	دانشگاه/موسسه	پست الکترونیک
ابراهیم‌زاده اصغر	دانشگاه مراغه	ebrahimzad2001@yahoo.com
اثنی‌عشری محمود	دانشگاه همدان	m.esnaashari@basu.ac.ir
اسماعیلی‌زاده مجید	دانشگاه ولی عصر رفسنجان	esmaeilizadeh@vru.ac.ir
احتشام‌نیا عبداله	دانشگاه لرستان	ehteshamnia.ab@lu.ac.ir
احمدی نیما	دانشگاه تربیت مدرس	ahmadin@modares.ac.ir
اخلاقی نگین	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	neginakhlaghi@yahoo.com
ادریسی بهزاد	پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات	behzadedrisi@yahoo.com
آران مهدی	دانشگاه زابل	mehdiaran@uoz.ac.ir
ارجی عیسی	دانشگاه رازی کرمانشاه	i.arji@razi.ac.ir
ارزانی کاظم	دانشگاه تربیت مدرس	arzani_k@modares.ac.ir
ارشادی احمد	دانشگاه بوعلی سینا همدان	ershadi@basu.ac.ir
اسدی آبکنار اسد	پژوهشکده بیوتکنولوژی منطقه شمال کشور	asadiabkenarasad@gmail.com
اسدی قارنه حسین علی	خوراسگان اصفهان	h.asadi@kusisf.ac.ir
اسماعیل‌پور بهروز	دانشگاه محقق اردبیل	esmailpour@uma.ac.ir
اعتمادی نعمت‌اله	دانشگاه صنعتی اصفهان	etemadin@cc.iut.ac.ir
اقلیما قاسم	پژوهشکده گیاهان دارویی شهید بهشتی	eghlimaghasem@gmail.com
اکبرپور وحید	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	v.akbarpour@sanru.ac.ir
اکرمیان مرتضی	دانشگاه اراک	m-akramian@araku.ac.ir
امینی‌فرد محمدحسین	دانشگاه بیرجند	aminifard_mh55@yahoo.com
اندی سید علی	دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل	a.andi@ausmt.ac.ir
ایمانی علی	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	Imani_a45@yahoo.com
آروین سید محمد جواد	دانشگاه شهید باهنر کرمان	mjavin@uk.ac.ir
آروئی حسین	دانشگاه فردوسی مشهد	aroiee@um.ac.ir
بابابیع مهرداد	دانشگاه هرمزگان	mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir
باباش‌پور-اصل مرضیه	دانشگاه آزاد اسلامی مراغه	babashpour@gmail.com
بابایی علیرضا	دانشگاه تربیت مدرس	arbabaei@modares.ac.ir
بخشی داود	دانشگاه گیلان	Bakhshi-d@guilan.ac.ir
بداقی حجت‌اله	دانشگاه صنعتی شاهرود	h.Bodaghi@yahoo.com
برنا فاطمه	دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی خوزستان	borna@asnrukh.ac.ir
بلند نظر صاحبعلی	دانشگاه تبریز	bolandnazar@tabrizu.ac.ir

بوذری ناصر	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	bouzari1111@yahoo.com
بهتاش فرهاد	دانشگاه مراغه	fbehtash@yahoo.com
بیات حسن	دانشگاه بیرجند	hassanbayat@birjand.ac.ir
بیرقدار آرمان	تربیت مدرس	a.beyraghdar@modares.ac.ir
پناهی بهمن	موسسه تحقیقات باغبانی	b-panahi@pri.ir
پیرخضری محی‌الدین	موسسه تحقیقات باغبانی	pirkhezri_mohi@yahoo.com
پیرمرادی محمدرضا	دانشگاه ولی عصر رفسنجان	mr.pirmoradi@vru.ac.ir
تاج‌آبادی علی	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	tajabadi@pri.ir
تقی‌زاده مینا	دانشگاه اراک	m-taghizadeh@araku.ac.ir
تهرانی‌فر علی	دانشگاه فردوسی مشهد	Tehranifar@um.ac.ir
جوادی تیمور	دانشگاه کردستان	tjavadi@uok.ac.ir
جوانشاه امان‌اله	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	Javanshah@pri.ir
جهانگیرزاده خیاوی شاهین	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	sh.jahangirzadeh@areeo.ac.ir
چمنی اسماعیل	دانشگاه محقق اردبیل	echamani@uma.ac.ir
چهرازی مهرانگیز	دانشگاه شهید چمران اهواز	chehrazi.m@scu.ac.ir
حاتم‌زاده عبداله	دانشگاه گیلان	hatamzadeh@guilan.ac.ir
حاج نجاری حسن	موسسه تحقیقات باغبانی	hajnajarih@gmail.com
حاجی‌وند شکرالله	موسسه تحقیقات باغبانی	shokrollah2006@gmail.com
حاجی‌لو جعفر	دانشگاه تبریز	jhajilou@tabrizu.ac.ir
حدادی‌نژاد مهدی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	m.hadadinejad@sanru.ac.ir
حسامی عبدالعلی	دانشگاه خلیج فارس	hesami@pgu.ac.ir
حسن‌پور حمید	دانشگاه ارومیه	ha.hassanpour@urmia.ac.ir
حسن‌پور اقدم محمدباقر	دانشگاه مراغه	hassanpouraghdam@gmail.com
حسندخت محمدرضا	دانشگاه تهران	mrhassan@ut.ac.ir
حسنی داراب	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	hassanida@yahoo.com
حسنی عباس	دانشگاه ارومیه	a.hassani@urmia.ac.ir
حسینی مزینانی سید مهدی	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی	hosseini@nigeb.ac.ir
حقیقی مریم	دانشگاه صنعتی اصفهان	mhaghighi@cc.iut.ac.ir
حکم‌آبادی حسین	مؤسسهٔ تحقیقات پسته کشور	Hokmabadi@pri.ir
خادمی اورنگ	دانشگاه شاهد	o.khademi@shahed.ac.ir
خالقی اسماعیل	دانشگاه شهید چمران اهواز	khaleghi@scu.ac.ir
خدادادی محسن	موسسه تحقیقات باغبانی	kodadadi@yahoo.com

خندان میرکوهی عزیزاله	دانشگاه تهران	khandan.mirkohi@ut.ac.ir
خندانی یاسر	دانشگاه کردستان	y.khandani@uok.ac.ir
خورشیدی جلال	دانشگاه کردستان	j.khorshidi@uok.ac.ir
خوشحال سرمست مصطفی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	mkhsarmast@gau.ac.ir
خوشخوی مرتضی	دانشگاه شیراز	mkhoshkhui@yahoo.com
خوش‌قلب حسن	دانشگاه صنعتی شاهرود	khoushf_h@modares.ac.ir
خیری عزیزاله	دانشگاه زنجان	kheiry@znu.ac.ir
داوری‌نژاد غلامحسین	دانشگاه فردوسی مشهد	davarynej@um.ac.ir
دشتی فرشاد	دانشگاه همدان	fdashti@basu.ac.ir
دلشاد مجتبی	دانشگاه تهران	delshad@ut.ac.ir
دولتی بانه حامد	موسسه تحقیقات باغبانی	ahdolati@yahoo.com
ذوالفقاری مریم	دانشگاه چمران اهواز	m.zolfaghari@scu.ac.ir
راحمی مجید	دانشگاه شیراز	rahemi@shirazu.ac.ir
ربیعی ولی	دانشگاه زنجان	rabiei@znu.ac.ir
رحمتی جنیدآباد مصطفی	دانشگاه خوزستان	mr.joneid@gmail.com
رستگار سمیه	دانشگاه هرمزگان	srastegar2008@gmail.com
رسولی امید	دانشگاه رازی کرمانشاه	o.rasouli@razi.ac.ir
رسولی فرزاد	دانشگاه مراغه	farrasoli@gmail.com
رسولی موسی	دانشگاه امام خمینی قزوین	mousarasouli@gmail.com
رضایی علی	موسسه تحقیقات باغبانی	ali.rezaei@modares.ac.ir
رضایی مهدی	دانشگاه صنعتی شاهرود	mhrezaei@shahroodut.ac.ir
رضایی‌نژاد عبدالحسین	دانشگاه لرستان	rezaeinejad.hossein@gmail.com
رمضان داریوش	دانشگاه زابل	drhorticul@uoz.ac.ir
رمضانیان اصغر	دانشگاه شیراز	ramezanian@shirazu.ac.ir
روحانی غزاله	پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران	grouhani@gmail.com
روزبان محمودرضا	دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) دانشگاه تهران	mroozban@ut.ac.ir
روستا حمیدرضا	دانشگاه اراک	roosta@vru.ac.ir
زارع نهندی فریبرز	دانشگاه تبریز	fzaare@tabrizu.ac.ir
زارعی محمدآباد مهدی	دانشگاه گنبد	mzarei63@yahoo.com
زرگری حمید	مرکز تحقیقات استان فارس	zargarihamid@yahoo.com
زمانی ذبیح‌اله	دانشگاه تهران	zzamani@ut.ac.ir
ساری‌خانی حسن	دانشگاه بوعلی سینا همدان	sarikhanih@gmail.com

ساریخانی سعادت	دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) دانشگاه تهران	saadat.sarikhani@ut.ac.ir
سحرخیز محمدجمال	دانشگاه شیراز	jamalsaharkhiz@yahoo.com
سرابی بهروز	دانشگاه کردستان	b.sarabi@uok.ac.ir
سعیدی کرامت‌الله	دانشگاه شهرکرد	ka.saeedi@gmail.com
سفیدکن فاطمه	موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور	sefidkon@rifr-ac.ir
سلامی سید علیرضا	دانشگاه تهران	asalami@ut.ac.ir
سلگی موسی	دانشگاه اراک	m-solgi@araku.ac.ir
سلیمانی علی	دانشگاه زنجان	asoleimani@znu.ac.ir
سلیمانی‌اقدم مرتضی	دانشگاه امام خمینی قزوین	soleimaniaghdam@eng.ikiu.ac.ir
سمیعی لیلی	پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد	leilisamie@gmail.com
سوری محمد کاظم	دانشگاه تربیت مدرس	mk.souri@modares.ac.ir
سهرابی امید	دانشگاه رازی کرمانشاه	o.sohrabi@razi.ac.ir
سیاری محمد	دانشگاه بوعلی سینا همدان	m.sayyari.m.sayyari@basu.ac.ir
سید حاجی‌زاده حنیفه	دانشگاه مراغه	hajizade@maragheh.ac.ir
شایگان‌فر علیرضا	دانشگاه ملایر	shayganfar.a.r@gmail.com
شجاعیان عبدالعلی	دانشگاه تربیت مدرس	shojaeiyan@modares.ac.ir
شریفانی محمد مهدی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	mmsharif2@gmail.com
شکرپور مجید	دانشگاه تهران	shokrpour@ut.ac.ir
شمشیری محمدحسین	دانشگاه ولی عصر رفسنجان	shamshiri@vru.ac.ir
شور محمود	دانشگاه فردوسی مشهد	shoor@um.ac.ir
صادقی حسین	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	sadeghiah@yahoo.com
صالحی حسن	دانشگاه شیراز	hsalehi@shirazu.ac.ir
صالحی سلمی محمدرضا	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان	Salehi@asnrukh.ac.ir
صالحی محمدی رضا	دانشگاه تهران	salehir@ut.ac.ir
صحرارو امیر	دانشگاه گیلان	asahraroo@gmail.com
صفاری وحیدرضا	دانشگاه شهید باهنر کرمان	safariv@uk.ac.ir
صفی‌زاده محمدرضا	دانشگاه داراب	safizade@shirazu.ic.ir
صیدی مهدی	دانشگاه ایلام	m.saidi@ilam.ac.ir
ضرابی محمدمهدی	دانشگاه امام خمینی قزوین	zarrabi@eng.ikiu.ac.ir
عابدی بهرام	دانشگاه فردوسی مشهد	abedy@um.ac.ir
عامریان معصومه	دانشگاه رازی کرمانشاه	m.amerian@razi.ac.ir
عبادی علی	دانشگاه تهران	aebadi@ut.ac.ir

عبادی محمدتقی	دانشگاه تربیت مدرس	mt.ebadi@modares.ac.ir
عبداللهی حمید	موسسه تحقیقات باغبانی	h.abdollahi@areeo.ac.ir
عرفانی مقدم جواد	دانشگاه ایلام	j.erfani@ilam.ac.ir
عزیزی علی	دانشگاه بوعلی سینا همدان	azizi@basu.ac.ir
عزیزی ارانی مجید	دانشگاه فردوسی مشهد	azizi@um.ac.ir
عسکری ناصر	دانشگاه جیرفت	na.askari@yahoo.com
عسگری داوود	دانشگاه بوعلی سینا همدان	d.asgari@basu.ac.ir
عشقی سعید	دانشگاه شیراز	eshghi@shirazu.ac.ir
علیرضالو ابوالفضل	دانشگاه ارومیه	a.alirezalu@urmia.ac.ir
علیزاده سالطه سعیده	دانشگاه تبریز	s.alizadeh@tabrizu.ac.ir
علینیایی‌فرد ساسان	دانشگاه ابوریحان دانشگاه تهران	aliniaeifard@ut.ac.ir
عیاری مهدی	دانشگاه تربیت مدرس	m.ayyari@modares.ac.ir
غزائیان مینا	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	m_ghazaeian58@yahoo.com
غلامی منصور	دانشگاه همدان	mgholami@basu.ac.ir
فتاحی محمد	دانشگاه ارومیه	mo.fattahi@urmia.ac.ir
فتاحی مقدم جواد	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	j.fattahi@areeo.ac.ir
فتاحی‌مقدم محمدرضا	دانشگاه تهران	Fattahi@ut.ac.ir
فتوحی قزوینی رضا	دانشگاه گیلان	R_fotouhi@guilan.ac.ir
فرهمند همایون	دانشگاه شیراز	h.farahmand@shirazu.ac.ir
فریدونی حسین	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	h_fereydooni@yahoo.com
قاسم‌نژاد محمود	دانشگاه گیلان	ghasemnezhad@guilan.ac.ir
قاسمی قهساره مسعود	دانشگاه شهرکرد	mghasemi1352@gmail.com
قاسمی کامران	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	k.ghasemi@sanru.ac.ir
قاسمی مالک	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	malek_ghasemi@yahoo.com
قاسمی مصطفی	موسسه تحقیقات باغبانی قزوین	mostafaghasemi1417@gmail.com
قربان‌پور منصور	دانشگاه اراک	m-ghorbanpour@araku.ac.ir
قسیمی حق زیبا	دانشگاه صنعتی شاهرود	zghasimi@yahoo.com
کاظمی فاطمه	دانشگاه فردوسی مشهد	fatemeh.kazemi@um.ac.ir
کافی محسن	دانشگاه تهران	mkafi@ut.ac.ir
کاووسی بیژن	موسسه تحقیقات باغبانی	kavoosi696@yahoo.com
کریمی روح‌الله	دانشگاه ملایر	rouholahkarimi@gmail.com
کرمی جواد	موسسه تحقیقات باغبانی	Jkarami299@yahoo.com

کرمی فرهاد	موسسه تحقیقات باغبانی	farhad.karami@gmail.com
کلانتری سیامک	دانشگاه تهران	kalantaris@ut.ac.ir
کوشش صبا محمود	دانشگاه کردستان	m.saba@uok.ac.ir
کیانی محمود	دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل	m.kiani@ausmt.ac.ir
گلعین بهروز	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	bgoleincitrus@yahoo.com
گنجی‌مقدم ابراهیم	موسسه تحقیقات باغبانی	eganji@hotmail.com
لطفی محمود	دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) دانشگاه تهران	mlotfi@ut.ac.ir
محمودی سورستانی محمد	دانشگاه شهید چمران اهواز	m.mahmoodi@scu.ac.ir
مرادی حسین	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	h.moradi@sanru.ac.ir
مرادی‌نژاد فرید	دانشگاه بیرجند	Fmn_46@yahoo.com
مرتضوی سید نجم‌الدین	دانشگاه زنجان	Mortazavi@znu.ac.ir
مرشدلو محمدرضا	دانشگاه مراغه	morshedlooreza@gmail.com
مطلوبی منصور	دانشگاه تبریز	matloobi@tabrizu.ac.ir
مظفری علی اکبر	دانشگاه کردستان	a.mozafari@uok.ac.ir
معلمی نوراله	دانشگاه شهید چمران اهواز	n.moallemi@scu.ac.ir
مفاخری سودابه	دانشگاه بین المللی امام خمینی	mafakheri@ikiu.ac.ir
مقدم محمد	دانشگاه فردوسی مشهد	m.moghadam@um.ac.ir
موسوی امیر	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی	m-amir@nigeb.ac.ir
مومیوند حسن	دانشگاه لرستان	mumivand.h@lu.ac.ir
میرجلیلی محمدحسین	پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی	m-mirjalili@sbu.ac.ir
میردهقان سیدحسین	دانشگاه ولی عصر رفسنجان	mirdehghan@vru.ac.ir
میرزاعلیان دستجردی عبدالمجید	دانشگاه هرمزگان	mirzaalian@hormozgan.ac.ir
نادری روح‌انگیز	دانشگاه تهران	rnaderi@ut.ac.ir
ناصری لطفعلی	دانشگاه ارومیه	l.naseri@urmia.ac.ir
نالوسی ایوب	دانشگاه کردستان	a.nalousi5@gmail.com
نجاتیان محمدعلی	موسسه تحقیقات باغبانی قزوین	Nejatianali@yahoo.com
نجف‌زاده رقیه	دانشگاه ارومیه -میاندواب	r.najafzadeh@urmia.ac.ir
نظری فرزاد	دانشگاه کردستان	f.nazari@uok.ac.ir
نیکبخت علی	دانشگاه صنعتی اصفهان	anikbakht@cc.iut.ac.ir
وارسته فریال	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	f.varasteh@gau.ac.ir
وحدتی کورش	دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) دانشگاه تهران	kvahdati@ut.ac.ir

وفایی یاور	دانشگاه کردستان	y.vafaee@uok.ac.ir
وظیفه‌شناس محمد	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	asman2000@gmail.com
همتی خدایار	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	khodayarhemmati@yahoo.com
یاوری علیرضا	دانشگاه هرمزگان	yavari@hormozgan.ac.ir
یداللهی عباس	دانشگاه تربیت مدرس	yadollah@modares.ac.ir

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کمیته داوری چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران		
نام و نام خانوادگی	دانشگاه/موسسه	پست الکترونیک
آزادی پژمان	پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی	azadip22@gmail.com
آصف‌پور وکیلیان کیوان	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	keyvan.asefpour@gau.ac.ir
ابراهیم‌زاده اصغر	دانشگاه مراغه	acebrahimzadeh@gmail.com
ابوطالبی جهرمی عبدالحسین	دانشگاه آزاد جهرم	aa84607@gmail.com
احمدی نیما	دانشگاه تربیت مدرس	ahmadin@modares.ac.ir
احمدی خدیجه	دانشگاه شاهد	kh.ahmadi612@gmail.com
اخلاقی امیری نگین	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات باغبانی	n.akhlaghi@areeo.ac.ir
ادریسی بهزاد	مرکز تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات	behzadedrisi@yahoo.com
ارجی عیسی	دانشگاه رازی	i.arji@razi.ac.ir
ارزانی کاظم	دانشگاه تربیت مدرس	arzani_k@modares.ac.ir
ارشادی احمد	دانشگاه بوعلی سینا	ahmadershadi@yahoo.com
ازغندی علی	موسسه تحقیقات علوم باغبانی	azghandi2001@yahoo.com
اسدی هرمز	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر سازمان تات	hormoz.asadi3@gmail.com
اسدی آبکنار اسد	پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور	asadiabkenarasad@gmail.com
اسماعیل‌پور بهروز	دانشگاه محقق اردبیلی	Esmailpour@uma.ac.ir
اسکو مژده	دانشگاه تهران	mozhdeh.osku@ut.ac.it
اعتمادی نعمت‌اله	دانشگاه صنعتی اصفهان	etemadin@cc.iut.ac.ir
افتخاری ملیحه	دانشگاه تربیت مدرس	mlheftekhari@gmail.com
افروشه مریم	موسسه تحقیقات علوم باغبانی	ma.afrousheh@yahoo.com
اقلیما قاسم	دانشگاه شهید بهشتی	gh_eghlima@sbu.ac.ir
الفتی جمال علی	دانشگاه گیلان	jamalaliolfati@gmail.com
امیری اعظم	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی	amiriazam23@gmail.com
اندی سید علی	دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل	a.andi@ausmt.ac.ir
ایزدی حمزه	دانشگاه رفسنجان	izadi@vru.ac.ir
باباربیع مهرداد	دانشگاه هرمزگان	mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir
باباش‌پور اصل مرضیه	دانشگاه آزاد اسلامی	babashpour@gmail.com
بخشی داود	دانشگاه گیلان	bakhshi-d@guilan.ac.ir
برزگر رحیم	دانشگاه شهرکرد	barzegar@sku.ac.ir
برنا فاطمه	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان	fatemehborna@gmail.com

بلند نظر صاحبعلی	دانشگاه تبریز	bolandnazar@tabrizu.ac.ir
بنیان‌پور علی رضا	مرکز تحقیقات فارس	arbonyanpour@yahoo.com
بوذری ناصر	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	bouzari1111@yahoo.com
بگ‌نظری مجید	دانشگاه ایلام	m.bagnazari@ilam.ac.ir
بیکدلو مهدی	دانشگاه اراک	m-bikdeloo@araku.ac.ir
تاتاری مریم	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان	mtatari1@gmail.com
تاج‌آبادی‌پور علی	موسسه تحقیقات علوم باغبانی	tajabadi@pri.ir
ترابی گیگلو موسی	دانشگاه محقق اردبیلی	mtorabi@uma.ac.ir
تقی‌زاده مینا	دانشگاه اراک	m-taghizadeh@araku.ac.ir
تقی‌پور لیلا	دانشگاه دولتی جهرم	l_taghipoor@yahoo.com
تمجیدی فردین	دانشگاه کردستان	f.tamjidi@uok.ac.ir
تهرانی‌فر علی	دانشگاه فردوسی مشهد	tehranifar@um.ac.ir
توللی وحید	دانشگاه پیام نور شیراز	vtavallali@gmail.com
جلالی منصور	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان	mansourjalali2016@gmail.com
جمالی سید محمدبنی	پژوهشکده گل و گیاهان زینتی	smbanijamali@yahoo.com
چقاکبودی زینب	دانشگاه رازی	z.chaghakaboodi@razi.ac.ir
جوادی تیمور	دانشگاه کردستان	tjavadi@uok.ac.ir
حاج نجاری حسن	موسسه تحقیقات باغبانی	hajnajarih@gmail.com
حدادی‌نژاد مهدی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	mehdihadadi@gmail.com
حسن‌پناه کلور داود	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)	d.hassanpanah@areeo.ac.ir
حسن‌پور حمید	دانشگاه ارومیه	ha.hassanpour@urmia.ac.ir
حسن‌پوراقدم محمدباقر	دانشگاه مراغه	hassanpouraghdam@gmail.com
حسندخت محمدرضا	دانشگاه تهران	mrhassan@ut.ac.ir
حسنی قاسم	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی	gh.hasani91@gmail.com
حسنی عباس	دانشگاه ارومیه	a.hassani@urmia.ac.ir
حسینی مزینانی سیدمهدی	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری	mhmaz@yahoo.com
حسینی ملا سیدمحمد	نظام مهندسی کشاورزی مازندران	s.m.hosseini.molla@gmail.com
حضرتی سعید	دانشگاه شهید مدنی آذربایجان	Saeid.hazrati@azaruniv.ac.ir
حقیقی مریم	دانشگاه صنعتی اصفهان	mhaghighi@cc.iut.ac.ir
حکم‌آبادی حسین	ایستگاه تحقیقات کشاورزی پسته دامغان	hokmabadi@pri.ir

حیدری مختار	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی اهواز	mkheidari@yahoo.com
خادمی اورنگ	تهران	o.khademi@shahed.ac.ir
خالص‌رو شیوا	دانشگاه کردستان	sh.khalesro@uok.ac.ir
خالقی اسماعیل	دانشگاه شهید چمران اهواز	khaleghi@scu.ac.ir
خراسانی‌نژاد سارا	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	skhorasaninejad@yahoo.com
خلج محمد علی	پژوهشکده گل و گیاهان زینتی	Khalaj56@yahoo.com
خندان میرکوهی عزیزاله	دانشگاه تهران	khandan.mirkohi@ut.ac.ir
خندانی یاسر	دانشگاه کردستان	y.khandani@uok.ac.ir
خورشیدی جلال	دانشگاه کردستان	j.khorshidi@uok.ac.ir
خوشحال سرمست مصطفی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	khoshhal.sarmast@gmail.com
خوشخوی مرتضی	دانشگاه شیراز	mkhoshkhui@yahoo.com
دانائی الهام	واحد گرمسار	dr.edanaee@yahoo.com
دشتی فرشاد	دانشگاه بوعلی سینا	dashti1350@yahoo.com
دلشاد مجتبی	پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران	delshad@ut.ac.ir
دولتی بانه عبدالحامد	موسسه تحقیقات باغبانی	ah_dolati@yahoo.com
دژم‌پور جلیل	مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی	dejampour@yahoo.com
دیانتی شیرین	دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) دانشگاه تهران	dianati@ut.ac.ir
ذوالفقاری مریم	دانشگاه چمران	m.zolfaghari@scu.ac.ir
راحمی مجید	دانشگاه شیراز	rahemi@shirazu.ac.ir
راه‌خدایی اسماعیل	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس	rahkhodaei@gmail.com
راهب سمانه	پژوهشکده مرکبات رامسر	srahebcitrus@yahoo.com
ربیعی ولی	دانشگاه زنجان	rabiei@znu.ac.ir
رحیمی میدانی اردشیر	موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال	midani2006@gmail.com
رزاق فاطمه	دانشگاه شیراز	razzaghi@shirazu.ac.ir
رستگار سمیه	دانشگاه هرمزگان	srastegar2008@gmail.com
رسولی فرزاد	دانشگاه مراغه	farrasoli@gmail.com
رسولی موسی	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین	mousarasouli@gmail.com
رضائی علی	موسسه تحقیقات باغبانی	ali.rezaei@modares.ac.ir
رضاپورفرد جواد	دانشگاه ارومیه	j.rezapourfard@urmia.ac.ir
رضایی مهدی	دانشگاه صنعتی شاهرود	mhrezaei@shahroodut.ac.ir
رضوی فرهنگ	دانشگاه زنجان	razavi.farhang@znu.ac.ir
رمضانیان اصغر	دانشگاه شیراز	ramezanian@shirazu.ac.ir

روزبان محمودرضا	دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) دانشگاه تهران	mroozban@ut.ac.ir
روستا حمیدرضا	دانشگاه اراک	roosta@vru.ac.ir
ریزی سعید	دانشگاه شهرکرد	sreezi@sku.ac.ir
زارع حمید	تحقیقات علوم باغبانی	hamidzare777@gmail.com
زارع نهندی فریبرز	دانشگاه تبریز	fzaare@tabrizu.ac.ir
زاهدی سید مرتضی	دانشگاه مراغه	s.m.zahedi@maragheh.ac.ir
زراعتگر هادی	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان جنوبی	Zeraatgarh@yahoo.com
زرگری حمید	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس	zargarihamid@yahoo.com
زمانی ذبیح‌اله	دانشگاه تهران	zzamani@ut.ac.ir
زمردی شهین	مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه	shahinzomorodi@gmail.com
زینانلو علی اصغر	پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری	azeinanloo@yahoo.com
زینلی پور نجمه	دانشگاه شهید باهنر کرمان	nzeinali@uk.ac.ir
زیودار شهره	دانشگاه چمران اهواز	zivdar.s@gmail.com
سابکی ابراهیم	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان	esaboki@gmail.com
ساری‌خانی حسن	دانشگاه بوعلی سینا همدان	sarikhanih@gmail.com
ساعدی فریبا	دانشگاه کردستان	saedi.f@alumni.znu.ac.ir
سحرخیز محمد جمال	دانشگاه شیراز	saharkhiz@shirazu.ac.ir
سرابی بهروز	دانشگاه کردستان	b.sarabi@uok.ac.ir
سعیدی کرامت‌الله	دانشگاه شهرکرد	ka.saeedi@gmail.com
سلاح‌ورزی یحیی	دانشگاه فردوسی مشهد	selahvarzi@um.ac.ir
سلامی سید علیرضا	دانشگاه تهران	asalami@ut.ac.ir
سلگی موسی	دانشگاه اراک	m-solgi@araku.ac.ir
سلیمانی اصغر	تحقیقات علوم باغبانی	soleimani1362@gmail.com
سلیمانی‌زاده مژگان	دانشگاه هرمزگان	m.soleimani380@gmail.com
سلیمانی‌پور علیرضا	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	asoleimani@gau.ac.ir
سمیعی لیلا	دانشگاه فردوسی مشهد	leilisamie@gmail.com
سهرابی امید	دانشگاه رازی	o.sohrabi@razi.ac.ir
سودایی مشایی صاحب	دانشگاه شهرکرد	soodaie@sku.ac.ir
سورنی ابوذر	دانشگاه صنعتی اصفهان	soorni@iut.ac.ir
سیاری محمد	دانشگاه بوعلی سینا همدان	m.sayyari@basu.ac.ir
سید حاجی‌زاده حنیفه	دانشگاه مراغه	hajizade@maragheh.ac.ir

شایگان‌فر علیرضا	دانشگاه ملایر	shayganfar.a.r@gmail.com
شرافتی عبدالحمید	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی	hamidsherafati47@gmail.com
شریفی زاهد	دانشگاه کردستان	z.sharifi@uok.ac.ir
شعبانی ادریس	دانشگاه شهید چمران اهواز	edris.shabani@gmail.com
شفیعی زرگر علیرضا	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول	arshafie@yahoo.com
شفیعی ماسوله سیده سمیه	مرکز تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات	shafyii@gmail.com
شمشیری محمدحسین	دانشگاه ولی عصر رفسنجان	shamshiri@vru.ac.ir
شهبازی سمیرا	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی	sshahbazi@aeoi.org.ir
شکرپور مجید	دانشگاه تهران	shokrpour@ut.ac.ir
صالحی رضا	دانشگاه تهران	salehir@ut.ac.ir
صالحی سلمی محمدرضا	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان	mrsalehisalmi@gmail.com
صحرارو امیر	دانشگاه گیلان	asahraroo@gmail.com
طاهری محمدرضا	دانشگاه تهران	mrtaheri@ut.ac.ir
عالم‌زاده انصاری ناصر	دانشگاه جمران اهواز	ansari_n@scu.ac.ir
عالی‌پور حامد	دانشگاه تبریز	h.ali@tabrizu.ac.ir
عامریان معصومه	دانشگاه رازی	masoomehamerian@yahoo.com
عبادی محمدتقی	دانشگاه تربیت مدرس	mt.ebadi@modares.ac.ir
عبداللهی حمید	موسسه تحقیقات باغبانی	h.abdollahi@areeo.ac.ir
عبدالهی رحیم	مرکز تحقیقات ابریشم کشور	abdollahi23465@gmail.com
عبدلی‌نژاد روح الله	دانشگاه لرستان	abdolinejad.r@lu.ac.ir
عبدوسی وحید	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات	abdossi@iau.ac.ir
عرفانی‌مقدم جواد	دانشگاه ایلام	j.erfani@ilam.ac.ir
عزیزی علی	دانشگاه بوعلی سینا همدان	azizi@basu.ac.ir
عسکری ناصر	دانشگاه جیرفت	na.askari@yahoo.com
عسگری سرچشمه محمدعلی	دانشگاه تهران	askari@ut.ac.ir
عشقی سعید	دانشگاه شیراز	eshghi@shirazu.ac.ir
عصار پدرام	دانشگاه دولتی جهرم	pedramassar@gmail.com
علیرضالو ابوالفضل	دانشگاه ارومیه	a.alirezalu@gmail.com
علیزاده پریسا	دانشگاه کردستان	p.alizadeh@uok.ac.ir
علیزاده سالطه سعیده	دانشگاه تبریز	s.alizadeh@tabrizu.ac.ir
غلامی مهدیه	دانشگاه صنعتی اصفهان	mah.gholami@iut.ac.ir

غلامی رحمت‌اله	مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه	gholami.rahmat@yahoo.com
غنی عسکر	دانشگاه جهرم	askar.ghani11@yahoo.com
فاتح اسفندیار	دانشگاه چمران اهواز	e.fateh@scu.ac.ir
فتاحی محمد	دانشگاه ارومیه	mo.fattahi@urmia.ac.ir
فتاحی‌مقدم جواد	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	j.fattahi@areeo.ac.ir
فتاحی‌مقدم محمدرضا	دانشگاه تهران	fattahi@ut.ac.ir
فرخزاد علیرضا	دانشگاه ارومیه	a.farokhzad@urmia.ac.ir
فرهادی بهمن	دانشگاه رازی	bfarhadi@razi.ac.ir
فرهادی علی	علوم باغبانی	farhadi_siv@yahoo.com
فرهادی نسرین	موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور	nasrin.farhadi88@gmail.com
فرهمند همایون	شیراز	homayoun.farahmand@gmail.com
فیفایی رضا	پژوهشکده مرکبات رامسر	rezafifaei@yahoo.com
قائمی‌زاده فهیمه	دانشگاه بوعلی سینا	fahime.ghaemizadeh@gmail.com
قادری علی	ازاد شیروان	ghaderi885@yahoo.com
قاسم‌نژاد عظیم	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	ghasemnezhad@gau.ac.ir
قاسم‌نژاد محمود	دانشگاه گیلان	ghasemnezhad@guilan.ac.ir
قاسمی کامران	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	k.ghasemi@sanru.ac.ir
قاسمی مصطفی	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین	mostafaghasemi1417@gmail.com
قاسمی قهساره مسعود	دانشگاه شهرکرد	mghasemi1352@gmail.com
قربانی دهکردی ایوب	دانشگاه گرگان	ghorbani.ayoub@gau.ac.ir
قرقانی علی	دانشگاه شیراز	agharghani@shirazu.ac.ir
قره‌شیخ بیات رحیم	پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری	r.bayat@areeo.ac.ir
قنبری فردین	دانشگاه ایلام	f.ghanbari@ilam.ac.ir
قنبری جهرمی مرضیه	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران	ghanbari@iau.ac.ir
قهرمانی زهرا	دانشگاه زنجان	z.ghahremani@znu.ac.ir
لطفی محمود	دانشگاه ابوریحان دانشگاه تهران	mlotfi@ut.ac.ir
لطیفی‌خواه ابراهیم	تحقیقات علوم‌باغبانی اصفهان	elatifikhah@gmail.com
محتشمی سعیده	دانشگاه جهرم	s.mohtashami@jahromu.ac.ir
محمدی امیر حسین	پژوهشکده پسته	ah-mohammadi@pri.ir
محمدی میثم	دانشگاه ایلام	me.mohamadi@ilam.ac.ir
محمدی سیاوش	موسسه تحقیقات علوم باغبانی	mohammadi.s@ut.ac.ir

محمودزاده حسن	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی آذربایجان غربی	mahmoudzadeh45@yahoo.com
محمودی سورستانی محمد	دانشگاه شهید چمران اهواز	m.mahmoodi@scu.ac.ir
مظفری علی اکبر	دانشگاه کردستان	a.mozafari@uok.ac.ir
معروفی اسعد	دانشگاه کردستان	a.maroufi@uok.ac.ir
معلمی نوراله	دانشگاه شهید چمران اهواز	moalleminoor@gmail.com
مفاخری سودابه	دانشگاه بین‌المللی قزوین	mafakheri@eng.ikiu.ac.ir
مقدم محمد	فردوسی مشهد	m.moghadam@um.ac.ir
ملااحمد نالوسی ایوب	دانشگاه کردستان	a.nalousi@uok.ac.ir
منصوری سیروان	مرکز تحقیقات کردستان	s.mansouri@uok.ac.ir
مهدی‌زاده لیلا	شاندیز دانشگاه فردوسی مشهد	l.mehdizadeh@gmail.com
موسوی سید اصغر	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری	asgharmousavi@gmail.com
موسوی سید حسن	موسسه تحقیقات علوم باغبانی	mousavi218@yahoo.com
موسوی‌زاده سید جواد	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	sj.mousavizadeh@gmail.com
موسوی‌فرد صادق	دانشگاه شهرکرد	Mousavifard.S@sku.ac.ir
مومیوند حسن	دانشگاه لرستان	mumivand.h@lu.ac.ir
میرجلیلی محمدحسین	پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی	m-mirjalili@sbu.ac.ir
میردهقان سید حسین	دانشگاه ولی عصر رفسنجان	mirdehghan@vru.ac.ir
میرزاخانی عباس	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی	mirz51@yahoo.com
میرزاعلیان دستجردی عبدالمجید	دانشگاه هرمزگان	mirzaalian@hormozgan.ac.ir
میرزایی مهرنوش	سازمان تات	mehr_mirza@yahoo.com
ناظوری فاطمه	ولی عصر رفسنجان	f.nazoori@vru.ac.ir
نجاتیان محمد علی	علوم باغبانی	nejatianali@yahoo.com
نظری فرزاد	دانشگاه کردستان	f.nazari@uok.ac.ir
نیکبخت علی	دانشگاه صنعتی اصفهان	anikbakht@iut.ac.ir
همتی نسترن	دانشگاه گرگان	nastaran_hemmati@yahoo.com
همتی خدایار	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	khodayarhemmati@yahoo.com
وارسته فریال	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	f.varasteh@gau.ac.ir
وحدتی کورش	دانشگاه تهران	kvahdati@ut.ac.ir
وظیفه‌شناس محمدرضا	تحقیقات علوم باغبانی	asman2000@gmail.com
وفایی یاور	دانشگاه کردستان	y.vafaee@uok.ac.ir

پرویزی خسرو	مرکز تحقیقات ، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان	kparvizi@yahoo.com
پناهنده جابر	دانشگاه تبریز	panahandeh@tabrizu.ac.ir
پیری محمد	دانشگاه ملایر	m.piri@malayeru.ac.ir
چهرازی مهر انگیز	دانشگاه شهید چمران اهواز	chehrazi.m@scu.ac.ir
کاشفی بهاره	دانشگاه آزاد دامغان	bahareh.kashefi@gmail.com
کاظم‌نژاد مهدی	موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی	kazemnejad@gmail.com
کاووسی بیژن	موسسه تحقیقات باغبانی	kavoosi696@yahoo.com
کاویانی مریم	دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی	kavianimaryam170@yahoo.com
کردرستمی مجتبی	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای کرج	mkordrostami@aeoi.org.ir
کرمی اکبر	دانشگاه شیراز	akbarkarami@shirazu.ac.ir
کرمی فرهاد	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان	f.karami@areeo.ac.ir
کرمی محمدجواد	موسسه تحقیقات باغبانی	jkarami299@yahoo.com
کریمی روح‌الله	دانشگاه ملایر	r.karimi@malayeru.ac.ir
کلانتری سیامک	دانشگاه تهران	kalantaris@ut.ac.ir
کوشش صبا محمود	دانشگاه کردستان	m.saba@uok.ac.ir
کیانی محمود	دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل	m.kiani@ausmt.ac.ir
کیخا احمد علی	دانشگاه زایل	kehkha@yahoo.com
گردکانه محمد	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه	mgerdakaneh@gmail.com
گنجی‌مقدم ابراهیم	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان خراسان رضوی	eganji31568@gmail.com
یاوری علیرضا	دانشگاه هرمزگان	yavari@hormozgan.ac.ir
یداللهی عباس	دانشگاه تربیت مدرس	yadollah@modares.ac.ir
یوسفی مهری	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی	m.yoosefi@areeo.ac.ir

علوم باغبانی ایران

کمیته اجرایی چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران	
نام و نام خانوادگی	نام و نام خانوادگی
محمود کوشش صبا	فایق آخکندی
فرزاد نظری	سالار دارابی
علی اکبر مظفری	بهاره باباخانی
تیمور جوادی	بهنام قیصری
یاور وفایی	خه‌بات زندی
جلال خورشیدی	محمد رحیمی
بهروز سرابی	ارشاد ظرفی
یاسر خندانی	دانیال قادری
سیروان منصوری	فراز قادری
مهدی ناصری	پوریا شادی‌پور
یاسمن شجاعی	احسن قادری
سوگل امینی	بردیا عرفانی
مبین محمدی	آران نظری
شب‌بو کمانگر	حمید سیاری
نگین فعله‌گری	راشد زمانیان
ساحل بیات	آریان حمیدیان
بیتا فتحی	علی آزادی‌خواه
دلنیا صیدی مرادی	میترا صادقی

کنگره علوم باغبانی ایران

فهرست مقالات چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران به تفکیک محور

عنوان **صفحه**

محور تولید و فیزیولوژی گیاهان باغبانی ۱

بررسی تاثیر زمان تهیه پیوندک، زمان انجام پیوند و ارتفاع از سطح دریا بر موفقیت پیوند سرشاخه درختان گردو در استان همدان..... ۲

باغبانی درمانی، راهکاری برای کاهش افسردگی و افزایش امید به زندگی با تاکید بر دانشجویان دانشگاه‌ها..... ۷

واکنش ویژگی‌های کمی،کیفی و زودرسی برخی از ارقام انگور بر پایه انگور ریش بابا..... ۱۳

تأثیر کاربرد سلنیوم بر تعادل عناصر غذایی و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم ملس ساوه..... ۱۸

نیازهای اکوفیزیولوژیکی، رشد و عملکرد ارقام شاخص پسته در اقلیم نیمه‌خشک..... ۲۴

بررسی ویژگی‌های رشدی و عملکرد ارقام توت فرنگی به‌منظور امکان‌سنجی تولید خارج از فصل در شرایط کشت هیدروپونیک در فضای باز بوشهر ۲۹

تاثیر پوشش‌دهی خوشه در زمان گرده‌افشانی بر میوه‌نشینی خرما در دماهای زیر حد بهینه..... ۴۴

مطالعه اثرات سال و رقم در ویژگی‌های پومولوژیکی برخی از ارقام جدید وارداتی و تجاری گردو در شرایط اقلیمی کرج..... ۴۸

اثر نور پایان روز تک طول‌موج روی صفات کمی و فیتوشیمیایی میوه توت‌فرنگی ۵۲

اثر کودهای نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر صفات کمی و کیفی سیر..... ۵۸

اثر میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلنی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و فعالیت آنزیم کاتالاز در کاهو..... ۶۳

رفتار روزنه‌ای و عملکرد فتوسنتزی ریحان تحت نسبت‌های مختلف نور قرمزآبی با یا بدون فاررد..... ۶۸

بررسی تأثیر ژنوتیپ و محیط بر صفات میوه و جوانه‌زنی دانه گرده در جمعیت‌های بومی گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) ایران..... ۷۳

بررسی ترکیبات بیولوژیکی موجود در گل‌های خوراکی و نقش آن‌ها در غنی‌سازی رژیم غذایی ۷۹

اثر نمک‌های مختلف سیلیسیم بر کیفیت انبارمانی گل شاخه بریده ژربرا *Gerbera jamesonii* رقم Quote در انبار سرد..... ۸۴

مروری بر مطالعات عطر و رنگ در گیاهان زینتی..... ۹۰

بررسی ازدیاد ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica* L.) با کاشت بذر و پیوند..... ۹۵

تاثیر انواع تربیت و هرس در سیستم سنتی و داربستی کوردون دو طرفه دو طبقه و کوردون دو طرفه یک طبقه بر برخی صفات کیفی انگور رقم بیدانه سفید و قرمز..... ۱۰۰

بررسی تحمل تنش شوری و تأثیر سدیم نیتروپروساید در ارقام و پایه‌های مختلف انگور ۱۰۶

تأثیر سدیم نیتروپروساید بر جذب عناصر غذایی انگور در شرایط تنش شوری: مقایسه ارقام و پایه‌ها..... ۱۱۱

مقایسه ژنتیکی برخی نمونه‌های گلابی استان ایلام براساس شاخص‌های میوه و برگ ۱۱۶
ارزیابی کاربرد کود دامی و مرغی بر رشد و عملکرد سیب زمینی (*Solanum tuberosum* cv. Sifra) در شرایط مزرعه‌ای ۱۲۱
مروری بر راهبردهای اصلاح ژنومی برای بهبود گوجه‌فرنگی: از ویرایش ژن تا بازیابی هیبرید ۱۲۶
وضعیت گلدهی و تشکیل میوه ارقام بادام در شرایط دیم استان کرمانشاه ۱۳۰
بررسی رشد رویشی ارقام هلو در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه ۱۳۶
پیوند سبزیجات: بررسی علم و عمل سبزیجات پیوندی ۱۴۰
ارزیابی شاخص‌های رقابتی در کشت توام پیاز و کاهو ۱۴۵
اثر تنک دستی و شیمیایی بر عملکرد خرما رقم خضراوی ۱۵۰
تأثیر تنک دستی و شیمیایی بر تغییرات خصوصیات کمی در مرحله برداشت (خرما) میوه خرما رقم خضراوی ۱۵۶
بررسی اثرات تاریخ‌های مختلف کاشت و برداشت روی عملکرد ارقام سیب‌زمینی در اردبیل ۱۶۲
بررسی سازگاری ارقام مختلف نخل روغنی در شرایط آب و هوایی استان فارس ۱۶۸
ارزیابی نوع دانه گرده بر بهبود تشکیل میوه در رقم پیارم حاصل از کشتبافت و پاجوش ۱۷۳
بهبود عملکرد و اجزای عملکرد در باغ‌های چای تحت تاثیر مدیریت شخم ۱۷۹
بررسی اثر کیتوزان بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی مرزه رشینگری (*Satureja rechingeri* Jamzad) تحت تنش خشکی ۱۸۴
انتخاب محیط کشت بهینه برای افزایش زامیفولیا از طریق قلمه برگ ۱۸۹
نقش نفتالین استیک اسید در افزایش رشد و نمو گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا ۱۹۴
تأثیر هورمون براسینواستروئید و رقم بر روی برخی شاخص‌های رشدی پیوند گردو ۱۹۹
بررسی تاثیر کم‌آبیاری در مراحل رشد بر برخی صفات فیزیولوژیک انگور رقم یاقوتی ۲۰۶
بررسی خصوصیات برخی ارقام سرشاخه‌کاری شده پسته در استان قزوین ۲۱۱
ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی گیاه زرشک در استان قزوین ۲۱۶
اثر محلول‌پاشی کود نیتروژنی و روی بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه کلم گل (*Brassica oleracea* var. Botrytis) ۲۲۲
بررسی اثر منیزیم بر جذب سایر عناصر در برگ خرمای رقم مضافتی ۲۲۷
تاثیر پایه بر خصوصیات پومولوژیکی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش بادام ۲۳۳
امکان‌سنجی اقلیمی کاشت انار در استان چهارمحال و بختیاری ۲۴۲
اثر کاربرد پیش از برداشت پلی‌آمین‌ها بر برخی ویژگی های کیفی میوه انار ۲۴۸
اثر کیفیت نور تکمیلی بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا ۲۵۳
اثر هرس مکانیکی و سولفات روی بر خصوصیات رشدی و کیفی درختان کلمانتین ۲۵۸
کاربرد روش خوابانیدن هوایی برای تکثیر بوته‌های چای در حال انقراض ۲۶۳

کاربرد ژل ریشه‌زایی برای تسهیل تشکیل ریشه‌های نابجا در قلمه‌های چای ۲۷۰
پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر و فناوری پلاسما سرد در افزایش ماندگاری و ایمنی بادام فرآوری‌شده: مقاله مروری ۲۷۷
تاثیر نسبت های نور ال ای دی قرمز به آبی بر برخی ویژگی‌های رشدی نشاء خربزه پیوندی ۲۸۳
ارزیابی پایه رویشی بر القای گل‌انگیزی در ارقام تجاری در بادام ۲۸۸
واکنش برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و محصول بادمجان به اثر متقابل سالیسیک اسید با مخمر، اوره فسفات و اسید آمینه ۲۹۴
اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گوجه‌فرنگی در استان بوشهر ۲۹۸
اثر افزایش سن درخت بر کیفیت میوه پرتقال والنسیا (*Citrus sinensis* cv. Valencia) ۳۰۴
ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی میوه در برخی ارقام تجاری انگور ۳۰۹
ارزیابی خصوصیات بیوشیمیایی میوه در برخی ارقام تجاری انگور ۳۱۶
اثر باکتری‌های فزاینده رشد بر اجزای عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) ۳۲۳
مروری کوتاه بر سیلیکون و نانو سیلیکون؛ فناوری‌های نوین در بهبود کشاورزی و افزایش بهره‌وری گیاهی ۳۲۸
بررسی تحمل به خشکی برخی ارقام تجاری بادام در شرایط اقلیمی شهرکرد ۳۳۴
استفاده از قارچ همزیست برای جوانه‌زنی بذر ارکیده معطر (*Anacamptis coriophora*) در انواع بسترکشت ۳۴۱
مروری بر قارچ‌های میکوریزای ارکیده: اکولوژی مولکولی، فیزیولوژی، تکامل و جنبه‌های حفاظت ۳۴۷
ارزیابی ریشه زایی قلمه چوب سخت در برخی گونه‌های بادام به روش وارونه ۳۵۴
تأثیر سه پایه‌ی گلابی بر برخی ویژگی‌های رویشی و عملکردی دو رقم گلابی (*Pyrus communis* L.) ۳۶۰
دما و مدت زمان بهینه برای گل‌دهی مجدد هیپوکوتیل توسعه‌یافته سیکلامن ۳۶۵
تأثیر محلول پاشی کلریدکلسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سیب دلبار استیوال تربیت شده روی سیستم Y شکل ۳۶۹
بررسی سازگاری برخی ارقام گیلاس تجاری و خودبارور در شرایط محیطی آذربایجان غربی ۳۷۶
ارزیابی واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی پایه‌های رویشی سیب (*Malus domestica* Borkh) به سطوح مختلف بور در آب آبیاری ۳۸۱
تأثیر کاربرد نانوسیلیکون و شوری بر ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa* Wild.) ۳۸۶
تأثیر محلول‌پاشی کود سیلیکات پتاسیم بر صفات کمّی و کیفی میوه آلو (*Prunus domestica* L.) ۳۹۱
تأثیر محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر درختان نارنگی پیج در ایستگاه کترا ۳۹۵
ارتقای رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ‌های پسته رقم اوحدی با استفاده از تیمار اسید تارتاریک ۴۰۰
پوتریسین؛ راهکاری نوین برای افزایش کارایی فتوسنتزی و تقویت رنگیزه‌های برگ در پسته اوحدی ۴۰۷
مروری بر تأثیر نور LED بر بهبود پیوند و رشد نهال‌های خیار (*Cucumis sativus* L.) ۴۱۵
اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و محتوای عناصر غذایی سه رقم انگور ۴۲۲

اثر غلظت‌های مختلف اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت پایه های درختان میوه هسته‌دار (میروبالان و GF677)..... ۴۲۸
تأثیر تیمارهای مختلف ساکارز بر برخی صفات فیزیولوژیکی و عملکردی فلفل دلمه‌ای..... ۴۳۳
بررسی اثر عمق کاشت بذر بر درصد جوانه‌زنی و رشد رویشی نشای کلم بروکلی..... ۴۳۹
تأثیر مدت‌زمان‌های مختلف خیساندن و غلظت‌های گوناگون نیترات پتاسیم بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر کماکندل (*Dorema ammoniacum*)..... ۴۴۳
تأثیر آب آبیاری غیرمتعارف بر رشد، پاسخ‌های فیزیولوژیکی–بیوشیمیایی و کیفیت چوب درختان آقاقیا..... ۴۵۰
مقایسه خصوصیات فیزیولوژیک-اکولوژیک چندین گونه درختی در فضای سبز شهری..... ۴۵۹
بررسی اثر سیلیکات پتاسیم و انبار سرد بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل شاخه بریده ژربرا (*Gerbera jamesonii*) رقم Quote..... ۴۶۸
بررسی سازگاری وارزیابی تکمیلی در جهت انتخاب نژادگان برتر انجیر جمع اوری شده منطقه (ریجاب) درمنطقه سرپل ذهاب استان کرمانشاه..... ۴۷۴
مطالعه دگر سازگاری و تعیین والد گرده‌دهنده مناسب برای ژنوتیپ امیدبخش 'AL721' بادام..... ۴۷۹
اثر بسترهای مختلف کشت بر خصوصیات مورفولوژیک و تولید پیازچه در گیاهچه بذری آماریلیس (*Hippeastrum* spp)..... ۴۸۶
بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مختلف مورفولوژیکی گل، برگ و میوه در زیتون..... ۴۹۱
بررسی و مقایسه مورفولوژی برگ و عملکرد ارقام زیتون ایرانی و خارجی..... ۴۹۷
تاثیر محلول‌پاشی برگی گابا بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) رقم Natalya..... ۵۰۳
اثر محلول‌پاشی پلی آمین‌ها بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گل رز (*Rosa Hybrids*) رقم black baccara..... ۵۰۹
تاثیر فنیل‌آلانین و سلنیوم بر شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاهی آلسترومریا رقم Inca Toto..... ۵۱۴
اندازه گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم در۹ رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina*) در شرایط آب و هوایی تهران..... ۵۱۹
اهمیت و الزامات تکنیک "سرشاخه‌کاری" در تولید تجاری و پایدار محصول در باغ‌های سنتی بادام..... ۵۲۴
بررسی سازگاری و مقایسه برخی از ارقام پسته در استان چهار محال و بختیاری (مرحله اول رشد رویشی)..... ۵۳۲
اثر زمان حلقه‌برداری بر شاخص‌های زایشی و مقدار ماده خشک شاخه و ریشه کیوی‌فروت رقم هایوارد..... ۵۳۷
ارزیابی سر شاخه‌کاری ارقام تجاری پسته در باغات استان خراسان رضوی..... ۵۴۳
انتخاب بهترین ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده برای ارقام بومی پسته خراسان رضوی..... ۵۴۷
ارزیابی عملکرد کمی برخی ارقام تجاری انار در شرق مازندران (مطالعه موردی بهشهر)..... ۵۵۲
ارزیابی عملکرد کمی و کیفی برخی ارقام بلوبری در غرب مازندران..... ۵۵۶
تاثیر محلول‌پاشی پوترسین بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) رقم Amatista..... ۵۶۰
روش‌های شکستن رکود بذر در جمعیت‌های مختلف گونه بومی داغداغان(*Celtis caucasica* Willd.)..... ۵۶۵
تأثیر بسترهای مختلف کشت بر درصد زنده‌مانی و صفات رشدی نهال‌های گونه بومی افرا کوهی (*Acer monspessulanum*)..... ۵۷۰

تأثیر بنزیل آدنین و هیومیک اسید بر بهبود صفات کمی و کیفی رز سامورایی ۵۷۵
تأثیر اسیدسالیسیلیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی کلم پیچ زینتی تحت تنش شوری ۵۸۰
تأثیر فرآیند رسیدن بر میزان گلوکز، فروکتوز و ساکارز دو توده ملون ۵۸۸
روند تجمع و محتوای رنگ‌دانه‌های دو توده ملون در مراحل مختلف رشد ۵۹۳
تغذیه برگی خرما با کود سیلیسیم در شرایط خاک شور؛ پاسخ عملکردی، فیزیولوژیکی و ارزیابی اقتصادی ۵۹۹
تنوع فنولوژیکی بادام ایرانی و نقش آن در برنامه‌های اصلاحی ۶۰۷
تاثیر سیستم‌های مختلف کشت خاکی و بدون خاک بر صفات مورفولوژیک و عملکرد اسطوخدوس ۶۱۶
اثرات سه رقم گرده دهنده خرما بر میوه‌نشینی خرمای رقم سویدانی ۶۲۱
تأثیر امواج فراصوت بر ریشه‌دهی و برخی خصوصیات رویشی قلمه‌های رزماری در شرایط کنترل شده ۶۲۶
ارزیابی پاسخ‌های رشدی زنجبیل به کوددهی تلفیقی و تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات ۶۳۰
تأثیر مواد آلی مختلف در بستر کاشت و کود شیمیایی بر غلظت عناصر غذایی در نهال‌های پاپایا ۶۳۵
اثرات سطوح نیتروژن در محلول غذایی بر کارایی جذب، انتقال و مصرف سایر عناصر در دانهال‌های نارنج (*Citrus aurantium* L.) ۶۴۰
تاثیر محلول‌پاشی ال- فنیل آلانین بر فعالیت آنتی اکسیدانی و خصوصیات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم مونتری ۶۴۶
عارضه‌های فیزیولوژیکی میوه پاپایا ۶۵۲
تأثیر کود اورمیک بر رشد مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه سینره (*Cineraria hybrida*) ۶۶۰
ارزیابی گیرایی پاجوش خرمای رقم زاهدی با استفاده از تیمارهای مالچی در استان خوزستان ۶۶۵
اثر محلول‌پاشی سولفات‌مس ($CuSO_4$) بر کاهش تعداد بذر در نارنگی یاشار ۶۶۹
بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نور ال ای دی بر سطح وکیفیت برگچه زامیفولیا (*Zamioculcas zamiifolia*) رقم Raven ۶۷۴
بررسی برخی ویژگی‌های کیفی میوه نارس (غوره) در چهار رقم انگور دیم منطقه دشمن‌زیاری استان فارس ۶۷۸
ارزیابی ویژگی‌های رشد و فیزیولوژیکی گونه بنه (*Pistacia atlantica*) در رویشگاهای استان خراسان جنوبی ۶۸۴
بررسی اثر متقابل برخی پایه‌های رویشی و ارقام تجاری سیب در شرایط اقلیمی مشهد ۶۹۰
تأثیر نانوذرات اکسید روی بر بهبود برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهچه‌های انگور رقم 'پرلت' در شرایط درون شیشه‌ای ۶۹۴
بررسی تغییرات فصلی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ارقام خرما در شرایط آب و هوایی اهواز ۶۹۹
تاثیر مصرف متیونین بر توسعه ریشه گوجه فرنگی تحت تنش شوری ۷۰۴

محور مدیریت تنش‌های زیستی و غیر زیستی ۷۱۴

مهار گیرنده‌های گابا توسط پیکروتوکسین: رویکردی برای تعیین نقش گابا در تحمل به شوری توت‌فرنگی ۷۱۵
پتانسیل اقتصادی و استراتژی‌های تولید و بازاریابی میوه‌های گرمسیری کمتر شناخته‌شده در شرایط اقلیمی ایران ۷۲۵

ارزیابی ذخایر ژنتیکی گلابی (*Pyrus* spp.) ایران برای مقاومت به تنش خشکی: دستاوردهای نیم دهه پژوهش در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و راهکارهای به‌نژادی ۷۳۰

اثرات نیترات پتاسیم و باکتری‌های محرک رشد بر میزان تبادلات گازی لیموترش رقم مکزیکن لایم تحت تنش خشکی ۷۴۰

بررسی اثر ترکیبات مختلف در تأمین نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری ۷۴۶

اثر ملاتونین بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پایه‌های هیبرید هلو و بادام در شرایط تنش خشکی ۷۵۱

تأثیر دور آبیاری تکمیلی با آب شور بر ویژگی‌های کمی و کیفی انجیر در انجیرستان‌های حاشیه دریاچه بختگان ۷۵۸

بررسی اثرات نانوذرات اکسید روی و باکتری محرک رشد گیاهی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه توت‌فرنگی تحت شرایط تنش قلیایی ۷۶۳

بررسی تأثیر باکتری‌های شورقلیاپسند بر خصوصیات مورفولوژی، بیوشیمیایی و برخی عناصر غذایی دانهال‌های پسته در شرایط تنش شوری و سدیمی خاک ۷۶۸

تاثیر محلول‌پاشی سیلیسیم بر برخی صفات کمی و کیفی میوه خرما در شرایط شوری بالای خاک ۷۷۴

بررسی اثرات استفاده از بیوچار بر بهبود خصوصیات کیفی توده بومی سیر همدان در شرایط تنش خشکی ۷۸۰

بررسی تأثیرات فرم‌های آزاد و کپسوله شده ملاتونین و آبسیزیک اسید بر فیزیولوژی فلفل دلمه‌ای تحت تنش شوری ۷۸۶

ارزیابی تحمل به خشکی برخی توده‌های بومی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بر اساس صفات رشدی ۷۹۲

نانوذرات کیتوسان همراه شده با فنیل‌آلانین (CTS-Phe NPs) به عنوان یک استراتژی امیدوارکننده برای کاهش تنش شوری در گوجه فرنگی ۷۹۹

حفاظت انجمادی با استفاده از فن کپسوله‌کردن-آب‌برداری در ارکیده گلسر قرمز (*Cephalanthera rubra*) ۸۰۴

ارزیابی عکس‌العمل پایه‌های‌پسته به قارچ *Armillaria mellea* عامل پوسیدگی ریشه و طوقه پسته در شرایط گلخانه ۸۱۰

اثرات کم‌آبیاری بر رشد و عملکرد میوه و وضعیت آبی درختان پرتقال تامسون ناول ۸۱۵

پاسخ مورفوفیزیولوژیک گیاه زینتی مغربی صورتی به تنش کم‌آبی ۸۲۰

بررسی تاثیر محلول‌پاشی ترکیب گندزدای اتان پراکسوییک اسید بر کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در زردآلو ۸۲۵

بررسی تاثیر ماده تجاری با نام فرمایسین بر کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در برخی ارقام انگور ۸۳۱

مقایسه مقاومت پایه‌های پسته UCB-1 (کشت بافتی و بذری) و پایه بادامی زرند به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های رشدی ۸۳۸

بررسی پتانسیل گوگرد معدنی بر بهبود شاخص‌های رشد، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای نهال‌های پسته‌ی رقم بادامی زرند مبتلا به پوسیدگی آرمیلاریایی در شرایط گلخانه ۸۴۴

ارزیابی واکنش ارقام پسته به *Armillaria mellea* عامل پوسیدگی ریشه و طوقه پسته در شرایط گلخانه ۸۵۰

اثر ملاتونین بر بهبود صفات رشدی و فیزیولوژیکی نهال‌های پیوندی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) ژنوتیپ A95 تحت تنش خشکی ۸۵۵

اثر روش‌های به‌باغی بر افزایش عملکرد و کاهش خسارت عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای رقم خاصی در استان خوزستان ۸۵۹
افزایش مقاومت دو رقم پسته به بیماری پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه با استفاده از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار ۸۶۴
تاثیر گوگرد معدنی بر کاهش خسارت لکه برگی آلترناریایی پسته و بهبود شاخص کلروفیل در نهال‌های پسته ۸۷۰
تحلیل اثرات متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با غلظت‌های مختلف آمینوبوتیریک اسید (گابا) بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا ۸۷۶
پوترسین به عنوان یک عامل محافظ در برابر تنش ناشی از شوری در حنا (*Lawsonia inermis* L.): پاسخ‌های رشد و کیفیت بصری ۸۸۲
اثرات سدیم نیتروپروساید و کیتوزان بر برخی صفات دو رقم توت‌فرنگی تحت تنش شوری ۸۸۷
اثرات کمبود و سمیت بور در عملکرد زایشی و رویشی انگور ۸۹۲
اثر کودهای پتاسیم، گوگرد و منیزیوم بر کاهش عارضه سیاه شدگی مغز گردو ۸۹۸
تاثیر سایه‌بان بر زمان وقوع فرایند های فنولوژیک، ریزش میوه و عملکرد درختان سیب ۹۰۳
مطالعه اثر سطوح مختلف هورمونی بر کالوس‌زایی استویا (*Stevia rebaudiana*) ۹۰۹
تغییرات گیاگان و تنوع گونه‌ای جوامع علف‌های هرز باغ‌های انگور (*Vitis vinifera*) استان فارس پس از یک دهه ۹۱۴
اثر اسید سالیسیلیک و کود زیستی بر برخی صفات رویشی گیاه ریحان تحت تنش کم آبیاری ۹۱۸
اثر محرک‌های زیستی بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه دارویی مرزه تابستانه تحت تنش خشکی ۹۲۴
تأثیر کاربرد خارجی ال-کارنیتین در کاهش اثرات تنش شوری بر رشد رویشی و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه دو رقم توت‌فرنگی ۹۲۹
تحلیل تلفیقی مکانیسم‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های آلو نسبت به پروانه میوه‌خوار (*Grapholita funebrana* Treitschke) ۹۳۶
ارزیابی پاسخ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شاهسپرم (*Tanacetums balsamita*) به محلول‌پاشی پوترسین تحت سمیت نیکل و تنش خشکی ۹۴۱
بررسی تأثیر محلول‌پاشی اسید سالسیلیک و اسید آسکوربیک در بهبود تحمل به خشکی نهال‌های پسته ۹۴۶
ارزیابی میدانی مقاومت به زنجره مو (*Psalmocharias alhageos*) در برخی ارقام و پایه‌های تاک ۹۵۲
کنترل شته *Aphis gossypii* روی گل داودی با کفشدوزک *Adalia decempunctata* ۹۵۸
اثرات محلول‌پاشی سولفات پتاسیم بر صفات کیفی میوه هلو تحت تنش خشکی ۹۶۳
بررسی پاسخ‌های رشدی و فیزیولوژیک پسته به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک تحت تنش خشکی ۹۶۸
نقش نانوسیلیس در بهبود عملکرد گیاه آهار (*Zinnia elegans*) در محیط تنش‌زای مزرعه ۹۷۴
اثر تنش شوری، سلنیوم و نانوسلنیوم بر وزن تر کالوس‌های زعفران مزروعی (*Crocus sativus* L.) تحت تیمار هورمونی کینتین و نفتالن‌استیک‌اسید ۹۸۱
اثرات سطوح مختلف شوری کلرید سدیم بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر خرمندی ۹۸۶

بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر اکوتیپ سنندج یونجه باغی (*Coronilla varia*)، گونه‌ای وحشی با قابلیت زینتی جهت کشت در فضای سبز..... ۹۹۳

بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر اکوتیپ سنندج یونجه باغی (*Coronilla varia*)، گونه‌ای وحشی با قابلیت زینتی جهت کشت در فضای سبز..... ۱۰۰۰

اثر محلول‌پاشی دوپامین بر انگور پیوندی رقم 'بی‌دانه قرمز' روی پایه‌های مختلف تحت تنش خشکی در شرایط باغ..... ۱۰۰۷

بهینه‌سازی سطوح آبیاری، غلظت ملاتونین و متیل جاسمونات در گیاه دارویی نعناع گریپفروت..... ۱۰۱۲

بهینه‌سازی غلظت ملاتونین و متیل جاسمونات در گیاه نعناع گریپ‌فروت با استفاده از ۱۰۱۷

اثر تعدیل‌کننده‌های تنش بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نعناع گریپ‌فروت (*Mentha suaveolens* × *piperita*) در سطوح مختلف آبیاری..... ۱۰۲۳

بررسی تحمل به سرمای بهاره و زمستانه برخی از ارقام داخلی و خارجی انگور ایران (*Vitis vinifera* L.)..... ۱۰۲۸

بهینه‌سازی کیفیت و کمیت گیاه دارویی نعناع فلفلی ۱۰۳۴

بررسی اثر نیترات نیکل بر جوانه‌زنی بذر شاهی: گامی به سوی پالایش زیست محیطی ۱۰۳۹

تأثیر پایه، هرس و قارچ‌کش بر خصوصیات کمی و کیفی نارنگی پیج آلوده به بیماری لکه‌قهوه‌ای آلترناریایی..... ۱۰۴۴

نقش سیلیکون بر رشد و سلامت درختان بادام در دوره تنش خشکی و بازیابی..... ۱۰۴۹

ارزیابی نقش تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بر رشد و کارایی درختان بادام در دوره تنش خشکی و بازیابی ۱۰۵۴

ارزیابی تنش شوری بر صفات بیوشیمیایی گیاه بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) در شرایط گلخانه..... ۱۰۵۹

مطالعه و بررسی اثر قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد در کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج) در خوزستان ۱۰۶۵

مطالعه و بررسی اثر قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد در کنترل بیماری زردی و خشکیدگی برگ‌های نخل خرما در خوزستان..... ۱۰۷۷

بررسی و پراکندگی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در ارقام مختلف استان خوزستان..... ۱۰۸۸

ارزیابی میزان تحمل به سرمای بهاره در ارقام مختلف انار..... ۱۰۹۸

اثرات تنش گرمایی بر محتوای متابولیت‌های ثانویه در مراحل مختلف نموی میوه انار..... ۱۱۰۲

مطالعه میزان برخی عناصر معدنی موجود در انارهای دارای عارضه دانه سفیدی آریل در انار (*Punica granatum* L.)..... ۱۱۰۶

بررسی اثرات غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری بر صفات رویشی پایه‌های مختلف پسته ۱۱۱۰

معرفی ارقام متحمل گلایول *Gladiolus communis* L. به کنه تارتن دولکه‌ای..... ۱۱۱۶

مروری بر مطالعات به کارگیری باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شورقلیاپسند بومی تعدیل‌کننده تنش شور- سدیمی در محصولات زراعی و باغی..... ۱۱۲۱

غربالگری خانواده‌های مقاوم به تنش خشکی در گردوی ایرانی با استفاده از شاخص MGIDI..... ۱۱۲۸

ارزیابی مقاومت برخی از پایه های تاک (*Vitis spp.*) به آفت زنجره مو (*Cicadatra ochreata*) با استفاده از نشانگرهای مولکولی ISSR و SSR..... ۱۱۳۳

دورگ‌گیری ترویر سیترنج (والد پدری) با کلئوپاتراماندارین (والد مادری) به منظور تولید پایه‌های متحمل به شوری و نماتد مرکبات ۱۱۳۹
بررسی اثرات استفاده از بیوچار بر خصوصیات رشدی توده بومی سیر همدان در شرایط تنش خشکی ۱۱۴۴
کارایی حشره‌کش وایه‌گو برای مبارزه با کرم خوشه‌خوار انگور در استان همدان ۱۱۵۰
تاثیر روغن امولسیون‌شونده تابستانه روی پرتقال تامسون‌ناول در استان مازندران ۱۱۵۶
بررسی اثرات آبیاری قطره‌ای و عوامل به باغی در رشد و کیفیت بادام شاهرودی رقم ۱۲ ..... ۱۱۶۱
بلایت یا پوسیدگی مغز گردو: علل، اثرات و استراتژی‌های پیشگیری ۱۱۶۶
اثر عصاره جلبک دریایی بر برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی گل جعفری آفریقایی تحت تنش شوری ۱۱۷۲
راهبردهای یکپارچه برای شناسایی و مقابله با آفت‌کش‌های تقلبی: رویکردهای طیف‌سنجی، دیجیتال و سیاستی ۱۱۷۷
تنوع ژنوتیپ‌های نارنج از نظر تحمل به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات ۱۱۸۴
ارزیابی تحمل به شوری لاین‌های انتخابی کاهو (*Lactuca sativa* L.) ۱۱۸۹
تغییر خصوصیات فتوسنتزی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل *Echinacea purpurea* تحت تنش خشکی ۱۱۹۴
بررسی تأثیر پیش‌تیمار و تیمار ملاتونین در گیاهان مختلف برای مقابله با شوری ۱۲۰۰
بررسی تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رنگدانه‌ای و رشدی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری ۱۲۰۵
بررسی اثر هم‌افزایی ملاتونین و گابا بر بهبود محتوای کلروفیل توت‌فرنگی تحت تنش قلیایی ۱۲۱۰
واکاوی پژوهش‌های مقاومت درختان میوه به تنش و ترسیم نقشه راهی بر پایه برنامه هفتم توسعه ایران ۱۲۱۵
بررسی اثر استفاده از مواد ضدتنش در کاهش خسارت تنش خشکی در سیب‌زمینی ۱۲۲۰
اثر تلقیح قارچ *Piriformospora indica* بر شاخص‌های فتوسنتزی کینوا تحت تنش شوری ۱۲۲۶
بررسی اثر عصاره‌های هیدروالکلی و آبی گیاه چغندر برگی بر جوانه‌زنی بذر پیاز در شرایط تنش شوری ۱۲۳۱
تأثیر تنش خشکی و نانوذرات سلنیوم بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه گل گاوزبان ایتالیایی ۱۲۳۶
ارزیابی پایداری هیبریدهای کدو تخم‌کاغذی در دو تراکم کشت ۱۲۴۱
مطالعه تنش خشکی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در دانهال‌های سیترومِلو و نارنج ۱۲۴۶
اثرات متقابل قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار و سطوح مختلف فسفر بر باقلا (*Vicia faba* L.) در شرایط تنش خشکی ۱۲۵۱
بررسی اثر تنش آرسنیک بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز (*Mentha spicata* L.) تحت تأثیر سطوح مختلف کود زیستی فسفاته ۱۲۵۸
مطالعه اثر تغذیه برگی در بهبود کیفیت روغن میوه زیتون رقم کرونایکی ۱۲۶۳
اثر نیترات پتاسیم و باکتری‌های محرک رشد بر میزان تنظیم‌کننده‌های رشد نهال لیموترش تحت تنش خشکی ۱۲۷۰
ارزیابی خصوصیات رویشی سبزی کاسنی (*Cichorium pumilum* Jacq.) تحت تنش کم‌آبی و شوری ۱۲۷۶

تأثیر سدیم نیتروپروساید بر واکنش‌های تحمل تنش شوری در گیاه گوجه‌فرنگی..... ۱۲۸۱
تأثیر نیتریک اکسید در بهبود تحمل تنش ناشی از شوری در گیاه توت‌فرنگی..... ۱۲۸۷
تأثیر محلول‌پاشی برگی نانوسلنیوم بر رشد و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گل همیشه‌بهار در شرایط تنش خشکی..... ۱۲۹۲
اثر سطوح مختلف دود آب بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات رشدی خیار در شرایط تنش شوری..... ۱۲۹۸
برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی نهال‌های انار رقم ملس ساوه به محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون و کیتوسان تحت شرایط نرمال..... ۱۳۰۳
اثرات کم‌آبیاری بر شاخص‌های رشد، عملکرد و بهره‌وری آب در سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۱۳۰۷
تأثیر قارچ اندوفیت *Serendipita indica* بر سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت تنش سرما..... ۱۳۱۳
تأثیر محلول‌پاشی متانول در سطوح مختلف رطوبت خاک بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)..... ۱۳۱۸
بررسی کارایی ترکیب تجاری «فارمایسین + فراست کیل» در پیشگیری از خسارت سرمازدگی بهاره در سیب..... ۱۳۲۴
امکان تأخیر در تورم جوانه گل زردآلو برای مقابله با سرمازدگی دیررس بهاره به کمک پوشش کائولین..... ۱۳۲۹
تاثیرمحلولپاشی نانوذره اکسید تیتانیوم و روی بر شاخصهای رشدی گیاه پنجانگشت تحت تنش شوری کلرید سدیم..... ۱۳۳۵
تاثیر فلز سرب و محلول‌پاشی با عصاره جلبک (*Ascophyllum nodosum*) بر برخی صفات رشدی و فیزیولوژیکی کاهو..... ۱۳۴۰
اثر کاربرد اسیدآسکوربیک بر جوانه‌زنی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) تحت تنش شوری..... ۱۳۴۵
اثر کاربرد اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی تربچه (*Raphanus sativus*) تحت تنش شوری..... ۱۳۵۰
افزایش تحمل به سرمای دیررس بهاره با کاربرد آمینوپتاس: مطالعه موردی در درختان سیب، هلو و پسته و بوته انگور..... ۱۳۵۴
بررسی تحمل شبه‌لایم‌های جدید به بیماری جاروک لیموترش روی دو پایه مرکبات در استان هرمزگان..... ۱۳۵۹
بررسی تاثیر کم‌آبیاری در مراحل رشد بر برخی خصوصیات کیفی انگور یاقوتی..... ۱۳۶۴
بررسی تأثیر کم‌آبیاری در مراحل رشد بر خصوصیات خوشه انگور یاقوتی..... ۱۳۶۹
مدل‌سازی عملکرد درختان پسته رقم اوحدی با استفاده از تحلیل چندمتغیره پارامترهای اقلیمی در شهرستان رفسنجان..... ۱۳۷۴
معرفی قارچ‌های دیواره تیره همزیست درختان خرما در مناطق عمده خرماخیز کشور ایران..... ۱۳۷۹
بررسی خصوصیات رویشی برخی از ترکیب‌های پیوندی بادام در شرایط دیم با آبیاری تکمیلی با استفاده از سامانه جمع‌آوری آب باران..... ۱۳۸۵
اثر کاربرد پلی آمین ها بر کاهش آسیب تنش دمای بالا در توت‌فرنگی..... ۱۳۹۲
واکنش‌های فیزیولوژیک پیچ تلگرافی (*Vinca minor* L.) به پرتو دهی تابش‌های مختلف فرابنفش..... ۱۳۹۷
اثر محلول‌پاشی آرژینین بر پارامترهای بیوشیمیایی دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش سرما..... ۱۴۰۲
اثر متیل‌جاسمونات بر نشت یونی، پرولین و محتوای پروتئین برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند تحت تنش سرما..... ۱۴۰۷
بررسی اثر نانوذره روی پروتئین و پراکسید هیدروژن کاهو (*Lactuca sativa L.*) تحت تنش کادمیوم..... ۱۴۱۲

بررسی اثر روی بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک ذرت (*Zea mays* L.) رقم BC678 تحت تنش آنتیموان..... ۱۴۱۹

بررسی اثر نانوذره اکسید آهن (III) بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی، محتوای پروتئین و پرولین در دو جمعیت گیاه شنبلیله تحت شرایط تنش شوری..... ۱۴۲۵

کاربرد مالچ پلاستیکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و کربوهیدرات‌های محلول موسیر (*Allium hirtifolium*) در شرایط کم‌آبیاری..... ۱۴۳۱

بهبود شاخص‌های رشدی و رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت تنش خشکی با تیمار پرولین و آسکوربات..... ۱۴۳۶

ارزیابی اثر میان‌پایه بر القای دیرگل‌دهی در ارقام تجاری بادام..... ۱۴۴۲

بررسی گوجه‌فرنگی پیوندشده روی پایه‌های تلقیح‌شده با قارچ *Piriformospora indica* تحت تنش شوری..... ۱۴۴۷

افزایش تحمل انگور به تنش خشکی با استفاده از محرک‌های زیستی قارچی در شرایط آزمایشگاهی..... ۱۴۵۲

محور مهندسی گلخانه و مدیریت تولید گلخانه‌ای ۱۴۵۹

کشت و پرورش گونه‌های میوه معتدله در گلخانه: راهبردی موثر در مواجهه با تغییر اقلیم..... ۱۴۶۰

گلخانه‌داری مبتنی بر داده: تحولی نوین در کشاورزی هوشمند..... ۱۴۶۶

مدیریت سیستم‌های هیدروپونیک: مهم‌تر از فرمولاسیون محلول غذایی..... ۱۴۷۰

تغذیه نوین در گلخانه‌ها..... ۱۴۷۵

بررسی اقتصادی و تحلیلی کشت گلخانه‌ای موز در استان اصفهان..... ۱۴۸۷

تاثیر نسبت‌های نور ال ای دی قرمز به آبی بر برخی از صفات رشدی نشا پایه کدو..... ۱۴۹۲

نیاز آبی و کارایی مصرف آب در خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای نسبت به مزرعه..... ۱۴۹۷

اثر کربن آلی محلول و کودهای مختلف آهن بر خصوصیات رشدی و عملکردی فلفل دلمه‌ای در کشت خاکی گلخانه‌ای..... ۱۵۰۲

تاثیر تراکم و اندازه غده‌چه سیب‌زمینی رقم آگریا روی صفات کمی و کیفی غده‌های تولیدی در اردبیل..... ۱۵۰۷

ارزیابی پتانسیل جمعیت‌های بومی طالبی برای کشت داربستی درون گلخانه..... ۱۵۱۲

ارزیابی کارایی مصرف انرژی برای تولید گلخانه‌ای شفلرا..... ۱۵۱۶

فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد نور LED در گلخانه و سایر محیط‌های کنترل‌شده..... ۱۵۲۳

تأثیر کاربرد کود کالر حاوی اسیدهای آمینه بر افزایش کیفیت و رنگ‌گیری میوه گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای..... ۱۵۳۱

ارزیابی ناسازگاری در گیاهان پیوندی برخی از پایه‌های تجاری طالبی گلخانه‌ای..... ۱۵۳۶

اثر طیف های مختلف نور ال ای دی بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی کاهو برگی رقم رد سالاد بول در شرایط هیدروپونیک..... ۱۵۴۱

عوامل مؤثر بر میزان تولید توت‌فرنگی در استان کردستان (مطالعه موردی شهر سنندج) در سال ۱۴۰۳..... ۱۵۴۸

مزیت نسبی تولیدات گلخانه‌ای در استان البرز..... ۱۵۵۸

استراتژی توسعه تولید گل رز در ایران..... ۱۵۶۵
بررسی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی ریحان به کاربرد اسید آسکوربیک و گلایسین..... ۱۵۷۰
ارزیابی عملکرد و تعیین شاخص‌های پس از برداشت لاین‌های اصلاحی گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه..... ۱۵۷۵
اثر هورمون ملاتونین و اسید جیبرلیک بر گلدهی توت‌فرنگی در شریط کشت بدون خاک..... ۱۵۸۱
بررسی بهره‌وری نهاده‌های تولید محصولات گلخانه‌ای (مطالعه موردی: خیار گلخانه‌ای شهرستان یزد)..... ۱۵۸۷
بررسی اثرات فتوپریود بر صفات رویشی و میزان کلروفیل ارقام مختلف نشاهای گوجه‌فرنگی..... ۱۵۹۲
اثر محلول‌پاشی قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید بر بهبود ویژگی‌های بازارپسند میوه فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای..... ۱۵۹۷
بررسی اثر بسترهای کشت و محلول‌های غذایی در سیستم کشت بدون خاک بر رشد رویشی موز (Musa acuminata cv. Dwarf Cavendish) در شرایط گلخانه‌ای..... ۱۶۰۳
اثرات بستر کشت‌های مختلف بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در کشت بدون خاک..... ۱۶۰۸
مقایسه ورمی کمپوست با بسترهای مختلف کاشت برای تولید مینی‌تیوبر ارقام سیب‌زمینی در گلخانه در اردبیل..... ۱۶۱۴

محور کشت، فرآوری، فیتوشیمی و کاربرد گیاهان دارویی ۱۴۴۸

اهلی‌سازی و اصلاح گیاهان دارویی: راهبردی برای تولید پایدار و کیفیت داروهای گیاهی..... ۱۶۲۱
گیاهان دارویی ایران و ظرفیت‌های زیستی آن‌ها: نگاهی ویژه به تنوع فیتوشیمیایی و کاربردهای سماق..... ۱۶۲۶
پیشرفت در اصلاح سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.): گزینش ژنوتیپ‌های برتر دارویی و مقاوم به خشکی..... ۱۶۳۴
تأثیر نور مکمل LED و تنش شوری بر غلظت رزمارینیک اسید و بیان ژن RAS مرتبط با مسیر بیوشیمیایی آن در گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis*)..... ۱۶۴۱
بررسی مقایسه‌ای میزان ترکیبات فلاونوئیدی و پلی‌فنل‌های موجود در اندام‌های مختلف خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) در مرحله تشکیل بذر..... ۱۶۴۷
اثر حاصلخیزکننده‌های خاک و محلول‌پاشی بر رشد و عملکرد گل و بنه دختری زعفران..... ۱۶۵۲
تاثیر پرتوتابی بذری گاما و کاربرد برگی اسید سالیسیلیک بر ترکیبات فنلیک و ویژگی‌های پاداکسایشی در گیاه ریحان بنفش..... ۱۶۵۷
تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات تانی و کربوهیدرات کل موجود در گل‌آذین گیاه خارپنبه (*Onopordon leptolepis*) تحت تاثیر مرحله رشد و نوع گل‌آذین..... ۱۶۶۲
اثر مراحل رشد فنولوژیک و تغییرات روزانه بر متابولیت‌های ثانویه جمعیت‌های مشگک (*Ducrosia anethifolia* (DC.)Boiss.)..... ۱۶۶۶
تولید مرزه سنبله‌ای (*Satureja spicigera*) در شرایط دیم کشور (مطالعه موردی: منطقه دماوند)..... ۱۶۷۱
اثر وزن بنه مادری و تلقیح با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر شاخص‌های عملکرد بنه و گل زعفران..... ۱۶۷۵
بررسی اثر محلول‌پاشی نانو ذره تیتانیوم‌دی‌اکسید بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و برخی خصوصیات رشدی گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum* L.) تحت تنش شوری..... ۱۶۸۰

قابلیت‌ها و چالش‌های تولید و توسعه بازار گل محمدی در دشت لایزنگان استان فارس..... ۱۶۸۵

مقایسه روش میکرواستخراج با تک‌قطره و روش تقطیر با آب در استخراج ترکیبات اسانس گیاه دارویی پونه‌سا (*Nepeta haussknechtii* Bornm.)..... ۱۶۹۵

بررسی فیتوشیمیایی دو گونه از مرزه *Satureja rechingeri* و *Satureja sahendica* پس ازخروج از شرایط فراسرد..... ۱۷۰۰

مروری بر اهمیت دارویی و اقتصادی گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.)..... ۱۷۰۷

زنده‌مانی، ریشه‌زایی و رشد شاخساره قلمه‌های ساقه به‌لیمو (*Aloysia citriodora*) تحت تأثیر تعداد برگ..... ۱۷۱۲

پاسخهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و آنتیاکسیدانی مریمگلی (*Salvia officinalis*) به کاربرد پروتئینهای هیدرولیزشده گیاهی تحت شرایط تنش شوری..... ۱۷۱۷

مطالعه تأثیر تغییرات فصلی بر میزان و ترکیب اسانس میوههای یکساله و دوساله سرو پیرو (*Juniperus communis* L. ssp. *hemisphaerica*)..... ۱۷۲۲

ارزیابی مورفولوژیکی و فیزیولوژی بادام کوهی بر حفظ ذخایر ژنتیکی گیاهی شهر تهران..... ۱۷۲۷

مطالعه ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آب‌بشقابی (*Centella asiatica* L.) با کاربرد نانوذره اکسید روی و سولفات روی..... ۱۷۳۳

بررسی تأثیر قارچ مایکوریزا آرباسکولار، باکتری‌های محرک رشد و تنش کم‌آبی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه شیرین‌بیان..... ۱۷۳۸

بررسی اثر انواع مختلف بستر کشت بر رشد و نمو گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)..... ۱۷۴۳

تأثیر نوع بستر کشت و شوری بر میزان اسانس و مواد موثره گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)..... ۱۷۴۸

سنجش عملکرد آنتی‌اکسیدانی دو نوع عصاره (آبی و هیدروالکلی) از میوه درخت سنجد *Elaeagnus angustifolia* L. در استان البرز..... ۱۷۵۳

بررسی تغییرات فیزیولوژیک سبزریزه‌های آمارانتوس (*Amaranthus cruentus* L.) تحت دوره‌های مختلف تابش پرتو فرابنفش..... ۱۷۵۸

کاربرد گیاهان دارویی در فرمولاسیون کرم‌های پوستی: راهکاری طبیعی برای مراقبت از پوست..... ۱۷۶۳

اثرات بهبود دهنده باکتری‌های فزاینده رشد بر خواص دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری..... ۱۷۶۸

شاهدانه گیاهی کربن‌صفر و سازگار با پدیده گرمایش زمین: زنجیره ارزش و پتانسیل‌های آن در ایران..... ۱۷۷۳

بررسی اثر رویشگاه روی برخی خصوصیات ریزوم گیاه ریواس (*Rheum ribes*) و مقایسه آن با گونه زراعی R. rhubarbarum..... ۱۷۷۸

اثر سالیسیلیک اسید بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه کدو تخم کاغذی..... ۱۷۸۳

تنوع فیتوشیمیایی بذر در توده‌های گشنیز ایران بر اساس ترکیبات فنولیک و غلظت لینالول..... ۱۷۸۸

تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و شدت میدان مغناطیسی بر رفتار جوانهزنی و رشد گیاهچه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)..... ۱۷۹۳

تأثیر کودهای اسیدهیومیک و سیلیکات‌پتاسیم بر خصوصیات بیوشیمیایی و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)..... ۱۷۹۹

تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ویژگی‌های کیفی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) ۱۸۰۴
بررسی میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و مورفوفیزیولوژیک در ریحان تحت تیمارهای نوری مختلف همراه با محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک ۱۸۰۸
اثر محلول‌پاشی جلبک دریایی و ساکارز بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی ریحان ۱۸۱۴
مدیریت کشت اسطوخودوس در اراضی شیب دار و مزایای آن ۱۸۱۹
تغییر در میزان فلاون و فلاونول، مقادیر فلاونوئید کل و میزان ترکیبات فنلی شاخساره بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) تحت تاثیر روش‌های مختلف عصاره‌گیری ۱۸۲۳
تنوع فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی بذر بین دو جنس از خانواده *Cucurbitaceae* ۱۸۲۸
بررسی مصرف انرژی تولید گلاب گل محمدی در شهرستان دامغان ۱۸۳۳
بررسی اقتصادی تولید گلاب در شهرستان دامغان ۱۸۳۸
ارزیابی کارایی روش‌ها و حلال‌های مختلف استخراج بر بازده عصاره شنبلیله(*Trigonella foenum-graecum* L.) ۱۸۴۳
تنوع فیتوشیمیایی در جمعیت‌های مختلف آویشن گونه *Thymus lancifolius* کشت شده در شرایط یکسان ۱۸۴۹
تاثیر اسید جیبرلیک بر ویژگی‌های تولید نشاء گیاه دارویی چای ترش در شرایط تنش خشکی ۱۸۵۳
تأثیر تیمارهای مختاف آبیاری بر جوانه‌زنی بذر، صفات رشدی و فیزیولوژیکی دانهال‌های آنغوزه ۱۸۵۹
تنوع اگرو-مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی هشت جمعیت ایرانی گزنه (*Urtica dioica* L.) ۱۸۶۳
بهبود واکنشهای فیزیولوژیک و بیوماس گیاه دارویی علف لیمو تحت تنش خشکی با محلولپاشی ملاتونین ۱۸۶۸
بررسی ترکیبات تشکیل دهنده گیاه دارویی فراسیون سفید (*Marrubium vulgare* L.) ۱۸۷۳
مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی اسانس آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak.) در شرایط رویشگاه و مزرعه ۱۸۸۰
روشی سبز برای استخراج و خالص‌سازی شیرین‌کننده‌های طبیعی از برگ‌های استویا ۱۸۸۵
مقایسه برخی پارامترهای رشدی در سه اکسشن خارمریم ۱۸۹۰
مقایسه صفات مورفولوژیکی و عملکردی دو جمعیت برتر مریم‌گلی کبیر (*Salvia sclarea* L.) ۱۸۹۵
آدنیوم، گیاهی با کاربردهایی فراتر از جنبه‌های زینتی ۱۹۰۰
تحلیل سطح کشت، ارزش واردات و صادرات توتون در سطح جهان و ایران ۱۹۰۵
تاثیر کاربرد شبانه طیف‌های مختلف نور ال‌ای‌دی بر شاخص‌های رشد گل همیشه بهار (*Calendula Officinalis* L.) ۱۹۱۰
واکنش صفات کیفی و خصوصیات رشدی گیاه دارویی پونه معطر به کاربرد کودهای زیستی ۱۹۱۵
مروری کوتاه بر سنتز نانوذرات با استفاده از عصاره گیاهان دارویی ۱۹۲۰
بیوسنتز، شناسایی و فعالیت ضد باکتریایی نانوذرات اکسید روی با استفاده از عصاره آویشن دنایی ۱۹۲۶
بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نور با منبع LED بر میزان فلاونوئید کل بابونه کبیر (*Tanacetum parthenium*) ۱۹۳۱

امکان‌سنجی اهلی‌سازی گیاه درمنه سفید (*Artemisia herba-alba*) و بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی و خواص بیولوژیکی آن.....۱۹۳۵
اثر کاربرد مالچ بر میکروکلیمای خاک و کنترل علف‌های هرز در تاریخ‌های مختلف کاشت کدوی پوست کاغذی.....۱۹۴۱
نقش عوامل ادافیکی در پراکنش و پایداری اکوتیپ‌های شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) در هشت رویشگاه طبیعی جنوب ایران ۱۹۵۱
بررسی پوشش گیاهی همراه گونه دارویی شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) در برخی از رویشگاه طبیعی جنوب ایران.....۱۹۵۶
خواص حفاظتی مواد زیست‌فعال گیاهی برای پوست در برابر اشعه UV.....۱۹۶۲
بررسی تنوع ژنتیکی برخی از جمعیت‌های گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) از لحاظ صفات اگرومورفولوژیکی و زراعی.....۱۹۶۷
اثر کود شیمیایی ازته و فسفاته بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare*) ۱۹۷۲
ارزیابی اثر محلول‌پاشی عصاره میکرو جلبک کلرلا ولگاریس بر ویژگی‌های رشدی نعناع سنبله‌ای (*Mentha spicata* L.).....۱۹۸۲
تأثیر سطوح مختلف سوپرجاذب بر جوانه‌زنی بذر، صفات رشدی و فیزیولوژیکی دانهال‌های آنغوزه.....۱۹۸۷
بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی دمبرگ‌های پیش‌رس برخی از توده‌های بومی ریواس.....۱۹۹۲
اثر پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی برگی ملاتونین روی برخی شاخص‌های رشدی و محتوای ساپونین کینوآ (*Chenopodium quinoa*) رقم رحمت.....۱۹۹۷
اثر کاربرد پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی بر ویژگی‌های رشدی، محتوی نسبی آب برگ، شاخص کلروفیل و جذب عناصر غذایی در مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) تحت تنش خشکی.....۲۰۰۳

محور کارآفرینی، مدیریت بازاریابی و فروش محصولات باغبانی ۲۰۰۹

شناسایی و تحلیل موانع توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان.....۲۰۱۰
تحلیل اقتصادی کاربرد بسته دانشی در مدیریت تاکداری انگور یاقوتی.....۲۰۱۵
تحلیل روند قیمتی محصولات منتخب باغبانی در سطوح تولیدکننده، عمده فروشی و خرده فروشی و سهم تولید کننده از قیمت نهایی ۲۰۲۱
کرونا: کشاورزی، گل های شاخه بریده و گزینه های جایگزین.....۲۰۲۷
چشم‌اندازهای جهانی باغبانی‌درمانی: کاربردها، مزایا و پشتوانه‌های پژوهشی.....۲۰۳۳
بررسی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان.....۲۰۳۹
مروری بر تولید، بسته‌بندی، بازاریابی و صادرات گیاه دارویی زرشک (*Berberis vulgaris*).....۲۰۴۴
مروری بر اهمیت دارویی و اقتصادی گیاه جهانی شاهدانه (*Cannabis sativa*).....۲۰۵۲
ارزیابی پوشش مناسب باغ و مزرعه بر بهره وری کلاس عملی دانشجویان باغبانی.....۲۰۵۷
رتبه‌بندی عوامل موثر بر رضایت باغداران در استفاده از بیمه محصول انار در شهرستان مهریز با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی.....۲۰۶۲

محور باغبانی تزئینی و مدیریت سیما، منظر و فضای سبز شهری ۲۰۶۷

کاربرد توری سایه‌بان‌های گزینش نور در تولید نشای گیاهان زینتی: اثرات بر ریزاقلیم، پاسخ‌های فیزیولوژیکی و کیفیت نشا..... ۲۰۶۸
بهبود کلروز درختان چنار به روش نوین شیمی درمانی..... ۲۰۷۴
تاثیر سطوح مختلف شوری بر ویژگی‌های رشدی چهار رقم آلسترومریا..... ۲۰۸۰
معرفی و بررسی ۶ گونه درخت عمده کاشته شده در فضای سبز شهرهای جنوب ایران (مطالعه موردی: بندرعباس)..... ۲۰۸۵
مارپیچ گیاهی: ساختاری پایدار برای افزایش بهره‌وری و تنوع زیستی در فضاهای سبز شهری..... ۲۰۹۰
کاربرد پیچ‌های زینتی در فضای سبز با اقلیم سرد..... ۲۰۹۵
شناسایی آفات مهم درختان و درختچه‌های فضای سبز شهر سنندج (استان کردستان)..... ۲۱۰۲
مروری بر مولفه‌های انسجام‌بخش شبکه‌های بوم‌شناختی منظر شهری..... ۲۱۰۶
مقایسه اثر خفته درمانی با ترکیبات رایج آهن در مقابل ترکیبات نانو ساختارآهن، بر وضعیت ظاهری درختان چنار..... ۲۱۱۱
درختچه بَنگرو (*Vitex agnus-castus* var. *pseudonegundo*)، گونه‌ای مناسب برای کاشت در فضای سبز شهری و مناطق صنعتی استان بوشهر..... ۲۱۱۷
ترتیب و طول دوره گلدهی برخی از درختان مثمر و غیر مثمر آنموفیل در فضای سبز شهری تهران..... ۲۱۲۴
بررسی کارکرد ریشه چمن فستوکا تحت تأثیر آب‌های نامتعارف و باکتری‌های محرک رشد در دیوارهای سبز خارجی..... ۲۱۲۹
مطالعه تنوع و ساختار ژنتیکی جمعیت‌های *Dionysia cespitosa* در ایران با استفاده از صفات مورفولوژیکی و توالی‌یابی ناحیه ITS ژن rDNA..... ۲۱۳۴
بررسی اثر محلول‌پاشی ملاتونین و اسید آسکوربیک بر رنگیزه‌های گیاهی گل همیشه‌بهار در شرایط گلخانه‌ای..... ۲۱۳۹
اثر دوره‌های مختلف سرمادهی سوخ مادری سوسن دورگه (*Lilium LA 'Nashvil'*) بر شاخص‌های سوخک‌زایی و رشد بعدی سوخک‌ها..... ۲۱۴۴
تأثیر تغییرات اقلیمی بر فضاهای سبز در مناظر فرهنگی تاریخی ایران..... ۲۱۵۰
مقایسه آمیخته چند جنس سبز فرش در شرایط آب و هوایی کرمان..... ۲۱۵۵
ارزیابی پارک جیبی (مطالعه موردی: بویه شهر گرگان) از منظر شهروندان قبل از اصلاح آن..... ۲۱۵۹
جمع‌آوری گونه‌های بلوط از شهرهای مختلف و کشت آن برای تولید نهال مناسب برای کشت در بوستان کوهسار منطقه ۵ تهران ۲۱۶۳

محور تغییر اقلیم: فرصت‌ها و چالش‌ها ۲۰۴۴

مطالعات میدانی، فرصت‌ها و چالش‌های توسعه کشت آووکادو در ایران..... ۲۱۶۹
بررسی نقش تغذیه در کاهش اثرات سوء تنش‌های محیطی بر خصوصیات کیفیت روغن زیتون..... ۲۱۷۴
نقش تغذیه و عوامل به‌باغی در کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما رقم خاصی..... ۲۱۸۱
تعیین تاثیر روش‌های مختلف در بستن محل پیوند و پیوندک در افزایش گیرایی پیوند سرشاخه درختان گردو..... ۲۱۸۶
بررسی اثرات نامطلوب اقلیمی و اقدامات بهسازی برای درختان بادام منطقه سامان..... ۲۱۹۱

اهمیت غربال‌گری ارقام تحت کشت توت‌فرنگی در سیستم کشت مینی‌تونل ۲۱۹۸
راهبردهای مدیریتی حفاظت خاک و اراضی کشاورزی ۲۲۰۳

محور به‌نژادی، زیست‌فناوری و کشت بافت گیاهی ۲۱۴۵

ترکیب‌پذیری لاین‌های برتر طالبی از نظر صفات کمی و کیفی میوه ۲۲۱۰
بررسی چالش‌ها و راهکارهای کاهش ناهنجاری‌های زایشی در نهال‌های حاصل از کشت بافت خرما در کشور ۲۲۱۵
تنوع زیستی تمشک سیاه (*Rubus* spp.) در ایران؛ گزارشی از طرح جامع جمع‌آوری، ارزیابی و بهره‌برداری از ذخایر ژنتیکی تمشک سیاه در ایران ۲۲۲۳
به‌نژادی و بیوتکنولوژی گل شیپوری (*Zantedeschia* spp): دستاوردها و چشم اندازها ۲۲۳۰
عارضه دانه سفید شدن میوه‌های انار: مطالعه بافت شناسی، متابولومیکس و ترانسکریپتومیکس ۲۲۳۶
تشخیص زودهنگام ناسازگاری پیوند در برخی از ارقام و پایه‌های پاکوتاه و نیمه‌پاکوتاه گیلاس ۲۲۴۱
بهینه‌سازی تولید حداکثری تروپان آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین در ریشه‌های موئین بذرالبنج مشبک در شرایط بیوراکتور ۲۲۴۸
خالص‌سازی و اصلاح توده بومی شلغم نائین با آزمون نتاج ناتنی ۲۲۵۳
تعیین دوز مناسب تابش گاما برای جهش‌زایی درون شیشه‌ای و القاء پاکوتاهی در پایه آلوی میروبالان (*Prunus cerasifera*) ۲۲۵۷
ارزیابی هیبریدهای جدید گوجه‌فرنگی از نظر خصوصیات کیفی میوه ۲۲۶۴
معرفی زیتون رقم زاگرس پر محصول و مناسب برای برداشت دو منظوره ۲۲۶۹
انتخاب و معرفی پرتقال‌های خونی ایرسا و آریا بر اساس صفات کیفی برتر میوه ۲۲۷۵
اهمیت و کاربرد گیاهان پلی‌پلوئید در درختان میوه و یافته‌ها در مورد مرکبات در ایران ۲۲۸۰
ارزیابی میزان اسانس و تیمول در هیبریدهای بین گونه‌ای آویشن باغی و آویشن دنایی (*T. daenensis*×*T. vulgaris*) ۲۲۸۵
بررسی عملکرد و اجزای عملکرد کلون‌های سیر ۲۲۹۰
تاثیر طیف‌های مختلف نوری بر بهبود سازگاری گیاهچه‌های کشت بافتی پسته ۲۲۹۵
ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در هیبریدهای گوجه‌فرنگی برای عملکرد و کیفیت میوه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ۲۳۰۱
بررسی صفات فتوسنتزی گیاه *Anthurium anderanum* تحت کیفیت‌های مختلف نور LED در شرایط درون شیشه‌ای ۲۳۰۷
مقایسه تاثیر روش های مختلف کوپیوند (شکمی و لوله‌ای) بر میزان گیرایی و رشد نهال های چهار رقم تجاری پسته ۲۳۱۳
پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های ژنتیکی در تولید گیاهان زینتی: چالش‌ها، فرصت‌ها و کاربردهای پیشرفته ۲۳۱۹
تمایز ارقام پسته (*Pistacia vera* L.): تحلیلی بر دستورالعمل‌های آزمون DUS و رویکردهای فنومیک نوظهور ۲۳۲۶
بررسی ارتباط نشانگرهای ژنومی با صفات مرتبط با میوه و مغز بادام ایرانی با استفاده از مطالعات ارتباطی در سطح ژنوم (GWAS) ۲۳۳۱

شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس تنوع ژنتیکی، صفات فنولوژیک و پومولوژیک در شهرستان فارسان: چالش‌ها و فرصت‌های بەنژادی ۲۳۳۶
تاثیر هرس ریشه و پاکلوبوترازول بر کنترل رشد پاپایا ۲۳۴۳
بررسی تفاوت‌های آناتومیکی وسل (vessel) ساقه در ژنوتیپ‌های گردو (*Juglans regia* L.) با قدرت رشد متفاوت ۲۳۴۸
کاربرد نشانگر SSR در بررسی تنوع ژنتیکی گیاهان چای در ایران ۲۳۵۳
کاربرد تولید ریشه‌های مویین به کمک *Rhizobium rhizogenes* در علوم باغبانی با تاکید بر تولید متابولیت‌های ثانویه ۲۳۵۹
مطالعه تاثیر الیسیتور بر ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی شیرین‌بیان در شرایط درون شیشه‌ای ۲۳۶۴
تأثیر غلظت‌های مختلف ۲، ۴-D بر رشد گیاهچه و تولید استویوزید در *Stevia rebaudiana* تحت شرایط کشت بافت ۲۳۶۹
تأثیر متیل جاسمونات بر صفات رشدی و تولید اسید رزمارینیک در کشت بافت گیاه دارویی مرزه (*Hyssopus officinalis* L.) ۲۳۷۴
بررسی تأثیر ریزنمونه و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی جهت القاء کالوس در گیاه شاهدانه *Cannabis sativa* L. ۲۳۷۹
تشخیص نر عقیمی و ارزیابی صفات مورفولوژیکی و کیفی میوه در ژنوتیپ‌های هلو ایرانی ۲۳۸۵
رفتار رشدی بذر گل مغربی (*Oenothera biennis* L.) تحت تنش شوری و در شرایط درون‌شیشه‌ای ۲۳۹۱
مطالعه خصوصیات مغز هسته زردآلو در ژنوتیپ‌های محلی برتر در منطقه خلخال ۲۳۹۸
چالش‌ها (عمدتا سرمازدگی) و فرصت‌های (ارقام متحمل به سرما و پربار) صنعت بادام‌کاری کشور ۲۴۰۴
نقش فرآیند ضدعفونی در کنترل عارضه شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها در گیاه مو ۲۴۱۰
ارزیابی مقایسه‌ای سیتوکینین BAP از دو منبع تجاری و نقش آن در بروز عارضه شیشه‌ای شدن در گیاه مو ۲۴۱۶
تجزیه و تحلیل بیان ژن *myb33* در گیاه آرابیدوپسیس تالیانا ۲۴۲۱
ارزیابی فامیل‌های نیمه‌خواهری پیازهای روزکوتاه از نظر صفات کمی وکیفی ۲۴۳۰
مروری بر کارایی عصاره تام برخی گیاهان دارویی به عنوان الیسیتور زیستی در کشت درون‌شیشه‌ای ۲۴۳۵
ارزیابی پا کوتاه‌کنندگی و زودباردهی در تعدادی از رقم پایه‌های هیبرید امیدبخش سیب ۲۴۴۲
ارزیابی خصوصیات کیفی و شیمیایی آب‌میوه رقم انار وارداتی "واندرفول" و مقایسه‌ی آن با ارقام تجاری "ملس و آلک ساوه" ۲۴۴۹
محیط‌های کشت کم‌هزینه برای تکثیر موز از طریق کشت بافت (*Musa* sp.) ۲۴۵۴
بررسی بیوانفورماتیکی پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ در گیاه آرابیدوپسیس ۲۴۶۱
نقش متیلاسیون در پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی مختلف ۲۴۶۷
تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر باززایی ریزنمونه‌های توت‌فرنگی ارقام گاویتا و سلوا ۲۴۷۲
تعیین دز بهینه پرتوتابی با اشعه گاما در گل محمدی ۲۴۷۶
اثر سطوح مختلف نانو ذرات اکسید روی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه گل گاو زبان ایتالیایی در شرایط کشت بافت ۲۴۸۲

ارزیابی خصوصیات کمی، کیفی و شیمیایی میوه رقم انار وارداتی "واندرفول" و مقایسه‌ی آن با ارقام تجاری "ملس و آلک ساوه" ۲۴۸۶
بررسی عملکرد و خصوصیات میوه ارقام جدید و ژنوتیپ‌های امیدبخش به در شرایط اقلیمی ارومیه ۲۴۹۲
ارزیابی عملکرد توده‌های مادری و کلون‌های سیر در شرایط اقلیمی ارومیه ۲۴۹۸
بهبود تولید کالوس و ریزبنه در زعفران از طریق بهینه سازی محیط کشت ۲۵۰۳
ارقام کنارهندی معرفی شده در استان هرمزگان ۲۵۰۸
ارقام جدید بادمجان "سالار و نگار"، مناسب برای کشت در مناطق گرم ایران ۲۵۱۳
مطالعه گونه دارویی تشنه‌داری (*Scrophularia striata*) در منطقه ملکشاهی در استان ایلام ۲۵۱۸
مقایسه عملکرد ارقام تجاری پسته بر روی پایه بادامی زرند حاصل از کشت بذر و کشت‌بافتی ۲۵۲۳
تأثیر ترکیب محیط‌کشت، غلظت و نوع تنظیم‌کننده‌های رشد بر کالوس‌زایی و رویان‌زایی کشت درون‌شیشهٔ زیتون (*Olea europaea* L.) ژنوتیپ‌های چم ژیه و خیرک جنوبی ۲۵۲۶
مقایسه دو روش سرشاخه‌کاری (جوان‌سازی و تغییر رقم) در درختان بالغ پسته ۲۵۳۱
بهبود تولید لیگنان در کتان سفید (*Linum album*) از طریق هم کشتی با قارچ‌های اندوفیت ۲۵۳۵
تاثیر محیط کشت در شرایط کشت درون شیشه بر رویان زایی بدنی ژنوتیپ های آمیگدالولیا و T16 زیتون (*Olea europaea* L.) ۲۵۴۰
معرفی پنج رقم جدید زردآلو از ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند ۲۵۴۵
مطالعه بررسی اثر رقم بر رویان‌زایی بدنی زیتون در ارقام کرونایکی و زرد ۲۵۵۰
بررسی ترکیب‌پذیری ارقام و لاین‌های خربزه در منطقه سیستان ۲۵۵۵
مقدمه‌ای بر تکثیر *Agave tequilana* در شرایط درون شیشه‌ای ۲۵۵۹
ارزیابی تاثیر روش‌های استریل‌سازی و نوع ریزنمونه بر آلودگی و سوختگی بافت در کشت درون شیشه‌ای ریزنمونه‌های جاتروفا کارکس ۲۵۶۴
بررسی اثر ترکیبی هورمون‌ها، نوع ریزنمونه و نور بر رشد و شکل‌گیری کالوس جاتروفا ۲۵۶۹
بررسی اثر الیسیتور نیترات نقره بر ویژگی‌های متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی گیاه *Calendula officinalis* در کشت درون‌شیشه‌ای ۲۵۷۵
چشم‌اندازها و چالش‌های کشت‌های درون‌شیشه‌ای گیاهان ۲۵۸۱
اثرغلظت‌های‌مختلف بنزیل آدنین برشاخه‌زایی‌درون‌شیشه‌ای‌گیاه دراگون‌فروت (*Hylocereus* spp.) ۲۵۸۷
اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد بر ریشه‌زایی درون‌شیشه‌ای آناناس رقم MD2 ۲۵۹۱
بهینه‌سازی شرایط القاء و تولید کالوس در گیاه دارویی زرین‌گیاه (*Dracocephalum kotschyi* Boiss) ۲۵۹۵
بررسی تنوع ژنتیکی جهش‌یافته‌های گل زامی فولیا با استفاده از نشانگر مولکولی ISSR ۲۶۰۰
تعیین میزان هتروزیس صفات در هیبریدهای حاصل از تلاقی نیمه دای‌آلل فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای ۲۶۰۵
نقش بیوتکنولوژی در ارتقاء کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت سبزی‌ها ۲۶۱۰

فناوری امتزاج پروتوپلاست: ابزاری قدرتمند برای اصلاح سبزیجات از طریق هیبریداسیون سوماتیک و مهندسی ژنتیک..... ۲۶۱۸
اثر هورمون بنزیل‌آدنین بر کالوس‌زایی ریزنمونه‌های برگ گیاه شاهدانه در محیط کشت بافت..... ۲۶۲۵
تعیین روش بهینه پرایمینگ بذر سرخارگل در محیط درون شیشه‌ای..... ۲۶۲۹
تعیین میزان ریزش گل‌های ماده و تاثیر آن بر تشکیل میوه برخی ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امید بخش گردو..... ۲۶۳۳
مطالعه تاثیر کیتوزان و سدیم نیتروپروساید بر ریزازدیادی سیب گوشت سرخ..... ۲۶۳۸
مروری بر تأثیر ژن در لیکوپن گوجه‌فرنگی..... ۲۶۴۳
بررسی تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و طیف نورهای LED بر شاخص‌های مورفولوژی و جنین‌زایی گل سوسن چلچراغ..... ۲۶۴۸
بررسی تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و طیف‌های نور در کشت درون شیشه‌ای بر شاخص‌های فیزیولوژی و فیتوشیمیایی گل سوسن چلچراغ..... ۲۶۵۶
بررسی بافت‌شناسی و توزیع گلوکومانان در *Ophrys straussii* تحت شرایط کشت درون‌شیشه‌ای..... ۲۶۶۳
دینامیک تنوع ریخت شناسی جمعیت‌های حاصل از دورگ‌گیری زرشک نسل F_2 طی رشد اولیه..... ۲۶۶۸

محور فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت..... ۲۶۷۳

چشم‌اندازی بر چالش‌های پس از برداشت انار و پژوهش‌های انجام شده در ایران..... ۲۶۷۴
مروری بر فناوری‌های نوین سردخانه کنترل اتمسفر (Controlled atmosphere storage)..... ۲۶۷۹
بررسی اثر پس از برداشت ملاتونین و سایتوکنین بر ویژگی‌های کیفی چوب خوشه انگور..... ۲۶۸۴
کاربرد پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب پذیر در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌های گرمسیری (چیکو، گواوا و موز)..... ۲۶۸۹
تأثیر تیمار پلاسما سرد با گاز آرگون و هگزافلوئورید گوگرد بر کیفیت، عمر انباری و ارزیابی حسی پسته تازه..... ۲۶۹۵
تاثیر عصاره‌های گیاهی و پلی لیسین (ε-PL) بر کیفیت ماندگاری کاهوی برش‌خورده..... ۲۷۰۳
تاثیر غلظت‌های مختلف یلومکس بر سبزدایی و کیفیت میوه‌های پرتقال رقم تامسون ناول..... ۲۷۰۹
کاربرد ملاتونین در افزایش دوره ماندگاری و حفظ کیفیت پس از برداشت میوه زردآلو..... ۲۷۱۴
اثر نانوذرات مس و عصاره گیاه مریم گلی بر ماندگاری پس از برداشت گل شاخه بریده ژربرا..... ۲۷۲۱
اثر سطوح مختلف توان مایکروویو و سطح خلاء متغیر در خشک کردن با روش امواج مایکروویو – خلاء، بر مقدار اسید آسکوربیک میوه نسترن وحشی (*Rosa canina* L.)..... ۲۷۲۷
بررسی غلظت‌های مختلف آلژینات سدیم بر شاخص‌های رنگی زردآلوی رقم فلکه‌ای..... ۲۷۳۲
حفظ کیفیت پس از برداشت میوه موز با استفاده از برخی ترکیبات طبیعی..... ۲۷۳۷
اثر روش انجماد و رقم بر پایداری ترکیبات زیست‌فعال اناردانه طی ذخیره‌سازی منجمد..... ۲۷۴۴
بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر حفظ ترکیبات پلی‌فنولی اناردانه در سه رقم تجاری انار..... ۲۷۴۹
ارزیابی اثر ازن بر ویژگی‌های شیمیایی و کیفیت فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L. "Enza")..... ۲۷۵۴

تغییرات ترکیبات زیست‌فعال روغن میوه آووکادو رقم 'هس' در پاسخ به تیمار پس از برداشت اتیلن..... ۲۷۶۰
تأثیر نوع پلی‌آمین بر کیفیت انبارمانی میوه سیب رقم گلدن دلیشز..... ۲۷۶۵
اثر نوع پوشش بسته‌بندی بر کیفیت و بازارپسندی میوه خیار (*Cucumis sativus* L.)..... ۲۷۷۰
تأثیر پیش‌تیمار پلاسمای سرد در خشک کردن انگور، جایگزین استفاده از محلولهای تیزابی..... ۲۷۷۵
استفاده از پوشش کربوکسی متیل سلولز با غلظت‌های مختلف نانوذرات روی برای بهبود پارامترهای کیفی سیب رقم زرد لبنانی در زمان انبارمانی..... ۲۷۸۰
تأثیر نانوکارنوبا و نانوکیتوزان بر انبارمانی میوه انگور ارقام کشمشی و کلاهداری..... ۲۷۸۷
شبکه‌های عصبی پیچشی بهینه‌سازی شده با الگوریتم FVLDSS برای درجه‌بندی هلو بر اساس اندازه با استفاده از پردازش تصویر..... ۲۷۹۲
کاربرد روش‌های غیرمخرب برای ارزیابی کیفیت هلو (*Prunus persica*)..... ۲۷۹۷
اثر نوع بسته‌بندی و شرایط انبار بر کیفیت میوه انجیر (*Ficus carica* L.)..... ۲۸۰۳
اثرات تیمارهای سالیسیلیک اسید، پوترسین و آنتی استرس ۵۵۰ بر کاهش خسارت سرمازدگی در نارنگی تانجلو (*Citrus tanjelo* cv. Minneola)..... ۲۸۰۸
کاربرد و اثر نورهای LED برکیفیت پس از برداشت گل‌های آهار..... ۲۸۱۴
پایش کیفیت ژنوتیپ‌های تجاری کاهو بر اساس آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات..... ۲۸۲۱
تاثیر نانوذرات بر رشد و ویژگی‌های پس از برداشت گل جعفری..... ۲۸۲۷
ارزیابی پاسخ ارقام تجاری انار ایران به نگهداری در شرایط انبار سرد..... ۲۸۳۴
تاثیر پیش‌تیمارهای آب گرم و ۱- متیل سیکلوپروپن بر حفظ سفتی میوه خرمالو پس از رفع گسی با اتانول و دی‌اکسید کربن..... ۲۸۴۰
بررسی برخی ویژگی‌های انبارمانی میوه به (*Cydonia oblonga* Mill.) رشد یافته زیر پوشش سایبان..... ۲۸۴۶
فناوری نوین افزایش عمر نگهداری میوه‌های گرمسیری تازه برش خورده(Fresh cut)..... ۲۸۵۱
مروری بر چالش‌ها، روش‌ها و فناوری نگهداری خارک رقم برحی..... ۲۸۵۶
مروری بر آفات انباری در پس از برداشت خرما: روش‌ها و فناوری‌های کنترل و تغییرات کیفی..... ۲۸۶۲
اثر کاربرد قبل برداشت کلسیم و روی بر ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی انگور صاحبی طی دوره انبارمانی..... ۲۸۶۸
تأثیر تیمار پس از برداشت گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) بر تحمل سرمازدگی و ویژگی‌های بیوشیمیایی انگور صاحبی در طول نگهداری در سردخانه..... ۲۸۷۳
بررسی تاثیر مصرف دو منبع کود پتاسیمی و کلسیم بر عمر انبارمانی سیر (*Allium sativum* L.)..... ۲۸۷۸
اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی وکیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول..... ۲۸۸۳
راهکارهای افزایش ماندگاری خرما در مرحله خارک..... ۲۸۸۸

ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پتانسیل دارویی گیاهان وحشی *Gundelia tournefortii* و *Falcaria vulgaris*: مروری بر ترکیبات زیست‌فعال و کاربردهای سلامت محور..... ۲۸۹۴

افزایش عمر پس از برداشت گل رز با استفاده از تیمار نانوذرات نقره..... ۲۹۰۰

افزایش عمر پس از برداشت گل رز با استفاده از تیمار نانوذرات کلسیم..... ۲۹۰۵

بررسی تاثیر سالیسیلیک اسید بر حفظ کیفیت و نگهداری مغز گردوی تازه..... ۲۹۱۱

راهکارهای پایدار برای افزایش عمر پس از برداشت گل رز با استفاده از پوشش‌های نانویی و باکتری‌های مفید..... ۲۹۱۷

تاثیر پرتوتابی با اشعه UV-C بر کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی رقم آلبیون..... ۲۹۲۲

تأثیر کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید بر افزایش عمر انباری رطب خرما رقم برحی در دمای اتاق..... ۲۹۲۸

بررسی اثر ترکیب نانو کیتوزان و اسانس خوشاریزه بر کیفیت میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول (*Citrus sinensis cv. Washington navel*)..... ۲۹۳۴

بررسی اثر پوترسین و اگزالیک اسید درکاهش خسارت سرمازدگی و حفظ کیفیت میوه انبه رقم سندری بسته‌بندی شده در انبار..... ۲۹۳۹

اثرات کاربرد پس از برداشت بسته‌های نانوکامپوزیتی و کلرید کلسیم بر ماندگاری و خواص کیفی میوه گیلاس رقم سیاه مشهد..... ۲۹۴۴

تعیین زمان مناسب برداشت انار رقم واندرفول در دو منطقه استان فارس..... ۲۹۴۹

تاثیر نوع پوشش و تغییر اتمسفر بر کیفیت و بسته بندی و ماندگاری خیار گلخانه..... ۲۹۵۴

تاثیر شرایط بسته‌بندی به روش اتمسفر فعال بر ماندگاری خیار گلخانه‌ای..... ۲۹۶۰

تاثیر نوع و روش اعمال پوشش‌های خوراکی طبیعی بر شاخص‌های کیفیت میوه رزبری (*Rubus idaeus* L.) در طی انبارمانی..... ۲۹۶۶

بررسی تاثیر محلول‌پاشی نمک‌های مختلف کلسیمی و غوطه‌ورسازی روی و اسید سالیسیک بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی میوه کیوی..... ۲۹۷۱

تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توت موزی (*Morus macroura*) در طی رسیدن..... ۲۹۷۸

بررسی برخی خصوصیات میوه توت‌فرنگی ارقام اتابکی و کاماروسا در چین‌های مختلف برداشت..... ۲۹۸۳

تاثیر پوشش میوه با برخی ترکیب‌های تجاری بر سفتی و ویژگی‌های شیمیایی کیوی فروت رقم هایوارد..... ۲۹۸۷

ارزیابی تاثیرات غلظت‌های مختلف کیتوزان بر برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی میوه گلابی رقم اسپادونا در طول دوره انبارمانی... ۲۹۹۲

اثر محلول‌پاشی اسیدآمینه آرژینین و اسید سیتریک بر بهبود صفات کیفی و بیوشیمیایی میوه انار (*Punica granatum* L.) رقم 'میخوش'..... ۲۹۹۸

کاربرد پوشش حاوی کیتوسان، سالیسیلیک اسید و سینامیک اسید بر کیفیت و ماندگاری میوه توت‌فرنگی رقم مونتری..... ۳۰۰۷

اثر غلظت‌های مختلف گلوتامیک‌اسید بر صفات مربوط به رنگ، آنتوسیانین و پروتئین کل میوه گیلاس (*Prunus avium* L.) طی نگهداری در انبار سرد..... ۳۰۱۳

تاثیر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم بر پارامترهای کمی و کیفی انار رقم زردانار طی انبارمانی..... ۳۰۱۹

اثر زمان برداشت بر ترکیبات زیست‌فعال میوه آووکادو رقم 'هس' در طول دوره نگهداری در دمای اتاق..... ۳۰۲۴

بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی موز طی فرایند خشک کردن ۳۰۲۹
تاثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و اسانس پونه بر افزایش ماندگاری گل شاخه بریده آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*)..... ۳۰۳۵

محور آبیاری، تغذیه و کشت‌های بدون خاک ۳۰۴۱

غنی‌سازی محلول‌های غذایی با اکسیژن (اکساب تغذیه‌ای): دینامیک اکسیژن و واکنش گیاه ۳۰۴۲
اثرات نوع پایه و محلول غذایی روی برخی شاخص‌های رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم Datis..... ۳۰۴۷
بررسی مقایسه‌ای تولید گیاه سنبل‌الطیب در سیستم‌های هیدروپونیک، هواکشت و خاک..... ۳۰۵۲
بهبود عملکرد ریحان تحت طیف‌های مختلف نوری در شرایط کارخانه گیاهی..... ۳۰۵۷
اثر سطوح نیتروژن و نوردهی متناوب نور تکمیلی LED با طیف قرمز و آبی و DLI ثابت بر رشد و کیفیت ریحان ایتالیایی..... ۳۰۶۳
تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیکی هلو رقم آلبرتا..... ۳۰۶۸
بررسی واکنش ارقام سیب‌زمینی نسبت به محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف سیلیسیم سولفونه شده (S8) در شرایط گلخانه‌ای..... ۳۰۷۳
برهمکنش نسبت‌های مختلف نیترات و هیومیک اسید روی برخی ویژگی‌های زایشی دو رقم گل آنتوریوم (*Anthurium andreanum* Lind.)در شرایط هیدروپونیک ۳۰۷۷
تاثیرکودهای آلی (کمپوست ضایعات پسته، کود گاوی و مرغی) بر رشد و عملکرد پسته تحت آبیاری قطره‌ای زیر سطحی..... ۳۰۸۲
اثر نظام‌های تغذیه‌ای کود زیستی و ورمی کمپوست بر برخی صفات رویشی گیاه دارویی سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) ۳۰۸۶
تأثیر محلول‌پاشی نانوکود نیتروژن بر شاخص‌های رویشی و عملکرد درختان زیتون رقم زرد (*Olea europeae* L. cv. Zard)..... ۳۰۹۱
بررسی اثر مقادیر مختلف روی و پتاسیم در محلول غذایی بر عملکرد و محتوای کلروفیل، آهن و کلسیم غده تربچه (*Raphanus sativus* L. cv. Cherry Belle)..... ۳۰۹۶
بررسی تأثیر کود نانوفسفره بر روی عملکرد و اجزای عملکرد چهار ژنوتیپ لوبیا چیتی در شرایط اکولوژیکی اردبیل..... ۳۱۰۳
تأثیر آبیاری با روش قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت برگ سبز در باغ‌های چای..... ۳۱۰۷
کاربرد ریشه‌ای سلنیوم مؤثرتر از کاربرد برگی در افزایش رشد و زیست‌غنی‌سازی کاهو در سطوح مختلف نیتروژن..... ۳۱۱۲
بررسی تأثیر بیوچار بر خصوصیات بیوشیمیایی ارقام مختلف توت‌فرنگی در کشت هیدروپونیک..... ۳۱۱۷
سیلیکون فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی را در ناحیه ریزش جوانه گل پسته تقویت می‌کند..... ۳۱۲۲
تأثیر محلول‌پاشی هیدروسولفید سدیم بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط کم محلول‌دهی ۳۱۲۸
بررسی تأثیر روش و مرحله کوددهی بر برخی خصوصیات برگ انگور یاقوتی..... ۳۱۳۳
مقایسه تأثیر منابع مختلف کلسیم بر رشد و کیفیت گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای..... ۳۱۳۹
اثر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها روی برخی صفات عملکردی گیاه همیشه بهار (*Calendula Officinalis* L.)..... ۳۱۴۴
نانوحباب‌های اکسیژن و تأثیر آن‌ها بر بهبود عملکرد فلفل دلمه‌ای در گلخانه..... ۳۱۵۱

بررسی تأثیر کاربرد برگی ال سیستئین بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط کم محلول‌دهی ۳۱۵۶

تأثیر طیف‌های مختلف نوری بر کارایی فتوسنتزی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط محیط کنترل‌شده ۳۱۶۱

مدیریت تغذیه باغات آلبالو با تاکید بر کودهای آلی و زیستی ۳۱۶۸

بررسی اثرات آمینوکلات روی و مس بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی دو رقم توت‌فرنگی در سیستم کشت هیدروپونیک ۳۱۷۳

ارزیابی کارایی *Pseudomonas brassicacearum* در بهبود رشد و عملکرد گل رز خوشه‌ای تحت شرایط کم‌آبیاری در سیستم کشت بدون خاک ۳۱۷۸

کاربرد تکنیک‌های ارزیابی زمین در تعیین مناسب‌ترین مناطق برای احداث باغ گردو در استان قزوین ۳۱۸۳

نیازهای تغذیه‌ای و بهینه‌سازی مدیریت کود در باغات عمده استان قزوین ۳۱۸۸

بررسی پاسخ رشدی و فیزیولوژیک ارقام مختلف کاهو (*Lactuca sativa* L.) به تنش هیپوکسی در سیستم هیدروپونیک در کارخانه گیاهی ۳۱۹۲

اثر سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر رشد رویشی و عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه سیر در منطقه شهداد ۳۱۹۷

اثر بخشی بهتر سولوپیت و کودآبیاری با ورمی واش بر رشد و ریشه‌زائی قلمه اسطوخودوس ۳۲۰۳

تأثیر محلول پاشی برگی فنیل آلانین روی خصوصیات آنتی اکسیدانی بلوبری رقم "بلوکراپ" تحت کشت بدون خاک ۳۲۰۷

برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات و هیومیک اسید روی برخی ویژگی‌های رویشی دو رقم گل آنتوریوم بریدنی در شرایط هیدروپونیک ۳۲۱۲

اثر مدت زمان جریان محلول غذایی و محلول‌پاشی برگی عصاره جلبک دریایی بر رشد دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک DFT ۳۲۱۶

نقش عصاره جلبک دریایی و الگوی آبیاری در تحریک تولید رنگیزه‌های گیاهی در دو رقم کاهو ۳۲۲۲

بهبود شاخص‌های رشد کاهو خالدار قرمز (*Lactuca sativa*): اثرات هم‌افزایی آب‌های نسل جدید و محلول‌پاشی سلنیم در سیستم هیدروپونیک ۳۲۲۸

مطالعه تأثیر سلنات سدیم و آب‌های نوساختار بر تجمع نیترات و عملکرد کاهو خالدار قرمز در هیدروپونیک ۳۲۳۵

بررسی محلول‌پاشی عناصر غذایی بر خصوصیات بیوشیمیایی دو رقم پرتقال ۳۲۴۱

ارزیابی تأثیر نمک‌های مختلف کلسیمی بر ویتامین C، فعالیت آنزیمی و آنتی اکسیدانتی ارقام سیب رد و گلدن ۳۲۴۶

برهمکنش پایه و مقدار آبیاری بر حجم تاج، عملکرد و بهره‌وری آب درختان پرتقال تامسون ناول ۳۲۵۱

مطالعه مروری بر اثرات متقابل سیستم‌های هیدروپونیک عمودی و فناوری نورپردازی LED بر افزایش بهره‌وری و کیفیت محصولات باغبانی ۳۲۵۶

اثر کربن آلی محلول بر بهبود عملکرد و جذب فسفر گیاه بامیه در سطوح مختلف فسفر ۳۲۶۲

تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر خاک و امنیت غذایی ۳۲۶۷

تأثیر ارتفاع کشت در سیستم کشت عمودی بر عملکرد دو رقم کاهوی فرانسوی (*Lactuca sativa* cv. Crispa) ۳۲۷۲
برنامه محوری تغذیه بهینه بر اساس مراحل مختلف نموی نخل خرمای رقم برحی در استان خوزستان ۳۲۷۸
تأثیر سطوح مختلف فسفر بر شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و کیفیت گل ژربرا ۳۲۸۲
پتانسیل تولید بیبی اسفناج در گلخانه تحت شرایط مختلف آبیاری ۳۲۸۷
تأثیر نسبت‌های مختلف زئولیت و پیت در بسترهای غیرخاکی روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa*) ۳۲۹۲
مقایسه نشای کلم بروکلی تولید شده در بستر کشت سولوپیت در مقایسه با کوکوپیت ۳۲۹۷
تأثیر محلول‌پاشی روی وکلسیم بر تعادل تغذیه‌ای و کاهش ریزش میوه در باغهای سیب رقم رد دلیشس ۳۳۰۲

محور باغبانی ارگانیک و تولید محصول سالم ۳۳۰۶

بهبود ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی (*Fragaria×ananassa*) رقم مونتری تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک ۳۳۰۷
ارتباط عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم با جمعیت پسیل معمولی پسته ۳۳۱۲
ارزیابی خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه و برگ پرتقال تامسون تحت تیمار روغن گیاهی سیتراپلاس ۳۳۱۷
تولید نهال اصیل و سالم چهار رقم جدید گردوی ایرانی ۳۳۲۲
کاهش آلودگی فلزات سنگین در *Brassica oleracea* با استفاده از منابع مختلف سیلیسیم ۳۳۲۷
ارزیابی زیست‌پالایی آفت‌کش‌های بخش کشاورزی به کمک ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه ۳۳۳۲
ارزیابی اقتصادی مصرف منابع مختلف کود آلی و کود شیمیایی بر کمیت و کیفیت کیوی‌فروت ۳۳۴۴
تأثیر کشاورزی ارگانیک بر پایداری کشاورزی، حفظ محیط و سلامت انسان ۳۳۴۹
اثر متقابل غلظت‌های مختلف گوگرد میکرونیزه و زمان روی پسیل معمولی پسته ۳۳۵۳
ارزیابی تاثیر بسترهای کشت مختلف بر عملکرد میکروگرین ریحان (*Ocimum basilicum*) ۳۳۵۸
کشاورزی زیست پویا و فلاحت‌نامه‌های دوران تمدن اسلامی ۳۳۶۴
بررسی اثر بخشی کودهای آلی بر پایه SCP بر کاهش تجمع نیتریت در غده‌های سیب‌زمینی ۳۳۷۰
نقش محوری کودهای حاوی بیوچار در کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی پایدار ۳۳۷۵
تأثیر شب‌های سرد بر فرآیند رسیدن میوه سیب در شهرستان سمیرم ۳۳۸۶
تأثیر محرک‌های زیستی بر صفات رشدی، عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی منداب (*Eruca sativa* (mill.) thell.) در کشت بدون خاک ۳۳۹۱
تاثیر محرک‌های زیستی بر متابولیسم نیتروژن گیاه منداب (*Eruca sativa (mill.) thell.*) در کشت بدون خاک ۳۳۹۶
کارایی برخی از درختان و درختچه‌های زینتی شهری در جنوب ایران برای کاهش فلزات سنگین ۳۴۰۱

ارزیابی خطرهای تجمعی سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی منتسب به فلزات سنگین در خاک مزارع جنوب تهران بر اساس روش مونت کارلو ۳۴۰۶
سنجش و ارزیابی میزان ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی پوست سبز و مغز ارقام مختلف پسته ۳۴۱۳
ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف بادام به قارچ *Aspergillus parasiticus* آفلاتوکسین‌زا ۳۴۱۸
تاثیر کود هومی‌گرین بر صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی آویشن(*Thymus vulgaris* L.) ۳۴۲۳
کاربرد بیوچار بر ماده آلی خاک پوششی در کشت قارچ دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*) به روش ارگانیک ۳۴۲۸
نقش هیدروپرایم و تریکودرما در بهبود جوانه‌زنی بذر گیاه جعفری ۳۴۳۴

محور تولید و گواهی بذر و نهال ۳۴۳۹

بررسی تلاقی بین گونه‌ای کدو تنبل (*Cucurbita moschata* Duch.) و کدو حلوایی (*Cucurbita maxima* Duch.) با هدف تولید پایه تجاری مناسب پیوند ۳۴۴۰
فرآیند تولید نهال گواهی شده درختان میوه ۳۴۴۵
ارزیابی هتروزیس صفات بیوشیمیایی در هیبریدهای گوجه‌فرنگی ۳۴۵۳
نقش پرتودهی با گاما در جوانه‌زنی بذر گیاهان و رشد دانهال‌ها ۳۴۵۹
ارزیابی اثر خیساندن و حذف لایه خارجی پوسته بذر بر رشد گیاهچه‌های نارنج ۳۴۶۶
تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف بذر بر رشد گیاه‌چه‌های سیترومل‌و ۳۴۷۱
مرور منابع به منظور توسعه دستورکار عملی برای پوشش‌دهی بذر گوجه‌فرنگی ۳۴۷۶

محور کاربرد هوش مصنوعی در علوم باغبانی ۳۴۱۶

تکنولوژی همزاد دیجیتال در مدیریت نسل چهارم گلخانه‌ها ۳۴۸۲
کاربرد سامانه ارزیابی فنوتیپ با کارایی بالا (HTP) در ارزیابی صفات اصلاحی میوه گردو ۳۴۸۹
توسعه سامانه هوشمند تشخیص کمبود آهن در باغات هلو با استفاده از پردازش تصویر و هوش مصنوعی ۳۴۹۶
باغبانی هوشمند در عصر هوش مصنوعی: فرصت‌ها، محدودیت‌ها و روندهای نوظهور ۳۵۰۲
کاربرد یادگیری ماشین برای شناسایی صفات مرتبط با تحمل به خشکی در گردوی ایرانی: رونمایی از الگوریتم درخت بقا ۳۵۰۸
کاربرد یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در پژوهش‌های باغبانی ۳۵۱۴
تأثیر هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی ۳۵۱۸
بررسی کاربرد تصویربرداری طیفی و هوش مصنوعی در مدیریت پس از برداشت محصولات باغبانی ۳۵۲۳
ظرفیت های کاربرد هوش مصنوعی در علوم باغبانی ۳۵۳۲
کاربرد هوش مصنوعی در عملیات پس از برداشت میوه هلو ۳۵۳۸

بهینه‌سازی محیط کشت درون شیشه ای ارکیده فالانوپسیس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی: تأثیر غلظت‌های مختلف عناصر درشت‌مغذی اصلی بر سرعت ظهور اولین برگ..... ۳۵۴۴

فناوری‌های هوشمند در باغبانی مدرن: راهکاری برای کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری ۳۵۵۵

کاربرد هوش مصنوعی در کشت، تولید و فرآوری گیاهان دارویی: مطالعه موردی..... ۳۵۶۰

ارزیابی روند صعودی هوش مصنوعی در باغبانی: از باغ کوچک هوشمند تا ربات باغبان..... ۳۵۶۵

کاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی: چشم‌اندازها و چالش‌ها ۳۵۷۰

کاربرد مدل‌های هوش مصنوعی در کشت بافت گیاهی ۳۵۷۵

بررسی و چشم‌انداز هوش مصنوعی در علوم باغبانی..... ۳۵۸۰

تحلیل بیوانفورماتیکی ژن Berberine Bridge Enzyme (*BBE*) و طراحی پرایمر دژنره در گونه‌های تیره خشخاش با تأکید بر گیاه مامیران کبیر (*Chelidonium majus* L.)..... ۳۵۸۵

تخمین آهن فعال برگ انگور با استفاده از روش مبتنی بر پردازش تصویر و هوش مصنوعی..... ۳۵۹۱

بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی با رویکرد باغبانی..... ۳۵۹۷

پیش‌بینی مقادیر IC50 ترکیبات فنلی تحت شرایط تنش بر پایه یادگیری ماشین..... ۳۶۰۳

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور تولید و فیزیولوژی گیاهان باغبانی

سخنرانی کلیدی

بررسی تاثیر زمان تهیه پیوندک، زمان انجام پیوند و ارتفاع از سطح دریا بر موفقیت پیوند سرشاخه درختان گردو در استان همدان

اصغر سلیمانی[۱*]، رعنا دستجردی[۱]، حجت‌اله شهبازی[۲]، کورش کاظمی[۲]، محمد جعفرآقایی[۳]، شهلا عزیزی[۳] و داراب حسنی[۱]

۱- پژوهشکده میوه های معتدله وسردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- سازمان جهاد کشاورزی همدان، ایران

۳- موسسه تحقیقات نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *soleimani1362@gmail.com*

چکیده

با توجه به چالش‌های موجود در باغات گردوی کشور نظیر عملکرد کم، حساسیت به سرمازدگی و کیفیت پایین محصول تولیدی، سرشاخه کاری باغات گردوی کشور با سرعت زیادی در حال انجام می باشد. این تحقیق به‌منظور ارزیابی تأثیر زمان تهیه پیوندک، زمان انجام پیوند، رقم مورد استفاده و ارتفاع از سطح دریا بر میزان موفقیت پیوند سرشاخه در درختان گردوی استان همدان طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ انجام شد. آزمایش روی درختان بالغ بذری در هشت شهرستان استان همدان اجرا شد. پیوندک‌ها از اسفند تا اردیبهشت از ارقام مختلف تهیه و پس از ضدعفونی در سردخانه نگهداری شدند. پیوندها از اواخر فروردین تا خرداد به روش تاجی انجام و میزان گیرایی ۵۰ روز پس از پیوند ارزیابی شد. نتایج نشان داد میزان موفقیت پیوند در سال ۱۳۹۷ به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال ۱۳۹۸ بود. رقم، زمان پیوند و وضعیت فیزیولوژیکی پیوندک نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت پیوند داشتند. بیشترین گیرایی در پیوندک‌های تهیه شده در دهه دوم اسفند و در حالت خواب کامل (به ترتیب با میانگین‌های ۸۷/۹ و ۶۶/۷ درصد برای سال های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۷) مشاهده شد ولی در پیوندک‌های تهیه شده در دهه اول اردیبهشت ۱۳۹۸ میزان گیرایی به ۳۱/۸ کاهش یافت. همچنین، با تأخیر در زمان پیوند، به‌ویژه در اواخر بهار، میزان گیرایی به‌طور محسوسی کاهش یافت. ارتفاع از سطح دریا تأثیر ثابتی نداشت؛ با این حال در سال ۱۳۹۸ در ارتفاعات متوسط (۱۶۵۰-۱۸۵۰ متر)، موفقیت کمتری ثبت شد. به‌طور کلی، عوامل محیطی، فیزیولوژیکی و فنولوژیکی پیوندک و پایه، نقش بسزایی در موفقیت سرشاخه‌کاری دارند. بر اساس نتایج، توصیه می‌شود پیوندک‌ها در اسفند تهیه و پیوند در اوایل بهار (به‌ویژه در مناطق کم‌ارتفاع) انجام شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، سرشاخه‌کاری، زمان پیوند، وضعیت پیوندک، گردو.

مقدمه

در حال حاضر مهم ترین مشکل باغات گردوی کشور، بذری بودن باغات می باشد که در نتیجه آن عمل‌کرد کمی و کیفی این درختان در مقایسه با ارقام اصلاح شده بسیار پائین می‌باشد، به علاوه زود برگده بودن اکثر درختان گردوی بذری باعث حساسیت شدید به یخبندان‌های دیر رس بهاره شده است و در بیشتر سال‌ها سرمازدگی باعث ایجاد خسارت به محصول می‌شود (Hassani et al., 2020b; Soleimani et al., 2023). با توجه به حجم بسیار زیاد باغات بذری گردو در کشور که بالغ بر ۱۷۲ هزار هکتار می باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲)، حذف و جایگزینی آن ها با استفاده از نهال های ارقام اصلاح شده زمان بر بوده و هزینه های زیادی به باغداران تحمیل خواهد کرد اما با سرشاخه کاری، هزینه‌های اصلاح باغات گردو کاهش یافته، رشد شاخه های پیوندی افزایش یافته در مدت زمان کوتاه‌تری به باردهی اقتصادی خواهد رسید (Rezaee and Vahdati, 2008; Ercan et al., 2017). پروژه سرشاخه‌کاری درختان گردو در استان همدان، به صورت جدی در حال انجام است این پروژه با استفاده از داده های به دست آمده در سطح اجرا، تاثیر زمان، رقم و اثرات ارتفاع از سطح دریا موفقیت پیوند درختان گردو در طی سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی درختان بذری بالغ در شهرستان‌های استان همدان (شامل تویسرکان، ملایر، نهاوند، اسدآباد، همدان، رزن، فامنین و بهار) انجام شد. بررسی تاثیر زمان تهیه پیوندک (از اول اسفند تا ۱۰ اردیبهشت)، زمان انجام پیوند (از ۲۰ فروردین تا ۲۰ خرداد)، رقم پیوندک (چندلر، پدرو، هارتلی، فرنور، لارا، جمال، دماوند و چند ژنوتیپ بومی) و ارتفاع از سطح دریا (۱۴۰۰ تا ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. پیوندک مورد نیاز از باغات مادری گردو و باغات تولید کننده پیوندک در زمان‌های مختلف تهیه شد. پیوندک‌ها بلافاصله بعد از تهیه ضدعفونی و در بسته های ۱۰۰ تایی داخل گونی کنفی پیچیده شده، با محلول قارچکش ضدعفونی و سپس داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفته و به سردخانه با دمای $^{\circ}C$ ۱-۰ منتقل و تا زمان پیوند نگهداری شدند.

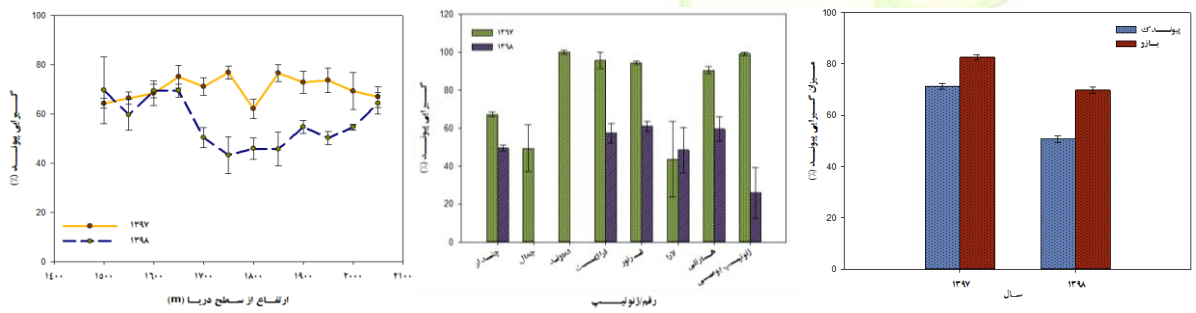
درختان مادری قبل از پیوند، سربرداری شدند تا آب داخل آوندها خارج شود. پیوند سرشاخه در درختان گردو در اوایل بهار در اوایل مرحله برگ دهی درختان شروع شد. هر پیوندک دارای قطر ۳-۱ سانتی متر و طول ۳۰-۲۰ سانتی متر با حداقل دو جوانه بالای محل پیوند بوده و پیوند به روش تاجی انجام شد. برای انجام آزمایش، در سال ۱۳۹۷ تعداد ۲۰۶۶۲ پیوندک در روی ۶۵۵۶ درخت و روی ۹۱۷۶ بازو پیوند شدند. در سال ۱۳۹۸ نیز تعداد ۲۶۱۸۶ پیوند سرشاخه روی ۵۵۴۲ درخت و ۶۸۰۱ بازو انجام شد.

برای اندازه گیری گیرایی پیوند، حدودا ۵۰ روز بعد از انجام پیوند، کلیه پیوند ها بازدید شده و از شمارش تعداد پیوندهای موفق به کل پیوندها به صورت درصد محاسبه شد سپس داده های به دست آمده برای تجزیه و تحلیل استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی نتایج به دست آمده در سال‌های مورد ارزیابی نشان داد که در سال ۱۳۹۷، میزان گیرایی پیوند (۷۱/۳٪) و گیرایی بازوهای پیوندی (۸۲/۶) بالاتر از همین ویژگی‌ها در سال ۱۳۹۸ بود (به ترتیب ۵۰/۷ و ۶۹/۸ درصد) (شکل ۱). بررسی میزان گیرایی پیوند ارقام نشان داد که میزان گیرایی پیوند ارقام مورد استفاده (به جز رقم لارا) در سال ۱۳۹۷ بیشتر از سال ۱۳۹۸ بوده است. میزان گیرایی پیوند ارقام دماوند، فرانکت، فرنور، هارتلی و ژنوتیپ‌های بومی در سال ۱۳۹۷ بیشتر از ۹۰ درصد بود. ولی رقم‌های لارا و جمال به ترتیب با میانگین‌های ۴۳/۶ و ۴۹/۳ درصد کمترین گیرایی پیوند در این سال را داشتند. بر خلاف سال اول در سال دوم اختلاف قابل توجهی بین ارقام از نظر میزان گیرایی پیوند وجود نداشت. میزان گیرایی پیوند همه ارقام در محدوده ۶۰-۵۰ درصد قرار داشت و فقط میزان گیرایی پیوند در ژنوتیپ‌های بومی کم بوده و مقدار ۲۵/۸ درصد بود.

بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا در میزان موفقیت پیوند در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ نشان داد که میزان موفقیت پیوند در ارتفاعات مختلف در سال ۱۳۹۷ روند تقریبا مشابهی داشته و ارتفاع از سطح دریا تاثیر قابل توجهی در میزان گیرایی پیوند نشان نداد. ولی در سال ۱۳۹۸ میزان گیرایی پیوندها در ارتفاعات متوسط (۱۶۵۰-۱۵۰۰ متر) بالاتر بود. در ارتفاعات ۱۶۵۰ تا ۱۸۵۰ متر کمترین میزان گیرایی به دست آمد. اما در ارتفاعات ۱۹۰۰ متر و بالاتر میزان گیرایی پیوندها روند افزایشی داشته است (شکل ۱).

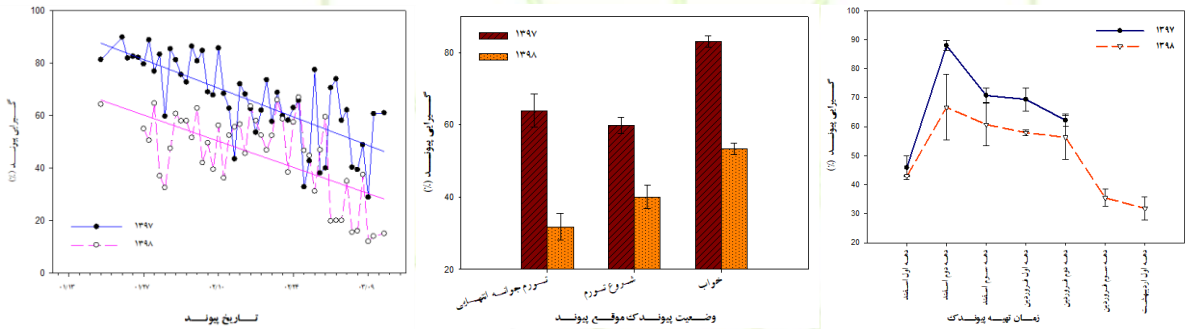


شکل ۱- بررسی اثرات سال (راست) و رقم (وسط) و ارتفاع از سطح دریا (چپ) در میزان گیرایی پیوند سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

بررسی اثرات زمان تهیه پیوندک در میزان گیرایی پیوندها نیز قابل توجه بود به طوری که در هر دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، با تاخیر در زمان تهیه پیوندک، میزان گیرایی پیوند کاهش داشت. به طوری که بیشترین میزان گیرایی پیوند در هر دو سال در پیوندک های به تهیه شده در دهه دوم اسفند به دست آمد (به ترتیب با با میانگین‌های ۸۷/۹ و ۶۶/۷) و در پیوندک‌های تهیه شده در دهه سوم فروردین و دهه اول اردیبهشت گیرایی به ترتیب ۳۵/۵ و ۳۱/۸ درصد به دست آمد. در کل میزان گیرایی پیوندک های سال ۱۳۹۸ کمتر از سال ۱۳۹۷ بود.

در هر دوسال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸وضعیت پیوندک تاثیر قابل توجهی در میزان موفقیت پیوندها داشته است. بیشترین میزان گیرایی موقعی بود که شاخه‌های مورد استفاده برای تهیه پیوندک در درهه دوم اسفند ماه تهیه شده و در حالت خواب کامل بودند (به ترتیب با میانگین‌های ۸۷/۹ و ۶۶/۷ درصد) و با متورم شدن جوانه های پیوندک، میزان گیرایی پیوند به شدت افت می‌کرد. اگر چه در زمان پیوند در شاخه‌هایی که دارای جوانه متورم یا در حال تورم بودند پیوندک فقط از قسمت‌های بدون تورم شاخه برداشت می‌گردد ولی با این حال اثرات منفی متورم شدن جوانه‌های انتهایی شاخه‌ای که از آن برای تهیه پیوندک استفاده می شد کاملا قابل توجه بود (شکل ۲).

زمان پیوند نیز یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیرگذار در گیرایی پیوند گردو بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده میزان موفقیت پیوند در اوایل فصل بسیار بالا بود و با گذشت زمان میزان موفقیت پیوند افت کرده است. به طوری که در پیوندهای سال ۱۳۹۷ تا اواسط اردیبهشت ماه میزان گیرایی پیوندها بالاتر از میانگین بوده و اغلب بالاتر از ۸۰ درصد بوده است در حالی که در پیوندهای انجام شده در اواخر اردیبهشت میزان گیرایی پیوندها اغلب به کمتر از ۵۰ درصد رسید. در پیوندهای انجام شده در سال ۱۳۹۸ نیز در کل میزان گیرایی پیوند کمتر از سال قبل بوده و روند تغییرات میزان گیرایی پیوند نسبت به زمان پیوند کاهشی بوده است (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر زمان تهیه پیوندک (راست) و تاثیر وضعیت پیوندک در زمان پیوند (وسط) و زمان پیوند (چپ) در میزان گیرایی پیوند در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

با توجه به نتایج به دست آمده در مورد گیرایی، به نظر می‌رسد نوع رقم، کیفیت پیوندک و وضعیت فیزیولوژیکی و فنولوژیکی آن در زمان پیوند در میزان موفقیت سرشاخه کاری موثر است. بررسی های انجام شده مشابه یافته های این تحقیق نشان داده اند که شرایط محیطی مانند دما و رطوبت در هر سال بر درصد گیرایی پیوند گردو تأثیر بسزایی دارد (Karadeniz, 2006) و نوسانات سالیانه قابل ملاحظه‌ای در موفقیت پیوند گردو وجود دارد. در مطالعه‌ای در نپال(Chalise et al. 2021) که اغلب اختلاف‌هایی که در موفقیت پیوند بین سال‌های مختلف مشاهده می‌شود عمدتاً ناشی از تغییرات اقلیمی (دمای بهار، بارندگی، نوسانات دمایی) در سال‌های مختلف است. اثر رقم در گیرایی پیوند نیز توسط مطالعات قبلی مشخص شده است که نتایج این تحقیق با آن مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که در ارقام و ژنوتیپ‌های زود برگ (جمال و ژنوتیپ های بومی) میزان گیرایی پیوند کمتر ناشی از نیاز گرمایی کمتر این ارقام است که باعث می شود قبل از تشکیل کالوس و اتصال پایه و پیوندک، جوانه‌های پیوندک شروع به رشد کرده و به دلیل عدم امکان تامین رطوبت میزان گیرایی افت می کند. البته سایر عوامل فیزیولوژیکی و محیطی نیز در این مورد دخالت دارند (Chalise et al. 2021; Soleimani et al, 2010). همین موضوع باعث معنی‌داری شدن اثرات زمان تهیه و مرحله فنولوژیکی پیوندک در گیرایی پیوند می شود به طوری که پیوندک در مرحله خواب کامل و قبل از تامین نیاز گرمایی، گیرایی بیشتری در مقایسه با مرحله متورم شدن جوانه انتهایی دارد (Rauofi et al., 2017). اثرات ارتفاع از سطح دریا نیز بیشتر به خاطر تاثیر آن در شرایط اقلیمی یا ایجاد میکرو کلیماهای خاص می‌باشد. در مناطق پایین دست یا دره ها به دلیل گرم شدن زودتر هوا یا تجمع گرما گاها اثرات منفی آن بر گیرایی پیوند سرشاخه کاری درختان دیده می‌شود. به علاوه عواملی مثل شدت سرمای زمستانه در ارتفاعات مختلف می تواند بر وضعیت لایه زاینده پایه ها اثرات منفی گذاشته و باعث تغییرات در گیرایی پیوند شوند (Chalise

et al. 2021). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق پیشنهاد می شود تهیه پیوندک در اسفندماه و هنوز زمانی که نیاز گرمایی پیوندک های تامین نشده باشد، انجام گیرد. زمان انجام پیوندها نیز در اوایل بهار نسبت به اواخر بهار ارجحیت دارد به خصوص در مناطق با ارتفاع کمتر پیوندها زودتر انجام شود هم چنین نسبت به شرایط فیزیولوژیکی پایه و نوع رقم پیوندک نیز باید توجه شود.

منابع

Calise, B., Bhusal, Y., Kalauni, S., Giri, R. and Luitel, B. 2021. Effect of grafting dates on graft-take success and sapling growth of Persian walnut (Juglans regia L.) under open field condition of Jumla, Nepal. Nepalese Horticulture, 15: 25–42.

Ercan, E., Akyüz, B., Öztürk, A. and Serdar, Ü. 2017. Cevizde çeşit değiştirme aşısı: Kabuk altı (Çoban) aşı. Bahçe, 46: 307–312.

Hassani, D., Sarikhani, S., Dastjerdi, R., Mahmoudi, R., Soleimani, A. and Vahdati, K. 2020. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran. Scientia Horticulturae, 270: 109369.

Karadeniz, T. 2006. Relation between graft success and climatic conditions in walnut (Juglans regia). Indian Journal of Agricultural Sciences, 76(7): 430–431.

Rauofi, A., Vahdati, K., Karimi, S. and Roozban, M.R. 2017. Optimizing early grafting of Persian walnut by evaluating different rootstocks, covering materials and grafting methods. Journal of Nuts, 8(2): 97–106.

Rezaee, R. and Vahdati, K. 2008. Introducing a simple and efficient procedure for topworking Persian walnut trees. Journal of the American Pomological Society, 62: 21–26.

Soleimani, A., Rabiei, V. and Hassani, D. 2010. Effect of different techniques on walnut (J. regia L.) grafting. Journal of Food, Agriculture & Environment, 8(2): 544–546.

Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D., Mozaffari, M.R. and Dastjerdi, R. 2023. Yield-related traits in some Persian walnut cultivars: Analysis of genetic and genotype × environment interaction. Advances in Horticultural Science, 37.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Scion Collection Time and Topworking Date at Different Elevations on Graft Success in Walnut (*Juglans regia* L.) Trees in Hamadan Province, Iran

Asghar Soleimani[1*], Raana Dastjerdi[1], Hojatullah Shahbazi[2], Kourosh Kazemi[2], Mohammad Jafar Aghaei[3], Shahla Azizi[3] and Darab Hassani[1]

1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Jihad-e-Agriculture Organization, Hamedan Iran
3. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

[*]Corresponding Author: soleimani1362@gmail.com

Abstract

Due to ongoing challenges in Iranian walnut orchards, including low yield, fruit quality, and susceptibility to late spring frost damage, topworking has rapidly gained traction as a strategic orchard improvement practice. This study aimed to evaluate the effects of scion collection time, grafting date, cultivar, and elevation on the success rate of top-working the seed-originated walnut trees in Hamadan Province during 2018 and 2019. The experiment was conducted in eight counties. Scions from various cultivars were collected from late February to early May, disinfected, and stored under cold conditions. Grafting was carried out using the bark grafting method from late April to June, and graft success was assessed 50 days after grafting. Results showed a significantly higher graft success rate in 2018 compared to 2019. Cultivar type, timing of grafting, and the physiological status of the scion were key determinants. The highest success rates were obtained using fully dormant scions collected in mid-March, with average take rates of 87.9% in 2019 and 66.7% in 2018. In contrast, scions collected in early May 2019 resulted in a marked decline in graft success to 31.8%. Graft success also declined noticeably with delayed grafting, especially in late spring. While elevation did not have a consistent effect overall, 1650-14850 m ASL elevations in 2019 showed reduced success. In conclusion, environmental, physiological, and phenological factors related to both scion and rootstock significantly influenced topworking outcomes. Based on the findings, it is recommended that scions be collected in March and grafting taken in early spring, particularly in the lowlands.

Keywords: Altitude above sea level, Branch working, Grafting time, Scion status, walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

باغبانی درمانی، راهکاری برای کاهش افسردگی و افزایش امید به زندگی با تاکید بر دانشجویان دانشگاه‌ها

همایون فرهمند[1*] و هومن فرهمند[2]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲- گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *homayoun.farahmand@gmail.com*

چکیده

ارتباط فعالیت های باغبانی و بهداشت روان، از گذشته های دور مورد توجه بوده است. دانشجویان، گروه ویژه ای از جامعه هستند که در مرحله گذار سنی از بلوغ به جوانی و بزرگسالی می باشند که دوره ای تنش زا و سخت است. سال های دانشگاه دوره انتقالی مهمی است که دانشجویان در این دوره فشارهای تحصیلی، فرصت های شغلی، تصمیم گیری در مورد اهداف زندگی و دوری از خانواده و نیز سبک زندگی خوابگاهی را تجربه می کنند. از سوی دیگر، ارتباط گسترده با فضای مجازی و خسته کننده در محیط های کاری و خوابگاه، چالش های جسمی و عاطفی-روانی برای آن ها در پی دارد. مشکلات سلامت روان از جمله افسردگی و خودکشی، چالش هایی شایع در جوامع انسانی به ویژه دانشجویان است. یکی از راهکار های کاهش افسردگی، اضطراب، رفتارهای خطرناک و خودکشی در دانشجویان، باغبانی درمانی است. مطالعاتی که در چند دهه ی گذشته انجام شده است، بیانگر این است که فعالیت هایِ هدفمندِ باغبانی، سبب کاهش ناهنجاری ها و مشکلات گوناگون دانشجویان مانند افسردگی و خودکشی شده است. بنابراین، در دانشگاه های ایران نیز می توان از باغبانی درمانی به شکل موثری برای کاهش و مدیریت مشکلات دانشجویان به ویژه مشکلات بهداشت روان، بهره برد. افزایش سرانه فضای سبز در دانشگاه ها نیز برای بهبود سلامت روان دانشجویان موثر است.

واژه های کلیدی: اختلال های روانی، باغبانی درمانی، بهداشت روان، دانشگاه و منظر شفابخش.

تاریخچه

ارتباط فعالیت های باغبانی و سلامت روان، از گذشته های دور مورد توجه بوده است (Woodson, 2023). پیش از این که دانش روانپزشکی پیشرفت کند، پزشکان کار در باغ را برای بهبود بیماری های ذهنی و روحی پیشنهاد می دادند (Tereshkovich, 1973). تاریخچه ی باغبانی درمانی به باغ های تمدن های باستانی مانند میان رودان، پارس، مصر، یونان، روم و ... می رسد، زیرا این باغ ها به شیوه ای طراحی می شدند که همه حواس پنجگانه انسان ها را تحت تأثیر قرار می داد (Li et al., 2024; Li et al., 2022; Yimer, 2021). بنابراین، باغبانی درمانی نامی نو برای فرایندی دیرینه است که از روزگار باستان برای روان درمانی کاربرد داشته است (Altman and Patel, 2017). در سال ۱۷۹۸، بنیامین راش، پدر روانپزشکی آمریکا بیان کرده بود که فعالیت در مزرعه و باغ سبب بهبود بیماری های ذهنی می شود (Pratheeksha and Kulkarni, 2023; Li et al., 2022; Tereshkovich, 1973). نخستین گزارش ها درباره اثر مثبت فعالیت های باغبانی روی افراد، در قرن نوزدهم و بیستم منتشر شد (Kaplan, 1973; Langer and Rodin, 1976; Ulrich, 1984). باغبانی درمانی فرایندی هدایت شده توسط باغبانی درمانگران است که در آن فعالیت های هدفمند مرتبط با باغبانی به صورت فعال و یا غیر فعال، سبب

بهبود جسم، ذهن و روان افراد می شود و بستری برای مراقبه، مثبت اندیشی، کاهش اضطراب و افزایش امید به زندگی است (Lai et al., 2023; Yimer, 2021; Kim et al., 2019).

چالش‌های دانشجویی در دانشگاه ها

سال های دانشگاه، دوره انتقالی مهمی است که دانشجویان در این دوره فشارهای تحصیلی، انتخاب های شغلی، قرار گرفتن در فضای اجتماعی جدید، تصمیم گیری در مورد اهداف زندگی و دوری از خانواده و نیز سبک زندگی خوابگاهی را تجربه می کنند (پناغی و همکاران، ۱۳۹۸؛ باختر و رضاییان، ۱۳۹۵). دانشجویان، گروهی ویژه و آسیب پذیر از جامعه هستند که در مرحله گذار سنی از نوجوانی به جوانی و بزرگ سالی می باشند و از سوی دیگر نیاز به انجام برخی از وظایف مانند استقلال از خانواده و تعیین اهداف شخصی و نیز مدیریت ارتباطات خود می باشند. افزون بر این، ارتباط گسترده با فضای مجازی و خسته کننده در محیط های کاری و خوابگاه، چالش های جسمی و عاطفی-روانی را برای آن ها در پی دارد (Guo et al., 2023; Eskin et al., 2016; Safiri et al., 2013). دوران پر تنش دانشجویی، سبب مشکلات فیزیولوژیک و روانشناختی مانند اضطراب، افسردگی و تمایل به خودکشی می شود (Mahdavinoor et al., 2025; Li et al., 2024). افسردگی به عنوان یک بحران توسط سازمان ملل گزارش شده و پیش بینی شده است که تا سال ۲۰۳۰ به عنوان نخستین عامل زوال عقل (خِرَدسودگی)، ۳/۴ درصد از مردم جهان را تحت تأثیر قرار دهد (Wood et al., 2025; Xu et al., 2023). در سال های اخیر شیوع افسردگی در دانشجویان گسترش یافته است و به پدیده ای جهانی تبدیل شده است (Liu et al., 2022). افسردگی یکی از چالش های مهم دانشجویان در دانشگاه های سراسر ایران است و چندان تفاوتی نیز بین دانشجویان دختر و پسر در این زمینه نیست اما در دانشجویان مجرد، بیشتر است (Sarokhani et al., 2013). دانشجویان رشته پزشکی به دلیل فشارهای درسی، در مقایسه با سایر دانشجویان بیشتر در معرض خطر هستند و فرسودگی تحصیلی آن ها، بین ۹/۲ تا ۲۳/۴ درصد است (Aghajani Liasi et al., 2021). افسردگی در دانشجویان دانشگاه های علوم پزشکی گیلان، یاسوج و گرگان، به ترتیب، ۲۳/۶، ۶۲ و ۴۶ درصد، گزارش شده است (Safiri et al., 2013). در یک مطالعه مقایسه ای بین دانشجویان پرستاری ایران، بالاترین شیوع افسردگی در دانشجویان پرستاری استان سیستان و بلوچستان و کمترین آن در دانشجویان پرستاری استان قم و اصفهان گزارش شده است (اصفهانی و همکاران، ۱۴۰۳). یافته های یک پژوهش نشان می دهد که ۴۳ درصد از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سطوحی از افسردگی نشان می دهند (Ghanbari et al., 2015) در حالی که مقایسه افسردگی در شماری از دنشجویان ورزشکار و غیر ورزشکار دانشگاه اصفهان، بیانگر این است که ۹۶٪ از دانشجویان ورزشکار خُلق طبیعی داشتند و ۶۶٪ از دانشجویان غیر ورزشکار اختلال افسردگی داشتند (پهلوان زاده و همکاران، ۱۳۸۵). خودکشی به عنوان یکی از چالش های مهم سلامت روان تلقی می گردد که طبق گزارش های سازمان بهداشت جهانی، سومین علت مرگ و میر در بین افراد ۱۵ تا ۴۴ ساله می باشد (WHO, 2010). از سوی دیگر، رفتارهای مرتبط با خودکشی در دانشجویان ایرانی، ۵۷/۹۵ درصد و بالاتر از حد انتظار گزارش شده است (Yaghubi et al., 2024). طیف گسترده ای از اختلالات روانی از جمله اضطراب، افسرده خویی، وابستگی به الکل، وابستگی دارویی، اختلال هذیانی و پارانوئید، سابقه خودکشی در خانواده و کمال گرایی، به عنوان برخی از عوامل موثر بر خودکشی دانشجویان بیان شده است (حسینایی و همکاران، ۱۳۸۵، تاجیک زاده و همکاران، ۱۳۸۴. Ghaffari et al., 2011) و در این میان افسردگی یکی از مهمترین علل محسوب می شود که احتمال اقدام به خودکشی را در افراد تا چند برابر افزایش می دهد (Zeng et al., 2015). البته تفاوت های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و مدیریتی نیز به عنوان بخشی از عوامل موثر در شیوع افکار خودکشی در بین دانشجویان به ویژه دانشجویان پزشکی، بیان شده است (میرزایی و شمس علیزاده، ۱۳۹۲). خودکشی دانشجویان، چالشی بزرگ در سراسر جهان است و به عوامل گوناگونی بستگی دارد (Kabir et al., 2024; Eskin et al., 2016). ارزیابی ۵۵۷۲ دانشجو از ۱۲ کشور در زمینه افکار خودکشی، تلاش برای خودکشی و آشفتگی روانی، نشان داد که آشفتگی روانی همراه با افکار خودکشی و تلاش برای خودکشی، همراه است و تفاوت هایی بین کشورهای گوناگون با توجه به فرهنگ آن ها و برخی شرایط دیگر، وجود دارد (Eskin et al., 2016). افسردگی دانشجویان در کشورهای اتیوپی، نیجریه، پاکستان و ترکیه، به ترتیب، ۲۳/۶، ۸/۳، ۶۰ و ۲۶/۲ درصد گزارش شده است (Safiri et al., 2013). در پژوهشی که برای ارزیابی افسردگی و اضطراب روی ۴۰۰ دانشجو در بازه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال در هند انجام شد، ۴۸/۳ درصد دارای افسردگی و ۵۰ درصد دارای

اضطراب بودند (Shah and Pol, 2020). بررسی افسردگی و اضطراب در یکی از دانشگاه های عربستان نشان داده است که ۳۹٪ دانشجویان مطالعه شده، افسردگی متوسط، شدید و حتی خیلی شدید نشان می دهند و پایش منظم دانشجویان از دیدگاه بهداشت روانی، توصیه شده است (Al-Garni et al., 2025). در برخی از کشورهای آسیایی به ویژه ژاپن (Miyake et al., 2022)، کره جنوبی (Jo et al., 2019; Kim et al., 2018; Lee et al., 2018; Kim et al, 2019) و چین (Guo et al., 2023) باغبانی درمانی که از روش های طب مکمل و جایگزین نیز شناخته می شود، به ویژه در بحران کرونا برای دانشجویان مورد توجه جدی قرار گرفته است. با توجه به این که بهبود شرایط جسمی و عاطفی- روانی، تبدیل به یک نگرانی و چالش برای جامعه شده است، بنابر این، بهداشت روان دانشجویان به ویژه در شرایط پرفشار باید مورد توجه جدی قرار گیرد (Li et al., 2024; Eskin et al., 2016).

نقش باغبانی درمانی در کاهش اختلال های روانی دانشجویی

باغبانی درمانی برای همه رده های سنی و در همه دوران زندگی انسان ها، لازم است (Pratheeksha and Kulkarni, 2023; Yimer, 2021). افسردگی و اضطراب، از مهم ترین مشکلات مربوط به سلامت روان می باشند (Wood et al., 2025). استفاده از روش های باغبانی درمانی در دانشگاه ها سبب بهبود روحیه دانشجویان و افزایش امید به زندگی در آن ها شده است (Huang, 2024; Li et al., 2024; Kim et al., 2019; Kim et al., 2018; Lee et al., 2018). فعالیت های هدفمند باغبانی که در فرایند باغبانی درمانی با مدیریت متخصصان باغبانی درمانی و توسط افراد مختلف انجام می شود، سبب بهبود سلامت روان، مراقبه، مثبت اندیشی و کاهش اضطراب می شود (Huang, 2024; Lai et al., 2023; Jo et al., 2019; Ghanbari et al., 2015). نتایج برخی از پژوهش هایی که در چین انجام شده است، نشان می دهد که مشارکت دانشجویان در فعالیت های باغبانی، سبب بهبود شرایط جسمی و عاطفی- روانی و خود کارآمدی تحصیلی آن ها شده است که یکی از دلایل آن نزدیکی باغبانی درمانی به طبیعت درمانی از نظر ساز و کار است (Guo et al., 2023Li et al., 2024;). فعالیت هایی مانند کاشت گیاهان، مراقبت از گیاهان و نیز برداشت گیاهان، اثرات مثبت روی روحیه افراد دارد و سبب کاهش استرس و نیز افزایش تعاملات اجتماعی می شود (Lai et al., 2023). در ایران نیز میناگر و همکاران (۲۰۲۳)، بر اثر مثبت فعالیت های باغبانی بر کاهش علایم افسردگی در پژوهش خود اشاره داشتند. باغبانی درمانی باعث فعال‌سازی رفتاری بیماران می گردد که می توان استنباط کرد این موضوع، اثر درمانی بر افسردگی از طریق بهبود وضعیت خلقی افراد دارد (Hopko et al., 2003).

فضاهای سبز دانشگاهی نیز اثرات بسیار مثبتی بر روحیه دانشجویان دارند (Hu et al., 2025; Liu et al., 2025; Zhang et al., 2024; Aghabozorgi et al., 2024; Holt et al., 2019). امروزه علاوه بر باغ های شفابخش که تاریخ طولانی تری دارند، موضوع منظر شفابخش جایگاهی ویژه در طراحی منظر در سراسر جهان دارد (Razmara et al., 2020). در همین راستا، نقش فضای سبز و منظر شفابخش در طراحی فضای سبز دانشگاهی نیز باید مورد توجه قرار گیرد، زیرا نقش برجسته ای در سلامت روان دانشجویان و سایر کاربرهای دانشگاهی دارد (Bahrini and Bell, 2021; Shokri Yazdan Abad and Mahdizadeh, 2008).

پیشنهاد پایانی

اختلالات روانی و پیامدهای آن مانند افسردگی و خودکشی پدیده هایی چند وجهی و پیچیده می باشند و دانشجویان به دلیل شرایط سنی (گذار از بلوغ به جوانی و بزرگسالی) و فشارهایِ گوناگونِ دیگرِ دورانِ دانشجویی، آسیب پذیرتر از سایر گروه های جامعه می باشند. در مجموع، پژوهش های انجام شده در زمینه نقش باغبانی درمانی، بیانگر کاهش افسردگی و تمایل به خودکشی و نیز بهبود وضعیت عاطفی روانی در دانشجویان می باشد. بنابر این، باغبانی درمانی راهکاری مناسب برای مدیریت برخی از اختلالات روانی دانشجویان است. در همین راستا، می توان از تجربه های باغبانی درمانی درون کشور و نیز دیگر کشورهای جهان برای پیشگیری از افسردگی و رفتارهای خطرناک دانشجویی بهره برد. افزون بر این، ایجاد زیرساخت های ورزشی در خوابگاه ها و دیگر محوطه های دانشگاهی، وجود مراکز مشاوره روانشناسی توانمند و نیز پایش پیوسته دانشجویان از نظر بهداشت روان، کمک به دانشجویان برای برقراری روابط سالم و هدفمند از جمله ازدواج کارآمد،

راهکارهایی هستند که سبب پیشگیری از افسردگی، خودکشی و سایر اختلالات روانی و آسیب های اجتماعی می شوند. همچنین، طراحی و باز طراحی فضای سبز دانشگاه ها به سبک فضای سبز شفابخش نیز برای پیشگیری از اختلالات روانی بسیار سودمند است.

منابع

اصفهانی، پ.، سازانی، م.، سامانی، س.، بزی، ع.، حسینی زارع، س. م.، سیر صدر، ا.، سادات حسینی، م. و حسینی زارع، س. م. ۱۴۰۳. بررسی شیوع افسردگی در دانشجویان پرستاری ایران با استفاده از پرسشنامه بک: مرور ساختارمند و متاآنالیز. مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران، ۲: ۱۲۸–۱۳۸.

باختر، م. و رضائیان، م. ۱۳۹۵. شیوع افکار و اقدام به خودکشی و عوامل خطر مرتبط با آن در دانشجویان ایرانی: یک مطالعه مروری منظم. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، ۱۵: ۱۰۶۱–۱۰۷۶.

تاجیک زاده، ف.، صادقی، ر.، مهرابی‌زاده هنرمند، م. و داودی، ا. ۱۳۹۴. سیستم مغزی/رفتاری، کمال‌گرایی و علائم افسردگی در دانشجویان. مطالعات روان‌شناختی، ۳: ۱۲۰–۱۳۹.

حسینایی، ع.، مردای، ع. ر. و پژومند، ع. ۱۳۸۵. بررسی عوامل روان‌شناختی اقدام به خودکشی در دانشجویان ایرانی. مطالعات روان‌شناختی، ۱ و ۲: ۳۳–۴۹.

پهلوان‌زاده، س.، کیاست‌پور، م. و نصیری، م. ۱۳۸۵. افسردگی در دانشجویان ورزشکار و غیرورزشکار دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. دو فصلنامه تحقیقات علوم رفتاری، ۴(۱ و ۲): ۲۶–۳۲.

پناغی، ل.، احمدآبادی، ز.، پیروی، ح. و ابوالمعصومی، ز. ۱۳۸۹. روند خودکشی دانشجویان در فاصله سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۹. مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران، ۱۶(۲): ۸۷–۹۸.

میرزایی، ن. و شمس‌علیزاده، ن. ۱۳۹۲. بررسی شیوع افکار خودکشی و عوامل مرتبط با آن در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی کردستان. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان، ۱۸: ۱۸–۲۶.

میناگر، ف.، احمدزاد اصل، م.، طهرانی بنی‌هاشمی، آ.، طایفی، ب.، محبت، ن. و رمضانی، م. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر فعالیت باغبانی بر علائم افسردگی خفیف تا متوسط: یک کارآزمایی کنترل‌شده تصادفی. مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران، ۲۸: ۴۲۹–۴۴۱.

Aghabozorgi, K., van Der Jagt, A., Bell, S. and Smith, H. 2024. How university blue and green space affect students' mental health: a scoping review. Urban Forestry & Urban Greening, 97: 128394.

Aghajani Liasi, G., Mahdi Nejad, S., Sami, N., Khakpour, S. and Ghorbani Yekta, B. 2021. The prevalence of educational burnout, depression, anxiety, and stress among medical students of the Islamic Azad University in Tehran, Iran. BMC Medical Education, 21: 471.

Al-Garni, A. M., Shati, A. A., Almonawar, N. A., Alamri, G. M., Alasmre, L. A., Saad, T. N., Alshehri, F. M., Hammouda, E. A. and Ghazy, R. M. 2025. Prevalence of depression, anxiety, and stress among students enrolled at King Khalid University: a cross-sectional study. BMC Public Health, 25: 354.

Altman, G. and Patel, N. 2017. Horticultural therapy: an ancient technique in a modern world. Interdisciplinary International Journal, 17: 62–67.

Bahrini, F. and Bell, S. 2021. Traditional versus modern? perceptions and preferences of urban park users in Iran. Sustainability, 13: 2036.

Eskin, M., Sun, J. M., Abuidhail, J., Yoshimasu, K., Omar Kujan, Janghorbani, M., Flood, C., Giovanni Carta, M., Tran, U. S., Mechri, A., Hamdan, M., Poyrazli, S., Aidoudi, K., Bakhshi, S., Harlak, H., Francesca Moro, M., Nawafleh, H., Phillips, L., Shaheen, A., Taifour, S., Tsuno, K. and Voracek, M. 2016. Suicidal behavior and psychological distress in university students: a 12-nation study. Archives of Suicide Research, 0: 1–20.

Ghaffari, M., Ahmad Ahmadi, A., Abedi, M. R., Fatehizade, M. and Baghban, I. 2011. Impulsivity, substance abuse, and family/friends history of suicide attempts in university students with and without suicidal ideation. Iran Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences, 5: 99–105.

Ghanbari, S., Jafari, F., Bagheri, N., Samaneh Neamtolahi, S. and Razieh Shayanpour, R. 2015. Study of the effect of using purposeful activity (Gardening) on depression of female resident in Golestan dormitory of Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences. Journal of Rehabilitation Sciences and Research, 2: 8–11.

Guo, S., Li, T., Xue, B. and Yang, X. 2023. Horticultural activities participation and college students' positive mental characters: mediating role of academic self-efficacy. Horticulturae, 9: 334.

Holt, E. W., Lombard, Q. K., Best, N., Smiley-Smith, S. and Quinn, J. E. 2019. Active and passive use of green space, health, and well-being amongst university students. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16: 424.

Hopko, D. R., Armento, M. E., Cantu, M. S., Chambers, L. L. and Lejuez, C. W. 2003. The use of daily diaries to assess the relations among mood state, overt behavior, and reward value of activities. Behaviour Research and Therapy, 41(10): 1137–1148.

Hu, Q., Lin, J., Li, J., Liu, Y. and Xing, L. 2025. Original articles exploring the effects of colleges green spaces (CGSs) exposure on mental health of students from a space–time path perspective. Ecological Indicators, 175: 113538.

Huang, H. Y. 2024. Effects of horticultural activities on the psychological well-being of college students. International Journal of Latest Research in Humanities and Social Science (IJLRHSS), 7: 291–294.

Jo, H. S., Lee, Y. B., Kim, Y. H. and Huh, M. R. 2019. Effects of REBT applied horticultural activity program on irrational beliefs, job-seeking stress, and career maturity of university students. Journal of People, Plants, and Environment, 22: 601–609.

Kabir, R., Zehra Syed, H., Vinnakota, D., Okello, S., Shivuli Isigi, S., Kizhackanaly Abdul Kareem, S., Parsa, A. D. and Yasir Arafat, S. M. 2024. Suicidal behaviour among the university students in the UK: a systematic review, Heliyon. 10: e24069.

Kim, Y. H., Bae, H. O. and Huh, M. R. 2019. Differences in the effects of a horticultural activity program depending on the level of resilience of college students. Journal of People, Plants, and Environment, 22: 255–268.

Kim, Y. H., Hu, M. R. and Lee, S. M. 2018. Classification of horticultural therapy activity based on activity preference of university students. Journal of People, Plants, and Environment, 21: 117–129.

Lai, P. S., Li, C. W., Hung, S. H., Lee, A. Y., Chang, C. Y. and Tang, H. F. 2023. How do horticultural activities affect brain activation and emotion? scientific evidence based on functional connectivity. HortScience, 58(1): 67–78.

Lee, M. H., Kim, Y. H., Park, E. J. and Huh, M. R. 2018. Effects of plant mediated therapy activity on college students' academic burnout and stress. Journal of People, Plants, and Environment, 21: 233–241.

Horticulture Therapy, an Approach for Reducing Depression and Increasing Hope to Life with Emphasis on Universitiy Students

Homayoun Farahmand[1*], Hooman Farahmand[2]
1. Department of Horticulture. School of Agriculture. Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran
Corresponding Author: homayoun. farahmand@gmail.com

Abstract

The association between horticulture activities and mental health has been important since immemorial. The university period is an important transitory state from adolescence to adulthood during which the students experience a critical and stressful period. College students face many challenges during their educational times such as leaving home and being away from family, facing new environment, competition with other students, financial problems, uncertain future job opportunities, establishing self-development goals and high academic workload. So, this special group of society, are very vulnerable. Mental disorders including depression and suicidal ideation are common challenges in societies, particularly in university students. Horticulture therapy disciplines, is one of the efficient ways to reduce depression, anxiety, risk behaviors and suicide. The studies accomplished in the previous decades, indicate that purposeful horticulture therapy activities have reduced the various disorders and challenges of university students such as depression and suicide. Therefore, it would be possible to effectively benefit from horticulture therapy in Iran universities for management of student's problems, in particular, mental health issues. The increase of green space per capita is also effective for improving the mental health of university students.

Key words: Healing landscape, Horticulture therapy, Mental disorders, Mental health, and University.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

واکنش ویژگی‌های کمی،کیفی و زودرسی برخی از ارقام انگور بر پایه انگور ریش بابا

بیژن کاووسی[1*] و بهروز حسن‌پور[2]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۲- بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *kavoosi696@yahoo.com*

چکیده

یقینا هدف از ایجاد یک تاکستان دستیابی به عملکرد، تولید پایدار و اقتصادی است و در این میان تولید این محصول دستخوش عوامل مختلف زیستی و غیره زیستی خواهد بود. در این میان رقم نقش کلیدی در موفقیت تولید یک تاکستان را دارا است و در این راستا یکی از بهترین گزینه‌ها، تغییر رقم تاکستان با ارقام برتر تجاری با روش پیوند سرشاخه‌کاری می‌باشد. با این هدف، در این پژوهش از ارقام انگور تجاری (رشه، ترکمن۴، فلیم سیدلس، کریمسون سیدلس، بیدانه قرمز، سوپریور، اسکارلت و پرلت) در یک تاکستان آبی در شهرستان کوار بر پایه انگور ریش بابا با پیوند اسکنه خواب به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. بر اساس نتایج، اثر نوع رقم بر برخی ویژگی‌های کمی انگور معنی‌دار بود اما اثر نوع پیوند (اسکنه خواب و اسکنه سبز) بر ویژگی‌های کمی مورد ارزیابی معنی‌دار نبودند. همچنین برهمکنش اثر نوع پیوند با رقم بر هیچکدام از صفات اثر معنی‌داری را نشان نداد. بیشترین میزان وزن حبه در رقم کریمسون با میزان ۵/۹۸ گرم و کمترین میزان وزن حبه در رقم بیدانه قرمز با میزان ۱/۵۲ گرم بدست آمد. همچنین بیشترین میزان تعداد حبه در رقم بیدانه قرمز با میانگین میزان ۲۵۹/۳ حبه بدست آمد. بیشترین وزن خوشه در رقم کریمسون سیدلس با وزن معادل ۵۱۶ گرم و کمترین وزن خوشه به رقم بیدانه قرمز با وزن ۳۸۷ گرم مرتبط بود. اما در همین شرایط بیشترین عملکرد با وزن ۹ کیلوگرم در هر بوته مربوط به رقم رشه بود که در رقم بیدانه قرمز با عملکرد حدود ۷ کیلوگرم در بوته کمترین مقدار را داشت.

واژه‌های کلیدی : اسکنه، تاکستان، رقم، سرشاخه‌کاری و عملکرد.

مقدمه

در حالی است که کشور ما جز ده کشور برتر در تولید انگور در جهان می‌باشد، ضعف در تنوع ارقام خصوصا ارقام تجاری یکی از عواملی است که جایگاه کشور ایران را از نظر صادرات در بازارهای جهانی کاهش داده است. همچنین برای بهبود وضعیت اقتصادی و معیشتی تاکداران کشور ضرورت دارد که تغییر رقم بصورت تدریجی در تاکستان‌ها صورت گیرد و از جهت دیگر این روش موجب بازجوانسازی بوته‌های مسن‌تر تاک می‌شود. سرشاخه‌کاری در زمین اصلی و بر درختان جوان یا مسن چند ساله موجود از قبل، به عنوان پایه با هدف تعویض رقم قبلی با یک رقم مطلوب جدید و یا اهداف خاص دیگر صورت می‌گیرد (نجاتیان، ۱۳۹۵). این روش از دیرباز تا به حال در بسیاری از درختان میوه همانند سیب، انگور، پسته و درختان هسته‌دار مرسوم بوده است (Hartman and Kester, 2017 و Coombe and Dry, 1992). رای انجام سرشاخه‌کاری در انگور تعیین بهترین زمان پیوند و نوع پیوند متفاوت خواهدبود (Hunter et al., 2002) براین اساس نتایج مطالعات نشان داده است که تهیه پیوندک قبل از پیوند با ذخیره کردن آن در محیط سرد در خاک اره مرطوب و دردمای پایین ضروری است یا در زمان پیوند قراردادن پیوندک در آب (Waite et al., 2013) جهت کسب رطوبت و گیرایی بهتر نتیجه بخش است. این عملیات نقش مهمی را در گیرایی پیوند از نوع اسکنه خشبی خواهد داشت و براساس مطالعات انجام شده خیساندن پیوندک‌ها در آب جاری برای چند ساعت نتیجه خوبی را در گیرایی پیوند داشته است (Ozkan and Gumus, 2001). لذا با توجه به اینکه رقم غالب انگور شهرستان کوار، رقم ریش بابا می باشد و در زمان برداشت عرضه این این محصول بصورت همزمان موجب افت شدید قیمت می شود، این پژوهش

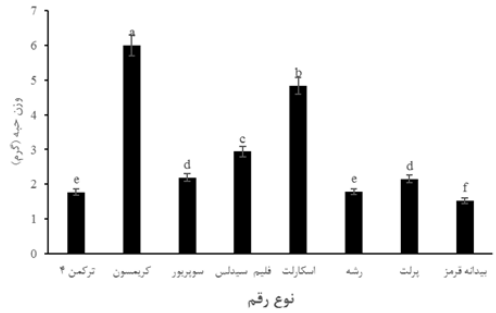
بمنظور بررسی سازگاری برخی ارقام انگور تجاری داخلی و خارجی بر این پایه برای تنوع بخشی و جایگزینی تدریجی در شهرستان کوار در استان فارس اجرا گردیده است.

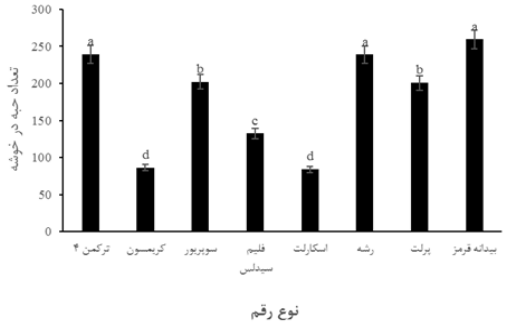
مواد و روش‌ها

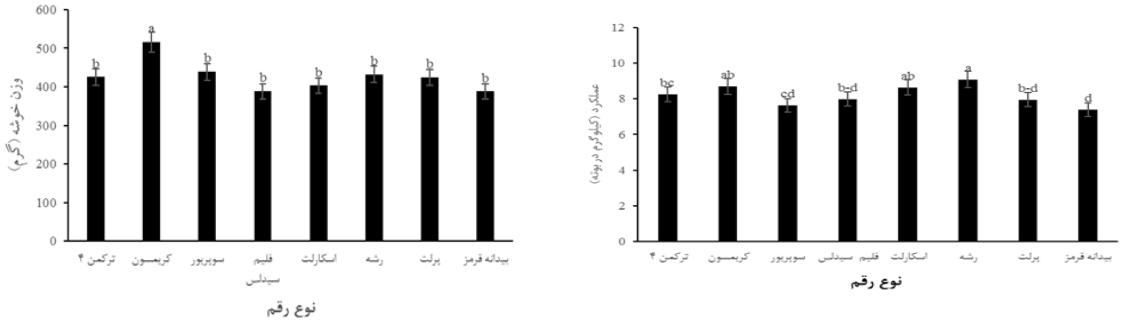
با هدف تغییر رقم و جوانسازی تاک‌ها در شهرستان کوار (روستای نوروزان، آزمایشی طی چهارسال۱۴۰۳-۱۳۹۹ انجام شد. در این آزمایش ارقام سوپریور، کریمسون سیدلس، بیدانه قرمز، ترکمن ۴، رشه، پرلت و فلیم سیدلس و اسکارلت بر رقم غالب منطقه کوار به نام رقم ریش بابا پیوند اسکنه زده شدند(دولتی بانه و همکاران، ۱۳۹۹). شهرستان کوار دارای ارتفاع از سطح دریا ۱۵۱۰ متر و متوسط بارندگی آن ۲۹۰ میلیمتر است، متوسط دمای سالیانه ۲۲، حداکثر دما ۴۴ و حداقل دما ۴- درجه سانتیگراد است. ویژگی‌های کمی همچون وزن حبه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه و عملکرد ثبت گردید. داده های بدست آمده با نرم افزارآماری SPSS تجزیه واریانس شده و مقایسات میانگین ها بروش LSD انجام گردید.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین ها با آزمون LSD نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر وزن حبه انگور وجود داشت به طوری بیشترین میزان وزن حبه در رقم کریمسون با میزان ۵/۹۸ گرم و کمترین میزان وزن حبه در رقم بیدانه قرمز با میزان ۱/۵۲ گرم بدست آمد (نمودار ۱). همچنین نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر تعداد حبه در خوشه انگور وجود داشت به طوری بیشترین میزان تعداد حبه در رقم بیدانه قرمز با میانگین میزان ۲۵۹/۳ حبه بدست آمد که با ارقام ترکمن ۴ با میزان ۲۳۹/۵و رشه با میزان ۲۳۸/۸ حبه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند و کمترین میزان تعداد حبه در رقم اسکارلت با میزان ۸۴/۱۷ و رقم کریسمون با میزان ۸۶/۳۳ حبه بدست آمد که از نظرآماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند (نمودار۱). نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام بر میانگین وزن خوشه انگور وجود داشت به طوری بیشترین میزان وزن خوشه در رقم کریمسون سیدلس با میزان ۵۱۶/۳ گرم و کمترین میزان وزن خوشه در رقم بیدانه قرمز با میزان ۳۸۷/۹ گرم بدست آمد که با رقم فلیم سیدلس با میزان ۳۸۸/۵ گرم از نظر آماری تفاوت معنی داری باهم نداشتند (نمودار ۱). لذا نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر عملکرد در واحد بوته وجود داشت به طوری بیشترین میزان عملکرد در انگور رقم رشه با میزان ۹/۰۸۷ کیلوگرم در بوته و کمترین میزان عملکرد در رقم بیدانه قرمز با میزان۷/۳۹۲ کیلوگرم در بوته بدست آمد (نمودار ۱).







شکل۱- اثر نوع رقم بر ویژگی‌های وزن حبه، تعدادحبه، وزن خوشه و عملکرد ارقام مختلف.

بیشترین شاخص رسیدگی یا نسبت بریکس به اسید آب میوه به رقم بیدانه قرمز و مشابه رقم ترکمن ۴ بود اما کمترین این نسبت در رقم سوپوریور ثبت گردید. از نظر زمان برداشت، ارقام ترکمن ۴ و فلیم سیدلس نسبت به بقیه زودرس‌تر بودند. تأثیرات اقلیمی بر موفقیت پیوند توسط آسانچائو و همکاران (۲۰۱۹) و چیلیک (۲۰۰۰) گزارش شده است. در منطقه کوار بین گیرایی نوع پیوند اسکنه خواب و سبز وجود داشت که اسکنه خواب موفق‌تر بود اما نوع پیوند بر ویژگی‌های کمی و کیفی معنی‌دار نبود و با نتایج ورچیک و همکاران (۲۰۲۰) مطابق بود که نشان دادند، روش‌های پیوند اسکنه سبز و سایر پیوندهای شاخه بریده بسته به شرایط محیطی و زمان اجرا از نظر میزان موفقیت نتایج متفاوتی دارند. تأثیرات اقلیمی بر موفقیت پیوند توسط آسانچائو و همکاران (۲۰۱۹) و چیلیک (۲۰۰۰) گزارش شده است. همچنین شاخص‌های رشدی و به باردهی و عملکرد پیوندک تحت تأثیر محل باغ و نوع پیوند و منطقه است در شهرستان کوار اغلب رقم ریش بابا تحت کشت می باشد که بعد از آن رقم رطبی تحت کشت است و هردو بذردار بوده ولی رقم ریش بابا خیلی دیررس و تا اوایل پاییز ادامه دارد لذا تغییر رقم با ارقام زودرس می تواند بهترین گزینه برای حل برداشت دیرهنگام و افت قیمت باشد.

منابع

دولتی بانه، ح.، نجاتیان، م. ع.، کاووسی، ب.، محمودزاده، ح.، دادار، ع. و احمدی، ج. ۱۳۹. دستورالعمل فنی سرشاخه‌کاری در انگور. انتشارات مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، دانشگاه کردستان، ۲۰ ص

Assunção, M., Santos, C., Brazão, J., Eiras-Dias, J. and Fevereiro, P. 2019. Understanding the molecular mechanisms underlying graft success in grapevine. BMC Plant Biology, 19: 1–17.

Coombe, B. G. and Dry, P. R. 1992. Chapter 1: Propagation. Viticulture, Volume 2: Practices. Winetitles, Adelaide.

Hartman, H. D. and Kester, D. E. 2017. Plant Propagation: Principles and Practices. 9th edition, Pearson Press, 1012 p.

Hunter, J. J., Volschenk, C., Le Roux, D. J., Fouché, G. W. and Adams, L. 2002. Plant material quality: A compilation of research. ARC Infruitec-Nietvoorbij, Private Bag X5026, 7599 Stellenbosch, South Africa, 1–18.

Ozkan, Y. and Gümüs, A. 2001. Effects of different applications on grafting under controlled conditions of walnut (Juglans regia L.). Acta Horticulturae, 544: 515–520.

Sabir, A. 2011. Comparison of green grafting techniques for success and vegetative development of grafted grape cultivars (Vitis spp.). International Journal of Agriculture & Biology, 628–630.

Vrsic, S., Pulkoa, B. and Kocsis, L. 2015. Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. Scientia Horticulturae, 181: 168–173.

Waite, H., Gramaje, D., Whitelaw-Weckert, M., Torley, P. and Hardie, W. J. 2013. Soaking grapevine cuttings in water: A potential source of cross contamination by micro-organisms. Phytopathologia Mediterranea, 52: 359–368.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The response of quantitative and qualitative characteristics of some grape cultivars on Rish Baba grape rootstock

Bijan kavoosi[1*] and Behrooz Hassanpour[2]

1. Agricultural and Horticultural Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran.
2. Agricultural Economics, Social and Extension Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran.

[*]Corresponding Author: kavoosi696@yahoo.com

Abstract

Of course, the goal of establishing a vineyard is to achieve yield, sustainable and economic production, and in the meantime, the production of this product will be subjected to various biological and non-biological factors. In the meantime, the cultivar has a key role in the success of the production of a vineyard, and one of the best options is to change the cultivar of the vineyard with superior commercial cultivars by grafting. With this aim, in this research, commercial grape cultivars (Rashe, Turkman 4, Flame Seedless, Crimson Seedless, Bidaneh-Ghermez, Superior, Scarlet and Perlette) grafted in a irrigated vineyard in Kavar region on Rish Baba rootstock. The experiment was carried out in each separate area and factorially with the basic design of randomized complete blocks in 3 replications. Based on the results, the effect of cultivar type on some quantitative characteristics of grapes in Kavar region under irrigated conditions was significant, but the effect of grafting type (Cleft grafting and green grafting) on the evaluated quantitative or qualitative characteristics was not significant. Also, the interaction between graft type and cultivar did not show a significant effect on any of the traits. The highest berry weight was obtained in the Crimson seedless cultivar with 5.98 grams and the lowest berry weight was obtained in the Bidaneh-Ghermez cultivar with 1.52 grams. Also, the highest number of berries was obtained in the r Bidaneh-Ghermez cultivar with an average of 259.3 berries. The highest cluster weight was related to Crimson seedless cultivar with a weight of 516 grams and the lowest cluster weight was related to Bidaneh-Ghermez cultivar with a weight of 387 grams. However, under the same conditions, the highest yield with a weight of 9 kg per plant was related to Rashe cultivar, while the lowest yield was found in Bidaneh-Ghermez cultivar with a yield of about 7 kg per vine.

Key words: Clift Grafting, Cluster weight, Cultivar, Vineyards, and Yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر کاربرد سلنیوم بر تعادل عناصر غذایی و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم ملس ساوه

میثم اشتری[1*] ، محمدعلی عسکری سرچشمه[1] ، مصباح بابالار[1] و اورنگ خادمی[2]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز ، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی ، دانشگاه تهران،کرج، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *m.ashtari@ut.ac.ir*

چکیده

سلنیوم به‌عنوان یک عنصر کم‌مصرف مفید، تأثیرات قابل‌توجهی بر فرآیندهای رشد گیاه، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و بهبود ویژگی‌های کیفی محصول دارد. هدف این پژوهش، تعیین غلظت بهینه سلنیوم به‌منظور ایجاد تعادل مطلوب بین عناصر غذایی ضروری، ارتقای خواص آنتی‌اکسیدانی و بهبود کیفیت میوه انار رقم 'ملس ساوه' بود. تیمار سلنیوم در چهار غلظت صفر، ۲، ۴ و ۶ میلی‌گرم بر لیتر روی درختان ۱۲ ساله با تراکم کشت ۳×۴ متر در منطقه ساوه انجام شد. عملیات محلول‌پاشی در سه مرحله مختلف رشد میوه و با فواصل یک‌ماهه صورت گرفت. سپس پارامترهای مختلف از جمله؛ درصد آفتاب‌سوختگی و ترک‌خوردگی میوه، بازارپسندی، مقدار عناصر غذایی، میزان تجمع سلنیوم در برگ و میوه، مقادیر؛ مقادیر اسید آسکوربیک، فنل کل، آنتوسیانین و ظرفیت آنتی اکسیدانی مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاربرد سلنیوم در غلظت‌های ۴ و ۶ میلی‌گرم بر لیتر، ضمن افزایش معنی‌دار مقادیر؛ اسید آسکوربیک، فنل کل، آنتوسیانین و ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه، تأثیر چشمگیری بر تعادل عناصر غذایی داشت و درصد آفتاب سوختگی و ترکیدگی را نیز نسبت به شاهد کاهش داد. تیمارهای سلنیوم موجب افزایش قابل‌توجه جذب عناصر ماکرو شامل پتاسیم، نیتروژن و فسفر شدند که نقش کلیدی در رشد و نمو و بهبود کیفیت میوه دارند. همچنین، در بین عناصر میکرو، غلظت آهن و روی در غلظت‌های بالای سلنیوم افزایش یافت، ولی جذب منگنز تأثیر منفی گرفت و کاهش یافت. این یافته‌ها بیانگر آن است که کاربرد بهینه سلنیوم می‌تواند با بهبود جذب عناصر ماکرو و برخی عناصر میکرو، کیفیت و ارزش تغذیه‌ای میوه انار را ارتقا داده و از بروز آفتاب سوختگی و ترک خوردگی تا حد زیادی ممانعت نماید.

واژه‌های کلیدی : انار، سلنیوم، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، عناصر غذایی و فنل کل.

مقدمه

انار *(Punica granatum L)* یکی از قدیمی‌ترین درختان میوه در مناطق مدیترانه‌ای است که به‌دلیل تنوع ژنتیکی بالا، دارای ارقام متعددی با ویژگی‌های طعمی و دارویی متنوع می‌باشد (Hanson et al., 2024). خواص آنتی‌اکسیدانی آن به ترکیبات فنولی مانند آنتوسیانین‌ها و مشتقات اسید الاژیک مرتبط است که از پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می‌کنند. آفتاب‌سوختگی و سفیدشدن آریل از چالش‌های مهم کیفیت انار است که مدیریت پیش از برداشت در کاهش آن نقش کلیدی دارد (ashtari et al., 2019). عناصر معدنی به ویژه سلنیوم، با بهبود رشد و کاهش استرس اکسیداتیو، کیفیت میوه را افزایش می‌دهند (Galić et al., 2021). محلول‌پاشی سلنیوم جذب بهتر و اثرات مثبت‌تری نسبت به مصرف خاکی دارد(Wang et al., 2016) . سلنیوم جذب و متابولیسم گوگرد را تحت تأثیر قرار داده و در جذب سایر عناصر مؤثر است غلظت‌های پایین سلنیوم جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (Fu et al., 2011). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که محلول‌پاشی سلنیوم موجب افزایش رشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود کیفیت میوه‌ها می‌شود(Lu et al., 2022) . برای مثال،

در چای و انار محلول‌پاشی نانو سلنیوم تولید ترکیبات مفید را افزایش داده است. همچنین، سلنیوم در هلو، سیب، گوجه‌فرنگی و گلابی موجب بهبود کیفیت، افزایش ماندگاری و افزایش محتوای ترکیبات مغذی شده است.(Yin et al., 2024).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۲ در یک باغ تجاری انار ملس ساوه در استان مرکزی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار غلظت محلول‌پاشی برگی سلنات سدیم (۰، ۲، ۴ و ۶ میلی‌گرم در لیتر) و سه تکرار اجرا شد. محلول‌پاشی در سه مرحله رشدی (پس از گلدهی کامل و دو بار با فاصله یک ماه از یک دیگر) انجام و درختان شاهد فقط با آب تیمار شدند. نمونه‌گیری برگ در اوایل شهریور و برداشت میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری انجام شد. کلیه نمونه‌ها به آزمایشگاه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران منتقل و صفات مورد نظر ارزیابی گردید. میوه‌های انار در زمان رسیدگی تجاری برداشت و شاخص‌های عملکرد، ترک‌خوردگی (Al-Saif, et al., 2022)، آفتاب‌سوختگی طبق فرمول‌های استاندارد محاسبه شدند. فنل کل به روش فولین سیوکالتو و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با آزمون DPPH اندازه‌گیری گردید. اسید آسکوربیک با روش DCPIP و آنتوسیانین کل با روش pH-differential سنجش شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل کل و کاروتنوئید، از استخراج رنگدانه‌ها با استفاده از حلال مناسب (مانند استون ۸۰٪ یا متانول) و اندازه‌گیری جذب نوری در طول‌موج‌های اختصاصی با دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. پس از عصاره‌گیری، میزان نیتروژن به روش کجلدال و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر (Jenway, PFP England). اندازه‌گیری و بر حسب درصد در برگ بیان شد. غلظت سلنیوم در برگ و میوه با دستگاه جذب اتمی مدل PG (England) به روش شعله تعیین گردید.آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری (SAS ver: 9.3) تجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD = 0.05) استفاده شد. همچنین خطای معیار میانگین‌ها (Standard Error, SE) توسط نرم افزار SAS محاسبه گردید.

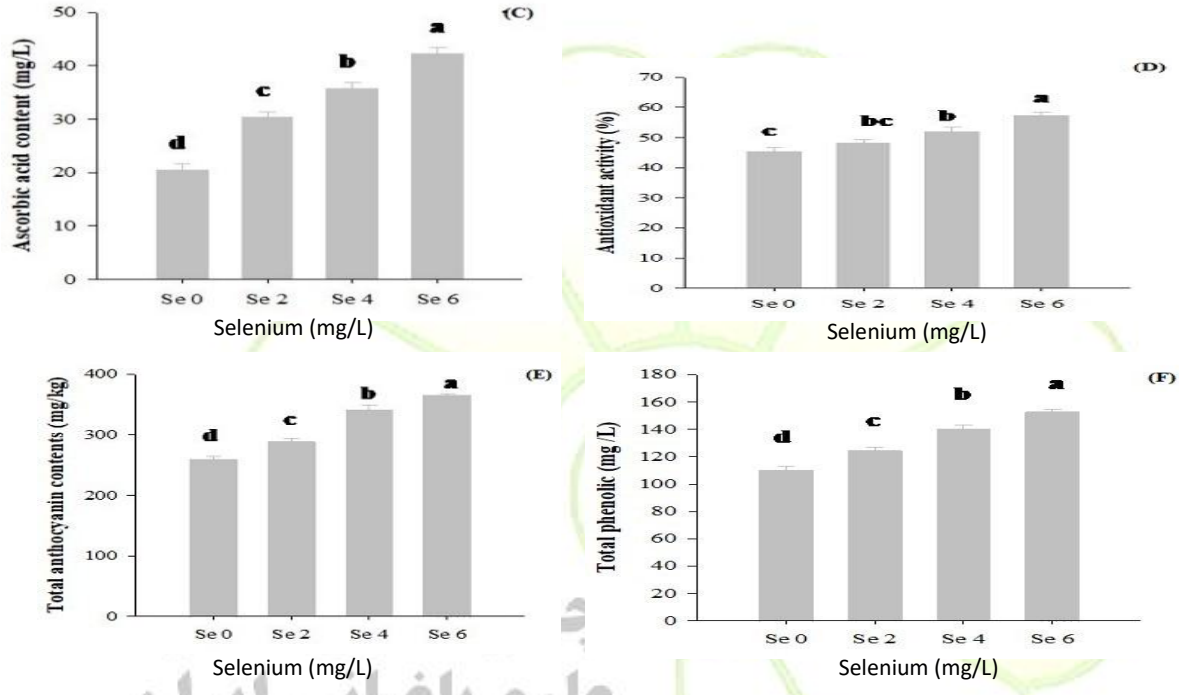
نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد محلول‌پاشی سلنیوم به‌طور معنی‌داری موجب بهبود شاخص‌های کیفی میوه انار شد .تیمارهای سلنیوم با افزایش وزن کل میوه، تعداد میوه و درصد بازارپسندی و کاهش ترک‌خوردگی، آفتاب‌سوختگی اثر مثبتی بر کیفیت میوه داشتند. تیمار ۶ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین تأثیر را نشان داد، به‌طوری‌که وزن میوه از ۲۸/۵ به ۶۶/۲ کیلوگرم و بازارپسندی از ۱۸ به ۶۸/۸ درصد افزایش یافت. این نتایج بیانگر نقش مؤثر سلنیوم در بهبود کیفی و کاهش آسیب‌های فیزیولوژیک و زیستی در انار است . (جدول ۱). علاوه بر این، کاربرد سلنیوم منجر به افزایش قابل توجهی در مقدار ترکیبات فنلی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و محتوای آنتوسیانین‌های میوه شدند. بالاترین مقدار ترکیبات فنل‌ها و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با غلظت ۶ میلی گرم بر لیتر سلنیوم مشاهده گردید (شکل ۱). نتایج پژوهش نشان داد تیمارهای سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر مقدار نیتروژن (N) و سایر عناصر معدنی مانند فسفر (P) ، پتاسیم (K) و خود سلنیوم داشته است، کاربرد سلنیوم (۶ میلی‌گرم بر لیتر سلنیوم) در طول مطالعه، به طور مؤثرتری باعث افزایش مقدار نیتروژن و سایر عناصر معدنی در گیاه شدند(جدول۲). همچنین، این نمونه منجر به افزایش سلنیوم در برگ‌ها و میوه‌ها در طول مطالعه شدند. مطالعات قبل نشان داده‌اند که سلنیوم می‌تواند بر وضعیت تغذیه‌ای گیاهان تأثیر گذاشته و بر جذب و انتقال سایر عناصر معدنی تأثیر متقابل داشته باشد بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین کلروفیل کل برگ در تیمار ۶ میلی‌گرم بر لیتر سلنیوم به میزان ۱/۰۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به‌دست آمد و پس از آن تیمار ۴ میلی‌گرم بر لیتر قرار گرفت. کمترین مقدار در تیمار شاهد ثبت شد که با تیمار ۲ میلی‌گرم بر لیتر اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین، بیشترین میزان کاروتنوئید برگ در تیمار ۶ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

جدول ۱– تأثیر محلول‌پاشی برگی سلنیوم بر وزن کل میوه، تعداد میوه، درصد آفتاب سوختگی، درصد ترک خوردگی، بازار پسندی انار رقم ملس ساوه.

صفات / تیمار	وزن کل میوه‌ها (kg)	تعداد میوه‌ها	درصد آفتاب‌سوختگی (%)	درصد ترک‌خوردگی (%)	بازار پسندی (%)
Control	۲۸/۵d	۱۴۵c	۶۰/۲a	۲۰/۳a	۱۸/۴d
۲ mg/L Se	۴۵/۳c	۱۷۰b	۴۰/۵b	۱۴/۱b	۴۰/۸c
۴mg/L Se	۵۸/۹b	۱۹۸a	۲۵/۶c	۹/۳bc	۶۰/۰b
۶ mg/L Se	۶۶/۲a	۲۱۰a	۱۹/۰d	۷/۱c	۶۸/۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصداختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۱– اثر محلول‌پاشی سلنیوم (Se) در غلظت‌های مختلف بر محتوای اسید اسکوربیک (C)، مقدارفعالیت آنتی اکسیدانی (D)، محتوای آنتوسیانین‌ها (E) و ترکیبات فنلی (F) انار رقم ملس ساوه نشان دهنده میانگین مقادیر سه تکرار ± خطای استاندارد.

سلنیوم با تنظیم فعالیت آنزیم‌های دیواره سلولی مانند پلی‌گالاکتوروناز و اکسپانسین موجب افزایش استحکام بافت میوه و کاهش آسیب‌های فیزیولوژیک می‌شود .(Pezzarossa et al., 2012) این عنصر با بهبود تعادل آب و جلوگیری از نوسانات اسمزی، مقاومت میوه را در برابر تنش‌های محیطی افزایش می‌دهد .(Arunthirumeni et al., 2022) همچنین سلنیوم از طریق افزایش فتوسنتز، محتوای کلروفیل و فعالیت آنزیم‌های کلیدی متابولیسم نیتروژن نظیر نیترات ردوکتاز و گلوتامین سنتتاز، کارایی جذب عناصر غذایی را ارتقا می‌بخشد .(Samynathan et al., 2023)مطالعات نشان داده‌اند که محلول‌پاشی سلنیوم باعث افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ شده و کیفیت میوه را بهبود می‌دهد .(Baker et al., 2018) علاوه بر این، غلظت‌های کم سلنیوم با حفاظت از آنزیم‌های کلروپلاستی، بیوسنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی را تحریک می‌کند، در حالی که غلظت‌های بالا می‌توانند این فرآیند را مهار کنند . این اثرات چندجانبه، نقش مهم سلنیوم را در بهبود کیفیت و عملکرد محصولات باغی مانند انار، سیب و پرتقال تأیید می‌کند .

جدول ۲- تأثیر محلول‌پاشی برگی سلنیوم بر مقدار عناصر ماکرو و سلنیوم در برگ و میوه انار رقم ملس ساوه.

صفات / تیمار	پتاسیم میوه (درصد)	پتاسیم برگ (درصد)	نیتروژن برگ (درصد)	نیتروژن میوه (درصد)	فسفر برگ (درصد)	فسفر میوه (درصد)	مقدار سلنیوم برگ (µg Se kg−1 DW)	مقدار سلنیوم میوه (µg Se kg−1 DW)
Control	۱/۰۴c	۱/۲ c	۰/۹d	۱/۴d	۰/۱۲c	۰/۴c	۱۷d	۰/۰۲d
۲ mg/L Se	۱/۱b	۱/۳ b	۱/۱c	۱/۶c	۰/۱۸b	۰/۵۳b	۱۲۰c	۵۸c
۴ mg/L Se	۱/۳a	۱/۲a	۱/۳b	۱/۷b	۰/۲a	۰/۶a	۲۱۰b	۱۱۵b
۶ mg/L Se	۱/۳a	۱/۵a	۱/۴a	۱/۹a	۰/۲۴a	۰/۶a	۲۵۰a	۱۲۵c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصداختلاف معنی داری ندارند

منابع

Al-Saif, A. M., Mosa, W. F., Saleh, A. A., Ali, M. M., Sas-Paszt, L., Abada, H. S. and Abdel-Sattar, M. 2022. Yield and fruit quality response of pomegranate (Punica granatum) to foliar spray of potassium, calcium and kaolin. Horticulturae. 8(10): 946.

Arunthirumeni, M., Veerammal, V. and Shivakumar, M. S. 2022. Biocontrol efficacy of mycosynthesized selenium nanoparticle using Trichoderma sp. on insect pest Spodoptera litura. Journal of Cluster Science. 33(4): 1645–1653.

Ashtari, M., Khademi, O., Soufbaf, M., Afsharmanesh, H. and Sarcheshmeh, M. A. A. 2019. Effect of gamma irradiation on antioxidants, microbiological properties and shelf life of pomegranate arils cv. 'Malas Saveh'. Scientia Horticulturae. 244: 365–371.

Bakr, B. B., El-Gazzar, A. A., Mansour, N. A. and Fawzy, M. I. 2018. Effect of spraying Washington navel orange trees with selenium on vegetative growth, productivity and fruit quality. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences. 26(Special issue (2D)): 2311–2323.

FU, D. D., DUAN, M. L., LIANG, D. L., WANG, S. S. and WU, X. P. 2011. Effects of selenite and selenate on growth and nutrient absorption of pakchoi. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers. 17(2): 358–365.

Galić, L., Vinković, T., Ravnjak, B. and Lončarić, Z. 2021. Agronomic biofortification of significant cereal crops with selenium—A review. Agronomy. 11(5): 1015.

Hanson, B., Lindblom, S. D., Loeffler, M. L. and Pilon-Smits, E. A. 2004. Selenium protects plants from phloem-feeding aphids due to both deterrence and toxicity. New Phytologist. 162(3): 655–662.

Lu, N., Wu, L., Zhang, X., Zhang, Y. and Shan, C. 2022. Selenium improves the content of vitamin C in the fruit of strawberry by regulating the enzymes responsible for vitamin C metabolism. Plant, Soil & Environment. 68(4).

Pezzarossa, B., Remorini, D., Gentile, M. L. and Massai, R. 2012. Effects of foliar and fruit addition of sodium selenate on selenium accumulation and fruit quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 92(4): 781–786.

Samynathan, R., Venkidasamy, B., Ramya, K., Muthuramalingam, P., Shin, H., Kumari, P. S., et al. 2023. A recent update on the impact of nano-selenium on plant growth, metabolism, and stress tolerance. Plants. 12(4): 853.

Wang, F., Li, Y., Shifa, T. A., Liu, K., Wang, F., Wang, Z., et al. 2016. Selenium-enriched nickel selenide nanosheets as a robust electrocatalyst for hydrogen generation. Angewandte Chemie International Edition. 55(24): 6919–6924.

Yin, K., Bao, Q., Li, J., Wang, M., Wang, F., Sun, B., et al. 2024. Molecular mechanisms of growth promotion and selenium enrichment in tomato plants by novel selenium-doped carbon quantum dots. Chemosphere. 364: 143175.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of selenium application on the balance of nutrients and antioxidant properties of 'Malas Saveh' pomegranate fruit

Meysam Ashtari[1*], Mohammad Ali Askari Sarcheshmeh[1] , Mesbah Babalar[1] and Orang Khademi[2]
1. Department of Horticultural Sciences and Landscape Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
Corresponding Author: m.ashtari@ut.ac.ir

Abstract

Selenium, as a beneficial micronutrient, plays a significant role in regulating plant growth processes, enhancing tolerance to environmental stresses, and improving fruit quality attributes. The aim of this study was to determine the optimal selenium concentration to achieve a desirable balance of essential mineral nutrients, enhance antioxidant properties, and improve the quality of 'Malas Saveh' pomegranate fruit. Selenium treatments at four concentrations (0, 2, 4, and 6 mg L^{-1}) were applied to 12-year-old trees planted at a 3 × 4 m spacing in the Saveh region. Foliar spraying was performed at three distinct fruit developmental stages at one-month intervals. Evaluated parameters included sunburn and fruit cracking incidence, marketability, nutrient content, selenium accumulation in leaves and fruits, and biochemical attributes such as ascorbic acid, total phenolics, anthocyanin content, and total antioxidant capacity. Results showed that selenium application at 4 and 6 mg L^{-1} significantly increased ascorbic acid, total phenolics, anthocyanin content, and total antioxidant capacity, while markedly improving nutrient balance and reducing sunburn and cracking compared with the control. Selenium treatments notably enhanced the uptake of macronutrients—potassium, nitrogen, and phosphorus—which are crucial for growth, development, and fruit quality. Among micronutrients, iron and zinc concentrations increased at higher selenium levels, whereas manganese uptake was negatively affected. These findings indicate that optimal selenium application can improve macronutrient and certain micronutrient uptake, enhance fruit quality and nutritional value, and substantially mitigate sunburn and cracking in pomegranate.

Keywords: Antioxidant capacity, Nutrients, Pomegranate, Selenium, and Total phenols.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نیازهای اکوفیزیولوژیکی، رشد و عملکرد ارقام شاخص پسته در اقلیم نیمه‌خشک

میترا رحمتی[۱*]، محمدرضا نائینی[۲]، عبدالرضا کاوند[۳]، سید رضا کاظمی[۳] و محمد حسینی محمدآبادی[۴]

۱- مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، قم، ایران

۳- مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۴- تولید کننده پسته، قم، ایران

*نویسنده مسئول: *m.rahmati@areeo.ac.ir*

چکیده

پسته (*Pistacia vera* L.) به عنوان یک محصول اقتصادی حیاتی در ایران شناخته می‌شود، اما تغییرات اقلیمی لزوم شناسایی و ارزیابی ارقام جدید با نیازهای اکوفیزیولوژیکی متنوع را ضروری می‌سازد. این مطالعه به بررسی نیازهای سرمایی و گرمایی، خصوصیات فنولوژیکی، قدرت رشد و عملکرد رقم ثبت شده "حسینی" در کنار سه رقم تجاری "اکبری"، "کله‌قوچی" و "احمد آقایی" در منطقه‌ای نیمه‌خشک در قم طی دو سال (۱۴۰۱-۱۴۰۳ شمسی) انجام شد. نیاز سرمایی، که بر اساس مدل‌های ساعت سرمایی، یوتا، یوتای مثبت و دینامیک ارزیابی گردید، به ترتیب در محدوده‌های ۶۶۵ تا ۱۳۸۱ ساعت، ۶۵۲ تا ۱۰۷۶ واحد سرمایی مدل یوتا، ۷۵۱ تا ۱۳۰۵ واحد سرمایی مدل یوتای مثبت و ۳۶ تا ۶۱ بخش سرمایی مدل دینامیک متغیر بود. رقم "حسینی" بالاترین نیاز سرمایی (میانگین ۱۲۷۹ ساعت سرمایی) و کمترین نیاز گرمایی (میانگین ۶۶۴۹ درجه‌ساعت رشد) را نشان داد که منجر به دیرگل‌دهی آن شد. در مقابل، رقم "کله‌قوچی" کمترین نیاز سرمایی (میانگین ۷۴۷ ساعت سرمایی) اما بالاترین نیاز گرمایی (میانگین ۹۱۳۳ درجه‌ساعت رشد) را به خود اختصاص داد که مشخصه زودگل‌دهی آن است. تحلیل اقلیمی نشان داد که هرچند اوج تجمع سرمای مؤثر معمولاً در ماه‌های آذر و دی رخ می‌دهد، افزایش سرمای اواخر فصل در سال ۱۴۰۲ توانست اثرات زمستان‌های ابتدایی گرم‌تر را برای برخی ارقام جبران کند. رقم "حسینی" قدرت رشد برتر (مساحت سطح مقطع تنه ۴۰۷ سانتی‌متر مربع) و عملکرد بالا (۳۰ کیلوگرم بر درخت) را همراه با درشت ترین اندازه میوه (اونس ۱۸) و وزن بالای مغز (۰/۷۸ گرم) به نمایش گذاشت. این نتایج بر اهمیت درک نیازهای اکوفیزیولوژیکی خاص جهت بهینه‌سازی کشت پسته در مناطق متأثر از تغییرات اقلیمی تأکید کرده و رقم "حسینی" را به عنوان یک رقم جدید نویدبخش برای تولید تجاری معرفی می‌نماید.

واژه‌های کلیدی : اونس، رقم، نیاز سرمایی، نیاز گرمایی، مساحت سطح مقطع تنه.

مقدمه

پسته در ایران از اهمیت اقتصادی و فرهنگی بسزایی برخوردار بوده و یکی از اقلام اصلی صادرات غیرنفتی کشور محسوب می‌شود. با این حال، صنعت پسته با چالش‌های فزاینده‌ای مواجه است که عمدتاً ناشی از تغییرات اقلیمی می‌باشد؛ این تغییرات بر نیازهای حیاتی سرمایی و گرمایی برای شکستن موفقیت‌آمیز رکود و به دنبال آن گل‌دهی و تشکیل میوه تأثیر می‌گذارد. یکنواختی ژنتیکی در میان ارقام تجاری رایج، آسیب‌پذیری آن‌ها را در برابر تنش‌های محیطی و الگوهای اقلیمی متغیر تشدید می‌کند. از این رو، شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های جدید پسته با پتانسیل عملکرد بالا و ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی متنوع، برای تضمین پایداری و رقابت‌پذیری تولید پسته ایران حیاتی است. هدف این مطالعه، پر کردن شکاف‌های اطلاعاتی موجود از طریق ارزیابی سیستماتیک رقم اخیرا ثبت شده "حسینی" در مقایسه با سه رقم تجاری تثبیت‌شده، با تمرکز بر نیازهای اکوفیزیولوژیکی، ویژگی‌های رشد و عملکرد آن‌ها در شرایط نیمه‌خشک استان قم بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه دو ساله (۱۴۰۱-۱۴۰۳) در یک باغ تجاری در استان قم ایران (عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۷۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۸۶ دقیقه شرقی) انجام شد. درختان ۲۰ ساله سه رقم "حسینی"، "اکبری"، "کله‌قوچی" و "احمد آقایی"، با فاصله کاشت ۷ در ۲ متر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

داده‌های دمای حداقل و حداکثر روزانه از ایستگاه هواشناسی قم جمع‌آوری شد. دماهای ساعتی با استفاده از بسته chillR در نرم‌افزار آماری R تخمین زده شدند (لودلینگ، ۲۰۲۰). شروع تجمع نیاز سرمایی، زمانی در نظر گرفته شد که تجمع واحدهای سرمایی پایدار بوده و دماهای دارای تأثیر منفی بر تجمع سرما به ندرت رخ داد. نیازهای سرمایی برای شکستن رکود جوانه‌ها با استفاده از چهار مدل شناخته شده کمی‌سازی شدند. مدل ساعت سرمایی مجموع ساعت‌هایی که دمای هوا در فصل رکود بین ۰ تا ۷ درجه سانتی‌گراد است. مدل یوتا دماهای مؤثر بین ۱ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد را در نظر می‌گیرد و تأثیر منفی دماهای بالاتر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد را لحاظ می‌کند. مدل یوتای مثبت مشابه مدل یوتا است اما اثر منفی دماهای کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد را نادیده می‌گیرد. در مدل دو مرحله‌ای دینامیک تجمع سرما ابتدا به صورت محصول حد واسط اتفاق می‌افتد که می‌تواند توسط دماهای بالا خنثی شود، اما پس از تجمع سرمای کافی، برگشت‌ناپذیر می‌گردد (ارز، ۲۰۰۰). شکستن رکود به صورت هفتگی از طریق جمع‌آوری ۱۰ شاخه از درختان، ضدعفونی آن‌ها با قارچ‌کش کاپتان و قرار دادن انتهای شاخه‌ها در محلول ۵ درصد ساکارز در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد به مدت سه هفته تعیین گردید. تاریخ برداشت شاخه‌هایی که ۵۰ درصد جوانه‌های گل آن‌ها طی دو هفته متوالی به مرحله ظهور خوشه رسیدند، به عنوان تاریخ شکستن رکود ثبت شد. نیاز گرمایی به صورت درجه‌ساعت رشد تجمعی (GDH) از زمان شکستن رکود تا رسیدن ۵۰ درصد جوانه‌های گل به مرحله "خوشه شل" محاسبه شد (ژانگ و تیلور، ۲۰۱۱). هر درجه‌ساعت رشد به عنوان یک ساعت در دمای یک درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای پایه (۴/۵ درجه سانتی‌گراد) در نظر گرفته شد. برای دماهای ساعتی بین دمای پایه تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، درجه‌ساعت رشد از تفاضل دمای پایه از دماهای ساعتی محاسبه شد. دمای هوای بین ۲۵ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد معادل ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (آلونسو سگورا و همکاران، ۲۰۰۵).

مساحت سطح مقطع تنه (TCSA) در بالای محل پیوند، به عنوان شاخص قدرت رشد اندازه‌گیری شد (رحمتی و همکاران، ۱۴۰۲). عملکرد مطلق به صورت کیلوگرم پسته بر درخت ثبت گردید. بازدهی عملکرد به عنوان نسبت عملکرد به مساحت سطح مقطع تنه محاسبه شد. سایر صفات مرتبط با عملکرد، نظیر اندازه میوه (اونس) و وزن مغز نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

تحلیل تجمع سرما در ایستگاه هواشناسی قم نشان داد که مؤثرترین دماهای سرمایی عمدتاً در ماه‌های دی و بهمن اتفاق افتاد. قابل توجه است که تجمع سرما در سال زراعی ۱۴۰۱ زودتر و به میزان بیشتری نسبت به سال ۱۴۰۲ رخ داد. در نتیجه، در سال ۱۴۰۱، تمامی ارقام مورد بررسی با سرعت بیشتری به مرحله شکستن رکود داخلی خود رسیدند. به استثنای رقم "کله‌قوچی" که نیاز سرمایی آن حداکثر تا بهمن ماه تکمیل شد، در سایر ارقام تکمیل نیاز سرمایی تا اسفند ماه به طول انجامید و پس از آن زمان باز شدن گل آن‌ها تابعی از تأمین نیاز گرمایی جوانه‌های گل بود. تفاوت ارقام در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱- نیاز سرمایی و گرمایی ارقام پسته برای شکستن رکود و گلدهی در منطقه قم (میانگین سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳).

رقم	نیاز سرمایی (ساعت سرمایی)	نیاز سرمایی (واحد یوتا)	نیاز سرمایی (واحد یوتای مثبت)	بخش سرمایی (واحد دینامیک)	نیاز گرمایی (درجه‌ساعت رشد)
حسینی	۱۲۷۹	۱۰۴۵	۱۲۷۶	۶۰	۶۶۴۹
کله‌قوچی	۷۴۷	۶۴۹	۷۱۲	۳۶	۹۱۳۳
اکبری	۱۲۵۷	۱۰۳۵	۱۱۴۵	۶۰	۷۶۶۲
احمد آقایی	۹۸۵	۸۴۳	۹۳۴	۴۷	۹۲۳۹

همانطور که در جدول ۱ مشهود است، رقم "حسینی" بالاترین میانگین نیاز سرمایی (۱۲۷۹ ساعت سرمایی، ۶۰ بخش سرمایی دینامیک) و در مقابل، کمترین نیاز گرمایی (۶۶۴۹ درجه‌ساعت رشد) را نشان داد. این ترکیب به فنولوژی دیرگل‌دهی مشخص این رقم، مشابه رقم "اکبری" انجامید. در مقابل، رقم "کله‌قوچی" دارای کمترین میانگین نیاز سرمایی (۷۴۷ ساعت سرمایی، ۳۶ بخش سرمایی دینامیک) اما بالاترین نیاز گرمایی (۹۱۳۳ درجه‌ساعت رشد) بود که با ویژگی زودگل‌دهی آن مطابقت دارد. این سازگاری به آن اجازه می‌دهد حتی در زمستان‌های با سرمای کمتر نیز عملکرد قابل قبولی داشته باشد. "اکبری" نیاز سرمایی بالایی (۱۲۵۷ ساعت سرمایی، ۶۰.۰ بخش سرمایی دینامیک) و نیاز گرمایی متوسطی (۷۶۶۲ درجه‌ساعت رشد) داشت. دیرگل‌دهی این رقم در سال‌هایی با سرمای ناکافی مستعد تأخیر در گل‌دهی است. "احمد آقایی" نیاز سرمایی متوسط (۹۸۵ ساعت سرمایی، ۴۶.۹ بخش سرمایی دینامیک) و نیاز گرمایی بالایی (۹۲۳۹ درجه‌ساعت رشد) را نشان داد. این رقم علیرغم کاهش سرمای اوایل زمستان در سال ۱۴۰۲، تا حدودی در گل‌دهی انعطاف‌پذیری نشان داد. این یافته‌ها با نتایج بدست آمده توسط راحمی و پاکیش (۲۰۰۹) و نجفی و طاهری (۲۰۱۵) مطابقت داشت.

اقلیم نیمه‌خشک قم، که با زمستان‌های معتدل و متغیر همراه با یخبندان‌های گاه‌به‌گاه مشخص می‌شود، بر مطلوبیت مدل‌های سرمایی یوتا مثبت و دینامیک تأکید می‌کند، چرا که آن‌ها تعاملات پیچیده‌تر دماها بر شکستن رکود را بهتر محاسبه می‌کنند. روند اقلیمی مشاهده شده، به‌ویژه کاهش سرمای اوایل زمستان که با افزایش سرمای اواخر زمستان جبران شد، نشان‌دهنده مزیت بالقوه برای ارقام با نیاز سرمایی کمتر (مانند "کله‌قوچی") است. برعکس، ارقام با نیاز سرمایی بالا همچون "حسینی" و "اکبری" ممکن است در صورت تداوم گرم‌تر شدن پاییز و اوایل زمستان، با اختلال در جوانه‌زنی یکنواخت و گل‌دهی مواجه شوند که لزوم استراتژی‌های مدیریتی تطبیقی را برجسته می‌سازد (ارز، ۲۰۰۰؛ ژانگ و تیلور، ۲۰۱۱).

"حسینی" با بالاترین میانگین مساحت سطح مقطع تنه (۴۰۷ سانتی‌متر مربع)، از نظر قدرت رشد به طور معنی‌داری برتر از سایر ارقام بود. این رشد رویشی قوی، به بالاترین عملکرد مطلق (۳۰ کیلوگرم بر درخت) در میان ارقام مورد ارزیابی منجر شد که پتانسیل بالای آن را برای تولید تجاری نشان می‌دهد. "کله‌قوچی" کوچکترین مساحت سطح مقطع تنه و اندازه درخت را داشت.

در مورد بازدهی عملکرد (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع TCSA)، "اکبری" بالاترین بازدهی (۰/۰۸) را نشان داد، که "حسینی" (۰/۰۷) با اختلاف کمی در جایگاه بعدی قرار گرفت. این نشان‌دهنده تعادل مطلوب بین رشد رویشی و زایشی در این دو رقم است (رحمتی و همکاران، ۱۴۰۲). ارقام "کله‌قوچی" و "احمد آقایی" بازدهی عملکرد پایین‌تری (حدود ۰/۰۵) داشتند. در زمینه خصوصیات میوه، "حسینی" درشت‌ترین آجیل را تولید کرد که با کمترین عدد اونس (۱۸) و وزن مغز به طور معنی‌داری بالاتر (۰.۷۸ گرم) نسبت به ارقام تجاری مشخص شد. درصد خندانی ارقام متفاوت بود؛ "اکبری" و "احمد آقایی" بالاترین درصد (۶۶٪) را داشتند، "حسینی" در حد متوسط (۵۲٪) و "کله‌قوچی" کمترین (۴۳٪) را به خود اختصاص داد.

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که "حسینی" به عنوان یک رقم جدید نویدبخش، به دلیل قدرت رشد بالا، پتانسیل عملکرد برتر، اندازه درشت میوه و پروفایل تغذیه‌ای مطلوب (محتوای بالای اسید اولئیک) برجسته است. اگرچه با توجه درشت بودن اندازه آجیل و اندازه بزرگ مغز نیازهای اکوفیزیولوژیکی خاص آن، به ویژه نیاز سرمایی بالاتر، باید برای برنامه‌ریزی بهینه کشت در مناطق با دماهای زمستانی متغیر در نظر گرفته شود. یافته‌های این پژوهش برای تصمیم‌گیری آگاهانه در انتخاب ارقام مناسب پسته برای تولید پایدار، به ویژه در مواجهه با تغییرات اقلیمی مداوم، حیاتی هستند. تحقیقات آتی می‌تواند به بررسی عملکرد طولانی‌مدت این ارقام تحت سناریوهای اقلیمی پیش‌بینی شده و ارزیابی اثربخشی روش‌های افزایش سرما برای ارقام با نیاز سرمایی بالا در زمستان‌های گرم‌تر بپردازد.

منابع

رحمتی، م.، کاوند، ع. و گلکار، غ. ۱۴۰۲. ارزیابی خصوصیات ریخت‌شناسی، قدرت رشد و عملکرد چند رقم بادام در شرایط محیطی نی‌ریز استان فارس. نهال و بذر، ۳۹(۲): ۲۲۸-۲۵۱.

Alonso Segura, J.M., Anson, J.M., Espiau, M.T. and Socias i Company, R. 2005. Determination of endodormancy break in almond flower buds by a correlation model using the average temperature of different day intervals

and its application to the estimation of chill and heat requirements and blooming date. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130(3): 308–318.

Erez, A. 2000. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: Erez, A. (Ed.), Temperate Fruit Crops in Warm Climates. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands, pp. 17–48.

Luedeling, E. 2020. Future chill risk assessment using chillR. Acta Horticulturae, 1280: 225–232.

Najafi, M. and Taheri, M. 2015. Phenological and pomological characteristics of five pistachio cultivars in Mahneshan, Zanjan. Seed and Plant Journal, 31(4): 565–580.

Rahemi, M. and Pakkish, Z. 2009. Determination of chilling and heat requirements of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. Agricultural Sciences in China, 8(7): 803–807.

Zhang, J. and Taylor, C. 2011. The dynamic model provides the best description of the chill process on 'Sirora' pistachio trees in Australia. HortScience, 46(3): 420–425.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Ecophysiological Requirements, Growth, and Yield Performance of Prominent Pistachio Varieties in a Semi-Arid Climate

Mitra Rahmati[1*], Mohammad Reza Naeini[2], Abdo Reza Kavand[3], Seyed Reza Kazemi[3] and Mohammad Hosseini Mohammadabadi[4]

1. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Qom Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Qom, Iran
3. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4. Pistachio Producer, Qom, Iran

Corresponding Author: m.rahmati@areeo.ac.ir

Abstract

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is recognized as a vital economic crop in Iran, yet climate change necessitates the identification and evaluation of new cultivars with diverse ecophysiological requirements. This study investigated the chilling and heat requirements, phenological characteristics, growth vigor, and yield of the newly registered cultivar 'Hosseini' alongside three commercial cultivars: 'Akbari', 'Kalleh Ghouchi', and 'Ahmad Aghaei'. The research was conducted in a semi-arid region of Qom, Iran, over two years (2022-2024). Chilling requirements, assessed using the Chill Hours, Utah, Positive Utah, and Dynamic models, ranged from 665 to 1381 hours, 652 to 1076 Utah chilling units, 751 to 1305 Positive Utah chilling units, and 36 to 61 Dynamic chill portions, respectively. The 'Hosseini' cultivar exhibited the highest chilling requirement (mean 1279 Chill Hours) and the lowest heat requirement (mean 6649 growing degree hours), leading to its late-flowering characteristic. In contrast, the 'Kalleh Ghouchi' cultivar showed the lowest chilling requirement (mean 747 Chill Hours) but the highest heat requirement (mean 9133 growing degree hours), which is characteristic of its early-flowering nature. Climatic analysis revealed that while the peak accumulation of effective chilling typically occurred in December and January, an increase in late-season chilling in 2023-2024 managed to compensate for the effects of warmer early winters for some cultivars. The 'Hosseini' cultivar demonstrated superior growth vigor (407 cm^2 trunk cross-sectional area) and high yield (30 kg per tree), along with the largest fruit size (18 ounce count) and high kernel weight (0.78 g). These results emphasize the importance of understanding specific ecophysiological requirements for optimizing pistachio cultivation in regions affected by climate change and introduce 'Hosseini' as a promising new cultivar for commercial production.

Keywords: Chilling requirement, Cultivar, Heat requirement, Ounce , Trunk cross-sectional area (TCSA).

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

بررسی ویژگی‌های رشدی و عملکرد ارقام توت فرنگی به‌منظور امکان‌سنجی تولید خارج از فصل در شرایط کشت هیدروپونیک در فضای باز بوشهر

زهرا فرشید[1*] و سعید عشقی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *zahra.farshid@hafez.shiraz.ac.ir*

چکیده

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*) یکی از ارزشمندترین ریزمیوه‌ها به‌دلیل کیفیت تغذیه‌ای بالا و تقاضای بازار محسوب می‌شود. در ایران، تولید توت‌فرنگی عمدتاً به فصل بهار محدود می‌شود که علت آن شرایط اقلیمی و فصل رشد کوتاه است. با این حال، افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای میوه‌های محلی و خارج از فصل، با وجود امکان کشت خارج از فصل محصولات کشاورزی در فضای باز مناطق گرمسیری نظیر استان بوشهر در سال های اخیر توسعه پیدا کرده است. امکان کشت توت فرنگی خارج از فصل در فضای باز باعث تولید نوبرانه با هزینه تولید کمتر باعث می شود محصولاتی نظیر توت فرنگی بصورت دائم با قیمت کمتری در بازار در دسترس مصرف کنندگان قرار گیرد. این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های رشدی و عملکرد هفت رقم توت‌فرنگی شامل آلبیون، کاماروسا، سابرینا، سلوا، پاروس، سان‌آندریاس و آروماس به منظور امکان سنجی تولید خارج از فصل در شرایط کشت بدون خاک در فضای باز بوشهر انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. صفات مورفولوژیکی شامل عملکرد تک بوته، ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن خشک شاخساره، قطر تاج، سطح برگ و ابعاد میوه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که رقم سابرینا از نظر ارتفاع (۲۳/۰۰ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۳۴/۰۰)، وزن خشک شاخساره (۲۲/۵۰ گرم) به‌طور معنی‌داری برتر از سایر ارقام بود. رقم سلوا بیشترین طول میوه (۴/۸۳ سانتی‌متر) و ارقام سابرینا و سان‌آندریاس بیشترین قطر میوه (۳/۵۲ سانتی‌متر) را داشتند. بیشترین عملکرد تک‌بوته نیز در رقم سلوا (۱۰۵/۶۴ گرم) مشاهده شد. به‌طور کلی، رقم سابرینا در چندین ویژگی رشدی عملکرد بهتری نشان داد و می‌تواند به‌عنوان گزینه‌ای امیدبخش برای تولید توت‌فرنگی خارج از فصل در سیستم کشت بدون خاک در فضای باز مناطق گرمسیری معرفی شود. با این حال، انجام مطالعات بیشتر در زمینه ویژگی‌های بیوشیمیایی و کیفیت میوه برای توصیه‌های تجاری و کاربرد گسترده‌تر ضروری است.

واژگان کلیدی: توت فرنگی، تولید خارج از فصل، فضای باز، کشت بدون خاک.

مقدمه

میوه‌ها به دلیل ارزش غذایی بالا، به‌عنوان غذاهایی سالم شناخته می‌شوند و بهبود کیفیت آن‌ها همراه با افزایش تولید، یکی از اولویت‌های کشاورزی مدرن به‌شمار می‌رود. یکی از مغذی‌ترین و خوش‌طعم‌ترین ریزمیوه‌های جهان،توت فرنگی (*Fragaria × ananassa*) است (Giampieri *et al*., 2014). کشت توت‌فرنگی به‌دلیل سودآوری بالا، در بسیاری از کشورها رایج بوده و طی ۲۰ سال اخیر، سطح زیر کشت آن در جهان دو برابر شده است؛ روندی که در ایران نیز در حال گسترش است (Rahim Doust *et al*., 2023). بیشترین میزان تولید این محصول در هوای آزاد در ایران در فصل بهار در ماههای اردیبهشت و خرداد و به میزان کمتر در اواخر تابستان و اوایل پاییز می‌باشد. تولید توت فرنگی در پاییز و زمستان با محدودیت‌هایی روبه رو بوده که سبب افزایش قیمت آن می‌گردد (شیردل و همکاران،۱۳۹۶). استان بوشهر با زمستان‌هایی معتدل و بدون یخبندان، ظرفیت مناسبی برای تولید توت‌فرنگی در فصول پاییز و زمستان دارد؛ به‌ویژه اگر از روش‌های نوین مانند کشت هیدروپونیک بهره گرفته شود. کشت هیدروپونیک، که بر پایه رشد گیاه در محلول غذایی بدون خاک استوار است، امکان مدیریت دقیق تغذیه، دما و رطوبت را فراهم می‌سازد و می‌تواند عملکرد و کیفیت محصول را در شرایط

غیراستاندارد محیطی بهبود بخشد(Rahim Doust *et al.*, 2023). این روش در هوای آزاد مناطق جنوبی کشور، به‌ویژه در دوره‌هایی که دمای شبانه از آستانه تنش پایین‌تر نمی‌رود، می‌تواند راهکاری پایدار و اقتصادی برای تولید توت‌فرنگی خارج از فصل باشد . همچنین توانایی بالای سیستان‌های کشت هیدروپونیک فضای باز در تنظیم مؤثر تعادل مواد مغذی و مقاومت نسبی آن در برابر تنش‌های دما و رطوبت، می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت تغذیه‌ای محصول شود. از طرفی انتخاب ارقام مناسب مناسب به منظور کشت در هوای آزاد در این مناطق از عوامل مهم و کلیدی در افزایش عملکرد و تولید این محصول می‌باشد. با این حال، اکثر پژوهش‌ها در فضای بسته یا گلخانه انجام شده‌اند، و بررسی کشت هیدروپونیک و خاکی در هوای آزاد و در اقلیم گرمسیری، همچون بوشهر، کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. این تحقیق در راستای پر کردن این خلأ پژوهشی انجام می‌شود.با توجه به موارد فوق، هدف اصلی این پژوهش، بررسی ویژگی‌های رشدی و عملکرد ارقام توت‌فرنگی با هدف امکان‌سنجی تولید خارج از فصل در شرایط کشت هیدروپونیک در فضای باز استان بوشهر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی امکان سنجی کشت توت فرنگی در مناطق گرمسیری و تعیین رقم برتر از نظر میزان رشد و عملکرد طرح پژوهشی در منطقه گورک از استان بوشهر طراحی و اجرا گردید. کشت هفت رقم توت فرنگی آلبیون (Albion)، کاماروسا (Camarosa)، سابرینا (Sabrina)، سلوا (Selva)، پاروس (Paros)، سان آندریاس (San andreas) و آروماس (Aromas) در سیستم فضای باز بدون خاک، بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نشاهای تهیه شده از سنندج در یک سیستم کشت بدون خاک در گلدان‌های پلاستیکی سایز ۷ (اندازه دهانه ۲۲ سانتی متر و ارتفاع ۱۹/۵سانتیمتر)، در بسترهای ۵۰٪ کوکوپیت و ۵۰٪ پرلیت (چهار تکرار و هر تکرار ده گیاه) کشت شدند. به‌منظور ضد عفونی کردن اولیه بعد از کاشت یک مرتبه از قارچکش روورال تی اس یا ایپرودیون+کاربندازیم (Rovral-TS (WP 52.5 %) با اثر حفاظتی و سیستمیک با غلظت ۱٪، استفاده و یک روز بعد از کشت گلدان‌ها به همراه قارچکش آبیاری گردیدند. منبع آب مورد استفاده آب چاه با هدایت الکتریکی ۳/۸۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. تهیه محلول غذایی طبق روش هوگلند (جدول ۱) انجام شد. pH حدود ۵/۸ نگه داشته شدند. کود دهی به صورت یک روز در میان انجام شد. پس از پنج ماه میوه‌های هر رقم برداشت و فاکتورهای مورفولوژیکی وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، سطح برگ، تعداد برگ، ارتفاع گیاه، قطر تاج، متوسط طول، عرض و وزن میوه مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها با نرم افزار SAS نسخه ۴/۹ آنالیز شدند.

جدول ۱- محلول غذایی طبق روش هوگلند.

ردیف		ترکیب	غلظت محلول پایه g/L	حجم محلول پایه به ازای هر لیتر محلول نهایی cc/L	غلظت نهایی هر عنصر cc/150L
۱	عناصر پرمصرف	نیترات کلسیم Ca(N03)2-4H20	۲۳۶	۴	۹۰۰
۲		نیترات پتاسیم KNO3	۱۰۱	۶	۶۰۰
۳		فسفیت پتاسیم H2KO3P	۱۳۶	۲	۳۰۰
۴		سولفات پتاسیم K_2SO_4	۲۴۶	۲	۳۰۰
۵		آمونیوم دی هیدروژن فسفات $NH_4H_2PO_4$	۱۱۵	۱	۱۵۰
۶		اسید بوریک *H3BO3*	۲/۸۶		
۷	عناصر کم مصرف	کلرید منگنز MnCl2	۱/۱۸	۱	۱۵۰
۸		سولفات روی ZnSO4	۰/۲۲		
۹		سولفات مس CuSO4	۰/۰۸۶		

۱۰		مولیبدات 4Mo 2Na	۰/۰۲		
۱۱		آهن ۶٪	۶/۶۶		
۱۲	تنظیم pH محلول	اسید نیتریک *HNO3*	–	۰/۳	۴۵

نتایج و بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده، رقم سابرینا بیشترین میزان ارتفاع بوته (۲۳/۰۰ سانتی‌متر) را در مقایسه با سایر ارقام در شرایط کشت فضای باز هیدروپونیک را داشت. اگرچه با برخی ارقام اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین ارتفاع بوته در رقم پاروس و سان‌آندریاس مشاهده شد. قطر تاج در تمامی ارقام به جز پاروس از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. بیشترین و کمترین تعداد برگ به ترتیب در رقم سابرینا (۳۴/۰۰) و آلبیون (۱۹/۲۵) مشاهده گردید. رقم آلبیون بیشترین میزان سطح برگ (۳۲/۷۰ سانتی‌متر مربع) را داشت. اگر چه با ارقام کاماروسا، سان‌آندریاس و سابرینا اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان سطح برگ در رقم پاروس (۱۱/۶۴ سانتی‌متر مربع) مشاهده شد که با رقم سلوا از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. رقم ساندریاس بالاترین میزان وزن تر شاخساره (۹۱/۵۰ گرم) و رقم پاروس (۴۰/۲۵ گرم) کمترین میزان را داشت. بیشترین و کمترین وزن خشک شاخساره به‌ترتیب در ارقام سابرینا (۲۲/۵۰ گرم) و پاروس (۱۱/۵۰ گرم) مشاهده گردید. بیشترین وزن تر ریشه را رقم سان آندریاس به میزان ۷۲/۰۰ گرم داشت که با برخی ارقام مورد پژوهش اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین وزن تر ریشه در رقم آروماس به میزان ۳۹/۰۰ گرم مشاهده گردید. تمامی ارقام مورد پژوهش از نظر وزن خشک ریشه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۲)

رقم‌های سلوا (۴/۸۳ سانتی‌متر) و پاروس (۴/۷۷ سانتی‌متر) بیشترین میانگین طول میوه و رقم آلبیون کمترین میانگین طول میوه (۳/۱۴ سانتی‌متر) را در بین ارقام مورد بررسی داشت. ارقام سابرینا و سان‌آندریاس بالاترین میانگین عرض میوه (۳/۵۲ سانتی‌متر) را داشتند. اگر چه با رقم سلوا اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. کمترین میانگین عرض میوه در رقم آلبیون مشاهده گردید. بیشترین و کمترین میانگین وزن میوه به‌ترتیب در ارقام پاروس (۳۸/۲۵ گرم) و آروماس (۱۲/۶۲ گرم) مشاهده گردید. عملکرد تک بوته در رقم سلوا (۱۰۵/۶۴ گرم) نسبت به سایر ارقام به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. کمترین عملکرد تک بوته در رقم آلبیون مشاهده گردید(جدول ۳).

جدول ۲- بررسی خصوصیات مورفولوژیکی هفت رقم توت فرنگی در شرایط کشت هیدروپونیک فضای باز.

رقم	ارتفاع (cm)	قطر تاج(mm)	تعداد برگ	سطح برگ(cm^2)	وزن شاخساره (گرم)	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
سان‌آندریاس	۱۴/۱۲cd	۳۰/۵۰ a	۲۹/۵ab	۲۷/۰۰a-c	۹۱/۵۰a	۱۸/۵۰a-c	۷۲/۰۰a	۱۵/۰۰a
آروماس	۱۷/۰۰bc	۳۱/۵۰a	۲۵/۰a-c	۲۱/۰۸cd	۴۷/۵۰cd	۱۳/۵۰cd	۳۹/۰۰b	۱۰/۲۵a
پاروس	۱۰/۶۲d	۲۵/۲۰b	۱۸/۲۵c	۱۱/۶۴e	۴۰/۲۵d	۱۱/۵۰d	۵۱/۵۰ab	۱۴/۷۵a
سلوا	۲۰/۶۲ab	۳۲/۲۵ a	۲۲/۵bc	۱۷/۴۸de	۵۶/۵۰b-d	۱۵/۷۵b-d	۵۹/۰۰ab	۱۶/۵۰a
سابرینا	۲۳/۰۰a	۳۴/۸۷a	۳۴/۰ a	۲۴/۰۲a-d	۷۷/۵۰ab	۲۲/۵۰a	۲۵/۵۵ab	۱۹/۵۰a
کاماروسا	۲۰/۸۷ab	۳۱/۵۰ a	۲۹/۵ab	۳۰/۳۳ab	۷۰/۰۰a-c	۲۱/۰۰ab	۵۷/۰۰ab	۱۴/۷۵a
آلبیون	۱۸/۶۲a-c	۳۳/۵۰ a	۱۹/۲۵c	۳۲/۷۰a	۷۲/۵۰a-c	۱۹/۵۰a-c	۶۰/۷۵ab	۱۷/۰۰a

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشترک ، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن درسطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- بررسی خصوصیات میوه هفت رقم توت فرنگی در شرایط کشت هیدروپونیک فضای باز.

رقم	میانگین طول میوه(cm)	میانگین عرض میوه(cm)	میانگین وزن میوه(گرم)	عملکرد تک بوته (گرم در بونه)
سان‌آندریاس	۳/۹۷b	۳/۵۲a	۱۶/۸۷bc	۴۵/۳۶f
آروماس	۳/۶۶c	۳/۲۰b	۱۲/۶۲c	۷۱/۳۴b
پاروس	۴/۷۷a	۳/۲۰b	۳۸/۲۵a	۸۷/۱۹c
سلوا	۴/۸۳a	۳/۳۰ab	۲۱/۱۲b	۱۰۵/۶۴a
سابرینا	۳/۹۲bc	۳/۵۲a	۲۰/۳۷bc	۹۰/۳۲b
کاماروسا	۳/۶۷c	۳/۱۷b	۱۵/۳۷bc	۶۲/۹۷e
آلبیون	۳/۱۴d	۲/۷۱c	۱۵/۱۲bc	۳۳/۱۸g

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشترک ، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن درسطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

در این پژوهش، تعداد برگ در هفت رقم توت‌فرنگی مورد بررسی، بین ۱۸/۲۵ تا ۳۴ برگ در هر بوته متغیر بود. این یافته با نتایج Moshiur Rahmanو همکاران (۲۰۱۳) هم‌راستا بود که بیان داشتند تعداد برگ‌ها تحت تأثیر ترکیب عوامل ژنتیکی و محیطی است. رقم آلبیون دارای بیشترین سطح برگ اما کمترین طول و عرض میوه بود، که ممکن است به دلیل پدیده سایه‌اندازی در برگ‌های انبوه و کاهش راندمان فتوسنتز باشد (Miri *et al.*, 2020).Mochizuki و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که ممکن است تحت بار سنگین میوه، میزان شاخص سطح برگ پایین‌تری مشاهده شود. عملکرد، حجم میوه، وزن میوه تازه و قطر میوه، ویژگی‌های چندژنی و کمی هستند که تا حد زیادی توسط ژنتیک رقم تعریف می‌شوند و وراثت‌پذیری بالایی دارند، حتی اگر محیط بر عملکرد تولیدی ارقام توت‌فرنگی تأثیر بگذارد (Miri *et al.*, 2020). در مقایسه با مطالعات انجام‌شده در شرایط اقلیمی دیگر از جمله ایتالیا (Caracciolo *et al*., 2013; Del Bubba *et al*, 2016; Nin *et al*., 2017) دامنه وزن میوه در این پژوهش گسترده‌تر بود، که نشان‌دهنده تأثیر اقلیم گرمسیری منطقه بوشهر و سیستم کشت بدون خاک است. عملکرد بالاتر تک‌بوته در رقم سلوا ممکن است به علت میوه‌های درشت‌تر آن باشد. تفاوت در ویژگی‌هایی مانند اندازه، تعداد و وزن میوه به‌طور مستقیم تحت تأثیر ژنتیک رقم و همچنین شرایط کشت می‌باشد (شیردل و همکاران،۱۳۹۶، Miri *et al*., 2020). مطالعات مشابهی در امکان‌سنجی تولید زمستانه خارج از فصل توت فرنگی در آمریکای شمالی گزارش شده است (Kubota and Koggel, 2014; Durner, 2016).

یافته‌های این پژوهش نشان داد که رقم سابرینا در ویژگی‌های مورفولوژیکی کلیدی از جمله وزن تر شاخساره و ریشه، ارتفاع بوته، قطر تاج و عرض میوه عملکرد برتری نسبت به سایر ارقام داشت. مهم‌تر از همه، این نتایج نشان می‌دهد که سابرینا می‌تواند یک گزینه بسیار مناسب برای تولید خارج از فصل توت‌فرنگی در شرایط کشت بدون خاک در فضای باز مناطق گرمسیری همچون بوشهر باشد. تولید خارج از فصل توت‌فرنگی در هوای آزاد و بدون خاک، به‌ویژه در ماه‌های پاییز و زمستان، می‌تواند نیاز بازار به میوه‌های تازه را در زمان‌هایی که عرضه سنتی وجود ندارد، پاسخ دهد .این نوع تولید نه‌تنها سبب افزایش بهره‌وری کشاورزی در مناطق گرمسیر می‌شود، بلکه با کاهش وابستگی به واردات یا انبارداری طولانی‌مدت، نقش مهمی در امنیت غذایی و پایداری اقتصادی ایفا می‌کند. با این حال، برای توسعه کاربرد تجاری این روش و معرفی برترین رقم، انجام پژوهش‌های مکمل در زمینه ویژگی‌های کیفی میوه، ترکیبات بیوشیمیایی، تحمل به تنش‌های محیطی و رفتار پس از برداشت توصیه می‌شود؛ چرا که این عوامل برای انتخاب رقم نهایی توسط تولیدکنندگان و پذیرش توسط مصرف‌کنندگان، نقشی تعیین‌کننده دارند.

منابع

شیردل، م.، عشقی، س. و قرقانی، ع. ۱۳۹۶. مقایسه عملکرد و ویژگی‌های کیفی رقم‌های تجاری توت‌فرنگی در مناطق جنوبی استان فارس به منظور تولید خارج از فصل. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۸(۴): ۳۴۳–۳۵۲.

Caracciolo, G., D'Anna, E., Moncada, A. and D'Anna, F. 2013. Evaluation of the quality and antioxidant capacity of woodland strawberry biotypes in Sicily. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11: 522–525.

Del Bubba, M., Giordani, E., Ancillotti, C., Petrucci, W.A., Ciofi, L., Morelli, D. and Furlanetto, S. 2016. Morphological, nutraceutical and sensorial properties of cultivated *Fragaria vesca* L. berries: Influence of genotype, plant age, fertilization treatment on the overall fruit quality. Agricultural and Food Science, 25(3): 187–201.

Durner, E.F. 2016. Photoperiod and temperature conditioning of 'Sweet Charlie' strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) plugs enhances off-season production. Scientia Horticulturae, 201: 184–189.

Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J.M. and Battino, M. 2014. Strawberry and human health: Effects beyond antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62(18): 3867–3876.

Kubota, C. and Kroggel, M.A. 2014. Winter season greenhouse production of strawberry in desert southwest. HortScience, 9: 378–379.

Maas, J.L. 2004. Strawberry disease management. In: *Diseases of Fruits and Vegetables: Volume II: Diagnosis and Management*, pp. 441–483.

Miri, S.M., Haghighat, F. and Hassani, D. 2020. Morpho-physiological performance of seven short-day and day-neutral strawberry cultivars in the soilless culture. Journal of Plant Physiology and Breeding, 10(1): 127–139.

Moshiur Rahman, M.M., Rahman, M.M., Hossain, M.M., Mian, M.K. and Khaliq, Q.A. 2013. Characterization and field performance of 15 strawberry germplasm under Bangladesh conditions. SAARC Journal of Agriculture, 11(2): 81–94.

Nin, S., Petrucci, W.A., Giordani, E. and Marinelli, C. 2018. Soilless systems as an alternative to wild strawberry (*Fragaria vesca* L.) traditional open-field cultivation in marginal lands of the Tuscan Apennines to enhance crop yield and producers' income. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 93(3): 323–335.

Rahim Doust, J., Nazarideljou, M.J., Arshad, M. and Ferrante, A. 2023. Comparison of the growth, physio-biochemical characteristics, and quality indices in soilless-grown strawberries under greenhouse and open-field conditions. Horticulturae, 9(7): 774.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of growth characteristics and performance of strawberry cultivars for off-season production feasibility under open-field hydroponic conditions in Bushehr

Zahra Farshid[1*] and Saeid Eshghi[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shiraz, Iran
Corresponding Author: zahra.farshid@hafez.shiraz.ac.ir

Abstract:

Strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) is one of the most valuable small fruits due to its nutritional quality and market demand. In Iran, strawberry production is mainly limited to spring due to climatic constraints and a short growing season. However, growing consumer demand for off-season, locally produced fruits has encouraged the use of innovative cultivation techniques such as open-field hydroponics in warm regions like Bushehr. This study aimed to evaluate the growth characteristics and yield performance of seven strawberry cultivars (Albion, Camarosa, Sabrina, Selva, Paros, San Andreas, and Aromas) for the purpose of assessing the feasibility of off-season production under open-field soilless cultivation conditions in Bushehr. The experiment was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Morphological traits such as plant height, leaf number, shoot dry weight, crown diameter, leaf area, and fruit dimensions were assessed. Results showed that the cultivar Sabrina exhibited significantly higher plant height (23.00 cm), number of leaves (34.00), and shoot dry weight (22.50 g) than other cultivars. Selva showed the highest fruit length (4.83 cm), while Sabrina and San Andreas had the greatest fruit diameter (3.52 cm). Selva also achieved the highest single-plant yield (105.64 g). Overall, the Sabrina cultivar exhibited superior performance in several growth traits and can be considered a promising candidate for off-season strawberry production under open-field soilless cultivation in warm climates. However, further studies focusing on biochemical properties and fruit quality are recommended to support broader adoption and commercial use.

Keywords: Off- season production, Open field, Soilless cultivation, Strawberry.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر پایه بر خصوصیات پومولوژیکی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش بادام

سید اصغر موسوی[1*]، اکرم وطن‌خواه[1] و علی ایمانی[2]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *asgharmousavi@gmail.com*

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات خشک میوه و مغز در ۲۹ رقم و ژنوتیپ امیدبخش بادام انجام شد. ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش در یک شرایط محیطی یکسان در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بر روی پایه‌های رویشی GF677 و GN15 پیوند و از نظر صفات مهم خشک میوه و مغز ارزیابی و مقایسه شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل بین پایه و پیوندک بر روی تمامی صفات خشک میوه و مغز اندازه‌گیری شده به جز نسبت ضخامت به طول خشک میوه و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ($P<0.01$). مطابق با نتایج مقایسه میانگین، بیشترین وزن خشک میوه و مغز در ژنوتیپ ۲۹ پیوند شده روی پایه GN15 مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد درصد دو قلویی در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۷ (بدون دوقلویی تا زیاد) و از ۱ تا ۳ (بدون دو قلویی تا کم) متغیر بود. درصد مغزهای پوک در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۸ تا ۲ و از ۴ تا ۲ درصد متغیر بود. درصد مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۷۷/۸۸ (ژنوتیپ ۱۷) تا ۲۳/۶ (ژنوتیپ ۲۹) و از ۶۳/۰۴ (ژنوتیپ ۲۹) تا ۲۳/۴ (ژنوتیپ ۷) متغیر بود. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۹ دارای بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه بود.

واژه‌های کلیدی: بادام، پایه رویشی، ژنوتیپ برتر، خشک میوه، مغز.

مقدمه

شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌ها و ارقام دیر گل یکی از مهمترین اهداف برنامه‌های به نژادی بادام است (Beigi and Khadivi, 2023). انتخاب پایه مناسب بادام موجب مدیریت بهتر باغ، سازگاری با انواع خاک ها و مقاومت در برابر نماتدها می‌شود. هیبرید هلو × بادام پرکاربردترین پایه در سال‌های گذشته بوده است. درکشت پایدار بادام انتخاب ژنوتیپ‌های پیوند شده روی پایه‌های مناسب اهمیت ویژه‌ای دارد کشت ژنوتیپ‌های پیوند شده روی پایه درختان میوه بر ویژگی‌های پومولوژیک میوه، عملکرد و کیفیت میوه تاثیرگذار است (Ranjbar and Imani, 2022). آشنایی با خصوصیات و تفاوت‌های بین ژنوتیپ‌ها یک امر اساسی برای بهبود کمیت و کیفیت میوه می‌باشد و با داشتن اطلاعات دقیق تر از خصوصیات فنوتیپی و ژنتیکی ارقام بادام می‌توان از طریق برنامه‌های اصلاحی به ارقام جدیدتر با عملکرد بیشتر و کیفیت بهتر دست یافت. اولین قدم برای بررسی و طبقه بندی منابع گیاهی بومی و محلی، استفاده از صفات مورفولوژیکی است. ارزیابی صفات مورفولوژیکی بادام برای انتخاب ارقام ضروری است و در گذشته تنها ابزار تشخیص ارقام بود. این ارزیابی بر اساس مشاهدات فنوتیپی است و شامل خصوصیات درخت، برگ، فنولوژی گل، خشک میوه و مغز می‌باشد (Gülcan, 1985; Mougiou et al., 2023).. در مطالعه موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2020)، با بررسی خصوصیات خشک میوه و مغز ۳۵ رقم و نژادگان بادام ایرانی و خارجی، تنوع زیادی بین ارقام و نژادگان مشاهده کردند. در این پژوهش ارقام شاهرود ۱۳، شاهرود ۲۱، شاهرود ۶، سفید، پریمورسکی، یلدا، شاهرود ۱۰، شاهرود ۱۲، مامایی، شاهرود۷ و نژادگان‌های انتخابی AIM2، AIM1، GM1، AHN2، AHYU و AHN1 از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نشان دادند. در پژوهش بیگی و خدیوی (Beigi and Khadivi, 2023) با بررسی خصوصیات

مورفولوژی ۱۹۸ نهال بادام دیر گل و دارای مغز با کیفیت بالا، ۱۹ ژنوتیپ دیرگل و امید بخش بادام معرفی شد. در پژوهش ایمانی و همکاران (Imani et al., 2022) رقم نون پاریل و نژادگان KD- 11-01 با پوست کاغذی و ارقام فرانیس، A230، A200 و نژادگان K 13-40 با میوه پوست سنگی بهترین ارقام و نژادگان‌ها شناخته شدند. هدف از این پژوهش بررسی خصوصیات پومولوژیکی در برخی ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش بادام پیوند شده روی دو پایه GF677 و GN15 می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۲۹ رقم و ژنوتیپ امیدبخش بادام در اواخر شهریور ۱۳۹۷ در شرایط گلخانه روی دو پایه رویشی GF677 و GN15 پیوند شده بودند (جدول ۱). نهال‌های پیوندی گلدانی در اردیبهشت ۱۳۹۸ به زمین اصلی منتقل و به روش آبیاری قطره ای آبیاری شدند. عملیات داشت برای همه درختان بطور یکسان انجام شد. این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در زمان رسیدن میوه‌ها، تعداد ۱۰۰ میوه از هر یک از ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از شاخه‌های مختلف و از چهار جهت جغرافیایی درخت به‌صورت تصادفی برداشت شد و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد منتقل و پوست سبز میوه‌ها جدا و نمونه‌ها در محدوده دمایی ۲۶-۲۸ درجه سانتی‌گراد و در شرایط هوای آزاد خشک شدند. سپس صفات خشک میوه و مغز در این ژنوتیپ‌ها طبق دستورالعمل آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری بادام اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن خشک میوه و مغز به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ انجام شد اندازه‌گیری صفاتی مانند طول، عرض، قطر میوه و مغز به وسیله دستگاه کولیس دیجیتال انجام گرفت. کد دهی برخی صفات بر اساس توصیف نامه بین المللی بادام (Gülcan, 1985) با کمی تغییرات انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه 9.1.3) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۱- ارقام و ژنوتیپ‌های امیدبخش پیوند شده روی دو پایه رویشی GF677 و GN15.

شماره رقم/ژنوتیپ	رقم/ژنوتیپ	شماره رقم/ژنوتیپ	رقم/ژنوتیپ
1	D	16	100-1-1
2	TS-21	17	2-0-4
3	TS-14	18	3-1-4
4	A8	19	TS-18
5	B8	20	D2
6	2-3-2	21	TS-30
7	TS-11	22	(Tabriz genotype) 1306
8	3-1-15	23	(Tabriz genotype) AH2
9	13-40	24	(Tabriz genotype) 108
10	TS1	25	Yalda
11	8-35	26	Shamshiri
12	85	27	(Shahrekord) AY
13	35	28	(Shahrekord) AN2
14	B6	29	(Shahrekord) AN4
15	(D7) 2-29		

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع پیوندک بر تمام صفات خشک میوه و مغز به جز نسبت ضخامت به طول خشک میوه و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ($P<0.01$). بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل بین پایه و پیوندک بر روی تمامی صفات خشک میوه و مغز اندازه گیری شده به جز نسبت ضخامت به طول خشک میوه و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود ($P<0.01$). طول خشک میوه در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۳۹/۶۹ تا ۲۶/۶۲ و از ۴۵/۴۷ تا ۱۷/۸۴ متغیر بود (جدول ۲). در پایهGF، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱ مشاهده شد، و در پایهGN، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۹ مشاهده شد. در پایهGF، بیشترین عرض

خشک میوه میوه در ژنوتیپ ۱۴ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۸ مشاهده شد، و در پایهGN، بیشترین عرض خشک میوه میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۹ مشاهده شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش بین پایه و پیوندک، در پایهGF، بیشترین ضخامت میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۵ مشاهده شد، و در پایهGN، بیشترین ضخامت میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۹ مشاهده شد (جدول ۲).

وزن خشک میوه در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۵/۰۴ تا ۱ و از ۷/۶۸ تا ۱/۲۷ متغیر بود. بیشترین وزن خشک میوه در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۷ پیوند زده شده بر روی پایه GF مشاهده شد. بیشترین وزن خشک میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۸ پیوند زده شده بر روی پایه GN مشاهده شد. وزن مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱/۵ تا ۰/۶۱ و از ۴/۸۸ تا ۰/۵۳ متغیر بود. در پایه GF، بیشترین وزن مغز در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۷ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین وزن مغز در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۸ مشاهده شد (جدول ۲). در پایه GF، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۱ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۲ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱ مشاهده شد (جدول ۲). عرض مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱۵/۸۸ تا ۱۰/۳۱ و از ۱۴/۷۴ تا ۱۰/۰۳ متغیر بود. در پایه GF، بیشترین عرض مغز در ژنوتیپ ۱۴ و کمترین آن در ژنوتیپ ۳ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین عرض مغز در ژنوتیپ ۱۶ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۹ مشاهده شد (جدول ۲). ضخامت مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۷/۶۶ تا ۵/۵۱ و از ۱۲/۱۸ تا ۴/۹۶ متغیر بود. در پایه GF، بیشترین ضخامت مغز در ژنوتیپ ۲۳ و کمترین آن در ژنوتیپ ۲۵ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین ضخامت مغز در ژنوتیپ ۲۰ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۰ مشاهده شد.

در پایه GF، بیشترین ضخامت پوسته در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۸ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین ضخامت پوسته در ژنوتیپ ۲۰ و کمترین آن در ژنوتیپ ۸ مشاهده شد. درصد دو قلویی در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۷ (بدون دوقلویی تا زیاد) و از ۱ تا ۳ (بدون دو قلویی تا کم) متغیر بود. درصد دو قلویی در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از (۰ تا زیاد) متغیر بود. تلقیح دو تخمک در تخمدان بادام و سپس رشد هر دو تخمک باعث تشکیل دوقلویی در بادام می‌شود. درصد دو قلویی یک ویژگی منفی است که باعث تغییر شکل مغزها و کاهش ارزش تجاری بادام می‌شود و علاوه بر آن، کیفیت محصول و بازاریابی بر اساس درصد دوقلویی کاهش می‌یابد (Kester and Gradziel, 1996). وقوع دو قلویی تحت تأثیر شدید عوامل محیطی به ویژه دمای پایین در مرحله پیش‌گلدهی قرار می‌گیرد (Arteaga and Socias i Company, 2001). یک برنامه تغذیه‌ای متعادل و کشت ژنوتیپ‌های مناسب در مناطق معتدل می‌تواند این مشکل را کاهش دهد (Gouta et al., 2019). در پایه GF، ژنوتیپ ۶ دارای دو قلویی زیاد بود و ژنوتیپ‌های ۷، ۲۴، ۴ و ۱۷ فاقد دو قلویی و در پایه GN، ژنوتیپ ۲۲ فاقد مغز دو قلو و سایر ژنوتیپ‌ها دارای مغزهای دو قلو کمی بودند. (جدول ۲). در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۳، ۱۶، ۱۵ و ۱۷ دارای ۸ درصد مغزهای پوک و ژنوتیپ‌های ۶، ۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۹ دارای ۲ درصد مغز های پوک بودند و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۲۷، ۲، ۱۳، ۵، ۹ و ۱۸ دارای ۲ درصد مغز پوک بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای ۴ درصد مغز پوک بودند. ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف دارای درصد مغزهای پوک از ۲ تا ۸ درصد بودند. بنابراین به نظر می‌رسد که اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای باروری بالا هستند. میزان باروری تأثیر زیادی بر این پدیده دارد (Sorkheh et al., 2009).

جدول ۲- برهمکنش صفات اندازه گیری شده روی پایه‌های GF و .GN

rootstock	scion	طول خشک میوه	عرض خشک میوه	ضخامت خشک میوه	وزن خشک میوه	وزن مغز	طول مغز	عرض مغز	ضخامت مغز	ضخامت پوسته چوبی	دوقلوی
GF	1	26.62±0.11	18.43±0.11	14.05±0.11	1.87±0.11	0.8±0.11	20.04±0.11	11.49±0.11	6.63±0.11	3.36±0.11	3
GF	2	38.17±0.93	22.36±0.46	13.27±0.56	3.99±0.2	1.22±0.08	27.36±0.28	14.42±0.27	6.3±0.27	3.11±0.38	3
GF	3	35.27±0.1	19.46±0.1	15.3±0.1	2.61±0.1	0.82±0.1	22.06±0.1	10.31±0.1	7.63±0.1	3.66±0.1	3
GF	4	35.72±1.61	19.59±0.18	12.34±0.26	2.76±0.17	0.87±0.01	23.04±0.17	12.66±0.65	5.65±0.14	2.49±0.08	1
GF	5	32.13±0.12	18.19±0.12	11.47±0.12	1.59±0.12	0.78±0.12	21.68±0.12	10.95±0.12	5.53±0.12	2.67±0.12	3
GF	6	33.78±1.46	18.99±1.16	11.98±0.3	1.61±0.14	0.74±0.13	23.28±1.13	11.89±0.82	6.09±0.27	2.08±0.25	7

GF	7	32.86±0.16	23.6±0.16	15±0.16	4.35±0.16	1.16±0.16	22.89±0.16	14.09±0.16	6.94±0.16	3.69±0.16	1
GF	8	29.9±0.1	23.39±0.1	12.1±0.1	1.48±0.1	0.96±0.1	22.92±0.1	14.24±0.1	6.46±0.1	1.62±0.1	3
GF	9	35.23±0.16	20.33±0.16	12.94±0.16	3.55±0.16	1.07±0.16	26.32±0.16	12.37±0.16	6.25±0.16	2.77±0.16	3
GF	10	33.32±6.54	20.12±0.1	12.99±0.25	2.94±0.64	0.98±0.18	23.34±3.41	13.05±0.53	6.67±0.49	2.74±0.15	3
GF	11	31.32±0.11	24.13±0.11	14.91±0.11	2.23±0.11	0.86±0.11	17.68±0.11	11.93±0.11	6.8±0.11	3.23±0.11	3
GF	12	28.61±0.1	20.36±0.1	14.24±0.1	2.75±0.1	0.9±0.1	21.27±0.1	12.88±0.1	6.69±0.1	2.88±0.1	3
GF	13	34.07±0.55	21.74±0.84	13.85±0.3	3.45±0.08	1.08±0.02	24.8±0.19	13.72±0.1	6.45±0.16	3.19±0.19	3
GF	14	34.74±0.13	24.89±0.13	15.07±0.13	3.74±0.13	1.22±0.13	25.28±0.13	15.88±0.13	6.32±0.13	3.73±0.13	3
GF	15	31.72±1.78	22.1±0.87	7.96±5.07	1.49±1.11	0.61±0.16	21.56±0.46	13.54±0	5.75±0.3	2.89±0.11	3
GF	16	30.84±0.12	23.38±0.12	13.63±0.12	2.25±0.12	0.79±0.12	21.84±0.12	14.88±0.12	6.61±0.12	2.97±0.12	3
GF	17	33.92±0.1	20.07±0.1	12.31±0.1	1±0.1	0.8±0.1	23.81±0.1	11.46±0.1	6.64±0.1	2.33±0.1	1
GF	18	28±0.1	17.57±0.1	11.16±0.1	1.32±0.1	0.79±0.1	20.84±0.1	11.28±0.1	6.65±0.1	2.67±0.1	3
GF	19	29.48±0.05	18.93±0.54	11.83±0.23	1.9±0.07	0.77±0	22.9±0.01	11.47±0.01	6.07±0.01	2.48±0.01	3
GF	20	29.87±4.08	21.27±2.08	13.79±0.75	1.69±0.22	0.76±0.24	20.24±3.69	12.43±1.05	5.56±0.37	2.22±0.32	3
GF	21	34.12±0.12	22.02±0.12	13.54±0.12	3.36±0.12	1.03±0.12	24.32±0.12	13.53±0.12	6.88±0.12	3.07±0.12	3
GF	22	35.5±0.86	24.41±1.02	14.26±0.56	4.02±0.46	1.08±0.13	24.74±1.03	13.9±1.56	6.31±0.29	3.4±0.33	3
GF	23	32.89±0.11	22.27±0.11	15.32±0.11	3.07±0.11	1.13±0.11	23.96±0.11	13.79±0.11	7.66±0.11	2.87±0.11	3
GF	24	33.06±0.37	19.96±1.31	13.95±0.52	2.75±0.15	0.98±0.07	24.68±0.91	13.14±0.88	7±0.54	2.76±0.19	1
GF	25	33.6±2.76	19.34±2.34	11.92±1.03	2.46±0.86	0.69±0.11	23.13±1.16	11.59±1.26	5.51±0.6	2.86±0.41	3
GF	26	33.13±1.01	20.23±3.2	12.37±1.18	2.85±0.45	0.95±0.12	24.42±0.22	12.97±2.25	6.23±0.2	2.88±0.16	3
GF	27	36.93±0.09	24.19±0.56	14.08±0.06	3.55±0.11	1.08±0.05	25.1±0.47	14.52±0.18	6.38±0.09	3.11±0.12	3
GF	28	39.69±0.1	23.77±0.1	14.82±0.1	5.04±0.1	1.5±0.1	53.67±0.1	14.7±0.1	6.77±0.1	3.38±0.1	3
GF	29	39.26±0.16	23.36±0.16	15.73±0.16	4.98±0.16	1.29±0.16	27.99±0.16	14.18±0.16	6.43±0.16	3.84±0.16	3
GN	1	23.83±0.12	15.96±0.12	12.94±0.12	1.37±0.12	0.62±0.12	18.22±0.12	10.77±0.12	6.88±0.12	2.83±0.12	3
GN	2	41.66±0.12	24.41±0.12	14.26±0.12	4.76±0.12	1.41±0.12	27.01±0.12	15.02±0.12	6.18±0.12	3.37±0.12	3
GN	3	40.51±0.07	23.3±0.07	15.96±0.07	4.22±0.07	1.21±0.07	26.74±0.07	13.93±0.07	6.45±0.07	3.87±0.07	3
GN	4	34.64±0.05	16.51±0.05	11.42±0.05	2.33±0.05	0.66±0.05	22.85±0.05	11.12±0.05	5.48±0.05	2.63±0.05	3
GN	5	35.11±0.1	19.08±0.1	13.01±0.1	2.67±0.1	0.94±0.1	25.63±0.1	11.81±0.1	6.14±0.1	2.89±0.1	3
GN	6	32.61±0.16	18.99±0.16	10.98±0.16	1.51±0.16	0.87±0.16	22.86±0.16	12.17±0.16	5.97±0.16	2.34±0.16	3
GN	7	36.25±2.31	26.12±2.07	16.41±1.5	5.22±1.03	1.21±0.19	24.54±0.96	15.44±0.42	7.21±0.35	4.12±0.26	3
GN	8	25.28±0.18	17.41±0.18	11.88±0.18	1.27±0.18	0.77±0.18	18.89±0.18	12.8±0.18	6.87±0.18	1.75±0.18	3
GN	9	28.01±0.12	15.58±0.12	10.75±0.12	1.66±0.12	0.73±0.12	20.83±0.12	9.87±0.12	5.43±0.12	2.82±0.12	3
GN	10	32.63±0.16	18.73±0.16	12.67±0.16	2.79±0.16	0.84±0.16	23.62±0.16	11.7±0.16	4.96±0.16	3.34±0.16	3
GN	11	33.12±0.04	23.68±0.08	13.99±0.49	2.1±0.03	0.95±0.15	21.73±1.13	12.67±0.66	6.63±0.26	3.25±0.09	3
GN	12	30.65±1.72	21.32±0.93	15.16±0.97	2.93±0.4	0.97±0.14	22.83±2.05	13.34±0.7	7.11±0.14	3.54±0.3	3
GN	13	35.35±1.54	21.11±2.05	13.16±0.82	2.91±0.97	0.94±0.15	24.23±0.47	13.3±0.87	6.37±0.36	3.16±0.36	3
GN	14	34.63±0.12	22.71±0.12	15.7±0.12	4.18±0.12	1.08±0.12	25.28±0.12	14.23±0.12	5.99±0.12	4.09±0.12	3
GN	15	30.68±0.78	21.72±0.68	13.47±0.51	2.56±0.07	0.79±0	21.55±0.31	14.36±0.39	6.12±0.09	3.05±0.24	3
GN	16	32.92±0.38	23.69±0.2	14.68±0.79	3.09±0.27	1±0.03	22.54±1.47	14.74±1.01	6.16±0.35	2.74±0.23	3
GN	17	37.32±0.91	21.69±0.05	13.42±0.73	1.94±0.27	0.88±0.23	25.93±1.12	12.17±0.58	5.69±0.13	2.06±0.44	3
GN	18	31.01±0.95	20.36±1.71	14.01±2.18	2.39±0.91	0.53±0.16	18.59±1.72	10.89±0.6	6.35±0.17	1.97±0.23	3
GN	19	17.84±15.52	16.73±0.17	11.2±0.17	1.57±0.17	0.72±0.17	19.72±0.17	10.03±0.17	6.26±0.17	2.4±0.17	3
GN	20	30.26±0.13	21.4±0.13	14.61±0.13	1.77±0.13	1.02±0.13	20.82±0.13	12.18±0.13	12.18±0.13	5.77±0.13	3

GN	21	32.84±0.15	22±0.15	13.44±0.15	3.02±0.15	0.82±0.15	22.6±0.15	12.85±0.15	6.38±0.15	3.4±0.15	3
GN	22	35.09±0.34	23.28±0.96	15.15±0.44	3.33±0.44	0.84±0.41	32.24±12.31	12.3±1.96	5.31±0.76	3.75±0.39	1
GN	23	27.77±0.2	18.77±0.2	14.3±0.2	2.13±0.2	0.76±0.2	19.31±0.2	12.05±0.2	6.44±0.2	2.81±0.2	3
GN	24	31.6±0.16	17.59±0.16	12.78±0.16	2.32±0.16	0.96±0.16	24.07±0.16	11.28±0.16	5.96±0.16	2.8±0.16	3
GN	25	39.94±0.17	19.52±0.17	12.53±0.17	1.95±0.17	0.97±0.17	26.49±0.17	11.87±0.17	5.75±0.17	2.47±0.17	3
GN	26	35.42±2.37	17.48±2.1	12.54±0.93	2.99±0.72	0.86±0.32	25.27±1.34	9.72±1.35	5.31±0.33	2.73±0.13	3
GN	27	35.23±0.05	23.77±0.05	14.35±0.05	3.35±0.05	1.12±0.05	25.93±0.05	14.29±0.05	6.41±0.05	3.49±0.05	3
GN	28	39.4±0.2	23.91±0.2	14.28±0.2	4.26±0.2	1.51±0.2	29.25±0.2	14.81±0.2	6.59±0.2	3.48±0.2	3
GN	29	45.47±0.15	28.25±0.15	17.9±0.15	7.68±0.15	4.88±0.15	30.06±0.15	15.76±0.15	5.26±0.15	4.88±0.15	3

ادامه جدول ۲- برهمکنش صفات اندازه گیری شده روی پایه‌های GF و GN

rootstock	scion	درصد پوکی	رنگ مغز	چروکیدگی	سفتی پوست	درز و شکاف روی پوست	درصد مغز	نسبت عرض به طول مغز	نسبت ضخامت به طول مغز	نسبت ضخامت به عرض مغز	نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه	نسبت عرض به طول خشک میوه
GF	1	4	1	1	7	5	39.31±0.11	0.68±0.11	0.44±0.11	0.68±0.11	0.5±0.11	0.8±0.11
GF	2	4	5	1	3	1	30.59±0.51	0.53±0.01	0.23±0.01	0.44±0.01	0.31±0.01	0.59±0.01
GF	3	8	7	5	5	5	28.79±0.1	0.56±0.1	0.44±0.1	0.84±0.1	0.39±0.1	0.65±0.1
GF	4	4	5	5	5	5	31.67±2.22	0.55±0.03	0.25±0.01	0.45±0.04	0.32±0.03	0.55±0.03
GF	5	6	1	1	7	5	44.82±0.12	0.62±0.12	0.37±0.12	0.62±0.12	0.57±0.12	0.68±0.12
GF	6	2	5	1	7	5	45.65±4.24	0.51±0.03	0.26±0	0.51±0.03	0.46±0.04	0.56±0.02
GF	7	4	5	1	1	5	24.03±0.16	0.77±0.16	0.46±0.16	0.65±0.16	0.4±0.16	0.88±0.16
GF	8	4	5	5	9	1	62.42±0.1	0.72±0.1	0.38±0.1	0.55±0.1	0.72±0.1	0.88±0.1
GF	9	2	5	1	3	5	27±0.16	0.63±0.16	0.39±0.16	0.66±0.16	0.43±0.16	0.74±0.16
GF	10	4	1	1	5	1	33.64±1.15	0.58±0.11	0.3±0.07	0.51±0.02	0.34±0.02	0.63±0.12
GF	11	4	5	1	9	5	35.54±0.11	0.78±0.11	0.49±0.11	0.68±0.11	0.46±0.11	0.88±0.11
GF	12	4	5	1	5	1	30.29±0.1	0.7±0.1	0.41±0.1	0.62±0.1	0.4±0.1	0.81±0.1
GF	13	4	5	1	3	1	31.35±0.1	0.56±0.01	0.26±0	0.47±0.02	0.31±0	0.64±0.04
GF	14	4	5	1	5	1	30.32±0.13	0.76±0.13	0.38±0.13	0.52±0.13	0.43±0.13	0.85±0.13
GF	15	8	5	1	7	1	43.96±25.99	0.63±0.02	0.27±0.02	0.43±0.03	0.74±0.45	0.7±0.01
GF	16	8	5	5	5	5	31.64±0.12	0.8±0.12	0.42±0.12	0.56±0.12	0.44±0.12	0.88±0.12
GF	17	8	5	5	5	5	77.88±0.1	0.58±0.1	0.38±0.1	0.68±0.1	0.88±0.1	0.69±0.1
GF	18	4	1	5	9	5	56.66±0.1	0.64±0.1	0.42±0.1	0.69±0.1	0.67±0.1	0.73±0.1
GF	19	4	1	1	7	5	40.69±1.4	0.5±0	0.27±0.01	0.53±0	0.41±0.02	0.64±0.02
GF	20	2	5	1	9	5	44.9±12.49	0.62±0.07	0.28±0.04	0.45±0.02	0.45±0.13	0.72±0.03
GF	21	2	1	1	5	5	28.21±0.12	0.67±0.12	0.4±0.12	0.62±0.12	0.4±0.12	0.76±0.12
GF	22	2	5	5	3	1	26.93±0.23	0.56±0.05	0.25±0.02	0.46±0.07	0.27±0	0.69±0.03
GF	23	4	1	5	7	5	34.57±0.11	0.68±0.11	0.43±0.11	0.66±0.11	0.45±0.11	0.79±0.11
GF	24	4	5	1	7	5	35.43±0.43	0.54±0.06	0.29±0.04	0.54±0.01	0.36±0.01	0.61±0.05
GF	25	4	5	1	7	5	29.49±6.31	0.5±0.04	0.24±0.02	0.47±0.01	0.3±0.06	0.58±0.08
GF	26	4	5	1	5	1	33.23±1.15	0.53±0.09	0.26±0.01	0.49±0.07	0.33±0.01	0.61±0.08
GF	27	4	5	1	5	1	30.41±0.47	0.58±0.02	0.26±0.01	0.44±0	0.31±0.01	0.66±0.02
GF	28	4	1	5	3	1	28.44±0.1	0.37±0.1	0.22±0.1	0.56±0.1	0.38±0.1	0.7±0.1

GF	29	2	1	1	3	5	23.6±0.16	0.66±0.16	0.39±0.16	0.61±0.16	0.39±0.16	0.75±0.16
GN	1	4	1	3	7	5	40.12±0.12	0.71±0.12	0.49±0.12	0.75±0.12	0.52±0.12	0.79±0.12
GN	2	2	5	3	5	1	27.92±0.12	0.67±0.12	0.35±0.12	0.53±0.12	0.4±0.12	0.7±0.12
GN	3	4	1	5	5	5	27.54±0.07	0.59±0.07	0.31±0.07	0.53±0.07	0.34±0.07	0.64±0.07
GN	4	4	5	5	7	5	26.8±0.05	0.54±0.05	0.29±0.05	0.54±0.05	0.32±0.05	0.53±0.05
GN	5	2	5	3	9	1	32.78±0.1	0.56±0.1	0.34±0.1	0.62±0.1	0.43±0.1	0.64±0.1
GN	6	4	5	3	9	5	53.07±0.16	0.69±0.16	0.42±0.16	0.64±0.16	0.69±0.16	0.74±0.16
GN	7	4	5	3	3	1	23.4±1	0.63±0.01	0.3±0.01	0.47±0.01	0.23±0.01	0.72±0.01
GN	8	4	5	3	9	5	54.08±0.18	0.85±0.18	0.54±0.18	0.71±0.18	0.72±0.18	0.87±0.18
GN	9	2	5	3	3	1	39.73±0.12	0.59±0.12	0.38±0.12	0.66±0.12	0.52±0.12	0.67±0.12
GN	10	4	7	3	3	5	26.19±0.16	0.65±0.16	0.36±0.16	0.58±0.16	0.42±0.16	0.73±0.16
GN	11	4	1	3	9	5	45.07±6.36	0.58±0	0.31±0.01	0.53±0.01	0.45±0.06	0.72±0.01
GN	12	4	1	3	3	5	33.19±0.25	0.59±0.03	0.32±0.03	0.54±0.02	0.33±0	0.7±0.01
GN	13	2	5	3	5	5	34.45±6.28	0.55±0.03	0.26±0.01	0.48±0.01	0.35±0.07	0.6±0.04
GN	14	4	5	5	5	5	23.77±0.12	0.68±0.12	0.35±0.12	0.54±0.12	0.36±0.12	0.77±0.12
GN	15	4	1	3	7	5	30.87±0.87	0.67±0.01	0.28±0	0.43±0.01	0.31±0.01	0.71±0.01
GN	16	4	5	3	5	5	32.37±1.92	0.66±0.01	0.28±0.01	0.42±0.01	0.32±0.02	0.72±0
GN	17	4	5	3	9	1	44.46±5.54	0.47±0	0.22±0	0.47±0.01	0.45±0.06	0.58±0.01
GN	18	2	7	5	9	5	28.8±17.66	0.59±0.02	0.35±0.03	0.59±0.02	0.29±0.18	0.66±0.04
GN	19	4	1	3	7	1	39.46±0.17	0.67±0.17	0.48±0.17	0.79±0.17	0.56±0.17	0.79±0.17
GN	20	4	5	3	9	1	54.4±0.13	0.71±0.13	0.71±0.13	1.13±0.13	0.67±0.13	0.84±0.13
GN	21	4	1	3	5	5	23.49±0.15	0.72±0.15	0.43±0.15	0.64±0.15	0.38±0.15	0.82±0.15
GN	22	4	1	3	3	5	23.95±8.94	0.42±0.1	0.19±0.05	0.44±0.01	0.24±0.09	0.67±0.04
GN	23	4	5	3	3	5	29.07±0.2	0.82±0.2	0.53±0.2	0.73±0.2	0.49±0.2	0.87±0.2
GN	24	4	5	3	9	5	37.2±0.16	0.63±0.16	0.4±0.16	0.68±0.16	0.53±0.16	0.71±0.16
GN	25	4	1	3	9	5	45.11±0.17	0.61±0.17	0.38±0.17	0.65±0.17	0.62±0.17	0.66±0.17
GN	26	4	5	3	3	1	27.84±4.05	0.39±0.04	0.21±0	0.56±0.05	0.28±0.04	0.5±0.03
GN	27	2	5	3	5	1	32.37±0.05	0.6±0.05	0.3±0.05	0.5±0.05	0.37±0.05	0.72±0.05
GN	28	4	1	3	5	1	32.47±0.2	0.7±0.2	0.42±0.2	0.64±0.2	0.52±0.2	0.8±0.2
GN	29	4	1	3	3	5	63.04±0.15	0.67±0.15	0.32±0.15	0.48±0.15	0.78±0.15	0.77±0.15

مقایسه میانگین برهمکنش صفات اندازه‌گیری شده روی پایه‌های GF و GN، عدد بعد از± خطای معیار (se) میانگین را نشان می‌دهد.

رنگ خشک میوه در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۷ (بسیار روشن تا تیره) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ ۳ دارای رنگ مغز تیره و ژنوتیپ‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۳، ۲۸ و ۲۹ دارای رنگ مغز بسیار روشن بودند و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۱۸ دارای رنگ مغز تیره و ژنوتیپ‌های ۲۹، ۳، ۱۲، ۲۸، ۲۱، ۱۱، ۱۵، ۱، ۲۵، ۱۹ و ۲۲ دارای رنگ مغز بسیار روشن بودند (جدول ۲). چروکیدگی مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۵ (بدون چروکیدگی تا چروکیدگی متوسط) و از ۳ تا ۵ (چروکیدگی کم تا متوسط) متغیر بود (جدول ۲). در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۳، ۴، ۸، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳ و ۲۸ دارای چروکیدگی متوسط بودند و سایر ژنوتیپ‌ها چروکیدگی نداشتند و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۱۸، ۱۴، ۴ و ۳ دارای چروکیدگی متوسط بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای خشک میوه‌های بدون چروکیدگی بودند. سختی پوسته در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۹ (بسیار سخت تا کاغذی) و از ۳ تا ۹ (سخت تا کاغذی) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۸، ۱۸، ۱۱ و ۲۰ دارای پوسته کاغذی و ژنوتیپ ۱ دارای پوسته بسیار سخت بود و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۱۸، ۲۰، ۲۴، ۶، ۱۷، ۸، ۵، ۱۱ و ۲۵ دارای پوسته کاغذی و ژنوتیپ‌های ۱۰، ۷، ۲۳، ۲۶، ۹، ۲۹، ۱۲ و ۲۲ دارای پوسته سخت بودند (جدول ۲). نرمی پوسته یکی از مهمترین اهداف برنامه‌های اصلاح

بادام است. گزارش شده است که ژنوتیپ‌های دارای پوسته سخت مقاومت بیشتری در برابر حشرات و عفونت‌های قارچی دارند، در حالی که ژنوتیپ‌های دارای پوسته نرم بسیار حساس به آسیب‌های ناشی از این عوامل هستند (Khadivi-Khub and Etemadi-Khah, 2015 ;).

درز و شکاف پوسته در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۵ (بسته تا کاملا گسترده و باز) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۸، ۱۵، ۱۴، ۲۷، ۲۶، ۱۲، ۱۰، ۲۲، ۲۸، ۱۳ و ۲ دارای درز و شکاف بسته بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای درز و شکاف باز بودند. در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۲۰، ۱۷، ۵، ۱۹، ۲۷، ۲، ۲۸، ۷، ۲۶ و ۹ دارای درز و شکاف بسته بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای درز و شکاف باز بودند (جدول ۲). درصد مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۷۷/۸۸ (ژنوتیپ ۱۷) تا ۲۳/۶ (ژنوتیپ ۲۹) و از ۶۳/۰۴ (ژنوتیپ ۲۹) تا ۲۳/۴ (ژنوتیپ ۷) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ ۱۶ دارای بالاترین نسبت عرض مغز به طول مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۸ مشاهده شد. در پایه GN، ژنوتیپ ۸ دارای بالاترین نسبت عرض مغز به طول مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۶ مشاهده شد. در پایه GF، ژنوتیپ ۱۱ دارای بالاترین نسبت ضخامت خشک میوه به طول خشک میوه و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۸ مشاهده شد (جدول ۲). در پایه GN، ژنوتیپ ۲۰ دارای بالاترین نسبت ضخامت خشک میوه به طول خشک میوه و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۲ مشاهده شد. در پایه GF، ژنوتیپ ۳ دارای بالاترین نسبت ضخامت مغز به عرض مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۱۶ مشاهده شد. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۰ دارای بالاترین نسبت ضخامت مغز به عرض مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۱۶ مشاهده شد. در پایه GF، ژنوتیپ ۱۷ دارای بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه بود. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۹ دارای بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه بود. در پایه GF، ژنوتیپ ۷ دارای بالاترین نسبت عرض خشک میوه به طول خشک میوه بود. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۳ دارای بالاترین نسبت عرض خشک میوه به طول خشک میوه بود.

منابع

Beigi, F. and Khadivi, A. 2023. Selection of superior late-blooming almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb) genotypes using morphological characterizations. Food Science & Nutrition, 11(7): 3844–3857.

FAO. 2021. FAOSTAT database results.

Gülcan, R. 1985. Descriptors list for almond (*Prunus amygdalus*; revised). International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR).

Imani, A., Ghoreyshi, H., Mohamadi Torkashvand, A., Azizi-Nazhad, R. and Ebrahimi, R. 2022. Evaluation of morphological and pomological characteristics and yield of almond cultivars and promising genotypes. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 23(2): 277–290. (In Persian with English abstract).

Kester, D.E. and Gradziel, T.M. 1996. Almonds. In: Janick, J. and Moore, J.N. (eds.), *Fruit Breeding, Volume 3: Nuts*, pp. 1–97. John Wiley and Sons, Inc.

Khadivi-Khub, A. and Etemadi-Khah, A. 2015. Phenotypic diversity and relationships between morphological traits in selected almond (*Prunus amygdalus*) germplasm. Agroforestry Systems, 89: 205–216.

Khadivi, A., Mirheidari, F. and Moradi, Y. 2022. *Prunus arabica* (Olivier) Meikle, an important genetic resource for breeding of almond: morphological and pomological characterizations. Genetic Resources and Crop Evolution, 69(5): 1717–1730.

Mousavi, S.A., Ghasemnezhad, M., Tatari, M. and Eskandari, S. 2020. Evaluation of phenotypic diversity of nut and kernel characteristics in some almond cultivars and promising genotypes. Research in Pomology, 5(1): 139–151. (In Persian with English abstract).

Sorkheh, K., Shiran, B., Kiani, S., Amirbakhtiar, N., Mousavi, S., Rouhi, V., Mohammady-D, S., Gradziel, T.M., Malysheva-Otto, L.V. and Martínez-Gómez, P. 2009. Discriminating ability of molecular markers and

morphological characterization in the establishment of genetic relationships in cultivated genotypes of almond and related wild species. Journal of Forestry Research, 20(3): 183–194.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of rootstock on pomological characteristics of some promising almond cultivars and genotypes

Seyed Asghar Mousavi[1*], Akram Vatankhah[1] and Ali Imani[2]

1. Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Shahrekord, Iran
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran,

Corresponding Author: asgharmousavi@gmail.com

Abstract

This study was carried out to investigate nut and kernel characteristics in 29 promising almond cultivars and genotypes. Promising cultivars and genotypes were grafted onto GF677 and GN15 rootstocks in a randomized complete block design under the same environmental conditions and evaluated and compared for important nut and kernel traits. The results of analysis of variance showed that the interaction of rootstock and scion on all measured nut and kernel traits except nut thickness to nut length ratio and nut thickness to nut width ratio was significant at the 1% probability level ($P<0.01$). According to the results of the mean comparison, the highest nut and kernel weight was observed in genotype 29 grafted on GN15 rootstock. The results of this study showed that the percentage of double kernels in genotypes grafted on GF and GN rootstocks varied from 1 to 7 and from 1 to 3, respectively. The percentage of blank kernel in genotypes grafted on GF and GN rootstocks ranged from 8 to 2 and from 4 to 2%, respectively. The percentage of kernels in genotypes grafted onto GF and GN rootstocks ranged from 77.88 (genotype 17) to 23.6 (genotype 29) and from 63.04 (genotype 29) to 23.4 (genotype 7), respectively. On GN rootstock, genotype 29 had the highest kernel weight to nut weight ratio.

Keywords: Almond, kernel, nut, Superior genotype, vegetative rootstock.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر پوشش‌دهی خوشه در زمان گرده‌افشانی بر میوه‌نشینی خرما در دماهای زیر حد بهینه

سید سمیح مرعشی[۱*]، محمدرضا پورقیومی[۱] و رحمان یوسفی[۱]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *samihmarashi@gmail.com*

چکیده

در سال‌های اخیر، پاره‌ای تغییرات اقلیمی مانند وقوع دوره‌های هوای گرم و بارندگی‌های غیرعادی در فصول پاییز و زمستان، سبب ظهور و بازشدن زودهنگام غلاف‌ها در نخلهای نر و ماده خرما شده است که فصل گرده‌افشانی را با شرایط نامساعد جوی مانند دمای پایین و بارندگی مواجه کرده است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی امکان بهبود میوه‌نشینی خرمای تجاری رقم استعمران تحت چنین شرایطی از طریق پوشش‌دهی گل‌آذین‌های ماده بلافاصله پس از گرده‌افشانی با پوشش‌های پلاستیک و کاغذ کرافت سفید بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار پوشش‌دهی خوشه شامل پلاستیک سفید، کاغذ کرافت سفید و بدون پوشش (شاهد) و ۸ تکرار، روی ۲۴ خوشه (واحد آزمایشی) از دو اصله نخل خرمای بارور ۲۶ ساله با شرایط نگهداری و قدرت رشد یکسان از رقم استعمران در زمستان سال ۱۴۰۳ در ایستگاه ام‌التمیر جنب ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در شهرستان اهواز اجرا گردید. نتایج نشان داد که هر دو پوشش پلاستیک و کاغذ کرافت سفید به‌طور مشابه باعث افزایش میوه‌نشینی و کاهش ریزش گل و میوه نسبت به شاهد (بدون پوشش) شدند. دو پوشش به کار رفته از نظر درصد میوه‌های بدون بذر با شاهد تفاوتی نداشتند زیرا در رقم استعمران تمام میوه‌های بدون بذر در هفته‌های اول پس از گرده‌افشانی ریزش یافتند و دو ماه پس از گرده‌افشانی در هیچ‌یک از خوشه‌ها (واحدهای آزمایشی) میوه بدون بذر مشاهده نشد. در حقیقت، هر یک از دو پوشش خوشه به میزان افزایش میوه‌نشینی یا کاهش ریزش گل و میوه نسبت به شاهد، از درصد میوه‌های بدون بذر تولید شده (ریزش‌یافته) کاست.

واژه‌های کلیدی: پوشش‌دهی خوشه، خرما، گرده‌افشانی و میوه‌نشینی.

مقدمه

استعمران از ارقام خرمای تجاری بومی استان خوزستان است که حدود ۸۵ درصد نخل‌های استان را تشکیل می‌دهد. میوه این رقم در مراحل رطب (نیمه تا کامل) و خرما قابل مصرف و دارای ارزش تجاری است. این رقم از ارقام نیمه‌خشک با شهرتی جهانی است و همواره بیشترین سهم را در صادرات خرمای ایران به خود اختصاص داده‌است. این رقم از نظر میوه‌نشینی حساسیت چندانی به روش گرده‌افشانی و میزان گرده مصرفی ندارد و به‌طور کلی، از لحاظ نیاز به گرده‌افشانی، رقمی بسیار کم توقع است. در این رقم، تقریباً کلیه میوه‌های بدون بذر در دو تا سه هفته اول رشد ریزش می‌کنند و تأخیر در گرده‌افشانی از روز باز شدن اسپات مرتباً به تنک شدن طبیعی خوشه و افزایش اندازه و وزن میوه منجر می‌گردد. با وجود این، افزایش این صفات به دنبال تأخیر درگرده‌افشانی بیش از ۳ روز پس از باز شدن اسپات، جبران کاهش عملکرد ناشی از کاهش میوه‌نشینی را نمی‌نماید (مرعشی، ۱۴۰۴). اما علاوه بر لزوم انجام گرده‌افشانی طی دوره پذیرش گلهای ماده در هر رقم خرما و از جمله استعمران، فراهم بودن شرایط مساعد محیطی در زمان گرده‌افشانی به‌ویژه دمای مناسب برای موفقیت گرده‌افشانی و میوه‌نشینی مطلوب امری ضروری است. دمای بهینه برای میوه‌نشینی مطلوب در درخت خرما در حدود ۲۷ درجه سانتیگراد است. در این دما با فرض مساعد بودن قابلیت پذیرش گلهای ماده، سرعت جوانه‌زنی گرده و در نتیجه احتمال تلقیح گلهای ماده حداکثر است. دمای حداقل بحرانی برای شروع جوانه‌زنی و فعالیت گرده نیز در حدود ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتیگراد است. سالهایی که زمستان طولانی است و سرما در موسم گرده‌افشانی ادامه می‌یابد، معمولاً مخاطرات عدم تلقیح گلهای ماده و تشکیل میوه‌های پارتنوکارپ (بدون بذر) بسیار زیاد است. در چنین وضعیتی محافظت از گل‌آذین‌های گرده‌افشانی شده در برابر سرما ضرورت می‌یابد. یکی از راهکارهای مؤثر در این خصوص پوشش‌دهی گل‌آذین‌ها بلافاصله پس از انجام عملیات گرده‌افشانی با پوشش مناسب به مدت تقریبی ۲ تا ۴ روز است (مستعان و همکاران، ۱۳۹۹). اگر گل‌های ماده در اوایل فصل گرده‌افشانی که دما پایین‌تر از حد بهینه است باز شوند، می‌توان با قرار دادن کیسه‌های کاغذی روی گل‌آذین

ماده در زمان گرده‌افشانی، تشکیل میوه را بهبود بخشید (Zaid, 1999). پوشش‌دهی خوشه‌ها با پاکت‌های کاغذی بلافاصله پس از گرده‌افشانی و در طول چهار هفته اول منجر به افزایش قابل توجه تشکیل میوه، عملکرد و ابعاد میوه رقم حلاوی شد (Galeb et al., 1988). از سوی دیگر، بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، پاره‌ای تغییرات اقلیمی مانند وقوع دوره‌های هوای گرم و بارندگی‌های غیرعادی در فصول پاییز و زمستان، سبب ظهور و بازشدن زودهنگام غلاف‌ها در نخل‌های نر و ماده شده است که ضمن اثرات منفی بر مراحل بلوغ در گل‌آذین‌های نخل‌های نر و ماده، فصل گرده‌افشانی را با شرایط نامساعد جوی مانند دمای پایین و بارندگی مواجه کرده است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی امکان افزایش کارایی گرده‌افشانی و بهبود میوه‌نشینی خرمای تجاری رقم استعمران تحت چنین شرایطی از طریق پوشش‌دهی گل‌آذین‌های ماده بلافاصله پس از گرده‌افشانی با پوشش‌های پلاستیک و کاغذ کرافت سفید بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار پوشش‌دهی خوشه شامل پلاستیک سفید، کاغذ کرافت سفید و بدون پوشش (شاهد) و ۸ تکرار، روی ۲۴ خوشه (واحد آزمایشی) از دو اصله نخل خرمای بارور با شرایط نگهداری و قدرت رشد یکسان از رقم استعمران در زمستان سال ۱۴۰۳ در ایستگاه ام‌التمیر جنب ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در شهرستان اهواز اجرا گردید. در این دو اصله نخل، ظهور غلاف‌ها به‌طور زودهنگام در ابتدای بهمن ماه آغاز شد و در دوره گرده‌افشانی گل‌ها، دمای هوای حداکثر روز بین ۱۷ تا ۲۵ درجه و حداقل شب بین ۵ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد متغیر بود که برای فرآیندهای جوانه‌زنی دانه گرده تا تلقیح تخمک ماده به عنوان دماهای زیر حد بهینه شناخته می‌شوند. روی هر اصله، ۱۲ گل‌آذین (چهار تکرار) به ترتیب ظهور به‌گونه‌ای انتخاب و اتیکت‌گذاری شدند که هر سه گل‌آذین با سن مشابه سه تیمار پوشش‌دهی مختلف، دریافت نمودند. گرده‌افشانی از حدود ۲ روز قبل تا ۳ روز بعد از شکاف خوردن طبیعی غلاف‌ها صورت گرفت. چند روز قبل از آغاز گرده‌افشانی (در اواسط بهمن ماه)، دو عدد اسپات رسیده نر رقم وردی، برداشت و خوشه‌چه‌های آن به‌صورت آویزان در یک اتاق خشک، خنک و تاریک، خشکانده و در مدت گرده‌افشانی در همان جا نگهداری شدند. از هر یک از دو نوع پوشش خوشه آزمایشی از جنس پلاستیک دسته‌دار سفید نیمه شفاف و کاغذ کرافت سفید، ۸ عدد پاکت با ابعاد ۲۰ در ۵۰ سانتی‌متر تهیه گردید. همزمان، در نخل‌های ماده خارزنی کلیه برگ‌های اطراف غلاف‌های آزمایشی به منظور تسهیل عملیات گرده‌افشانی و پوشش‌دهی خوشه‌ها انجام شد. گرده‌افشانی به‌شیوه سنتی، با قرار دادن پنج خوشه‌چه‌ی نر خشک با اندازه‌ی متوسط از خوشه‌چه‌های مزبور، در میان خوشه‌چه‌های هر گل‌آذین ماده اجرا گردید. در تیمارهای پوشش‌دهی خوشه، گل‌آذین ماده بلافاصله پس از گرده‌افشانی و همراه با غلاف، با پاکت‌های تهیه شده از پوشش مربوطه پوشانده و دهانه پاکت با نوارچسب پهن دور قاعده غلاف بسته شد. به‌منظور توزیع مناسب دانه گرده در فضای درون پوشش، دو ضربه از چپ و راست به پاکت وارد گردید. دو ماه بعد از گرده‌افشانی، ۶ رشته از هر خوشه (با جدا کردن ۲ رشته از هر کدام از رشته‌های انتهایی، میانی و قاعده‌ای محور حامل رشته‌های خوشه)، نمونه‌برداری شد و صفات میوه‌نشینی شامل درصدهای میوه‌های بذردار (میوه‌نشینی)، میوه‌های بدون بذر و ریزش گل و میوه (گل‌ها و میوه‌های ریزش‌یافته) مطابق فرمول‌های زیر محاسبه شد (مرعشی، ۱۴۰۴). تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌های تیمارهای پوشش‌دهی خوشه بر صفات میوه‌نشینی از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪، با کمک نرم افزار آماری SAS 9.4 انجام شد.

تعداد جای خالی (گل و میوه ریزش‌یافته) + تعداد میوه بدون‌بذر + تعداد میوه بذردار = تعداد کل گل‌ها

۱۰۰ × (تعداد کل گل‌ها / تعداد میوه بذردار) = درصد میوه‌نشینی

۱۰۰ × (تعداد کل گل‌ها / تعداد میوه بدون‌بذر) = درصد میوه بدون‌بذر

۱۰۰ × (تعداد کل گل‌ها / تعداد جای خالی گل و میوه) = درصد ریزش گل و میوه

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات میوه‌نشینی حاکی از تأثیر بسیار معنی‌دار پوشش‌دهی خوشه بر درصد میوه‌نشینی و درصد ریزش گل و میوه دارد (جدول۱). به نحو دقیق‌تر، مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای پوشش‌دهی خوشه بر صفات میوه‌نشینی نشان داد که هر دو پوشش پلاستیک و کاغذ کرافت سفید به‌طور مشابه باعث افزایش میوه‌نشینی و کاهش ریزش گل و میوه نسبت به شاهد (بدون پوشش) شدند. دو پوشش به کار رفته از نظر درصد میوه‌های بدون‌بذر با شاهد تفاوتی نداشتند زیرا در رقم استعمران تمام میوه‌های بدون‌بذر در

هفته‌های اول پس از گرده‌افشانی ریزش یافتند و دو ماه پس از گرده‌افشانی در هیچ‌یک از خوشه‌ها (واحدهای آزمایشی) میوه بدون‌بذر مشاهده نشد (جدول۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات میوه‌نشینی (دو ماه پس از گرده‌افشانی).

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد میوه‌نشینی	درصد میوه بدون‌بذر	درصد ریزش گل و میوه
پوشش‌دهی خوشه	۲	۱۳۸۵/۱۶۵ **	۰	۱۳۸۵/۱۶۵ **
خطای آزمایش	۲۱	۱۴۴/۶۳۸	۰	۱۴۴/۶۳۸

** : معنی‌دار در سطح ۱٪ ۰ : یکسان بودن مشاهدات.

جدول۲- تأثیر پوشش‌دهی خوشه بر صفات میوه‌نشینی (دو ماه پس از گرده‌افشانی).

پوشش‌دهی خوشه	درصد میوه‌نشینی	درصد میوه بدون بذر	درصد ریزش گل و میوه
پلاستیک سفید	۵۴/۳ a	۰ a	۴۵/۷ b
کاغذ کرافت سفید	۴۵/۹ a	۰ a	۵۴/۱ b
بدون پوشش	۲۸/۵ b	۰ a	۷۱/۵ a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

افزایش میوه‌نشینی بر اثر کاربرد دو پوشش پلاستیک و کاغذ کرافت سفید در زمان گرده‌افشانی در دماهای زیر حد بهینه قبلاً با کاربرد پوشش‌های مشابه در ارقام دیگر خرما گزارش شده است (Galeb et al., 1988). با توجه به مصادف بودن دوره گرده‌افشانی خوشه‌های آزمایشی با دماهای زیر حد بهینه و وقوع چندین مرحله بارندگی با شدت و میزان قابل توجه، به نظر می‌رسد دو پوشش از طریق افزایش دما و کاهش سرعت تغییرات آن و نیز ممانعت از نفوذ باران و رطوبت به محیط پیرامون گل‌ها زیر پوشش باعث بهبود میوه‌نشینی در رقم استعمران شده است. بهبود تشکیل میوه در گل‌آذین‌های پوشش‌دهی شده، ممکن است همیشه به بهبود شرایط دمایی زیر پوشش مربوط نباشد؛ بلکه احتمالاً خشک شدن خامه‌ها را به تأخیر می‌اندازد و حتی در دماهای نسبتاً پایین، امکان پیشروی طبیعی لوله گرده به داخل تخمک را فراهم می‌کند (Reuveni et al., 1986). ریزش میوه‌های بدون‌بذر در هفته‌های اول پس از گرده‌افشانی در رقم استعمران و برخی ارقام دیگر مانند زاهدی قبلاً نیز مشاهده شده است (مرعشی، ۱۴۰۴). در حقیقت، هر یک از دو پوشش خوشه به میزان افزایش میوه‌نشینی یا کاهش ریزش گل و میوه نسبت به شاهد، از درصد میوه‌های بدون‌بذر تولید شده (ریزش‌یافته) کاست.

منابع

مرعشی، س.س. ۱۴۰۴. بررسی سازگاری و تعیین خواص کمی و کیفی میوه ۴ رقم تجاری خرما در منطقه اهواز. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اهواز: انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

مستعان، ا. ، زرگری، ح.، تراهی، ع. ، مرعشی، س.س. و دامنکشان، ب. ۱۳۹۹. مدیریت گرده‌افشانی نخیلات در روشهای مرسوم. تهران: نشر آموزش کشاورزی.

Galeb, H.A., Mawlood, E.A. and Hamood, H.H. 1988. The influence of bagging on fruit set and fruit characteristics in date palm cv. Hallawi. Date Palm Journal, 6(1): 238–254.

Reuveni, O., Abu, S. and Golobovitz, S. 1986. Date palm pollen germination and tube elongation on pistillate flowers cultured at different temperatures. Acta Horticulturae, 175: 91–95.

Zaid, A. 1999. Date palm cultivation. Rome: FAO Publications, Technical Paper No. 156.

The Effect of Cluster Covering at the Time of Pollination on Date Palm Fruit Set at Suboptimal Temperatures

Seyyed Samih Marashi[1*], Mohammadreza Pourghayoumi[1] and Rahman Yousefi[1]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahwaz, Iran
Corresponding Author: samihmarashi@gmail.com

Abstract

In recent years, some climatic changes, such as the occurrence of periods of warm weather and unusual rainfall in the autumn and winter seasons, have caused the early emergence and opening of spathes in male and female date palms, which has exposed the pollination season to unfavorable weather conditions such as low temperatures and rainfall. The aim of the present study was to investigate the possibility of improving fruit set of the commercial date palm cultivar' Sta'amran' under such conditions by covering female inflorescences immediately after pollination with white plastic and white kraft paper covers. The experiment was conducted in a completely randomized design with 3 cluster covering treatments including white plastic, white kraft paper and no cover (control) and 8 replications, on 24 clusters (experimental units) from two 26-year old fertile date palms of the Sta'amran cultivar with identical maintenance conditions and growth strength in the winter of 2025 at Ummo-Tomair station next to the headquarters of the Date Palm and Tropical Fruits Research Center in Ahwaz city. The results showed that both white plastic and white kraft paper covers similarly increased fruit set and reduced flower and fruit drop compared to the control (no cover). The two covers used did not differ from the control in terms of the percentage of seedless fruits because in the Sta'amran cultivar all seedless fruits dropped in the first weeks after pollination and no seedless fruits were observed in any of the clusters (experimental units) two months after pollination. In fact, each of the two cluster covers reduced the percentage of seedless fruits produced (dropped) to the extent that they increased fruit set or reduced flower and fruit drop compared to the control.

Keywords: Cluster covering, Date palm, Fruit set, Pollination.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه اثرات سال و رقم در ویژگی‌های پومولوژیکی برخی از ارقام جدید وارداتی و تجاری گردو در شرایط اقلیمی کرج

حدیث گودرزی[1*]، داراب حسنی[1] و اصغر سلیمانی[1]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *h.godarzi1393@gmail.com*

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی و مقایسه صفات میوه‌های برخی از ارقام جدید وارداتی گردو در قیاس با ارقام تجاری داخلی و خارجی، طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین‌دشت کرج انجام شد. ارقام مورد مطالعه شامل پرشیا، جمال، دماوند، چندلر، پدرو، روند د مونتیگناک، آلسوزینتیوانی۱۱۷ و فرجین بودند. صفاتی مورد ارزیابی شامل ارتفاع، ضخامت و عرض میوه، شاخص شکل، وزن تر میوه با و بدون پوست سبز، وزن پوست سبز و چوبی (پیش و پس از خشک شدن) و وزن مغز بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر رقم، سال و اثرات متقابل آن‌ها در اکثر صفات در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود. رقم آلسوزینتیوانی۱۱۷ با ۴۶/۹۶ گرم بیشترین وزن تر میوه با پوست سبز را داشت، در حالی که رقم روند د مونتیگناک کمترین مقادیر را در بسیاری از صفات نشان داد. رقم جمال بیشترین ارتفاع میوه (۴۹/۵۸ میلی‌متر)، رقم پرشیا بیشترین ضخامت (۴۴/۵ میلی‌متر) و دماوند بیشترین عرض (۴۲/۰۷ میلی‌متر) را داشت. شاخص شکل میوه در دامنه‌ای از ۰/۷۸ تا ۰/۹۶ نوسان داشت. این نشان دهنده تنوع بالای مورفولوژیکی بین ارقام است. اثر سال نیز بر اغلب صفات معنی‌دار بود و به‌نظر می‌رسد شرایط اقلیمی متغیر همراه با شرایط مدیریتی باغ، به‌ویژه تفاوت دما و رطوبت نسبی در طول فصل رشد در دو سال، نقش مهمی در این تفاوت‌ها ایفا کرده باشد. در مجموع، با توجه به نتایج این تحقیق، از نظر اندازه میوه و مغز ارقام جمال، آلسوزنتیوانی ۱۱۷، چندلر و پرشیا انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: گردو، رقم، صفات میوه و سال.

مقدمه

طبق آمار فائو (سازمان کشاورزی و خوار و بار ملل متحد) در سال ۲۰۲۱، قاره آسیا با ۵۵/۸درصد عمده‌ترین تولیدکننده گردو است و ایران پس از چین و آمریکا، سومین کشور تولید کننده گردو در جهان است. همچنین، از نظر سطح زیر کشت پنجمین کشور دنیاست. برای بهره‌برداری مؤثر از ارقام جدید در شرایط اقلیمی مختلف، ثبت و بررسی ویژگی‌های پومولوژیکی آن‌ها ضروری به نظر می رسد. پس از ارزیابی و تأیید سازگاری و عملکرد مناسب رقم، می‌توان آن را برای کشت در سطح تجاری پیشنهاد کرد(Soleimani et al., 2024). ارزیابی تنوع ژنتیکی برای انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های برتر بسیار مهم است. با ارزیابی این تنوع، می‌توان ارقام جدید و برتر را از میان آن‌ها گزینش نمود (Francesca et al., 2010).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین دشت، متعلق به پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی در کرج در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد. ارزیابی در این بخش در سال اول پژوهش بر روی ارقام پرشیا، جمال، دماوند، چندلر، پدرو، روند د مونتیگناک، آلسوزینتیوانی۱۱۷، فرجین انجام شد. برخی صفات مربوط به میوه و مغز که شامل: ارتفاع میوه، ضخامت میوه، عرض میوه، حجم میوه، شاخص شکل میوه، وزن تر میوه با پوست سبز، وزن میوه بدون پوست سبز، وزن پوست سبز، وزن پوست سبز پس از خشک شدن، وزن پوست چوبی، وزن پوست چوبی پس از خشک شدن، وزن مغز، در دو سال متوالی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از برداشت میوه

ها خصوصیات مربوط به میوه شامل ضخامت، عرض، ارتفاع میوه و شاخص شکل میوه طبق فرمول (ارتفاع میوه×۲)/ (ضخامت میوه + عرض میوه) = شاخص شکل میوه، وزن میوه با پوست سبز، وزن میوه بدون پوست سبز، وزن پوست سبز، وزن پوست سبز پس از خشک شدن، وزن پوست چوبی، وزن پوست چوبی پس از خشک شدن و وزن مغز نیز پس از خارج کردن مغز از پوست بوسیله ترازوی با دقت ۰/۰۲ گرم اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی نشان داد که اثرات سال و رقم بر روی تمامی صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار بود. اثر متقابل رقم در سال به جز صفات وزن پوست سبز و وزن پوست چوبی پس از خشک شدن در روی بقیه صفات در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثرات رقم نشان داد که رقم آلسوزینتیوانی۱۱۷ با ۴۶/۹۶ بیشترین میزان وزن تر میوه با پوست و چندلر وزن تر میوه بدون پوست و رقم روند د مونتیگناک کمترین میزان این صفات را دارا بوده اند (جدول ۱). رقم جمال با میانگین ۴۹/۵۸ میلی متر بیشترین ارتفاع میوه، پرشیا با ۴۴/۵۲ میلی متر بیشترین ضخامت میوه و دماوند با ۴۱/۰۷ میلی‌متر بیشترین عرض میوه را داشتند (جدول ۲). در مطالعات صورت گرفته در ایران ارتفاع میوه جمال در کرج (۴۱/۹۰ میلی‌متر)، از نظر حجم میوه آلسوزینتیوانی۱۱۷ بیشترین حجم میوه را به خود اختصاص داد. به ترتیب میانگین کمترین میزان ابعاد میوه در رقم روند دمونتیگناک مشاهده شد. جمال و فرجین نیز به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص شکل میوه را داشتند (حسنی و همکاران، ۱۳۹۲). اندازه میوه گردو یک ویژگی مهم میوه برای انجام برنامه‌های اصلاح و همچنین بازارو فروش می‌باشد (Cosmulescu and Stefanescu, 2018). شاخص شکل میوه نیز تنوع بسیار زیادی نشان داد به طوری که این شاخص در کمترین میزان۰/۷۸ و در بیشترین میزان۰/۹۶ بود. میانگین وزن میوه بدون پوست سبز برابر با ۲۱/۲۱ گرم حداقل و حداکثر آن به ترتیب برابر با ۱۵/۰۸ و ۲۵/۹۲ گرم بود. نتایج به دست آمده در این تحقیق با یافته های سایر محققان در مورد ابعاد و وزن میوه گردو مطابقت دارد (Antreich et al., 2021؛ Li et al., 2012 ؛ Drossopoulos et al., 1996).

مقایسه میانگین اثرات سال بر روی صفات اندازه گیری شده نشان داد که همه صفات ارزیابی شده به جز شاخص شکل، در سال ۱۳۹۸ بیشتر از سال ۱۳۹۹ بوده است (جدول ۳).

به دلیل تفاوت شرایط اقلیمی و محیطی دو سال آزمایش، اثر سال بر صفات مورد بررسی در طی دوسال معنی دار شد. روند متفاوت میزان دما و رطوبت در طی این دو سال آورده شده است. حداکثر مطلق، حداقل و میانگین دما همراه با حداکثر، حداقل و میانگین رطوبت از فروردین تا مهر سال های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ حداکثر مطلق دما در مرداد سال ۱۳۹۸، ۴۰/۱ و ۳۷/۸ درجه سانتیگراد در مرداد سال ۱۳۹۹بوده است. میانگین دمای ماهانه در مرداد سال۱۳۹۸ برابر با ۲۶/۷۸ درجه سانتی‌گراد بود که نسبتاً بالاتر از ۲۴/۵۰ درجه سانتی‌گراد در مرداد سال ۱۳۹۹ بود. در تیرماه دو سال آزمایش حداقل دمای مطلق علاوه بر ماه مرداد، نوسان قابل توجهی وجود داشت. حداقل دمای مطلق در تیر و مرداد ۱۳۹۸، برابر با ۱۳/۳ و ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد بود، در حالی که در سال ۱۳۹۹، به ترتیب ۱۵/۷ و ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد را نشان داد. میانگین حداکثر رطوبت نسبی در مرداد سال اول آزمایش نیز ۵۹/۱ درصد بود، در حالی که در مرداد سال دوم آزمایش به ۷۰/۳۸ درصد رسید. میانگین رطوبت نسبی درمرداد ۱۳۹۹ بیشتر از مرداد ۱۳۹۸ بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های دو ساله(۱۳۹۸-۱۳۹۹) صفات ارتفاع میوه، طول میوه، عرض میوه، حجم میوه، شاخص شکل میوه.

رقم	ارتفاع میوه(میلی‌متر)		ضخامت میوه(میلی‌متر)		عرض میوه(میلی‌متر)		حجم میوه(میلی‌متر معکب)		شاخص شکل	
جمال	۴۹/۵۸	a	۳۸/۵۲	b	۳۸/۸۲	a	۴۵/۰۷	a	۰/۷۸۱	c
پرشیا	۴۷/۳۱	ab	۴۴/۵۲	a	۴۰/۰۳	a	۴۵/۷۶	a	۰/۸۹۳	b
پدرو	۴۵/۵	b	۴۴/۰۷	a	۴۰/۹۵	a	۳۲/۴۶	a	۰/۹۳۶	a
آلسوزینتیوانی۱۱۷	۴۵/۴۷	b	۴۴/۱۸	a	۴۰/۶۶	a	۴۷/۷۸	a	۰/۹۳۵	a
دماوند	۴۴/۶۶	b	۴۳/۵	a	۴۱/۰۷	a	۴۵/۶۷	a	۰/۹۴۶	a

چندلر	b	۴۴/۴۸	a	۴۲/۵۹	a	۴۰/۰۵	a	۴۴/۸۷	a	۰/۹۳۰	a
فرجین	c	۳۸/۸۹	bc	۳۸/۲۱	a	۳۵/۶۷	b	۳۲/۴۶	a	۰/۹۵۵	a
روند د مونتیگناک	c	۳۸/۰۶	c	۳۵/۸۸	b	۳۵/۲۷	c	۲۵/۲۴	a	۰/۹۳	a

جدول ۳– مقایسه میانگین صفات ارتفاع میوه، ضخامت میوه، عرض میوه ، وزن و حجم میوه دوساله ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹.

سال	ارتفاع میوه (میلی متر)	ضخامت میوه (میلی‌متر)	عرض میوه (میلی‌متر)	شاخص شکل	وزن تر میوه با پوست سبز (گرم)	وزن میوه بدون پوست سبز (گرم)	وزن پوست سبز (گرم)	وزن پوست سبز پس از خشک شدن (گرم)	وزن پوست چوبی (گرم)	وزن پوست چوبی پس از خشک شدن (گرم)	وزن مغز (گرم)
۱۳۹۸	۴/۵۸a ۶	۴۳/۳۹a	۴۰/۶۸a	۰/۹a	۴۴/۸۲a	۲۳/۰۲a	۲۳/۲۵a	۳/۴۲a	۱۵/۶۱a	۵/۹۷a	۷/۳۸a
۱۳۹۹	۴/۹۹b ۱	۳۹/۴۸b	۳۷/۴۴b	۰/۹۲a	۳۶/۰۳b	۱۹/۴۶b	۱۶/۲۳b	۲/۵۱b	۱۳/۲۶b	۵/۱۴b	۵/۹b

منابع

حسنی، داراب، مظفری، دهقان‌شورکی، یحیی، سلیمانی، لونی ۲۰۱۴. صفات رویشی و زایشی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های بومی ایرانی و خارجی گردو (*Juglans regia* L.). نهال و بذر ۲۹، ۸۳۹–۸۵۵.

Antreich, S. J., Xiao, N., Huss, J. C. and Gierlinger, N. 2021. A belt for the cell: Cellulosic wall thickenings and their role in morphogenesis of the 3D puzzle cells in walnut shells. Journal of Experimental Botany, 72: 4744–4756.

Cosmulescu, S. and Stefanescu, D. 2018. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes within the population and depending on climatic year. Scientia Horticulturae, 242: 20–24.

Drossopoulos, J., Kouchaji, G. and Bouranis, D. 1996. Seasonal dynamics of mineral nutrients by walnut tree fruits. Journal of Plant Nutrition, 19: 435–455.

Francesca, P. I., Pamfil, D., Raica, P., Petricele, I. V., Sisea, C., Vas, E., Botos, B., Bodea, M. and Botu, M. 2010. Assessment of the genetic variability among some Juglans cultivars from the Romanian National Collection at SCDP Vâlcea using RAPD markers. Romanian Biotechnology Letters, 15: 41–49.

Li, Y., Ma, S., Wang, Y., Xuan, X., Hou, L., Sun, Q. and Yang, K. 2012. The dynamics of fat, protein and sugar metabolism during walnut (*Juglans regia* L.) fruit development. African Journal of Biotechnology, 11: 1267–1276.

Soleimani, A., Dastjerdi, R., Nankali, A., Rahemi, A. R. and Hassani, D. 2024. Growing-degree-days (GDDs) in a uniform phenology scale (BBCH) for two walnut (Juglans regia L.) cultivars. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology.

.

Study of the Effects of Year and Cultivar on the Pomological Characteristics of Some New Imported and Commercial Walnut Cultivars under the Climatic Conditions of Karaj

Hadis Goodarzi[1*], Darab Hassani[2] and Asghar Soleimani[3]
1. Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
**Corresponding author: h.godarzi1393@gmail.com*

Abstract

This study was conducted during 2019 and 2020 at the Meshkin Dasht Horticultural Research Station in Karaj, with the aim of evaluating and comparing fruit-related traits of several newly introduced walnut cultivars against local and foreign commercial cultivars. The studied cultivars included Persia, Jamal, Damavand, Chandler, Pedro, Ronde de Montignac, Alsoszentivani 117, and Fernette. Evaluated traits consisted of fruit height, thickness, and width, shape index, fresh fruit weight with and without green husk, green husk and shell weight (before and after drying), and kernel weight. Combined analysis of variance revealed that the effects of cultivar, year, and their interaction were significant for most traits at the 1% and 5% probability levels. The cultivar Alsoszentivani 117 had the highest fresh fruit weight with green husk (46.96 g), while Ronde de Montignac showed the lowest values in many traits. The highest fruit height (49.58 mm) was recorded in Jamal, the greatest thickness (44.5 mm) in Persia, and the widest fruit (42.07 mm) in Damavand. The fruit shape index ranged from 0.78 to 0.96, indicating high morphological diversity among cultivars. The year also had a significant effect on most traits, suggesting that variable climatic conditions, along with orchard management factors—particularly differences in temperature and relative humidity during the growing season in the two years—played an important role in these variations. Overall, based on the results, cultivars Jamal, Alsoszentivani 117, Chandler, and Persia were selected for their superior fruit and kernel size.

Keywords: Cultivar, Growing Season, Pomological Traits, Walnut (*Juglans regia* L.).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر نور پایان روز تک طول‌موج روی صفات کمی و فیتوشیمیایی میوه توت‌فرنگی

ژیلا عباس‌زاده[1*]، محمد سیاری[1] و حسن ساری‌خانی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *j.abbaszadeh@agr.basu.ac.ir*

چکیده

کیفیت میوه توت‌فرنگی به طور قابل‌توجهی به شرایط محیط رشد آن وابسته است، به‌ویژه نور که یکی از عوامل کلیدی و تأثیرگذار بر فیزیولوژی و متابولیسم گیاه محسوب می‌شود. در دهه‌های اخیر، منابع نوری نوین مبتنی بر دیودهای ساطع‌کننده نور (ال‌ای‌دی) نه‌تنها برای افزایش رشد و باروری محصولات باغبانی، بلکه برای کنترل فرآیندهای بیوشیمیایی مانند تولید ترکیبات زیست فعال مورداستفاده قرار گرفته‌اند. در پژوهش حاضر اثر کیفیت نور پایان روز به‌صورت تک طول‌موج روی ویژگی‌های کمی و فیتوشیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس تحت تیمارهای نوری (شاهد، نور قرمز، نور آبی و نور بنفش) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر کیفیت نور روی وزن میوه، قطر میوه، وزن تر و خشک میوه و محتوای ترکیبات فیتوشیمیایی میوه مانند ویتامین ث، آنتوسیانین، فنل و فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح یک درصد و روی طول و عرض میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. نور قرمز بالاترین تأثیر را روی صفات کمی میوه داشت؛ اما نور بنفش در مقایسه با نور آبی و قرمز سبب کاهش این صفات شد، در مقابل بیشترین محتوای ویتامین ث، آنتوسیانین کل، فنل و فلاونوئید کل موجود در میوه در تیمار نور پایان روز بنفش مشاهده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در تیمارهای نور بنفش و آبی بالاتر از نور قرمز بود. در نتیجه، استفاده از نور پایان روز می‌تواند با افزایش مواد مغذی، عملکرد کمی میوه و غلظت آنتوسیانین در گیاهان، بازده و کیفیت توت‌فرنگی را بهبود بخشد. درعین‌حال این مطالعه برای اولین‌بار تأثیر نور بنفش پایان روز را بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین کل، ترکیبات زیست فعال، کیفیت نور، نور قرمز و نور بنفش.

مقدمه

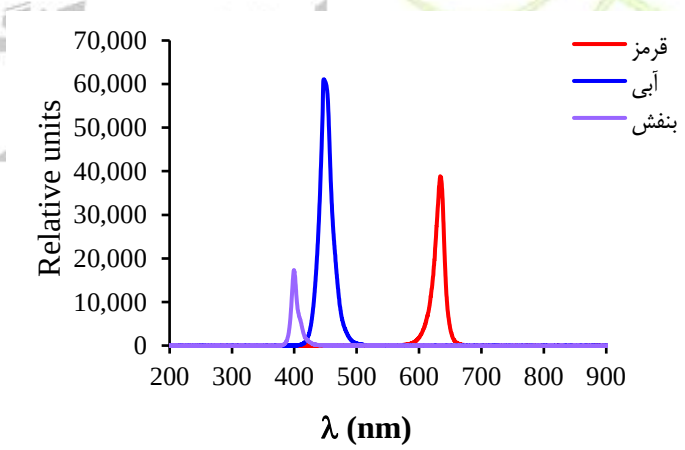
توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa*) یک محصول تجاری مهم محسوب می‌شود که به صورت گسترده کشت شده و امروزه به خاطر ظاهر جذاب، عطر دلپذیر، طعم لذیذ و ارزش غذایی‌اش در سراسر جهان مورد توجه مصرف کنندگان قرار گرفته است. برای اطمینان از تولید توت‌فرنگی با کیفیت بالا، عوامل محیطی مانند نور، آب، دما، سطح دی اکسید کربن و مواد مغذی نقشی حیاتی ایفا می‌کنند (Hu et al., 2024). در این میان، نور یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی در بهبود رشد، نمو و کیفیت میوه در گیاهان می‌باشد. استفاده از پارامترهای مناسب نوری (مانند شدت، دوره نوری و کیفیت طیفی) می‌تواند عملکرد سلول‌های گیاهی و میوه، ظاهر و تولید متابولیت‌ها در محصولات غذایی، به‌ویژه در کشت‌های داخلی را تنظیم و بهبود بخشد (Lauria et al., 2023). ویژگی‌های منحصر به فرد ال‌ای‌دی ها، از جمله دوست‌دار محیط زیست بودن به دلیل مصرف کم انرژی، داشتن کارایی تبدیل انرژی بالا و طول عمر طولانی، و انتشار کم حرارت تابشی، همراه با سهولت در دفع و امکان کنترل طیف نور ساطع شده، آنها را برای استفاده‌های مبتنی بر گیاه مناسب کرده است (Ngcobo et al., 2022). در عین حال، طیف باریک ال‌ای‌دی‌ها می‌تواند طول‌موج‌های خاصی را برای تطابق با گیرنده‌های نوری فراهم کند (Lauria et al., 2023)، که این امر تولید محصولات باغی، نگهداری و محافظت در برابر عوامل بیماری‌زا را متحول کرده است. نور آبی در فوتوتروپیسم، فوتومورفوژنز، باز شدن روزنه‌ها و فرآیند فتوسنتز گیاهان نقش دارد (Johkan et al., 2010)، و نور قرمز نیز نقش مهمی در انباشت فرآورده‌های فتوسنتزی ایفا می‌کند (Kaiser et al., 2019). مطالعات نشان داده است که نورهای ال‌ای‌دی آبی و قرمز سبب افزایش فتوسنتز برگ و عملکرد محصول، و همچنین بهبود کیفیت میوه توت‌فرنگی می‌شوند (Choi et al., 2015; Hidaka et al., 2013). با این حال، مطالعات دیگر نشان دادند که در شرایط گلخانه‌ای، ترکیباتی نظیر فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، قندها و اسیدهای آلی در میوه‌های توت‌فرنگی تحت تأثیر نور ال‌ای‌دی قرمز و آبی قرار می‌گیرند (Choi et al., 2015).

با توجه به مطالب ذکر شده هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر کیفیت‌های مختلف نور تک طول‌موج به‌صورت پایان روز روی برخی ویژگی‌های کمی و ترکیبات فیتوشیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس می‌باشد.

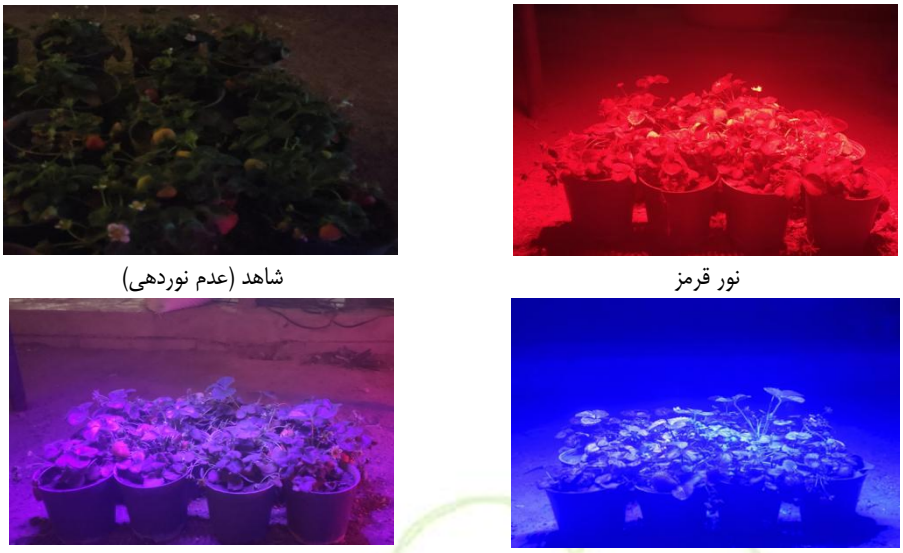
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کیفیت نور تک طول‌موج ال‌ای‌دی در پایان روز روی ویژگی‌های کمی و فیتوشیمیایی میوه، پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و هر تکرار شامل ۴ واحد آزمایشی که شامل ۱۲ بوته توت‌فرنگی رقم پاروس بود، اجرا گردید. تیمارهای نوری شامل: نور قرمز (پیک ۶۳۳ نانومتر)، نور آبی (پیک ۴۴۹ نانومتر) و نور بنفش (پیک ۴۰۰ نانومتر) و بدون نوردهی پایان روز به‌عنوان شاهد بودند (شکل ۱).

در مهرماه سال ۱۴۰۲ نشاءهای توت‌فرنگی رقم پاروس از خزانه تجاری توت‌فرنگی در استان کردستان تهیه و در گلدان‌های ۲ لیتری با قطر گلدان ۱۲ سانتی متر کشت گردیدند. بستر کاشت شامل مخلوطی مساوی از ماسه الک شده، کود دامی پوسیده و خاک زراعی با نسبت ۱:۱:۱ بود. گلدان‌ها تا زمان استقرار کامل گیاه تحت شرایط یکسان ازنظر نور و دما و رطوبت قرار گرفتند. تا قبل از شروع تیماردهی یک‌بار کود دهی با کود NPK (۳۶-۱۲-۱۲ محصول شرکت شانگ های چنج بریج چین) انجام شد و آبیاری هر سه روز یک‌بار انجام گرفت. منابع نوری ال‌ای‌دی موردنظر از شرکت ال‌ای‌دی سازان تهیه گردید. برای اعمال تیمارهای نوری، منابع نوری در فاصله ۴۰ سانتی‌متری از گیاهان تنظیم شدند. جهت انجام دقیق تیماردهی نیز، گیاهان شاهد در زیر قاب مشابهی قرار گرفتند تا شرایط سایه‌ای دیگر تیمارها ناشی از حضور فیزیکی محفظه‌های نوری، شبیه‌سازی شود. در گلخانه، سعی شد که دمای روزانه در محدوده ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد، دمای شبانه در محدوده ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت در حدود ۷۰ درصد حفظ شود. گیاهان در دهه دوم دی‌ماه (شروع گلدهی میوه‌های توت‌فرنگی) به مدت ۲ ماه تحت ۴ ساعت نوردهی پایان روز (پس از غروب آفتاب نوردهی از ساعت ۱۷:۱۵ تا ۲۱:۱۵) قرار گرفتند (شکل ۲). پس از برداشت میوه‌ها، وزن میوه، وزن تر و وزن خشک میوه با استفاده از یک ترازوی دیجیتال و طول، عرض و قطر میوه‌ها با استفاده از یک کولیس اندازه‌گیری شد. همچنین، میزان ویتامین ث (Petriccione et al., 2015)، آنتوسیانین کل (Ali et al., 2022)، فنل کل (Singelton and Rossi, 1965)، فلاونوئید کل (Chang et al., 2002) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (Brand-Williams et al., 1995) مورد اندازه گیری قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.



شکل ۱- طیف طول‌موج منابع نوری ال‌ای‌دی؛ نور قرمز (پیک ۶۳۳ نانومتر)، نور آبی (پیک ۴۴۹ نانومتر) و نور بنفش (پیک ۴۰۰ نانومتر) مورد استفاده.



شکل ۲– بوته‌های توت‌فرنگی تحت تیمار نور پایان روز با استفاده از منابع نوری ال‌ای‌دی.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات کمی میوه (جدول ۱–۱) نشان داد که کیفیت نور پایان روز روی میانگین وزن میوه، قطر میوه، وزن تر و خشک میوه در سطح یک درصد و روی طول و عرض میوه توت‌فرنگی رقم پاروس در سطح پنج درصد معنی دار بود.

نور قرمز در مقایسه با شاهد سبب افزایش ۴۳ درصدی وزن میوه، ۲۱ درصدی طول میوه، ۱۶ درصدی عرض میوه، ۱۸ درصدی قطر میوه، ۶۱ درصدی وزن تر میوه و ۶۶ درصدی وزن خشک میوه گردید. بیشترین وزن میوه، وزن تر و خشک میوه به ترتیب با میانگین ۱۴/۱۵، ۱۷/۵۶ و ۰/۹۶ گرم در تیمار نور قرمز پایان روز مشاهده شد. نور بنفش و شاهد بدون اختلاف معنی‌داری کمترین میزان وزن تر میوه را نشان دادند. نور آبی پایان روز بعد از نور قرمز وزن تر و خشک میوه بالاتری در مقایسه با نور بنفش و شاهد نشان داد اما میانگین وزن میوه در تیمار نور آبی با تیمار نور بنفش تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱). تیمارهای نور پایان روز مختلف از نظر طول و عرض میوه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند اما نور بنفش از نظر قطر میوه با نورهای آبی و قرمز تفاوت معنی‌داری داشت و نسبت به این دو تیمار قطر میوه کمتری را سبب شد (جدول ۱). فرآیند فتوسنتز می‌تواند تحت تأثیر مثبت طول‌موج‌های قرمز (۶۰۰–۷۰۰ نانومتر) و آبی (۳۹۰–۵۰۰ نانومتر) قرار گیرد، از طریق تغییرات خاص در فعالیت روزنه‌ای، توسعه کلروپلاست، سیستم‌های فتوسنتزی و فعالیت‌های آنزیمی که با تنظیم کارایی فتوسنتزی مرتبط هستند، که در نهایت منجر به افزایش تولید محصول می‌شود (Yang et al., 2018). تحقیقات زیادی در مورد اثرات نورهای قرمز و آبی و بنفش تک طول‌موج بر رشد و عملکرد محصولات انجام نشده است؛ تحقیقات قبلی عمدتاً بر کاربرد ترکیبی این طول‌موج‌ها متمرکز بوده و تنها تعداد کمی از مطالعات به بررسی اثرات تک طول‌موجی این نورها پرداخته‌اند (Bantis et al., 2018; Garrett Owen and Lopez, 2017; Yang et al., 2018).

جدول ۱– مقایسه میانگین اثر کیفیت نور پایان روز تک طول‌موج روی برخی صفات کمی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس.

تیمار	میانگین وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلی‌متر)	عرض میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	وزن تر میوه (گرم)	وزن خشک میوه (گرم)
شاهد (عدم نوردهی)	۹/۹۰^{c}	۳/۰۲^{b}	۲/۴۸^{b}	۲/۲۸^{b}	۱۰/۹۳^{c}	۰/۵۸^{d}
قرمز	۱۴/۱۵^{a}	۳/۶۴^{a}	۲/۸۸^{a}	۲/۶۸^{a}	۱۷/۵۶^{a}	۰/۹۶^{a}
آبی	۱۲/۲۷^{b}	۳/۳۹^{ab}	۲/۷۴^{ab}	۲/۵۷^{a}	۱۴/۸۶^{b}	۰/۷۸^{b}
بنفش	۱۱/۱۱^{bc}	۳/۲۷^{ab}	۲/۶۲^{ab}	۲/۴۲^{b}	۱۲/۳۱^{c}	۰/۶۹^{c}
معنی‌داری	**	*	*	**	**	**

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد. حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (۲)، اثر کیفیت نور پایان روز روی محتوای ویتامین ث، آنتوسیانین، فنل و فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که نور بنفش با وجود اینکه روی اندازه میوه اثر کاهنده داشت اما روی محتوای ترکیبات فیتوشیمیایی میوه اثر مثبت نشان داد. بیشترین و کمترین محتوای ویتامین ث به ترتیب در تیمار نور بنفش (۵۳/۷۴ میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم وزن تر) و شاهد (۳۶/۱۶ میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد که این درصد افزایش در تیمار نور بنفش نسبت به تیمار شاهد ۴۹ درصد بود. محتوای فنل کل به ترتیب در تیمارهای نور بنفش (۸۱ درصد)، آبی (۵۹ درصد) و قرمز (۳۵ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش نشان داد. بالاترین محتوای فلاونوئید و آنتوسیانین کل نیز در مقایسه با سایر تیمارها در نور بنفش مشاهده شد. بیشترین درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نور بنفش (۹۸/۷۲ درصد) و آبی (۹۶/۴۴ درصد) بدون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بود. نور قرمز نیز در مقایسه با شاهد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نشان داد (جدول ۱–۲). در میوه‌های برش‌خورده سیب، تیمار با نور ال‌ای‌دی بنفش به‌طور قابل‌توجهی تجمع ترکیبات فنلی را افزایش داده و از قهوه‌ای شدن میوه جلوگیری کرد (Jin et al., 2025). این یافته‌ها بر پتانسیل نور ال‌ای‌دی بنفش در ارتقای خواص فیتوشیمیایی و بهبود کیفیت میوه‌ها و نشاءها تأکید دارند. نور آبی توسط کریپتوکروم‌ها جذب می‌شود و بر مراحل مختلف رشد گیاه، از جمله تولید متابولیت‌های ثانویه میوه، تأثیر می‌گذارد (Fantini and Facella, 2020). بیوسنتز ترکیبات فنلی و آنتوسیانین تحت تأثیر نور آبی همچنین در گوجه‌فرنگی (Lopez et al., 2012) و انگور (González et al., 2015) گزارش شده است.

جدول ۲– مقایسه میانگین اثر کیفیت نور پایان روز تک طول‌موج روی برخی صفات فیتوشیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس.

تیمار	ویتامین ث (mg AA/100g FW)	آنتوسیانین کل (mg P3G/100g FW)	فنل کل (mg GA/100g FW)	فلاونوئید کل (mg QU/100g FW)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (%)
شاهد (عدم نوردهی)	۳۶/۱۶^{d}	۱۲/۱۲^{c}	۸۸/۵۴^{d}	۳۶/۲۲^{d}	۸۵/۴۹^{c}
قرمز	۴۰/۹۳^{c}	۱۵/۹۹^{b}	۱۱۹/۳۴^{c}	۵۰/۳۳^{b}	۹۲/۶۹^{b}
آبی	۵۰/۰۳^{b}	۱۵/۶۰^{bc}	۱۴۰/۶۹^{b}	۴۴/۰۰^{c}	۹۶/۴۴^{a}
بنفش	۵۳/۷۴^{a}	۲۳/۸۴^{a}	۱۶۰/۰۴^{a}	۵۶/۵۰^{a}	۹۸/۷۲^{a}
معنی‌داری	**	**	**	**	**

**: معنی‌دار در سطح یک درصد. حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کیفیت نور پایان روز تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس داشت. نور قرمز با بهبود صفات رشدی مانند وزن و قطر میوه، بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد کمی نشان داد، درحالی‌که نور بنفش باوجود اثر کاهنده بر اندازه میوه، باعث افزایش معنی‌دار ترکیبات فیتوشیمیایی از جمله ویتامین ث، فنل، فلاونوئید، آنتوسیانین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد. نور آبی نیز در بسیاری از موارد عملکرد بینابینی داشت و در کنار نور قرمز موجب بهبود نسبی برخی صفات کمی و کیفی گردید. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده هدفمند از کیفیت‌های مختلف نور در پایان روز می‌تواند ابزاری مؤثر در بهینه‌سازی عملکرد و بهبود کیفیت تغذیه‌ای میوه توت‌فرنگی باشد. همچنین تأکید بر کاربرد نورهای تک طول‌موجی، به‌ویژه نور بنفش، می‌تواند راهگشای پژوهش‌های بیشتر در زمینه ارتقای ویژگی‌های فیتوشیمیایی و ارزش افزوده محصولات باغی به‌ویژه توت‌فرنگی باشد

منابع

Bantis, F., Smirnakou, S., Ouzounis, T., Koukounaras, A., Ntagkas, N. and Radoglou, K. 2018. Current status and recent achievements in the field of horticulture with the use of light-emitting diodes (LEDs). Scientia Horticulturae, 235: 437–451.

Choi, H.G., Moon, B.Y. and Kang, N.J. 2015. Effects of LED light on the production of strawberry during cultivation in a plastic greenhouse and in a growth chamber. Scientia Horticulturae, 189: 22–31.

Fantini, E. and Facella, P. 2020. Cryptochromes in the field: How blue light influences crop development. Physiologia Plantarum, 169(3): 336–346.

González, C.V., Fanzone, M.L., Cortés, L.E., Bottini, R., Lijavetzky, D.C., Ballaré, C.L. and Boccalandro, H.E. 2015. Fruit-localized photoreceptors increase phenolic compounds in berry skins of field-grown Vitis vinifera L. cv. Malbec. Phytochemistry, 110: 46–57.

Hu, X., Xu, C., Gong, J., Li, X., Li, F., Zhao, J., Sun, X. and Han, D. 2024. Biological role of red light supplementation in inositol metabolism during strawberry fruit ripening. Scientia Horticulturae, 332: 113196.

Jin, J., Qi, L., Shen, S., Yang, S., Yuan, H. and Wang, A. 2025. Violet LED light-activated MdHY5 positively regulates phenolic accumulation to inhibit fresh-cut apple fruit browning. Horticulture Research, 12(1): uhae276.

Kaiser, E., Ouzounis, T., Giday, H., Schipper, R., Heuvelink, E. and Marcelis, L.F.M. 2019. Adding blue to red supplemental light increases biomass and yield of greenhouse-grown tomatoes, but only to an optimum. Frontiers in Plant Science, 9: 2002.

Lauria, G., Lo Piccolo, E., Ceccanti, C., Guidi, L., Bernardi, R., Araniti, F., Cotrozzi, L., Pellegrini, E., Moriconi, M., Giordani, T., Pugliesi, C., Nali, C., Sanità di Toppi, L., Paoli, L., Malorgio, F., Vernieri, P., Massai, R., Remorini, D. and Landi, M. 2023. Supplemental red LED light promotes plant productivity, "photomodulate" fruit quality and increases Botrytis cinerea tolerance in strawberry. Postharvest Biology and Technology, 198: 112253.

Ngcobo, B.L., Bertling, I. and Clulow, A.D. 2022. Artificial daylength enhancement (pre-sunrise and post-sunset) with blue and red LED lights affects tomato plant development, yield, and fruit nutritional quality. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 63(6): 847–856.

Yang, X., Xu, H., Shao, L., Li, T., Wang, Y. and Wang, R. 2018. Response of photosynthetic capacity of tomato leaves to different LED light wavelength. Environmental and Experimental Botany, 150: 161–171.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of end-of-day monochromatic light on quantitative and phytochemical traits of strawberry fruit

Jila Abbaszadeh[1*], Mohammad Sayyari[1] and Hassan Sarikhani[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
Corresponding Author: j.abbaszadeh@agr.basu.ac.ir

Abstract

The quality of strawberry fruit is significantly dependent on the environmental conditions of its growth, particularly light, which is considered one of the key factors influencing plant physiology and metabolism. In recent decades, modern light sources based on light-emitting diodes (LEDs) have been utilized not only to enhance the growth and productivity of horticultural crops but also to control biochemical processes, such as the production of bioactive compounds. In the present study, the effect of end-of-day (EOD) light quality, applied as monochromatic wavelengths, on the quantitative and phytochemical characteristics of 'Paros' strawberry fruit was investigated under different light treatments (control, red light, blue light, and violet light) in a completely randomized design with three replications. The results of this study indicated that light quality significantly affected fruit weight, fruit diameter, fresh and dry fruit weight, and the content of phytochemical compounds in the fruit, such as vitamin C, anthocyanins, total phenols and flavonoids, and antioxidant capacity at a 1% significance level, as well as fruit length and width at a 5% significance level. Red light exhibited the highest impact on the quantitative traits of the fruit; however, violet light, compared to blue and red light, led to a reduction in these traits. Conversely, the highest contents of vitamin C, total anthocyanins, phenols, and flavonoids were observed in the violet light EOD treatment. The antioxidant capacity of the fruit was higher under violet and blue light treatments compared to red light. Consequently, the application of EOD light can enhance nutrient content, fruit yield, and anthocyanin concentration in plants, thereby improving the yield and quality of strawberries. Notably, this study is the first to report the effect of violet EOD light on the quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruit.

Keywords: Bioactive compounds, Light quality, Red light, Total anthocyanin, Violet light.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کودهای نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر صفات کمی و کیفی سیر

سیده زکیه موسوی[۱]، محمد سیاری[۱*] و فرشاد دشتی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *m.sayyari@basu.ac.ir*

چکیده

سیر (*Allium sativum* L.) گیاهی دائمی بوده که به منظور تولید به صورت یکساله کشت می‌شود. سیر به دلیل دارا بودن آنتی بیوتیک برای درمان بیماری‌های باکتریایی توصیه شده‌است و با توجه به اهمیت غذایی، سطح زیر کشت و مقدار تولید این گیاه افزایش یافته است. یکی از راه‌های افزایش عملکرد و کیفیت این گیاه تأمین عناصر غذایی و برنامه تغذیه مناسب می‌باشد. به منظور بررسی اثرات نیترات کلسیم در سه سطح (صفر، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (صفر، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار) بر صفات کمی و کیفی سیر آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار و دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که کاربرد نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر صفات وزن تر و خشک سوخ، وزن سوخچه، تعداد سوخچه در سیر، عملکرد سوخ، محتوی فنول کل، اسید پیرووبک و مواد جامد محلول اثر معنی‌دار داشت. اثرات متقابل کاربرد نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر صفات رشدی معنی‌دار بود اما در شاخص‌های فنول کل و مواد جامد محلول تأثیر چشمگیری نشان نداد. بیشترین وزن تر و خشک سوخ و همچنین عملکرد سوخ (۲۶۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۳۰کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم به همراه ۲۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار و کمترین میزان این صفات در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) حاصل شد. بیشترین میزان اسید پیرووبک در تیمار ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم به‌همراه ۳۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به دست آمد. بیشترین میزان فنول کل (۱۳/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و (۱۳/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) با ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌دست‌آمد.

واژه‌های کلیدی: اسید پیرووبک، عملکرد، فنل کل، کلسیم، مواد جامد محلول.

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) گیاهی دائمی می‌باشد که به منظور تولید به صورت یکساله کشت می‌شود. سیر دارای ترکیبات آنتی بیوتیک بوده که برای درمان بیماری‌های باکتریایی توصیه شده‌است و با توجه به اهمیت غذایی ویژه، سطح زیر کشت این گیاه افزایش یافته است (پیوست، ۱۳۹۷). کلسیم یکی از اجزای تشکیل دهنده دیواره سلولی، نقش مهمی در استحکام دیواره سلولی داشته و می‌توان آن را آخرین سد قبل از جدا شدن سلول دانست. این عنصر اگرچه در سلول‌ها نسبتاً بی‌تحرک است و به آسانی از قسمت‌های بالغ به قسمت‌های در حال رشد فعال گیاهان منتقل نمی‌شود، ولی یک درشت مغذی ضروری برای رشد و نمو گیاه است (Wei et al, 2017). تعرق مهمترین عامل در نقل و انتقال کلسیم در داخل گیاه بوده و مشخص شده که در گیاهان غده‌ای با توجه به اینکه میزان تعرق غده بسیار کمتر از اندام‌های هوایی می‌باشد، بنابراین بیشتر کلسیم جذب شده توسط ریشه، وارد اندام‌های هوایی شده و مقدار کمی در غده ذخیره می‌شود (Bassu and Palta, 2006). پتاسیم در تنظیم اسمزی و حفظ فشار اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، نمو سلول، فتوسنتز و تعرق نقش مهمی داشته و همچنین انتقال مواد ساخته شده در برگ‌ها که از طریق آوند آبکش به اندام‌های ذخیره‌ای گیاه می‌رسند را افزایش می‌دهد به همین دلیل می‌تواند در بهبود عملکرد و کیفیت میوه‌ها و سبزیجات اثرگذار باشد (Lester et al, 2010). با توجه به اهمیت خوراکی و دارویی گیاه سیر هدف از این تحقیق بررسی اثر نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر عملکرد و کیفیت این گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه‌ای واقع در شهرستان تویسرکان و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴ اجرا شد. مطالعه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول نیترات کلسیم در

سه سطح (صفر، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار همراه با آب آبیاری)، فاکتور دوم سولفات پتاسیم (صفر، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار مصرف در آب

آبیاری) و اعمال تیمارها در دو مرحله چهار و هشت برگی گیاه سیر بود. عملیات آماده سازی زمین به صورت دستی انجام شده و هر کرت چهار مترمربع و فاصله بین هر کرت نیم متر در نظر گرفته شد. سیرچه‌ها با فاصله بین ردیف ۱۵ سانتی‌متر و روی ردیف۱۲سانتی‌متر و عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متر کاشته خواهند شد. برداشت در اوایل تیرماه و مصادف با زرد شدن ۷۰ درصد از اندام هوایی سیر انجام خواهد شد. صفات رشدی و کیفی شامل وزن تر و خشک سوخ، وزن خشک سوخچه، عملکرد سوخ، اسید پیرووییک کل، محتوی فنول و مواد جامد محلول بعد از برداشت اندازه‌گیری شد. جهت بررسی محتوی فنول ابتدا ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۱۰۰ میکرولیتر فولین سیوکالتیو مخلوط کرده و ۱/۱۶ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد، سپس ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم یک مولار به آن افزوده شد. سپس نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شدند. مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفرکترومتر دستی آتاگو، مدل N1-E (ژاپن) اندازه‌گیری شد.برای اندازه‌گیری اسید پیرووییک ۵۰ گرم سوخ با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مخلوط شدند. پس از گذشت ده دقیقه عصاره به‌دست آمده با عبور از کاغذ صافی، ده مرتبه رقیق گردید. برای تشکیل کمپلکس رنگی از معرف ۲ و ۴ – دی نیترو فنیل هیدرازین ۰.۲۵ گرم بر لیتر اسید کلریدریک یک مولار استفاده گردید. در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد (آنتون و بارت، ۲۰۰۳). آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد

نتایج

وزن تر، خشک سوخ و وزن خشک سوخچه

اثرات ساده نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر وزن تر سوخ در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بالاترین وزن تر سوخ (۶۸.۲۶ گرم) در سطح سوم نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سایر سطوح نشان داد (شکل ۱). با توجه به جدول ۲ مشخص شد که کاربرد سولفات پتاسیم در سطح سوم نیترات کلسیم (۳۰ کیلوگرم در هکتار) تأثیر چشمگیری در افزایش وزن تر سوخ نسبت به سطوح پایین‌تر نیترات کلسیم داشته است.

تغییرات سطوح نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر وزن خشک سوخ در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل دو فاکتور در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش سطح نیترات کلسیم کاربرد سولفات پتاسیم میزان وزن خشک سوخ را افزایش داد. کولونگ و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که کاربرد سولفات پتاسیم می‌تواند میزان وزن تر و خشک پیاز خوراکی را افزایش دهد. علت افزایش وزن تر و خشک سوخ در سیر با کاربرد نیترات کلسیم، تأثیر کلسیم بر استحکام دیواره سلولی و رشد گیاه می‌باشد (نوری و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثرات ساده و متقابل سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم بر وزن سوخچه به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین وزن سوخچه (۵.۳۳ گرم) در تیمار ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کمترین وزن سوخچه (۲.۳۳ گرم) در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) به‌دست آمد (جدول ۲).

عملکرد سوخ

تیمارهای نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش دو تیمار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد سوخ (۲۶۶۰۰کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۳۰ کیلوگرم هر هکتار نیترات کلسیم و ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (شکل ۱). کومار و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند کاربرد نیترات کلسیم در پیاز خوراکی سبب افزایش وزن سوخ‌ها گردید. کاربرد پتاسیم در سیر سبب افزایش وزن تر و خشک سوخ‌ها، عملکرد و سایر صفات رشدی گردیده و میزان جذب سایر عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر، گوگرد و کلسیم در سوخ افزایش داد (Jiku et al, 2020).

اسید پیرووِیک، مواد جامد محلول و محتوی فنول

اثرات ساده و برهمکنش نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر اسید پیرووِیک کل معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم سبب افزایش میزان اسید پیرووِیک گردید. بالاترین میزان اسید پیرووِیک (۷۹/۰۳ میکرومول بر میلی‌لیتر) در تیمار نیترات کلسیم ۱۵ کیلو در هکتار و ۳۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم حاصل شد (شکل ۱). شجاعی (۱۳۹۶) بیان کردند کاربرد نیترات کلسیم در سیر سبب افزایش گوگرد سوخ می‌گردد، در نتیجه می‌تواند بر ترکیباتی وگوگردی در سیر همچون اسید پیرووِیک اثرگذار باشد.

با توجه به جدول ۱ اثرات ساده نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر مواد جامد محلول معنی‌دار بود. کاربرد ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم به ترتیب سبب افزایش و درصد و مصرف ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم سبب به ترتیب سبب افزایش و درصد مواد جامد محلول گردید (جدول ۲).

کاربرد ۳۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم به ترتیب سبب افزایش ۲۹ و ۱۶ درصدی محتوی فنول گردید. همچنین کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم سبب بهبود ۲۱ درصدی میزان فنول نسبت به شاهد گردید و تفاوت معنی‌داری بین سطح شاهد و ۱۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم وجود نداشت (جدول ۲). کاربرد سولفات پتاسیم در سیر سبب افزایش عملکرد و وزن تر و خشک سوخ گردیده و محتوی فنول غده‌های سیر افزایش یافت (Elwa and Nasef, 2016).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر صفات کمی و کیفی سیر.

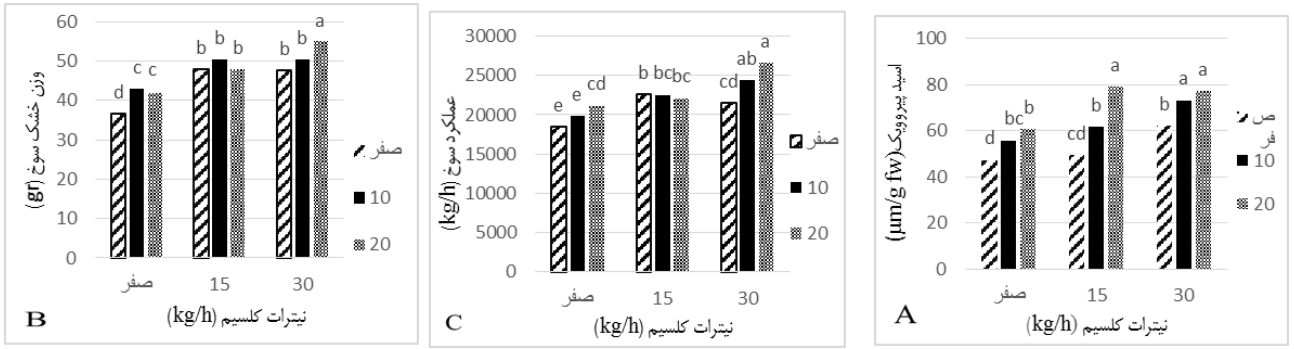
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر سوخ	وزن خشک سوخ	وزن سوخچه	عملکرد سوخ	اسیدپیرووِیک	فنول کل	مواد جامد محلول
تکرار	۲	۲۱/۰۳	۲/۸۵	۰/۰۰۳	۱۸۸۵۵۶/۵۹	۱۰/۴۵	۰/۲۸	۰.۰۰۱
نیترات کلسیم	۲	۴۹۲/۴**	۲۸۲/۴۶**	۹/۸۶**	۴۲۶۷۰۶۱۲/۳۳**	۵۹۱/۴۱**	۲۱/۳۶**	۵/۵۳**
سولفات پتاسیم	۲	۱۶۹/۲۱**	۵۰/۶۶**	۴/۶۳**	۱۳۴۸۶۹۴۲**	۸۶۰/۸۶**	۱۲/۳۲**	۵/۰۷**
نیترات کلسیم + سولفات پتاسیم	۴	۲۰/۸۳*	۱۶/۶۲*	۰/۵*	۶۰۶۲۰۱۵/۴۴*	۶۹/۶۲*	۱/۱۳ns	۰/۳۱ns
خطا آزمایش	۲۶	۶/۸۳	۳/۷۱	۰/۱۶	۱۶۷۷۴۰۰/۸	۱۹/۶۶	۱/۲۴	۰/۷۲
ضریب تغییرات		۴/۷	۴/۱۲	۱۰/۸۱	۵/۸۵	۷/۰۴	۹/۲۶	۳/۱۸

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵و ۱ درصد

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین تیمارهاست.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر صفات سیر.

تیمار	وزن تر سوخ (gr)	وزن خشک سوخ (gr)	وزن سوخچه (gr)	عملکرد سوخ (kg/h)	اسید پیرووِیک (µm/gfw)	فنول (mg/gfw)	مواد جامد محلول
نیترات کلسیم							
صفر	۴۷/۳۹c	۴۰/۴۱c	۲/۵۶c	۱۹۸۲۵c	۵۴/۶۲c	۱۰/۴۲c	۲۵/۹۴b
۱۵ (kg/h)	۵۷/۸b	۴۸/۷۸b	۴/۰۶b	۲۲۴۴۲b	۶۳/۲۷b	۱۲/۱۶b	۲۶/۷۸ab
۳۰(kg/h)	۶۱/۷a	۵۱/۰۵a	۴/۵۷a	۲۴۱۴۸a	۷۰/۸۲a	۱۳/۵a	۲۷/۵۱a
سولفات پتاسیم							
صفر	۵۰/۷۳b	۴۴/۰۲a	۳/۰۲c	۲۰۸۵۹b	۵۲/۸۴c	۱۰/۸b	۲۵/۹۷b
۱۰ (kg/h)	۵۷/۲۲a	۴۷/۹۰b	۳/۷۲b	۲۲۲۵۷a	۶۳/۵b	۱۱/۹۷b	۲۶/۷۸ab
۲۰(kg/h)	۵۸/۹۵a	۴۸/۳۲b	۴/۴۵a	۲۳۲۹۹a	۷۲/۳۷a	۱۳/۲۲a	۲۷/۴۷a



شکل ۱- اثر متقابل نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم بر اسید پیرووبک کل (A) وزن خشک سوخ (B) و عملکرد سوخ (C).

منابع

پیوست، غ.ع. ۱۳۹۷. سبزی‌کاری. انتشارات کتابیران. ۲۲۰ ص.

Bassu, S. and Palta, J.P. 2006. Investigating the in vivo calcium transport path to developing potato tuber using 45Ca: A new concept in potato tuber calcium nutrition. Physiologia Plantarum, 128: 313–323.

Coolong, T.W., Kopsell, D.A., Kopsell, D.E. and Randle, W.M. 2004. Nitrogen and sulfur influence nutrient usage and accumulation in onion. Journal of Plant Nutrition, 27(9): 1667–1686.

Nasef, I.N. and Elwa, M.W.M. 2016. Response of yield and quality of garlic to nitrogen sources and foliar spray with sulfur treatments. Journal of Plant Production, Mansoura University, 7(12): 1377–1385.

Jiku, A., Muzzaman, A., Singha, A., Rahaman, A., Kumar Ganapati, R., Alam, A. and Rupa Sinha, S. 2020. Response and productivity of garlic (*Allium sativum* L.) by different levels of potassium fertilizer in farm soils. Bulletin of the National Research Centre, 44(9): 1–9.

Kumar, A., Savita, S., Kumar, S., Thakur, V., Kaur, D. and Kamboj, A. 2018. Effect of planting density and inorganic fertilizers on growth and yield of onion. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(6): 3246–3250.

Lester, G.E., Jifon, J.L. and Makus, D.J. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: Melon (*Cucumis melo* L.) case study. Plant and Soil, 335: 117–131.

Wei, S., Qin, G., Zhang, H., Tao, S., Wu, J., Wang, S. and Zhang, S. 2017. Calcium treatments promote the aroma volatiles emission of pear (*Pyrus ussuriensis* 'Nanguoli') fruit during post-harvest ripening process. Scientia Horticulturae, 215: 102–111.

Nori, M., Bayat, F. and Esmaeili, A. 2012. Changes of vegetative growth indices and yield of garlic (*Allium sativum* L.) in different sources and levels of nitrogen fertilizer. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(18): 1394–1400.

Effect of calcium nitrate and potassium sulfate fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of garlic

Seyedeh Zakieh Mousavi[1], Mohammad Sayyari[1*] and Farshad Dashti[1]
1. Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
Corresponding Author: m.sayyari@basu.ac.ir

Abstract

Garlic (*Allium sativum* L.) is a perennial plant that is cultivated as an annual for production. Garlic is recommended for the treatment of bacterial diseases due to its antibiotic properties, and due to its nutritional importance, the area under cultivation and the amount of production of this plant have increased. One way to increase the yield and quality of this plant is to provide nutrients and a proper feeding program. In order to investigate the effects of calcium nitrate at three levels (0, 15, and 30 kg/ha) and potassium sulfate (0, 10, and 20 kg/ha) on the quantitative and qualitative traits of garlic plants, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan. The results showed that the application of calcium nitrate and potassium sulfate had a significant effect on the traits of fresh and dry weight of garlic, bulb weight, bulb yield, total phenol content, acid ptruvic and tss. The interaction effects of calcium nitrate and potassium sulfate application were significant on growth traits, but did not show a significant effect on total phenol and tss indices. The highest fresh and dry weight of the tuber as well as the tuber yield (26600 kg/ha) were obtained in the treatment of 30 kg/ha of calcium nitrate along with 20 kg/ha of potassium sulfate, and the lowest amount of these traits was obtained in the control treatment. The highest amount of pyruvic acid was obtained in the treatment of 15 kg/ha of calcium nitrate along with 30 kg/ha of potassium sulfate. The highest total phenol content (13.5 mg/g wet weight) was obtained in the treatment of 30 kg/ha of calcium nitrate and (13.2 mg/g wet weight) with 20 kg/ha of potassium sulfate.

Keywords: Acid pyruvic, Yield, phenol, calcium, total suspended solids.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلنی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و فعالیت آنزیم کاتالاز در کاهو

گلناز احتشامی[1*] و محمد اعتمادی[1]
۱- بخش علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *golnazehtesham7697@gmail.com*

چکیده

میکروپلاستیک‌ها یک چالش زیست‌محیطی فزاینده برای اکوسیستم‌های کشاورزی هستند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلنی (PE) ،۰، ۵۰، ۲۵۰ و ۱۰۰۰ µg/mL بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و فعالیت آنزیم کاتالاز در کاهو رقم قرمز از طریق سه روش کاربرد (بذر، محلول‌پاشی برگی و تغذیه ریشه‌ای) انجام شد. نتایج نشان داد که روش کاربرد و غلظت میکروپلاستیک به‌طور معنی‌داری ($p<0.0001$) بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و فعالیت کاتالاز تأثیر گذاشتند. بالاترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در تیمار ۲۵۰ کاربرد بذری (۷۰/۱۸٪) و پایین‌ترین میزان در تیمار ۱۰۰۰ µg/mL کاربرد بذری (۴۲/۵۷٪) مشاهده شد. در کاربرد برگی، غلظت‌های ۲۵۰ µg/mL و ۱۰۰۰ µg/mL باعث افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نسبت به شاهد شدند. کاربرد ریشه‌ای میکروپلاستیک‌ها در غلظت ۱۰۰۰ µg/mL منجر به کاهش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل شد. فعالیت کاتالاز در کاربرد بذری با افزایش غلظت میکروپلاستیک‌ها تا ۲۵۰ µg/mL افزایش یافت اما در غلظت ۱۰۰۰ µg/mL نسبت به ۲۵۰ µg/mL کاهش نشان داد، هرچند همچنان بالاتر از شاهد بود. در کاربرد برگی، فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش غلظت میکروپلاستیک‌ها کاهش یافت. بالاترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار شاهد کاربرد ریشه‌ای (۴۵/۹۱ U mg^{-1} protein) و پایین‌ترین در غلظت ۱۰۰۰ µg/mL کاربرد برگی (U mg^{-1} protein ۱۳/۵۶) ثبت شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که میکروپلاستیک‌ها بسته به روش کاربرد و غلظت، پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی متفاوتی را در کاهو القا می‌کنند که می‌تواند بر سلامت گیاه و کیفیت محصول تأثیر بگذارد.

واژه‌های کلیدی: پلی‌اتیلن، تنش اکسیداتیو، کاهو، میکروپلاستیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل.

مقدمه

گیاه کاهو (*Lactuca sativa* L.) یک سبزی برگی یک‌ساله از خانواده کاسنیان (Asteraceae) است که به طور گسترده برای مصرف برگ‌های خوراکی آن کشت می‌شود. این گیاه به طور عمده در مناطق با اقلیم معتدل رشد می‌کند. کاهو شامل انواع مختلفی است و ارزش غذایی بالایی دارد. رشد و بهره‌وری کاهو به شرایط محیطی وابسته است و به تنش‌های زیستی و غیرزیستی حساس است. کاهو اغلب به‌عنوان گیاه مدل در پژوهش‌های علمی استفاده می‌شود. تولید سالانه کاهو در سطح جهانی حدود ۲۷ میلیون تن است. میکروپلاستیک‌ها ذرات پلاستیکی کوچکی هستند که اکوسیستم‌های خشکی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Meskelu *et al.*, 2024). پلی‌اتیلن یکی از رایج‌ترین انواع میکروپلاستیک‌ها است که پایداری بالایی در محیط دارد. این ذرات با ریشه‌های گیاه تعامل کرده و می‌توانند مانع جذب آب و مواد مغذی شده و تنش فیزیولوژیکی ایجاد کنند. آلودگی خاک با نانو و میکروپلاستیک‌ها ممکن است بیشتر از آلودگی محیط‌های آبی باشد. تنش‌های محیطی، از جمله آلودگی میکروپلاستیک‌ها، می‌توانند منجر به آسیب‌های اکسایشی در گیاهان شوند (Kumar *et al.*, 2012). با توجه به افزایش کاربرد پلاستیک‌ها، آلودگی ناشی از میکروپلاستیک‌ها به یکی از چالش‌های اساسی زیست‌محیطی تبدیل شده است. زمین‌های کشاورزی از مخازن اصلی میکروپلاستیک‌ها محسوب می‌شوند و نفوذ میکروپلاستیک‌ها به خاک می‌تواند اثرات نامطلوبی بر گیاهان داشته باشد. تأثیر منفی میکروپلاستیک‌ها بر گیاهان می‌تواند به انتقال این آلاینده‌ها به انسان منجر شود (Tourinho *et al.*, 2023). فهم مکانیسم‌های اثرگذاری میکروپلاستیک‌ها بر گیاهان، از جمله اختلال در جذب مواد مغذی و کاهش کارایی فتوسنتزی، اهمیت ویژه‌ای دارد. میکروپلاستیک‌ها می‌توانند توسط محصولات کشاورزی جذب و انباشته شوند و موجب آسیب به ریشه، مهار رشد، کاهش فتوسنتز، اختلال در سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش کیفیت محصولات شوند (Uurasjärvi *et al.*, 2020). اگرچه گیاهان دارای سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی هستند ، اما ذرات کوچک پلاستیکی می‌توانند به درون گیاهان نفوذ کنند. برخی ترکیبات شیمیایی آزادشده از پلاستیک‌ها

می‌توانند توسط گیاهان جذب شده و موجب استرس اکسیداتیو شوند. تنش اکسیداتیو با تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) ایجاد می‌شود و باعث اختلال در رشد و فرآیندهای بیوشیمیایی گیاه می‌گردد (Chen *et al.*, 2022). پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیرات میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلن بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه کاهو رقم قرمز (*Lactuca sativa* L.) صورت می‌پذیرد. اهداف این پژوهش شامل بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف میکروپلاستیک‌ها بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و فعالیت آنزیم کاتالاز از طریق سه روش آلوده‌سازی (آلودگی بذر، محلول‌پاشی برگی و تغذیه ریشه‌ای) است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار ۱۴۰۳ در گلخانه دانشگاه شیراز با هدف بررسی اثر روش کاربرد (بذری، برگی، ریشه‌ای) و غلظت (۰، ۵۰، ۲۵۰ و ۱۰۰۰) میکروپلاستیک پلی‌اتیلن بر کاهوی رقم 'Little Gem Red' انجام شد. میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلنی مورد استفاده آزمایشگاه بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز تهیه شد و سپس برای سنجش طیف FTIR نمونه مورد نظر در ازمایشگاه مرکزی دانشگاه شیراز مورد آزمایش قرار گرفت. آزمایش به‌شکل فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو گیاه در هر گلدان اجرا گردید. بذرها ابتدا در پتری‌دیش کشت شدند (برای تیمار بذری، میکروپلاستیک در این مرحله اعمال شد) و سپس گیاهچه‌ها به بستر پرلیت و کوکوپیت منتقل و با محلول هوگلند تغذیه شدند. تیمارهای میکروپلاستیک به‌صورت هفتگی بر گیاهان اعمال شدند بدین صورت که تیمار برگی با اسپری غلظت‌های مختلف میکروپلاستیک بر روی برگ‌های گیاه کاهو همراه بود و تیمار ریشه‌ای با افزودن غلظت‌های میکروپلاستیک به همراه محلول هوگلند در محیط ریشه بود . دمای گلخانه بین ۵±۱۱ درجه سلسیوس (شب) و ۳±۲۷ درجه سلسیوس (روز) و رطوبت نسبی حدود ۶۵٪ حفظ شد.

برای تهیه عصاره مورد نیاز جهت سنجش ظرفیت آنتی اکسیدانی کل از روش (Ozden et al., 2009) استفاده شد.

برای تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل برگ، از روش رادیکال آزاد DPPH استفاده شد (Martins et al., 2016).

برای ارزیابی فعالیت آنزیم کاتالاز، میزان کاهش جذب نوری ناشی از تجزیه پراکسید هیدروژن (H_2O_2) در مدت یک دقیقه ثبت شد (Kang et al., 2013).

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Graph Pad Prism 10.4.2.(662) تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

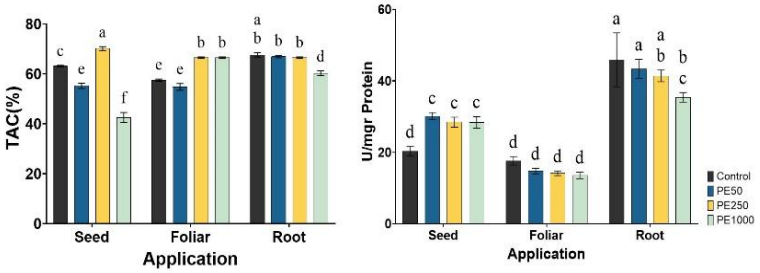
نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که روش کاربرد میکروپلاستیک، غلظت میکروپلاستیک‌ها و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری ($P<0.0001$) بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) و فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه کاهو داشتند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC):

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان TAC در تیمار کاربرد بذری با غلظت ۲۵۰ µg/mL میکروپلاستیک (۷۰/۱۸٪) مشاهده شد. کمترین میزان TAC مربوط به تیمار کاربرد بذری با غلظت ۱۰۰۰ µg/mL (۴۲/۵۷٪) بود. در روش کاربرد بذری، غلظت‌های ۵۰ µg/mL و ۱۰۰۰ µg/mL باعث کاهش معنی‌دار TAC نسبت به شاهد شدند، در حالی که غلظت۲۵۰ µg/mL منجر به افزایش معنی‌دار آن شد. در روش کاربرد برگی، غلظت‌های ۲۵۰ µg/mL و ۱۰۰۰ µg/mL باعث افزایش معنی‌دار TAC نسبت به شاهد در این روش شدند. در روش کاربرد ریشه‌ای، غلظت ۱۰۰۰ µg/mL منجر به کاهش معنی‌دار TAC نسبت به شاهد شد. این نتایج نشان‌دهنده پاسخ پیچیده سیستم آنتی‌اکسیدانی کاهو به میکروپلاستیک‌ها است. افزایش TAC در برخی تیمارها می‌تواند نشان‌دهنده پاسخ دفاعی گیاه به تنش

اکسیداتیو القا شده توسط میکروپلاستیک‌ها باشد. در مقابل، کاهش TAC در غلظت‌های بالاتر ممکن است ناشی از آسیب شدید سیستم آنتی‌اکسیدانی باشد (Dixit et al., 2021).



شکل ۱- اثر برهمکنش غلظت‌های مختلف میکروپلاستیک و اثر برهمکنش غلظت‌های مختلف میکروپلاستیک‌ها و کاربرد میکروپلاستیک بر ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و فعالیت آنزیم کاتالاز گیاه در کاهو قرمز که نوار خطا نمایانگر خطا از استاندارد است. حروف مشترک هر ستون در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معناداری ندارند و برعکس.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر برهمکنش غلظت‌های مختلف میکروپلاستیک‌ها و کاربرد میکروپلاستیک بر ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و فعالیت آنزیم کاتالاز گیاه در کاهو قرمز.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (%)	فعالیت آنزیم کاتالاز ($U.mg\ protein^{-1}$)
میکروپلاستیک	۳	۱۷۲/۸ ****	۲۱۱۷ ****
کاربرد	۲	۲۱۶/۹ ****	۲۰/۳۸ **
میکروپلاستیک × کاربرد	۶	۱۷۵/۳ ****	۵۳/۷۷ ****
خطا	۲۴	۰/۸۵۳۳	۶/۵۱۹

****اختلاف معنادار در سطح <۰/۰۰۱، ***اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۰۱، **اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۱، *اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۵

فعالیت آنزیم کاتالاز

بیشترین فعالیت کاتالاز در تیمار شاهد روش کاربرد ریشه‌ای (۴۵/۹۱ U mg^{-1} protein) مشاهده شد. کمترین فعالیت در غلظت ۱۰۰۰ µg/mL روش کاربرد برگی (۱۳/۵۶ U mg^{-1} protein) ثبت شد. در روش کاربرد بذری، غلظت ۵۰ µg/mL باعث افزایش معنی‌دار فعالیت کاتالاز نسبت به شاهد شد. این افزایش فعالیت کاتالاز می‌تواند یک پاسخ اولیه برای تجزیه پراکسید هیدروژن اضافی تولید شده تحت تنش میکروپلاستیک‌ها باشد. در روش کاربرد برگی، تمام غلظت‌های میکروپلاستیک‌ها تمایل به کاهش فعالیت کاتالاز نسبت به شاهد داشتند. در روش کاربرد ریشه‌ای، با افزایش غلظت میکروپلاستیک‌ها ، فعالیت کاتالاز کاهش یافت و این کاهش در غلظت ۱۰۰۰ µg/mL نسبت به شاهد معنی‌دار بود. تغییر در فعالیت کاتالاز نشان‌دهنده وقوع تنش اکسیداتیو است. کاهش فعالیت کاتالاز در برخی تیمارها می‌تواند نشان‌دهنده عدم توانایی گیاه در مقابله مؤثر با ROS تولید شده باشد. تفاوت پاسخ کاتالاز بین روش‌های مختلف کاربرد نشان می‌دهد که مسیر ورود میکروپلاستیک‌ها به گیاه بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تأثیرگذار است(Pandey *et al.*, 2017).

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلن می‌توانند سیستم آنتی‌اکسیدانی کاهو را تحت تأثیر قرار دهند. پاسخ گیاه به این آلاینده‌ها وابسته به غلظت و روش کاربرد است.

منابع

Chen, G., Li, Y., Liu, S., Junaid, M. and Wang, J. 2022. Effects of micro(nano)plastics on higher plants and the rhizosphere environment. The Science of the Total Environment, 807(Pt 1): 150841.

Dixit, A.R., Khodadad, C.L.M., Hummerick, M.E., Spern, C.J., Spencer, L.E., Fischer, J.A., Curry, A.B., Gooden, J.L., Maldonado Vazquez, G.J., Wheeler, R.M., Massa, G.D. and Romeyn, M.W. 2021. Persistence of *Escherichia coli* in the microbiomes of red Romaine lettuce (*Lactuca sativa* cv. 'Outredgeous') and mizuna mustard (*Brassica rapa* var. japonica): does seed sanitization matter? BMC Microbiology, 21(1): 289.

Kang, M.Y., Kim, H.B., Piao, C., Lee, K.H., Hyun, J.W., Chang, I.Y. and You, H.J. 2013. The critical role of catalase in prooxidant and antioxidant function of p53. Cell Death & Differentiation, 20(1): 117–129.

Martins, I.M., Roberto, B.S., Blumberg, J.B., Chen, C.Y.O. and Macedo, G.A. 2016. Enzymatic biotransformation of polyphenolics increases antioxidant activity of red and white grape pomace. Food Research International, 89: 533–539.

Meskelu, T., Senbeta, A.F., Keneni, Y.G. and Sime, G. 2024. Growth and marketable yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) as affected by bio-slurry and chemical fertilizer application. Heliyon, 10(1).

Ozden, M., Demirel, U. and Kahraman, A. 2009. Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H_2O_2. Scientia Horticulturae, 119(2): 163–168.

Pandey, S., Fartyal, D., Agarwal, A., Shukla, T., James, D., Kaul, T., Negi, Y.K., Arora, S. and Reddy, M.K. 2017. Abiotic stress tolerance in plants: myriad roles of ascorbate peroxidase. Frontiers in Plant Science, 8: 581.

Uurasjärvi, E., Hartikainen, S., Setälä, O., Lehtiniemi, M. and Koistinen, A. 2020. Microplastic concentrations, size distribution, and polymer types in the surface waters of a northern European lake. Water Environment Research, 92(1): 149–156.

Kumar, A.A., Mishra, P., Kumari, K. and Panigrahi, K.C. 2012. Environmental stress influencing plant development and flowering. Frontiers in Bioscience (Scholar Edition), 4(4): 1315–1324.

Tourinho, P.S., Loureiro, S., Pavlaki, M.D., Mocová, K.A. and Ribeiro, F. 2023. A systematic review of nano- and microplastic (NMP) influence on the bioaccumulation of environmental contaminants: Part I—Soil organisms. Toxics, 11(2): 154.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of polyethylene microplastics on total antioxidant capacity and catalase enzyme activity in lettuce

Golnaz Ehteshami [1*] and Mohammad Etemadi[1]
1. Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: golnazehtesham7697@gmail.com*

Abstract

Microplastics represent an increasing environmental challenge for agricultural ecosystems. This research aimed to investigate the impact of different concentrations of polyethylene (PE) microplastics (0, 50, 250, and 1000 µg/mL) on the total antioxidant capacity and catalase enzyme activity in red lettuce, applied via three methods: seed treatment, foliar spraying, and root feeding. The results indicated that the application method and microplastic concentration significantly ($p<0.0001$) affected both total antioxidant capacity and catalase activity. The highest total antioxidant capacity was observed in the 250 µg/mL seed treatment (70.18%), while the lowest was recorded in the 1000 µg/mL seed treatment (42.57%). In foliar application, concentrations of 250 µg/mL and 1000 µg/mL led to a significant increase in total antioxidant capacity compared to the control. Root application of microplastics at a concentration of 1000 µg/mL resulted in a significant decrease in total antioxidant capacity. Catalase activity in seed treatments increased with microplastic concentrations up to 250 µg/mL but showed a decrease at 1000 µg/mL compared to 250 µg/mL, although it remained higher than the control. In foliar application, catalase enzyme activity decreased with increasing microplastic concentrations. The highest catalase enzyme activity was recorded in the control treatment of root application (45.91 U mg^{-1} protein), and the lowest was observed at the 1000 µg/mL concentration in foliar application (13.56 U mg^{-1} protein). These findings demonstrate that microplastics induce varying antioxidant responses in lettuce depending on the application method and concentration, which can subsequently affect plant health and crop quality.

Keywords: Polyethylene, Oxidative stress, Lettuce, Microplastics, Total antioxidant capacity

.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

رفتار روزنه‌ای و عملکرد فتوسنتزی ریحان تحت نسبت‌های مختلف نور قرمزآبی با یا بدون فاررد

سارا اسماعیلی[۱*]، ساسان علینیایی‌فرد[۱]، سحرعزیزی[۱]، سحر عبدی[۱] و الیاس اقبال[۱]
۱– گروه علوم و مهندسی باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
*نویسنده مسئول: *sara.esmaeili@ut.ac.ir*

چکیده

این مطالعه اثر نسبت‌های مختلف نور قرمز و آبی و همچنین ترکیب نور قرمز، آبی و قرمز دور (far-red) را بر دو رقم ریحان بررسی کرد. تیمار نوری با نسبت 90:10 قرمز به آبی، بیشترین وزن خشک ریشه و برگ را ایجاد کرد. این تیمار همچنین بهترین عملکرد فتوسنتزی، کمترین نرخ تعرق و بیشترین محتوای نسبی آب برگ (RWC) را به همراه داشت و با کوچک‌ترین طول و عرض روزنه و اندازه منفذ روزنه در هر دو رقم همراه بود. این ویژگی‌های روزنه‌ای نقش مهمی در بهبود عمر پس از برداشت گیاهان دارند. با این‌حال، افزودن نور قرمز دور به طیف نور قرمز و آبی، اثر مثبت قابل‌توجهی بر رشد ریحان، به‌ویژه در رقم ایتالیایی، نداشت.

واژه‌های کلیدی: پس از برداشت، روزنه‌ها، ریحان، فاررد و طیف نو

مقدمه

نور یکی از عوامل محیطی کلیدی است که فرایندهای اساسی گیاه، از جمله جوانه‌زنی، فتومورفوژنز، فتوسنتز و گل‌دهی را تنظیم می‌کند. در کشاورزی در محیط کنترل‌شده (CEA) نور مصنوعی، به‌ویژه LED ها، جایگزین مؤثری برای نور خورشید محسوب می‌شود و مزایایی مانند بهره‌وری انرژی، انعطاف‌پذیری طیفی و طول عمر بالا را فراهم می‌کند. طول موج‌های قرمز 700–600 نانومتر و آبی–400 500نانومتر به‌طور ویژه برای رشد ریحان مؤثر هستند (Lin et al. 2021). نور آبی از باز شدن روزنه‌ها، توسعه کلروپلاست و گسترش برگ حمایت می‌کند، درحالی‌که نور قرمز برای فتوسنتز و تولید زیست‌توده اهمیت اساسی دارد .نسبت این طیف‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر تعادل رشد گیاه، انتقال انرژی و حفاظت نوری دارد (d'Aquino et al. 2023). در این مطالعه، تأثیر تغییر نسبت نور قرمز به آبی بر رشد و صفات فتوسنتزی ریحان بررسی شد. همچنین اثر این نسبت‌ها بر عمر پس از برداشت، که یکی از عوامل مهم در تولید تجاری است، ارزیابی گردید. علاوه بر این، نور قرمز دور 750–700 نانومتر که اثر آن بر افزایش عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی شناخته شده است (Shomali et al. 2024).از نظر تأثیر بر ریحان در شرایط کارخانه گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نور قرمز دور بر پاسخ‌های اجتناب از سایه، معماری گیاه و کارایی مصرف نور اثر می‌گذارد (Jeong et al. 2024). هدف نهایی، توسعه راهبردهای نوری برای بهبود رشد، فتوسنتز، تعرق و عمر پس از برداشت ریحان در محیط‌های کنترل‌شده بود.

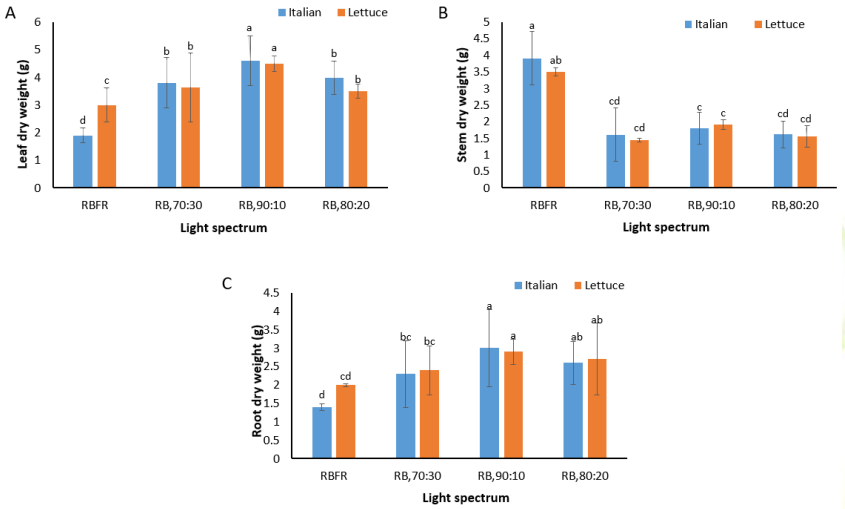
مواد و روش‌ها

بذر دو رقم از گونه *Ocimum basilicum* (var. crispum and var. genovese) در بستر کوکوپیت پرلیت با نسبت ۱:۱ کشت شدند و در ابتدا در گلخانه رشد یافتند. پس از ۷ روز، نشاها به یک کارخانه گیاهی با محیط کنترل شده منتقل شدند (۲۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز/شب و رطوبت نسبی ۴۰٪) و تحت پنج طیف مختلف نور LED (RBFR, RB70:30, RB80:20, RB90:10) قرار گرفتند. در تمامی تیمارها، چگالی شار فوتونی فتوسنتزی برابر با ۲۵۰ $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ و دوره نوری ۸/۱۶ ساعت (روشنایی/تاریکی) بود. گیاهان با محلول غذایی هوگلند با غلظت نصف آبیاری شدند. پس از ۳۰ روز، صفات مورفولوژیک و وزن خشک گیاه پس از خشک کردن در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت ثبت شد. فلورسانس کلروفیل (آزمون OJIP) در برگ‌های سازگارشده با تاریکی به مدت ۲۰ دقیقه، با استفاده از دستگاه PAR-Florpen FP 100-MAX اندازه‌گیری شد. تعرق (E) با پایش کاهش وزن برگ‌های جداشده طی یک دوره ۲ ساعته ارزیابی شد و محتوای نسبی آب برگ نیز بر همین اساس محاسبه گردید (Aliniaeifard and van Meeteren 2014; Slavík

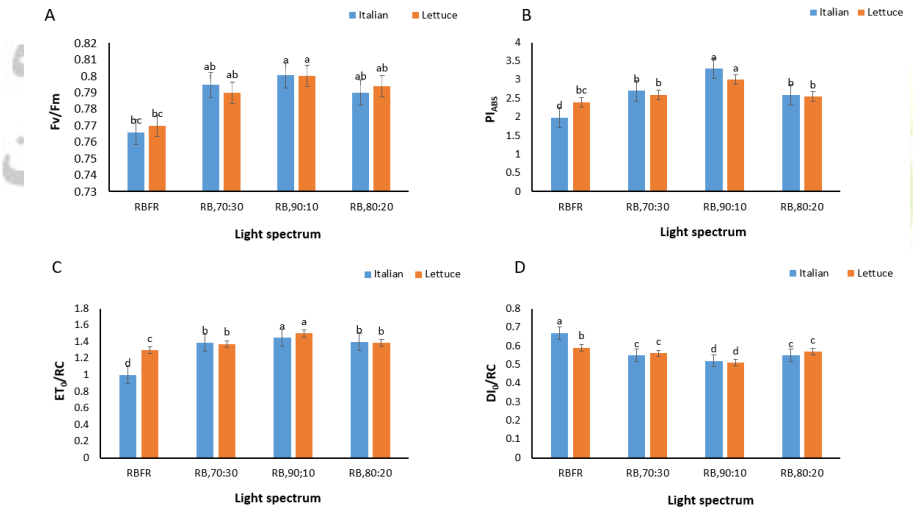
and Jarvis 1974). صفات روزنه‌ای در برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته با استفاده از لاک ناخن بررسی شدند. نمونه‌ها با میکروسکوپ نوری مشاهده شدند و تحلیل تصاویر با استفاده از نرم‌افزار Digimizer انجام گرفت (Sørensen et al. 2020).

نتایج و بحث

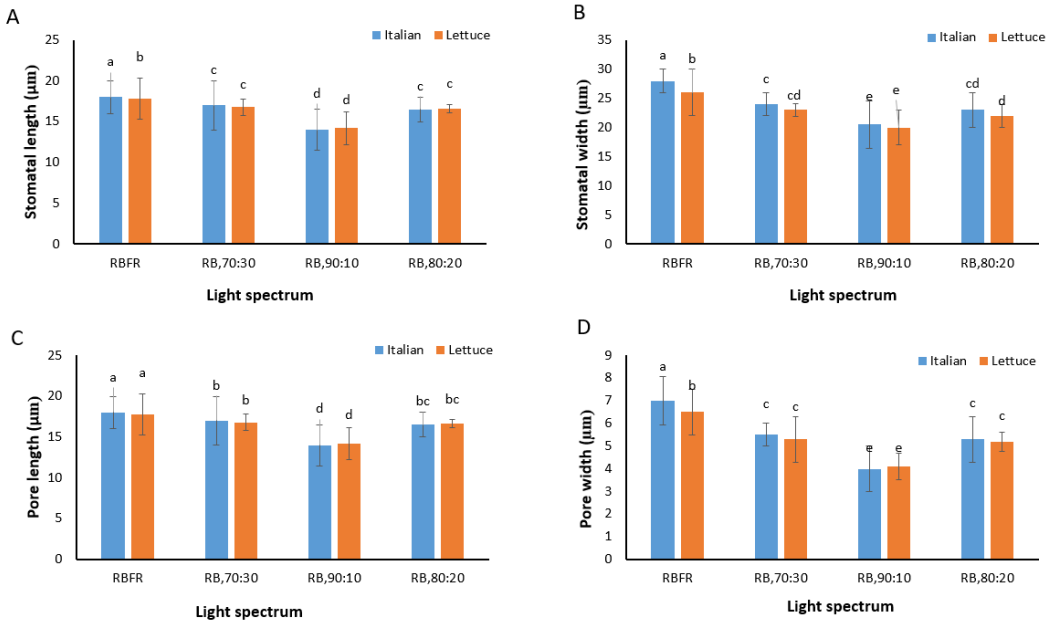
در هر دو رقم ریحان بیشترین وزن خشک برگ و ریشه و بهترین عملکرد فتوسنتزی (PI_{ABS}, F_v/F_m, ET_0/RC) و کمترین میزان تعرق همراه با بیشترین محتوای نسبی آب برگ در تیمار RB90:10 مشاهده شد. کمترین اندازه روزنه و منفذ روزنه در تیمار RB90:10 و بیشترین در RBFR مشاهده شد. همچنین کمترین کارایی فیزیولوژیک و بیشترین تعرق در تیمار RBFR مشاهده شد که این وضعیت در رقم ایتالیایی مشهود تر بود (شکل های ۴–۱).



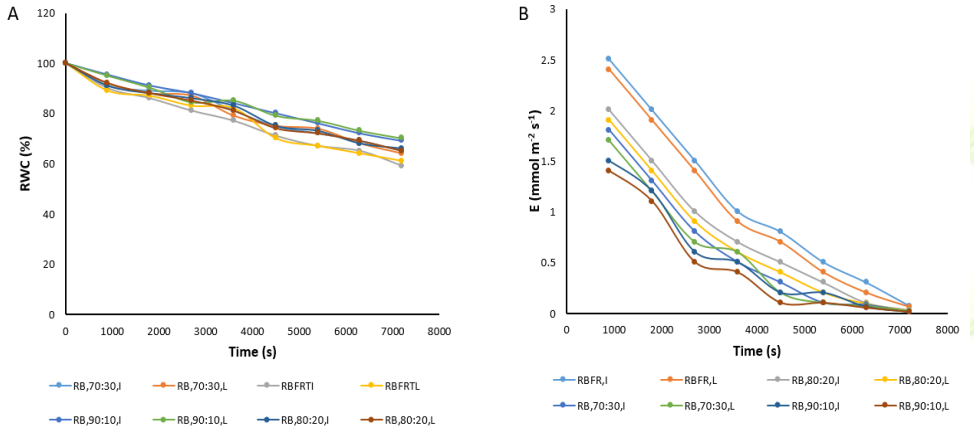
شکل ۱– وزن خشک برگ (A)، ساقه (B) و ریشه (C) در دو رقم ریحان رشد یافته تحت ۴ طیف نوری مختلف.



شکل ۲– F_v/F_m (A)، PI_{ABS} (B)، ET_0/RC (C) و DI_0/RC (D) در دو رقم ریحان رشد یافته تحت ۴ طیف نوری مختلف.



شکل ۳- خصوصیات روزنه‌ای در برگ‌ها شامل طول (A)، عرض (B)، طول منفذ (C) و عرض منفذ (D) در دو رقم ریحان رشد یافته تحت ۴ طیف نوری مختلف.



شکل ۴- محتوای نسبی آب برگ (RWC) (A)، تعرق (E) (B) در دو رقم ریحان رشد یافته تحت ۴ طیف نوری مختلف.

پاسخ گیاهان به طیف‌های مختلف نور نه‌تنها متنوع است، بلکه بین گونه‌های مختلف نیز تفاوت دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیب نوری شامل ۹۰ درصد نور قرمز و ۱۰ درصد نور آبی، شاخص‌های رشد و وزن تر و خشک اندام‌های ریحان را در هر دو رقم به‌طور معنی‌داری بهبود داد. این اثر مثبت احتمالاً به هم‌پوشانی طول موج‌های نور قرمز با طیف‌های جذبی اوج کلروفیل‌ها و فیتوکروم‌ها مربوط است که موجب افزایش کارایی جذب نور و تقویت زنجیره انتقال الکترون می‌شود (Dou et al.2017). این ترکیب نوری همچنین با افزایش محتوای نسبی آب برگ و کاهش نرخ تعرق همراه بود که احتمالاً با نقش تنظیمی نور قرمز در بسته‌شدن غیرمستقیم روزنه‌ها از طریق تحریک فتوسنتز مرتبط است (Seif et al. 2021). در مقابل، نور آبی با فعال‌کردن مستقیم گیرنده‌های نوری، بازشدن روزنه‌ها را تسهیل می‌کند و در نتیجه موجب افزایش تعرق و کاهش محتوای آب برگ می‌شود. گیاهانی که تحت نور آبی رشد کردند، روزنه‌های بزرگ‌تر و عریض‌تری داشتند؛ درحالی‌که گیاهان رشدکرده تحت نور قرمز، روزنه‌های کوچک‌تر و پاسخ‌گوتری داشتند که به بهبود کارایی مصرف آب و کیفیت بهتر پس از برداشت منجر شد (Chen et al. 2022). در مجموع، حضور هم‌زمان نور قرمز و آبی، به‌ویژه با غالب

بودن نور قرمز، برای بهبود رشد، کارایی فتوسنتزی، تنظیم تعرق و کیفیت محصول اهمیت اساسی دارد. بااین‌حال، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از نور ترکیبی قرمز آبی فاررد (RBFR) در شرایط کارخانه گیاه، اثر مثبت معنی‌داری بر رشد ریحان نداشت؛ این موضوع به‌ویژه در رقم ایتالیایی مشهود بود. به نظر می‌رسد برای بروز اثرات سودمند نور قرمز دور، شدت‌های بالاتری از نور قرمز و آبی نیز مورد نیاز باشد (Shomali et al. 2024).

منابع

Aliniaeifard, S. and van Meeteren, U. 2014. Natural variation in stomatal response to closing stimuli among Arabidopsis thaliana accessions after exposure to low VPD as a tool to recognize the mechanism of disturbed stomatal functioning. Journal of Experimental Botany, 65(22): 6529–6542.

Chen, J., Gao, J., Wang, Q., Tan, X., Li, S., Chen, P., Yong, T., Wang, X., Wu, Y. and Yang, F. 2022. Blue-light-dependent stomatal density and specific leaf weight coordinate to promote gas exchange of soybean leaves. Agriculture, 13(1): 119.

d'Aquino, L., Cozzolino, R., Nardone, G., Borelli, G., Gambale, E., Sighicelli, M., Menegoni, P., Modarelli, G. C., Rimauro, J. and Chianese, E. 2023. Effects of white and blue-red light on growth and metabolism of basil grown under microcosm conditions. Plants, 12(7): 1450.

Dou, H., Niu, G., Gu, M. and Masabni, J. G. 2017. Effects of light quality on growth and phytonutrient accumulation of herbs under controlled environments. Horticulturae, 3(2): 36.

Fanourakis, D., Bouranis, D., Tsaniklidis, G., Rezaei Nejad, A., Ottosen, C.-O. and Woltering, E. J. 2020. Genotypic and phenotypic differences in fresh weight partitioning of cut rose stems: Implications for water loss. Acta Physiologiae Plantarum, 42: 1–10.

Jeong, S. J., Niu, G. and Zhen, S. 2024. Far-red light and temperature interactively regulate plant growth and morphology of lettuce and basil. Environmental and Experimental Botany, 218: 105589.

Lin, K.-H., Huang, M.-Y. and Hsu, M.-H. 2021. Morphological and physiological response in green and purple basil plants (Ocimum basilicum) under different proportions of red, green, and blue LED lightings. Scientia Horticulturae, 275: 109677.

Seif, M., Aliniaeifard, S., Arab, M., Mehrjerdi, M. Z., Shomali, A., Fanourakis, D., Li, T. and Woltering, E. 2021. Monochromatic red light during plant growth decreases the size and improves the functionality of stomata in chrysanthemum. Functional Plant Biology, 48(5): 515–528.

Shomali, A., De Diego, N., Zhou, R., Abdelhakim, L., Vrobel, O., Tarkowski, P., Aliniaeifard, S., Kamrani, Y. Y., Ji, Y. and Ottosen, C.-O. 2024. The crosstalk of far-red energy and signaling defines the regulation of photosynthesis, growth, and flowering in tomatoes. Plant Physiology and Biochemistry, 208: 108458.

Slavík, B. and Jarvis, M. S. 1974. Methods of studying plant water relations. Vol. 9. Springer.

Sørensen, H. K., Fanourakis, D., Tsaniklidis, G., Bouranis, D., Nejad, A. R. and Ottosen, C.-O. 2020. Using artificial lighting based on electricity price without a negative impact on growth, visual quality or stomatal closing response in Passiflora. Scientia Horticulturae, 267: 109354.

Stomatal Behavior and Photosynthetic Performance of Basil under Different Red-to-Blue Light Ratios with or without Far-Red Light

Sara Esmaeili[1*], Sasan Aliniaeifard[2], Sahar Azizi[1], Sahar Abdi[1] and Elyas Eghbal[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Abouraihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran
[*]*Corresponding Author: sara.esmaeili@ut.ac.ir*

Abstract

This study investigated the effects of different ratios of red and blue light, as well as the combination of red, blue, and far-red light, on two basil cultivars. The 90:10 red-to-blue light treatment resulted in the highest dry weights of roots and leaves. It also produced the best photosynthetic performance, the lowest transpiration rate, and the highest relative leaf water content, accompanied by the smallest stomatal length, width, and pore size in both cultivars. These stomatal characteristics play a crucial role in improving the postharvest shelf life of the plants. However, the addition of far-red light to the red and blue light spectrum did not positively affect basil growth, especially in the Italian cultivar.

Keywords: Basil, FR, Light spectrum, Postharvest physiology, and Stomatal.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر ژنوتیپ و محیط بر صفات میوه و جوانه‌زنی دانه گرده در جمعیت‌های بومی گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) ایران

فریبا محمدی‌فرد[۱] و سید جواد موسوی‌زاده[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *mousavizadeh@gau.ac.ir*

چکیده

یکی از مهم‌ترین چالش‌های امروزی، رشد روزافزون جمعیت انسانی و حفظ غذای کافی است. علاوه بر رشد جمعیت جهان، تغییرات آب و هوایی بر میزان تولید غذا نیز تأثیر گذاشته است. حفاظت از تنوع زیستی برای تحقیقات سیستمی، درک تکامل گونه‌ها، اصلاح نژاد و امنیت غذایی مهم است. گوجه‌فرنگی یکی از باارزش‌ترین سبزیجات ازنظر تغذیه‌ای و اقتصادی می‌باشد بنابراین استفاده از روش‌های ساده و اقتصادی برای افزایش جوانه‌زنی، رشد و عملکرد بذرهای گوجه‌فرنگی ضروری است. وجود دانه‌های گرده برای تولیدمثل گیاهان و گسترش تنوع ژنتیکی در طول چرخه زندگی بسیار مهم است. نقش مهم دانه گرده در تولیدمثل، انگیزه بسیاری از تحقیقات می‌باشد. جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده پیش‌نیاز لقاح و رشد بذر می‌باشد. عوامل محیطی مانند بارندگی، دما، شدت نور، باد، رطوبت نسبی و همچنین شرایط مختلف تنش می‌توانند مستقیماً بر باز شدن گلچه، پذیرش کلاله، میزان گرده آزادشده، زنده‌مانی گرده و حرکت گرده تأثیر بگذارند. با توجه به تأثیر محیط و ژنوتیپ بر گرده و لوله‌ی گرده، جوانه‌زنی در شرایط طبیعی نسبتاً دشوار است. به دلایل ذکرشده تکنیک‌های جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی به‌طور گسترده در روش‌های مختلف کشت دانه گرده استفاده می‌شود. به همین منظور این پژوهش برای بررسی محیط و ژنوتیپ بر برخی از صفات و قابلیت تعداد دانه گرده جمعیت‌های گوجه‌فرنگی ایران طراحی‌شده است.

واژه‌های کلیدی: دانه گرده، شاخص بریکس، وزن میوه، ویتامین ث.

مقدمه

مصرف سبزیجات به‌طور روزانه برای حفظ سلامت بدن اهمیت بسیار زیادی دارد و نقش کلیدی در پیشگیری و کنترل بسیاری از بیماری‌های مزمن ایفا می‌کند. سبزیجات منابع غنی از ویتامین‌ها (مانند ویتامین‌های A، B، C و K)، مواد معدنی (کلسیم، آهن، پتاسیم، منیزیم)، فیبر و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند که هرکدام به‌نوبه خود در عملکرد بهتر بدن و حفظ سلامت نقش دارند (سینگ، ۲۰۲۳). گوجه‌فرنگی یکی از پرمصرف‌ترین سبزیجات جهان است که جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی مردم دارد. این میوه سرشار از ریزمغذی‌های ارزشمند ازجمله ویتامین C، پتاسیم، فولات و ویتامین K است و همچنین منبعی غنی از آنتی‌اکسیدان‌های قوی مانند لیکوپن، بتاکاروتن، لوتئین و زآگزانتین به شمار می‌رود، به همین دلیل، گوجه‌فرنگی به‌عنوان یکی از اجزای کلیدی رژیم‌های غذایی سالم مانند رژیم مدیترانه‌ای توصیه می‌شود. با توجه به اهمیت تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی و نقش کلیدی آن در پیشگیری از بیماری‌های مزمن از طریق ترکیبات مغذی و آنتی‌اکسیدان‌ها (سینگ، ۲۰۲۳)، بررسی فیزیولوژی و حساسیت مراحل رشد گرده در این گیاه اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند. همچنین عملکرد مطلوب در گرده‌افشانی گوجه‌فرنگی، چه در مزارع باز و چه در محیط‌های گلخانه‌ای، نقش حیاتی در تضمین تولید میوه‌های سالم و افزایش بازده محصول ایفا می‌کند؛ کاهش کارایی این فرآیند می‌تواند باعث افت میزان تولید، افزایش هزینه‌ها و محدودیت در دسترسی جامعه به این منبع غذایی مهم شود.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تأثیر محیط و ژنوتیپ بر سرعت جوانه‌زنی دانه‌های گرده، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۱۶ جمعیت گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) ایرانی شامل ارومیه، گرگان، کفشگیری، ساری، رشت، کردستان، کرمانشاه، سمنان، شاهرود، زنجان، ورامین، اسفراین، نیشابور، سیرجان، همدان و دراکلاته گرگان، در سه تکرار در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. گلخانه دارای سازه فلزی با پوشش شیشه‌ای و شرایط کنترل‌شده بود. دمای روز و شب به ترتیب در محدوده ۲۵±۲ و ۱۸±۲ درجه

سانتی‌گراد، و رطوبت نسبی بین ۶۰ تا ۷۰ درصد حفظ شد تا تأثیر عوامل محیطی به حداقل رسیده و شرایط مناسب برای رشد گیاهان فراهم گردد. بذرهای هر جمعیت در گلدان‌های جداگانه کاشته شدند. برای هر جمعیت، ۳ تکرار در نظر گرفته شد و در هر گلدان ۱۰ بذر کاشته شد. پس از جوانه‌زنی، در مرحله‌ای که گیاهان به ۳ تا ۴ برگی رسیدند، تنک‌کاری انجام شد و تنها یک گیاه سالم و قوی در هر گلدان باقی گذاشته شد تا فضای کافی برای رشد بهینه فراهم شود. در طول دوره رشد، آبیاری به‌صورت منظم و دقیق انجام شد و گیاهان تحت شرایط کنترل‌شده گلخانه نگهداری شدند تا از تأثیرات نامطلوب محیطی مانند نوسانات دما و رطوبت جلوگیری شود. پس از رسیدن گیاهان به مرحله گلدهی، برخی ازگل‌ها با دقت برداشت شدند تا دانه‌های گرده استخراج و موردبررسی قرار گیرند. این بررسی شامل ارزیابی وزن و حجم میوه، شاخص بریکس، ویتامین ث و تعداد دانه‌های گرده جوانه‌زده و مطالعه رشد آن‌ها بود که نقش مهمی در تعیین موفقیت فرآیند گرده‌افشانی و افزایش عملکرد محصول داشت.

برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری عمومی

برای محاسبه واریانس ژنتیکی از روش فرشادفر(۱۳۷۷) استفاده گردید. همچنین برای اندازه‌گیری میزان حجم و وزن میوه در زمان رسیدگی کامل میوه¬ها، از هر جمعیت ۱۰ میوه انتخاب‌شده و طول و قطر آن‌ها به‌وسیله کولیس دیجیتالی اندازه¬گیری گردید. حجم میوه برحسب میلی‌لیتر با استفاده از حجم جایگزینی آب در استوانه مدرج محاسبه شد (سوسرایی و همکاران، ۲۰۲۰). در این پژوهش میزان مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دیجیتال مدل 060279 ساخت کمپانی Ceit بلژیک انجام گرفت. این آزمایش با استفاده از روش ای سی (۱۹۸۴) انجام شد. همچنین میزان ویتامین ث با با استفاده از روش ای سی (۱۹۸۴) انجام شد

به‌منظور تعیین تعداد دانه‌های گرده و اطمینان از زنده‌بودن دانه‌های گرده ارقام موردبررسی، محلول محتوی ۱۵ درصد ساکارز و ۲۰ پی‌پی‌ام اسید بوریک تهیه گردید و با اضافه کردن ۱ درصد آگار انجام شد (کارابیک و اتی، ۲۰۱۶). در این پژوهش، دانه‌های گرده زمانی به‌عنوان جوانه‌زده در نظر گرفته شدند که طول لوله گرده از قطر خود دانه بیشتر بود (کارابیک و ساریداس، ۲۰۲۳).

تجزیه‌وتحلیل آماری

طرح بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۶ تیمار (۱۶ تلاقی) در سه تکرار اجرا ¬شد. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به‌صورت یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی صفات محاسبه شدند.

نتایج و بحث

در این مطالعه، پارامترهای ژنتیکی مانند واریانس محیطی، ژنتیکی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری، ضریب تنوع و پیشرفت ژنتیکی برای وزن میوه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) بررسی شد. نتایج نشان داد که واریانس ژنتیکی وزن میوه (۱۹۷۸.۰) به‌مراتب بیشتر از واریانس محیطی (۲۷۶.۳) است، که نسبت آن‌ها (۷.۱۶) حاکی از نقش غالب عوامل ژنتیکی در تنوع وزن میوه است. وراثت‌پذیری بالا (حدود ۸۸ تا ۹۹ درصد) و ضریب تنوع ژنتیکی زیاد نیز نشان می‌دهد که اصلاح‌گران می‌توانند با انتخاب ژنتیکی مؤثر، به بهبود سریع این صفت در نسل‌های بعدی دست یابند. این یافته‌ها با مطالعات گذشته که بر اهمیت صفات وزنی در اصلاح نباتات تأکید دارند همخوانی دارد، از جمله ارتباط وزن میوه با صفات کیفی مانند بریکس و اسیدیته که نیازمند درک عمیق‌تری از سازوکارهای ژنتیکی هستند (فرنی و همکاران، ۲۰۲۵؛ شرستا و همکاران، ۲۰۲۳).

بررسی حجم میوه

در جدول (۱) این مطالعه، واریانس ژنتیکی صفت حجم میوه (۲۰۶۷.۵) به‌مراتب بیشتر از واریانس محیطی (۲۶۰.۹) گزارش شده که نسبت آن‌ها (حدود ۷.۹۲ برابر) نشان‌دهنده نقش غالب عوامل ژنتیکی در تغییرات حجم میوه است. این اختلاف بیان می‌کند که بیشتر تفاوت‌ها در حجم میوه بین ژنوتیپ‌ها ناشی از ژنتیک است، نه شرایط محیطی. چنین شرایطی برای اصلاح‌گران بسیار مطلوب است، زیرا با انتخاب

ژنوتیپ‌های برتر، می‌توانند انتظار بهبود پایدار این صفت را در نسل‌های آینده داشته باشند. همچنین، پایین بودن واریانس محیطی باعث افزایش سهم ژنتیک در واریانس فنوتیپی کل و در نتیجه افزایش وراثت‌پذیری می‌شود که اثربخشی انتخاب ژنتیکی را بالا می‌برد. یافته‌های این مطالعه با پژوهش فهیمده و همکاران (۱۴۰۳) همخوانی دارد که در آن، در بین ۵۳ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی، واریانس ژنتیکی بالا برای صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک از جمله حجم میوه مشاهده شد و وجود تنوع ژنتیکی قابل‌توجه برای اصلاح این صفات تأیید گردید.

جدول ۱- آمار توصیفی و پارامترهای ژنتیکی مقادیر صفات گوجه‌فرنگی.

صفات	واریانس محیطی	واریانس ژنتیکی	واریانس فنوتیپی	وراثت‌پذیری عمومی (٪)	ضریب تنوع محیطی (٪)	ضریب تنوع ژنتیکی (٪)	ضریب تنوع فنوتیپی (٪)	پیشرفت ژنتیکی (٪)
وزن	۲۷۶/۳	۱۹۷۸/۰۰	۲۲۵۴/۳۰	۸۷/۷۴	۲۸/۸۸	۷۷/۲۸	۸۲/۵۰	۱۴۹/۱۲
حجم	۲۶۰/۹	۲۰۶۷/۵۰	۲۳۲۸/۴۰	۸۸/۷۹	۲۶/۹۸	۷۵/۹۴	۸۰/۵۸	۱۴۷/۴۰
بریکس	۰/۷	۱/۰۸	۱/۷۸	۶۰/۶۷	۱۲/۴۵	۱۵/۴۶	۱۹/۸۵	۲۴/۸۱
ویتامین ث	۰/۱	۱/۵۷	۱/۶۷	۹۳/۹۵	۱۲/۲۷	۴۸/۳۷	۴۹/۹۱	۹۶/۵۹

بررسی میزان شاخص بریکس

یکی از شاخص‌های کلیدی کیفیت میوه گوجه‌فرنگی، میزان مواد جامد محلول (بریکس) است که بهبود این صفت می‌تواند منجر به افزایش رضایت مصرف‌کننده، بهبود طعم و افزایش ماندگاری محصول شود (امیری نسب و همکاران، ۱۴۰۰). بر اساس نتایج جدول (۱) میزان واریانس ژنتیکی (۱/۰۸) مقدار بود؛ که نشان‌دهنده میزان تغییرات صفت بریکس است که ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی بین گیاهان است. این مقدار نسبت به واریانس محیطی بالاتر است که بیانگر اهمیت ژنتیک در تعیین میزان بریکس می‌باشد. واریانس محیطی (۰/۷۰) نمایانگر تأثیر عوامل محیطی مانند دما، رطوبت، نور، تغذیه خاک و مدیریت کشت بر تغییرات بریکس است. مقدار نسبتاً پایین این واریانس در داده‌ها نشان می‌دهد که محیط تأثیر کمتری نسبت به ژنتیک بر بریکس دارد. درواقع واریانس فنوتیپی (۱/۷۸) مجموع واریانس ژنتیکی و محیطی است و نشان‌دهنده کل تغییرات مشاهده‌شده در صفت بریکس است. این مقدار بیانگر آن است که علاوه بر ژنتیک، عوامل محیطی نیز در تغییرات این صفت نقش دارند اما سهم ژنتیک غالب است.

بررسی میزان ویتامین ث

ویتامین ث یکی از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های گوجه‌فرنگی است که در سلامت انسان، تقویت سیستم ایمنی و پیشگیری از بیماری‌های مزمن نقش دارد (چلیک و همکاران، ۲۰۲۳). افزایش محتوای ویتامین ث هدف مهمی در اصلاح ژنتیکی این محصول محسوب می‌شود (آدونیتا و همکاران، ۲۰۲۳). بر اساس نتایج جدول (۱)، واریانس ژنتیکی ویتامین ث برابر با ۱.۵۷ و واریانس محیطی ۰.۱۰ برآورد شده است، که نشان‌دهنده تسلط عوامل ژنتیکی بر تغییرات این صفت است. سهم واریانس ژنتیکی از کل واریانس فنوتیپی حدود ۹۳.۹۵ درصد و سهم واریانس محیطی تنها ۶.۰۵ درصد می‌باشد، که بیانگر وراثت‌پذیری بسیار بالاست. ضریب تنوع فنوتیپی تقریباً برابر با ضریب تنوع ژنتیکی است و پیشرفت ژنتیکی ۹۶.۵۹ درصد نشان‌دهنده پتانسیل بالای اصلاح و افزایش سریع ویتامین ث در گوجه‌فرنگی است.

بررسی جوانه‌زنی دانه گرده

جوانه‌زنی دانه گرده مرحله‌ای کلیدی در تولیدمثل گیاهان گلدار و تأثیرگذار بر لقاح، تشکیل میوه و عملکرد نهایی محصول است (کیم و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج جدول (۲) تفاوت معناداری در تعداد دانه‌های گرده جوانه‌زده میان جمعیت‌های مختلف گوجه‌فرنگی نشان داد؛ بالاترین میزان مربوط به جمعیت سیرجان با ۹۵ دانه بود که تقریباً دو برابر جمعیت‌های متوسط و بیش از ۲۰ برابر جمعیت‌های با جوانه‌زنی پایین‌تر است. پس از آن جمعیت‌های رشت (۷۶ دانه)، دارکلاته-گرگان (۵۹ دانه)، ورامین (۳۹ دانه) و گرگان (۳۷ دانه) توانایی بالایی در تولید گرده فعال داشتند. در مقابل، جمعیت‌های سمنان و همدان (۴ دانه)، کفشگیری گرگان و ساری (۵ دانه) و کردستان (۸ دانه) کمترین

میزان جوانه‌زنی را داشتند که احتمالاً ناشی از محدودیت‌های ژنتیکی یا فیزیولوژیکی است. با توجه به شرایط یکسان گلخانه‌ای، تفاوت‌ها بیشتر به عوامل ژنتیکی مربوط است که وراثت‌پذیری بالای این صفت را نشان می‌دهد (یادسا، ۲۰۲۲). همچنین، تنوع ژنتیکی بالای جمعیت‌های بومی گوجه‌فرنگی در صفاتی مانند کیفیت و توانایی جوانه‌زنی گرده تأثیرگذار است (پیدیگام و همکاران، ۲۰۲۱) و یافته‌ها با گزارش‌های مشابه از جمله بگنا (۲۰۲۰) هم‌راستا است.

جدول ۲- نتایج جوانه‌زنی دانه گرده در جمعیت‌های مختلف گوجه‌فرنگی.

شماره نمونه	جمعیت	تعداد دانه گرده جوانه‌زده	تعداد کل دانه گرده
۱	کفشگیری گرگان	۵	۶۰
۲	ساری	۵	۱۱۰
۳	کرمانشاه	۲۴	۳۱۳
۴	سمنان	۴	۷۶
۵	اسفراین	۲۰	۵۵۶
۶	ارومیه	۶	۲۴
۷	گرگان	۳۷	۳۸۷
۸	رشت	۷۶	۱۰۹۹
۹	نیشابور	۹	۴۴۰
۱۰	سیرجان	۹۵	۳۴۰۴
۱۱	همدان	۴	۷۹
۱۲	ورامین	۳۹	۶۵۵
۱۳	کردستان	۸	۴۱۲
۱۴	زنجان	۳۱	۱۸۲۹
۱۵	شاهرود	۲۸	۶۳۸
۱۶	دارکلاته-گرگان	۵۹	۶۵۷

نتیجه‌گیری

تغییرات آب و هوایی مداوم که با رویدادهای بارندگی نامنظم مشخص می‌شود، تهدیدی جدی برای امنیت غذایی به شمار می‌رود و نگرانی را در مورد تأثیر تعاملی آن‌ها بر زنجیره غذایی ایجاد کرده است. گیاهان ممکن است در مراحل رشد و نمو خود با عوامل منفی بسیاری مواجه شوند. عوامل تنش غیر زیستی که به‌عنوان عوامل محیطی و خاکی نامناسب تعریف می‌شوند، این عوامل کاهش عملکرد و کیفیت در تولیدات محصولات کشاورزی را به دنبال دارند. نتایج نشان داد که داد بالاترین میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی به ترتیب برای صفات ویتامین ث، وزن میوه و حجم میوه وجود دارد و به نظر می‌رسد این صفات شاخص‌های مناسبی برای انتخاب والدین برای برنامه دورگ‌گیری و اصلاح باشند. به عبارتی بالا بودن وراثت‌پذیری، پیشرفت ژنتیکی و تنوع ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی می‌تواند به اصلاحگر برای انتخاب بهترین ترکیب و رسیدن به سطح مطلوبی از پتانسیل عملکرد کمک کند.

منابع

امیری نسب سرابی، س.، مظاهری طهرانی، م. و حداد خداپرست، م.ح. ۱۴۰۰. اثر پیش تیمار حرارتی گوجه‌فرنگی کامل روی ویژگی های فیزیکوشیمیایی رب گوجه‌فرنگی تولیدی با سطوح مختلف بریکس. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۸ (۱۱۵):۱۷-۲۲.

فرشادفر،ع. ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. دانشگاه رازی، ۵۲۸ صحفه

فهمیده، ل.، رجبی، ا.، دهستانی، ع.، و خراسانی نژاد، س. ۱۴۰۳. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ های گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) بر اساس عملکرد و صفات مورفوفیزیولوژیک .پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۶(۱): ۴۶-۶۰.

Ac, A. 1984. Official methods of analysis. Dairy product cheese, pp. 281–312.

Advenita, V.E.S.R., Mevotema, C., Situmorang, I.A., Haris, L. and Irawati, W. 2023. The potency of vitamin C in tomato plant for the result of genetically modified lanceolate gene through *Agrobacterium tumefaciens* using CRISPR-Cas9. Jurnal Biologi Tropis, 23(1): 443–450.

Begna, T. 2020. The role of genotype by environmental interaction in plant breeding. International Journal of Agriculture and Biosciences, 9(5): 209–215.

Celik, I., Gürbüz Çolak, N., Doğanlar, S. and Frary, A. 2023. Tomato: Genetics, genomics, and breeding of health-related traits. In: Compendium of Crop Genome Designing for Nutraceuticals. Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 1217–1267.

Fernie, A.R. and Martinez-Rivas, F. 2025. Br(e)aking the tomato fruit size–sweetness trade-off. Trends in Plant Science, 30(4): 350–351.

Karabiyik, S. and Eti, S. 2016. Bazi ticari limon çeşitlerinin farklı çiçek tipi oranları ve çiçek tozu özelliklerinin belirlenmesi. Bahçe, 45(1): 279–284.

Karabiyik, S. and Saridas, M.A. 2023. Assessment of pollen quality and quantity in white and black Turkish *Myrtus communis* L. accessions, through *in vitro* pollen germination under varied boric acid concentrations, 9(2): 167–176.

Kim, Y.J., Zhang, D. and Jung, K.H. 2019. Molecular basis of pollen germination in cereals. Trends in Plant Science, 24(12): 1126–1136.

Pidigam, S., Thuraga, V., Munnam, S.B., Amarapalli, G., Kuraba, G., Pandravada, S.R. and Sudini, H.K. 2021. Genetic diversity, population structure and validation of SSR markers linked to Sw-5 and I-2 genes in tomato germplasm. Physiology and Molecular Biology of Plants, 27(8): 1695–1710.

Shrestha, S., Niraula, D., Regmi, S., Basnet, S., Chhetri, S.T. and Kandel, B.P. 2023. Performance evaluation and genetic parameters estimation of multi-companies maize hybrids in Lamahi Dang, Nepal. Heliyon, 9(3): e14552.

Singh, J. 2023. Bioactive nutrients in vegetables for human nutrition and health. In: Vegetables for Nutrition and Entrepreneurship. Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 57–72.

Sousaraei, N., Mashayekhi, K., Mousavizadeh, S.J. and Dadrasi, A. 2020. Evaluation of morpho-physiological fruit traits of some tomato populations in Iran using correlation coefficients and cluster analysis. Journal of Horticultural Science and Technology, 21(1): 61–74.

Yadesa, L. 2022. Overview on heritability concept, application and its importance in quantitative genetics. International Journal of Research in Agronomy, 5(2): 12–17.

Studying the effect of genotype and environment on fruit traits and pollen germination in native tomato (*Solanum lycopersicum*) populations in Iran

Fariba Mohammadi Fard[1] and Seyed Javad Mousavizadeh[1*]

1. Department Horticultural Science, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: mousavizadeh@gau.ac.ir

Abstract

One of the most important challenges today is the increasing human population and maintaining sufficient food. In addition to the growth of the world population, climate change has also affected the amount of food production. Conservation of biodiversity is important for systems research, understanding the evolution of species, breeding and food security. Tomato is one of the most valuable vegetables in terms of nutrition and economy, so it is essential to use simple and economical methods to increase germination, growth and yield of tomato seeds. The presence of pollen grains is very important for plant reproduction and the expansion of genetic diversity throughout the life cycle. The important role of pollen grains in reproduction has motivated much research. Pollen grain germination and pollen tube growth are prerequisites for fertilization and seed development. Environmental factors such as precipitation, temperature, light intensity, wind, relative humidity as well as various stress conditions can directly affect floret opening, stigma receptivity, pollen release rate, pollen viability and pollen movement. Due to the influence of environment and genotype on pollen and pollen tube, germination under natural conditions is relatively difficult. For the reasons mentioned, germination techniques under laboratory conditions are widely used in various methods of pollen grain cultivation. For this purpose, this study was designed to investigate the effect of environment and genotype on some traits and pollen grain number capability of Iranian tomato populations.

Keywords: Brix index, Fruit weight, Pollen grain, Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی ترکیبات بیولوژیکی موجود در گل‌های خوراکی و نقش آن‌ها در غنی‌سازی رژیم غذایی

سارا پورفرهی[1] و حنیفه سید حاجی‌زاده[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *hajizade@maragheh.ac.ir*

چکیده

گل‌های خوراکی عبارتند از گل‌هایی که می‌توانند توسط انسان مصرف شوند و هیچ ضرری برای مصرف نداشته باشند. تغییر در عادات غذایی و سبک زندگی مصرف‌کنندگان، تقاضا برای محصولات غذایی سالم‌تر را افزایش داده است. گل‌های خوراکی، منبعی غنی از ترکیبات زیست‌فعال هستند که فواید بی‌شماری برای سلامتی دارند و امروزه به دلیل اهمیت غذایی خود، راه خود را به بازار امروزی باز کرده‌اند. هدف از این مطالعه، بررسی انواع گل‌های خوراکی، مقدار و نوع ترکیبات بیولوژیکی موجود در هر یک از آن‌ها و در نهایت سهم هر یک از آن‌ها در غنی‌سازی وعده غذایی انسآن‌ها به عنوان مکمل است. همچنین حفظ ارزش غذایی گل‌های خوراکی با تاکید بر تکنیک‌های فرآوری و نگهداری، بدون هیچ‌گونه تأثیر نامطلوب بر ترکیبات زیست‌فعال و تازگی گل‌های خوراکی نیز مورد بحث قرار می‌گیرد. علاوه بر این، جنبه ایمنی گل‌های خوراکی همراه با پذیرش مصرف‌کننده و استفاده از آن‌ها در فرمولاسیون محصولات غذایی کاربردی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مقیاس جهانی، مردم خواستار غذاهای جذاب‌تر و خوشمزه‌تری هستند. هم کیفیت مواد غذایی و هم جنبه‌های زیبایی‌شناختی در ظاهر وعده‌های غذایی مصرفی نقش دارند. جذابیت و گیرایی غذاهای تکی می‌تواند توسط گل‌های خوراکی افزایش یابد. گل‌های خوراکی منبعی از ترکیب‌های تغذیه‌ای، فیتوشیمیایی و آنتی اکسیدانی هستند که این گل‌ها حاوی مقادیر پایینی کالری و در مقابل مقادیر بالاتری از ترکیب‌های معدنی، ویتامین‌ها، موسیلاژ، اسیدهای آمینه، فیبر، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب ضروری و پروتئین‌ها را دارا هستند. ازمهم‌ترین گل‌های خوراکی می توان به گل میمون (*Antirrhinum majus* L.) ، همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، داوودی (*Chrysanthemum coronarium*)، رز (*Rosa spp.*)، جعفری (*Tagetes spp.*)، لادن (*Tropaeolum majus* L.) و بنفشه (*Viola odorata*) اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، ارزش غذایی، ترکیبات زیست‌فعال و گل‌های خوراکی.

مقدمه

امروزه، جهانی‌شدن و آگاهی مصرف‌کنندگان به بهبود و بازگشت سبک زندگی قبلی کمک کرده است، جایی که گل‌های خوراکی نقش مهمی دارند. این قسمت گیاهی یک منبع طبیعی فراوان است و بیشتر آن‌ها حاوی فیتوکمیکال‌هایی با اثرات احتمالی سلامتی هستند که به طور فزاینده‌ای توجه را به خود جلب کرده‌اند. گل‌های خوراکی گیاهان زینتی منبع قابل توجهی از ترکیبات شیمیایی هستند که فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی نشان می‌دهند و اثر مهاری قابل توجهی بر رادیکال‌های آزاد (گونه‌های فعال اکسیژن – ROS) دارند. گونه‌های فعال اکسیژن شامل رادیکال هیدروکسیل، اکسید نیتریک یا آنیون سوپراکسید هستند که در بدن انسان تحت شرایط تنش، به دلیل بیماری‌های مختلف و غیره تولید می‌شوند. گل‌های خوراکی مدت‌ها است که در طب عامیانه برای درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار می گیرند، اما مطالعات اخیر از این فواید سنتی سلامتی حمایت کرده‌اند و ترکیب غنی آن‌ها را در ترکیبات فعال زیستی نشان می‌دهند که با خواص عملکردی مرتبط هستند. همچنین، تحقیقات بر ایمنی گل‌های خوراکی معمولی متمرکز شده است تا از استفاده ایمن و دوز آن‌ها توسط صنایع مختلف، با اهداف مختلف اطمینان حاصل شود. گل‌های خوراکی متعددی در سراسر جهان وجود دارد و تنها بخش کوچکی از آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین ، اطلاعات دقیق‌تری در مورد این ماتریس طبیعی مورد نیاز است تا مقبولیت آن‌ها به عنوان مواد غذایی افزایش یابد و از خطرات احتمالی جلوگیری شود. از آنجا که همه گل‌ها شرایط لازم را ندارند، برای اینکه خوراکی در نظر گرفته شوند، باید علاوه بر داشتن شرایطی مانند غیر سمی و بی ضرر بودن، دارای خواص تغذیه ای نیز باشند. برخی از گونه‌های گل دارای مواد سمی یا ضد

تغذیه‌ای هستند، مانند مهارکننده های تریپسین، هماگلوتینین‌ها، اسید اگزالیک، گلیکوزیدهای سیانوژنیک یا آلکالوئیدها. برخی از این ترکیبات به عنوان مثال در گل‌های *Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck*، *Erythrina Americana Mill.*، *Erythrina caribaea* و *Yucca filifera Chabaut* یا *Krukoff & Barneby* یافت شده است. در نتیجه، این گل‌ها غیرقابل خوردن در نظر گرفته شده و از این رو نمی‌توان آن‌ها را در رژیم غذایی انسان گنجاند. جزء اصلی گل‌ها آب است که محتوای آن در گل‌های مختلف از ۷۰ تا ۹۵ درصد متغیر است. محتوای مواد مغذی مانند لیپیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و ویتامین‌ها مشابه سبزیجات است.

ترکیب آنتی اکسیدانی گیاهان زینتی

گل‌ها به دلیل طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها و عطرشان اهمیت دارند. این صفات حسی شاخص‌های مهمی در تعیین کیفیت ظاهری و ارزش زینتی این محصولات هستند. بسیاری از گل‌های زینتی حاوی سطوح بالایی از ترکیبات آنتی اکسیدانی هستند که اغلب حتی بیشتر از محصولات باغی رایج می‌باشد. یکی از مهمترین صفات برای تخمین محتوای آنتی اکسیدانی، تعیین فنول کل است. گل‌هایی با بیشترین مقدار فنول کل عبارتند از پیچک مکزیکی (Antigonon leptopus)، گل کاغذی (Bougainvillea glabra)، جعفری آفریقایی (Tagetes erecta)، شاه اشرفی (Cosmos sulphureus)، زردآلوی ژاپنی (Prunus mume) و تلخ بیان (Sophora vicifolia) که دارای بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک فنول هستند. در جدول ۱ تعدادی از گیاهان زینتی خوراکی که دارای مقادیر زیادی فنول کل هستند نشان داده شده است. با توجه به میوه‌ها یا سبزیجاتی مانند سیب و کاهو، همه گل‌های زینتی خوراکی مورد مطالعه در جدول ۱، ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتر و درصد بازداری کمتری دارند که به ترتیب به صورت FRAP و DPPH بیان می‌شود (کوایلو و همکاران، ۲۰۱۳).

جدول ۱- میزان فنول کل (با استفاده از فولین-سیوکالتیو) و ظرفیت آنتی اکسیدانی (با روش FRAP و ORAC) در گل‌های خوراکی مختلف.

گل خوراکی	فنول کل		ظرفیت آنتی اکسیدانی (DPPH)		ظرفیت آنتی اکسیدانی (FRAP)
	میلی‌گرم بر گرم وزن خشک	میلی‌گرم بر گرم وزن تر	اکی والان گرم آسکوربیک اسید در کیلوگرم وزن‌تر	درصد بازدارندگی	F^{+2} میکرو مول درگرم وزن خشک
پیچک مکزیکی (*Antigonon leptopus*)	۱۷۷/۲ - ۷۲/۱		_	۸۹/۴	۶۱۹/۷ - ۲۸۲/۹
میمونی (*Antirrhinum majus*)	_	۳/۴۹	۵/۰۶	_	_
بگونیای بولیوی (*Begonia boliviensis*)	_	۴/۹۲	۶/۸۰	_	_
کاغذی مصری (*Bougainvillea glabra*)	۱۳۸/۲	_	_	_	۳۰۷/۱
کاغذی هیبرید (*Bougainvillea hybrid*)	۵۰/۰	_	_	۹۱/۴	۵۸۸/۰
گل گندم (*Centaurea cyanus*)	_	۴/۷۶	۶/۸۱	_	_
داوودی(*Chrysanthemum frutescens*)	_	۲/۵۳	۴/۲۴	_	_
بابونه گاوی (*Chrysanthemum parthenium*)	_	۲/۷۲	۴/۲۱	_	_
گل نخود (*Clitoria ternatea*)	۵۹/۰	_	_	_	۷۳/۰
سنا (*Cassia siamea*)	۸۸/۵	_	_	۹۷/۶	۱۶۳/۷
شاه اشرفی(*Cosmos sulphureus*)	۱۰۲/۵ - ۸۶/۸	_	_	۸۷/۰	۵۳۸/۶ - ۹۹/۹
میخک قرنفلی(Dianthus barbatus)	_	۵/۲۸	۶/۹۶	_	_
فوشیای هیبرید (*Fuchsiax hybrid*)	_	۳/۴۵	۵/۲۰	_	_
آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)	۴۷/۱	_	_	_	_

زنبق رشتی (*Hemerocallis* spp.)	_	۶۹ -۱۶۰	_	_	_
حنا (*Impatiens walleriana*)		۴/۸۵	۶/۸۹	_	_
یاس وحشی (*Ixora chinensis*)	۸۲/۴	_	_	_	_
پنیرک درختی (*Malvaviscus arboreus*)	۵۹/۰	_	_	۳۱/۴	۲۷۱/۳
لاله مردابی (*Nelumbo nucifera*)	۶۰/۰	_	۹۶/۹	_	۵۸۵/۴
یاسمن (*Plumeria obtusa*)	۳۷/۰	_	۶۹/۶	_	۲۶۰/۳
زردآلوی ژاپنی (*Prunus mume*)	۱۵۰	_		_	_
رز معطر (*Rosa odorata*)	_	۵/۰۲	۶/۸۵	_	_
رز هیبرید (*Rosa hydrida*)	_	۸/۵	_	_	_
تلخ بیان (*Sophora viciifolia*)	۱۴۳/۸	_	_	۲۰/۷	۳۱۶۰
جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta*)	۹۸/۰ -۲۱۲/۹	_	۹۴/۳	_	۳۲۹/۴ -۶۰۹/۲
جعفری پاکوتاه (*Tagetes patula*)	_	۴/۵۸	۶/۷۰	_	_
لادن (*Tropaeolum majus*)	_	۳/۳۱	۵/۱۲	_	_
بنفشه (*Viola* × *wittrockiana*)	_	۵/۱۱	۶/۶۵	_	_
سیب (*Malus domestica*)	۱۰۰ -۲۰۰	۱/۲ -۶/۵	۸۳	_	۴/۲ -۶/۳
کاهو (*Lactuca sativa*)	–	۰/۲ -۰/۳	_	۷۴ -۸۲	۱/۸ -۵/۳

عوامل محیطی، عامل موثر در محتوای آنتی اکسیدانی گیاهان خوراکی

با وجود اینکه عوامل ژنتیکی در گیاهان مسئول رشد و نمو، کمیت و کیفیت مواد موثره به خصوص در گیاهان دارویی و معطر می‌باشد ولی عوامل محیطی رویشگاه نقش مهمی را بر عهده دارند. عوامل محیطی سبب به وجود آمدن تغییراتی در رشد گیاهان معطر و کمیت و کیفیت مواد موثره آن‌ها نظیر آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، روغن‌های فرار و امثال آن‌ها می‌شوند. میزان ترکیبات گیاهان از نظر کمی و کیفی ثابت نیست و همیشه به علت نیازهای محیط و بقای گیاهان تغییر می‌یابد. عوامل بسیار زیادی از جمله آب، هوا، خاک، ارتفاع، بر میزان متابولیت‌های ثانویه گیاهی از جمله فنول و فلاونوئید کل و خواص آنتی‌اکسیدان تاثیر می‌گذارند. به عنوان مثال ایران یکی از مراکز مهم تنوع برای *Mentha aquatic* بوده و این گیاه یکی از گیاهان دارویی مهم و غنی از ترکیبات آنتی اکسیدانی و دارای اثرات ضدعفونی-کننده و ضداسپاسم می‌باشد (کاظمی و حاجی زاده، ۲۰۱۲). به همین ترتیب گل‌محمدی یکی از ارزشمندترین و مشهورترین گیاهان دارویی جهان به شمار می‌رود به طوری‌که در طب سنتی تا دهه‌های اول قرن بیستم از فرآورده‌های گیاهان جنس *Rosa* به عنوان دارو استفاده می‌شد. از ترکیبات شیمیایی مهم آن می‌توان الکل‌های ترپنی مانند ژرانیول و سیترونلول (رودینول) و نرول را نام برد، علاوه بر آن ترکیب شیمیایی نرول به میزان ۵ تا ۱۰ درصد می‌تواند اثر بسیار موثری بر روی اسانس داشته باشد. همچنین الکل‌هایی مانند لینالول، اوژئول و استئاروپتن (بی‌رنگ که در دمای معمولی جامد است) از دیگر مواد متشکله اسانس گل محمدی می‌باشد (سید حاجی زاده و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به تاثیر عوامل مختلف نظیر ارتفاع محل، عناصر غذایی خاک و درجه حرارت محیط بر تشکیل آنتوسیانین‌ها، علاوه بر سهم ژنوتیپ انتظار می‌رود، تنوع در شدت رنگ گل محمدی دیده شود. عطر گل محمدی ایران به سبب شرایط اقلیمی از مرغوبیت خاصی برخوردار است ولی از آنجایی که میزان تولید آن کم بوده و بیشتر در داخل کشور مصرف می‌شود، از شهرت جهانی کمی برخوردار است (سید حاجی زاده، ۱۴۰۳).

بررسی ترکیبات فلاونوئیدی در گل‌های خوراکی

فلاونوئیدها، دسته‌ای از ترکیبات فنلی با وزن مولکولی کم، گروه مهمی از محصولات طبیعی هستند که ترکیبات شاخص و بزرگترین گروه متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌باشند. در گیاهان، فلاونوئیدها، مانند تمام ترکیبات فنلی، در مکانیسم‌های رشد و محافظت شرکت می‌کنند. بسیاری از فلاونوئیدها رنگدانه‌های اصلی گل در اکثر گیاهان هستند. فلاونوئیدها را می‌توان به راحتی به چندین زیرگروه تقسیم کرد. گل‌های خوراکی خواص ضد سرطانی، ضد التهابی و ضد دیابتی دارند که به مواد شیمیایی گیاهی مانند اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها (از جمله آنتوسیانین‌ها) و اسیدهای آلی نسبت داده می‌شود. این مواد شیمیایی گیاهی مسئول خواص آنتی‌اکسیدانی گل‌های خوراکی هستند که می‌توانند گونه‌های فعال اکسیژن را در بدن انسان از بین ببرند. ترکیبات فنلی می‌توانند از طریق مسیرهای پنتوز فسفات، شیکیمات و فنیل پروپانوئید در گیاهان بیوسنتز شوند.

نتیجه‌گیری

حفظ ارزش غذایی گل‌های خوراکی با تاکید بر تکنیک‌های فرآوری و نگهداری، بدون هیچ‌گونه تأثیر نامطلوب بر ترکیبات زیست‌فعال و تازگی گل‌های خوراکی اهمیت زیادی دارد. علاوه بر این، جنبه ایمنی گل خوراکی همراه با پذیرش مصرف‌کننده و استفاده از آن‌ها در فرمولاسیون محصولات غذایی کاربردی نیز همیشه مورد بحث است. در مقیاس جهانی، مردم خواستار غذاهای جذاب‌تر و خوشمزه‌تری هستند. هم کیفیت مواد غذایی و هم جنبه‌های زیبایی‌شناختی در ظاهر وعده‌های غذایی مصرفی نقش دارند به طوری‌که با مطالعه بر اثرات آنتی اکسیدانی، ویتامین‌ها، کارتنوئیدها،فلاونوئیدها در این گل‌ها به خصوص گل‌های زینتی می‌توان کمک به بهبود رژیم غذایی و سلامت انسان کرد.

منابع

سیدحاجی زاده، حنیفه. شاخص‌های برداشت و نگهداری میوه، سبزی و گل. ۱۴۰۳. ۵۵۲ صفحه

صالحی حسن، سورانی معین. ظرفیت تغذیه‌ای گل‌های خوراکی: چشم‌اندازی نو برای شیوه زندگی سالم. گل و گیاهان زینتی، ۱۴۰۱؛ ۷ (۲): ۳۱۴-۲۹۳

Fardet, A., Rock, E. and Rémésy, C. 2008. Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? Journal of Cereal Science, 48: 258–276.

Gonçalves, F., Gonçalves, J.C., Ferrão, A.C., Correia, P. and Guiné, R.P.F. 2020. Evaluation of phenolic compounds and antioxidant activity in some edible flowers.

Jadhav, H.B., Badwaik, L.S., Annapure, U., Casanova, F. and Alaskar, K. 2023. A review on the journey of edible flowers from farm to consumer's plate.

Pires, T.C., Dias, M.I., Barros, L. and Ferreira, I.C. 2017. Nutritional and chemical characterization of edible petals and corresponding infusions: Valorization as new food ingredients. Food Chemistry, 220: 337–343.

Nanda, S. and Das, P.K. [year not provided]. Medicinal efficacy of rose plant. Centre of Biotechnology, Siksha O Anusandhan University, Bhubaneswar, Odisha, India.

Pires, T.C.S.P., Barros, L., Santos-Buelga, C. and Ferreira, I.C.F.R. 2019. Edible flowers: Emerging components in the diet. Trends in Food Science & Technology, 93: 244–258

Study of Biological Compounds Present in Edible Flowers and their Role in Dietary Enrichment

Sara Pourfarahi[1] and Hanifeh Seyed Hajizadeh[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
Corresponding Author: hajizade@maragheh.ac.ir

Abstract

Edible flowers are flowers that can be consumed by humans and do not pose any harm to the consumer. Changes in eating habits and lifestyles of consumers have increased the demand for healthier food products. Edible flowers are a rich source of bioactive compounds that have numerous health benefits and have made their way into the modern market due to their nutritional importance. The aim of this study is to investigate the types of edible flowers, the amount and type of biological compounds present in each of them, and ultimately the contribution of each of them in enriching the human diet as a supplement. Also, the preservation of the nutritional value of edible flowers is discussed, with emphasis on processing and storage techniques, without any adverse effects on the bioactive compounds and freshness of edible flowers. In addition, the safety aspect of edible flowers is investigated along with consumer acceptance and their use in functional food product formulations. On a global scale, people are demanding more attractive and tasty foods. Both food quality and aesthetic aspects play a role in the appearance of consumed meals. The attractiveness and appeal of individual dishes can be enhanced by edible flowers. Edible flowers are a source of nutritional, phytochemical and antioxidant compounds that are low in calories and high in minerals, vitamins, mucilage, amino acids, fiber, carbohydrates, essential fatty acids and proteins. The most important edible flowers include monkey flower (*Antirrhinum majus* L.), marigold (*Calendula officinalis* L.), chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*), rose (*Rosa* spp.), parsley (*Tagetes* spp.), nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) and violet (*Viola odorata*).

Keywords: Edible flowers, Antioxidants, Bioingredient, Nutritional value.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر نمک‌های مختلف سیلیسیم بر کیفیت انبارمانی گل شاخه بریده ژربرا *Gerbera jamesonii* رقم Quote در انبار سرد

منصوره حسن‌زاده نعیمی[1*] و شکراله حاجی‌وند[1]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *mansoreh.hasanzadeh.naemi@gmail.com*

چکیده

ژربرا یکی از رایج‌ترین گل‌های شاخه بریده بوده که دارای اهمیت اقتصادی زیادی در صنعت گل‌کاری می‌باشد. عوامل متعددی عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده را تحت تاثیر قرار می‌دهند که این عوامل به دو دسته عوامل قبل از برداشت و پس از برداشت تقسیم می‌شوند. در مطالعه حاضر اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات سدیم، پتاسیم و کلسیم شامل غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر کیفیت گل‌های شاخه بریده ژربرا و عمر گل‌جایی آن‌ها در شرایط انبار سرد بررسی گردید. صفات مورد ارزیابی شامل طول عمر گل‌جایی، وزن تر نسبی، محتوای نسبی آب گلبرگ، درجه خمیدگی ساقه بود. نتایج نشان داد که تیمار سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین طول عمر گل‌جایی (۲۰ روز) را نشان داد. بیشترین وزن تر نسبی در روز دوازدهم متعلق به تیمار سیلیکات سدیم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۹۵/۲۷ درصد) بود و کمترین میزان وزن تر نسبی متعلق به تیمار سیلیکات سدیم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۶۷/۰۴ درصد) بود. بیشترین محتوای نسبی آب گلبرگ در روز دوازدهم متعلق به تیمار سیلیکات پتاسیم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۶۲/۵ درصد) بود و کمترین محتوای نسبی آب گلبرگ در همان روز متعلق به تیمار سیلیکات سدیم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۰/۳ درصد) بود. خمیدگی گردن گل در غلظت‌های مختلف تیمارهای سیلیکات سدیم و نیز تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. با توجه به نتایج آزمایش سیلیکات پتاسیم در غلظت‌های مختلف به‌خصوص غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در شرایط انبار سرد برای افزایش طول عمر و حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریده ژربرا توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: خمیدگی ساقه، ژربرا، سیلیسیم، عمر گل‌جایی.

مقدمه

ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesonii* از خانواده Asteraceae، گیاهی علفی با گل‌های رنگارنگ بوده که از دهه ۱۹۷۰ به بعد محققین متعددی بر روی فیزیولوژی پس از برداشت گل‌های بریده جهت طولانی‌تر کردن عمر آن‌ها، تحقیق را آغاز کردند. در طی پیری مقادیر فسفولیپیدها، کلروفیل، پروتئین، RNA واسیدهای نوکلئیک کاهش می‌یابد و از طرفی پروتئینازها و نوکلئازها افزایش یافته و ژن‌های لیپوکسی ژناز و فسفولیپیاز در سطح بالایی بیان می‌شود. عنصر سیلیسیم پس از اکسیژن دومین عنصر فراوان هم در بخش پوسته زمین و هم در خاک می‌باشد و به صورت سیلیسیک اسید وجود دارد. در نتیجه همه گیاهانی که در خاک رشد می‌کنند دارای مقداری سیلیسیم در بافت خود هستند. امروزه به علت کشت وکار مداوم ومتوالی در زمین‌های کشاورزی و استفاده از انواع کودهای شیمیایی مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم کاهش چشمگیری در میزان سیلیسیم قابل دسترس گیاهان اتفاق افتاده است. (Soleimanifard,2013). با توجه به این‌که تاکنون تحقیق جامعی برروی بررسی اثر سیلیکات‌های مختلف در انبار سرد بر طول‌عمر گل‌جای و کیفیت گل‌های شاخه بریده ژربرا انجام نشده این‌چنین تحقیقی ضروری به نظر می‌رسید.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق گل شاخه بریده ژربرا از گلخانه‌ای تجاری اطراف تهران تهیه و شاخه‌های گل در صبح زود، به ارتفاع ۵۰ سانتی متر برداشت سپس ۲۴ ساعت در دمای ۱۸°C در محلول‌های تیماری شاهد(آب مقطر)، شاهد(ساکارز۵٪)، سیلیکات سدیم، پتاسیم و کلسیم با غلظت‌های ۲۵، ۵۰و۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با ساکارز ۵٪ قرار گرفته سپس گل‌ها به انبار سرد منتقل شدند. در انبار سرد دما۴ درجه

سانتیگراد،رطوبت ۶۰ تا ۷۰ درصد، تهویه مناسب برای جلوگیری از تولید اتیلن و نور بسیار کم اعمال شد. برای حفاظت درون کاغذ سفید مرطوب پیچیده شده و به مدت ۶ روز در دمای ۴°C قرار گرفتند.

طول عمر گلدانی (Vase life) : عمر پس از برداشت بیانگر تعداد روز از زمان برداشت تا هنگام پیری است . طول عمر پس از برداشت با ایجاد علائمی چون پژمردگی گلبرگ ها، خم شدن گردن گلها و ریزش گلبرگها خاتمه می یابد(Moon-Soo-Cho, 2001).

وزن تر نسبی (RFW): واحدهای آزمایشی قبل از تیمار با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند و سپس در مدت زمان نگهداری به فواصل زمانی هر ۲ روز یک‌بار مجدداً توزین صورت گرفت و اعداد به دست آمده نسبت به وزن اولیه بر حسب درصد با استفاده از فرمول زیر بیان شدند(Soleimanifard,2013).

$W_t / W_{t=0} \times 100$: درصد وزن ترنسبی

W_t وزن ساقه در روز صفر، ۶،۴،۲ و.... $W_{t=0}$ وزن همان ساقه در روز صفر

محتوای نسبی آب گلبرگ (**RWC**): مقدار معین از گلبرگ توزین و وزن‌تر یادداشت گردید(FW) سپس به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا کاملا خشک شوند(DW) وزن خشک آن‌ها را اندازه‌گیری نموده و با استفاده از فرمول زیر محتوای نسبی آب گلبرگ بر حسب درصد محاسبه گردید(Reezi et al.,2009).

FW: Fresh weight DW: Dry weight (RWC) = FW-DW /DW*100

میزان خمیدگی ساقه: در طول آزمایش میزان خمیدگی ساقه گل‌ها از سطح قائم توسط نقاله اندازه گیری گردید.

نتایج و بحث

طول عمر گلدانی: بیشترین طول عمر گل‌جایی را تیمار سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۰ روز) داشت. همچنین گل‌هایی که با ساکارز تیمار شده بودند طول عمر بیشتری را نسبت به شاهد آب‌مقطر نشان دادند(جدول۱). طول عمر گل‌ها از روز برداشت محاسبه شده و ۶ روز انبارداری (خشک و مرطوب) در دمای ۴ درجه سانتیگراد نیز جزء طول عمر محاسبه شده است.

جدول ۱:اثر اصلی تیمار بر روی صفت طول عمر گلدانی گل شاخه بریده ژربرا رقم Quote

Potassium silicate 100 (mg.L)	Potassium silicate 50 (mg.L)	Potassium silicate 25 (mg.L)	Sodium silicate100 (mg.L)	Sodium silicate 50 (mg.L)	Sodium silicate 25 (mg.L)	Calsium silicate 100 (mg.L)	Calsium silicate 50 (mg.L)	Calsium silicate 25 (mg.L)	Sucrose	Water	Vase life(day)
17abcd	20a	17.66ab	13.66d	17.33abc	16.33bcd	16.33bcd	19.33ab	17.66ab	17abcd	14cd	

پتاسیم نقش کاتالیزوری داشته و در نقل و انتقال مواد، کنترل تبخیر و تعرق و فعالیت‌های آنزیمی نقش دارد. در تیمار سیلیکات کلسیم غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر تاثیر مثبتی بر افزایش طول عمر داشتند که علت آن را می توان به تاثیر کلسیم بر افزایش تورژسانس سلولی و استحکام دیواره سلول‌ها دانست که موجب کاهش تخریب دیواره سلولی در مقابل آسیب‌ها و کاهش نشت الکترو لیت می‌شود(Nabigol et al.,2006).

وزن تر نسبی: در اثر متقابل تیمار در زمان بیشترین وزن تر نسبی در روز دوازدهم متعلق به تیمار سیلیکات سدیم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۹۵/۲۷ درصد) بود و کمترین میزان متعلق به تیمار سیلیکات سدیم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۶۷/۰۴ درصد) بود(جدول ۲).

جدول ۲ :اثر متقابل تیمار در زمان بر روی وزن ترنسبی گل شاخه بریده ژربرا رقم Quote

Twelfth day	Eighth day	Fourth day	Day zero	Treatment (mg.L)
72.21 ij	87.09 c…h	93.14 a…f	97.89 a…d	**Water**
80.03 hi	98.44 a…d	96.37 a…e	94.95 a…e	**Sucrose 5%**
90.86 b…g	92.37 a…g	94.30 a…e	95.53 a…e	**Calsium silicate 25 mg.L+ Sucrose 5%**
89.48 b…g	92.66 a…g	93.87 a…e	92.74 a…g	**Calsium silicate 50 mg.L+ Sucrose 5%**
81.23 fghi	83.31 c…h	92.74 a…g	97.77 a…e	**Calsium silicate 100 mg.L+ Sucrose 5%**
67.04 j	86.16 d…h	94 a…e	99.50 ab	**Sodium silicate 25 mg.L+ Sucrose 5%**
80.99 ghi	93.04 a…f	95.25 a…e	98.56 abcd	**Sodium silicate 50 mg.L+ Sucrose 5%**
95.27 a…e	97.08 abcd	98.90 abc	99.49 a	**Sodium silicate 100 mg.L+ Sucrose 5%**
94.99 a…e	97.21 abcd	98.66 ab	99.90 a	**Potassium silicate 25 mg.L+ Sucrose 5%**
84.41 efgh	97.51 abcd	98.26 abcd	97.02 abcd	**Potassium silicate 50 mg.L+ Sucrose 5%**
89.1 b…h	89.40 a…f	93.06 a…e	96.38 abcd	**Potassium silicate 100 mg.L+ Sucrose 5%**

هرچه غلظت سیلیکات‌های کلسیم افزایش یافت وزن تر نسبی کاهش پیدا کرد. در مورد سیلیکات سدیم هر چه غلظت افزایش یافت وزن تر نسبی نیز افزایش پیدا کرد. تغییرات وزن‌تر در گل‌ها تابع فاکتور جذب آب می‌باشد. تبخیر و تعرق گیاه و تنفس عواملی هستند که به از دست دادن آب گل و بافت‌های ساقه کمک می‌کنند، در حالیکه گیاه دیگر قادر به جبران کمبودهای آبی و تغذیه‌ای نیست و این‌ها عواملی هستند که باعث کاهش وزن تر نسبی می‌شوند (Nikbakht et al.,2006).

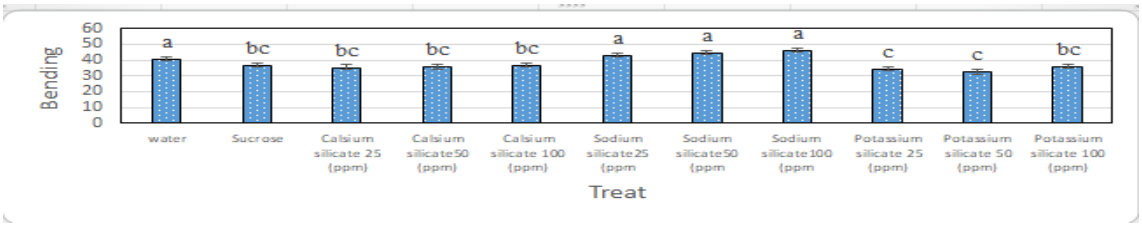
محتوای نسبی آب گلبرگ: بیشترین محتوای نسبی آب گلبرگ در روز دوازدهم متعلق به تیمار سیلیکات پتاسیم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۶۲/۵ درصد) و کمترین در همان روز متعلق به تیمار سیلیکات سدیم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۰/۳ درصد) بود(جدول ۳).

جدول ۳- اثر متقابل زمان در تیمار بر روی محتوای نسبی آب گلبرگ در گل شاخه بریده ژربرا رقم Quote.

Twelfth day	Eighth day	Fourth day	Day zero	Treatment(mg.L)
38.4 bcd	38.5 abcd	37.6 abcd	56.1 e	Water
19.5 abcd	98.5 abcd	67.7 a	56.1 e	Sucrose 5%
45.5 abcd	86.4 bcd	96.5 abcd	56.1 e	Calsium silicate 25 mg.L+ Sucrose 5%
44.4 bcd	69.4 bcd	89.5 abcd	56.1 e	Calsium silicate 50 mg.L+ Sucrose 5%
12.4 cde	24.6 abcd	19.6 abcd	56.1 e	Calsium silicate 100 mg.L+ Sucrose 5%
10.3 de	15.5 abcd	39.6 abcd	56.1 e	Sodium silicate 25 mg.L+ Sucrose 5%
10.5 abcd	22.5 abcd	54.6 abcd	56.1 e	Sodium silicate 50 mg.L+ Sucrose 5%
16.5 abcd	83.5 abcd	90.5 abcd	56.1 e	Sodium silicate 100 mg.L+ Sucrose 5%
62.5 abcd	79.5 abcd	90.6 abcd	56.1 e	Potassium silicate 25 mg.L+ Sucrose 5%
28.5 abcd	52.5 abcd	84.6 abc	56.1 e	Potassium silicate 50 mg.L+ Sucrose 5%
9.5 abcd	48.5 abcd	91.6 ab	56.1 e	Potassium silicate 100 mg.L+ Sucrose 5%

هر چه از مرحله غنچه به گل کامل و پیری نزدیک می شویم آب گلبرگ کاهش می‌یابد که علت آن از دست دادن آب توسط گلبرگ‌های باز شده نسبت به گلبرگهای بسته یا نیمه بسته است. محتوای آبی گلبرگ بیانگر تردی و شادابی گلبرگ‌های گل‌های شاخه بریده می‌باشد که هر قدر بیشتر باشد نشان دهنده شادابی آن است، اما مقدار آن در طی عمر پس از برداشت کاهش می‌یابد. هر اندازه مقداراین کاهش کمتر باشد مطلوب‌تر بوده و گلبرگ‌ها می‌توانند تا مدت بیشتری طراوت خود را حفظ کنند(Van doorn, 1997).

درجه خمیدگی ساقه: در اثر اصلی تیمار بیشترین درجه خمیدگی مربوط به تیمار سیلیکات سدیم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۴۶ درجه) بود. کمترین درجه خمیدگی مربوط به تیمار سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۳۲/۵۲ درجه) بود(نمودار ۱).



نمودار ۱: اثر اصلی تیمار بر روی درجه خمیدگی ساقه در گل شاخه بریده ژربرا رقم Quote

سیلیکات‌ها با رسوب در مسیر آپوپلاستی آوندها باعث استحکام آوند می‌شوند و سیلیکات پتاسیم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر و سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین حالت را داشته و خمیدگی در آنها کم بود. در تمام غلظت های پتاسیم و کلسیم خمیدگی کاهش اما در سدیم افزایش داشت که احتمالا به خاطر اثر سمیت روی غشاء است که غشایء را از بین می برد. یکی از مهم‌ترین عناصر در افزایش و حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریده کلسیم است. تجمع کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباطات پلیمری بین تیغه‌های میانی غشای پکتوسلولزی شده که عامل استحکام شبکه دیواره یاخته‌ای می‌گردد که نتیجه آن افزایش مقاومت مکانیکی بافت‌هاست. کیفیت گل ژربرا پس از برداشت و همین طور ناهنجاری خمش گردن ارتباط مستقیم با غلظت کلسیم داخل بافت ساقه گل دارد. ازسوی دیگر کاهش تولید اتیلن بر اثر افزایش غلظت کلسیم در سلول‌های گیاهی در مورد گل‌های شاخه بریده و میخک گزارش شده است.

مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از ترکیبات مختلف در محلول‌های نگه‌دارنده می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده داشته باشند. سیلیسیم در دیواره سلولی تجمع یافته و باعث افزایش سفتی و استحکام ساختاری بافت گیاهی می‌شود که این امر مقاومت فیزیکی شاخه‌ها را در برابر آسیب‌های مکانیکی در زمان انبارداری افزایش می‌دهد(Ma et al., 2006). کاربرد نمک‌های سیلیسیم منجر به کاهش تنفس و تعرق در شاخه‌های بریده شده که کاهش تنفس نیز باعث کاهش مصرف انرژی ذخیره شده و در نتیجه افزایش عمر انبارمانی است. سیلیسیم موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی مانند پراکسیداز(POD)،کاتالاز(CAT)و سوپراکسیددیسموتاز(SOD) می‌شودکه باعث کاهش آسیب‌های ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن(ROS)وافزایش مقاومت گل به تنش‌های پس از برداشت می‌گردد(Liang et al., 2021). نمک‌های سیلیسیم خاصیت ضد میکروبی دارند که می‌توانند باعث کاهش فساد میکروبی در محیط انبار سرد شوند و این موضوع باعث افزایش ماندگاری شاخه‌های بریده می‌شود. ترکیب نمک‌های سیلیسیم با مواد نگه‌دارنده مانند اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات موجب افزایش اثرات مثبت بر حفظ رطوبت، بهبود باز شدن گل‌ها و کاهش تنش‌های پس از برداشت می‌شود. مطالعه (Farooq et al., 2022) نشان داده است که ترکیب سیلیسیم با این مواد منجر به بهبود چشمگیر طول عمر و کیفیت گل‌های شاخه‌بریده می‌شود. بنابراین، استفاده از نمک‌های سیلیسیم به‌ویژه سیلیکات پتاسیم و سیلیکات سدیم، به عنوان روش مؤثر برای بهبود کیفیت انبارمانی و افزایش طول عمر گلدانی گل‌های ژربرا در انبار سرد توصیه می‌شود. ترکیب این نمک‌ها با مواد نگه‌دارنده استاندارد می‌تواند اثرات حفاظتی را تقویت نماید.

منابع

Farooq, A., Khan, M. B., Hussain, S., and Ahmad, R. 2022. Effect of silicon salts combined with preservatives on postharvest quality and vase life of Gerbera flowers. Postharvest Biology and Technology, 185, 111735. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111735Irigoyen JJ, Emerich DW and Sanchez-Diaz M, 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble suger in nodulated alfalfa plants. Physiol. Plant. 84:55-60.

Ma, J. F., and Yamaji, N. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends in Plant Science, 11(8), 392–397. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.06.007

Moon-Soo, Ch., F.G. Celikel, L. Dodye and M.S. Reid.2001. Sucrose Enhances the postharvest Quality of cut Flowers of Eustoma Grandiflorum (RAF.) Shinn.Acta Hort.543:305-315.

Nabigol,A. and Nadery,R. and Balazadeh, M. and Kafy,M.2006. The impact of some chemical treatments and cold storage on the shelf life of cut flowers of chrysanthemums. Journal of Horticultural Science and Technology. Pages 214-207. (In persion)

Nikbakht,A. Kafy,M. Babalar,m. Etemady,N. Ebrahimzadeh,H. Pingsha,Y.2006. The effect of humic acid on calcium absorption and physiological behavior of gerbera flowers after harvest. Journal of Horticultural Science and Technology, Volume 8, Number 4, S248-237. (In persion)

Reezi, S., Babalar, M. and Kalantari, S. 2009. Silicon alleviates salt stress, decreases malondialdehyde content and affects petal color of salt stressed cut Rose (*Rosa hybbrida* L.) 'Hot Lady'. African Journal of Biotechnology, 8, 150 -158.

Soleimanifard,2013, Effect of salicylic acid treatments before and after harvest and PutriSeen on quality and vase life of cut flowers Alstromeria, Master's thesis. School of Agriculture. Islamic Azad University, Science and Research. (In farsi)

Van doorn, W.G. 1997. Water relation of cut flowers. In J. Janick (ed). Horticultural Reviews, volume 18. John wileg 8 sons, in c, pp. 1-85

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of different salts silicon on the quality and vase life in dry storage of (*Gerbera jamesonii*) cv. Quote

Mansoreh Hasanzadeh Naemi[1*] and Shokrollah Hajivand[1]
1. Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: mansoreh.hasanzadeh.naemi@gmail.com*

Abstract

Gerbera is one of the most common cut flowers that has great economic importance in the floriculture industry. Several factors affect the post-harvest life of cut flowers, which are divided into two groups: pre-harvest and post-harvest factors. In the present study, the effect of different concentrations of sodium, potassium and calcium silicate, including concentrations of 0, 25, 50 and 100 mg/L, on the quality of gerbera cut flowers and their flower bed life under cold dry storage conditions was investigated. The evaluated traits included flower bed life, relative fresh weight, relative petal water content, and degree of stem curvature. The results showed that the potassium silicate treatment of 50 mg/L showed the longest flower bed life (20 days). The highest relative fresh weight on the 12th day belonged to the sodium silicate treatment of 100 mg/L (95.27%) and the lowest relative fresh weight belonged to the sodium silicate treatment of 25 mg/L (67.04%). The highest relative petal water content on the 12th day belonged to the potassium silicate treatment of 25 mg/L (62.5%) and the lowest relative petal water content on the same day belonged to the sodium silicate treatment of 25 mg/L (10.3%). The curvature of the flower neck in different concentrations of sodium silicate treatments and also the control treatment was higher than other treatments. According to the results of the experiment, potassium silicate in different concentrations, especially the concentration of 50 mg/L, is recommended in cold dry storage conditions to increase the lifespan and maintain the quality of gerbera cut flowers.

Keywords: Stem bending, Gerbera, Silicon, vase life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر مطالعات عطر و رنگ در گیاهان زینتی

امید رسولی[1*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، ایران.
*نویسنده مسئول: O.rasouli@razi.ac.ir

چکیده

رنگ و عطر از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی گیاهان زینتی هستند که نقش تعیین‌کننده‌ای در جذابیت بازار گیاهان زینتی مانند گیاهان فصلی، گیاهان گلدانی و گل‌های بریده را دارند. این ترکیبات به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه، از مسیرهای بیوشیمیایی مانند شیکیمات، متیل اریتول فسفات (MEP) و موالینیک اسید (MVA) سنتز می‌شوند و علاوه بر جذب گرده‌افشان‌ها، در نقش آنتی اکسیدانت‌ها مقاومت به تنش‌های زنده نیز مؤثرند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که بین مسیرهای بیوسنتز رنگدانه‌ها (فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها) و ترکیبات معطر (ترپن‌ها، فنیل‌پروپانوئیدها) ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. بطوریکه مسیر تولید فنولیک‌ها و ترپن‌ها برای تولید عطر و رنگ در گیاهان زینتی در ارتباط هستند. به‌طور مثال، تجزیه کاروتنوئیدها توسط آنزیم‌های هضم‌کننده کارتنوئیدها (CCD) هم در تغییر رنگ گل و هم در تولید ترکیبات معطر مانند آلفا-آیونون‌ها نقش دارد. همچنین، گل‌های رنگ روشن مانند گل رز، میخک یا ارکیده معمولاً به خاطر کاهش تولید مواد آنتوسیانینی عطر قوی‌تری دارند که نشان‌دهنده رقابت پیش سازهای مشترک در مسیرهای متابولیکی است. انتشار عطر و رنگ در اندام گلبرگ گیاهان زینتی در مراحل مختلف نموی گل متفاوت است. به‌طورکلی بیشترین مقدار تولید عطر و رنگ در گل با دوره گرده‌افشانی همان گل مطابقت دارد. فاکتورهای محیطی (دما، نور) و هورمونی (جیبرلین، اتیلن) به‌صورت پویا بر تولید و انتشار این ترکیبات تأثیر می‌گذارند. امروزه، با استفاده از مهندسی ژنتیک و بیوانفورماتیک، امکان دست‌کاری مسیرهای سنتزی برای ایجاد تنوع در رنگ و عطر گل‌ها فراهم شده است. درک این مکانیسم‌ها نه تنها به بهبود کیفیت گیاهان زینتی کمک می‌کند، بلکه برای حفظ تعاملات اکولوژیک و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی حائز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: عطر، رنگ، گیاهان زینتی، متابولیت‌های ثانویه، مسیرهای بیوسنتزی.

مقدمه

عطر و رنگ دو تا از شاخصه‌های مهم کیفی در گیاهان زینتی هستند که تنوع در آن‌ها باعث افزایش مشتری‌پسندی این محصولات در بازار می‌شود. این ترکیبات جزء متابولیت‌های ثانویه هستند که از مسیرهای مختلف مانند چرخه کربس، گلیکولیز و شیکیمات حاصل می‌شوند این ترکیبات علاوه بر گل، در اندام‌های دیگر گیاه مانند برگ، شاخه یا میوه تولید می‌شوند که امروزه از گل‌های خوراکی و میوه‌ها با طعم و عطر متفاوت برای تأمین نیاز غذایی روزانه انسان‌ها خیلی استفاده می‌شود. اما گل و گیاهان زینتی تأمین‌کننده غذای روح انسان‌ها هستند. به همین خاطر در سال‌های اخیر مطالعات زیادی بر روی مهندسی ژنتیک و مسیرهای بیوسنتزی عطر و رنگ در گیاهان زینتی انجام شده است. بطوریکه از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ فقط بر روی کارتنوئیدها ۲۰۰۰ مقاله چاپ شده است (Peng *et al.*, 2023). عطر موجود در گیاهان زینتی جزء ترکیبات ثانویه فرار هستند که این ترکیبات اغلب چربی‌دوست با وزن مولکولی پایین هستند، در دما و فشار بالا بخار می‌شوند. ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها طوری هست که می‌توانند به‌راحتی در فضای بین سلولی عبور کنند و در محیط اطراف انتشار پیدا می‌کنند. متابولیت‌های ثانویه‌ای که در آب حل می‌شوند در واکوئل‌ها ذخیره می‌شوند. اما ترکیبات چربی‌دوست که در آب حل نمی‌شوند برای اینکه سمیتی را در گیاه به وجود نیاورد در کوتیکول‌ها ذخیره می‌شوند. ترپنوئیدها، سزکوئی ترپن و تری ترپن‌ها جزء عمده ترکیبات موجود در متابولیت‌های ثانویه می‌باشند. رنگ گل تحت تأثیر سه نوع رنگدانه، فلاونوئیدها، کاروتنوئید ها و بتالائین‌ها است. بتالائین‌ها به ندرت یافت می‌شوند. اما فلاونوئیدها تحت تأثیر pH سلولی در سلول‌های اپیدرمی رنگ قرمز، آبی، بنفش و سیاه را به وجود می‌آورند اما کارتنوئیدها در پلاستیدهای سلولی رنگ زرد تا نارنجی را ایجاد می‌کنند (Khoo *et al.*, 2017). در این مطالعه سعی می‌شود مکانیسم‌های دقیق ارتباط

رنگ و عطر در گیاهان زینتی بخصوص گل‌های بریده در رابطه با مسیرهای مشترک بیوسنتزی رنگدانه‌ها (فنل‌ها و ترپن‌ها) و ترکیبات معطر در گیاهان گل‌دار ارائه شود.

رنگدانه‌های فنولی

فلاونوئیدها، ترکیبات پلی‌فنلی مهمی هستند که از مسیر شیکیمات سنتز می‌شوند و در تولید متابولیت‌های ثانویه نقش دارند. آنتوسیانین‌ها به‌عنوان رنگدانه‌های اصلی گل‌ها، بسته به عوامل محیطی مانند pH و ترکیبات همراه، طیف رنگی متنوعی ایجاد می‌کنند. امروزه با استفاده از مهندسی ژنتیک و داده‌های بیوانفورماتیکی، مسیرهای سنتز این رنگدانه‌ها در گیاهان زینتی دست‌کاری می‌شود. برای مثال، مهار ژن‌های کلیدی مانند چالکون سنتاز (CHS) منجر به تولید گل‌های سفید در گیاهانی مانند اطلسی و رز شده است. با این حال، گیاهان ترا ریخته فاقد فلاونوئیدها اغلب مقاومت کمتری در برابر تنش‌های محیطی مانند اشعه فرابنفش دارند. این روش‌ها راه‌حلی نوین برای ایجاد تنوع رنگی در گل‌ها محسوب می‌شوند.

رنگدانه ترپنی

کاروتنوئیدها به‌عنوان دومین رنگدانه فراوان گیاهی پس از کلروفیل، از مسیر (MEP) سنتز شده و به دو گروه اصلی کاروتن‌ها (هیدروکربن‌ها) و گزانتوفیل‌ها (حاوی اکسیژن) تقسیم می‌شوند که علاوه بر نقش رنگ‌دهی، انرژی خورشیدی مازاد را به گرما تبدیل می‌کنند. تنوع ترکیبات کاروتنوئیدی در گل‌های هم‌رنگ مشهود است، به طوری که گل‌های زرد جنتیانا حاوی بتا کاروتن و گزانتوفیل هستند، درحالی‌که سوسن‌های آسیایی عمدتاً دارای لوتئین می‌باشند. تجزیه کاروتنوئیدها توسط آنزیم‌های هضم‌کننده کارتنوئیدها به ویژه (CCD1) و (CCD4) در مراحل پایانی رشد، منجر به تشکیل گل‌های سفید مانند داوودی می‌شود که در آن لوتئین به‌عنوان رنگدانه اصلی تجزیه می‌گردد. جالب توجه اینکه این آنزیم‌ها دو نقش کلیدی ایفا می‌کنند هم در تنظیم رنگ گل از طریق کنترل تجمع کاروتنوئیدها و هم در تولید ترکیبات معطر مهم مانند آلفا و بتا آیونون که در عطر گل‌هایی مانند اطلسی و رز نقش دارند. بنابراین، کاروتنوئیدها نه‌تنها در ایجاد رنگ‌های زرد تا نارنجی در گل‌ها مؤثرند، بلکه از طریق مسیرهای تجزیه آنزیمی، هم در تغییر رنگ و هم در ایجاد عطر گل‌ها نقش اساسی ایفا می‌کنند.

ترکیبات معطر فنولی و ترپنی

عطر گل‌ها ترکیبی متغیر از ترکیبات فرار است که عمدتاً به سه گروه اصلی ترپن‌ها، فنیل‌پروپانوئیدها و مشتقات اسیدهای چرب تقسیم می‌شوند. این ترکیبات ازنظر سطح محتوایی، فراریت، حلالیت و قابلیت انتشار، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی متفاوتی دارند. جالب اینجاست که برخی از ترکیبات معطر گل‌ها، به ویژه در گروه ترپن‌ها و فنولیک‌ها، با رنگدانه‌ها ارتباط دارند و مسیرهای بیوسنتزی مشترکی را به اشتراک می‌گذارند که نشان‌دهنده پیوند عمیق بین رنگ و عطر در گل‌هاست.

ترکیبات معطر فنولی

فنیل پروپانوئیدها و بنزنوئیدها از مسیر شیکیمات مشتق شده و با تغییراتی مانند اکسیداسیون، آسیلاسیون و متیلاسیون حلقه بنزن، ترکیبات معطر گل‌ها را تشکیل می‌دهند. این ترکیبات از پیش‌سازهایی مانند اسید کوریزمیک، ال-فنیل‌آلانین و اسید ترانس-سینامیک تولید شده و بیش از ۳۰۰ ماده معطر مانند بنزیل استات، اوژنول و متیل بنزوات را ایجاد می‌کنند. جالب اینکه انتشار این ترکیبات در بخش‌های مختلف گل متفاوت است؛ مثلاً در گل گل ریحانی ، گلبرگ‌ها روزانه مقادیر متفاوتی از متیل اوژنول (۲.۵ میکروگرم) و اوژنول (۰.۵ میکروگرم) آزاد می‌کنند. صنعت عطرسازی از ۲-فنیل‌اتانول با رایحه گل رز که در گل محمدی یافت می‌شود، بهره می‌برد (Rasouli *et al.*, 2020)، درحالی‌که گل رز چینی با ترکیباتی مانند ۳،۵-دیمتوکسی‌تولوئن، رایحه‌ای شبیه چای ایجاد می‌کند. این مسیرهای بیوشیمیایی نشان‌دهنده تنوع شگفت‌انگیز ترکیبات معطر در گل‌ها هست.

ترکیبات معطر ترپنی

ترپنوئیدها به عنوان ترکیبات معطر مهم در گل‌ها، بر اساس تعداد واحدهای ایزوپرن به سه گروه اصلی مونوترپن‌ها (۱۰کربنه)، سسکویی‌ترپن‌ها (۱۵ کربنه) و دی‌ترپن‌ها (۲۰ کربنه) طبقه‌بندی می‌شوند که از دو مسیر بیوسنتزی مجزا در سلول گیاهی تولید می‌گردند: مسیر MVA در سیتوسول که عمدتاً مسئول تولید سسکویی‌ترپن‌هاست و مسیر MEP در پلاستیدها که مونوترپن‌ها و دی‌ترپن‌ها را می‌سازد. این ترکیبات از پیش‌سازهای مشترکی مانند ژرانیل دی‌فسفات (GPP) و فارنزیل دی‌فسفات(FPP) مشتق می‌شوند Rasouli *et al.*, (2018). نکته قابل توجه، عدم تناسب بین مقدار تولید و تأثیر بویایی این ترکیبات است؛ به طوری که مونوترپن‌هایی مانند ژرانیول و لینالول با وجود تشکیل بیش از ۶۰ درصد ترکیبات اسانس گل رز، تنها حدود ۶ درصد از عطر آن را ایجاد می‌کنند که ناشی از آستانه بویایی بالای این ترکیبات (۶-۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) است. در مقابل، ترکیباتی مانند بتا آیونون و داماسنون که از تجزیه کاروتنوئیدها توسط آنزیم‌های CCD حاصل می‌شوند، علی‌رغم مقدار تولید ناچیز (کمتر از ۱ درصد)، به دلیل آستانه بویایی بسیار پایین (۰.۰۰۷-۰.۰۰۹ میکروگرم بر کیلوگرم)، تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر عطر گل‌ها دارند. این مشاهدات به وضوح نشان می‌دهد که غلظت ترکیبات معطر لزوماً با شدت اثر بویایی آن‌ها مرتبط نیست بلکه فاکتورهای آستانه بویایی در این رابطه نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند (Omidi *et al.*, 2022).

تغییر عطر و رنگ در مراحل مختلف نموی

گل‌ها تحت تأثیر عوامل زیستی (مانند گرده‌افشانی) و غیر زیستی (نور، دما، هورمون‌ها) رشد می‌کنند. رنگ و عطر گلبرگ‌ها برای جذب گرده‌افشان‌ها تنظیم می‌شود و زمان اوج تولید عطر با رفتار آن‌ها هماهنگ است؛ مثلاً اطلسی *Petunia integlifolia* شب عطر شبانه دارد، درحالی که اطلسی *Petunia axilaris* در روز بیشترین عطر را تولید می‌کند. در رز و نرگس، اوج عطر دهی صبح‌ها (۸ تا ۱۰) رخ می‌دهد، زمانی که فعالیت آنزیم‌ها به حداکثر می‌رسد. در مراحل اولیه، گلبرگ‌ها سبز هستند، اما با رشد، رنگدانه‌ها افزایش یافته و پس از گرده‌افشانی، اتیلن باعث پیری و کاهش رنگ و عطر می‌شود (Rasouli *et al.*, 2018). هورمون‌هایی مانند جیبرلین از کاسبرگ و پرچم ترشح شده و هماهنگی بین رنگ و عطر را کنترل می‌کنند. در نهایت، الگوی کلی افزایش عطر و رنگ در گلدهی و کاهش آن در پیری در همه گونه‌ها دیده می‌شود، اما زمان‌بندی آن متفاوت است.

لینکاژ مسیرهای بیوسنتزی عطر و رنگ

مطالعات نشان می‌دهند که بین رنگدانه‌ها و ترکیبات معطر گل‌ها ارتباط وجود دارد، زیرا این دو از مسیرهای بیوسنتزی مشترک مانند فنیل‌پروپانوئیدها (تولیدکننده آنتوسیانین‌ها و بنزنوئیدها) و ترپنوئیدها (تولیدکننده کاروتنوئیدها و ترکیبات معطر) منشأ می‌گیرند. گلبرگ‌ها مرکز اصلی تولید رنگ و عطر هستند، اما در گل‌های پررنگ، رقابت بر سر پیش‌سازهای مشترک ممکن است منجر به کاهش عطر شود. به‌عنوان مثال، گل‌های سفید بنزنوئیدهای بیشتری تولید می‌کنند، درحالی‌که گل‌های قرمز برخی گونه‌ها عطر بیشتری دارند. آنزیم‌های تجزیه‌کننده کاروتنوئیدها نیز می‌توانند رنگدانه‌ها را به ترکیبات معطر تبدیل کنند (Yeon and Kim, 2021). گیاهان با توجه به عوامل محیطی و نوع گرده‌افشان، تعادل بین رنگ و عطر را تنظیم می‌کنند، اما درک کامل این مکانیسم‌ها نیازمند پژوهش‌های بیشتر است.

تولید رنگ و عطر تحت تأثیر فاکتورهای محیطی

تغییرات اقلیمی با تأثیر بر دما، نور و رطوبت، رنگ و عطر گل‌ها را مختل کرده و تعامل گیاهان با گرده‌افشان‌ها را کاهش می‌دهد. افزایش دما باعث کاهش آنتوسیانین (رنگدانه‌های گل) و ترکیبات معطر می‌شود، در حالی که نور نامناسب نیز بر تولید این ویژگی‌ها اثر منفی می‌گذارد. این تغییرات نه‌تنها کیفیت گل‌های زینتی را کاهش می‌دهد، بلکه امنیت غذایی را با تضعیف گرده‌افشانی تهدید می‌کند. برای مقابله، مدیریت دقیق دمای گلخانه‌ها، تنظیم شرایط نوری و توسعه ارقام مقاوم ضروری است. همچنین، حفظ جمعیت حشرات گرده‌افشان از طریق کاهش آفت‌کش‌ها و ایجاد زیستگاه‌های مناسب می‌تواند به تعدیل اثرات کمک کند. درک همزمان عوامل محیطی و استفاده از فناوری‌های نوین، کلید کاهش خسارات اقتصادی و اکولوژیک است (Narbona *et al.*, 2021).

نتیجه‌گیری

تحقیقات پرورش گل عمدتاً بر ویژگی‌های تجاری مانند فرم و ماندگاری پس از برداشت متمرکز بوده تا عطر و رنگ، که این امر منجر به کمبود اطلاعات در مورد عطر و ارتباط آن با رنگ شده است. اخیراً تقاضا برای گل‌های معطر به‌ویژه گل‌هایی با رایحه شیرین قوی که عمدتاً توسط زنبورها و پروانه‌ها گرده‌افشانی می‌شوند، در حال افزایش است. فرآیند تکاملی ممکن است نشان دهد که گیاهان گل‌دار، رنگ یا رایحه گل را به‌عنوان جایگزینی مشترک انتخاب کرده‌اند تا با به‌اشتراک‌گذاری مسیرهای بیوسنتزی خود، تعادلی بین گرده‌افشانی و رشد برقرار کنند. این مطالعه نشان می‌دهد که رنگ و عطر گل‌ها ارتباط بیوشیمیایی دارند و در طول رشد گل‌دهی، انتخابی هدفمند محسوب می‌شوند. با این حال، به دلیل پیچیدگی در بیان و بیوسنتز و همچنین ارتباط با شرایط مختلف محیطی زنده و غیرزنده، اطلاعات و درک کافی برای تعیین رابطه دقیق بین رنگدانه‌ها و ترکیبات معطر در گیاهان گل‌دار وجود ندارد و نیازمند مطالعات بیشتر است.

منابع

Allahverdizadeh, S. and Danaee, E. 2023. Effect of humic acid and vermicompost on some vegetative indices and proline content of *Catharanthus roseus* under low water stress. Environment and Water Engineering, 9(1): 141–152.

Aros, D., Suazo, M., Rivas, C., Zapata, P., Ubeda, C. and Bridge, M. 2019. Molecular and morphological characterization of new interspecific hybrids of *Alstroemeria* originated from *A. caryophylleae* scented lines. Euphytica, 1–12.

Bridgen, M. P., Kollman, E. E. and Lu, C. 2009. Interspecific hybridization of *Alstroemeria* for the development of new ornamental plants. Acta Horticulturae, 836: 73–78.

Danaee, E. and Abdossi, V. 2021. Effect of foliar application of iron, potassium, and zinc nano-chelates on nutritional value and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). Food and Health, 4(4): 13–20.

Dareini, H., Abdossi, V. and Danaee, E. 2014. Effect of some essential oils on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii* cv. Sorbet). European Journal of Experimental Biology, 4(3): 276–280.

Soroori, S., Danaee, E., Hemmati, K. and Ladan Moghadam, A. R. 2021. Metabolic and enzymatic responses of *Calendula officinalis* L. to foliar application of spermidine, citric acid and proline under drought stress in a post-harvest condition. Journal of Agricultural Science and Technology, 23(6): 1339–1353.

.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A Review of Studies on Fragrance and Color in Ornamental Plants

Omid Rasouli[1*]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
[*]*Corresponding Author: Omidrasoli18@gmail.com*

Abstract

Color and fragrance are among the most important qualitative indicators of ornamental plants, playing a decisive role in the market appeal of ornamental species such as seasonal plants, potted plants, and cut flowers. These compounds, as secondary metabolites, are synthesized through biochemical pathways such as the shikimate, methylerythritol phosphate (MEP), and mevalonic acid (MVA) pathways. In addition to attracting pollinators, they also function as antioxidants and enhance resistance to biotic stresses. Recent studies indicate a close relationship between the biosynthetic pathways of pigments (flavonoids, carotenoids) and aromatic compounds (terpenes, phenylpropanoids). For instance, the phenolic and terpenoid pathways are interconnected in the production of fragrance and color in ornamental plants. For example, the breakdown of carotenoids by carotenoid cleavage dioxygenases (CCDs) contributes to both flower color changes and the production of volatile compounds such as α-ionones. Additionally, lightly colored flowers like roses, carnations, or orchids often exhibit stronger fragrances due to reduced anthocyanin production, indicating competition for shared precursors in metabolic pathways. The emission of fragrance and color in the petals of ornamental plants varies across different developmental stages. Generally, peak production coincides with the pollination period of the flower. Environmental factors (temperature, light) and hormonal regulators (gibberellins, ethylene) dynamically influence the synthesis and release of these compounds. Today, advances in genetic engineering and bioinformatics enable the manipulation of biosynthetic pathways to create diversity in flower color and fragrance. Understanding these mechanisms not only enhances the quality of ornamental plants but is also crucial for maintaining ecological interactions and mitigating the effects of climate change.

Keywords: Biosynthesis pathways, Color, Ornamental plants, Secondary metabolites, Scent.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی ازدیاد ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica* L.) با کاشت بذر و پیوند

اسد اسدی آبکنار[۱*]، پرنیان اسدی آبکنار[۱]، سحر بهلولی زنجانی[۱] و علی خلقی اشکلک[۲]
۱- بخش تحقیقات بیولوژی مولکولی، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور، رشت، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *asadiabkenarasad@gmail.com*

چکیده

ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica* L.)، در شمال ایران در طول دهه‌ها سال منحصراً با کاشت بذر ازدیاد یافته و به همین دلیل در آن تنوع ژنتیکی زیادی از نظر شکل، اندازه، طعم و مزه و زمان رسیدن میوه بوجود آمده است. بنابراین در شمال ایران یعنی استانهای گلستان، مازندران و گیلان ذخیره ژنتیکی متنوعی از این درخت یافت می‌شود. برای ازدیاد تجاری این درخت پس از گزینش فنوتیپ‌های برتر باید روشی مطمئن و بی‌گمان غیرجنسی که اصالت ژنوتیپ‌های گزیده را حفظ نماید، یعنی ثبات ژنتیکی بوجود آورد، معرفی شود. در ایران تاکنون در این مورد پژوهشی انجام نپذیرفته است. در این راستا، این پژوهش به منظور تعیین مناسب‌ترین روش پیوند در ازگیل ژاپنی انجام پذیرفت. برای تولید پایه، از روش ازدیاد بذری استفاده شد. بذرها از میوه‌های رسیده در اواخر اردیبهشت ۱۴۰۱ استخراج شدند و به مدت شش هفته در یخچال در دمای چهار درجه سانتیگراد نگهداری شدند. پس از کاشت در گلدانها و گذشت حدود دو سال، وقتی به قطر مناسب رسیدند در هفته آخر شهریور ۱۴۰۳ به دو روش پیوند جوانه (پیوند چیپ یا سپری) و پیوند شاخه (پیوند جانبی با شاخه سبز و دارای جوانه انتهایی) پیوند شدند. در بهار سال بعد (۱۴۰۴) وقتی پایه‌ها سربرداری شدند، داده‌ها نشان داد که اگرچه درصد گیرایی پیوند در دو روش پیوند سپری و پیوند جانبی اختلاف معنی‌دار نشان نداد ولی نهال‌های پیوندی بدست آمده با پیوند جانبی از قدرت رشد بسیار بیشتری برخوردار بودند. بنابراین، بهترین روش برای ازدیاد ازگیل ژاپنی در شمال کشور پیوند جانبی و مناسب‌ترین زمان برای انجام این روش بین بیست شهریور تا دهم مهر تعیین شد.

واژه‌های کلیدی : پیوند سپری، پیوند جانبی، تنوع ژنتیکی، سرمادهی، نهال بذری.

مقدمه

ازگیل ژاپنی با نام علمی *Eriobotrya japonica* L. از خانواده *Rosaceae* (خانواده رز) می‌باشد که از نظر اقلیم‌پذیری در شمال ایران یعنی استان‌های گلستان، مازندران و گیلان از سازگاری بسیار خوبی برخوردار است. درخت ازگیل ژاپنی به علت داشتن تاج همیشه سبز، برگ‌های نسبتاً دراز، پهن و براق؛ زینتی بوده و مهم‌تر این که میوه‌های زرد رنگ آن که آبدار، ملس، سرشار از ویتامین ث و متابولیت‌های ثانویه هستند (رحیم‌خانی و همکاران، ۱۳۹۶) در اواسط بهار به صورت تازه‌خوری با قیمت بالا به بازار مصرف عرضه می‌شود. ازگیل ژاپنی در شمال کشور در طول دهه‌ها سال منحصراً از طریق جنسی یعنی با کاشت بذر ازدیاد یافته و به همین دلیل تنوع ژنتیکی پایدار و زیادی در آن از نظر شکل، اندازه، طعم و مزه و زمان رسیدن میوه بوجود آمده است (رحیم‌خانی و همکاران، ۱۳۹۶). برای تولید این میوه در سطح تجاری، نخست باید فنوتیپ‌های برتر از نظر میزان محصول و ویژگیهای کمی و کیفی میوه گزینش شوند و سپس برای تولید نهال از فنوتیپ‌های برگزیده، روشی مطمئن و بی‌گمان غیرجنسی معرفی شود تا اصالت ژنتیکی آنها حفظ شود (Castro et al., 2007). برای این منظور مانند سایر درختان میوه بی‌گمان باید از روش‌های ازدیاد غیرجنسی استفاده نمود. در یک پژوهش برای تولید درختان پاکوتاه و کاهش هزینه برداشت، اثرات سه نوع پایهٔ به روی صفات رویشی، میزان محصول و صفات کیفی میوه ازگیل ژاپنی مورد بررسی قرار گرفت (Akkus and Polat, 2021). همچنین سه روش از خوابانیدن هوایی برای ازدیاد رویشی ازگیل ژاپنی بررسی شده است (Castro et al., 2007). اما، تاکنون در ایران درباره ازدیاد رویشی ازگیل ژاپنی پژوهشی انجام نپذیرفته است. بنابراین در این راستا اهدف از اجرای این پژوهش تعیین مناسب‌ترین روش پیوند در ازگیل ژاپنی بوده است.

مواد و روش‌ها

میوه‌های ازگیل ژاپنی در اواخر اردیبهشت ۱۴۰۱ از درختی در یک باغ شخصی در استان گیلان، شهر رشت برداشت و بذرهای آنها استخراج شدند. بذرها پس از شستشو و کمی خشک شدن لای دستمال مرطوب، به مدت شش هفته در یخچال با دمای چهار درجه سانتیگراد درون پاکتهای پلاستیکی برای سرمادهی مرطوب طبق روش معرفی شده توسط عمو آقایی (۱۳۸۹) نگهداری شدند. سپس در گلدانهای پلاستیکی محتوی بستری با ترکیب خاک لوم و پرلیت (با نسبت ۷۰ به ۳۰) کاشته شدند. پس از گذشت دو سال، وقتی به قطر مناسب رسیدند در هفته آخر شهریور ۱۴۰۳ به دو روش پیوند جوانه (پیوند چیپ یا سپری) و پیوند شاخه (پیوند جانبی با شاخه سبز و دارای جوانه انتهایی) پیوند شدند. در بهار سال بعد (۱۴۰۴) پایه‌ها سربرداری شدند و دو ماه بعد از سربرداری داده‌برداری‌ها انجام پذیرفت. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Excel انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

در این پژوهش، روش ازدیاد بذری (برای تولید پایه) و دو روش پیوند با یکدیگر مقایسه شدند. طبق جدول ۱، بذرهای ازگیل ژاپنی پس از سرمادهی مرطوب به مدت شش هفته از درصد جوانه‌زنی بسیار بالایی برخوردار بودند و بیش از ۸۵٪ جوانه‌زنی داشتند. نهال‌های بذری یکساله به دلیل باریک بودن تنه در سال اول قابل پیوند نبوده و برای رسیدن به قطر مناسب تنه به جابه‌جایی گلدان و رسیدن به سن دو سالگی نیازمند بودند (شکل ۱، الف). ویژگیهای نهال بذری دو ساله و مناسب برای پیوندزنی در ازگیل ژاپنی نیز در جدول ۱ آورده شده است. طبق این جدول مهم‌ترین ویژگی نهال بذری مناسب برای پیوند، قطر آن و مناسب‌ترین زمان هنگامی است که پوست آن به راحتی جدا می‌شود. متوسط قطر تنه نهال بذری در ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر باید حدود ۱۰ میلی‌متر باشد که در این حالت در نهال‌های تک شاخه و یک تنه، ارتفاع نهال بین ۹۰ سانتی‌متر تا یک متر می‌باشد. همچنین طبق جدول ۱، در نهال‌های یکساله بین ارتفاع نهال (متغیر مستقل) و قطر نهال (متغیر وابسته) همبستگی معنی‌دار یافت نشد. اما در نهال‌های دوساله و آماده برای پیوند همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع نهال و قطر نهال بدست آمد.

جدول ۱- ویژگی‌های رویشی نهال‌های بدست آمده با کاشت بذر در ازگیل ژاپنی.

F	رگرسیون بین ارتفاع و قطر (R Square)	تعداد برگ	قطر تنه (میلی‌متر)	ارتفاع نهال* (سانتی‌متر)	سن نهال	تعداد نهال بدست آمده	تعداد بذر جوانه زده	تعداد بذر کاشته شده
۰/۰۹ns	۰/۱۴	۵/۱±۷/۳۸	۲/۰±۲۶/۳۳	۱۸/۳±۴۶/۰۹	هفت ماهه	۲۹	۳۰	۳۵
۰/۰۰۴ **	۰/۸۹	۸±۲۲/۴۱	۱۰/۳±۲۹/۵۲	۸۹/۲۸±۸۳/۹۲	دو ساله	--	--	--

*M±SD, ns: not significant, **: significant at p < 0.01.

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که روش پیوند جانبی بهترین روش برای ازدیاد ازگیل ژاپنی در شمال کشور می‌باشد. درصد گیرایی پیوند در این روش اختلاف معنی‌دار با روش پیوند سپری نداشت ولی نهال‌های پیوندی حاصله از قدرت رشد بسیار بیشتری برخوردار بودند (شکل ۱، ب). اگرچه در دو زمان یعنی در اواخر اردیبهشت و اواخر شهریور نهال‌های بذری (پایه‌ها) ازگیل ژاپنی پوست‌دهی داشته و آماده پیوند بودند اما مناسب‌ترین زمان پیوند برای ازگیل ژاپنی در شمال کشور بین بیست شهریور تا دهم مهر ماه تعیین شد. زیرا در این زمان شاخه‌های پیوندک مورد استفاده در پیوند جانبی و سپری از جوانه جانبی کامل شده برخوردار بودند. پیوندک باید از شاخه‌هایی گرفته شود که نسبت به شاخه انتهایی (شاخه مرکزی) موقعیت کناری (جانبی) دارند. چنین شاخه‌هایی سبز بوده و از قطر مناسب برخوردارند (شکل ۲).



شکل ۱- الف) مقایسه رشد رویشی نهال بذری در سال اول (راست) و سال دوم (چپ) در ازگیل ژاپنی. ب) مقایسه رشد پیوندک یک ماه پس از سربرداری پایه در دو روش پیوند سپری (راست) و جانبی (چپ) در ازگیل ژاپنی.

جدول ۲. مقایسه ازدیاد ازگیل ژاپنی با دو روش پیوند سپری و جانبی

متوسط تعداد برگ پس از دو ماه	ارتفاع پیوندک پس از دو ماه (سانتی‌متر) *	درصد گیرایی	نوع پیوندک	نوع پیوند
۱/۵	۲/۳±۷۵/۱۸	۹۰	جوانه	سپری
۶	۲±۱۸/۸۳	۸۶	شاخه سبز به طول ۵ تا ۷ سانتی‌متر	جانبی
**	**	Ns	--	*F*

*M±SD, ns: not significant, **: significant at p < 0.01.



شکل ۲- انواع شاخه در ازگیل ژاپنی. الف) شاخه جانبی، ب) شاخه مرکزی، پ) شاخه نرک.

در ازدیاد درختان میوه از جمله ازگیل ژاپنی با استفاده از پیوندزنی، عوامل متعددی در گیرایی پیوند موثرند که مهم‌ترین آنها عبارتند از: نوع درخت میوه، زمان پیوندزنی، نوع پیوند، آمادگی پایه (پوست‌دهی) و نوع پیوندک. نتایج این پژوهش نشان داد که نوع پیوند در میزان رشد پیوندک در ازگیل ژاپنی بیشترین تاثیر را داشت و پیوند جانبی بهترین روش بود. این یافته با یافته‌های دیگر پژوهشگران که بیان نمودند بهترین روش پیوند در ازگیل ژاپنی پیوند جانبی می‌باشد (Abbasi et al., 2014, Lin et al., 1999) در یک راستا بود.

منابع

رحیم خانی، ر.، وارسته، ف. و سیفی، ا. ۱۳۹۶. مقایسه ویژگی‌های بیوشیمیایی و کیفی میوهٔ برخی نژادگان‌های ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica* L.) گرگان. علوم باغبانی ایران. ۴۸ (۲): ۴۱۳-۴۲۱.

عمو آقایی، ر. ۱۳۸۹. اثر کاربرد جبرلین و سرمادهی مرطوب روی تحریک جوانه‌زنی دانه و رشد بعدی دانه رست ((ازگیل ژاپنی)). مجله زیست شناسی ایران. ۲۳(۲): ۲۹۹-۳۰۸.

Abbasi, N., A., Hafiz, I., A., Qureshi, A., A., Ali, I. and Mahmood, S., R. 2014. Evaluating the success of vegetative propagation techniques in loquat cv. Mardan. Pakistan Journal of Botany. 46: 579-584.

Akkus, S. and Polat, A. A. 2021. Investigation of vegetative growth, yield and fruit quality characteristics of 'Hafif Cukurgobek' loquat cultivar grafted on different quince rootstocks. Harran Tanm ve Gida Bilimleri Derg. 25(3): 279-286.

Castro, M., Darrouy, N. and Iturrieta, R. 2007. Franqueamiento: a new vegetative propagation technique for loquat. Acta Horticuture. 750: 325-329.

Lin, S., Sharpe, R. H. and Janick. J. 1999. Loquat: Botany and horticulture. Horticultural Reviews. 23: 233-276.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation on propagation of loquat by seed sowing, grafting and budding

Asad Asadi Abkenar[1*], Parnian Asadi Abkenar[1], Sahar Bohlouli Zanjani[1] and Ali Kholghi Eshkelak[2]
1. Department of Molecular Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of North Region, Rasht, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
Corresponding Author: asadiabkenarasad@gmail.com

Abstract

In the north of Iran, during many decades, loquat (*Eriobotrya japonica* L.), *Rosaseae*; has been solely propagated by seed sowing and for this reason a high degree of genetic variation in point of fruit shape, size, taste and ripening time can be found in it. Therefore, in the north of Iran; in provinces such as Golestan, Mazandaran and Gilan, a diverse genetic resource of this fruit tree has been emerged. In breeding of loquat, after selection of superior phenotypes of this fruit tree, in order to propagate them at commercial level; a reliable and vegetative propagating method must be available to protect genetic identity of selected genotypes, however; until recently in this regard no study has been carried out inside the country. The aim of this study was to find the best grafting/ or budding method for loquat in the north of Iran, Gilan province. In order to produce rootstocks, seed propagation was used. Seeds of ripe fruits were extracted in end of May, 1401 and kept in a refrigerator for three months at 4 °C. After sowing in jars and reaching to an appropriate diameter of stem (two years old seedlings), they were propagated in two ways, chip budding and side grafting. In spring of 1404 when the rootstocks were cut back, data showed that side grafting was the best method to propagate loquat in the north of Iran. Percentage of graft success by these two methods was not significant, however; growth of scion in side grafting was too higher. The best time for grafting or budding of loquat in the north of Iran was between late of September and early of October.

Keywords: Genetic variation, Chip budding, Seedling, Side grafting, Stratification.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر انواع تربیت و هرس در سیستم سنتی و داربستی کوردون دو طرفه دو طبقه و کوردون دو طرفه یک طبقه بر برخی صفات کیفی انگور رقم بی‌دانه سفید و قرمز

امید رحمانی[۱*]، پژمان مرادی[۲]، حمید مدنی[۳]، نورعلی ساجدی[۳] و سعید چاووشی[۳]

۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده فنی، مهندسی و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک، اراک، ایران
۲-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه، ایران
۳-گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده فنی، مهندسی و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک، اراک، ایران
*نویسنده مسئول: *omidrahmani1364@gmail.com*

چکیده

انگور به عنوان منبع عالی رنگدانه‌های طبیعی و شامل مقادیر زیادی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مختلف است. ویژگی اصلی تولید انگور مدرن، انطباق آن با نیازهای بازار هدف مانند بهبود کیفیت انگور و ارزش غذایی بالاست. علاوه بر این، بی‌دانه بودن یک ویژگی مهم کیفی میوه انگور است. انگورهای بی‌دانه به میزان زیادی به دلیل خوش‌خوراکی و ترجیح مشتری در بازار جهانی مورد توجه هستند. با توجه به قابلیت تطبیق بالای انگور، روش‌های گوناگون هدایت و تربیت آن در سراسر دنیا به کار گرفته شده‌اند. این روش‌ها بسته به رقم، نوع استفاده، شرایط اقلیمی منطقه و مسائل مکانیزاسیون و اقتصادی متفاوت هستند. لذا، هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی تأثیر سیستم‌های تربیتی تاک و تعداد جوانه بارده بر برخی صفات انگور رقم بی‌دانه قرمز و سفید است. این مطالعه در قالب طرح کرتهای دوبارخردشده در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در باغ اجراشد. در این آزمایش، فاکتور اصلی رقم(بیدانه قرمز و سفید)، فاکتور فرعی سه روش تربیت تاک (سنتی خزنده، کوردون دو طرفه دو طبقه و کوردون دو طرفه یک طبقه) و به همراه فاکتور فرعی فرعی تعداد جوانه بارده ۴، ۶ و ۸ در باغ شخصی در تاکستان قزوین انجام شد. صفات کیفی شامل؛ مواد جامد محلول، اسیدیته عصاره میوه، شاخص طعم و ویتامین ث اندازه‌گیری شد. رقم بیدانه قرمز تربیت‌شده در سیستم کوردون، محتوای مواد جامد محلول کل و میزان ویتامین ث بیشتری نسبت به رقم بیدانه سفید داشت. بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون به سیستم تربیت خوابیده در رقم سفید متعلق بود. بهترین شاخص طعم در سال ۱۴۰۲ در انگور بیدانه قرمز و در سیستم تربیتی دوطبقه دوطرفه رویت شد.

واژه های کلیدی: رقم بی‌دانه، شاخص طعم، مواد جامد محلول، کوردون، ویتامین ث.

مقدمه

انگور متعلق به خانواده انگورسانان است. ایران با بیش از ۲۹۰،۰۰۰ هکتار باغ انگور (۱۰/۲ درصد کل باغات) و تولید تقریبی ۳/۱ میلیون تن (حدود ۱۲/۴ درصد از کل تولید میوه) در زمره مهمترین مراکز تولید قرار دارد. در حال حاضر، با توجه به روش‌های معمول در کشور ما، محصول به‌دست‌آمده جوابگوی هزینه‌های نگهداری و برداشت نیست. بنابراین، برای اعمال تغییرات اساسی در اصول فنی مانند هرس و سیستم‌های هدایت تاک، همچنین مکانیزه کردن تاکستان‌ها، انتخاب ارقام مناسب و احداث تاکستان‌های جدید، باید همانند سایر کشورهای پیشرفته در امور تاک‌داری، نسبت به اصلاح تاکستان‌ها از یک طرف و احداث تاکستان‌های جدید و فراهم کردن حمایت مادی و بازار فروش از طرف دیگر، اقدام لازم و سریع صورت گیرد. یکی از مشکلات اساسی و فنی تاکداران سنتی عدم آشنایی با سیستم‌های تربیت بر اساس شرایط اقلیمی است. یکی از اهداف استفاده از سیستم‌های تربیت در تاکستان‌ها، دستیابی به مدیریت تاج بوته و تعادل در رشد شاخساره به منظور تسهیل در ایجاد و تشکیل مواد فتوسنتزی است. این سیستم‌ها با افزایش نفوذ نور و کاهش سایه‌های بیش از حد، از تأخیر در رسیدن انگورها یا گسترش بیماری‌ها جلوگیری می‌کند. از آنجایی که ایران به دلیل شرایط جغرافیایی و اقلیمی یکی از مناسب ترین مناطق برای کشت انگور در جهان است،استفاده از سیستم‌های تربیت، می‌توان به کنترل بازده بالقوه تاکستان، تسهیل در مکانیزاسیون عملیات تاک‌داری همچون هرس، آبیاری، محلول‌پاشی آسان سموم یا کودها و همچنین برداشت آسان انگور کمک نماید. عملکرد کمی و کیفی انگور تحت تأثیر عوامل محیطی، آبیاری به موقع، تغذیه مناسب و هرس صحیح باردهی و سبز قرار دارد. در رابطه با اثر کوردون بر کمیت و کیفیت

محصول، تحقیقات کمی در بوته‌های انگور بی‌دانه سفید و قرمز انجام شده است و بیشتر تحقیقات در سایر روش‌های تربیت انگور متمرکز هستند(صادقیان و همکاران ۱۳۹۴). بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر انواع تربیت و هرس در سیستم سنتی، داربستی کوردون دو طرفه دو طبقه و کوردون دو طرفه یک طبقه بر عملکرد و صفات کیفی انگور رقم بی‌دانه سفید و قرمز در شرایط اقلیمی تاکستان واقع در استان قزوین انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالهای ۱۴۰۲-۱۴۰۰ در استان قزوین، شهرستان تاکستان در باغ شخصی امید رحمانی انجام شددر هر سه سال تیمارها به صورت آزمایش کرتهای دوبارخرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شدند. تیمارها شامل فاکتور اصلی رقم با دو سطح (بیدانه سفید و قرمز) فاکتور فرعی سه سیستم تربیتی(سنتی خوابیده و داربستی کوردون دو طرفه دو طبقه و کوردون دو طرفه یک طبقه) و فاکتور فرعی فرعی تعداد جوانه در شاخه بارده با سه سطح (۴ ،۶ و ۸ جوانه) در۳ تکرار و در هر تکرار ۳ درختچه بودند. بدین ترتیب، ۱۸ تیمار در ۳ تکرار اعمال شدند و در هر تکرار ۳ درختچه و در مجموع ۱۶۲ درختچه تحت تیمار قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر دستی ساخت ژاپن استفاده شد. اسیدیته قابل تیتراسیون با روش تیتراسیون با سود و استفاده از معرف فنل فتالئین انجام شد (شکری و همکاران ۱۴۰۲). شاخص طعم با تقسیم مقدار مواد جامد محلول بر اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه شد. برای اندازه‌گیری ویتامین ث، از روش تیتراسیون دو مرحله ای استفاده شد (بیدرنامنی و همکاران ۱۴۰۱). آنالیز داده ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین محتوای مواد جامد محلول کل مربوط به رقم بیدانه قرمز تربیت‌شده در سیستم دوطرفه دو طبقه با ۶ جوانه (۲۵/۶ درصد) و رقم بیدانه سفید تربیت‌شده در سیستم سنتی(۲۵/۲ درصد) بود. همچنین کمترین محتوا مربوط به رقم بیدانه قرمز تربیت‌شده در سیستم سنتی مشاهده شد(جدول۱).

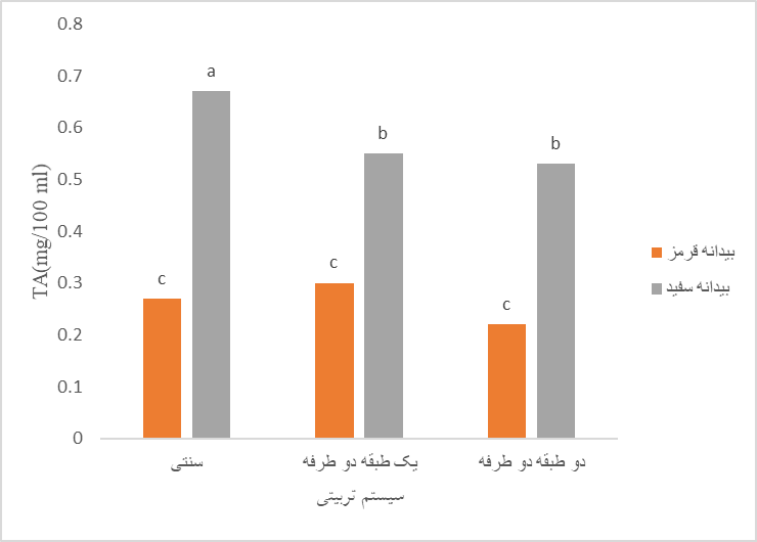
جدول ۱- اثر متقابل رقم انگور × سیستم تربیتی× تعداد جوانه بر میزان مواد جامد محلول کل.

مواد جامد محلول کل			
سیستم تربیتی	تعداد جوانه	رقم	
		بیدانه سفید	بیدانه قرمز
خزنده	عرف	a۲۵/۲	d۲۱/۵
یک طبقه دوطرفه	۴	c۲۲/۴	bc۲۳/۹
یک طبقه دوطرفه	۶	c۲۲/۲۰	b۲۴/۵
یک طبقه دوطرفه	۸	c۲۲/۱	b۲۴/۲
دوطبقه دوطرفه	۴	d۲۱/۹	b۲۴/۴
دوطبقه دوطرفه	۶	d۲۱/۶	a۲۵/۶
دوطبقه دوطرفه	۸	d۲۱/۱	b۲۴/۳

ردیف و ستون‌هایی که حروف مشابه دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.

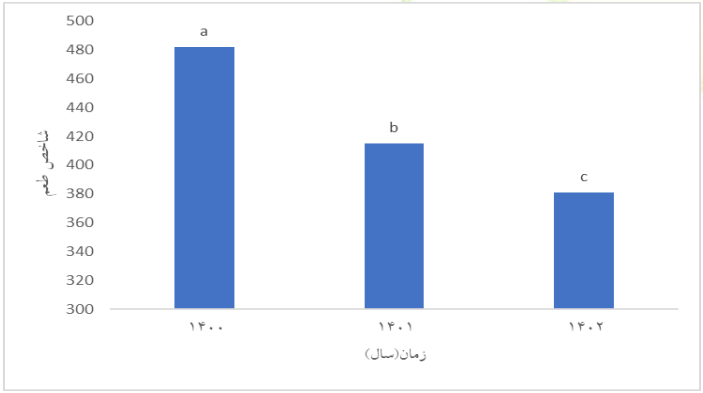
در مطالعه حاضر، تاک‌های رقم بیدانه قرمز در سیستم داربستی محتوای قندهای محلول بیشتری را نسبت به تاک‌های سیستم سنتی نشان دادند. همچنین، غلظت قندهای محلول در رقم متحمل به سرما، یعنی بیدانه قرمز، در مقایسه با رقم کم‌تحمل به سرما، بیدانه سفید،

در هر دو سیستم بیشتر بود. توانایی ارقام در انباشت بیشتر قندهای محلول، یک ویژگی ژنتیکی است. با این حال، نقش عملیات تاکداری در طول فصل رشد نیز نباید نادیده گرفته شود. به‌ویژه، تاک‌هایی که از سیستم تربیت داربستی بهره می‌برند، به دلیل توزیع مناسب نور در تاج، تهویه مطلوب‌تر و تسریع در رسیدن تجاری میوه، با شرایط بهتری از نظر ذخایر کربوهیدراتی وارد مرحله سازگاری با سرما می‌شوند. همزمان با توقف رشد تاک در پایان فصل، قندهای محلول تغییرات فصلی پیدا می‌کنند؛ به‌طوری‌که در مرحله خواب عمیق زمستانه به بیشترین مقدار خود می‌رسند و در مرحله رشد فعال کاهش می‌یابند. کربوهیدرات‌ها می‌توانند با خنثی کردن گونه‌های فعال اکسیژن، به افزایش پایداری غشاها کمک کنند (مهرپرور و همکاران ۱۴۰۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم انگور بر اسیدیته قابل تیتراسیون نشان داد که این شاخص با روندی جزئی در رقم بیدانه سفید افزایش یافت. بالاترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در سیستم تربیت خوابیده در رقم سفید بیدانه(۰/۶۷ میلی گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با دو سیستم تربیتی دیگر داشت.(نمودار ۱).



نمودار ۱– اثر رقم انگور× سیستم تربیتی بر اسیدیته قابل تیتراسیون.

در پژوهشی مشاهده شد که تمامی ارقام روی سه سامانه داربستی وای، تی شیبدار و تی دوردیفه، در مدت زمان برداشت محصول، سطح بریکس بالاتری نسبت به سامانه تی تک‌طبقه داشتند. نوع سامانه تأثیری بر اسیدیته قابل تیتره هیچ‌کدام از ارقام نداشت (Taylor and Leamon, 1991). نتایج این آزمایش نشان داد که شاخص طعم خوشه در سال ۱۴۰۲ به میزان ۳۸۱ به‌طور معنی‌داری بالاتر از سال ۱۴۰۱ به مقدار ۴۱۵ بود (نمودار ۲).



نمودار ۲– اثر سال بر شاخص طعم.

در این بررسی، در سال ۱۴۰۲، به دلیل تنش‌های اولیه ناشی از هرس، شاخص طعم خوشه افزایش یافت. برخلاف سال اول، در سال دوم وضعیت متفاوتی مشاهده شد که می‌تواند به دلیل متعادل شدن رشد رویشی و تا حدی افزایش حجم شاخ و برگ در تاج باشد. این تغییر موجب شد مواد جامد محلول خوشه تحت تأثیر سایه ایجاد شده در تاج قرار گیرند (ذالنوری و همکاران ۱۳۹۹).

بر اساس مقایسه میانگین بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به رقم بیدانه قرمز (۲۶/۱۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) بود (جدول ۳). همچنین، بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به تاک‌های تربیت شده در سیستم دو طرفه دو طبقه بود (جدول ۲). دلایل این موضوع ممکن است به روش‌های هدایت و تربیت تاک‌ها در این آزمایش مرتبط باشد، زیرا تحقیقات نشان داده‌اند که روش‌های مختلف تربیت می‌توانند بر بسیاری از ویژگی‌های کمی و کیفی انگور تأثیر بگذارند. (کرمی ۱۳۸۹). تابش نور و تهویه مناسب نقش مهمی در افزایش محتوای ویتامین ث (اسید اسکوربیک) در انگور دارند. مطالعات نشان داده‌اند که کیفیت و کمیت نور تأثیر بسزایی در بیوسنتز ترکیبات فعال زیستی مانند ویتامین ث دارند. تحقیقاتی بر روی درختان انار نشان داده است که استفاده از پوشش‌های سایبان با رنگ‌ها و درصدهای مختلف سایه‌دهی می‌تواند بر میزان ویتامین ث میوه‌ها تأثیر بگذارد؛ به‌طوری‌که میوه‌های تحت پوشش سایبان سبز ۵۰ درصد، به دلیل کیفیت پایین نور، محتوای ویتامین ث کمتری داشتند(نرجسی، ۱۴۰۰).

جدول ۲- مقایسات میانگین اثر سیستم تربیتی بر برخی صفات اندازه گیری شده انگور.

میانگین صفات		انواع روش تربیت
شاخص طعم	ویتامین ث(میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)	
۳۶۱/۲c	۲۱/۴b	سنتی
۳۸۰/۷b	۲۱/۸b	یک طبقه دو طرفه
۴۱۰/۲a	۲۷/۲a	دو طبقه دو طرفه

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند

جدول ۳- مقایسات میانگین اثر رقم بر برخی صفات اندازه گیری شده انگور.

میانگین		نوع رقم انگور
شاخص طعم	ویتامین ث(میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)	
۴۷۲/۲a	۲۶/۱۸a	رقم بیدانه سفید
b۳۱۶/۹	۱۷/۱b	رقم بیدانه قرمز

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

منابع

بیدرنامنی، ف.، محکمی، ز.، شعبانی‌پور، م. ۱۴۰۱. بررسی توابع همبستگی کانونی صفات مورفوفیزیولوژی و بیوشیمیایی انگور یاقوتی سیستان. پژوهشهای میوه کاری. ۸۰-۹۷

ذالنوری، م.، بخشی، د.، فلاحی، ا.، ارجی، ع. ۱۳۹۹. تأثیر شدت هرس بر کمّیت و کیفیت میوه و محتوای ترکیبات فنولی انگور ارقام صاحبی قرمز، و حلقو. پایان نامه دکترا. گروه علوم و مهندسی باغبانی، پردیس دانشگاهی دانشگاه گیلان

شکری، م.، رحمتی جنیدآباد، م.، حیدری، م.، زارع، احمد. ۱۴۰۳. تأثیر سیستم‌های مختلف تربیت تاک بر عمر انبارمانی میوه انگور رقم سفید بی‌دانه. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۶-۳۰

صادقیان، ف.، سیفی ا، دادار، ع.، علیزاده، م.، شریفانی، م. ۱۳۹۴. اثر هرس سبز بر عملکرد و کیفیت میوه در بوته های خزندۀ انگور رقم کشمشی در شرایط اقلیمی شیروان. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳۲-۲۳۹

کرمی، م. ج. ۱۳۸۹. اثر شدت هرس و تعداد جوانه در هر نقطه بارده بر عملکرد و اجزای عملکرد انگور دیم رقم شیرازی. مجله بهزراعی نهال و بذر. ۵۷-۶۷

مهرپور، ح.، کریمی، ر.، قاسمی، سلوکلوئی، ع.ا . ۱۴۰۱. مقایسه اثر سیستم‌های تربیت داربستی و خزنده بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک و زیست شیمیایی مرتبط با تحمل سرما در دو رقم انگور. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۲۵-۱۴۴

Kahraman, A., Yildirim, E., and Turan, M. 2018. Effect of shading nets on the physiological and biochemical properties of fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66(22): 5854-5860. https://doi.org/10.1021/jf5038374

Taylor, B.K., and Leamon, K.C. 1991. Trellis effects on yield and fruit quality of five table grape varieties in the Murray Valley. Australian Journal of Experimental Agriculture, 31: 85-89.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of various pruning and training techniques, including two-level and single-level bilateral cordon, on red and white seedless cultivars' traits

Omid Rahmani[1*], Pejman Moradi[2], Hamid Madani[3], Noor Ali Sajedi[3] and Saeed Chavoshi[3]
1.Department of Horticultural Science, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran
2.Department of Horticultural Science, Islamic Azad University, Saveh Branch, Saveh, Iran
3.Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran
**Corresponding Author: omidrahmani1364@gmail.com*

Abstract

Grape serve as an excellent source of natural pigments and contain significant amounts of various antioxidant compounds. The primary focus of modern grape production is its adaptation to market demands, such as improving grape quality and enhancing nutritional value. Additionally, seedlessness is a crucial quality trait in table grapes, with seedless varieties being highly favored in global markets due to their palatability and consumer preference. Given the high adaptability of grapes, various training and trellising systems have been implemented worldwide. These systems vary depending on cultivar, intended use, regional climatic conditions, mechanization considerations, and economic factors. The present study aims to evaluate the effects of different grapevine training systems and bud on specific characteristics of red and white seedless grapevine cultivars. The experiment was conducted in a private grapeyard in Takestan, Qazvin, over a three-year period, using a split-split plot design based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The main factor included two seedless grape cultivars (red and white), while the sub-factor comprised three training systems: traditional trailing, two-level bilateral cordon, and single-level bilateral cordon. The sub-sub-factor was the number of buds (4, 6, and 8). Qualitative traits including total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), taste index, and vitamin C content, were measured. The results indicated that fruit yield, cluster count, and cluster weight were significantly influenced by year, training system, cultivar type, and bud. The highest yield was recorded in 2023 under the two-level bilateral cordon training system. The red seedless cultivar trained under the cordon system exhibited higher TSS and vitamin C content than the white seedless cultivar. The highest titratable acidity was observed in the white cultivar under the traditional trailing system. The best taste index was recorded in 2023 in the red seedless grape trained with the two-level bilateral cordon system.

Keywords: seedless cultivar, taste index, total soluble solids, cordon, Vitamin C.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تحمل تنش شوری و تأثیر سدیم نیتروپروساید در ارقام و پایه‌های مختلف انگور

فاطمه پیله[۱]، علی عبادی[۱*]، ذبیح‌اله زمانی[۱] و مصباح بابالار[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *aebadi@ut.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سدیم نیتروپروساید بر کاهش اثر منفی تنش شوری در چهار رقم و پایه انگور، آزمایشی فاکتوریل بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ارقام و پایه‌های مورد مطالعه شامل سلطانا، یاقوتی، 140Ru و 1103P بودند که در سه سطح شوری (صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و سه سطح سدیم نیتروپروساید (صفر، ۰.۵ و ۱ میلی‌مولار) تیمار شدند. نتایج نشان داد با افزایش سطح شوری، شاخص‌های سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ کاهش یافته و میزان نشت یونی و مالون‌دی‌آلدئید افزایش یافت. استفاده از سدیم نیتروپروساید، به ویژه در غلظت ۱ میلی‌مولار، موجب افزایش محتوای نسبی آب (RWC) و سطح برگ و کاهش نشت یونی (EL) و مالون‌دی‌آلدئید (MDA) شد. اثرات تیمار در ارقام سلطانا و یاقوتی بیشتر از پایه‌ها مشاهده شد. همچنین، رقم سلطانا حساس و پایه 140Ru نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها مقاوم‌تر به تنش شوری بود.

واژگان کلیدی: تنش غیرزیستی، سازگاری گیاهان، مالون‌دی‌آلدئید، نیتریک اکسید.

مقدمه

کاهش بهره‌وری محصولات کشاورزی ناشی از تنش‌های محیطی همچون شوری، خشکی، سرما و گرما یکی از چالش‌های مهم تأمین امنیت غذایی است (Hashmat et al., 2021). تنش شوری به‌خصوص با تأثیر منفی بر بقای گیاه، رشد و عملکرد محصولات، درصد قابل توجهی از اراضی را در آینده تهدید می‌کند. گیاه انگور به عنوان گیاهی نیمه‌حساس به شوری با آستانه تحمل ۱.۵ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر شناخته می‌شود و در سطوح بالاتر از ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر از بین می‌رود (Zhang et al., 2002). مطالعات نشان داده‌اند که تحمل به تنش شوری در ژنوتیپ‌ها و پایه‌های مختلف انگور متفاوت است؛ برای مثال، پایه Dogridge نسبت به برخی پایه‌های دیگر مقاومت بیشتری دارد (Saritha et al., 2017). برای کاهش اثرات مخرب شوری، استفاده از ارقام متحمل و کاربرد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند سدیم نیتروپروساید که به عنوان رهاکننده نیتریک اکسید (NO) شناخته می‌شود، مؤثر بوده است (Yousefi et al., 2019). نیتریک اکسید در پاسخ گیاه به تنش‌های غیرزیستی نقش حیاتی داشته و بسته به غلظت و شرایط مختلف، اثرات محافظتی یا سمی دارد (Hesami et al., 2020). با توجه به گسترش خشکسالی و شور شدن اراضی کشاورزی، ارزیابی ژنوتیپ‌ها و پایه‌های مختلف انگور برای یافتن گزینه‌های مقاوم، امری ضروری است. این مطالعه با هدف بررسی اثر سدیم نیتروپروساید بر پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام و پایه‌های مختلف انگور به تنش شوری و شناسایی مکانیسم‌های تحمل به این تنش انجام شده است.

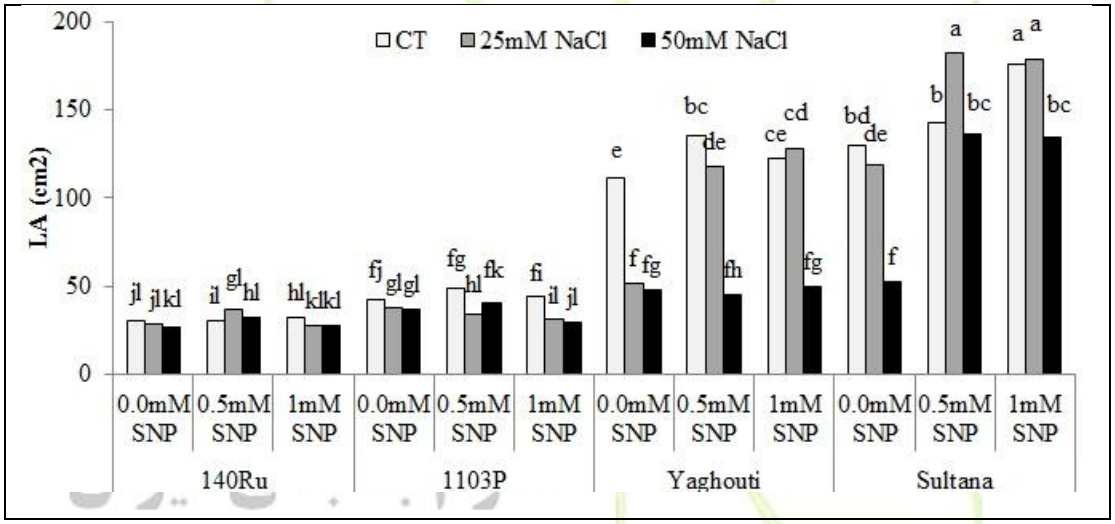
مواد روش‌ها

این پژوهش با سه عامل شامل چهار رقم و پایه انگور (سلطانا، یاقوتی، 140Ru و 1103P)، تنش شوری در سه سطح (صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و ترکیب سدیم نیتروپروساید در سه سطح (صفر، ۰.۵ و ۱ میلی‌مولار) در سه تکرار به صورت فاکتوریل و براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در فضای آزاد اجرا شد. میزان هدایت الکتریکی محلول‌های شوری، با احتساب املاح موجود در محلول غذایی کرامر، به ترتیب معادل ۱.۳، ۴.۵ و ۶.۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. پس از کاشت قلمه‌ها در ماسه مرطوب و ریشه‌دار شدن، آن‌ها به گلدان‌های ۱۰ لیتری حاوی ترکیب کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۳ به ۱ منتقل شدند. پس از رسیدن گیاهان به مرحله ده برگی، تیمارهای شوری به همراه محلول غذایی کرامر (Cramer et al., 2007) دو بار در هفته به گلدان‌ها اعمال شد. همزمان با شروع تنش شوری، تیمار

سدیم نیتروپروساید به صورت محلول‌پاشی برگی در سه مرحله انجام گرفت: یک هفته قبل از شروع تنش، یک هفته پس از شروع و دو هفته پس از اعمال تنش شوری. شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شامل سطح برگ (اندازه‌گیری با دستگاه Leaf Area Meter مدل AM 200)، محتوای نسبی آب برگ (به روش Turner, 1981) و نشت یونی غشای برگ (Luttes et al., 1995) مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تحلیل شده و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر اصلی رقم و پایه انگور، SNP، تنش شوری و تعامل این عوامل بر شاخص سطح برگ از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است. با افزایش سطح شوری تا ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، کاهش قابل توجهی در سطح برگ مشاهده شد که شدت آن در رقم سلطانا بیشتر و در پایه‌های 140Ru و 1103P کمتر بود. کاربرد محلول‌پاشی SNP به ویژه در ارقام حساس سلطانا و یاقوتی موجب کاهش اثر منفی تنش شوری بر سطح برگ شد (نمودار۱). کاهش شاخص‌های رشدی عمدتاً ناشی از افزایش فشار اسمزی و تجمع یون‌های سمی نظیر کلر و سدیم است که قابلیت جذب آب توسط گیاه را کاهش داده و منجر به اختلال در فرآیندهای حیاتی سلولی مانند تقسیم و توسعه سلولی و کاهش آماس سلولی می‌شود (Cramer et al., 2007). سدیم نیتروپروساید با بهبود تقسیم و توسعه سلولی، افزایش کارایی فتوسنتزی، تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی و ارتقاء دسترسی آب و مواد مغذی توانست اثرات منفی شوری را کاهش داده و شاخص‌های مورفولوژیکی را بهبود بخشد (Khoshbakht et al., 2018).

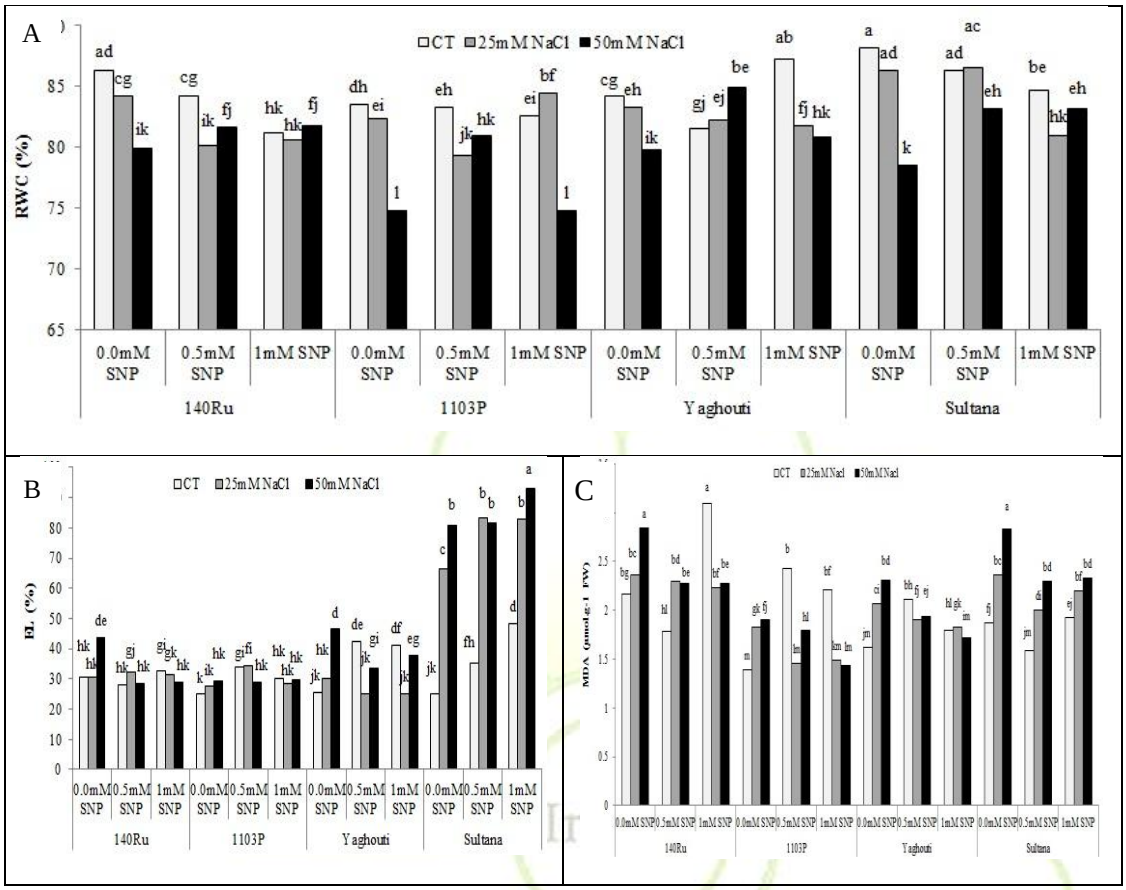


نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری با سدیم نیتروپروساید بر میزان سطح برگ در چهار رقم و پایه انگور. میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر اصلی رقم، پایه، SNP، شوری و تعامل آن‌ها بر RWC، EL و MDA برگ انگور در سطح معناداری قرار دارند. RWC با افزایش شوری کاهش معناداری داشت که بیشترین کاهش در سلطانا و 1103P دیده شد. کاربرد SNP تأثیر محدودی در کاهش اثر منفی شوری بر RWC داشت ولی در پایه 1103P و رقم سلطانا این ترکیب تا حدودی موجب حفظ رطوبت برگ شد (نمودار۲). تنش شوری با ایجاد تنش اسمزی موجب خشکی فیزیولوژیکی و کاهش RWC شد. سدیم نیتروپروساید، به احتمال زیاد با افزایش غلظت کلسیم سیتوپلاسمی، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق، باعث بهبود حفظ رطوبت نسبی برگ گردید.

نشت یونی و مالون‌دی‌آلدئید به عنوان شاخص تنش اکسیداتیو با افزایش شوری به طور معنی‌داری در همه ژنوتیپ‌ها به ویژه در رقم سلطانا افزایش داشتند (نمودار۲). افزایش نشت یونی و مالون‌دی‌آلدئید نشان‌دهنده آسیب غشاء و پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن است که تحت تنش شوری افزایش می‌یابند (Khan et al., 2020). غلظت ۱ میلی‌مولار SNP بیشترین اثر کاهش نشت یونی

و MDA را داشت (نمودار۲). این کاهش به دلیل نقش نیتریک اکسید در مهار فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن و بالقوه‌سازی سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه است (Khoshbakht et al., 2018).



نمودار ۲- اثر متقابل ژنوتیپ (رقم و پایه)، سدیم نیتروپروساید (SNP) و شوری بر میزان محتوای نسبی آب برگ (RWC) (A)، نشت یونی (EL) (B)، مالون‌دی‌آلدئید (MDA) (C) برگ انگور. میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج به‌دست آمده، پایه‌های 140Ru و 1103P با کمترین کاهش در RWC و همچنین کمترین افزایش در میزان نشت یونی و MDA نسبت به شوری تحمل بیشتری از خود نشان دادند و به همین دلیل متحمل‌تر به تنش شوری ارزیابی شدند. در مقابل، رقم سلطانا با بیشترین کاهش RWC و افزایش نشت یونی و مالون‌دی‌آلدئید، حساس‌ترین رقم به شوری بود. رقم یاقوتی از نظر تحمل شوری عملکرد بهتری نسبت به سلطانا داشت، اما نسبت به پایه‌های دورگ بین گونه‌ای 140Ru و 1103P حساس‌تر بود. غلظت ۱ میلی‌مولار SNP تأثیر بیشتری نسبت به ۰.۵ میلی‌مولار به ویژه در مرحله ۵۰ میلی‌مولار شوری داشت. همچنین ارقام سلطانا و یاقوتی که حساس‌تر به شوری بودند، تحت تأثیر بیشتر SNP قرار گرفتند.

منابع

یوسفی، م.، ناصری، ل.، و زارع نهندی، ف. ۱۳۹۸. اثرات نیتریک‌اکسید با بهبود تحمل شوری در پایه‌های گلابی با تنظیم محتوای پلی آمین. مجله فیزیولوژی گیاهی.۱۰(۱): ۳۰۲۳-۳۰۳۳.

Cramer, G. R., Ergül, A., Grimplet, J., Tillett, R. L., Tattersall, E. A., Bohlman, M. C., Vincent, D., Sonderegger, J., Evans, J., Osborne, C. and Quilici, D. 2007. Water and salinity stress in grapevines: Early and late changes in transcript and metabolite profiles. Functional and Integrative Genomics. 7: 111-134.

Hesami, M., Tohidfar, M., Alizadeh, M. and Daneshvar, M. H. 2020. Effects of sodium nitroprusside on callus browning of *Ficus religiosa*: An important medicinal plant. Journal of Forestry Research. 31:789-796.

Hashmat, S., Shahid, M., Tanwir, K., Abbas, S., Ali, Q., Niazi, N. K., Akram, M. S., Saleem, M. H. and Javed, M. T. 2021. Elucidating distinct oxidative stress management, nutrient acquisition and yield responses of *Pisum sativum* L. fertigated with diluted and treated wastewater. Agricultural Water Management. 247: 106720.

Khan, I., Raza, M. A., Awan, S. A., Shah, G. A., Rizwan, M., Ali, B., Tariq, R., Hassan, M. J., Alyemeni, M. N., Brestic, M. and Zhang, X. 2020. Amelioration of salt induced toxicity in pearl millet by seed priming with silver nanoparticles (AgNPs): The oxidative damage, antioxidant enzymes and ions uptake are major determinants of salt tolerant capacity. Plant Physiology and Biochemistry. 156: 221-232.

Khoshbakht, D., Asghari, M. R. and Haghighi, M. 2018. Effects of foliar applications of nitric oxide and spermidine on chlorophyll fluorescence, photosynthesis and antioxidant enzyme activities of *Citrus* seedlings under salinity stress. Photosynthetica. 56: 1313-1325.

Luttes, S., Kinet, J. M. and Bouharmont, J. 1995. Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. Journal of Experimental Botany. 46(12): 1843-1852.

Saritha, K., Vijaya, D., Rao, B. S. and Padma, M. 2017. Relative salt tolerance of different grape rootstocks to different chloride salts. Interactions Journal Curr Microbiol App Science. 6(11): 24-33.

Turner, N. C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant Soil. 58: 339-366.

Zhang, X., Walker, R. R., Stevens, R. M. and Prior, L. D. 2002. Yield salinity relationships of different grapevine (*Vitis vinifera* L.) scion rootstock combinations. Australian Journal of Grape and Wine Research. 8(3): 150-156.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of salinity stress tolerance and the effect of sodium nitroprusside on different grape cultivars and rootstocks

Fatemeh Pileh[1*], Ali Ebadi[1*], Zabihollah Zamani[1] and Mesbah Babalar[1]
1. Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj 31587, Iran
Corresponding author: aebadi@ut.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of sodium nitroprusside on alleviating the negative impact of salinity stress in four grape cultivars and rootstocks, a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was conducted. The studied cultivars and rootstocks included Sultana, Yaghouti, 140Ru, and 1103P, which were treated with three levels of salinity (0, 25, and 50 mM sodium chloride) and three levels of sodium nitroprusside (0, 0.5, and 1 mM). Results showed that increasing salinity levels led to a decrease in leaf area, and relative water content, while ion leakage and malondialdehyde increased. Application of sodium nitroprusside, especially at 1 mM concentration, significantly increased relative water content, leaf area, and decreased ion leakage and malondialdehyde. Treatment effects were more pronounced in the Sultana and Yaghouti cultivars compared to the rootstocks. Additionally, the Sultana cultivar was sensitive to salinity, whereas the 140Ru rootstock exhibited greater resistance to salt stress compared to Sultana, Yaghouti, and 1103P.

Keywords: Abiotic stress, Plant adaptation, Malondialdehyde, Nitric oxide.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر سدیم نیتروپروساید بر جذب عناصر غذایی انگور در شرایط تنش شوری: مقایسه ارقام و پایه‌ها

فاطمه پیله[۱]، علی عبادی[۱*]، ذبیح‌اله زمانی[۱] و مصباح بابالار[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
نویسنده مسئول : *aebadi@ut.ac.ir*

چکیده

تنش شوری یکی از چالش‌های اساسی کشاورزی در سطح جهان است که با اختلال در جذب مواد مغذی، رشد و عملکرد گیاهان باغی از جمله انگور را به شدت کاهش می‌دهد. محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید به‌عنوان روشی موثر در کاهش اثرات مخرب تنش شوری مطرح شده است. در این پژوهش، تأثیر سدیم نیتروپروساید بر جذب عناصر غذایی برگ در دو رقم انگور (سلطانا و یاقوتی) و دو پایه (140Ru و 1103P) تحت تنش شوری ناشی از کلرید سدیم بررسی شد. آزمایش به‌صورت گلدانی، با سه سطح شوری (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و سه غلظت سدیم نیتروپروساید (۰، ۰.۵ و ۱ میلی‌مولار) در چهار سطح رقم و پایه انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش غلظت پتاسیم و منیزیم و افزایش سدیم و کلر در برگ‌ها شد. رقم سلطانا حساس‌ترین و پایه 140Ru مقاوم‌ترین نسبت به شوری بودند. محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید موجب افزایش غلظت منیزیم و پتاسیم و کاهش تجمع سدیم و کلر در برگ‌ها شد. غلظت ۱ میلی‌مولار سدیم نیتروپروساید مؤثرترین تیمار بود که رشد و مقاومت گیاهان حساس را در برابر تنش شوری بهبود داد.

واژگان کلیدی: ارقام و پایه‌های انگور، جذب مواد مغذی، پاسخ گیاه به تنش، محلول‌پاشی برگ، تنش کلرید سدیم.

مقدمه

با توجه به اقلیم گرم و خشک ایران، کاهش بارندگی و افزایش استفاده از منابع آب زیرزمینی با غلظت بالای کلر، مسئله شوری خاک را در زراعت به‌ویژه در کشت انگور جدی کرده است. تجمع یون‌های سدیم و کلر موجب اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی، کاهش تعادل عناصر غذایی، تغییر در تنظیم رشد و ایجاد تنش اکسیداتیو شده که به کاهش رشد و عملکرد گیاهان از جمله انگور منجر می‌شود (Munns et al., 2020). تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش غلظت شوری تا ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl مستقیماً باعث کاهش شاخص‌های مورفولوژیک، افزایش تجمع یون‌های مضر و کاهش پتاسیم و کلسیم برگ انگور می‌شود و هم‌زمان فعال‌سازی پاسخ‌های بیوشیمیایی نظیر تولید فنول‌ها و اسمولیت‌های سازگار را تحریک می‌کند (میناژاده و همکاران، ۱۳۹۷؛ Pileh et al., 2024). انگور به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی جهان و ایران، به دلیل حساسیت به شوری به راهکارهایی برای افزایش تحمل نیازمند است(Cramer et al., 2007). اکساید نیتریک (NO) به عنوان تنظیم‌کننده کلیدی پاسخ‌های سلولی در مقابله با استرس شوری، رویکردی نویدبخش در بهبود عملکرد گیاهان تحت تنش محسوب می‌شود (Adamu et al., 2018) هدف این مطالعه بررسی تأثیر نیتریک اکساید بر کاهش اثر استرس شوری بر رشد و عملکرد ارقام و پایه‌های مختلف انگور و گامی در جهت توسعه کشاورزی پایدار در مناطق شور است.

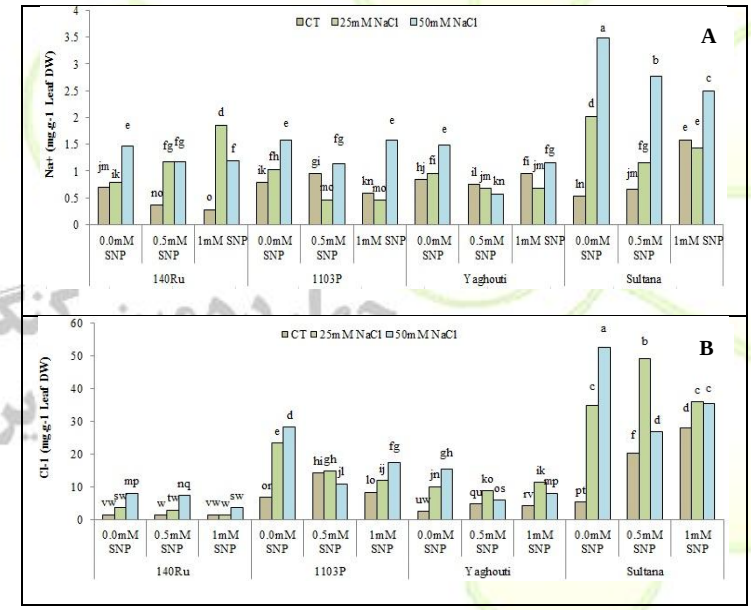
مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر سدیم نیتروپروساید بر غلظت عناصر غذایی برگ در دو رقم انگور (سلطانا و یاقوتی) و دو پایه (140Ru و 1103P) تحت تنش شوری، به صورت آزمایش گلدانی فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در فضای باز و آزمایشگاه‌های پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران اجرا شد. تیمارهای تنش شوری در سه سطح (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم)، سدیم نیتروپروساید در سه غلظت (۰، ۰.۵ و ۱ میلی‌مولار) و ارقام و پایه‌ها در چهار سطح اعمال شدند. محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید در سه مرحله، شامل یک هفته قبل، یک هفته و دو هفته پس از شروع تنش شوری انجام شد. قلمه‌های ریشه‌دار شده پس از یک سال رشد به گلدان‌های ۱۰ لیتری حاوی ۷۰٪ پرلیت و ۳۰٪ کوکوپیت منتقل شدند. تغذیه گیاهان با محلول غذایی کرامر انجام و تیمار شوری به مدت

دو ماه ادامه یافت. هدایت الکتریکی محلول در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار به ترتیب ۱.۳، ۴.۵ و ۶.۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. آبیاری به صورت یک روز در میان با محلول غذایی کرامر و تیمار نمکی تا پایان آزمایش انجام شد. در پایان دوره پژوهش، غلظت سدیم و پتاسیم برگ‌ها با دستگاه شعله‌سنج (Fater 405 model)، غلظت کلر با دستگاه کلر آنالایزر (Model 926, Sherwood Scientific)، و منیزیم با دستگاه جذب اتمی (AA-6300 Shimadzu) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۱ تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

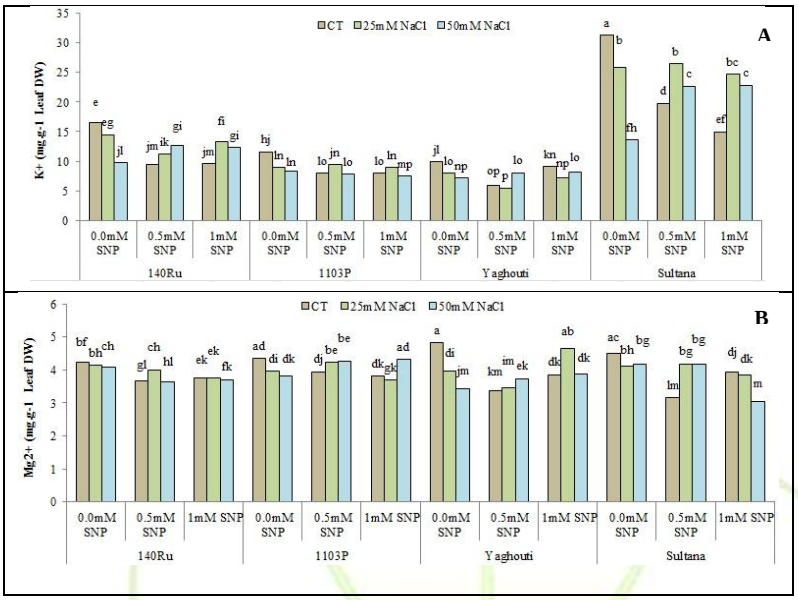
تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری، غلظت سدیم نیتروپروساید، رقم و پایه انگور و تعامل آنها بر میزان سدیم و کلر برگ تأثیر معنی‌داری داشتند. با افزایش شدت تنش شوری (به ویژه در ۵۰ میلی‌مولار NaCl)، میزان کلر و سدیم برگ در همه ارقام و پایه‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافت. بیشترین افزایش کلر و سدیم برگ در رقم سلطانا مشاهده شد، در حالی که پایه‌های 1103P و 140Ru کمترین مقادیر این عناصر را نشان دادند (نمودار ۱). کاربرد سدیم نیتروپروساید باعث کاهش محتوای سدیم و کلر برگ در شرایط شوری شد، اگرچه این کاهش در برخی تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود. به طور کلی، غلظت‌های ۰.۵ و ۱ میلی‌مولار سدیم نیتروپروساید تأثیر مثبت قابل توجهی در کاهش تجمع سدیم و کلر برگ داشتند. نتایج نشان داد که پایه 140Ru و رقم یاقوتی نسبت به تجمع سدیم و کلر مقاوم‌تر بودند و عملکرد بهتری در شرایط تنش شوری با مصرف سدیم نیتروپروساید داشتند. بالاترین میزان کلر (۵۲.۴۶ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ) و سدیم (۳.۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ) در رقم سلطانا در شرایط تنش شوری بدون استفاده از سدیم نیتروپروساید ثبت شد. کمترین مقادیر این عناصر به پایه 140Ru در حضور سدیم نیتروپروساید مربوط بود (نمودار ۱).



نمودار ۱- اثر متقابل ژنوتیپ (رقم و پایه)، سدیم نیتروپروساید (SNP) و شوری بر میزان سدیم برگ (Na^{+}) (A)، میزان کلر برگ (Cl^{-1})(B) انگور. میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری، سدیم نیتروپروساید، رقم، پایه و تعامل آنها تأثیر معنی‌داری بر میزان پتاسیم و منیزیم برگ داشتند. مقدار پتاسیم برگ در تمام ارقام و پایه‌ها با افزایش شدت تنش شوری، به‌ویژه در ۵۰ میلی‌مولار NaCl، به طور قابل‌توجهی کاهش یافت. بیشترین کاهش پتاسیم در رقم سلطانا و کمترین در رقم یاقوتی و پایه 1103P مشاهده شد. استفاده از سدیم نیتروپروساید در غلظت‌های ۰.۵ و ۱ میلی‌مولار، کاهش اثر منفی شوری بر پتاسیم برگ را کاهش داد، هرچند تفاوت معنی‌داری میان دو غلظت مشاهده نشد (نمودار ۲). مقادیر منیزیم برگ با افزایش شوری کاهش یافت، به طوری که بیشترین کاهش در رقم یاقوتی و کمترین در پایه 1103P ثبت

شد. اثر سدیم نیتروپروساید بر منیزیم برگ اغلب غیرمعنی‌دار بود، با این حال بیشترین تاثیر مثبت مربوط به ۱ میلی‌مولار سدیم نیتروپروساید در رقم یاقوتی و شوری ۲۵ میلی‌مولار بود (نمودار ۲).



نمودار ۲- اثر متقابل ژنوتیپ (رقم و پایه)، سدیم نیتروپروساید (SNP) و شوری بر میزان پتاسیم برگ (K^+) (A)، میزان منیزیم برگ (Mg^{2+})(B) انگور. میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند.

عناصر غذایی در ساختار گیاه نقش حیاتی در افزایش مقاومت و بهبود عملکرد گیاه در شرایط نامساعد محیطی مانند تنش شوری دارند (Karimi, 2017). تنش شوری با افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر، تعادل یونی گیاه را مختل کرده و جذب عناصر کلیدی پتاسیم، منیزیم و کلسیم را کاهش می‌دهد (Liu et al., 2020). یافته‌های حاضر نشان داد که افزایش یون‌های سدیم و کلر در برگ‌های انگور همزمان با کاهش قابل توجه پتاسیم و منیزیم بوده که با گزارش‌های پیشین همسو است (Kamanga et al., 2020). کاهش پتاسیم برگ در ارقام حساس‌تر مانند سلطانا، نشانه ناتوانی آنها در مهار ورود سدیم و حفظ هموستاز یونی است، در حالی که ارقام مقاوم‌تر و پایه‌هایی مانند 1103P و 140Ru توانایی بهتری در حذف یون‌های سدیم و کلر و حفظ پتاسیم برگ دارند که با یافته‌های سایر محققان نیز همخوانی دارد (Nicholaou et al., 2021; Pileh et al., 2024). مکانیسم عملکرد سدیم نیتروپروساید در کاهش تجمع سدیم و کلر و بهبود جذب پتاسیم و منیزیم احتمالاً از طریق فعال‌سازی انتقال‌دهنده‌های یون و آنزیم‌های مرتبط با غشای واکوئل و غشای پلاسمایی است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که نیتریک اکساید موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های H^+-ATPase و H^+-PPase غشایی و بهبود تبادل سدیم و پروتون می‌شود (Campos et al., 2019). بنابراین، می‌توان فرض کرد که کاربرد سدیم نیتروپروساید به عنوان منبع نیتریک اکساید، با فعال‌سازی این سیستم‌های انتقالی، باعث افزایش توانمندی گیاه در مقابله با تنش شوری و حفظ تعادل یونی می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

پایه‌های 1103P و 140Ru همراه با مصرف سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش شوری، عملکرد بهتری از خود نشان دادند. همچنین، رقم سلطانا که به شوری حساس است، با استفاده از این پایه‌های مقاوم و کاربرد سدیم نیتروپروساید، قادر به افزایش تحمل و بهبود عملکرد در شرایط شوری خواهد بود.

منابع

میناززاده، ر.، کریمی، ر. و محمد پرست، ب. ۱۳۹۷. اثر تغذیه برگی سولفات پتاسیم بر شاخص‌های مورفو-فیزیولوژیکی انگور تحت تنش شوری. نشریه زیست‌شناسی گیاهی ایران. ۱۰(۳): ۸۳-۱۰۶.

Adamu, T. A., Mun, B. G., Lee, S. U., Hussain, A. and Yun, B. W. 2018. Exogenously applied nitric oxide enhances salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) at seedling stage. Agronomy. 8(12): 276.

Campos, F. V., Oliveira, J. A., Pereira, M. G. and Farnese, F. S. 2019. Nitric oxide and phytohormone interactions in the response of *Lactuca sativa* to salinity stress. Planta. 250: 1475-1489.

Cramer, G. R., Ergül, A., Grimplet, J., Tillett, R. L., Tattersall, E. A., Bohlman, M. C., Vincent, D., Sonderegger, J., Evans, J., Osborne, C. and Quilici, D. 2007. Water and salinity stress in grapevines: Early and late changes in transcript and metabolite profiles. Functional and Integrative Genomics. 7: 111-134.

Kamanga, R. M., Echigo, K., Yodoya, K., Mekawy, A. M. M. and Ueda, A. 2020. Salinity acclimation ameliorates salt stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings by triggering a cascade of physiological processes in the leaves. Scientia Horticulturae. 270: 109434.

Karimi, R. 2017. Potassium induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. Scientia Horticulturae. 215: 184-194.

Liu, L., Nakamura, Y., Taliman, N. A., Sabagh, A. E., Moghaieb, R. E. and Saneoka, H. 2020. Differences in the growth and physiological responses of the leaves of *peucedanum japonicum* and *hordeum vulgare* exposed to salinity. Agriculture. 10(8): 317.

Munns, R., Day, D. A., Fricke, W., Watt, M., Arsova, B., Barkla, B. J., Bose, J., Byrt, C. S., Chen, Z. H., Foster, K. J., Gilliham, M., Henderson, S. W., Jenkins, C. L. D., Kronzucker, H. J., Miklavcic, S. J., Plett, D., Roy, S. J., Shabala, S., Shelden, M. C., Soole, K. L., Taylor, N. L., Tester, M., Wege, S., Wegner, L. H. and Tyerman, S. D. 2020. Energy costs of salt tolerance in crop plants. New Phytologist. 225: 1072–1090.

Nikolaou, K. E., Chatzistathis, T., Theocharis, S., Argiriou, A., Koundouras, S. and Zioziou, E. 2021. Effects of salinity and rootstock on nutrient element concentrations and physiology in own rooted or grafted to 1103P and 101-14Mgt rootstocks of merlot and cabernet franc grapevine cultivars under climate change. Sustainability. 13(5): 2477.

Pileh, F., Ebadi, A., Zamani, Z., Babalar, M. and Lopez- Climent, M. F. 2024. Effects of sodium nitroprusside foliar application on the growth characteristics and nutrient elements in some grapevine cultivars and rootstocks under salt stress conditions. Journal of Plant Nutrition. 1-21.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Effect of sodium nitroprusside on nutrient uptake in grapevine under salt stress: Comparison of cultivars and rootstocks

Fatemeh Pileh[1], Ali Ebadi[1*], Zabihollah Zamani[1]and Mesbah Babalar[1]
1. Horticultural Sciences Department, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
Corresponding author: aebadi@ut.ac.ir

Abstract

Salt stress is a major global agricultural challenge that severely disrupts nutrient uptake, growth, and productivity of horticultural crops such as grapevine. Foliar application of sodium nitroprusside has been proposed as an effective method to mitigate the adverse effects of salt stress. This study investigated the impact of sodium nitroprusside on nutrient uptake in grapevine leaves of two cultivars (Sultana and Yaghouti) and two rootstocks (140Ru and 1103P) under salt stress induced by sodium chloride. A pot experiment was conducted with three salt stress levels (0, 25, and 50 mM NaCl) and three sodium nitroprusside concentrations (0, 0.5, and 1 mM) across four cultivar and rootstock treatments. Results showed that salt stress decreased potassium, and magnesium concentrations while increasing sodium and chloride levels in the leaves. The Sultana cultivar was the most sensitive and the 140Ru rootstock the most tolerant to salt stress. Foliar application of sodium nitroprusside increased magnesium, and potassium concentrations and reduced sodium and chloride accumulation in the leaves. The 1 mM sodium nitroprusside concentration was the most effective treatment, improving growth and enhancing salt tolerance in sensitive cultivars.

Keywords: Grape cultivars and rootstocks, Nutrient uptake, Plant stress response, Foliar application, Sodium chloride stress**.**

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه ژنتیکی برخی نمونه‌های گلابی استان ایلام براساس شاخص‌های میوه و برگ

جواد عرفانی مقدم[1]* و عبدالکریم زارعی[2]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران
*نویسنده مسئول: *j.erfani@ilam.ac.ir*

چکیده

گلابی یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله در سراسر جهان بعد از سیب است. در این پژوهش ۵۴ رقم و ژنوتیپ گلابی از سه گونه مختلف که از مناطق هلیلان، زردلان و ایلام جمع‌آوری شدند بر اساس ۲۹ صفت کمی و کیفی میوه، برگ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج ارزیابی صفات مورد بررسی نشان داد در برخی از صفات مانند ابعاد میوه و برگ، وضعیت خار در شاخه و وزن میوه تنوع بالایی بین نمونه‌ها وجود دارد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده چهار گروه مورد مطالعه (متعلق به سه گونه) نشان داد چهار گروه در بیشتر صفات مورد مطالعه با هم اختلاف معنی‌داری دارند و تنها در پنج صفت بریدگی حاشیه برگ، عمق بریدگی حاشیه برگ، موقعیت بیشترین عرض پهنک، نسبت طول به قطر میوه، تقارن در برش طول میوه و نسبت قند به اسید میوه اختلاف معنی‌دار نداشتند. بیشترین میزان وزن میوه مربوط به گونه *communis* با وزن ۱۵۱ گرم بود که با بقیه گروه‌ها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد وزن و ابعاد میوه، وضعیت خار و ویژگی‌های مربوط به اندازه برگ دارای بالاترین قدرت تمایز بودند و از این رو برای ارزیابی مورفولوژیکی توده‌های گلابی پیشنهاد می‌شوند. نتایج کلی حاصل از این تحقیق نشان داد ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلابی دارای تنوع نسبتاً بالایی از نظر صفات مورفولوژیکی هستند که می‌توانند به عنوان منابع ژنتیکی با ارزشی در مطالعات و گلابی مورد استفاده قرار بگیرند.

واژه‌های کلیدی: به‌نژادی، تنوع ریختی، گونه، میوه

مقدمه

گلابی (*Pyrus* spp.) یکی از مهم‌ترین میوه‌های تجاری و یکی از محصولات عمده میوه در مناطق معتدله در سراسر جهان است که دارای ارزش غذایی بالایی است و پس از سیب مهم‌ترین میوه دانه‌دار در سطح جهان است. جمع‌آوری و بررسی ژرم‌پلاسم‌های داخلی و خارجی، مهم‌ترین مرحله در جهت برنامه‌های به‌نژادی درختان میوه است. (Abdollahi, 2009). البته از آنجایی که تکامل گلابی با هیبریداسیون‌های بین و درون گونه‌ای امکان‌پذیر است، تشخیص گونه‌ها به دلیل توانایی متقابل بین گونه‌ای بالا مشکل‌ساز است (Ferradini et al., 2017). یکی از علل تنوع بالا در جنس *Pyrus* وجود ناسازگاری گامتوفیتی در این جنس است (Abdollahi, 2009). تلاش برنامه‌های مختلف اصلاح نژاد فعال در طول دهه‌های گذشته منجر به انتخاب تعداد زیادی از واریته‌های جدید شد (Rocas et al., 2015). ویژگی‌های مورفولوژیکی مختلف، شامل ویژگی‌ها برگ و صفات میوه (به عنوان مثال وزن، طول و عرض)، به شکل معنی‌داری می‌توانند گیاهان وحشی بهتر را از سایرگیاهان متمایز کنند (Voltas et al. 2007). بررسی‌های مورفولوژیکی گامی کلیدی در شناسایی صفات مطلوب، ارزیابی و حفاظت از منابع ژرم پلاسم و توسعه برنامه‌های به‌نژادان، مدیریت منابع ژنتیکی، حفاظت از ارقام و انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب برای تنوع بخشیدن به تولید محلی است و به همین جهت به‌طور گسترده در برنامه‌های اصلاحی برای معرفی ارقام تجاری با میوه‌های باکیفیت‌تر و همچنین شناسایی پایه‌های پاکوتاه و مقاوم استفاده می‌شود (Heidari et al. 2019; Mirheidari et al. 2020). تغییرات اقلیمی، خشکسالی و کمبود نزولات جوی در سال‌های اخیر منجر به‌تخریب باغات و ذخایر ژنتیکی گلابی در کشور شده است، از این رو شناسایی و ارزیابی ژنوتیپ‌های محلی و گونه‌های وحشی حائز اهمیت است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تنوع ژنتیکی بین ۵۴ رقم و ژنوتیپ گلابی که از مناطق مختلف هلیلان، زردلان و ایلام جمع‌آوری شده بودند با استفاده از ۲۹ صفت مورفولوژیکی مورد بررسی قرارگرفتند. این تحقیق در سال ۱۴۰۱- ۱۴۰۲ به منظور شناسایی و ارزیابی تنوع فنوتیپی گلابی اهلی و خودرو از لحاظ مورفولوژیکی که گسترش گلابی در آنجا متداول بود انجام شد. میوه و برگ نمونه‌های مورد بررسی در مرحله

بلوغ کامل به طور تصادفی از بخش‌های مختلف درختان جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه ایلام منتقل شد. در این تحقیق از هر ژنوتیپ ۴۵ عدد میوه و تعداد ۴۵ برگ به شکل تصادفی انتخاب و ارزیابی شدند. وزن میوه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت یک صدم گرم محاسبه گردید و مشخصات برگ‌ها نیز توسط کولیس اندازه‌گیری شد. مشخصات مربوط به هر ژنوتیپ از قبیل شکل قاعده برگ، شکل نوک برگ، بریدگی حاشیه برگ، رنگ میوه، طول میوه، عرض ماکزیمم میوه و سایر خصوصیات کمی وکیفی در هر ژنوتیپ براساس توصیف‌گر ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری انجام گرفت (Sadeghi et al., 2008). وزن، طول و قطر میوه‌ها بلافاصله بعد از برداشت اندازه‌گیری شد. در این آزمایش وزن میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی دارای دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ سنجیده شد. برای اندازه‌گیری طول و ماکزیمم قطر میوه‌ها از کولیس دارای دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ میلی‌متر، استفاده شد. برای اندازه‌گیری طول و عرض ماکزیمم پهنک برگ از خط کش استفاده شد. برای اندازه‌گیری طول و عرض دمبرگ به ترتیب از خط‌کش و کولیس استفاده شد. بعد از عصاره‌گیری میوه گلابی، مواد جامد محلول توسط دستگاه رفراکتومتر دستی و اسیدیته قابل تیتراسیون با تیتر نمودن عصاره توسط سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۸/۲ به دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel، SAS و SPSS صورت گرفت. ضریب شاخص تنوع، نسبتی از انحراف معیار هر صفت بر میانگین همان صفت در کل جمعیت می‌باشد که مقدار آن برآورد شد. برای ثبت همبستگی و تجزیه عامل‌ها با نرم افزار SPSS از تکنیک چرخش عامل‌ها و به روش وریماکس استفاده شد. هم‌چنین تجزیه خوشه‌ای با روش وارد و محاسبه فواصل بعد از نرمال کردن داده‌ها با نرم افزار Past انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده چهار گروه مورد مطالعه (متعلق به سه گونه) که در جدول ۱ آمده است نشان داد چهار گروه در بیشتر صفات مورد مطالعه با هم اختلاف معناداری داشتند و تنها در پنج صفت بریدگی حاشیه برگ، عمق بریدگی حاشیه برگ، موقعیت بیشترین عرض پهنک، نسبت طول به قطر میوه، تقارن در برش طول میوه و نسبت قند به اسید میوه اختلافشان با هم معنادار نشد. سعید و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که از ۲۶ صفت مورفولوژیکی تجزیه و تحلیل شده در *Pyrus mamorensis*، طول، قطر و شکل دمبرگ هم‌شکل بودند (Said et al., 2013). بشیری و همکاران (۲۰۱۷) نیز مشاهدات مشابهی را گزارش کردند. بنابراین، برخی از صفات که قبلاً برای بررسی تنوع گلابی پیشنهاد شده است ممکن است برای همه گونه‌های گلابی مفید نباشند. طبق نتایج صفات شکل قاعده برگ، شکل نوک برگ، موج محور طولی برگ، طول پهنک، عرض ماکزیمم پهنک، وضعیت خار در شاخه، طول دمبرگ، عرض دمبرگ، پروفیل کناره‌های میوه، وضعیت دم نسبت به محور میوه، عمق حفره دم میوه، طول میوه، عرض ماکزیمم قطر میوه، موقعیت بیشترین قطر میوه، طول دم میوه، نسبت طول میوه به دم میوه، وزن میوه، عرض فرو رفتگی انتهای میوه، بافت گوشت میوه، آبداری میوه و قند میوه در دو گروه *communis* و خوج با دو گونه *glabra* و *syriaca* اختلاف معناداری دارند. همچنین طبق نتایج دو گروه *communis* و خوج به لحاظ صفات شکل نوک برگ، وضعیت دم نسبت به محور میوه، عرض ماکزیمم قطر میوه، وزن میوه و اسید میوه با هم در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار دارند و دو گونه *glabra* و *syriaca* در صفات عرض ماکزیمم پهنک، نسبت طول پهنک به عرض پهنک، وضعیت خار در شاخه، طول دمبرگ، عرض دمبرگ، عرض ماکزیمم قطر میوه، طول دم میوه و فرورفتگی انتهای میوه با هم در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. براساس نتایج به دست آمده، بیشترین میزان وزن میوه مربوط به گونه *communis* با وزن ۱۵۱ گرم بود که با بقیه گروه ها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری داشت. در تحقیق دیگری نیز وزن میوه ژنوتیپ *communis* نسبت به نمونه‌های دیگر بیشتر بود که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت (عرفانی و همکاران، ۱۳۹۳). بیشترین میزان اسید میوه نیز مربوط به گونه *communis* به میزان ۲/۱۹ درصد بود که با بقیه نمونه‌ها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد. هر چه ضریب تنوع یک صفت بیشتر باشد، زمینه ژنتیکی غنی‌تر و برای شناسایی ارقام مساعدتر است. در دو مطالعه، شکل برگ به‌عنوان متغیرترین ویژگی مورفولوژیکی گلابی گزارش شده‌است (Paganova, 2009). نتایج برخی گزارشات نشان داد صفات برگ به تنهایی برای طبقه‌بندی مورفولوژیکی *Pyrus* ناکافی است و صفات مربوط به میوه نیز علاوه بر این به‌عنوان ویژگی‌های درختی برای اهداف شناسایی پیشنهاد شده‌اند (Voltas et al., 2007; Heidari et al., 2019). در مطالعاتی نشان داده شد که صفات میوه بیشترین تنوع رو در میان صفات مورد ارزیابی دارند (Bashiri et al., 2017).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات در ژنوتیپ‌های گلابی مورد مطالعه.

صفات	*communis*			
	اهلی	خوج	*glabra*	*syriaca*
شکل قاعده برگ	a۳	a۲/۶۹	b۱	b۱
شکل نوک برگ	a۲/۶۷	b۱/۵۸	c۱	c۱
بریدگی حاشیه برگ	a۲/۶۷	a۲/۵۳	a۲/۵۳	a۲/۵۸
عمق بریدگی حاشیه برگ	a۳	a۳/۲۳	a۳/۰۸	a۳/۳۳
موج محور طولی برگ	a۵	a۵	b۳	b۳
طول پهنک (سانتی‌متر)	a۶/۹۸	a۵/۵۹	b۳/۱۵	b۴/۲۴
عرض ماکزیمم پهنک	a۴/۷۷	a۳/۷۳	c۱/۲	b۲/۶۲
نسبت طول پهنک به عرض پهنک	b۱/۴۶	b۱/۵۲	a۲/۷۳	b۱/۸۹
موقعیت بیشترین عرض پهنک	a۲	a۱/۹۸	a۲	a۲
وضعیت خار در شاخه	c۱	c۱	a۹	b۵
طول دمبرگ (سانتی‌متر)	ab۳/۰۳	a۳/۳۷	b۱/۷۹	a۳/۲
عرض دمبرگ (میلی‌متر)	ab۱/۳۲	a۱/۴۲	b۰/۸۱	a۱/۵۶
پروفیل کناره های میوه	ab۲/۳۹	b۱/۷۸	a۳	a۳
وضعیت دم نسبت به محور میوه	a۲/۲۶	b۱/۵۲	c۱	c۱
عمق حفره دم میوه	a۲/۰۸	a۲/۰۵	b۱	b۱/۱۶
طول میوه (سانتی‌متر)	a۶/۶۴	a۵/۵۶	b۲/۲۴	b۳/۵۷
عرض ماکزیمم قطر میوه (سانتی‌متر)	a۷/۰۵	b۵/۲۳	d۲/۲۱	c۳/۵۷
موقعیت بیشترین قطر میوه	a۲/۳۳	a۲/۲۷	b۱/۰۸	b۱/۱۵
طول دم میوه	ab۲/۲۳a	ab۲/۳۸	c۱/۴۱	a۲/۸۴
نسبت طول به قطر میوه	a۱	a۱/۰۵	a۱/۰۱	a۰/۹۷
نسبت طول میوه به دم میوه	a۲/۹۴	ab۲/۴۴	bc۱/۶۸	c۱/۲۶
تقارن در برش طول میوه	a۱	a۱/۱۵	a۱/۰۸	a۱
وزن میوه (گرم)	a۱۵۱	b۶۶/۰۴	c۱۰/۰۷	c۲۱/۰۲
عرض فرو رفتگی انتهای میوه (میلی‌متر)	a۰/۶۶	a۰/۶۲	c۰/۲۳	b۰/۳۵
بافت گوشت میوه	b۵/۶۷	ab۶/۶۲	a۷	a۷
آبداری میوه	a۵/۶۷	a۶/۶۲	b۲/۹۲	b۳
قند میوه (درصد)	a۱۳/۷۵	a۱۲/۴	b۱۰/۹۶	ab۱۲/۰۶
اسید میوه	a۲/۱۹	b۱/۵۹	b۱/۳۹	b۱/۴۲
نسبت قند به اسید	a۶/۳۲	a۸/۰۲	a۸/۰۹	a۸/۵۷

منابع

Abdollahi, H. 2009. Pear Tree, planting to Harvest. Extension Service of Agricultural Organization of Tehran Province, Tehran, Iran. 10p.

Bashiri, H., Cheghamirza, K., Arji, I. and Mahmodi, N. 2017. Assessing genetic diversity of *Pyrus* spp. In the central Zagros mountains based on morphological characters. Genet. Resour. Crop Evol. 64, 391–404.

Erfani, J., Ebadi, A., Abdollahi, H. and Fattahi Moghaddam, M. 2014. Evaluation of genetic diversity of some pear (Pyrus spp.) genotypes and species based on morphological characteristics. Iranian Journal of Horticultural Science, 45: 11-21.

Ferradini, N., Lancioni, H., Torricelli, R., Russi, L., Dalla Ragione, I., Cardinali, I., Marconi, G., Gramaccia, M., Concezzi, L., Achilli, A., Veronesi, F. and Albertini, E. 2017. Characterization and phylogenetic analysis of ancient Italian landraces of pear. Front. Plant Sci. 8, 751.

Heidari, P., Rezaei, M., Sahebi, M. and Khadivi, A. 2019. Phenotypic variability of Pyrus boissieriana Buhse: implications for conservation and breeding. Sci. Hortic. 247, 1–8.

Rocas, J. B., Vilardell, P. and Ruiz, S. 2015. El cultivo del peral en España: Tecnología de producción, consumo e intercambios comerciales. Revista de fruticultura, (45), 6-33.

Mirheidari, F., Khadivi, A., Moradi, Y. and Paryan S. 2020. Phenotypic characterization of *Prunus haussknechtii* bornm., *P. elaeagnifolia* spach, and *P.orientalis* mill. Scientia Horticulturae, 265, 109273.

Paganova, V. 2009. The occurrence and morphological characteristics of the wild pear lower taxa in Slovakia, Hortic. Sci. 36:1–13.

Sadeghi, L., Abdollahi, H. and Fakhraee Lahiji, M. 2008. National Guideline for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability in Pear. Seed and Plant Certification and Registration Institute. 37 pp. (In Farsi).

Said, A.A., Oukabli, A., Gaboun, F., Simard, M.H. and El Modafar, C. 2013. Phenotypic biodiversity of an endemic wild pear, Pyrus mamorensis Trab., in North-Western Morocco using morphological descriptors. Genetic Resources and Crop Evolution, 60, 927–938.

Voltas, J., Peman, j. and Fuste, F. 2007. Phenotypic diversity and delimitation between wild and cultivated forms of the genus *Pyrus* in North-eastern Spain based on morphometric analyses. Genetic Resources and Crop Evolution, 54, 1473–1487.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Genetic comparison of some pear samples from Ilam province based on fruit and leaf parameters

Javad Erfani-Moghadam[1*] and Abdolkarim Zarei[2]
1.Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
Corresponding Author: j.erfani@ilam.ac.ir

Abstract

Pear is one of the most important fruits in temperate regions in the world after apple. In this study, 54 pear cultivars and genotypes from three different species collected from Holeilan, Zardlan and Ilam regions were evaluated based on 29 quantitative and qualitative of fruit and leaf characteristics. The results of the evaluation of the studied traits showed that there is a high variability among the samples in some traits such as fruit and leaf dimensions, thorn position on the branch and fruit weight. The results of comparing the mean of the evaluated traits of the four studied groups (belonging to three species) showed that the four groups had significant differences in most of the studied traits and only in five traits: leaf margin notch, leaf margin notch depth, position of the greatest width of the leaf, fruit length to diameter ratio, fruit length cut symmetry and TSS/TA ratio, there was no significant difference. The highest fruit weight was related to the communis species with a weight of 151 grams, which had a significant difference with the other groups at the probability level of 1%. The results of the present study showed that fruit weight and dimensions, thorn status and leaf size characteristics had the highest discrimination power and therefore are recommended for morphological evaluation of pear populations. The overall results of this study showed that the studied pear genotypes have a relatively high diversity in terms of morphological traits that can be used as valuable genetic resources in pear studies and breeding.

Keywords: Breeding, Fruit, Morphological diversity, Species.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی کاربرد کود دامی و مرغی بر رشد و عملکرد سیب زمینی (*Solanum tuberosum* cv. Sifra) در شرایط مزرعه‌ای

اصغر مارزی‌زاده[۱*] و ماهرخ رجبی[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *marzizadeh.asghar@ut.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی اثرات هم‌افزایی کود دامی و مرغی بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی رقم سیفرا در شرایط مزرعه‌ای، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار در منطقه جنوب استان کرمان انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد، کاربرد کود دامی به میزان ۸ و ۱۰ تن در هکتار، کود مرغی ۵ تن در هکتار، ترکیب مختلفی از کود مرغی و دامی ۸ تن در هکتار (به ترتیب ۳ و ۵ تن در هکتار) و ترکیب کود مرغی و دامی ۱۰ تن در هکتار (با نسبت ۵ به ۵ تن در هکتار) بودند. صفات مورد ارزیابی شامل طول بوته، تعداد غده در بوته، وزن غده، عملکرد کل، بودند. نتایج نشان داد که استفاده از کود دامی همراه با کود مرغی منجر به افزایش عملکرد و بهبود خواص خاک، سیب‌زمینی رقم سیفرا شد. همچنین، بالاترین میزان عملکرد کل در ترکیب کود مرغی و دامی، ۱۰ تن در هکتار (با نسبت ۵ به ۵ تن در هکتار) مشاهده شد. به عبارتی، استفاده تلفیقی از کود دامی و مرغی (۵:۵ تن در هکتار) با افزایش ۴۰ درصدی عملکرد نسبت به شاهد، گزینه مناسب برای کاهش مصرف کود شیمیایی در رقم سیفرا است. به طور کلی، نتایج نشان داد که استفاده از کودهای آلی، به ویژه کود مرغی و دامی، به طور قابل توجهی موجب بهبود رشد و عملکرد سیب‌زمینی رقم سیفرا می‌گردد. این یافته‌ها حاکی از آن است که ادغام کودهای آلی در شیوه‌های کشت سیب‌زمینی می‌تواند عملکرد محصول را افزایش داده و به توسعه کشاورزی پایدار کمک کند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، کود آلی، کشاورزی پایدار.

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L) یکی از محصولات اساسی کشاورزی در سراسر جهان محسوب می‌شود و نقشی حیاتی در تأمین امنیت غذایی دارد. این گیاه، به دلیل ارزش بالای تغذیه‌ای و توانایی سازگاری با طیف گسترده‌ای از شرایط اقلیمی، جایگاه ویژه‌ای در زنجیره تولید مواد غذایی یافته است. از ویژگی‌های برجسته سیب‌زمینی می‌توان به محتوای غنی از کربوهیدرات، ویتامین‌ها و مواد معدنی اشاره کرد که آن را به یک گزینه مطلوب برای تأمین انرژی و تغذیه سالم تبدیل می‌کند. انعطاف‌پذیری آن در برابر شرایط محیطی و قابلیت رشد در اقلیم‌های متفاوت، آن را به یکی از محبوب‌ترین محصولات کشاورزی در مقیاس جهانی بدل کرده است. همچنین، یکی از پرمصرف ترین سبزیجات در جهان می‌باشد که مواد مغذی ضروری مانند کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی را تامین می‌کند، منبعی قابل توجهی از انرژی غذایی برای میلیون‌ها نفر می‌باشد. این محصول نقش مهمی در امنیت غذایی ایفا می‌کند، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، جایی که می‌توان آن را در محیط‌های متنوع، از جمله مناطقی با آب و هوای مختلف یا خاک کمتر حاصلخیز کشت کرد. در دهه‌ی گذشته، استفاده بی‌رویه و نادرست از کودهای شیمیایی، تولید در واحد سطح و سلامت غذایی را به چالش بزرگی کشیده است، به گونه‌ای که استفاده از کودهای شیمیایی مرسوم به دلیل راندمان پایین و اثر مخربی که بر محیط زیست و کیفیت غذا می‌گذارند مورد بحث جدی قرار گرفته است (Liu and Lal, 2015). کشت سیب زمینی شامل تکنیک‌ها و شیوه‌های مختلفی برای به حداکثر رساندن عملکرد و کیفیت می‌باشد، به طور کلی، فرآیند کشت با انتخاب گونه مناسب با شرایط آب و هوایی محلی و نوع خاک آغاز می‌شود (Hameed and Sawicka, 2019). کاربرد کودهای آلی و دامی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمرثمر واقع شده و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی مطرح باشد. مزیت این نوع کودها، چرخه تجدیدپذیر سریع آنها در اکوسیستم است که پایداری هر چه بیشتر محیط و سلامت سایر جانداران و مصرف کنندگان را محقق می‌سازد (Torkamani and Alikhani, 2008). کشت سیب‌زمینی یکی از ارکان حیاتی کشاورزی جهان است که نقشی تعیین‌کننده

در تأمین امنیت غذایی و توسعه اقتصادی ایفا می‌کند. بهینه‌سازی تولید این محصول مستلزم به‌کارگیری شیوه‌های نوین کشاورزی، بهره‌گیری از خدمات ترویجی کارآمد برای آموزش کشاورزان، و اتخاذ رویکردهای علمی مبتنی بر پژوهش‌های مداوم است. مواجهه با چالش‌های پیش‌روی کشاورزان، نیازمند سازگاری با شرایط متغیر محیطی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین است تا این محصول اساسی همچنان جایگاه خود را در زنجیره تأمین غذایی جهانی حفظ کند. یکی از راهکارهای مؤثر در این راستا، استفاده تلفیقی از کود دامی و کود مرغی است که نه‌تنها موجب بهبود عملکرد محصول، بلکه منجر به ارتقای سلامت خاک نیز می‌شود. این روش، با بهره‌گیری از هم‌افزایی مواد مغذی، ظرفیت رشد و تولید سیب‌زمینی را در شرایط مزرعه‌ای به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. بر این اساس مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر کاربرد کود دامی و مرغی بر رشد و عملکرد سیب زمینی در شرایط مزرعه‌ای، انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در مزرعه‌ای واقع در شهرستان منوجان با موقعیت جغرافیایی ۷۰–۵۷ طول شرقی، ۲۴–۱۷ عرض شمالی، در جنوب استان کرمان اجرا گردید. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد، کاربرد کود دامی به میزان ۸ و ۱۰ تن در هکتار، کود مرغی ۵ تن در هکتار، ترکیب مختلفی از کود مرغی و دامی ۸ تن در هکتار (به ترتیب ۳ و ۵ تن در هکتار) و ترکیب کود مرغی و دامی ۱۰ تن در هکتار (با نسبت ۵ به ۵ تن در هکتار) بودند. سیب‌زمینی بذری رقم سیفرا از استان اصفهان تهیه گردید، قبل از اجرای آزمایش به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش، چند نمونه تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه و در آزمایشگاه خاکشناسی مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است. کود اوره در دو مرحله و کودهای NPK (۲۰–۲۰–۲۰، ۱۰–۵۲–۱۰) در سه مرحله (قبل از گلدهی، در زمان گلدهی، بعد از گلدهی، به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار) به طور یکسان به تمام تیمارها همراه آب آبیاری داده شد. بعد از اعمال تیمارها و با پایان رسیدن فصل رشد گیاهان کشت شده، عملکرد کلی مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱– مشخصات خاک مزرعه.

خاک	pH	EC ($dS\ m^{-1}$)	N (%)	P ($mg\ kg^{-1}$)	K ($mg\ kg^{-1}$)	آهک T.N.V	Fe ppm	Zn Ppm	Cu ppm	Mn ppm	بافت
	7.81	1.98	0.010	18.6	188.22	3.25	1.84	0.64	0.09	2.78	Loam-Sandy

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر مخلوط کود دامی و مرغی بر عملکرد سیب زمینی رقم سیفرا نشان داد که استفاده از مخلوط کود دامی و مرغی بر طول بوته و عملکرد غده در هکتار، در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد غده در بوته و میانگین وزن غده در بوته، در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین تیمارهای کودی، تیمار کودی مخلوط کود دامی و مرغی (با نسبت ۵ به ۵، تن در هکتار) بالاترین میزان عملکرد با تولید ۴۹/۷۳ تن در هکتار را به خود اختصاص دادند و در حالیکه کمترین میزان عملکرد غده سیب زمینی در تیمار شاهد تولید شد (جدول۳). کاربرد ترکیبی کود دامی و کود مرغی هم از لحاظ بهبود شرایط فیزیکی خاک و همچنین، فراهم نمودن نیاز غذایی سبب افزایش تعداد غده در بوته و افزایش عملکرد در هکتار شده است. کمبود شدید نیتروژن خاک (۰.۰۱۰٪) عامل محدودکننده رشد بود که با مصرف توأم کودهای آلی (به‌ویژه مرغی) جبران شد (جدول ۱). به نظر می‌رسد مصرف کود آلی موجب افزایش سطح عناصر مورد نیاز گیاه در خاک شده است و این امر باعث رشد بیشتر اندام‌های هوایی و افزایش میزان فتوسنتز و تولید بیشتر فرآوردهای قابل انتقال گیاه شده و بنابراین تعداد غده در هر بوته نیز افزایش یافته است (Abou-Hussein., 2003). احتمالا کود دامی به دلیل تامین برخی عناصر غذایی، سبب بهبود خاصیت فیزیکی و شیمیایی خاک به ویژه افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و به دنبال آن کمک به جذب عناصر غذایی کم مصرف و در نتیجه افزایش عملکرد غده میشود (Opena & Portner, 1999). ترکیب کود دامی همراه با کود مرغی مجموعه متنوعی از

مواد مغذی ضروری برای رشد گیاه را فراهم می‌کند. این ترکیب معمولاً حاوی سطوح بالایی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم است که برای افزایش رشد ریشه و تشکیل غده در گیاهان سیب زمینی ضروری است، عرضه متعادل مواد مغذی نه تنها به بهبود نرخ رشد بلکه به بهبود سلامت کلی سیب زمینی کمک می‌کند و منجر به عملکرد و کیفیت بهتر محصول می‌شود (Amara &Mourad, 2013). تحقیق اخیر نشان داد که استفاده ترکیبی از کود دامی و مرغی به طور قابل توجهی پارامترهای مختلف رشد سیب‌زمینی مانند ارتفاع بوته، سطح برگ و تعداد غده را افزایش می‌دهد. این پارامترهای رشد شاخص‌های حیاتی برای سلامت و بهره وری محصول هستند، در دسترس بودن طیف وسیع‌تری از مواد مغذی از ترکیب کودها، پاسخ رشد شدیدتری را در سیب‌زمینی در مقایسه با استفاده از هر یک از انواع کود به تنهایی دارد (Masrie, et al., 2015)

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مخلوط کود دامی و مرغی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم سیفرا.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول بوته	تعداد غده	وزن غده
بلوک	۲	۹/۱۹^{ns}	۴/۲۰^{ns}	۱۹۵۲/۴۱^{ns}
تیمار	۷	۸۸/۵۸**	۷/۳۵*	۶۴۲۷/۵۲*
اشتباه آزمایشی	۱۴	۵/۱۲	۳/۹۲	۷۷۴/۰۶
ضریب تغییرات	-	۱۷/۳۷	۱۶/۸۶	۲۱/۱۱

ns، * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین مخلوط اثر کود دامی و مرغی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم سیفرا.

تیمار	طول بوته	تعداد غده	وزن غده(گرم)	عملکرد غده در هکتار
شاهد	۳۸/۱۲c	۵/۰۷c	۸۰/۲۲c	۳۵/۱۹c
کود دامی ۸ تن	۴۵/۵۳b	۶/۴۳b	۱۲۷/۱۳b	۴۵/۰۶b
کود دامی ۱۰ تن	۴۸/۹۳b	۶/۵۱b	۱۲۹/۱۹b	۴۶/۶۲b
کود مرغی ۵ تن	۴۶/۵۱ b	۵/۹۹ b	۱۲۷/۲۱ b	۴۵/۸۹ b
کود دامی ۵ تن +کودمرغی ۳ تن	۵۳/۴۸a	۷/۶۱a	۱۴۷/۷۰a	۴۷/۸۱a
کود دامی ۵ تن+کودمرغی ۵تن	۵۷/۶۲a	۷/۹۲a	۱۴۹/۶۹a	۴۹/۷۳a

*حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد تلفیقی کود دامی و کود مرغی تأثیر قابل توجهی بر افزایش عملکرد غده‌های سیب‌زمینی رقم سیفرا دارد. در میان تیمارهای بررسی‌شده، ترکیب کود دامی و مرغی (۵ به ۵ تن در هکتار) با عملکرد ۴۹/۷۳ تن در هکتار بالاترین میزان تولید را داشت، در حالی که تیمار شاهد کمترین عملکرد را نشان داد. این رویکرد نه‌تنها موجب افزایش عملکرد، بهبود کیفیت خاک و افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود، بلکه نقش مهمی در پایداری کشاورزی با تأکید بر کاهش مصرف کود شیمیایی دارد. با توجه به چالش‌های ناشی

از تغییرات اقلیمی و تخریب خاک، ادغام کودهای آلی در مدیریت تغذیه گیاه می‌تواند راهکاری مؤثر برای ارتقای امنیت غذایی و بهره‌وری پایدار باشد.

منابع

ترکمانی، ن. و علیخانی، ح.ع. ۱۳۸۷. مقایسه ورمی‌کمپوست حاصل از کودهای گاوی، گوسفندی و مرغی در سطوح مختلف رطوبت. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدیدپذیر. اصفهان، ۲۵ تا ۲۷ اردیبهشت ۱۳۸۷.

Abou-Hussein S.D, Shoragy T.E, and Abou-hadid A.F. 2003. Effect of cattle and chicken manure with or without mineral fertilizers on tuber quality and yield of potato crop. Isha Acta Hortticulturae 60: 95-100.

Amara D, Mourad S. 2013. Influence of organic manure on the vegetative growth and tuber production of potato (solanumtuberosum L varspunta) in a Saharadesert region. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5 (22): 2724-2731.

Hameed T, Sawicka B. 2019. Farmers' knowledge of sustainable potato cultivation techniques in Poland. Agronomy Science.

Liu R, and Lal R. 2015. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Science of the Total Environment. 514:131-139.

Masrie B, Dechassa N, Tana T, Alemayehu Y, Abebie B. 2015. The Effects of Combined Application of Cattle Manure and NP Fertilizers on Yield and Nutrient Uptake of Potato in North-Eastern Ethiopia. Journal of Science and Sustainable Development (JSSD). 3(1): 1-23.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the application of livestock and poultry manure on the growth and yield of potato (*Solanum tuberosum cv.* Sifra) under field conditions

Asghar Marzizadeh[1*] and Mahrokh Rajabi[2]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture Technology, University of Tehran, Iran
2. Department of Horticulture Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

**Corresponding Author*: *marzizadeh.asghar@ut.ac.ir*

Abstract

In order to investigate the synergistic effects of livestock and poultry manure on the growth and yield of potato cultivar Sifra under field conditions, an experiment was conducted in a randomized complete block design with seven treatments and three replications in the southern region of Kerman province. The experimental treatments included control, application of manure at rates of 8 and 10 tons/ha, poultry manure at rates of 5 tons/ha, various combinations of poultry and livestock manure at rates of 8 tons/ha (3 and 5 tons/ha, respectively), and combinations of poultry and livestock manure at rates of 10 tons/ha (5:5 tons/ha). The traits evaluated included plant length, number of tubers per plant, tuber weight, and total yield. The results showed that usingof livestock manure along with chicken manure led to increased yield and improved soil properties of the Sifra potato cultivar. Also, the highest total yield was observed in the combination of poultry and livestock manure, 10 tons per hectare (with a ratio of 5 to 5 tons per hectare). In other words, the use of a mixture of livestock and poultry manure can be used as an efficient, sustainable, effective, economical, environmentally friendly, and optimal method to improve potato yield and quality. Overall, the results showed that the use of organic fertilizers, especially poultry and livestock manure, significantly improved the growth and yield of the Sifra potato cultivar. These findings suggest that incorporating organic fertilizers into potato cultivation practices can increase crop yield and contribute to the development of sustainable agriculture.

Keywords: Organic Fertilizer, Sustainable Agriculture, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر راهبردهای اصلاح ژنومی برای بهبود گوجه‌فرنگی: از ویرایش ژن تا بازیابی هیبرید

اصغر مارزی‌زاده[1*] و سحر انصاری‌تبار[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران ایران
نویسنده مسئول: *marzizadeh.asghar@ut.ac.ir*

چکیده

گوجه‌فرنگی یکی از محصولات زراعی مهم در سطح جهان است که به دلیل ارزش غذایی، اهمیت اقتصادی و تنوع ژنتیکی مورد توجه قرار دارد. روش‌های سنتی اصلاح نباتات به توسعه هیبریدهای پربازده منجر شده‌اند؛ بااین‌حال، تثبیت صفات پیچیده و بازسازی ژنوتیپ‌های برتر همچنان با چالش‌هایی همراه است. راهبردهای اصلاح ژنومی، به‌ویژه راهبردهایی که ویرایش ژن و اصلاح معکوس را با یکدیگر تلفیق می‌کنند، راهکارهای تحول‌آفرینی برای بهبود دقیق گوجه‌فرنگی ارائه می‌دهند. این مقاله مروری، کاربرد هم‌افزای ویرایش ژنوم مبتنی بر CRISPR/Cas و اصلاح معکوس را برای افزایش پایداری صفات و بازیابی لاین‌های والدینی از هیبریدهای برتر بررسی می‌کند. ویرایش هدفمند ژن‌های دخیل در نوترکیبی میوزی، مانند *SPO11*، *DMC1* و *MSH5*، امکان سرکوب رویدادهای کراسینگ‌اور را فراهم می‌کند و در نتیجه، تولید گامت‌های فاقد نوترکیبی را امکان‌پذیر می‌سازد. از این گامت‌ها می‌توان برای تولید لاین‌های هاپلوئید مضاعف‌شده (DH) استفاده کرد که به‌عنوان ذخایر والدینی از نظر ژنتیکی پایدار عمل می‌کنند. پیشرفت‌ها در کشت بافت، فلوسایتومتری و فناوری نشانگرهای مولکولی، کارایی تولید و تأیید لاین‌های DH را بیش از پیش افزایش داده‌اند. ارزیابی‌های فنوتیپی لاین‌های حاصل از DH، شباهت بالایی به هیبریدهای اولیه را از نظر صفاتی مانند کیفیت میوه، مقاومت به بیماری و ماندگاری پس از برداشت نشان داده‌اند. افزون بر این، تلفیق فنوتیپ‌برداری با توان عملیاتی بالا و یادگیری ماشین، گزینش ژنوتیپ‌های برتر را تسریع می‌کند. با وجود این پیشرفت‌ها، چالش‌هایی همچنان وجود دارند؛ از جمله وابستگی کارایی انتقال ژن به ژنوتیپ، پذیرش مقرراتی محصولات ویرایش‌شده ژنومی و سرکوب ناقص نوترکیبی. این مقاله مروری، نوآوری‌های نوظهور از جمله سامانه‌های انتقال ژن مستقل از ژنوتیپ، کنترل نوترکیبی مبتنی بر RNAi و خط لوله‌های اصلاحی با کمک هوش مصنوعی را برجسته می‌کند. این ابزارها در کنار یکدیگر، چارچوبی نیرومند برای اصلاح هوشمند گوجه‌فرنگی فراهم می‌کنند که متناسب با نیازهای تاب‌آوری اقلیمی، ارتقای ارزش غذایی و کشاورزی پایدار است. در نتیجه، راهبردهای اصلاح ژنومی که ویرایش ژن را با اصلاح معکوس ترکیب می‌کنند، رویکردی توانمند برای بهبود گوجه‌فرنگی به شمار می‌روند. تلفیق این روش‌ها، دست‌کاری دقیق صفات، بازیابی هیبریدها و توسعه ارقام تاب‌آور را امکان‌پذیر می‌سازد و اصلاح گوجه‌فرنگی را در خط مقدم علوم نوین باغبانی قرار می‌دهد.

واژگان کلیدی: اصلاح ژنومی، هاپلوئیدهای مضاعف‌شده (DH).

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum L.*) یکی از محصولات باغبانی است که به‌طور گسترده در سراسر جهان کشت می‌شود و از نظر اقتصادی اهمیت فراوانی دارد. ارزش غذایی، کاربردهای متنوع و تنوع ژنتیکی آن، این محصول را به یکی از محصولات مهم کشاورزی تبدیل کرده است. طی دو دهه گذشته، تلاش‌های اصلاحی بر افزایش عملکرد، کیفیت میوه، مقاومت به بیماری‌ها و تحمل تنش متمرکز بوده‌اند. بااین‌حال، روش‌های متداول اصلاح نباتات اغلب به دلیل الگوهای پیچیده نوترکیبی و هتروزیگوسیتی، در تثبیت صفات، بازسازی هیبریدها و حفظ ژنوتیپ‌های برتر با محدودیت‌هایی مواجه می‌شوند.

ظهور راهبردهای اصلاح ژنومی، به‌ویژه ویرایش ژنوم و اصلاح معکوس، با فراهم کردن امکان دست‌کاری دقیق صفات ژنتیکی و بازیابی لاین‌های والدینی از هیبریدهای برتر، موجب تحول در بهبود گوجه‌فرنگی شده است. ابزارهای ویرایش ژنوم، مانندCRISPR/Cas9 ، جهش‌زایی هدفمند ژن‌های کلیدی دخیل در رشد و نمو میوه، رسیدن و سازوکارهای مقاومت را امکان‌پذیر کرده‌اند Salava) و همکاران،

۲۰۲۱ .(این ابزارها از ویژگی‌هایی مانند اختصاصیت بالا، کارایی و قابلیت توسعه در مقیاس وسیع برخوردارند و به همین دلیل، در فرایندهای نوین اصلاح نباتات جایگاهی ضروری یافته‌اند.

اصلاح معکوس که نخستین بار توسط Dirks و همکاران (2009) مطرح شد، با تلفیق فناوری‌های ویرایش ژنوم بار دیگر مورد توجه قرار گرفته است. با سرکوب نوترکیبی میوزی، اصلاح‌گران می‌توانند گامت‌های فاقد نوترکیبی تولید کرده و لاین‌های والدینی هموزیگوت را از هیبریدهای هتروزیگوت بازسازی کنند. این رویکرد در گوجه‌فرنگی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا در این محصول به‌طور گسترده از قدرت هیبریدی استفاده می‌شود، اما حفظ لاین‌های والدینی اغلب دشوار است.

مطالعات اخیر امکان‌پذیری اصلاح معکوس در محصولات زراعی را با استفاده از RNAi و سرکوب ژن‌های نوترکیبی، مانند *SPO11*، *DMC1* و *MSH5*، مبتنی بر CRISPR نشان داده‌اند (Xia et al., 2021). تلفیق فناوری هاپلوئید مضاعف‌شده (DH) نیز با امکان تثبیت سریع ژنوتیپ‌های فاقد نوترکیبی، کارایی اصلاح معکوس را افزایش می‌دهد. تولید DH در گوجه‌فرنگی با پیشرفت‌های کشت بافت، فلوسایتومتری و گزینش به کمک نشانگرهای مولکولی تسهیل شده است. این ابزارها امکان تأیید و تثبیت لاین‌های والدینی را با شباهت بالایی به فنوتیپ هیبرید اولیه فراهم می‌کنند (Vu et al., 2020).

با وجود این پیشرفت‌ها، چندین چالش همچنان باقی است. وابستگی کارایی انتقال ژن به ژنوتیپ، سرکوب ناقص نوترکیبی و موانع مقرراتی مرتبط با محصولات ویرایش‌شده ژنومی، همچنان پذیرش گسترده این فناوری‌ها را محدود می‌کنند. افزون بر این، پیچیدگی ساختار ژنتیکی گوجه‌فرنگی، استفاده از سامانه‌های نیرومند فنوتیپ‌برداری و ابزارهای محاسباتی را برای ارزیابی دقیق بروز و وراثت صفات ضروری می‌سازد.

نوآوری‌های نوظهور، مانند سامانه‌های انتقال ژن مستقل از ژنوتیپ، فنوتیپ‌برداری با کمک هوش مصنوعی و الگوریتم‌های گزینش مبتنی بر یادگیری ماشین، در حال رفع این محدودیت‌ها و هموار کردن مسیر توسعه سامانه‌های اصلاح هوشمند هستند. این فناوری‌ها به اصلاح‌گران امکان می‌دهند عملکرد صفات را پیش‌بینی کنند، راهبردهای گزینش را بهینه سازند و توسعه ارقام را در شرایط محیطی متنوع سرعت ببخشند.

در این مقاله مروری، دانش کنونی درباره اصلاح معکوس و ویرایش ژنوم در گوجه‌فرنگی با تأکید بر ظرفیت هم‌افزای آن‌ها برای بازسازی هیبریدهای برتر و افزایش پایداری صفات جمع‌بندی می‌شود. همچنین سازوکارهای مولکولی، پیشرفت‌های فناورانه، کاربردهای عملی و چشم‌اندازهای آینده این راهبردهای اصلاح ژنومی بررسی می‌شوند. تلفیق این رویکردها می‌تواند اصلاح گوجه‌فرنگی را به‌سوی الگویی مبتنی بر دقت سوق دهد که قادر به پاسخ‌گویی به نیازهای تاب‌آوری اقلیمی، ارتقای ارزش غذایی و کشاورزی پایدار باشد.

مواد و روش‌ها

جست‌وجوی جامع منابع علمی با استفاده از پایگاه‌های داده‌ای از جمله PubMed، Scopus، Web of Science و Google Scholar انجام شد تا مقالات داوری‌شده منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۵ شناسایی شوند. کلیدواژه‌های مورد استفاده شامل اصلاح معکوس، ویرایش ژنوم در گوجه‌فرنگی، CRISPR/Cas9 در گوجه‌فرنگی، هاپلوئیدهای مضاعف‌شده، سرکوب نوترکیبی میوزی و بازیابی هیبرید در *Solanum lycopersicum* بودند. تنها مقالات منتشرشده به زبان انگلیسی و نمایه‌شده در مجلات معتبر در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

پیشرفت‌های اخیر در اصلاح ژنومی، راهبردهای بهبود گوجه‌فرنگی را به‌طور چشمگیری متحول کرده‌اند؛ به‌ویژه از طریق تلفیق ویرایش ژن و اصلاح معکوس CRISPR/Cas9. به‌عنوان پرکاربردترین ابزار برای جهش‌زایی هدفمند در گوجه‌فرنگی مطرح شده است و ویرایش دقیق ژن‌های مرتبط با رسیدن میوه، مقاومت به بیماری‌ها و تحمل تنش‌های غیرزیستی را امکان‌پذیر می‌سازد (Salava et al., 2021). حذف موفق ژن‌های *RIN*، *SlMlo1* و *SlACS2* به‌ترتیب به بهبود ماندگاری پس از برداشت، افزایش مقاومت به سفیدک پودری و تنظیم اتیلن منجر شده است.

اصلاح معکوس، با وجود قدمت مفهومی بیشتر، به‌واسطه امکان سرکوب نوترکیبی میوزی از طریق هدف‌گیری ژن‌های *SPO11*، *DMC1* و *MSH5* با استفاده از CRISPR، اهمیت کاربردی تازه‌ای یافته است (Xia et al., 2021). این سرکوب، تولید گامت‌های فاقد نوترکیبی را تسهیل می‌کند؛ گامت‌هایی که می‌توان آن‌ها را با استفاده از فناوری هاپلوئید مضاعف‌شده (DH) به لاین‌های والدینی هموزیگوت تبدیل و تثبیت کرد.

Vu و همکاران (2020) تولید کارآمد DH در گوجه‌فرنگی را با استفاده از کشت ریزهاگ و فلوسایتومتری گزارش کردند و به بازیابی ژنوتیپی با میزان وفاداری بیش از ۸۰ درصد دست یافتند. ارزیابی‌های فنوتیپی لاین‌های حاصل از اصلاح معکوس، همخوانی بالایی با هیبریدهای اولیه را از نظر صفاتی مانند سفتی میوه، محتوای لیکوپن و مقاومت به *Fusarium oxysporum* نشان دادند. این یافته‌ها کاربرد اصلاح معکوس را در تثبیت صفات هیبریدهای برتر، هم‌زمان با امکان بازسازی لاین‌های والدینی، تأیید می‌کنند.

بااین‌حال، کارایی انتقال ژن همچنان به ژنوتیپ وابسته است و برخی ارقام در برابر سامانه‌های انتقال مبتنی بر *Agrobacterium* پاسخ‌پذیری محدودی نشان می‌دهند (Zsogon et al., 2021). برای غلبه بر این محدودیت‌ها، بسترهای انتقال ژن مستقل از ژنوتیپ و سامانه‌های انتقال مبتنی بر نانوذرات در حال بررسی هستند. همچنین، فنوتیپ‌برداری با کمک هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، گزینش و پیش‌بینی صفات را سرعت می‌بخشند و موجب افزایش ظرفیت و دقت فرایند اصلاح می‌شوند.

در مجموع، کاربرد هم‌افزای ویرایش ژنوم و اصلاح معکوس، چارچوبی نیرومند برای بهبود دقیق گوجه‌فرنگی فراهم می‌کند. این فناوری‌ها نه‌تنها پایداری صفات و بازیابی هیبریدها را بهبود می‌بخشند، بلکه با اهداف باغبانی تاب‌آور به شرایط اقلیمی و غنی‌شده از نظر ارزش غذایی نیز همسو هستند.

نتیجه‌گیری

راهبردهای اصلاح ژنومی با ترکیب ویرایش دقیق ژن و بازیابی هیبرید، موجب تحول در بهبود گوجه‌فرنگی شده‌اند. این رویکردها توسعه صفات را تسریع کرده و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی را افزایش می‌دهند. تلفیق اصلاح نباتات سنتی با ژنومیک نوین، هم پایداری عملکرد و هم تنوع ژنتیکی را تضمین می‌کند. همکاری میان‌رشته‌ای، کارایی را افزایش داده و در مقایسه با روش‌های متداول، زمان موردنیاز را کاهش می‌دهد. بنابراین، اصلاح ژنومی مسیری پایدار برای بهبود گوجه‌فرنگی در آینده فراهم می‌سازد.

منابع

Dirks, R., van Dun, K., de Snoo, C. B., van den Berg, M., Lelivelt, C. L. C., Voermans, W., et al. 2009. Reverse breeding: A novel breeding approach based on engineered meiosis. Plant Biotechnology Journal, 7(9): 837–845.

Pandey, A. K., Shekhar, S., Singh, D. and Kumar, D. 2022. Reverse breeding: A novel plant breeding approach. Just Agriculture, 39: 222.

Salava, H., Thula, S., Mohan, V., Kumar, R. and Maghuly, F. 2021. Application of genome editing in tomato breeding: Mechanisms, advances, and prospects. International Journal of Molecular Sciences, 22(2): 682.

Vu, T. V., Nguyen, T. T. and Tran, T. N. 2020. Doubled haploid technology in tomato breeding: Advances and applications. Frontiers in Genome Editing, 2: 612137.

Xia, Y., Wang, Y., Li, J. and Zhang, H. 2021. Suppression of meiotic recombination for reverse breeding in tomato using CRISPR/Cas9. Theoretical and Applied Genetics, 134(3): 875–888.

Zsogon, A., Cermak, T., Naves, E. R., Notini, M. M., Edel, K. H., Weinl, S., Freschi, L., Voytas, D. F., Kudla, J. and Peres, L. E. P. 2021. Genome design in tomato: Past, present, and future. Plant Physiology, 195(4): 2500–2513.

A review of genomic breeding strategies for tomato improvement: From gene editing to hybrid recovery

Asghar Marzizadeh[1*] and Sahar Ansari Tabar[1]
1. Department of Horticulture Science and Engineering, Faculty of Agriculture Technology, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: marzizadeh.asghar@ut.ac.ir

Abstract

Tomato is a globally important crop, valued for its nutritional content, economic significance, and genetic diversity. Traditional breeding approaches have led to the development of high-yielding hybrids, yet challenges remain in stabilizing complex traits and reconstructing elite genotypes. Genomic breeding strategies particularly those integrating gene editing and reverse breeding offer transformative solutions for precision improvement in tomato. This review explores the synergistic application of CRISPR/Cas-based genome editing and reverse breeding to enhance trait stability and recover parental lines from elite hybrids. Targeted editing of meiotic recombination genes such as *SPO11*, *DMC1*, and *MSH5* enables suppression of crossover events, facilitating the generation of non-recombinant gametes. These gametes can be used to produce doubled haploid (DH) lines, which serve as genetically stable parental stocks. Advances in tissue culture, flow cytometry, and molecular marker technologies have further improved the efficiency of DH production and validation. Phenotypic assessments of DH-derived lines have demonstrated high fidelity to original hybrids in traits such as fruit quality, disease resistance, and shelf-life. Moreover, the integration of high-throughput phenotyping and machine learning accelerates the selection of superior genotypes. Despite these advances, challenges persist in genotype-dependent transformation efficiency, regulatory acceptance of genome-edited crops, and incomplete recombination suppression. The review highlights emerging innovations including genotype-independent transformation systems, RNAi-based recombination control, and AI-assisted breeding pipelines. These tools collectively support a robust framework for smart tomato breeding, tailored to meet the demands of climate resilience, nutritional enhancement, and sustainable agriculture. In conclusion, genomic breeding strategies combining gene editing and reverse breeding represent a powerful approach for tomato improvement. Their integration enables precise trait manipulation, hybrid recovery, and the development of resilient cultivars, positioning tomato breeding at the forefront of modern horticultural science.

Keywords: Genome editing, Doubled haploids (DH).

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

وضعیت گلدهی و تشکیل میوه ارقام بادام در شرایط دیم استان کرمانشاه

عیسی ارجی[1*]، بنفشه حسنی[2] و شاداب فرامرزی[1]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- جهاد کشاورزی گهواره، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *i.arji@razi.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی تاثیر شرایط دیم حاکم بر استان کرمانشاه تحقیقی با سه رقم بادام به نام های شاهرود ۱۰، ۱۲ و ۷ در طی سال‌های ۱۴۰۰ الی ۱۴۰۲ در منطقه گهواره به انجام رسید. سه رقم بادام به نام شاهرود ۷، شاهرود ۱۰ و شاهرود ۱۲ که در سال۱۳۸۷ در شرایط دیم در منطقه قلعه قاضی شهر گهواره استان کرمانشاه به مختصات عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ۳۵ ثانیه شمالی، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و ۴۶ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا کشت گردیده اند. این پژوهش بر روی در طی سه سال متوالی از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی درختان چندساله ۱۳ ساله با پایه بذری بادام تلخ انجام شد. نتایج نشان داد سال بر عکس العمل ارقام بادام تاثیر معنی‌داری داشت و تعداد گل، تعداد اولیه و نهایی میوه در شاخه و همچنین درصد اولیه و نهایی تشکیل میوه در بین ارقام در طی سال های مختلف دارای تفاوت معنی دار بود. با توجه به سال بیشترین تعداد گل در شاخه در طی سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۱ در مقایسه با سال ۱۴۰۰ تشکیل گردید. تعداد میوه اولیه و نهایی در شاخه بسته به رقم دارای تفاوت معنی‌دار بود و رقم شاهرود ۷ بر دو رقم دیگر برتری داشت. درصد اولیه و نهایی تشکیل میوه دربین ارقام بسته به سال دارای تفاوت معنی‌دار بود و رقم شاهرود ۷ بیشترین درصد تشکیل میوه و رقم شاهرود ۱۲ کمترین درصد تشکیل میوه را به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد که رقم شاهرود ۷ سازگاری بالایی دارد اگرچه از جنبه گرده افشانی حضور دیگر ارقام نیز ضرورت پیدا خواهد نمود.

واژه‌های کلیدی: بادام، بارندگی، دیم‌کاری، رقم، سازگاری.

مقدمه

گونه بادام در ایران پراکندگی وسیعی دارد و از دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه‌های البرز تا دامنه‌های شمالی کوه‌های مکران در جنوب ایران یافت می‌شود (Vafadar et al., 2008). این گیاه مقاومت بالایی در برابر کم‌آبی دارد و به همین دلیل به صورت دیم و نیمه‌دیم در بسیاری از نقاط ایران از جمله فارس، قزوین و خراسان کشت می‌شود. کشت باغات دیم بادام از نظر اقتصادی در مقایسه با کشت گندم، جو و نخود برتری داشت (کرمیان و همکاران، ۱۳۸۲، شریفی و همکاران ۱۳۹۵). تحقیقاتی در خصوص کاشت درخت بادام به صورت دیم در ایران و دنیا صورت گرفته است که نشان از سازگاری این گونه به شرایط دیم دارد و از طرفی نوع ارقام نیز در این راستا با اهمیت هستند (آزدو و همکاران، ۱۳۸۲، مجیدی و همکاران، ۱۳۸۸، صفوی و همکاران، ۱۴۰۲، کاوند و همکاران، ۱۳۸۸، Ayadi et al., 2006، Ghrab et al., 2002، Rahemi and Yadollahi, 2006).

بادام در مناطقی با بارندگی متوسط ۲۵۰ میلی‌متر، عملکرد مناسبی دارد و در صورت افزایش بارندگی به حدود ۵۰۰ میلی‌متر، عملکرد آن به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد. توانایی رشد در زمین‌های سخت و سنگلاخی و سازگاری با خشکی، از دلایل اصلی حضور گسترده بادام در غالب دامنه‌های کوهستانی ایران است (Anonymous, 2010). ایران در منطقه نیمه خشک جهان قرار دارد. باغداران در مناطق کم آب برخی از محصولات باغی را به صورت دیم تولید می‌کنند. بادام به دلیل تحمل خاصی که در برابر تنش آبی دارد، یکی از محصولات کشاورزی عمده در دیم ایران است. حدود ۶۶ هزار هکتار باغ دیم در ایران وجود دارد. سطح زیر کشت بادام دیم در استان کرمانشاه بیش از ۲۰۰۰ هکتار است با میانگین تولید ۸۳۶ کیلوگرم در هکتار است (آمار نامه ۱۴۰۲).

امروزه با کاهش بارندگی‌ها، منابع گیاهی با خطر نابودی مواجه‌اند .مدیریت بهینه آب باران و توسعه باغات دیم راهکارهایی کلیدی برای تقویت پوشش گیاهی و افزایش ذخیره آب هستند. توسعه باغات دیم، به‌ویژه در اراضی شیب‌دار و مرتفع، علاوه بر جلوگیری از فرسایش

خاک، به افزایش فعالیت کشاورزی، اشتغال‌زایی و درآمدزایی مردم کمک می‌کند. در استان کرمانشاه، با توجه به میانگین بارندگی و وجود دامنه‌های مناسب، کشت دیم بادام در ارتفاعات بالای ۱۷۰۰ متر امکان‌پذیر است. سازمان جهاد کشاورزی با هدف توسعه باغات دیم بادام، بر تعیین روش‌های مناسب کاشت و افزایش بهره‌وری بارندگی تاکید دارد. این اقدامات از نظر اقتصادی و اجتماعی بسیار حائز اهمیت بوده و به کاهش خسارات ناشی از دانش ناکافی در زمینه کشت دیم منجر خواهد شد. لذا هدف از این مطالعه بررسی وضعیت گل و میوه دهی سه رقم بادام در شرایط دیم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی سه رقم بادام شاهرود ۷، شاهرود ۱۰ و شاهرود ۱۲ که در سال۱۳۸۷ در شرایط دیم در منطقه قلعه قاضی شهر گهواره استان کرمانشاه به مختصات عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ۳۵ ثانیه شمالی، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و ۴۶ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا کشت گردیده اند در طی سه سال متوالی از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ انجام شد. این آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در هر واحد آزمایشی ۵ اصله درخت ۱۳ ساله با پایه بذری بادام تلخ در نظر گرفته شد و به طور کلی ۴۵ درخت مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور بررسی تاثیر شرایط دیم بر سه رقم بادام خصوصیات گلدهی و تشکیل میوه در آنها در ۴ شاخه در جهات مختلف درخت مورد اندازه گیری قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی پس از نرمال سازی داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام و رسم نمودارها با برنامه اکسل صورت گرفت.



شکل ۱- نمایی از باغ و موقعیت مکانی آزمایش.

نتایج و بحث

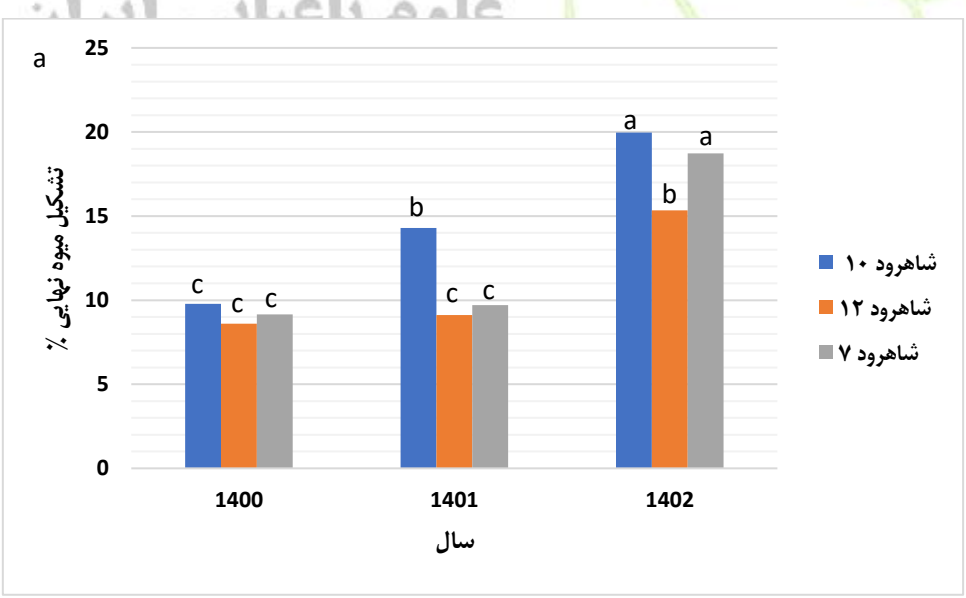
نتایج مقایسه میانگین تعداد گل در شاخه (جدول ۱) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام و سال‌های مختلف وجود داشت. در سال ۱۴۰۰ تعداد گل در شاخه کمتر از سال های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ بود. در بین ارقام در کلیه سال‌ها رقم شاهرود ۱۲ تعداد گل بیشتری به ترتیب در مقایسه با شاهرود ۷ و شاهرود ۱۰ داشت. تعداد اولیه میوه در شاخه بین ارقام و سال های مختلف در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار بود. رقم شاهرود ۷ بر دو رقم دیگر برتری معنی‌دار نشان داد و در سال ۱۴۰۱ نسبت به دو سال دیگر برتری معنی‌دار داشت (جدول ۱). تعداد نهایی میوه در شاخه نیز در سطح احتمال آماری ۵ درصد بین ارقام و سال ها تفاوت معنی‌دار داشت. رقم شاهرود ۷ در هر سه سال برتری معنی‌دار نسبت به دو رقم دیگر داشت و رقم شاهرود ۱۰ کمترین تعداد نهایی میوه داشت (جدول ۱). مطابق شکل ۲ درصد اولیه تشکیل میوه در بین ارقام در سال‌های مختلف در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی دار بود. رقم شاهرود ۱۰ بالاترین و رقم شاهرود ۱۲ کمترین درصد اولیه تشکیل میوه را داشتند. درصد نهایی تشکیل میوه بیشتر تحت تاثیر سال قرار داشت و در سال ۱۴۰۲ بیشترین میوه تشکیل شد و ارقام شاهرود ۱۰ و ۷ برتر بودند.

جدول ۱- وضعیت گل و تعداد میوه در شاخه ارقام بادام طی سال‌های مختلف.

سال	رقم	تعداد گل در شاخه	تعداد میوه اولیه در شاخه	تعداد میوه نهایی در شاخه
۱۴۰۰	شاهرود ۱۰	۵۹/۵۲ f	۱۵/۸۵ c	۸/۴۳ d
	شاهرود ۱۲	۱۷۰/۴۰ bc	۱۸/۷۸ c	۱۲/۶۲ cd
	شاهرود ۷	۱۳۲/۹۰ de	۴۲/۶۰ b	۲۵/۴۳ b
۱۴۰۱	شاهرود ۱۰	۱۲۸/۰۰ e	۲۱/۰۰ c	۱۵/۵۲ c
	شاهرود ۱۲	۲۰۸/۷۰ a	۲۱/۹۵ c	۱۷/۴۰ c
	شاهرود ۷	۱۵۴/۴۰ cd	۷۵/۱۷ a	۳۳/۷۳ a
۱۴۰۲	شاهرود ۱۰	۱۲۸/۵۰ e	۱۸/۲۵ c	۱۴/۹۳ c
	شاهرود ۱۲	۲۲۲/۳۰ a	۲۳/۵۵ c	۱۶/۷۷ c
	شاهرود ۷	۱۸۳/۳۰ b	۴۶/۷۸ b	۲۵/۱۹ b



شکل ۲- درصد تشکیل اولیه میوه در ارقام بادام طی سال های مختلف.



شکل ۳- درصد تشکیل نهایی میوه در ارقام بادام طی سال‌های مختلف.

با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه می توان برای توسعه باغات دیم بادام تصمیم گرفت از آن‌جائی‌که منطقه اجرای طرح دارای بارندگی ۳۱۷، ۳۶۰ و ۴۸۲ میلی‌متر به ترتیب برای سال‌های ۱۴۰۰، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ بود و ارتفاع از سطح دریا باغ ۱۸۱۰ متر بود کشت باغات دیم در چنین شرایطی امکان‌پذیر می‌باشد. به‌طوری‌که در بسیاری از دیگر مناطق کشور کشت باغات دیم با بارندگی کمتر نیز موفقیت‌آمیز بوده است. در پژوهشی ۵ رقم بادام شاهرود ۷، ۸، ۱۰ و ۱۶ و رقم شکوفه در شرایط دیم ایلام مورد بررسی قرار گرفتند. ارقام شماره ۱۰ و ۸ و ۷ دارای بیشترین طول شاخه و تاج بودند (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۰). در پژوهشی بذر ۲۳ ژنوتیپ بادام از مناطق مختلف استان اراک جمع آوری شد، نهالهای ۱۴ ژنوتیپ برتر بادام جهت اجرای آزمایش جنگلکاری در شرایط دیم کشت شدند. نتایج این تحقیق نشان میدهد که ژنوتیپ ها دارای عکس العمل متفاوت بودند. از میان ۱۴ ژنوتیپ مورد آزمایش ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۵ و ۶ با مبدا بذر شهرستان اراک و ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۳ و ۷ با مبدا بذر شهرستان خمین و ژنوتیپ شماره ۴ با مبدا بذر دلیجان برتری داشتند (آزدو و همکاران، ۱۳۸۲). نتایج این پژوهش نیز با نتایج آزدو و همکاران، ۱۳۸۲ و اسماعیلی و همکاران ۱۳۹۰ که بین ارقام و ژنوتیپ‌های بادام در شرایط دیم تفاوت وجود دارد مطابقت داشت. نتایج نشان داد که ارقام شاهرود ۷، شاهرود ۱۰ و شاهرود ۱۲ به ترتیب به عنوان ارقام برتر برای شرایط دیم مورد پیشنهاد هستند.

منابع

آزدو، ص.، گودرزی، غ. و سردابی، ح. ۱۳۸۲. آزمایش جنگلکاری ۱۴ ژنوتیپ بادام در شرایط دیم در شرایط اراک. نشریه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۱۱(۲): ۲۱۸-۲۰۳.

بی نام. ۱۴۰۲. آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. جلد دوم محصولات باغبانی.

کرمیان، ر.،جهانپور، فرج ا... و محمدیان، ع.۱۳۸۲. بررسی عملکرد اقتصادی کاشت بادام دیم در عرصه آبخوان کوهدشت و مقایسه آن با کشت گندم، جو و نخود دیم. سومین همایش آبخوانداری، ارومیه، https://civilica.com/doc/9667

شریفی، س.، محمد زاده، ف.، کریمیان، ع و میرقادری، س.ح. ۱۳۹۵. ارزیابی اقتصادی تبدیل کاربری زراعت دیم به باغات بادام و تأثیر آن بر خصوصیات خاک (مطالعه موردی: منطقه دژکرد شهرستان اقلید). مرتع و آبخیزداری. ۶۹(۲): ۴۱۱-۴۲۵.

صفوی، ا.، یادگاری، م.، موسوی، س.ا. و حقیقی، ب. ۱۴۰۲. بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر ارقام بادام. نشریه علوم باغبانی. ۳۷(۲): ۵۴۰-۵۲۳.

کاوند، م.، ارزانی، ک. و ایمانی، ع. ۱۳۸۸. گزینش ژنوتیپ های برتر بادام (*Prunus dulcis* Miller) در منطقه بروجرد. مجله به نژادی نهال و بذر. ۱-۲۵ (۳): ۳۹۹-۳۸۵.

مجیدی، ط.، سردابی، ح.، آقاجانلو، ف.، موسوی، س.آ. و تاراسی، ج. ۱۳۸۸. آزمایش جنگل کاری دیم پنج ژنوتیپ بادام (*Amygdalus communis* L.) و یک ژنوتیپ بنه (*Pistacia atlantica* Desf) در استان زنجان. نشریه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۱۷(۲): ۱۶۶.۱۶۱.

Anonymous, 2010. Instructions for modifying and restoring gardens Almonds, Walnuts and Hazelnuts. Available online at: www.agron.agri -jahad.ir.

Ayadi, M., Ghrab, M., Gargouri, K., Elloumi, O., Zribi, F., Ben Mimoun, M., Boulares, Ch. and Guedri, W. 2006. Kernel characteristics of almond cultivars under rainfed conditions. Acta Horticulturae. 726:376-381.

Ghrab, M., Ben Mimoun, M., Triki, H. and Hellali, R. 2002. Yield of twenty-four almond cultivars in a dry area climate in Tunisia: five years of study. Acta Horticulturea. 591: 479-485.

Rahemi, A. and Yadollahi, A. 2006. Rainfed almond orchards in Iran, ancient and new methods and the value of water harvesting techniques. Acta Horticulturae. 726: 449-454.

Vafadar, M., Attar, F. Maroofi, H. and Aghabeigi, F. 2008. Leaf anatomical study of the genus Amygdalus L. (Rosaceae) in Iran and its taxonomical implication. The Iranian Journal of Botany. 14: 143 -155.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Flowering and fruit set status of almond cultivars under rainfed conditions in Kermanshah province

Isa Arji[1*], Banafsheh Hassani[2] and Shadab Faramarzi[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Expert in Management of Gahvareh Agricultural Jihad, Kermanshah, Iran
Corresponding Author: i.arji@razi.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of dryland conditions prevailing in Kermanshah province, a study was conducted with three almond cultivars named Shahroud 10, 12 and 7 during the years 2021 to 2023 in the Gahvareh region. Three almond cultivars named Shahroud 7, Shahroud 10 and Shahroud 12 were cultivated in 2008 under dryland conditions in the Qaleh Ghazi area of Gahvareh city, Kermanshah province at latitude 34^0 21′ 35″ N, longitude 46^0 28′ 46″ E and altitude 1810 meters above sea level. This study was conducted on 13-year-old perennial trees with bitter almond seed rootstock during three consecutive years from 2021 to 2023 in a randomized complete block design with three replications. The results showed that the year had a significant effect on the response of almond cultivars, and the number of flowers, the initial and final number of fruits per branch, and the initial and final percentage of fruit formation among cultivars had significant differences between the years. Regarding the year, the highest number of flowers per branch was formed during the years 2023 and 2022 compared to the year 1400. The number of initial and final fruits per branch had significant differences depending on the cultivar, and the Shahroud 7 cultivar was superior to the other two cultivars. The initial and final percentage of fruit formation among cultivars had significant differences depending on the year, and the Shahroud 7 cultivar had the highest percentage of fruit formation and the Shahroud 12 cultivar had the lowest percentage of fruit formation. The results showed that the Shahroud 7 cultivar has high compatibility, although the presence of other cultivars will also be necessary from the point of view of pollination.

Keywords: Almond, Compatibility, Cultivar, Rainfall, Rainfed.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی رشد رویشی ارقام هلو در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه

عیسی ارجی[1*]، محمد گردکانه[2]، علی ایمانی[3] و رحمت‌اله غلامی[2]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

۳- پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، کرج ایران

*نویسنده مسئول: عیسی ارجی *i.arji@razi.ac.ir*

چکیده

با توجه به اهمیت دیرینه هلو به عنوان یک درخت میوه کلیدی در ایران، بررسی پاسخ آن‌ها به شرایط اقلیمی هر منطقه‌ای برای توسعه کشت آن ضروری است. به همین منظور، پژوهشی سه ساله‌ای با ۱۵ رقم هلو از سال ۱۳۹۵ در پایگاه تحقیقاتی باغ شهری استان کرمانشاه انجام گرفت. درختان این پروژه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اسفند ۱۳۹۲ با فاصله ۴ در ۴ متر کشت شدند. تعداد ۴ اصله درخت در هر واحد آزمایشی و در کل از هر رقم تعداد ۱۲ اصله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد خصوصیات رویشی از قبیل ارتفاع، رشد عرضی، سطح مقطع تنه و رشد شاخه فصل جاری در بین ارقام دارای تفاوت معنی‌دار بودند. هلوی رقم بی‌بی‌گلد دیررس و فدریکا پررشدترین و رقم انجیری کم رشدترین بودند. عرض تاج در بین ارقام دارای تفاوت معنی‌دار نبود. ارقام مختلف در صفت سطح مقطع تنه دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد نشان دادند بطوریکه رقم روبین بیشترین سطح مقطه تنه و ارقام انجیری و اسپرینگ نایم کمترین سطح مقطع تنه را داشتند. رشد شاخه طی فصل جاری در بین ارقام نیز دارای تفاوت معنی‌دار بود. رشد شاخه سال جاری بسیار بالا بود و از ۱۱۸ تا ۱۶۳ سانتی متر متغیر بود بطوریکه رقم اسپرینگ تایم و رقم بی بی گلد دیررس کمترین رشد شاخه داشتند.

کلمات کلیدی: رقم، رشد شاخه، سطح مقطع تنه، هلو.

مقدمه

هلو با نام علمی (*Prunus persica* L) یکی از مهم‌ترین میوه‌های هسته‌دار در سراسر دنیا است. منشاء آن چین بوده و از طریق جاده ابریشم به ایران رسیده است و از ایران در طی ۲۰۰۰ سال گذشته در سراسر جهان گسترش پیدا نموده است(Byrne *et al*., 2012) . هلو از لحاظ اقتصادی با توجه به زودباردهی درختان آن برای باغداران می‌تواند با اهمیت باشد. هلو یکی از مهم‌ترین درختان میوه است که با توجه به تغییر شرایط اقلیم در اکثر نقاط کشور دامنه کشت آن گسترده است لذا بررسی ارقام مختلف هلو برای دستیابی به ارقام سازگار با منطقه امری ضروری محسوب می‌گردد (López-Morales *et al*., 2021).

هلو یکی از مهم‌ترین درختان میوه است که از دیرباز در ایران کشت و کار شده و از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. بطوریکه در حال حاضر طبق آمارنامه سال ۱۴۰۲ وزارت جهاد کشاورزی بیش از ۵۷ هزار هکتار سطح زیر کشت هلو با میانگین تولید حدود ۱۶ تن در هکتار می‌باشد که از اهمیت اقتصادی مناسبی برخوردار می‌باشد. از آن‌جائی‌که متوسط تولید هلو در استان کرمانشاه حدود ۸ تن در هکتار است و در مقایسه با میانگین کشور ۱۵ تن در حد پایینی قرار دارد. لذا بررسی رشد رویشی که به منظور تطابق رقم با شرایط اقلیمی از اهمیت زیادی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۵ رقم هلو خارجی (جدول ۱) از پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری تهیه و در اسفند ماه ۱۳۹۲ در پایگاه باغ شهری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه کشت شدند. درختان با فاصله ۴ ×۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت شدند و در هر واحد آزمایشی تعداد ۴ درخت کشت گردید. ارقام مورد مطالعه بر روی پایه بذری میسوری پیوند شده بودند. به منظور

بررسی خصوصیات رویشی ارقام از سال ۱۳۹۵ لغایت سال ۱۳۹۷ به مدت ۳ سال خصوصیات مختلف از جمله ارتفاع، عرض تاج درخت، سطح مقطع تنه و رشد رویشی فصل جاری شاخه‌ها مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

رشد رویشی درختان در انتهای فصل رشد مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ارتفاع درخت برای اندازه گیری آن از شاخص اندازه‌گیری استفاده شد. برای اندازه‌گیری قطر تنه از ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر ار بالای یقه از کولیس دیجیتالی استفاده شد. برای اندازه‌گیری طول شاخه از سانتی‌متر استفاده شد. سطح مقطع تنه با استفاده از فرمول $A = \pi r^2$ محاسبه گردید.

جدول ۱- ارقام مورد مطالعه در این پژوهش.

ردیف	رقم	ردیف	رقم
۱	اسپرینگ تایم	۹	سان‌کرست
۲	اسپرینگ کرست	۱۰	جی‌اچ‌هیل
۳	روبین	۱۱	بی‌بی‌گلد ۷
۴	فدریکا	۱۲	البرتا
۵	دکسی‌رد	۱۳	سودانل
۶	دومیزیانا	۱۴	آمپی‌سیمیدیا
۷	بی‌بی‌گلد ۶	۱۵	پانادا
۸	انجیری		

نتایج و بحث

جدول مقایسه میانگین (۲) نشان داد ارقام مختلف هلو در صفت ارتفاع دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد آماری بودند. هلوی رقم بی‌بی‌گلد دیررس و فدریکا پررشدترین و رقم انجیری کم رشدترین بودند. عرض تاج در بین ارقام دارای تفاوت معنی‌دار نبود. ارقام مختلف در صفت سطح مقطع تنه دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد نشان دادند به‌طوری‌که رقم روبین بیشترین سطح مقطه تنه و ارقام انجیری و اسپرینگ تایم کمترین سطح مقطع تنه را داشتند. رشد شاخه طی فصل جاری در بین ارقام نیز دارای تفاوت معنی‌دار بود. رشد شاخه سال جاری بسیار بالا بود و از ۱۱۸ تا ۱۶۳ سانتی متر متغیر بود بطوریکه رقم اسپرینگ تایم و رقم بی بی گلد دیررس کمترین رشد شاخه داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات رویشی ارقام مختلف هلو طی سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۷.

رقم	ارتفاع (متر)	عرض درخت (متر)	سطح مقطع تنه (سانتی متر مربع)	طول شاخه (سانتی‌متر)
سان‌کرست	۳/۸۷ abc	۳/۳۲ a	۸۷/۶۴ b	۱۴۳/۹ cde
البرتا	۳/۶۵ cd	۳/۱۳ a	۷۲/۹۳ e	۱۴۲/۱ cdef
روبین	۳/۷۸ bc	۳/۳۴ a	۹۵/۴۷ a	۱۵۳/۳ abc
دومیزیانا	۳/۶۸ cd	۳/۳۰a	۸۵/۹۴ bc	۱۳۷/۶ def
بی‌بی‌گلد ۶	۳/۹۰ abc	۳/۲۵ a	۸۸/۵۴ ab	۱۵۰/۷ abcd
انجیری	۳/۳۸ de	۳/۰۳ a	۵۹/۳۰ f	۱۳۷/۶ def
جی‌اچ‌هیل	۳/۶۹ cd	۳/۲۸ a	۸۹/۵۳ ab	۱۲۹/۰ fg
دکسی‌رد	۳/۶۹ cd	۳/۱۰a	۷۲/۰۰ e	۱۳۱/۲ efg
فدریکا	۴/۱۳ a	۳/۳۷ a	۸۹/۳۸ ab	۱۵۸/۹ ab

اسپرینگ کرست	۳/۸۵ abc	۳/۳۷ a	۸۰/۲۰ cd	۱۴۶/۳ bcd
سودانل	۴/۱۱ ab	۳/۳۸ a	۸۹/۱۴ ab	۱۵۲/۲ abc
اسپرینگ تایم	۳/۳۰ e	۲/۷۸ a	۶۲/۷۴ f	۱۱۸/۶ g
آمپی‌سیمیدیا	۳/۸۷ abc	۳/۲۱a	۷۸/۲۵ de	۱۳۶/۶ def
بی‌بی‌گلد ۷	۴/۱۶ a	۳/۴۸ a	۷۳/۳۷ de	۱۶۳/۴ a
پانادا	۳/۷۳ c	۳/۱۱ a	۷۴/۷۷ de	۱۴۱/۱ cdef

میزان رشد رویشی در طی سال‌های مختلف بر اساس نتایج حاصله مقداری متفاوت است که بنابر مطالعات انجام شده نیز یک پدیده طبیعی در درختان هلو و شلیل محسوب می‌گردد (Mounzer et al., 2008; Cantín et al., 2010). رشد درختان هلو و شلیل در ابتدا مقداری کند بوده و پس از استقرار به سرعت افزایش می‌یابد و در نتیجه افزایش در سطح رویشی میزان باردهی نیز در آنها افزایش می‌یابد (Layne 1997). نتایج این پژوهش با نتایج گفته شده توسط لاین (۱۹۹۷) مطابقت دارد به‌طوری‌که سرعت رشد در سالهای چهارم به بعد مقداری افزایش سافت. نتایج این پژوهش نشان داد رشد رویشی به رقم نیز وابسته است که با نتایج لاین (۱۹۹۷) مطابقت دارد.

منابع

Byrne, D.H., Raseira, M.B., Bassi, D., Piagnani, M.C., Gasic, K., Reighard, G.L., Moreno, M.A. and Perez, S. 2012. Peach. In: Badenes, M., Byrne, D. (eds) Fruit Breeding. Handbook of Plant Breeding, vol 8. Springer, Boston, MA.

Cantín, C.M., Gogorcena, Y. and Moreno, M.A. 2010. Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. Euphytica, 171 (2): 211-226.

Layne, R.E.C. 1997. Peach and nectarine breeding in Canada. Fruit Varieties Journal. 51 (4): 218-228.

López-Morales, J.A., Martínez, J.A., Caro, M., Erena, M., and Skarmeta, A.F. 2021. Climate-Aware and IoT-Enabled Selection of the Most Suitable Stone Fruit Tree Variety. *Sensors*, 21, 3867.

Mounzer, O.H., Conejero, W., Nicolás, E., Abrisqueta, I., García-Orellana, Y.V., Tapia, L.M., Vera, J., Abrisqueta, J.M. and Ruiz-Sánchez, M.C. 2008. Growth pattern and phenological stages of early-maturing peach trees under a Mediterranean climate, Hortscience, 43: 1813-1818.

علوم باغبانی ایران

Study of the vegetative growth of peach cultivars in the climatic conditions of Kermanshah province

Isa Arji[*1], Mohammad Gardkaneh[2], Ali Imani[3] and Rahmatollah Gholami[2]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran
3. Temperate and Cold-Temperate Fruits Research Institute, National Horticultural Sciences Research Institute, Karaj, Iran

[*]Corresponding Autjor: Isa Arji: i.arji@razi.ac.ir

Abstract

Considering the long-standing importance of peach as a key fruit tree in Iran, evaluating its response to climatic conditions in different regions is essential for its cultivation development. To this end, a three-year study was conducted on 15 peach cultivars from 2016 at the Urban Horticulture Research Station in Kermanshah Province. The trees in this project were planted in March 2014 in a randomized complete block design with three replications, spaced 4 × 4 meters apart. Each experimental unit consisted of four trees, resulting in a total of 12 trees per cultivar being evaluated. The results indicated significant differences among cultivars in vegetative traits, including height, lateral growth, trunk cross-sectional area (TCSA), and current-season branch growth. The late-ripening 'Baby Gold' and 'Frederica' cultivars exhibited the highest growth, while the 'Anjiri' cultivar showed the lowest. No significant differences were observed among cultivars in terms of crown width. However, significant differences (at the 1% probability level) were found in trunk cross-sectional area, with the 'Rubin' cultivar having the highest TCSA and the 'Anjiri' and 'Spring Nime' cultivars having the lowest. Current-season branch growth also varied significantly among cultivars. The growth was notably vigorous, ranging from 118 to 163 cm, with the 'Spring Time' and late-ripening 'Baby Gold' cultivars displaying the least branch growth.

Keywords: Cultivar, Current shoot growth, Peach, Trunk cross-section.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پیوند سبزیجات: بررسی علم و عمل سبزیجات پیوندی

معصومه عامریان[1*]
۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *m.amerian@razi.ac.ir*

چکیده

پیوند زدن یک روش قدیمی است که شامل اتصال فیزیکی سیستم‌های شاخه و ریشه با ژنوتیپ‌های متمایز، به‌منظور دستیابی به یک گیاه مرکب مطلوب است. این عمل به‌طور گسترده در کشاورزی مدرن برای بهبود تحمل تنش‌های زیستی و غیرزیستی، القای گلدهی زودرس و جوان‌سازی گونه‌های چند ساله قدیمی، افزایش عملکرد و موارد دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیوند زدن یک روش زراعی رایج در تولید محصولات گیاهی، به‌ویژه برای سبزیجات خانواده سولاناسه و کدوییان است. این تکنیک باعث افزایش رشد محصول، افزایش عملکرد و کیفیت میوه و بهبود مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌های ناشی از خاک و سایر عوامل تنش‌زا محیطی می‌شود. سبزیجات پیوندی دارای سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته‌ای هستند که امکان جذب مقادیر زیاد و عناصر کمیاب را فراهم می‌کنند و منجر به بهبود رشد و نمو پیوندک می‌شوند. علاوه بر این، پیوند زدن می‌تواند متابولیسم مواد شیمیایی مختلف در میوه را تغییر دهد که می‌تواند منجر به بهبود کیفیت میوه شود. به‌طور کلی، پیوند زدن به‌عنوان ابزاری ضروری برای بهینه‌سازی بهره‌وری و تحمل سبزیجات عمل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: پایه، پیوندک، سبزیجات، نشا پیوندی

مقدمه

در ایران، سبزیجات در مساحت نسبتاً وسیعی کشت می‌شوند و به تأمین نیازهای غذایی جمعیت رو به افزایش کمک می‌کنند. اما عملکرد تولید سبزیجات در ایران نسبت به سایر کشورهای تولید کننده سبزی پائین است. دلایل زیادی در این امر نقش دارند از جمله پائین بودن کیفیت بذر و کشت ارقام بومی سبزیجات. پیوند سبزیجات در ۲۸ کشور در سراسر جهان صورت می‌گیرد. در ایران مطالعه یا تحقیقات کاربردی زیادی در زمینه پیوند صورت نگرفته است (Amerian et al., 2024a). کشت سبزیجات پیوندی یکی از تکنیک‌های اساسی کشت برای برخی سبزیجات در بسیاری از نقاط جهان است که کشت فشرده و متوالی به‌طور معمول انجام می‌شود. پیوند زدن روشی است که برای بهبود تولید محصولات کشاورزی به‌کار می‌رود. اولین نهال‌های پیوندی سبزیجات برای گیاهان هندوانه (*Citrullus lanatus* L.) که برای غلبه بر پژمردگی فوزاریومی روی پایه *Lagenaria siceraria* L. پیوند زده شده بودند، استفاده شدند (Gaion et al., 2018). از آن زمان، استفاده از نهال‌های پیوندی خانواده‌های سولاناسه و کدوئیان گسترش یافته است و این عمل عمدتاً در آسیا، اروپا و آمریکای شمالی انجام می‌شود. پیوند سبزیجات به‌طور ایمن برای تولید محصولات ارگانیک و سازگار با محیط زیست سازگار شده است و جذب بقایای نامطلوب مواد شیمیایی کشاورزی را به حداقل می‌رساند. تعداد و اندازه تولیدکنندگان تجاری نهال سبزیجات به طور قابل توجهی افزایش یافته است که نشان دهنده افزایش ترجیح کشاورزان برای نهال‌های پیوندی با کیفیت بالا و عملکرد بهتر است. علاوه بر مزایای شناخته شده تحمل بیماری و بازده بالای محصول، فناوری پیوند هم‌چنین در بهبود تلفات محصول ناشی از شرایط نامساعد محیطی مانند دمای پایین خاک و نمک بالای خاک، به ویژه در کشت‌های محافظت شده که در آن‌ها کشت متوالی یا کشاورزی مداوم به‌طور معمول انجام می‌شود، بسیار مؤثر است. نهال‌های پیوندی در سیستم‌های کشاورزی هیدروپونیک که احتمال شیوع سریع بیماری‌های مضر، پس از آلوده شدن، زیاد است، بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Davis et al., 2008).

تولید نشا پیوندی

پیوند زدن بیشتر در سبزیجات خانواده کدوئیان (هندوانه، خربزه، خیار، کدو تنبل، کدو تلخ، کدو حلوایی و لوفا) و سولاناسه (گوجه‌فرنگی، بادمجان و فلفل) انجام می‌شود. تولید نشاء پیوندی شامل مراحل مختلفی مانند انتخاب ارقام پایه و پیوندک، تولید گیاهچه، عملیات پیوند

(ایجاد محل اتصال فیزیکی)، ترمیم محل اتصال پیوند و سازگاری نشاءهای پیوندی است (Amerian et al., 2024) (شکل ۱). برای تولید نشاء پیوندی سبزیجات، بذر ارقام انتخاب شده از پایه و پیوندک در سینی‌های نشاء کاشته می‌شوند تا گیاهچه تولید شود. برای اکثر سبزیجات خانواده کدوئیان، عملیات پیوند پس از ظهور دو برگ واقعی پایه انجام می‌شود، در حالی که در سبزیجات سولاناسه، پیوند در مرحله چهار برگ واقعی انجام می‌شود. در عمل پیوند، دو قسمت از گیاهان مختلف (پایه و پیوندک) به گونه‌ای به هم متصل می‌شوند که هر دو با هم رشد کرده و یک گیاه جدید ایجاد کنند (عامریان و خادمی، ۱۴۰۲). برای این منظور از روش‌های مختلف پیوند مانند پیوند سوراخ‌دار، پیوند زبانه‌دار، پیوند وصله‌ای، پیوند شکافی و پیوند سوزنی استفاده می‌شود. مراقبت مناسب از پیوندک‌ها برای دستیابی به نسبت موفقیت بالاتر در فرآیند پیوند ضروری است. از دست دادن رطوبت از پیوندک ممکن است منجر به پژمردگی و عدم جوش خوردن پیوند شود. بنابراین، در طول ۴۸ ساعت اول پس از پیوند، گیاهان پیوندی در رطوبت بالا (۹۵٪) قرار داده می‌شوند و دما در دمای ۲۷-۲۸ درجه سانتیگراد حفظ می‌شود (عامریان و خادمی، ۱۴۰۲).



شکل ۱- مراحل انجام پیوند؛ آماده‌سازی پایه (A)، آماده‌سازی پیوندک (B)، قرار دادن پیوندک روی پایه (C)، جوش خوردن محل پیوند (D) و تشکیل میوه روی خیار پیوندی (E).

مزایای پیوند در سبزیجات

پیوند سبزیجات نه تنها عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی را بهبود می‌بخشد، بلکه پیوند زدن، جذب مواد مغذی و راندمان استفاده را در تعدادی از محصولات سبزیجات افزایش می‌دهد (Amerian et al., 2024a). به مزایای پیوند در ادامه اشاره شده است:

۱- مقابله و کنترل بیماری‌های خاک‌زاد: پایه‌های مقاوم به بیماری‌ها می‌توانند از انتقال بیماری‌ها به گیاهان حساس جلوگیری کنند. این امر منجر به کاهش چشم‌گیر هزینه‌های تولید و افزایش عملکرد محصول می‌شود.

۲- ارتقای قدرت رشد گیاه: در کشت‌های گلخانه‌ای، هزینه‌های تولید نسبت به کشت‌های فضای باز بسیار بیشتر است. یکی از راه‌های کاهش این هزینه‌ها، استفاده از نشاء پیوندی است. نشاء پیوندی نسبت به نشاء غیر پیوندی دارای قدرت رشد و عملکرد بالاتری است و می‌تواند در طول دوره کشت محصول بیشتری تولید کند. این امر منجر به افزایش درآمد تولیدکنندگان می‌شود. پایه‌های پیوندی دارای سیستم ریشه‌ای قوی‌تری نسبت به ارقام غیر پیوندی هستند. این امر منجر به افزایش قدرت جذب ریشه و در نتیجه افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شود.

۳- طولانی شدن دوره برداشت محصول: در کشت‌های گلخانه‌ای، با استفاده از نشاء پیوندی می‌توان دوره برداشت محصول را تا ۱۲ ماه افزایش داد. این امر منجر به افزایش درآمد تولیدکنندگان می‌شود.

۴- افزایش جذب عناصر غذایی: پایه‌های پیوندی دارای سیستم ریشه‌ای قوی‌تری نسبت به ارقام غیر پیوندی هستند. این امر منجر به افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش کیفیت و عملکرد محصول می‌شود.

۵- بهبود شاخصه‌های کمی و کیفی میوه: سیستم ریشه‌ای قوی در نشاء های پیوندی، بر روی شاخصه‌های مهم کیفی میوه به‌طور مستقیم تأثیر می‌گذارد. به عبارتی صفاتی از قبیل شاخص طعم، میزان قند، میزان رنگیزه‌های آنتوسیانین و کاروتنوئید نظیر لیکوپن و... ، رنگ پوست میوه، صافی پوست، بافت گوشت همگی تحت تأثیر پیوند و نوع پایه تغییر می‌کنند.

۶- ارتقای عمر پس از برداشت محصول: عمر پس از برداشت برای سبزی‌های میوه‌ای صادراتی عاملی بسیار مهم است. نشاءهای پیوندی به‌دلیل قدرت جذب و توسعه بسیار زیاد ریشه‌ای که دارند، مقادیر زیادی کلسیم را می‌توانند جذب کنند و در بافت‌های خود ذخیره می‌کنند، که این عامل منجر به افزایش عمر پس از برداشت این محصولات خواهد شد.

۷- بالا بردن تحمل گیاه به دمای پایین و بالا و تنش شوری و عناصر سنگین: انتخاب پایه‌های متحمل به تنش‌های غیرزیستی نقش مهمی در افزایش تحمل در گیاه پیوندی دارد که بر رشد و عملکرد آن نیاز تأثیرگذار خواهد بود (Lee et al., 2010).

راهکارهای رفع چالش‌های تولید نشای پیوندی

۱- مکانیزه کردن عملیات نشاء پیوندی: با استفاده از ربات‌های پیوندزن می‌توان سرعت و دقت پیوند را افزایش داد و از بروز خسارات ناشی از پیوند توسط افراد غیرمتخصص جلوگیری کرد.

۲- توسعه برنامه‌های اصلاحی برای تولید پایه‌های مقاوم به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی: با توسعه برنامه‌های اصلاحی می‌توان پایه‌های مناسب و مقاوم به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی تولید کرد که منجر به کاهش هزینه‌های تولید نشاء پیوندی شود.

۳- تولید پایه‌های پیوندی در داخل کشور: با تولید پایه‌های پیوندی در داخل کشور می‌توان از واردات این پایه‌ها و هزینه‌های بالای آن جلوگیری کرد.

۴- آموزش کشاورزان در مورد مزایای نشاء پیوندی و نحوه کشت آن: با آموزش کشاورزان می‌توان از مزایای نشاء پیوندی به‌طور کامل بهره‌مند شد و میزان تولید و کیفیت محصول را افزایش داد (Davis et al., 2025).

نتیجه¬گیری

۱-پیوند در سبزیجات یک فناوری مؤثر، اقتصادی و زیست محیطی برای مقابله با چالش‌های فزایندهی کشاورزی ناشی از تغییرات اقلیمی و پاتوژن‌ها است.

۲- پیوند سبزیجات یک تکنیک مناسب است که می‌تواند برای کاهش تنش‌های زیستی و غیرزیستی مورد استفاده قرار گیرد و منجر به بهبود بهره‌وری و بازده اقتصادی شود.

۳- پیوند یک فناوری سازگار با محیط زیست است، زیرا به کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها و کودها در تولید سبزیجات کمک می‌کند و در نتیجه تولید سبزیجات ارگانیک را ترویج می‌دهد.

۴- پیوند سبزیجات روی پایه‌های انتخاب شده می‌تواند به طور واضح محتوای فلزات سنگین را در بافت‌های پیوندک کاهش دهد و به کاهش خطرات سلامتی کمک کند.

۵-در بازار بین‌المللی، تجارت نشاء پیوندی به سرعت در حال افزایش است و با توسعه صنعت سبزیجات پیوندی در ایران، این گزینه می‌تواند برای کسب درآمد ارزی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

عامریان، م. خادمی، ح. ۱۴۰۲. تأثیر پایه های مختلف بر خصوصیات رشدی و عملکرد خیار گلخانه ای رقم ناگین. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، ۲۷ تا ۳۰ شهریور ماه، گرگان، ایران.

عامریان، م. خادمی، ح. ۱۴۰۲. اثر پایه های داتوره و تاجریزی قرمز بر خصوصیات رشدی و عملکرد گوجه فرنگی گلخانه ای رقم کوئین. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، ۲۷ تا ۳۰ شهریور ماه، گرگان، ایران.

Amerian, M., Palangi, A., Gohari, G., and Ntatsi, G. 2024. Humic acid and grafting as sustainable agronomic practices for increased growth and secondary metabolism in cucumber subjected to salt stress. Scientific Reports, 14, 15883. https://doi.org/10.1038/s41598-024-66677-8

Amerian, M., Palangi, A., Gohari, G., and Ntatsi, G. 2024. Enhancing salinity tolerance in cucumber through Selenium biofortification and grafting. BMC Plant Biology, 24, 24. https://doi.org/10.1186/s12870-023-04711-z

Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Hassell, R., Levi, A., King, S.R. and Zhang, X. 2008. Grafting effects on vegetable quality. HortScience, 43(6): https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.6.1670

Gaion, L.A., Braz, L.T. and Carvalho, R.F. 2018. Grafting in vegetable crops: A great technique for agriculture. International Journal of Vegetable Science, 24(1): 85-102. https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1357062

Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., Echevarria, P.H., Morra, L. and Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. Scientia Horticulturae, 127(2): 93-105. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.003

Ulas, F., Kılıç, F.N. and Ulas, A. 2025. Alleviate the Influence of Drought Stress by Using Grafting Technology in Vegetable Crops: a Review. Journal of Crop Health, 77(2): 51.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Vegetable grafting: Exploring the science and practice of grafted vegetables

Masoomeh Amerian[1*]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
[*]*Corresponding Author: m.amerian@razi.ac.ir*

Abstract

Grafting is an ancient technique that involves the physical joining of genotypically distinct shoot and root systems, in order to achieve a desirable compound plant. This practice is widely used in modern agriculture to improve biotic and abiotic stress tolerance, modify plant architecture, induce precocious flowering and rejuvenate old perennial varieties, boost yield, and more. Grafting is a common agronomic practice in vegetable production, especially for vegetables of the Solanaceae and Cucurbitaceae families. This technique increases crop growth, increases fruit yield and quality, and improves plant resistance to soil-borne diseases and other environmental stresses. Grafted vegetables have a well-developed root system that allows for the uptake of large amounts of nutrients and trace elements, leading to improved scion growth and development. In addition, grafting can alter the metabolism of various chemicals in the fruit, which can lead to improved fruit quality. Overall, grafting serves as an essential tool for optimizing vegetable productivity and tolerance.

Keywords: Grafted transplant, Rootstock, Scion, Vegetable.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی شاخص‌های رقابتی در کشت توام پیاز و کاهو

عبدالستار دارابی[1*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *darabi6872@yahoo.com*

چکیده

در کشت توام به جای تک کشتی و یا کشت فقط یک گونه گیاهی، دو و یا چند گونه گیاهی به‌طور مخلوط کشت می‌شوند. افزایش عملکرد در واحد سطح، کاهش خسارت آفات وبیماری‌ها، استفاده کارآمدتر از منابع و کاهش فرسایش خاک بعضی از مزایای کشت توام است. به منظور ارزیابی شاخص‌های رقابتی در کشت توام پیاز و کاهو و تعیین گونه غالب، این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۴ تیمار و با سه تکرار طی دو سال زراعی (۱۳۹۹-۱۳۹۷) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص پیاز و کاهو و سه الگوی کشت توام: ۲۵ درصدکاهو + ۷۵ درصد پیاز، ۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز و ۷۵ درصد کاهو + ۲۵درصد پیاز در ۴ تراکم کاشت بودند. فاصله بین بوته‌های کاهو روی ردیف ۲۰ و۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های پیاز روی ردیف ۵ و ۷ سانتی‌متر منظور شد. بذور کاهو و پیاز هم‌زمان در اواسط مهر ماه در خزانه کشت شدند. نشاهای کاهو در اوایل آذر ماه و نشاهای پیاز در اوایل دی ماه به مزرعه منتقل شدند. کاهو در واسط اسفند و سوخ‌های پیاز در اواخر اردیبهشت برداشت گردیدند. پس از برداشت شاخص‌های رقابتی شامل ضریب تراکم نسبی، غالبیت و کاهش واقعی عملکرد محاسبه شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای کشت توام بر کلیه شاخص‌های رقابتی مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مثبت بودن شاخص غالبیت کاهو (به استثنای یک تیمار)، بیشتر شدن ضریب نسبی تراکم (به استثنای دو تیمار) و کاهش واقعی عملکرد (به استثنای یک تیمار) برای کاهو، بیانگر غالب بودن کاهو در کشت مخلوط می‌باشد. در این پژوهش تراکم نسبی کشت توام در همه تیمارها از یک بیشتر و کاهش واقعی عملکرد مثبت بود که نشان دهنده برتری عملکرد تیمارهای کشت توام بر کشت خالص دو گیاه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سوخ، ضریب نسبی تراکم، کاهش واقعی عملکرد، غالبیت.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، موجب افزایش نیاز بشر به مواد غذایی گردیده است. این امر، موجب گسترش تولیدات کشاورزی و به تبع آن، تاثیرسوء بر خاک ومنابع پایه شده‌است. استفاده از کود و سموم شیمیایی علاوه برآلوده سازی خاک و آب‌های سطحی و زیرزمینی باعث فرسایش ژنتیکی و انقراض گونه‌های جانوری و گیاهی نیز می‌شوند. این فرآیندها به‌تدریج تعادل زیست محیطی و بومی را بر هم می‌زند. راهبردهایی که هدف آن‌ها مقابله با این مشکلات فزاینده است به‌عنوان کشاورزی پایدار شناخته می‌شود. افزایش توجه به تولید پایدار و حفظ محیط زیست سبب استفاده بهینه از منابع قابل دسترس، حفاظت هر چه بشتر محیط زیست و عملکرد پایدار گردید (Maitra et al., 2021). دراین راستا، ایجاد تنوع در سیستم‌های زراعی، به عنوان راه حلی مناسب جهت رفع برخی از مشکلات کشاورزی مدرن پیشنهاد شده است. ازجمله راهکارهای مورد نظر این نگرش، می‌توان به سیستم کشت مخلوط اشاره نمود. در کاشت توام، یک گیاه در بخشی یا تمام دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر می‌باشد، در نتیجه کشت توام امکان برقراری روابط متقابل بین محصولات مختلف را فراهم ساخته اس و موجب افزایش عملکرد در واحد سطح، کاهش خسارت آفات وبیماری‌ها، کاهش رشد علف‌های هرز، استفاده کارآمدتر از منابع و کاهش فرسایش خاک می‌شود (Bargaz et al., 2015).

پیاز و کاهو مهم در استان خوزستان می‌باشند. مدت زمان دوره رشد و نمو پیاز در خوزستان، بسته به رقم بین ۱۷۰ تا ۱۹۰ روز و کاهو بین ۱۱۰ تا ۱۵۰ روز است ، بنابراین احتمال افزایش عملکرد در کشت توام این دو محصول بسیار زیاد است. بعد از برداشت کاهو، منابع

محیطی بیشتری در مقایسه با تک کشتی در اختیار پیاز قرار خواهد گرفت. با عنایت به‌این‌که تاکنون هیچ گزارشی از کشت توام این دو سبزی مهم در کشور منتشر نشده است، این تحقیق به بررسی شاخص‌های رقابتی در کشت توام پیاز و کاهو صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۴ تیمار، با سه تکرار طی دو سال زراعی (۱۳۹۹-۱۳۹۷) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان انجام گرفت. ارقام مورد بررسی برای پیاز و کاهو به‌ترتیب پریماورا و طاووسی بود. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از کشت خالص پیاز با فاصله بین بوته ۷ سانتی‌متر، کشت خالص کاهو با فاصله بین بوته ۳۰ سانتی‌مترو سه الگوی کشت توام: ۲۵درصد پیاز + ۷۵ درصد کاهو (سه ردیف کاهو و یک ردیف پیاز)،۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (دو ردیف کاهو و دو دو ردیف پیاز)، ۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز (یک ردیف کاهو و سه ردیف پیاز) در ۴ تراکم کاشت، فاصله بین بوته‌های پیاز روی ردیف ۵ و ۷ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های کاهو روی ردیف ۲۰ و۳۰ سانتی‌متر (فواصل ۲۰-۵، ۲۰-۷، ۳۰-۵ و ۳۰-۷ سانتی‌متر اعداد سمت چپ و راست به‌ترتیپب قاصله بوته‌های پیاز و کاهو روی ردیف را نشان می‌دهند) بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت در کلیه تیمارها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذور کاهو و پیاز هم‌زمان در اواسط مهرماه در خزانه کشت شد. نشاهای کاهو در اوایل آذر ماه و نشاهای پیاز در مرحله ۲ تا ۳ برگی و در اوایل دی ماه به مزرعه منتقل شدند. کاهوها در هنگام حداکثر رشد رویشی و فشردگی پوم (هد) در واسط اسفند برداشت شدند. برداشت سوخ‌های پیاز در زمان افتادگی ۵۰ تا ۸۰ درصد برگ‌ها و شروع خشک شدن آن‌ها (در اواخر اردیبهشت) صورت گرفت (Brewster, 2008). برای تعیین میزان رقابت بین گیاهان و غالبیت نسبی یک گونه بر گونه دیگر شاخص‌های رقابتی ضریب تراکم نسبی یا K (Relative crowding coefficient) ، شاخص غالبیت یا A (Aggressively) و کاهش واقعی عملکرد یا AYL (Actual yield loss) با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

$K= k_{Onion} \times k_{Lettuce}$

$k_{Onion}= (Y_{OI} \times Z_{LI}) / (Y_{OM} - Y_{OI}) Z_{OI}$

$k_{Lettuce}= (Y_{LI} \times Z_{OI}) / (Y_{LI} - Y_{LM}) Z_{LI}$

$A_{Onion}= (Y_{OI} / Y_{OM} \times Z_{OI}) - [(Y_{LI} / (Y_{LM} \times Z_{LI})$

$A_{Lettuce}= (Y_{LI} / Y_{LM} \times Z_{LI}) - (Y_{OI} / Y_{OM} \times Z_{OI})$

$AYL= AYL_{Onion} + AYL_{Onion}$

$AYL_{Onion}= (Y_{OI} / Z_{Onion}) / (Y_{OM} / Z_{OM}) - 1$

$AYL_{Lettuce} = (Y_{LI} / Z_{LI}) / (Y_{LM} / Z_{LM}) - 1$

در این روابط Y_{OI}و Y_{OM} به ترتیب عملکرد پیاز در کشت مخلوط و تک کشتی و Y_{LI} و Y_{LM} عملکرد کاهو در کشت مخلوط و تک کشتی، Z_{OI} و Z_{LI} به ترتیب نسبت پیاز و کاهو در کشت توام و Z_{OM} و Z_{LM} به‌ترتیب نسبت پیاز و کاهو در کشت خالص (۱۰۰) و LER نسبت برابری زمین می‌باشند (Maitra et al., 2021). در انتها با نرم افزارSPSS بر روی نتایج حاصله تجزیه واریانس مرکب انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای کشت توام بر کلیه شاخص‌های رقابتی مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. اگر در هردوگیاه شرکت کننده در مخلوط، ضریب نسبی تراکم برابر یک باشد. رقابت درون گونه‌ای با برون گونه‌ای برابر است. اگر ضریب نسبی برای هر دو گونه برابر باشد، در مخلوط حالت موازنه یا تعادل برقرار است. در حالتی که ضریب نسبی تراکم برای هر هر گونه برابر واحد نباشد، گیاهی که ضریب آن بیشتر است گیاه غالب خواهد بود. با استفاده از این شاخص اگر ضریب تراکم مخلوط از یک بزرگتر باشد، نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط است. اگر این شاخص مساوی یک باشد، میزان عملکرد زراعت کشت مخلوط و تک کشتی برابر است

و اگر ضریب تراکم مخلوط از یک کوچک‌تر باشد. زراعت مخلوط سودمند نمی‌باشد (مظاهری، ۱۳۷۴). به استثنای دو تیمار (کشت مخلوط ۲۵٪ کاهو + ۷۵٪ پیاز با فواصل ۳۰-۵ و ۲۰-۵سانتی‌متر)، که تراکم نسبی برای پیاز بزرگتر از کاهو بود، در سایر تیمارها این شاخص درکاهو از پیاز بیشتر شد (جدول ۱)که نشان‌دهنده غالب بودن بودن کاهو بر پیاز می‌باشد.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های ضریب نسبی تراکم و کاهش واقعی عملکرد پیاز ، کاهو و کشت مخلوط.

تیمار	ضریب نسبی تراکم پیاز	ضریب نسبی تراکم کاهو	ضریب نسبی تراکم کشت توام	شاخص غالبیت پیاز	شاخص غالبیت کاهو	کاهش عملکرد واقعی پیاز	کاهش عملکرد واقعی کاهو	کاهش عملکرد واقعی کشت توام
۲۵٪ کاهو+۷۵٪ پیاز (۳۰-۷)	۱/۰۳d	۱/۹۰de	۱/۹۶fg	-۰/۵۶۷h	۰/۵۶۷b	۰/۰۰۴e	۰/۵۲۶b	۰/۵۳۰e
۲۵٪ کاهو+۷۵٪ پیاز (۳۰-۵)	۴/۰۱a	۱/۹۱de	۷/۷۰b	-۰/۴۵۰g	۰/۴۵۰c	۰/۱۴۵bc	۰/۵۵۸b	۰/۷۰۳c
۲۵٪ کاهو+۷۵٪ پیاز(۲۰-۷)	۱/۵۴bc	۲/۳۹cd	۳/۷۰d	-۰/۷۸۲i	۰/۷۸۲a	۰/۰۰۷e	۰/۷۷۹a	۰/۷۸۶b
۲۵٪ کاهو+۷۵٪ پیاز (۲۰-۵)	۴/۱۰a	۲/۲۰cde	۹/۰۲a	-۰/۵۷۴h	۰/۵۷۴b	۰/۱۵۱bc	۰/۷۵۸ a	۰/۹۰۹a
۵۰٪ کاهو+۵۰٪ پیاز(۳۰-۷)	۱/۱۴d	۱/۶۵e	۱/۸۷g	-۰/۱۸۱d	۰/۱۸۱f	۰/۰۵۲de	۰/۲۱۳e	۰/۲۶۵g
۵۰٪ کاهو+۵۰٪ پیاز(۳۰-۵)	۱/۸۲b	۱/۸۵de	۳/۳۷de	-۰/۰۰۰۵a	۰/۰۰۰۵i	۰/۲۱۶ab	۰/۳۱۱d	۰/۵۲۷e
۵۰٪ کاهو+۵۰٪ پیاز(۲۰-۷)	۱/۰۷d	۲/۷۵c	۲/۹۴def	-۰/۳۸۱f	۰/۳۸۱d	۰/۰۳۱e	۰/۴۱۶c	۰/۴۴۷e
۵۰٪ کاهو+۵۰٪ پیاز (۲۰-۵)	۱/۶۷b	۲/۳۹cd	۳/۹۹d	-۰/۲۰۰d	۰/۲۰۰f	۰/۲۳۳a	۰/۳۹۸c	۰/۶۳۱d
۷۵٪ کاهو+۲۵٪ پیاز (۳۰-۷)	۱/۰۷d	۱/۹۱de	۲/۰۴fg	-۰/۰۳۱b	۰/۰۳۱h	۰/۰۰۳e	۰/۰۹۴f	۰/۰۹۷h
۷۵٪ کاهو+۲۵٪ پیاز(۳۰-۵)	۱/۲۰d	۲/۱۰de	۲/۲efg	۰/۰۱۳a	-۰/۰۱۳i	۰/۱۱۳cd	۰/۰۹۸f	۰/۲۱۱g
۷۵٪ کاهو+۲۵٪ پیاز(۲۰-۷)	۱/۱۰d	۵/۲۵b	۵/۷۸c	-۰/۲۲۸e	۰/۲۲۸e	۰/۰۰۱e	۰/۲۳۳e	۰/۲۳۴g
۷۵٪ کاهو+۲۵٪ پیاز(۲۰-۵)	۱/۲۲cd	۷/۲۲ab	۸/۸۱ab	-۰/۱۲۳c	۰/۱۲۳g	۰/۱۳۰e	۰/۲۵۹e	۰/۳۸۹f

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از لحاظ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

در این پژوهش تراکم نسبی مخلوط در همه تیمارها بیشتر از یک بود (جدول ۱) که بیانگر سودمندی کشت مخلوط و استفاده بهتر از شرایط محیطی در این نحوه کشت است. هماهنگ با این نتایج رفتاری و همکاران (۱۳۹۷) نیز گزارش نمودند در کشت مخلوط کاهو و نخود فرنگی نسبت برابری زمین وتراکم نسبی مخلوط در کلیه تیمارهای کشت توام از یک بزرگ‌تر بود. یکی دیگر از شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی میزان رقابت در کشت مخلوط و مشخص کردن گونه‌های غالب و مغلوب، ضریب غالبیت است. در کلیه تیمارهای کشت توام به استثنای تیمار ۷۵٪کاهو + ۲۵٪ پیاز با فواصل ۳۰-۵ سانتی‌متر، کاهو قدرت رقابتی بیشتری برای استفاده از منابع در کشت مخلوط داشت و در نتیجه ضریب غالبیت برای این گیاه مثبت شد. (جدول ۱). نتایج پژوهش اسدی و همکاران (۱۳۹۵) مشخص نمود در کشت توام ذرت شیرین و بادمجان، شاخص غالبیت ذرت شیرین در تمامی نسبتهای مخلوط با بادمجان مثبت بود که نشاندهنده غالبیت ذرت شیرین در کشت مخلوط بود. کاهش یا (سودمندی واقعی) عملکرد، شاخصی است که اطلاعات حقیقی بیش‌تری در باره رقابت درون و برون گونه ای گیاهان همراه و رفتار هر گونه در سیستم کشت مخلوط نسبت به شاخص های دیگر می‌دهد. علامت مثبت نشان دهنده افزایش واقعی عملکرد و علامت منفی نشان دهنده کاهش واقعی عملکرد کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌باشد (رفتاری و همکاران، ۱۳۹۷). کاهش واقعی عملکرد کلیه تیمارهای کشت توام مثبت بود (جدول ۱) که نشان دهنده سودمندی کلیه تیمارهای کشت توام است. مطابق با این نتایج فلاح و همکاران (۱۳۹۳) در کشت مخلوط کلزا و نخودفرنگی با مثبت بودن کاهش واقعی عملکرد در کلیه تیمارهای کشت توام مواجه شدند، هم چنین این نتایج تایید کننده ارزیابی سودمندی کشت مخلوط با استفاده از شاخص ضریب تراکم نسبی می‌باشد. در کلیه تیمارهای کشت توام به استثنای تیمار ۲۵٪کاهو + ۷۵٪ پیاز با فواصل ۳۰-۵ سانتی‌متر کاهش واقعی عملکرد کاهو از پیاز بیشتر بود (جدول ۱)که مبین غالب بودن کاهو و مغلوب بودن پیاز در کشت توام می‌باشد. مثبت بودن شاخص غالبیت برای کاهو (به استثنای یک تیمار)، بیشتر شدن ضریب نسبی تراکم (به استثنای دو تیمار) و کاهش واقعی عملکرد (به استثنای یک تیمار) مبین این موضوع است که در رقابت بین این دو گیاه، کاهو گیاه غالب و پیاز گیاه مغلوب بود است. غالب بودن کاهو را می‌توان به رشد سریع کاهو و برگ‌های بلند و پهن این گیاه نسبت داد که در مقایسه با پیاز با رشد کند (به خصوص در اوایل دوره رشد و نمو) و برگ نازک، نور بیشتری را در مخلوط جذب نموه است. علاوه بر این سیستم ریشه کاهو بسیار گسترده‌تر از ریشه پیاز بوده و منجر به افزایش جذب عناصر غذایی و آب توسط این گیاه در کشت مخلوط شده

است(de Haan and Vassure, 2014) . هم‌چنین در این پژوهش تراکم نسبی کشت توام در همه تیمارها از یک بیشتر و کاهش واقعی عملکرد کلیه تیمارهای کشت توام مثبت گردید که نشان دهنده برتری عملکرد تیمارهای کشت توام بر کشت خالص دو گیاه می‌باشد.

منابع

اسدی، ق.، قربانی، ر.، بیچرانلو، ب. و باقری شیروان، م. ۱۳۹۵. اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays* var. *saccharata*) و بادمجان .(*Solanum melongena* L.) نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۶(۶): ۱–۱۵.

رفتاری، ا.، نخزری‌مقدم، ع.، مهدی‌ملاشاهی، م. و حسینی‌مقدم، ح. ۱۳۹۳. تأثیر الگوی کاشت و کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد و شاخص‌های رقابت نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) و کاهو .(*Lactuca sativa* L.) نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۶(۲): ۵۰۴–۵۱۵.

فلاح، س.، بهارلویی، س. و عباسی‌سورکی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی شاخص‌های رقابتی و اقتصادی کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۶(۳): ۵۷۱–۵۸۱.

مظاهری، د. ۱۳۷۴. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.

Bargaz, A., Isaac, M. E. E., Jensen, S. and Carlsson, G. 2015. Intercropping of faba bean with wheat under low water availability promotes faba bean nodulation and root growth in deeper soil layers. Procedia Environmental Sciences. 29: 111–112.

Brewster, J. L. 2008. Onions and other vegetable alliums. 2nd ed. CABI International, UK.

de Haan, J. L. and Vasseur, L. 2014. Above and below ground interactions in monoculture and intercropping of onion and lettuce in greenhouse conditions. American Journal of Plant Science. 5(14): 3319–3327.

Maitra, S., Hossain, A., Brestic, M., Skalicky, M., Ondrisik, P., Gitari, H., Brahmachari, K., Tanmoy, T., Shankar, T., Bhadra, P., BharatiPalai, J., Jena, J., Bhattacharya, U., Kumar Duvvada, S., Lalichetti, S. and Sairam, M. 2021. Intercropping—a low input agricultural strategy for food and environmental security. Agronomy. 11(2): 343.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Evaluation competitive indices in onion and lettuce intercropping

Abdol Satar Darabi[*1]
1. Crop and Horticultural Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran
[*]*Corresponding Author: darabi6872@yahoo.com*

Abstract

Cultivation of two or more crop species instead of only one crop is known as intercropping. The most significant benefits of intercropping are increase in final yield, decrease damages of pests and diseases, greater efficiency in using resources and less soil erosion. In order to evaluate the competitive indices in onion and lettuce intercropping and determine the dominant crop this experiment was set up in randomized complete block design with 14 treatments and three replications from 2018 to 2020 in the Research Farm of Behbahan Agricultural Research Station. The treatments included, sole crop of onion and lettuce, three planting patterns of intercropping: 75% lettuce and 25% onion, 50% lettuce and 50% onion as well as 25% lettuce and 75% onion. These patterens were planted in four planting densities (distance among lettuce plants were 20 and 30 cm and onion plants were 5 and 7 cm in rows). Seeds of lettuce and onion were sown in nursery simultaneously in mid-October. Seedlings of lettuce and onion were transplanted in late November and late December respectively. Lettuce was harvested in early March and onion in midMay. After harvesting competitive indices named relative crowding coefficient, aggressively and actual yield loss were calculated. Results of variance analysis showed the effect of intercropping treatments on competitive indices was significant at 1% probability level. Lettuce aggressively was positive (with the expection of one treatment) and relative crowding coefficient of lettuce (with the expection of two treatments) and lettuce actual yield loss (with the expection of one treatment) were greater than these indices in onion, therefore, lettuce was dominant crop. The Intercropping relative crowding coefficient and actual yield loss of all intercropping treatments were greater than unity and positive respectively, so that the superiority the yied of intercropping treatments as compared with sole crops was confirmed.

Key words: Aggressively, Actual yield loss, Bulb, Relative crowding coefficient.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر تنک دستی و شیمیایی بر عملکرد خرما رقم خضراوی

منصور جلالی[۱*]، نوراله معلمی[۱]، اسمعیل خالقی[۱]، شهره زیودار[۱] و مصطفی رحمتی جنیدآباد[۲]

۱- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

*نویسنده مسئول: *mansourjalali2016@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنک دستی و شیمیایی بر عملکرد خرما رقم خضراوی، آزمایشی در دانشگاه شهید چمران اهواز در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ اجرا شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل تنک دستی (عدم تنک دستی، حذف ۳۳ درصد، حذف ۲۵ درصد از تعداد کل خوشچه‌ها) و تنک شیمیایی (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید) بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنک دستی و شیمیایی بر عملکرد اثر معنی‌داری داشت. به‌طور کلی نتایج به‌دست آمده نشان داد تیمار تنک دستی با حذف یک‌چهارم (۲۵ درصد) از تعداد کل خوشه‌چه‌ها و تنک شیمیایی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید، موجب بهبود کمی میوه خرما رقم خضراوی گردیده و به نخل‌داران قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: تنک میوه، خرما، عملکرد و نفتالین استیک اسید

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) متعلق به خانواده Arecaceae است و بیشتر در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌ویژه در مناطق آسیای غربی و شمال آفریقا پرورش داده می‌شود-(Jalali et al., 2013). رتبه سوم تولید جهانی مربوط به خرما در ایران با حدود ۱/۶ میلیون تن می‌باشد. از نظر صادرات خرما، ایران با ۱۱۸ میلیون دلار صادرات در جایگاه ششم جهان قرار دارد (FAO, 2021). از کل سطح زیر کشت خرما مثمر (حدود ۳۷ هزار هکتار) استان خوزستان، رقم خضراوی بعد از استعمران ، دومین رقمی است که در استان بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. رقم خضراوی از ارقام نیمه‌خشک بوده و از نظر صادرات در مرتبه دوم اهمیت قرار دارد. سال‌آوری در نخل خرما رایج است. تنک‌کردن میوه یک عامل مهم در زنجیره تولید نخل خرما است که بر رشد، کیفیت، عملکرد میوه و تنظیم باروری سالانه درخت تأثیر می‌گذارد. تنک در درختان میوه به سه روش دستی، مکانیکی و شیمیایی انجام می‌پذیرد. یکی از روش‌های رایج در بهبود خصوصیات میوه خرما، تنک دستی است(Bashir et al., 2014; Moustafa et al., 2019) که می‌توان با کاهش تعداد میوه‌ها در هر خوشچه یا تعداد خوشه‌ها در هر نخل (Hussein, 1970) یا کاهش تعداد خوشچه‌ها (Bakr et al., 2005; Mostafa et al., 2019) انجام گیرد. یکی دیگر از روش‌ها، تنک شیمیایی است، تنک‌کننده‌های شیمیایی زیادی مانند اتفون، نفتالین استیک اسید، اسید جیبرلیک، تیوسولفات آمونیم موجود است که کیفیت میوه خرما را بهبود بخشیده است. تحقیقات گسترده‌ای بر تأثیر تنک دستی بر میوه‌های دیگر نظیر زردآلو رقم پریانا و بلیانا (Son, 2004) و رقم گردی (Taghipour et al., 2011)، هلو (Dhinesh Babu K. and D.S. Yadav. 2004) و پسته (Ramazanian and rahemi, 2006) گزارش شده است. با تنک دستی ۱۵ و ۳۰ درصد از تعداد خوشه‌چه‌ها از مرکز هر خوشه خرما رقم خلاص، به‌طور کلی، میانگین عملکرد در هر نخل و در هر خوشه برای تیمارهای مختلف کمتر از تیمار شاهد بود. تیمارهای تنک‌کردن (به‌ویژه در حذف ۳۰ درصد خوشه‌چه از مرکز خوشه در ۴ هفته پس از گرده‌افشانی) صفات کیفی میوه‌ها را بهبود بخشید (Mostafa et al., 2019). در تحقیقی بر روی خرما رقم "کور" مشاهده شد که ابعاد، وزن میوه، درصد TSS و عملکرد در هر نخل در تمام سطوح تنک دستی خوشه (۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد خوشه‌چه‌ها در هر خوشه به‌صورت تصادفی حذف گردید) نسبت به شاهد بهبود یافتند، البته تیمار ۵۰ درصد در ۵ هفته پس از گرده‌افشانی بهترین نتایج را در پی داشت (Bashir et al., 2014). کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند-تأثیر مطلوبی بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه خرما داشته باشد (Jalali et al., 2013). از دیگر کاربردهای تنظیم‌کننده‌های رشد، اثر تنک‌کنندگی آنهاست. تنک‌کننده‌های زیادی مانند اتفون (Al-Saikhan et al., 2015) ، نفتالین استیک اسید، کاربارل و اسید جیبرلیک (Son, 2004)، آبسیسیک

اسید، نفتالین استامید و بنزیل‌آدنین (Tejpal et al., 2018) وجود دارند که موجب بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه گردیدند. نفتالین استیک اسید (NAA) و اتفون به عنوان عوامل تنک‌کننده سازگارتر بودند، اما اثربخشی آنها تحت تأثیر عواملی مانند غلظت، رقم، زمان، تغذیه درخت و تنش آبی و شرایط محیطی (دما و رطوبت نسبی) قرار گرفت. با توجه به نتایج منتشر شده، NAA به‌صورت تجاری بر روی مرکبات، به‌ویژه در نارنگی، استفاده می‌شود. اکسین‌های مصنوعی بخصوص نفتالین استیک اسید با غلظت ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر برای بهبود کیفیت میوه زردآلو بهترین تأثیر را داشت (Son, 2004). استفاده از تیمارهای اکسینی روی خرمای شاهانی سبب افزایش وزن میوه، طول و قطر میوه، وزن گوشت و نسبت گوشت به بذر گردید (Bakr et al., 2005). نفتالین استیک اسید یکی از تنک‌کننده‌های شیمیایی مؤثر بر میوه خرما است که در برخی از ارقام گزارش شده است (Bakr et al., 2005). کاربرد نفتالین استیک اسید در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی رقم برحی و سامانی، ۱۰ هفته بعد از تشکیل میوه و در طول دوره رشد کند میوه باعث افزایش وزن خوشه و بهبود خصوصیات فیزیکی شد (Harhash and Al-obead., 2007). همچنین این محققین تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات میوه را توصیه نمودند. کاربرد نفتالین استیک اسید با غلظت ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در طول دوره کند رشد میوه سبب افزایش وزن و بهبود صفات کمی در ارقام زاهدی و استعمران (Shabana et al., 1976)، خینزی (Aljubouri et al., 2001)، برحی (Aljubouri et al., 2002) و شاهانی (Abotalebi et al., 2006) شد.

بررسی تغییرات صفات کمی به‌خصوص عملکرد خرما و اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد و بهبود کمی یکی از موضوع‌های مورد توجه پژوهشگران مختلف است. در خوزستان، رقم خضراوی جزء یکی از مهمترین ارقام استان به‌شمار می‌آید (Hashempour, 1999)، بنابراین در این پژوهش نقش تنک دستی و شیمیایی و اثر آن بر عملکرد خرما رقم خضراوی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در نخلستان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهرستان ملاثانی (۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز) با طول و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و آزمایشگاه بخش باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام پذیرفت. این تحقیق طی دو سال متوالی بر روی خرما رقم "خضراوی" انجام شد. ۲۷ نخل ماده حدوداً ۲۰ ساله که به‌طور یکنواخت با اندازه و قدرت رشد تقریباً مساوی بودند، انتخاب شدند. گرده‌افشانی دستی (۲ تا ۳ روز پس از ترک‌خوردن اسپات) با قرار دادن پنج رشته نر غنامی قرمز تازه در مرکز اسپات ماده با استفاده از همان منبع گرده در دو سال استفاده شد. آزمایش به‌صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل تنک دستی (عدم تنک دستی، حذف یک سوم از تعداد کل خوشه‌چه‌ها (۳۳ درصد از تعداد کل خوشچه‌ها) و حذف یک چهارم از تعداد کل رشته‌ها (۲۵ درصد از تعداد کل خوشه‌چه‌ها) و تنک شیمیایی (عدم تنک شیمیایی، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید) می‌باشند و ضمناً با توجه به دو سال‌بودن آزمایش، تجزیه مرکب نیز صورت گرفت. تنک دستی در مرحله کیمری (۱۲ تا ۱۳ هفته پس از گرده‌افشانی) و تنک شیمیایی در مرحله حبابوک (حدود ۴ هفته پس از گرده‌افشانی) انجام گردید.

عملکرد (کیلوگرم در هر نخل): در برداشت نهایی (در مرحله خرما) میوه‌ها از خوشه جدا و توزین گردید. تجزیه آماری داده‌ها شامل تجزیه مرکب، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 9.4) انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

- اثر انواع تنک بر عملکرد در هر نخل

داده‌های تجزیه واریانس مرکب نمایانگر آن بود که اثرات ساده و متقابل تنک دستی و تنک شیمیایی و همچنین اثر سال بر عملکرد در هر نخل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه مرکب شاخص عملکرد در هر نخل در مرحله خرما در هر نخل.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد در هر نخل
year	1	2525.6**
Block (year)	4	1.07 ns
a (Manual Thining)	2	106.5**
b (Chemical Thining)	2	55.9**
a*b	4	25.99**
CV (%)		6.09

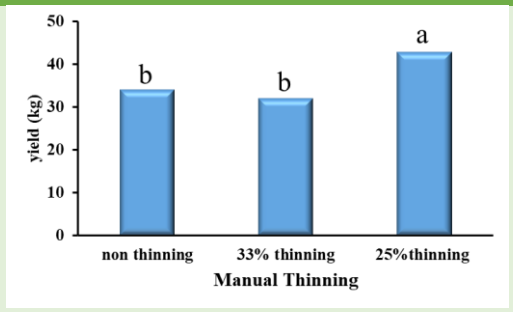
ns، * و ** به ترتیب معرف غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنک دستی و شیمیایی میوه خرما رقم خضراوی بر شاخص عملکرد در هر نخل در سال‌های اول و دوم در مرحله خرما.

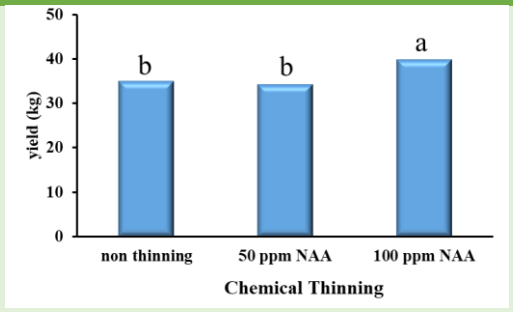
سال Year	a (Manual Thinning)	b (Chemical Thinning)	عملکرد در هر نخل Yield per palm (kg
1	0	0	31.63e
	0	1	34.97de
	0	2	36.09d
	1	0	31.81e
	1	1	27.3f
	1	2	37.22cd
	2	0	41.78b
	2	1	40.67bc
	2	2	46.44a
2	0	0	19.1d
	0	1	26.62a
	0	2	23.4bc
	1	0	20.58d
	1	1	25.33ab
	1	2	24.49ab
	2	0	23.24bc
	2	1	20.67d
	2	2	21.37cd

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

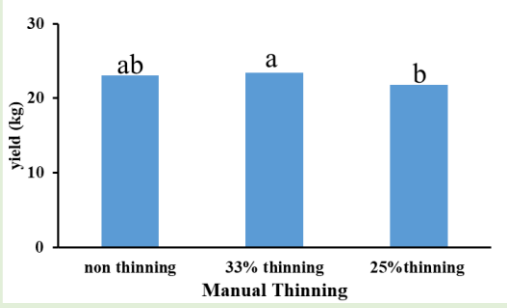
الف



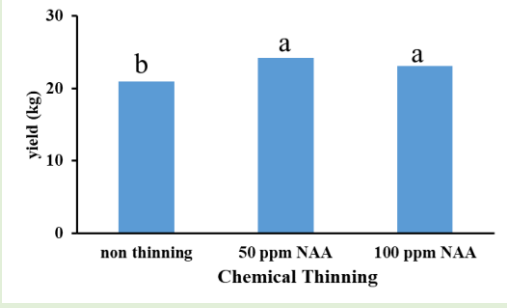
ب



ج



د



شکل ۱– اثر تنک دستی و شیمیایی در سال اول (الف و ب) و دوم (ج و د) بر عملکرد هر نخل.

با توجه به معنی‌دارشدن اثر سال بر عملکرد در هر نخل، نتایج مقایسه میانگین‌های این شاخص در سال اول نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد در هر نخل خرما رقم خضراوی به‌ترتیب (۴۶/۵ کیلوگرم) در تیمار تنک دستی حذف یک‌چهارم از تعداد کل خوشه‌چه‌ها و تنک شیمیایی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین‌استیک‌اسید و (۲۷/۳ کیلوگرم) در تیمار تنک دستی حذف یک سوم از تعداد کل خوشه‌چه‌ها و تنک شیمیایی با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین‌استیک‌اسید و در سال دوم بیشترین و کمترین عملکرد در هر نخل به‌ترتیب (۲۶/۶۲ کیلوگرم) در تیمار بدون تنک دستی و تنک شیمیایی با ۵۰ میلی گرم در لیتر نفتالین‌استیک‌اسید و (۱۹/۱ کیلوگرم) در تیمار بدون تنک دستی و بدون تنک شیمیایی (شاهد) به‌دست آمد-(جدول ۲). حذف ۱۵ درصد از کل تعداد خوشه‌چه‌ها پس از ۸ هفته از گرده‌افشانی در خرما رقم خضراوی باعث افزایش قابل توجه وزن خوشه و عملکرد در هر نخل گردید-(Moustafa et al., 2019). نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های (Moustafa, 1997; Soliman et al, 2011; Mustafa et al, 2019) (AL-Obeed et al, 2005; Bashir et al,. 2014) متناقض است. ولی با نتایج همسو است. در مطالعه حاضر، در سال اول حداکثر عملکرد در هر نخل با تیمار تنک دستی حذف یک‌چهارم از تعداد کل خوشه‌چه‌ها و تنک شیمیایی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین‌استیک‌اسید و در سال دوم با تیمار بدون تنک دستی و تنک شیمیایی با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین‌استیک‌اسید حداکثر عملکرد حاصل گردید-(شکل ۱)، که ممکن است این امر به دلیل، افزایش ابعاد و وزن میوه باشد. این افزایش عملکرد می‌تواند به‌دلیل کاهش تراکم میوه‌ها باشد که میوه‌های باقیمانده برای رشد طبیعی شانس بیشتری پیدا می‌کنند و به‌عنوان مقصد قوی برای جذب آب و مواد غذایی عمل نمایند و در نهایت عملکرد نهایی در هر نخل افزایش یابد. همچنین این افزایش عملکرد می‌تواند ناشی از رشد میوه در اثر دو فرآیند تقسیم و بزرگ‌شدن سلولی باشد. تقسیم یاخته‌ای پس از لقاح آغاز می‌شود و تا اواخر مرحله حبـابوک ادامه دارد و بـا شروع مرحله کیمری بزرگ شدن سلول رخ می‌دهد و این فرآیند تا پایان مرحله کیمـری ادامه دارد. توزیع مناسب مواد غذایی بین میوه‌ها در فرآیند تقسیم و بزرگ‌شدن سلولی باعث افزایش اندازه میوه‌ها و در نهایت افزایش عملکرد در هر نخل می‌گردد. تنک میوه با برقراری توازن مناسب بین اندازه میوه و عملکرد، موجب افزایش محصول شده است. بنابراین ترکیب تنک دستی و شیمیایی می‌تواند-تأثیر بهتری بر افزایش عملکرد داشته باشد.

منابع

جلالی، م.، معلمی، ن. و مرتضوی، م. ح. ۱۳۹۳. اثر اسید جیبرلیک و بنزیل آدنین بر صفات کمی و کیفی خرمای رقم استعمران در اهواز. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۳۷(۳): ۱۰۵–۱۱۴.

Al-Saikhan, M. S. and Sallam, A. A. 2015. Impact of chemical and non-chemical thinning treatment on yield and fruit quality of date palm. Journal of Food and Research. 4(4): 18–24.

Atawia, A. A. R. El., El-Akkad, T. A. M. and Hassan, T. M. 2020. Effect of thinning treatments on some physical and chemical fruit characters of Barhy and Magdool date palm cultivars. Annals of Agricultural Science, Moshtohor. 58(2): 339–350.

Bakr, E. I., El-Kasary, S., El Banna, A. and Ghazawy, H. S. 2005. Effect of NAA on fruit setting, bunch weight and fruit characteristics of Samani and Zaghloul date palm cultivars. Journal of Agricultural Sciences, Mansoura University. 30(12).

Bashir, M. A., Ahmad, M., Altaf, F. and Shabir, K. 2014. Fruit quality and yield of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as affected by strand thinning. The Journal of Animal & Plant Sciences. 24(3): 951–954.

Food and Agriculture Organization. 2021. FAOSTAT.

Hassaballa, L. A., Ibrahim, M. M., Sharaf, M. M., Abdel-Aziz, A. Z. and Hagagy, N. A. 1983. Fruit physical and chemical characteristics of 'Zaghloul' date cultivar in response to some fruit thinning treatments. Annals Agricultural Science. 20(3): 3–14.

Moustafa, A. R., Abdel-Hamid, N., Abd El-Hamid, A., El-Sonbaty, M. R. and Abd El-Naby, S. K. M. 2019. [Title not provided]. Bulletin of the National Research Centre. 43: 204.

Soliman, S. S., Al-Obeed, R. S. and Harhash, M. M. 2011. Effects of bunch thinning on yield and fruit quality of Khalas date palm cultivar. World Journal of Agricultural Sciences. 7(1): 42–46.

Son, L. 2004. Effects of hand and chemical thinning on fruit size and quality of 'Priana' and 'Beliana' apricot (*Prunus armeniaca*) cultivars. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 32: 331–335.

Tejpal, S. B., Laxmi, R., Binayak, C. and Vikas, Y. 2018. Recent advances in use of plant growth regulators (PGRs) in fruit crops – A review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7(5): 1307–1336.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of manual and chemical thinning on the yield of Khadrawi date cultivar

Mansour Jalali[1*], Noorollah Moallemi[1], Esmaeil Khaleghi[1], Shohreh Zivdar[1] and Mostafa Rahmati Jonidabad[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

Corresponding Author: mansourjalali2016@gmail.com

Abstract

To investigate the effect of manual and chemical thinning on the yield of the Khadrawi date cultivar, an experiment was conducted at Shahid Chamran University of Ahvaz in 2022 and 2023. This experiment was conducted as a factorial design in a randomized complete block with three replications. The experimental factors included manual thinning (with and without manual thinning, removal of 33%, removal of 25% of the total number of clusters) and chemical thinning (0, 50, and 100 mg/L naphthalene acetic acid). the results demonstrated that the interaction between manual and chemical thinning significantly effect yield. Overall, the findings indicate that manual thinning by removing 25% of the total number of clusters combined with chemical thinning at 100 mg/L of naphthalene acetic acid improved the quantitative traits of the Khadrawi date fruit, and palm growers are recommended to adopt these practices.

Keywords: Dates, Fruit thinning, Naphthalene acetic acid, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تنک دستی و شیمیایی بر تغییرات خصوصیات کمی در مرحله برداشت (خرما) میوه خرما رقم خضراوی

منصور جلالی[1*]، نوراله معلمی[1]، اسمعیل خالقی[1]، شهره زیودار[1] و مصطفی رحمتی جنیدآباد[2]

۱- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

*نویسنده مسئول: *mansourjalali2016@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنک دستی و شیمیایی بر خصوصیات کمی در مرحله خرما میوه رقم خضراوی، آزمایشی در دانشگاه شهید چمران اهواز در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ اجرا شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل تنک دستی (عدم تنک دستی، حذف ۳۳ درصد، حذف ۲۵ درصد از تعداد کل خوشچه‌ها) و تنک شیمیایی (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید) بود. صفات کمی مورد ارزیابی شامل وزن تر، طول، قطر، نسبت طول به قطر، حجم و وزن مخصوص میوه بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنک دستی و شیمیایی بر صفات کمی نظیر وزن تر، طول و قطر میوه و حجم میوه اثر معنی‌داری داشت. به‌طور کلی نتایج به‌دست آمده نشان داد تیمار تنک دستی با حذف یک‌چهارم (۲۵ درصد) از تعداد کل خوشچه‌ها و تنک شیمیایی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید، موجب بهبود کمی میوه خرما رقم خضراوی گردیده و به نخل‌داران قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: تنک میوه، خرما، خصوصیات کمی، نفتالین استیک اسید.

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) متعلق به خانواده Arecaceae است و یکی از گیاهان با ارزش و مهم مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری خاورمیانه و شمال افریقا محسوب می‌شود. کشور ایران پس از کشورهای مصر و عربستان سعودی با تولید یک میلیون و دویست هزار تن میوه خرما در سال ۲۰۱۹ سومین کشور تولیدکننده میوه خرما در جهان می‌باشد-(Moalemi et al., 2023). از کل سطح زیر کشت خرما (حدود ۳۷ هزار هکتار) در استان خوزستان، رقم خضراوی بعد از استعمران، حدود ۸ درصد سطح زیر کشت را به‌خود اختصاص داده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تعداد میوه در هر خوشچه خرما و هم تعداد خوشچه‌ها در هر خوشه می‌تواند در هدایت شیره پرورده به درون میوه مؤثر باشد. جذب آب و احتمالاً اسیمیلات‌ها و مواد معدنی در میوه به‌طور مستقیم با تعداد میوه در هر خوشچه بستگی دارد. به‌منظور به‌دست آوردن میوه بزرگ، لازم است تا بین تعداد میوه در هر خوشه یک نسبت مناسبی برقرار باشد (Moalemi et al., 2023). در خرما تنک میوه به صورت دستی و شیمیایی انجام می‌شود، ولی استفاده از روش مناسب با کاهش هزینه و سرعت بیشتر برای نخلکاران از اهمیت خاصی برخوردار است-(Hassaballa et al., 1983). یکی از روش‌های رایج در بهبود خصوصیات میوه خرما، تنک دستی است (Bashir et al., 2014; Moustafa et al., 2019). در خرما تنک دستی به صورت کم‌کردن تعداد خوشه‌ها در هر نخل و یا کم کردن تعداد خوشچه ها در هر خوشه و یا کم کردن تعداد میوه در هر خوشچه انجام می شود. در پژوهشی که اثر تنک دستی در خصوصیات میوه ارقام زغلول و حیانی انجام شد، نتایج نشان داد که تنک خوشه و تنک خوشچه هر دو باعث افزایش معنی‌دار وزن میوه، اندازه میوه و درصد گوشت میوه در مقایسه با شاهد گردید-(Mostafa and El Akkad., 2011). کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند تأثیر مطلوبی بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه خرما داشته باشد-(Jalali et al., 2013). در درختان خرما نیز از مواد شیمیایی تنک‌کننده استفاده می شود. در پژوهشی از جیبرلین به غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر، نفتالین استیک اسید (NAA) به غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و اتفان به غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و مخلوط آنها در رقم برحی خرما استفاده شد-(Aljuburi et al., 2001).با توجه به نتایج منتشرشده، NAA به صورت تجاری بر روی مرکبات، به‌ویژه در نارنگی، استفاده می‌شود. اکسین‌های مصنوعی به‌خصوص نفتالین استیک اسید با غلظت ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر

برای بهبود کیفیت میوه زردآلو بهترین تأثیر را داشت (Son, 2004). اکسین‌ها در نمو و توسعه سلولی دخالت داشته و نقش بنیادی در تعیین الگوهای رشد میوه بازی می‌کنند. مصرف خارجی اکسین در برخی میوه‌ها، طی مراحل نمو موجب تحریک رشد میوه می‌گردد (Tijpal et al., 2018). کاربرد نفتالین استیک اسید با غلظت ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در طول دوره کند رشد میوه سبب افزایش وزن و بهبود صفات کمی در ارقام زاهدی و استعمران (Shabana et al., 1976)، خینزی (Aljubouri et al., 2001) ، برحی (Aljubouri et al., 2002) ، و شاهانی (Abotalebi et al., 2006) شد. با توجه به اینکه رقم خضراوی دومین رقمی است که در خوزستان بالاترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است و با توجه به این که در خوزستان میزان تولید در هر نخل این رقم نسبت به دیگر ارقام تجاری در سطح پایین‌تری قرار دارد، بنابراین تحقیق در این زمینه امری ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی اثر تیمارهای تنک دستی و شیمیایی بر خصوصیات فیزیکی در مراحل مختلف رشد میوه خرما رقم (خضراوی) است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در نخلستان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهرستان ملاثانی (۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز) با طول و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و آزمایشگاه بخش باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام پذیرفت. این تحقیق طی دو سال متوالی بر روی خرمای رقم "خضراوی" انجام شد. ۲۷ نخل ماده حدوداً ۲۰ ساله که به‌طور یکنواخت با اندازه و قدرت رشد تقریباً مساوی بودند، انتخاب شد. گرده‌افشانی دستی (۲ تا ۳ روز پس از ترک‌خوردن اسپات) با قرار دادن پنج رشته نر غنامی قرمز تازه در مرکز اسپات ماده با استفاده از همان منبع گرده در دو سال استفاده شد. آزمایش به‌صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل تنک دستی (عدم تنک دستی، حذف یک سوم از تعداد کل خوشچه‌ها (۳۳ درصد از تعداد کل خوشچه‌ها) و حذف یک چهارم از تعداد کل رشته‌ها (۲۵ درصد از تعداد کل خوشچه‌ها) و تنک شیمیایی (عدم تنک شیمیایی، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید) می‌باشند و ضمناً با توجه به دو سال‌بودن آزمایش، تجزیه مرکب نیز صورت گرفت. تنک دستی در مرحله کیمری (۱۲ تا ۱۳ هفته پس از گرده‌افشانی) و تنک شیمیایی در مرحله حبابوک (حدود ۴ هفته پس از گرده‌افشانی) انجام گردید.

طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه، حجم و وزن مخصوص میوه

جهت سنجش طول و قطر میوه بعد از برداشت ۱۰ عدد میوه، به‌طور تصادفی انتخاب شدند. با به‌دست آوردن طول و قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه محاسبه گردید. برای تعیین حجم میوه‌ها، از روش جابه‌جایی آب (تغییر وزن) استفاده شد و برای محاسبه وزن مخصوص میوه، با تقسیم وزن تر بر حجم میوه به‌دست آمد (Mortazavi, 2006).

تجزیه آماری داده‌ها شامل تجزیه مرکب، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 9.4) انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

اثر انواع تنک بر وزن تر میوه

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۱) نشان داد که اثر متقابل تنک دستی و شیمیایی و همچنین اثر ساده تنک شیمیایی بر وزن تر میوه در مرحله تمار اثر معنی‌داری داشت، ولی اثر ساده تنک دستی بر این صفت اثری معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس مرکب، اثر سال آزمایش بر این شاخص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر سال بر وزن تر میوه، نتایج مقایسه میانگین‌های این شاخص در سال اول نشان داد که بیشترین وزن تر میوه خرما رقم خضراوی در مرحله تمار در سال اول (۸/۴۱ گرم) در تیمار حذف یک سوم از تعداد کل-خوشچه‌ها و تنک شیمیایی با ۱۰۰ میلیگرم در لیتر نفتالین استیک اسید و در سال دوم (۸/۹ گرم) در تیمار حذف بدون تنک دستی و تنک شیمیایی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید-به‌دست آمد (جدول ۲).

میانگین وزن میوه خرمای "زغلول" با هر دو تیمار کوتاهکردن خوشه‌چه و حذف خوشه‌چه بهطور قابل توجهی افزایش یافت (Hassaballa et al., 1983). اثر تیمارهای تنک بر افزایش وزن میوه‌ها، شاید به‌دلیل کاهش تراکم میوه‌ها باشد که در نتیجه از فشردگی آنها در خوشه جلوگیری می‌کند، بنابراین این‌چنین میوه‌هایی برای رشد طبیعی شانس بیشتری پیدا می‌کنند (Moustafa, 1997). همچنین در اثر تیمارهای تنک، احتمالاً نسبت برگ به میوه افزایش یافته و باعث افزایش کربوهیدرات‌های هدایتشده از برگ‌ها به میوه‌ها می‌شود و وزن میوه‌ها از این طریق افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات (Al-Wasfy et al., 2008; Moustafa and El Akkad, 2011; Moustafa et al., 2019; Ostevarzade et al., 2021) با نتایج این پژوهش در یک راستا می‌باشد. افزایش وزن میوه توسط تیمارهای نفتالین استیک اسید می‌تواند در نتیجه کاهش درصد تشکیل میوه ایجاد شود (Abd El-Kader et al., 2008; Bakr et al., 2007; Al-Obeed et al., 2003; Aljuburi et al., 2003). بنابر نتایج حاصلشده میزان تأثیر تنک شیمیایی در افزایش وزن تر میوه بیشتر بوده و این می‌تواند نقش اثر نفتالین‌استیک‌اسید که یک نوع اکسین است را نشان دهد که به‌عنوان یک ماده مؤثر بر تنک میوه، تأثیر مثبتی بر افزایش اندازه سلول و بزرگشدن سلول میوه‌های باقیمانده داشته است.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب شاخص‌های وزن تر، طول، قطر، نسبت طول به قطر میوه، حجم و وزن مخصوص میوه در هر نخل در سال‌های ۱۴۰۱ و۱۴۰۲ در مرحله خرما.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن تر میوه Fresh weight	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	نسبت طول به قطر میوه Length/ diameter	حجم میوه Fruit volume	وزن مخصوص میوه Specific Weight
year	1	2.49**	5.102*	4.74**	0.32**	1.48*	0.0026**
Block (year)	4	0.38^{ns}	0.38^{ns}	0.32^{ns}	0.0003^{ns}	0.45 ^{ns}	0.00025 ^{ns}
a (Manual Thining)	2	0.74^{ns}	15.23**	1.58*	0.0036^{ns}	0.77 ^{ns}	0.00004 ^{ns}
b (Chemical Thining)	2	1.027*	18.84**	1.3^{ns}	0.014*	0.81 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
a*b	4	2.26**	9.5**	1.38*	0.0086^{ns}	2.5**	0.0002 ^{ns}
CV (%)		7.3	2.5	3.49	3.56	6.98	1.77

ns، * و ** به ترتیب معرف غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنک دستی و شیمیایی میوه خرما رقم خضراوی بر شاخص‌های وزن تر، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه، حجم و وزن مخصوص میوه در هر نخل در سال‌های ۱۴۰۱ و۱۴۰۲ در مرحله خرما.

سال year	a (Manual Thinning)	b (Chemical Thinning)	وزن تر میوه Fresh weight (g)	طول میوه Fruit length (mm)	قطر میوه Fruit diameter (mm)	نسبت طول به قطر میوه Length/ diameter	حجم میوه Fruit volume (cm3)	وزن مخصوص میوه Specific Weight (gr/cm3
1	0	0	5.88d	30.53e	18.47b	1.57abc	5.92d	1a
	0	1	7.62ab	34.3b	20.1a	1.57abc	7.62ab	1a
	0	2	6.58cd	33cd	19.67ab	1.62ab	6.61cd	1a
	1	0	7.74ab	33.1cd	20.23a	1.57abc	7.76ab	1a
	1	1	6.99bc	34.3b	20.67a	1.5c	7.04bc	1a
	1	2	8.41a	36.3a	20.2a	1.63a	8.42a	1a
	2	0	6. 1cd	32.57d	19. 3ab	1.53bc	6.13d	1a
	2	1	7.61ab	36.8a	19.9a	1.59abc	7.62ab	1a
	2	2	6.61cd	34.2bc	19.43ab	1.65a	6.65cd	1a
2	0	0	6.62b	30.33c	18d	1.74ab	6.52c	0.99a
	0	1	7.03b	34ab	19bc	1.74ab	6.9bc	0.99a
	0	2	8.92a	34ab	19.67ab	1.75a	8.82a	0.98a
	1	0	7.37b	34ab	19bc	1.81a	7.37bc	0.98a
	1	1	6.97b	31c	18.33cd	1.64b	6.81bc	0.99a
	1	2	7.53b	32.67b	19bc	1.71ab	7.44b	1a
	2	0	8.66a	34ab	20a	1.76a	8.74a	0.98a
	2	1	7.17b	34.67a	20a	1.74ab	7.17bc	0.99a
	2	2	7.15b	35a	19.67ab	1.75a	6.97bc	1a

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

اثر انواع تنک بر طول و قطر میوه

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب (جداول ۱) مشاهده گردید که اثر متقابل تنک دستی و شیمیایی و همچنین اثر ساده تنک شیمیایی و تنک دستی بر طول و قطر میوه اثر معنی‌داری داشت، البته اثر ساده تنک شیمیایی بر صفت قطر میوه اثری نداشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس مرکب، اثر سال آزمایش بر شاخص طول میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

نتایج مشابهی از اثر تنک دستی و شیمیایی میوه بر ابعاد میوه (طول و قطر میوه) خرما در ارقام مختلف نخل خرما گزارش شده است (Al-Obeed et al., 2005; Karami A., and Heidari M, 2006; Abd El-Kader et al., 2008; Moustafa and El Akkad, 2011; Bashir et al., 2014; Moustafa et al., 2019; Ostevarzade et al., 2021) پیش از این، خرما رقم سیوی با تیمار حذف ۳۰ درصد خوشه‌چه‌های مرکزی، حداکثر افزایش طول و قطر میوه در مقایسه با تیمار شاهد گزارش شد (Moustafa, 2008). طول و قطر میوه توسط نفتالین‌استیک‌اسید به غلظت ۳۰ ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت (Abd El-Ghaffar and Ceif El-Rahman, 1986; Al-Obeed et al., 2003; Abd El-Kader et al., 2008; Bakr, et al., 2007 and El-Kassas, 1986). رشد میوه در اثر دو فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلولی صورت می‌گیرد. تقسیم یاخته‌ای پس از لقاح آغاز می‌شود و تا اواخر مرحله حبابوک ادامه دارد و با شروع مرحله کیمری بزرگ شدن سلول رخ می‌دهد و این فرآیند تا پایان مرحله کیمری ادامه دارد. توزیع مناسب مواد غذایی بین میوه‌ها در فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلولی باعث افزایش اندازه میوه‌ها و بهبود شاخص‌های کمی می‌گردد. تنک اگر چه تعداد میوه‌ها در خوشه را کاهش می‌دهد، ولی می‌تواند باعث بهبود برخی شاخص‌های کمی میوه مانند وزن، طول و قطر آن شود (Nixon, 1936). نتایج این پژوهش نشان داد که تنک شیمیایی اثر بیشتری نسبت به تنک دستی داشته و این امر می‌تواند نماینگر تأثیر نفتالین‌استیک‌اسید باشد که ممکن است از طریق فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلولی باعث افزایش اندازه میوه‌ها و بهبود خصوصیات کمی میوه شده است.

اثر انواع تنک بر حجم و وزن مخصوص میوه

مطابق جدول نتایج تجزیه واریانس مرکب (جداول ۱) سال آزمایش بر این صفت در مرحله تمار در سطح پنج درصد اثر معنی‌دار داشت. اثر ساده تنک دستی و شیمیایی بر صفت حجم میوه غیرمعنی‌دار بود. نتایج مشابه از اثر تنک دستی و شیمیایی میوه برحجم میوه خرما در ارقام مختلف نخل خرما گزارش شده است (Soliman and Harhash, 2012; Moustafa et al., 2019). کاربرد نفتالین‌استیک‌اسید در کلیه غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر حجم میوه‌ها را افزایش داده است (Kamiab et al., 2016) که این افزایش حجم می‌تواند به دلیل کاهش تعداد میوه و توزیع بهتر آب و مواد غذایی بین میوه‌های باقیمانده باشد. همچنین نتایج نشان داد که اثرات ساده و متقابل تنک دستی و شیمیایی بر صفت وزن مخصوص میوه غیرمعنی‌دار بود.

منابع

جلالی، م.، معلمی، ن. و مرتضوی، م. ح. ۱۳۹۳. اثر اسید جیبرلیک و بنزیل آدنین بر صفات کمی و کیفی خرمای رقم استعمران در اهواز. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۳۷(۳): ۱۰۵–۱۱۴.

معلمی، ن.، خالقی، ا. و رضازاده کاوری، م. ۱۴۰۲. تأثیر تنک شیمیایی و دستی خوشه بر برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه خرمای رقم استعمران. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۳۰(۴): ۱۳۷–۱۵۲.

Aljuburi, H. J., Al-Masry, H. H. and Al-Muhanna, S. A. 2001. Effect of some growth regulators on fruit characteristics and productivity of the Barhee date palm tree cultivar. Fruit. 56: 325–332.

Al-Saikhan, M. S. and Sallam, A. A. 2015. Impact of chemical and non-chemical thinning treatment on yield and fruit quality of date palm. Journal of Food and Research. 4(4): 18–24.

Bakr, E. I., El-Kasary, S., El Banna, A. and Ghazawy, H. S. 2005. Effect of NAA on fruit setting, bunch weight and fruit characteristics of Samani and Zaghloul date palm cultivars. Journal of Agricultural Sciences, Mansoura University. 30(12).

Bashir, M. A., Ahmad, M., Altaf, F. and Shabir, K. 2014. Fruit quality and yield of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as affected by strand thinning. The Journal of Animal and Plant Sciences. 24(3): 951–954.

Dhinesh Babu, K. and Yadave, D. S. 2004. Physical and chemical thinning of peach in subtropical north eastern India. Acta Horticulturae. 662: 327–331.

Food and Agriculture Organization. 2021. FAOSTAT.

Mostafa, R. A. A. and El Akkad, M. M. 2011. Effect of fruit thinning rate on yield and fruit quality of Zaghlol and Haiany date palms. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5: 3233–3239.

Moustafa, A. R., Abdel-Hamid, N., Abd El-Hamid, A., El-Sonbaty, M. R. and Abd El-Naby, S. K. M. 2019. [Title not provided]. Bulletin of the National Research Centre. 3: 204.

Soliman, S. S., Al-Obeed, R. S. and Harhash, M. M. 2011. Effects of bunch thinning on yield and fruit quality of Khalas date palm cultivar. World Journal of Agricultural Sciences. 7(1): 42–46.

Son, L. 2004. Effects of hand and chemical thinning on fruit size and quality of 'Priana' and 'Beliana' apricot (*Prunus armeniaca*) cultivars. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 32: 331–335.

Tejpal, S. B., Laxmi, R., Binayak, C. and Vikas, Y. 2018. Recent advances in use of plant growth regulators (PGRs) in fruit crops – A review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7(5): 1307–1336.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of manual and chemical thinning on changes in quantitative characteristics at the harvest stage (tamar) of Khadrawi date fruit

Mansour Jalali[1*], Noorollah Moallemi[1], Esmaeil Khaleghi[1], Shohreh Zivdar[1] and Mostafa Rahmati Jonidabad[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

Corresponding Author: mansourjalali2016@gmail.com

Abstract

In order to investigate the effect of manual and chemical thinning on quantitative characteristics during the fruit ripening stage of Khadrawi date cultivar, an experiment was conducted at Shahid Chamran University of Ahvaz in 2022 and 2023. This experiment was conducted as a factorial experiment in a randomized complete block design with 3 replications. The experimental factors included manual thinning (no manual thinning, removal of 33%, removal of 25% of the total number of clusters) and chemical thinning (0, 50, and 100 mg/L naphthalene acetic acid). The quantitative characteristics evaluated included fresh weight, length, diameter, length-to-diameter ratio, volume, and fruit specific weight. The results showed that the interaction effect of manual and chemical thinning had a significant effect on quantitative characteristics such as fresh weight, fruit length and diameter, and fruit volume. In general, the obtained results showed that manual thinning treatment by removing one-fourth (25%) of the total number of clusters and chemical thinning with 100 mg/liter of naphthalene acetic acid resulted in the quantitative traits in the date fruit of the Khadrawi variety, and palm growers are recommended.

Keywords: Dates, Fruit thinning, Quantitative characteristics, Naphthalene acetic acid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات تاریخ‌های مختلف کاشت و برداشت روی عملکرد ارقام سیب‌زمینی در اردبیل

بهرام دهدار مسجدلو[1*]

۱- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

*نویسنده مسئول: *Bahram_dehdar@yahoo.com*

چکیده

این تحقیق برای تعیین مناسبترین تاریخ کاشت و برداشت جهت حصول حداکثر عملکرد در منطقه اردبیل روی دو رقم سیب زمینی آگریا و کایزر انجام شد. جهت اجرای آزمایش از طرح آماری کرتهای دو بار خرد شده (اسپلیت- اسپلیت پیلت) در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل به مدت دو سال (۱۳۸۲-۱۳۸۱) استفاده شد. نتایج نشان داد که کرت‌های اصلی دو رقم سیب زمینی ، کرت فرعی تاریخ‌های کاشت و کرت فرعی تاریخ‌های برداشت بود. تجزیه مرکب برای صفات مورد مطالعه نشان داد که اثرات رقم، تاریخهای کاشت و برداشت روی عملکرد غده‌ها، متوسط تعداد غده بوته‌ها، متوسط وزن غده‌ها(گرم) و متوسط تعداد ساقه اصلی در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند. رقم آگریا با متوسط عملکرد ۳۵۸۳۵/۶ تن در هکتار در تاریخ ۱۴ اردیبهشت با عملکرد ۲۹/۰۷۶ تن در هکتار و تاریخ براشت ۱۴ مهربا عملکرد ۳۱/۵۴ تن در هکتار در سطح بالاتری قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی : سیب زمینی، تاریخ کاشت، تاریخ برداشت.

مقدمه

هدف از تعیین تاریخ کاشت ،پیدا نمودن زمان کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است به گونه ای که مجموعه عوامل محیطی حادث در آن زمان برای سبز شدن ، استقرار و بقای گیاهچه مناسب بوده و ضمن اینکه هر مرحله از رشد گیاه با شرایط مطلوب روبرو می شود با شرایط نامناسب محیطی نیز روبرو نگردد . بایستی تاریخ کاشت هر رقم را برای هر فصل کاشت با توجه به شرایط محیطی ، خصوصیات رقم و هدف کاشت تعیین نمود . هرچه از شرایط مناسب سبز شدن دورتر شویم از سرعت سبز شدن و بنیه گیاهچه کاسته می شود . طولانی گشتن زمان سبز شدن فرصت زیادی به آفات و امراض برای حمله به بذر (که در این مرحله بسیار حساس است) می دهد . نتیجه کار عوامل فوق نزول عملکرد نهایی محصول است . تاریخ کاشت بایستی به نحوی انتخاب گردد که تمام مراحل رشد گیاه از کلیه عوامل نامساعد محیطی محفوظ و مصون باشند . از این نظر تعیین تاریخ کاشت مستلزم آگاهی کامل از فیزیولوژی و رشد گیاه و همچنین تغییرات قابل پیش بینی محیط است. کاشت زود یا دیر هنگام محصولات بهاره نیز مشکلات خاص خود را دارد . چنانچه دوره جوانه زدن و استقرار گیاهچه با سرمای اواخر زمستان و اوایل بهار روبرو گردد ،گیاهچه ممکن است ضعیف شود و حداکثر قدرت تولیدی گیاه به ظهور نرسد . تاخیر در کاشت محصول بهاره نیز می تواند جوانه زدن را با گرمای هوا روبرو سازد و یا برداشت محصول را به تاخیر اندازد و آنرا با شرایط بارندگی اواخر تابستان روبرو نماید . چنانچه کاشت زود هنگام منجر به عملکرد پایین تری می شود بایستی با تفاوت قیمت فروش ترمیم گردد در غیر اینصورت کاشت و برداشت زود رس مقرون به صرفه نخواهد بود (Zarzecka et al., 2020).

تاریخ برداشت به قیمت محصول در زمان برداشت ،رسیدگی و محصولی که پس از سیب زمینی کشت خواهد شد بستگی دارد . در هندوستان ،ارقام زود رس مانند کوفری چاندرا مرخی۹۰-۸۰ روز پس از کاشت ،ارقام متوسط رس کوفری‌جیوتی وکوفری شتمن ۱۰۰-۹۰ روزپس از کاشت و ارقام دیر رس مانند کوفری سیند هوری و کوفری بادشاه طی ۱۲۰-۱۰۰ روز می رسند . البته برای فروش زودتر (نوبرانه) محصول رقم کوفری چاندرا مرخی ۷۰ – ۶۵ روزه برداشت می شوند . غده هایی که به منظور انبار کردن برداشت می شوند ، نباید بصورت نارس برداشت شوند . برداشت زود هنگام غده های ارقام دیر رس در انبار بخوبی قابل نگهداری نیست و مستعد فاسد شدن است (Vafaee et al., 2020). عملکرد حقیقی محصول قابل حصول، قیمت واقعی وقیمت مورد انتظار، تاثیر زمان برداشت بر کیفیت محصول، شرایط مزرعه ، و زمانی که مزرعه باید برای گیاه بعدی تخلیه شود ، عملکرد و افت عملکرد (تن در هکتار) دو زراعت که در تاریخ های متفاوتی برداشت شده اند. ممکن است افت عملکرد توسط قیمت بالاتر محصول جبران شود (Begum et al., 2022).

جدای از عملکرد،کیفیت نیز تحت تاثیر زمان برداشت قرار می گیرد. پوست غده نارس ضعیف تر و دیواره های سلولی زیراپیدرم آنها خیلی نازکتر است. به این دلیل پوست غده های نارس به سهولت آسیب دیده و جدا می شوند. برداشت زود گیاه ممکن است بر کیفیت آن اثر بگذارد. در طول فصل رشد درصد ماده خشک غده ها به تدریج افزایش می یابد، در صورتی که مقدار قندهای احیایی کاهش می یابد. با توجه به این موضوع، غده هایی که در حالت نارس برداشت می شوند.درصد ماده خشک آنها پایین است، در صورتی که مقدار قندهای احیایی و غیر احیایی آنها بالا می باشد، برداشت زود به آسیب بیشتر پوست منتهی شده و در نتیجه غده به سهولت توسط عوامل بیماریزای قارچی و باکتریایی آلوده می شود(برای مثال فوزاریوم). همچنین هجوم بلایت به شاخ و برگ نیز ممکن است دلیلی برای برداشت زود به شمار می رود. اغلب سیب زمینی بذری به منظور جلوگیری از آلودگی ویروسی که ممکن است در آخر فصل رشد رخ دهد،زود برداشت می شود (Anwaar et al., 2024).

بنابراین این پژوهش به منظور بررسی بررسی اثرات تاریخ‌های مختلف کاشت و برداشت روی عملکرد ارقام سیب‌زمینی در اردبیل انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور تعیین مناسبترین تاریخ کاشت و برداشت در منطقه اردبیل روی دو رقم اگریا و کایزر در اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل طی سالهای ۸۲-۸۱ انجام شد . جهت اجرای آزمایش طرح آماری کرتهای دو بار خرد شده (اسپلیت- اسپیلت پلات) در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت .

دو رقم سیب‌زمینی (آگریا و کایزر) به عنوان کرت اصلی ، تاریخهای کاشت ۱۴ اردیبهشت و ۱۵ خرداد به عنوان کرت فرعی منظور گردیدو تاریخهای کاشت ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین بدلیل وجود برف در مزرعه و رطوبت بیش از حد در زمین و عدم امکان عملیات کاشت حذف گردید و تاریخ برداشت شامل: ۱۰ شهریور، ۲۵ شهریور، ۱۴ مهر و ۲۹ مهر در کرتهای فرعی فرعی آزمایش منظور گردیدند. ارقام در کرتهای فرعی فرعی در دو خط۶ متری با فاصله ۷۵ سانتیمتری بین ردیف و ۲۵ سانتیمتر روی ردیف کشت گردیدند. البته برای جلوگیری از تاثیر حاشیه یک ردیف سیب زمینی از همان رقم در طرفین کرت ها کاشته شدند. قبل از کاشت عملیات تهیه زمین که شامل شخم عمیق، دیسک و ماله بود صورت گرفت. از کودهای اصلی ، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسسم بر اساس نتایج آزمون خاک قبل از کاشت به خاک اضافه گردید. نصف کود ازته در زمان کاشت و نصف دیگر بطور سرک در زمان خاکدهی پای بوته ها اضافه گردید. آبیاری بصورت نشتی و با توجه به شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه به طور منظم در زمان مناسب انجام و در طول دوره رشدعلاوه بر وجین علف‌های هرز، خاکدهی پای بوته ها ، سمپاشی بر علیه افات و بیماریها، صفت تعدادساقه اصلی بوته‌ها یادداشت برداری گردید. ۱۵ روز قبل از برداشت تخریب شاخ و برگ بوته‌ها (به روش قطع شاخ و برگ با داس) انجام شد.

هر کرت شامل ۲ خط ۶ متری به مساحت ۹ متر مربع بود که برای محاسبات آماری تمام سطح هر کرت برداشت و عملکرد کل غده ها یادداشت گردید. سپس عملکردهکتاری محاسبه گردید. لازم به توضیح است برای اندازه‌گیری صفات تعداد ساقه اصلی هر بوته، متوسط وزن تر غده بوته ها و تعداد غده در هر بوته از هرکرت فرعی فرعی تعداد۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و میانگین اندازه گیری بر روی ۱۰ بوته در تجزیه واریانس ها مورد استفاده قرار گرفتندتعدادساقه اصلی درزمان گلدهی اندازه گیری شد.ساقه هایی به عنوان ساقه اصلی شمارش شدندکه به طور مستقیم ازغده رشدکرده بودند.تعدادغده های هربوته پس ازبرداشت یادداشت گردیدومتوسط وزن غده تک بوته ها ازتقسیم مجموع وزن غده های هربوته به تعدادغده های همان بوته ،متوسط وزن غده برای آن بوته به دست آمد. عملکرد و دیگر صفات مورد مطالعه در هر سال با استفاده از نرم افزارآماری SAS تجزیه و تحلیل آماری شده و در پایان سال دوم تجزیه مرکب روی آنها انجام گرفت و مقایسه میانگین ها به روش دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله (۸۲-۸۱) در جدول ۱ ارائه گردیده است (جدول ۱). جدول ۱ تجزیه واریانس مرکب دوساله صفات مورد بررسی نشان داد بین تاریخ های مختلف کاشت تفاوت معنی داری درسطح ۱٪ وجود داشته است. همچنین درجدول ۳ ، نتایج

گروه بندی نشان دادتاریخ کاشت ۱۴ اردیبهشت با علکرد کل ۲۹/۰۷۶ تن در هکتار ، متوسط تعداد غده تک بوته ها ۵/۶۴۶ عدد ، متوسط وزن غده تک بوته‌ها ۶۱/۶۱۵ گرم و متوسط تعداد ساقه اصلی ۴/۳۵۲ عدد در بوته نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ خرداد برتری داشته و در گروه A قرار گرفته است . اینتفاوت ها در حدی است که به راحتی می توان تاریخ کاشت ۱۴ اردیبهشت را برای منطقه اردبیل توصیه نمود.

جدول ۱ تجزیه واریانس مرکب دوساله صفات مورد بررسی نشان داد بین تاریخ های مختلف برداشت تفاوت معنی داری درسطح ۱٪ وجود داشته است. همچنین درجدول۲، نتایج گروه بندی نشان دادتاریخ برداشت ۱۴ مهر با عملکرد کل ۳۱/۵۴۶ تن در هکتار ، متوسط تعداد غده تک بوته ها ۶/۰۶۲ عدد، متوسط وزن غده تک بوته ها ۶۱/۵۱۵ گرم و متوسط تعداد ساقه اصلی ۴/۳۵۲ عدد نسبت به دیگر تاریخ های برداشت برتری داشته در گروه A قرار گرفته است. بنابراین تاریخ برداشت ۱۴ مهر برای منطقه اردبیل توصیه می‌شود.

به طورکلی باتوجه به بحث و تفسیرارائه شده دربین دورقم مطالعه شده ازحیث چهارصفت مورد بررسی، رقم آگریا نسبت به رقم کایزربرتربوده و درتاریخ کاشت ۱۵ خرداد و تاریخ برداشت ۱۴ مهرنتیجه بهتری داده است (شکل ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله (۸۲-۸۱)صفات ارقام سیب زمینی.

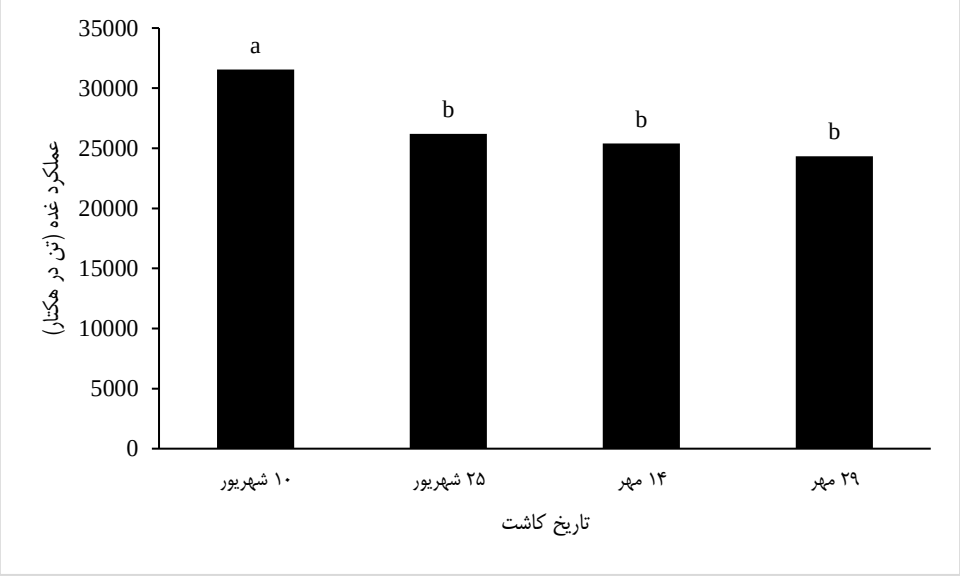
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد غده	متوسط تعداد غده تک بوته	تعدادساقه اصلی در بوته	متوسط وزن غده تک بوته
سال	۱	۱۳/۸۱۷ns	۰/۱۶۶ ns	۱/۶۸۰ ns	۶۷۴/۶۹**
اشتباه	۴	۱۷۸/۴۱۷	۲/۷۹۲	۱/۰۵۸	۹۹/۸۱۵
رقم	۱	۶۲۵۶/۱۸۷**	۱۵۲/۵۱۰**	۱۱۳/۳۱۸**	۴۹۲۰۹/۳۹۸**
سال× رقم	۱	۲/۸۶۳ ns	۱۶/۶۶۶**	۲/۵۶۸*	۷۴/۳۷۸ ns
اشتباه	۴	۱۴/۴۵۲	۱/۴۳۳	۰/۸۷۰	۹۲/۳۸۸
تاریخ کاشت	۱	۳۸۰/۰۹**	۶/۵۱۰*	۹/۶۹۰**	۱۴۳۷/۶۲۸**
سال× تاریخ کاشت	۱	۳۷/۴۷۵ ns	۱/۲۶۰ ns	۱/۸۹۸ ns	۷۷۹/۱۹**
رقم × تاریخ کاشت	۱	۰/۳۴۸ ns	۵/۰۴۲ns	۱/۵۷۶ ns	۲۶/۶۵۶ ns
سال×رقم × تاریخ کاشت	۱	۰/۳۲۴ ns	۴/۱۶۶ ns	۰/۰۱۸ ns	۶۷/۵۰۳ Ns
اشتباه	۸	۵۱/۰۸۶	۰/۷۶۸	۰/۵۰۳	۷۸/۱۷۵
تاریخ برداشت	۳	۲۰۰/۵۰۱**	۱۷/۳۹۹**	۱۶/۵۷**	۱۰۸۶/۴۶۱**
سال×تاریخ برداشت	۳	۱۴/۰۷۲ ns	۲/۶۴۹ ns	۲/۴۴۳**	۲۲/۲۴۶ ns
رقم ×تاریخ برداشت	۳	۵/۲۵۱ ns	۲/۰۱۰ ns	۱/۲۲۲ns	۸۴/۴۱۹ ns

سال×رقم ×تاریخ برداشت	۳	۱/۳۹۲ ns	۱/۲۸۸ ns	۱/۸۹ns	۷۸/ ۳۹۸ns
تاریخ کاشت ×تاریخ برداشت	۳	۳/۳۰۹ ns	۱/۷۹۲ ns	۰/۰۹۷ ns	۵۵/۶۷۶ns
سال× تاریخ کاشت ×تاریخ برداشت	۳	۰/۲۷۱ ns	۰/۸۴۷ ns	۰/۰۴۹ ns	۳۳/۵۰۳ns
رقم× تاریخ کاشت ×تاریخ برداشت	۳	۱/۵۴۴ ns	۰/۱۱۱ ns	۰/۰۶ ns	۷۴/۳۰۱ ns
سال× رقم× تاریخ کاشت ×تاریخ برداشت	۳	۱/۳۱۸ ns	۰/۷۰۸ ns	۰/۳۶۵ ns	۲/۸۲۲ ns
اشتباه	۴۸	۱۴/۹۸	۱/۰۷۲	۰/۵۵۹	۶۲/۷۶
کل	**۹۵**	--	--	--	--
c.v	--	**۱۶٪**	**۱۹٪/۲۳**	**۱۸٪/۵۳**	**۱۳٪/۷۲**

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪

جدول۲- گروه بندی ومقایسه صفات مورد بررسی درتاریخ های مختلف برداشت طی دو سال.

تاریخ برداشت	متوسط تعداد غده تک بوته	متوسط تعداد ساقه اصلی	متوسط وزن غده تک بوته(گرم)
شهریور	۶/۰۶۲ A	۵/۲۷۵ A	۶۷/۷۹۲ A
شهریور	۵/۷۷A	۳/۶۷۹ B	۵۴/۳۷۵ B
۱۴ مهر	۵/۵۶۲A	۳/۶۷۵ B	۵۵/۱۸۸ B
۲۹ مهر	۴/۱۴۶ B	۳/۵۰۸ B	۵۳/۶۲۵ B



شکل ۱-مقایسه میانگین تاریخ کاشت سیب زمینی

این رقم دردیگرصفات موردبررسی نیز نظیرتعدادغده چه تولیدی درکلاس های مختلف بذری ،ارتفاع وقطرساقه وضعیت بهتری داشته است(۳). به دلیل طولانی بودن طول دوره رشداین رقم به مدت طولانی توانست موادآسمیلاته راذخیره نموده وعملکردغده چه آن افزایش یافت.درنتیجه بوته ها درطول دوره رشدمدت زمان بیشتری فتو سنتز نموده وموادآسمیلاته بیشتری ذخیره نموده اندوعملکردغده ها بیشترشده است.دلیل آن دیررس بودن این رقم وپتانسیل بالای ژنتیکی آن برای تولیدغده با عملکردبالا می باشدکه درآزمایشات سایرهمکاران دراین ایستگاه نیز برتری خودرا ازنظرعملکرد غده ترنشان داده است.نتایج اثرمتقابل رقم و بستر کاشت نشان داد که رقم ساوالان در بستر کاشت پرلیت۱+ پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۵ نسبت به دیگرتیمارها و شاهد دارای بیشترین وزن مینی تیوبر در هرمترمربع بود. نتایج این آزمایش با نتایج اوزکاناک (Ozkanak,2005) مطابقت داردایشان طی آزمایشی گیاهچه های ۳ رقم سیب زمینی کنکورد، مارابل و ولوکس را با ترکیبیی از پیت ماس و خاک به نسبت۱:۱ (حجمی) کشت نمود. وی گزارش کرد که بین ارقام از نظرتعداد مینی تیوبر و عملکرد اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که رقم مارابل با حدود۷عدد مینی تیوبر در هر گیاهچه وعملکرد ۷۵گرم در هرگیاهچه نسبت به دیگر ارقام وضعیت بهتری نشان داد.بسترحاوی ورمی کمپوست به دلیل تولیدانبوه دراردبیل ارزان تربوده ودرصورت استفاده ازاین بسترمینی تیوبرها به قیمت پایین تری تولیدشده وبه دست مصرف کنندگان خواهدرسید.

نتایج این آزمایش با نتایج وانائی و همکاران (Vanaei and et al 2008) نیزمطابقت داردرنتایج آزمایشات ایشان نیز بین ارقام سیب زمینی وبسترهای کشت از نظر تعداد و وزن کل مینی تیوبرها اختلاف معنی داری مشاهده کردند. رقم مارفونا با تولید ۹ عدد مینی تیوبر در هر گلدان و عملکرد ۶۵ گرم در هر گیاه از رقم آگریا با ۷ عدد مینی تیوبر در هر گلدان و عملکرد۵۷ گرم در هر گیاه عملکرد بهتری را نشان داد. بستر کشت تورب/پرلیت با نسبت ۱:۱ در گلدان های بزرگ (۱۹ سانتی متر) بیشترین عملکرد (۱۵ عدد مینی تیوبر در هر گلدان و عملکرد ۹۵ گرم در هر گیاه) را نشان داد.

منابع

Anwaar, S., Ijaz, DeS. and Anwar, T. 2024. Boosting *Solanum tuberosum* resistance to *Alternaria solani* through green synthesized ferric oxide (Fe_2O_3) nanoparticles. Scientific Reports. 14: 2375.

Begum, N., Wang, L., Ahmad, H., Akhtar, K., Roy, R., Khan, M. I. and Zhao, T. 2022. Co-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and the plant growth-promoting rhizobacteria improve growth and photosynthesis in tobacco under drought stress by up-regulating antioxidant and mineral nutrition metabolism. Microbial Ecology. 83(4): 971–988.

Ozkaynak, B. S. 2005. Yield components of greenhouse, field and seed bed grown potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18(1): 125–129.

Vafaee, M., Golchin, A., Moradi, F. and Shariatzade, A. 2020. The effect of growth hormones and mycorrhizal fungi on the yield of potato plant (Agria cultivar). Iranian Journal of Soil and Water Research. 51(7): 1623–1635.

Vanaei, H., Kahrizi, D., Chaichi, M., Shabani, G. and Zarafshani, K. 2008. Effect of genotype, substrate combination and pot size on minituber yield in potato (*Solanum tuberosum* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 3(6): 818–821.

Zarzecka, K., Gugała, M., Sikorska, A., Grzywacz, K. and Niewęgłowski, M. 2020. Marketable yield of potato and its quantitative parameters after application of herbicides and biostimulants. Agriculture. 10: 49.

Study the effects of planting and harvesting dates on yield of potato cultivars (S.*Tuberosum*) in Ardabil

Bahram, Dehdar[1]*
1. Ardebil Agriculture and Natural Resources Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO). Ardebil, Iran
*Corresponding Author Email: Bahram_dehdar@yahoo.com

Abstracts:

This project was done for determining the effects of planting and harvesting dates to obtain maximum potential yield of 2 potato cultivars in Ardebil region. A split spilt plot on the basis of completely randomize block design with 3 replications in Ardebil Agriculture research Station for 2 years2002-2003) was used. In this experiment potato cultivars, different planting dates and different harvesting dates were used as main plots, sub plots and sub plots respectively. The result showed that cultivars, planting and harvesting dates influenced positively tuber yields(ton/ha), no of tuber per plant, no of main stems and mean yield of single plant (gr) which were significant at 1% level. Agria cultivar with (ton/ha) at 3 May planting date and 19 August harvesting date were the highest level.

Keywords: Potato, Planting, Harvesting time, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی سازگاری ارقام مختلف نخل روغنی در شرایط آب و هوایی استان فارس

حمیدزرگری[۱*]، سمیح مرعشی[۲] و عزیز تراهی[۲]

۱- کارگروه علوم باغبانی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۲- پژوهشکده خرما و میوه های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *zargarihamid@yahoo.com*

چکیده

نخل روغنی یک گیاه همیشه سبز چند ساله است که در بین دانه‌های روغنی بیشترین تولید روغن در واحد سطح را دارد. بررسی سازگاری و خصوصیات ارقام اصلاح‌شده و برتر نخل روغنی در کشور، به دلایل متعددی از جمله بستر مناسب و شرایط اقلیمی مساعد در کشور و همچنین نیاز مبرم و روز افزون کشور به واردات روغن‌های نباتی، به‌ویژه روغن‌هایی با ارزش غذایی، دارویی و با کیفیت بالا مانند روغن نخل، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق شش رقم نخل روغنی با نام‌های Amazon(AM) ، Tanzania× Ekona(TE) ، Deli ×Compact (DC) ، Compact × Nigeria (CN)، Compact× Ghana (CG)، Bamenda× Ekona (BE) به فواصل ۸ متر و به شیوه مثلثی کشت شدند. این پروژه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار، و هر تکرار شامل دو اصله جمعاً بر روی ۳۶ اصله نخل‌روغنی در منطقه لامرد فارس به مدت پنج سال اجرا گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که درختان رقم AM بالاترین تعداد خوشه و خوشه‌چه، بالاترین طول خوشه و خوشه‌چه و بیشترین نسبت طول قسمت گل‌دار به طول خوشه‌چه را به خود اختصاص دادند. پس از رقم AM، رقم DC بیشترین تأثیر مثبت بر صفات کمی و کیفی نخل روغنی شامل تعداد خوشه و خوشه‌چه، طول خوشه و خوشه‌چه و نسبت طول قسمت گل‌دار به طول خوشه‌چه را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: نخل روغنی، ارقام، سازگاری، خصوصیات کمی و کیفی.

مقدمه

نخل روغنی از خانواده Arecaceae و تیره Elaeis است که معمولاً در جنوب شرقی آسیا کشت می‌شود (Yaakub et al., 2023) و عمر اقتصادی ۲۰ـ ۳۰ سال دارد و حداکثر پتانسیل تولید معمولاً در سال هشتم به‌دست می‌آید که در آن ۲۵ تن خوشه در هکتار در سال می‌توان برداشت کردکه به‌طور متوسط ۴ تا ۶ تن در هکتار روغن نباتی تولید می‌شود (Cruz Filho et al., 2019). نخل روغنی یک گونه گیاهی تک پایه و دوقسمتی است که گل آذین‌های نر و ماده را در ساختارهای مختلف و چرخه‌های جنسی متناوب تولید می‌کند (Barcelos el al., 2015). این ویژگی خاص نیاز به گرده‌افشانی متقابل دارد، زیرا هر دو گل‌آذین یک گیاه به‌ندرت به‌طور همزمان پذیرا هستند (Chaves et al., 2021).

نخل روغنی در سال ۱۹۱۷ به صورت تجاری در مالزی معرفی شد و بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار درآمد از صادرات روغن نخل و محصولات نخل روغنی در سال ۲۰۲۱ ایجاد شده است (Parveez et al., 2022). روغن پالم از میوه درخت نخل روغنی گرفته می‌شود که در مناطق گرمسیری رشد می‌کند. در حال حاضر، اندونزی و مالزی بر تولید روغن نخل جهان تسلط دارند و بیش از ۸۵ درصد از عرضه جهانی را به خود اختصاص می‌دهند (Chowdhury et al., 2022). این موضوع نشان می‌دهد که روغن پالم منبعی از محصولات برای استفاده انسان است که تقاضای زیادی در صنایع غذایی جهانی دارد. علاوه بر این، روغن پالم در طیف گسترده‌ی محصولات از جمله غذاها، محصولات زیبایی و بسیاری از محصولات غیرخوراکی نظیر مایعات پاک‌کننده مانند مواد شوینده یافت می‌شود (Myzabella et al., 2019).

بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام اصلاح‌شده و برتر نخل روغنی در ایران به دلایل متعددی ضروری است. وجود بستر مناسب و شرایط اقلیمی مساعد برای کشت این گیاه، نیاز مبرم کشور به روغن‌های نباتی با ارزش غذایی و دارویی، و کاهش وابستگی به واردات روغن از جمله این دلایل است. واردات سالانه میلیون‌ها دلار روغن نخل نشان‌دهنده ضرورت توسعه تولید داخلی این محصول است.

مواد و روش‌ها

در پروژه بررسی سازگاری شش رقم نخل روغنی اصلاح‌شده و برتر با نام‌های Deli ،Amazon ،Ekona× Tanzania ×Compact ،Nigeria×Compact ،Ghana× Compact ،Ekona× Bamenda از کشور کاستاریکا وارد کشور شد. مشخصات این ارقام شامل صفات ویژه‌ای مانند تحمل بالا نسبت به شرایط پرتنش محیطی از قبیل سرما و خشکسالی، تحمل بالای شرایط ابری هوا، عملکرد میوه و درصد روغن بالا، پیش‌رسی محصول، رشد طولی بسیار کند تنه که مناسب کاشت متراکم نخل است، بذرهایی با مغز درشت و پوسته نازک، مقاومت به بیماری پوسیدگی جوانه می‌باشد(Escobar et al., 2006).

این آزمایش بر روی شش رقم نخل روغنی اجرا گردید. در لامرد فارس در سال ۱۳۹۸مکان مناسب کاشت نخل‌روغنی مشخص و پس از اجرای کلیه عملیات‌های لازم جهت آماده‌سازی بستر کشت از قبیل خاک‌ورزی و حذف بقایای گیاهی و علف‌های هرز، تسطیح، نقشه‌برداری و اجرای سامانه آبیاری تحت فشار در زمینی همگن به فواصل ۸ ×۸ به مساحت ۴۲۵۰ مترمربع کشت گردید. خاک محل آزمایش از نوع رسی شنی بود. عملیات به‌باغی از قبیل آبیاری (به‌صورت سیستم آبیاری قطره‌ای و به صورت دو روز در میان در فصل بهار و تابستان و در فصول پاییز و زمستان نیز با توجه به میزان بارندگی هفت تا ده روز یک‌بارآبیاری انجام شد) و تغذیه کودی برای کلیه‌ی نهال‌های کشت‌شده به‌طور یکسان صورت گرفت. صفات کمی و کیفی شامل تعداد خوشه، تعداد خوشه‌چه، طول خوشه، طول خوشه‌چه و نسبت طول قسمت گل‌دار به طول خوشه‌چه در شش رقم نخل‌روغنی اندازه‌گیری گردید (شکل‌های ۲ و۱). این پروژه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، در سه تکرار هر تکرار شامل دواصله جمعاً برروی ۳۶ اصله نخل‌روغنی اجرا شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۳) استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.



شکل ۱- شمارش صفات مربوط به خوشه در ارقام نخل روغنی مورد آزمایش، گل‌آذین نر (راست) و گل‌آذین ماده (چپ).



شکل ۲- اندازه‌گیری صفات فیزیکی مربوط به برگ و تنه در ارقام نخل روغنی مورد آزمایش.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی میزان سازگاری هر یک از ارقام مورد مطالعه در منطقه لامرد از طریق مقایسه میانگین‌های مهمترین صفات قابل بررسی هر رقم در این منطقه، با دامنه تغییرات به‌دست آمده، برای همان صفات در ارقام مختلف مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. از نظر بیشترین تعداد خوشه درختان رقم DC با ۶/۶۷ در جایگاه اول قرار گرفت و سپس درختان ارقام AM و TE به ترتیب با تعداد ۶ و ۵ خوشه در جایگاه دوم قرارگرفتند و کمترین تعداد خوشه در درختان ارقام CG و CN مشاهده شد. طبق نتایج به‌دست آمده، شاید بتوان تولید تعداد گل‌آذین کمتر در برخی ارقام را به خشکی محیط نسبت داد. گزارش شده است که نخل روغنی در محیطهایی با بارندگی بالا توسعه بسیار خوبی دارد و زمانی که در یک محیط خشک است، احتمال دارد میوه و گل‌آذین کمتری تولید کند (Chagas et al., 2019) که این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر همسو است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بالاترین تعداد خوشه‌چه در درختان رقم AM با ۱۸/۱۷ ملاحظه شد. سپس درختان رقم DC با ۱۲ /۰۰ تعداد خوشه‌چه بیشتری نسبت به دیگر ارقام مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. در درختان رقم CG کمترین تعداد خوشه‌چه مشاهده شد. نتایج نشان داد که بالاترین طول خوشه و خوشه‌چه به ترتیب در درختان ارقام AM و DC مشاهده شد در حالی که کمترین طول خوشه و خوشه‌چه در درختان رقم CG مشاهده شد. Adam و همکاران (2005) گزارش کردند که طول گل‌آذین ماده در صورت رشد کامل به ۳۵ سانتی‌متر یا بیشتر می‌رسد و هر یک از خوشه‌چه‌های آن دارای ۵ تا ۳۰ گل سه‌گانه است. بالاترین نسبت طول قسمت گل‌دار به طول خوشه‌چه در درختان رقم AM با ۱/۷۱ و رقم DC با ۱/۰۹ به دست آمد و رقم CG کمترین نسبت را به خود اختصاص داد.

از نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر نتیجه‌گیری می‌شود که در شرایط آب و هوایی منطقه مورد آزمایش رقم AM از نظر مجموعه مهمترین صفات کمی و کیفی بررسی شده نسبت با سایر ارقام برتری داشت و درمرتبه اول و رقم DC در مرتبه دوم قرار گرفت. رقم CG از نظر صفات کمی و کیفی در مرتبه آخر قرارگرفت. لذا اظهار نظر قطعی درباره سازگاری هر یک از این ارقام در شرایط آب و هوایی مشابه، به کارهای تحقیقاتی بیشتری نیازمند است.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی ارقام نخل روغنی طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱.

تیمار	تعداد خوشه	تعداد خوشه‌چه	طول خوشه (سانتی‌متر)	طول خوشه‌چه (سانتی‌متر)	نسبت طول قسمت گل‌دار به طول خوشه‌چه
TE	۵^{ab}	۶^{bc}	۷/۵۵^{bc}	۲/۲۴^{bc}	۰/۷۱^{bc}
BE	۲^{bc}	۲^{c}	۲/۶۷^{c}	۰/۸۱^{c}	۰/۲۳^{c}
CG	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
CN	۱^{c}	۲^{c}	۳/۹۲^{c}	۱/۰۶^{c}	۰/۲۳^{c}
DC	۷^{a}	۱۲^{ab}	۱۳/۹۰^{ab}	۴/۰۱^{ab}	۱/۰۹^{ab}
AM	۶^{ab}	۱۸^{a}	۱۷/۶۲^{a}	۶/۰۸^{a}	۱/۷۱^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

منابع

Adam, H., Jouannic, S., Escoute, J., Duval, Y., Verdeil, J. L. and Tregear, J. W. 2005. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecaceae). American Journal of Botany. 92(11): 1836–1852.

Barcelos, E., Rios, S. D. A., Cunha, R. N., Lopes, R., Motoike, S. Y., Babiychuk, E., Skirycz, A. and Kushnir, S. 2015. Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement. Frontiers in Plant Science. 6: 190.

Chagas, K. P. T. D., Carvalho, B. L. B., Guerra, C. A. G., Silva, R. A. R. and Vieira, F. D. A. 2019. Fenologia do dendezeiro e correlações com variáveis climáticas. Ciência Florestal. 29: 1701–1711.

Chaves, S. F. D. S., Alves, R. M. and Dias, L. A. D. S. 2021. Contribution of breeding to agriculture in the Brazilian Amazon. I. Açaí palm and oil palm. Crop Breeding and Applied Biotechnology. 21(spe): e386221S8.

Chowdhury, P. N., Shivakumara, P., Nandanwar, L., Samiron, F., Pal, U. and Lu, T. 2022. Oil palm tree counting in drone images. Pattern Recognition Letters. 153: 1–9.

Cruz Filho, D., Viegas, I. D. J. M., Galvão, J. R., Silva, D. R. D., Pacheco, M. J. B., Souza, F. J. L. D., Almeida, G. V. D. and Barata Júnior, V. P. 2019. Biometria e produção de palma de óleo no município de Castanhal (PA). Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais. 10: 83–96.

Escobar, R., Alvarado, A., Chinchilla, C., Guzman, N. and Peralta, F. 2006. Performance of ASD de Costa Rica oil palm planting materials: Seeds and compact clones. In: Proceedings of Seminar on Sourcing of Oil Palm Planting Materials for Local and Overseas Joint Ventures. ASGARD, Kuala Lumpur. pp. 1–12.

Myzabella, N., Fritschi, L., Merdith, N., El-Zaemey, S., Chih, H. and Reid, A. 2019. Occupational health and safety in the palm oil industry: A systematic review. The International Journal of Occupational and Environmental Medicine. 10(4): 159.

Yaakub, N. Z. Z., Shaipulah, N. F. M., Mohamed, N. Z. and Idrus, A. M. 2023. Flower development of male and female inflorescence of oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. Universiti Malaysia Terengganu Journal of Undergraduate Research. 5(4).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Examining the compatibility of various oil palm cultivars within the climatic conditions of Fars province

Hamid zargari[*1], Seyed samih Marashi[2] and Aziz Torahi[3]

1. Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars, Iranian Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.
2. Research Institute of palm and tropical fruit, Iranian Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz , Iran.

Corresponding Author: zargarihamid@yahoo.com

Abstract

The oil palm is a perennial evergreen plant that produces the highest amount of oil per unit area compared to other oilseeds. Examining the compatibility and characteristics of improved and superior oil palm cultivars in the country is of particular importance for several reasons, including the suitable substrate and favorable climatic conditions in the country, as well as the urgent and increasing need of the country to import vegetable oils, especially oils with nutritional, medicinal and high quality such as palm oil. There is an urgent and growing need for the country to import vegetable oils, particularly those with nutritional and medicinal value, such as high-quality palm oil, which is of great necessity and importance. In this study, six oil palm varieties were evaluated: Ekona × Tanzania (TE), Amazon (AM), Deli × Compact (DC), Compact × Nigeria (CN), Compact × Ghana (CG), and Ekona × Bamenda (BE). These varieties were planted at 8-meter intervals in a triangular pattern. This project was carried out in the form of a randomized complete block design in three replications, and each replication included two oil palms in total on 36 oil palms in the Lamard region of Fars for five years. The results indicated that the Amazon (AM) variety exhibited the highest bunches and rachillae. Additionally, it showed the most proportional length of the flower to the length of the rachillae.After the AM cultivar, the DC cultivar showed the greatest positive effect on quantitative and qualitative traits of oil palm, including the number of bunches and rachillae, bunches and rachillae length, and the ratio of the length of the flowering part to the length of the bunch.

Keywords: Compatibility, Cultivars, Oil Palm, Quantitative, Qualitative.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی نوع دانه گرده بر بهبود تشکیل میوه در رقم پیارم حاصل از کشت‌بافت و پاجوش

حمیدزرگری[1*]

۱- کارگروه علوم باغبانی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

*نویسنده مسئول: *zargarihamid@yahoo.com*

چکیده

در حال حاضر یکی از مشکلات تولیدکنندگان خرما در مناطق مختلف کشور، عدم میوه‌نشینی مطلوب نهال‌های کشت‌بافتی برخی ارقام می‌باشد. این پژوهش به منظور بررسی اثرات گرده ارقام مختلف بر میوه‌نشینی نخل‌های خرمای کشت‌بافتی و پاجوشی رقم پیارم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جهرم به مدت دوسال انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمارگرده‌دهنده شامل گرده بذری جهرم، گرده بذری قیروکارزین و گرده بذری کازرون در سه تکرار بر روی درختان خرمای پیارم ۱۰ ساله حاصل از کشت‌بافت و پاجوش اجرا گردید. پس از گرده‌افشانی در هفته پنجم تا ششم صفات درصد تشکیل میوه، میوه پارتنوکارپ و میوه ریزش‌کرده یادداشت برداری گردید. نتایج نشان داد که در درختان حاصل از کشت‌بافت و پاجوش بیشترین درصد تشکیل میوه، کمترین درصد میوه پارتنوکارپ و ریزش‌کرده از گرده‌ی بذری جهرم و کمترین درصد تشکیل میوه و بیشترین میوه پارتنوکارپ و ریزش‌کرده از اثر گرده بذری قیروکارزین به‌دست آمد. نوع کشت نشان دهنده‌برتری کشت پاجوش نسبت به کشت‌بافت می‌باشد. به‌طور کلی گرده بذری جهرم بیشترین و گرده بذری قیروکارزین کمترین اثر برروی میوه‌نشینی خرمای پیارم حاصل از کشت‌بافت و پاجوش نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: اثرات گرده، کشت‌بافت و پاجوش، رقم پیارم، میوه‌نشینی

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) گیاهی تک لپه ای از خانواده Palmaceae است (Shahsavar and Shahhosseini, 2022). میوه خرما یکی از اولین محصولاتی است که در خاورمیانه کشت می شود (Abdul-Hamid et al.,2020). ایران به عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان خرما، سومین رتبه تولیدکننده اصلی پس از کشورهای مصر و عربستان را داراست (FAO,2021). سازگاری خرما با شرایط نامساعد محیطی (شوری، گرما و خشکی) سبب گردیده تا جایگاه ویژه‌ای در مناطقی که برای کشت سایر محصولات مناسب نیست، پیدا نماید. رقم پیارم از مطلوب‌ترین ارقام تجاری بین‌المللی است که در ایران مناطق غالب کشت آن در استان هرمزگان و فارس می‌باشد. سطح زیر کشت این رقم در سال‌های اخیر به شدت افزایش یافته است. خرمای رقم پیارم از مهمترین ارقامی است که ناهنجاری زایشی نظیر کاهش تلقیح میوه در نخل‌های کشت‌بافتی آن مشاهده شده است.

تکثیر خرما به وسیله روش بذری و پاجوش از نظر اقتصادی ناکارآمد هستند و پاسخگوی تقاضا برای مقادیر زیاد جهت کاشت و تکثیر کلونی ژنوتیپ‌های برتر نیستند. از روش‌های کشت‌بافت برای تولید اقتصادی نخل خرما، نخل روغنی و نارگیل استفاده می‌شود(Jayanthi et al.,2015) امروزه تکنولوژی کشت‌بافت گیاهی به عنوان یک روش تجاری مهم امکان تکثیر سریع درختان مورد نیاز برای توسعه نخلستان‌ها را فراهم می‌نماید. با وجود این یکی از نقاط ضعف اصلی این روش، امکان ظهور فنوتیپ‌های غیرطبیعی مانند تأخیر در گلدهی، سطوح پایین میوه‌نشینی و تشکیل میوه‌های پارتنوکارپ است(Gurevich and Cohen, 2007).

درصد پایین میوه‌نشینی با واسطه تولید بالای میوه‌های پارتنوکارپ یا ریزش زیاد میوه‌ها به ویژه در درختان کشت‌بافتی رقم برحی معمول است که منجر به زیان اقتصادی به باغداران می‌شود. در بین ارقام خرمای کشت‌بافتی از نظر میزان ناهنجاری‌ها اختلاف وجود دارد. براساس بررسی‌ها در بسیاری از کشورها در رقم برحی حاصل از کشت‌بافت، میزان تولید میوه‌های پارتنوکارپ به ۵۹ تا ۸۶ درصد می‌رسد(Ali-Dinar and Al khateeb,2005). اختلاف در بروز ناهنجاری در بین ارقام نخل خرما مشاهده شده است(Zaid and Al-Kaabi, 2003).

آنها گزارش دادند که در رقم برحی نسبت به مجول، خلاص و دگلت نور بیشتر در معرض عدم موفقیت در گرده‌افشانی و باردهی غیرطبیعی است. همچنین اعلام کردند که فراوانی ناهنجاری‌های به حدود کلی ۵درصد است، به استثنای عدم موفقیت در گرده افشانی در رقم برحی بیشتر این ناهنجاری‌ها عمدتاً در نخل‌های حاصل از جنین‌زایی و تا حدی در نخل‌های حاصل از اندام‌زایی رخ داده است(Zaid and Al-Kaabi, 2003).چنین ناهنجاری‌هایی در بسیاری از باغات خرمای جهان از جمله عربستان سعودی، آفریقای جنوبی، نامیبیا و امارات متحده- عربی نیز گزارش شده است(Cohen et al.,2004). بررسی‌های زیادی درخصوص تأثیر نوع دانه گرده بر ویژگی‌های میوه رقم‌های خرما انجام گرفته است. نوع گرده نر بر جنبه‌های کمی و کیفی میوه رقم ماده خرما تأثیر مستقیم دارد(Merwad et al.,2015).

در حال حاضر نخل‌کاران برای تولید میوه‌های مرغوب خرمای پیارم به دلایل اقتصادی و رقابت با بازارهای بین‌المللی با مشکلات زیادی مواجه هستند. خرمای پیارم یکی از ارقام ارزشمند در بازارهای بین‌المللی است که در کشور کشت و پرورش آن به دلیل عملکرد و قیمت بالای آن در مقایسه با سایر ارقام نیز مورد توجه نخل‌داران قرار گرفته است (زرگری،۱۴۰۲). مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر سه نوع دانه گرده و دو روش تکثیر نخل خرما شامل کشت‌بافت و پاجوش بر خصوصیات تشکیل میوه، میوه پارتنوکارپ و میوه ریزش‌کرده رقم پیارم در مرحله حبابوک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه اثر دانه گرده بر درختان حاصل از کشت‌بافت و پاجوش این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار گرده‌زا شامل گرده بذری جهرم، گرده بذری قیروکارزین، گرده بذری کازرون و سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی جهرم، استان فارس در طی سال‌های۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. این آزمایش بر روی ۱۸ اصله خرمای رقم پیارم حاصل از کشت‌بافت و پاجوش هم سن ۱۰ ساله اجرا شد. به‌منظور اعمال تیمارهای مختلف گرده‌افشانی، در فروردین ماه ۱۴۰۱و ۱۴۰۲ با ظهور اسپات‌های نر، ۱۰ـ۵ اسپات از هر پایه‌ی گرده‌زای مورد مطالعه جمع‌آوری شد. به‌منظور جلوگیری از گرده‌افشانی به‌وسیله باد و زنبور، خوشه‌های درختان مورد مطالعه توسط کیسه‌های پلاستیکی سوراخ‌دار پوشانده شدند. گرده‌افشانی درختان ماده مورد مطالعه سه تا چهار روز پس از بازشدن اسپات و با قراردادن خوشچه‌های گل نر در بین خوشچه‌های گل ماده انجام شد. در نهایت برای اطمینان از انجام گرده‌افشانی و جلوگیری از گرده‌افشانی ناخواسته، خوشه‌های گل با کیسه‌های پلاستیکی سوراخ‌دار پوشانده شدند. صفات مورد مطالعه در این پژوهش شامل درصد تشکیل میوه، میوه پارتنوکارپ و ریزش میوه بود. درصد تشکیل میوه، میوه پارتنوکارپ و میوه ریزش‌کرده پنج تا شش هفته پس از اعمال تیمار گرده‌افشانی و براساس نسبت میوه‌های کامل، میوه پارتنوکارپ و میوه ریزش‌کرده به صورت درصد محاسبه شد. پس از ارزیابی صفات مورد مطالعه و انجام آزمون نرمال‌بودن داده‌های به‌دست آمده، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS انجام و با آزمون چند دامنه‌ایLSD مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان می‌دهد که در نوع پاجوش بیشترین درصد تشکیل میوه در رقم پیارم با تیمار گرده بذری کازرون (۵۰/۶۰ درصد) و کمترین اثر در گرده بذری قیروکارزین(۴۵/۹۲درصد) دیده می‌شود. در کشت‌بافت نیز بیشترین درصد تشکیل‌میوه در رقم پیارم با گرده بذری جهرم (۳۸/۵۰درصد) و کمترین درصد تشکیل‌میوه با گرده بذری قیروکارزین (۲۴/۳۶درصد) می‌توان مشاهده کرد. همچنین با توجه به حروف کوچک در تمام تیمارها تفاوت معنی‌دار آماری بین دو نوع کشت وجود دارد. در این دو سال به‌طور کلی تیمار گرده بذری جهرم بیشترین و تیمارگرده بذری قیروکارزین کمترین اثر برروی درصد تشکیل میوه نشان داده است(جدول۱).

جدول ۱- اثر متقابل گرده در نوع کشت بر درصد تشکیل میوه در رقم پیارم پاجوشی و کشت‌بافت.

تیمار گرده	درصد تشکیل میوه		
	کشت بافت	پاجوش	میانگین
گرده بذری جهرم	۳۸ .۵۰^{de}	۴۶ .۵۰^{de}	۴۲ .۵۰^{ef}
گرده بذری قیروکارزین	۲۴ .۳۶^{ghi}	۴۵ .۹۲^{de}	۳۵ .۱۴^{gh}

گرده بذری کازرون	۲۸ .۲۸^{fgh}	۵۰ .۶۰^{cd}	۳۹ .۴۴^{efg}

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند با هم اختلاف معنی‌دار آماری ندارند (LSD =۰/۰۵)

با توجه به مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD استنباط می‌گردد بیشترین درصد تشکیل‌میوه در رقم پیارم با گرده بذری جهرم و کمترین با گرده بذری قیروکارزین مشاهده شد. همچنین کشت‌پاجوش به مراتب درصد تشکیل میوه بیشتری نسبت به کشت‌بافت نشان داد (جدول۱).

نتایج نشان دهنده‌ی برتری کشت‌پاجوش نسبت به کشت‌بافت در رقم پیارم است. در نوع پاجوش بیشترین درصد میوه پارتنوکارپ در پیارم با گرده بذری جهرم (۱۲/۴۲درصد) و کمترین درصد میوه پارتنوکارپ با گرده بذری قیروکارزین(۸/۱۹درصد) مشاهده گردید. در کشت-بافت نیز بیشترین درصد میوه پارتنوکارپ در رقمپ یارم با گرده بذری کازرون (۱۴/۴۸درصد) و کمترین با گرده بذری قیروکارزین (۱۰/۰۰ درصد) می‌توان مشاهده کرد(جدول۲).

جدول ۲- اثر متقابل گرده در نوع کشت بر درصد میوه پارتنوکارپ (بی‌بذر) در رقم پیارم پاجوشی و کشت‌بافت.

تیمار گرده	درصد میوه پارتنوکارپ(بی‌بذر)		
	کشت بافت	پاجوشی	میانگین
گرده بذری جهرم	۱۲ .۹۲^{bc}	۱۲ .۴۲^{ab}	۱۲ .۶۷^{b}
گرده بذری قیروکارزین	۱۰ .۰۰^{cd}	۸ .۱۹^{cd}	۹ .۰۹^{c}
گرده بذری کازرون	۱۴ .۳۸^{ab}	۹ .۸۰^{bc}	۱۲ .۰۹^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند با هم اختلاف معنی‌دار آماری ندارند (LSD =۰/۰۵)

بر اساس جدول ۲ مقایسه میانگین دوساله آزمون LSD ارقام گرده‌دهنده در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری در میوه پارتنوکارپ داشتند. بیشترین درصد میوه پارتنوکارپ با گرده بذری جهرم و کمترین میوه پارتنوکارپ با گرده بذری قیرو کارزین مشاهده شد.

گل میوه خرما از سه‌برچه تشکیل شده است که بعد از تلقیح فقط یکی از آنها رشد می‌کند و در صورت عدم گرده‌افشانی یک یا هر سه‌برچه به صورت پارتنوکارپی رشد می‌کند اگر هر سه‌برچه به صورت پارتنوکارپی رشد کند و اگر یکی از برچه‌ها رشد کند (PS) گویند. میوه‌های سه‌قلو تو خالی و فاقد بذر و در میوه‌های منفرد بذرها دژنره می‌باشند. در صورت نمو هر سه‌برچه، میوه شامل سه میوه‌چه خواهد شد که همگی به یک نقطه متصل بوده و پارتنوکارپیک سه‌برچه‌ای نامیده می‌شوند و اگر فقط یکی از برچه‌ها رشد نماید، به آن پارتنوکارپیک تک‌برچه‌ای می‌گویند که در ابتدای مرحله رشد شباهت زیادی به میوه‌های تلقیح شده دارد.

بیشترین ریزش میوه در نوع کشت‌پاجوشی در رقم برحی با گرده بذری قیروکارزین (۴۵/۸۱ درصد) و کمترین ریزش میوه با گرده بذری کازرون(۳۹/۵۵ درصد) نشان داد. در روش کشت‌بافت نیز بیشترین ریزش میوه با گرده بذری قیروکارزین (۶۵/۵۵درصد) و پس از آن با گرده بذری کازرون(۵۷/۲۴درصد) مشاهده شد. همچنین کمترین ریزش میوه با گرده بذری جهرم(۴۸/۵۲درصد) مشاهده شد(جدول۳).

جدول ۳- اثر متقابل گرده در نوع کشت بر درصد ریزش میوه در رقم برحی پاجوشی و کشت‌بافت.

تیمار گرده	درصد میوه ریزش کرده		
	کشت‌بافت	پاجوشی	میانگین
گرده بذری جهرم	۴۸ .۵۲^{fgh}	۴۰ .۰۰^{cf}	۴۴ .۲۶^{gh}
گرده بذری قیروکارزین	۶۵ .۵۵^{bc}	۴۵ .۸۱^{bc}	۵۵ .۶۸^{bc}
گرده بذری کازرون	۵۷ .۲۴^{cde}	۳۹ .۵۵^{cg}	۴۸ .۳۹^{dg}

در هر ستون میانگین هایی که حروف مشترک دارند با هم اختلاف معنی‌دار آماری ندارند (LSD =۰/۰۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین میزان میوه ریزش‌کرده با گرده بذری قیروکارزین و پس از آن گرده بذری کازرون و کمترین با گرده بذری جهرم بود (جدول۳).

تأثیر مثبت گرده بر درصد تشکیل میوه و عملکرد خرما توسط سایر محققین گزارش شده است(Omaima et al., 2015). مشخص شده است ارتباط مستقیمی بین درصد تشکیل میوه و عملکرد وجود دارد، به طوری که با افزایش تشکیل میوه میزان عملکرد افزایش می‌یابد(Al-Hamoudi et al.,2006). طبق نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، اثبات کردند که منبع گرده‌های مختلف به صورت معناداری (در سطح احتمال۵ درصد)، درصد تشکیل میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. تشکیل میوه به عوامل متعددی از جمله زمان گرده‌افشانی، طول مدت گلدهی درختان‌نر، نوع گرده و قدرت باروری و مقدار آن و همچنین وجود گل‌های ماده بستگی دارد.

منابع

زرگری، ح. ۱۴۰۲. ارزیابی کاربرد گرده سازگار بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کمی خرمای کشت‌بافتی رقم مجول. نشریه علوم باغبانی ایران. ۵۴(۲): ۱۹۵–۲۱۲.

Abdul-Hamid, N. A., Mustaffer, N. H., Maulidiani, M., Mediani, A., Ismail, I. S., Tham, C. L., Shadid, K. and Abas, F. 2020. Quality evaluation of the physical properties, phytochemicals, biological activities and proximate analysis of nine Saudi date palm fruit varieties. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 19(2): 151–160.

Al-Hamoudi, A. H., El-Hammady, A. M., Desouky, I. M. and Abdel-Hamid, A. 2006. Evaluation of some types as pollinators for Barhi date palm cv. grown in Egypt. Journal of Agricultural Science. 14: 365–377.

Ali-Dinar, H. M. and Alkhateeb, A. A. 2005. Barhee fruit setting problems at Kingdom of Saudi Arabia: Research approaches to understand the physiological and physical events of the phenomenon. In: Proceedings of the International Workshop on True-to-Typeness of Date Palm Tissue Culture-Derived Plants. pp. 121–127.

Cohen, Y., Korchinsky, R. and Tripler, E. 2004. Flower abnormalities cause abnormal fruit setting in tissue culture-propagated date palm (*Phoenix dactylifera* L.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 79(6): 1007–1013.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2021. Crop production and trade data.

Gurevich, V., Lavi, U. and Cohen, Y. 2007. Genetic variation in date palms propagated from offshoots and tissue culture. Journal of the American Society for Horticultural Science. 130(1): 46–53.

Jayanthi, M., Susanthi, B., Mohan, N. M. and Mandal, P. K. 2015. In vitro somatic embryogenesis and plantlet regeneration from immature male inflorescence of adult dura and tenera palms of *Elaeis guineensis* (Jacq.). SpringerPlus. 4: 256–262.

Merwad, M. A., Mostafa, E. A. M., Saleh, M. M. S. and Mansour, A. A. 2015. Yield and fruit quality of Hayany date palm as affected by different pollen grain sources. International Journal of ChemTech Research. 8(6): 544–549.

Omaima, M. H., Malaka, A. S., Ashour, N. E., Mostafa, E. A. M. and Naguib, M. M. 2015. Evaluation of some pollen grain sources on yield and fruit quality of Samany date palm cv. (*Phoenix dactylifera* L.). Middle East Journal of Agriculture Research. 4(1): 27–30.

Shahsavar, A. R. and Shahhosseini, A. 2022. The metaxenia effects of different pollen grains on secondary metabolites, enzymes and sugars of ‘Piarom’ date palm fruit. Scientific Reports. 12(1): 1–14.

Zaid, A. and Al-Kaabi, H. 2003. Plant-off types in tissue culture-derived date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Emirates Journal of Food and Agriculture. pp. 17–35.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of pollen types to improve fruit set in the Piaroom cultivar from tissue culture and offshoot cultivation

Hamid Zargari[1*]
1. Horticultural Sciences Working Group. Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars, Iranian Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: zargarihamid@yahoo.com*

Abstract

One of the problems faced by *Phoenix dactylifera* L. growers in different parts of the country is the lack of a favorable fruit set for tissue culture seedlings of some cultivars recently. This study investigated the effects of pollen from different cultivars on the fruit set of tissue-cultured and offshoot date palms of the Piaroom cultivar at the Jahrom Agricultural Research Station over two years. The experiment used a randomized complete block design with three pollinator treatments: Jahrom seed pollen, Qirokarzin seed pollen, and Kazerun seed pollen. This was replicated three times on 10-year-old Piaroom date trees grown from tissue culture and offshoots. During the fifth to sixth weeks after pollination, we recorded the percentages of fruit set, parthenocarpic fruits, and fruit drop. The results indicated that among trees produced from tissue culture and offshoots, the highest percentage of fruit set, along with the lowest rates of parthenocarpy and fruit drop, were observed with Jahrom seed pollen. In contrast, Qirocarzin seed pollen resulted in the lowest percentage of fruit set and the highest rates of both parthenocarpy and fruit drop. The type of culture demonstrates that the offshoot is superior to tissue culture. Generally, Jahrom seed pollen had the greatest effect on fruit set of Piaroom dates, while Qirocarzin seed pollen had the least effect, regardless of whether they were obtained from tissue culture or offshoot cultivation.

Keywords: Fruit set, Piaroom cultivar, Pollen effects, Tissue culture, Offshoot.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود عملکرد و اجزای عملکرد در باغ‌های چای تحت تاثیر مدیریت شخم

کوروش مجد سلیمی[1*] و سیاوش محمدی[1]
۱- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده چای، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران
*نویسنده مسئول: *k.majdsalimi@gmail.com*

چکیده

اثرات کاربرد ماشین خاک‌ورزی و سایر ادوات شخم بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد در باغ‌های چای در ایستگاه تحقیقات چای کاشف ازبرم در شهرستان سیاهکل مطالعه شد. آزمایش در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار شامل شخم در زمستان (بدون شخم بهاره) به‌صورت ماشین خاک‌ورزی (M-N)، شخم با بیل کشاورزی (B-N) و بیل چنگکی (G-N)؛ شخم در بهار به‌صورت شخم با بیل چنگکی (N-G) و فوکا (N-F) و شخم در زمستان + بهار به‌صورت بیل کشاورزی+ فوکا (B-F)، بیل چنگکی + بیل چنگکی (G-G)، بیل چنگکی + فوکا (G-F)، ماشین+ فوکا (M-F) و ماشین+ ماشین (M-M) و تیمار بدون شخم یا شاهد (N-N) در سه تکرار انجام شد. شخم زمستانه در اوایل اسفند (حداکثر تا عمق ۲۰ سانتی‌متر) و شخم بهاره (عمق تقریبی ۵ سانتی‌متر) در اواخر اردیبهشت ماه هر دو سال انجام شد. نتایج نشان داد عملیات شخم با ماشین به‌صورت M-N، M-F و M-M به‌ترتیب باعث افزایش ۲۲/۷، ۱۷/۸ و ۱۶/۵ درصد و با بیل کشاورزی به صورت B-N و B-F سبب افزایش ۱۵/۹ و ۱۴/۱ عملکرد برگ سبز در مقایسه با شاهد گردید. استفاده از ماشین خاک‌ورزی (بویژه برای باغ‌های بزرگ) و سپس بیل کشاورزی برای عملیات شخم زمستانه تا عمق ۲۰ سانتی‌متری در زمان خواب بوته‌های چای (بهترین زمان ماه‌های دی و بهمن ماه است) برای اصلاح خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و بهبود تولید محصول توصیه می‌شود. با توجه به نتایج تحقیق، انجام شخم بهاره به‌تنهایی و یا همراه با شخم زمستانه تاثیر چندانی بر وضعیت تولید ندارد؛ بنابراین تا حد امکان انجام این نوع شخم با ماشین و یا ابزارهای مختلف بویژه در شرایط تنش آبی توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: برگ سبز چای ، تولید پایدار، شخم، گیاه چای.

مقدمه

عوامل متعددی باعث کاهش بهره‌وری و تولید غیر اقتصادی چای می‌شوند؛ بنابراین شناخت موانع و محدودیت‌های تولید کمی و کیفی چای بایستی مورد توجه ویژه قرار گیرد. خاک ازجمله منابع طبیعی دیرتجدیدپذیر شونده است که تخریب یا حفاظت آن بستگی به‌نحوه استفاده و مدیریت اراضی دارد. ساختمان خاک یکی از مهم‌ترین عواملی است که باعث تعدیل و بهبود قابلیت دسترسی به هوا و آب برای ریشه گیاهان، عرضه مواد مغذی، مقاومت مکانیکی به نفوذ و رشد ریشه و غیره می‌شود (Iori et al., 2014).

شخم یا خاک‌ورزی یکی از مهم‌ترین عملیات برای بهبود یا تغییر ساختمان خاک است. عمده‌ترین اهداف عملیات شخم، تهویه و افزایش نفوذپذیری و ذخیره آب خواهد بود که این عوامل در نهایت سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی می‌شود. انتخاب روش خاک‌ورزی (شخم) و نوع ادوات و زمان مورد استفاده در هنگام خاک‌ورزی تاثیر فراوانی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و در نهایت عملکرد گیاه به جای می‌گذارد (Mbuthia et al., 2015).

سفت‌شدن یا افزایش فشردگی خاک مانعی برای رشد و نمو گیاه بوده و از این طریق، عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. عوامل ایجاد کننده فشردگی خاک در باغ‌های چای عبارت از تردد زیاد نیروی انسانی، کاربرد برخی از ماشین‌های داشت و برداشت به‌طور متوالی، بارش باران، میزان رطوبت خاک، انتقال ذرات رس، شرایط آب و هوایی و عدم انجام عملیات شخم یا شخم بیش از اندازه است.

در مطالعه‌ای در چین اثرات سه نوع روش شخم عمیق، شخم دورانی (خاک‌ورزی با روتیواتور) و بدون شخم بر اجزای عملکرد و عملکرد چای بررسی شد (Su et al., 2015). نتایج این تحقیق نشان داد که روند تغییرات شدت تعرق و شدت فتوسنتز روزانه در اثر شخم به‌صورت افزایشی بود. همچنین شخم عمیق سبب افزایش معنی‌دار تراکم شاخساره، جرم خشک ۱۰۰ جوانه و کارایی مصرف آب شد و عملکرد چای

در این وضعیت به‌میزان ۶/۱۷ و ۸/۶ درصد به‌ترتیب بیشتر از شرایط بدون شخم و شخم با روتیواتور بود. در این مطالعه کاربرد ماشین خاک‌ورزی و سایر ادوات شخم بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد در باغ‌های چای بررسی شد.

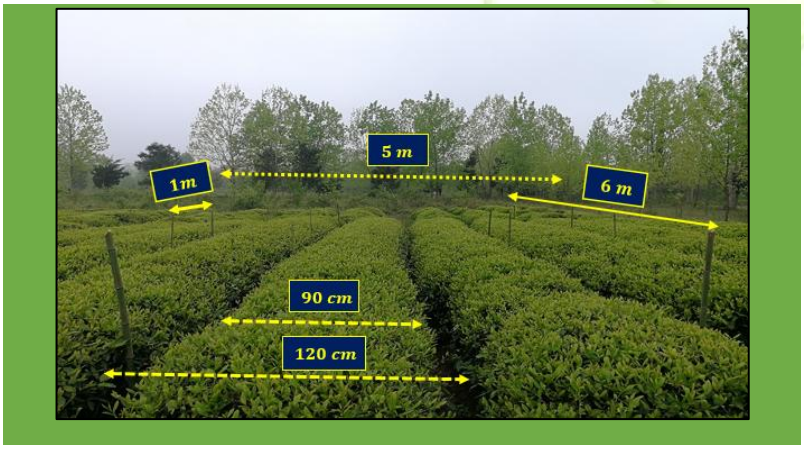
مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات چای کاشف ازبرم در شهرستان سیاهکل استان گیلان (واقع در کیلومتر ۱۴ جاده لاهیجان به سیاهکل) با ارتفاع ۶۹ متر بالاتر از سطح دریای آزاد و آب و هوای مرطوب و معتدل اجرا شد. عمق توسعه‌ی ریشه تا حدود ۵۰ سانتی‌متری گسترش یافته بود اما بیشتر ریشه‌های در عمق سطحی یعنی حدود ۲۰ سانتی‌متری وجود داشت. بافت خاک قطعه آزمایشی از نوع لوم- رسی-شنی بود که به‌صورت دیم بهره‌برداری می‌شد. شخم زمستانه در اوایل اسفند (حداکثر تا عمق ۲۰ سانتی‌متر) و شخم بهاره (عمق تقریبی ۵ سانتی‌متر) در اواخر اردیبهشت ماه هر دو سال با ادوات و ماشین خاک‌ورزی انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار در سه تکرار انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات تیمارهای آزمایش شامل زمان و نوع ابزار برای شخم و علامت اختصاری.

تیمارهای آزمایش			
شماره	نوع شخم		علامت اختصاری
	زمستانه	بهاره	شخم بهاره- شخم زمستانه
۱	بدون شخم	بدون شخم	N-N
۲	ماشین خاک‌ورزی	بدون شخم	M-N
۳	بیل کشاورزی	بدون شخم	B-N
۴	بیل چنگکی	بدون شخم	G-N
۵	بدون شخم	بیل چنگکی	N-G
۶	بدون شخم	فوکا	N-F
۷	بیل کشاورزی	فوکا	B-F
۸	بیل چنگکی	بیل چنگکی	G-G
۹	بیل چنگکی	فوکا	G-F
۱۰	ماشین خاک‌ورزی	فوکا	M-F
۱۱	ماشین خاک‌ورزی	ماشین خاک‌ورزی	M-M

طرح آزمایشی در زمینی به ابعاد تقریبی ۲۰×۶۰ متر و به مساحت تقریبی ۱۲۰۰ مترمربع اجرا شد. ابعاد (۵×۶ متر) و مشخصات کرت آزمایشی، بوته‌ها و ردیف‌های چای در پژوهش در شکل ۱، مشاهده می‌شود.



شکل ۱- ابعاد و مشخصات کرت آزمایشی، بوته‌ها و ردیف‌های چای در پژوهش.

برداشت از کرت‌های آزمایشی به‌صورت شاخساره‌های استاندارد (۲ یا ۳ برگ و یک جوانه انتهایی) به‌طور هم‌زمان در تمام کرت‌ها انجام و وزن آن‌ها به‌وسیله‌ی ترازو تعیین شد. تعداد شاخساره قابل‌برداشت به روش کادر اندازی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری جرم تر شاخساره، جرم تر در ۱۰۰ گرم شاخساره قابل برداشت (یک جوانه و دو تا سه برگ) با استفاده از ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد.

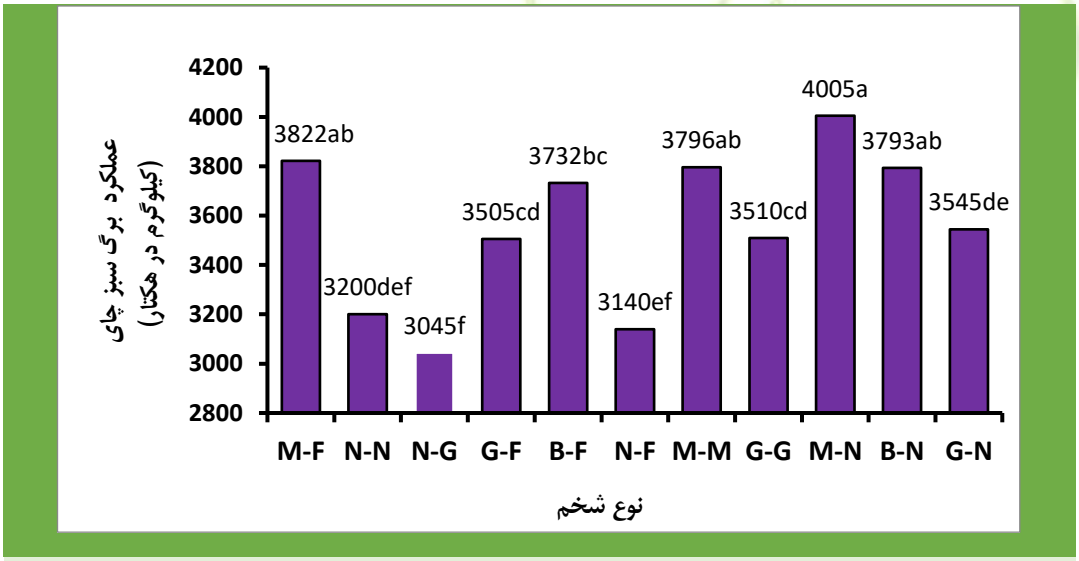
در این پژوهش از طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی برای تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد استفاده شد. برای انجام تجزیه واریانس مرکب و ساده از نرم افزار SAS 9.4 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

استفاده از ماشین خاک‌ورزی به‌طورکلی باعث شد تا بیشترین میزان عملکرد در تیمارهایی به‌دست آید که از این روش خاک‌ورزی استفاده کردند. شخم زمستانه با ماشین خاک‌ورزی+ بدون شخم بهار (M-N) بیشترین میزان دو سالانه عملکرد برگ سبز (۴۰۰۵ کیلوگرم در هکتار) با افزایش ۲۲/۷ درصد در مقایسه با شاهد را تولید کرد (شکل ۲). دو تیمار شخم زمستانه با ماشین+ بهاره با ماشین (M-M) و شخم زمستانه با ماشین+ بهاره با فوکا (M-F) نیز به‌ترتیب با عملکرد ۳۷۹۶ و ۳۸۲۲ کیلوگرم در هکتار، تاثیر خوبی بر تولید محصول داشتند. روند افزایشی مشابهی از تغییرات تعداد و جرم شاخساره قابل برداشت در تمام تیمارهای شخم با ماشین خاک‌ورزی در مقایسه با شاهد وجود داشت.

علاوه بر اثرات خوب استفاده از ماشین خاک‌ورزی در تولید محصول، بر اساس نتایج (شکل ۲) مشاهده شد که استفاده صحیح از بیل کشاورزی برای شخم زمستانه + بدون شخم بهاره (B-N) می‌تواند تاثیری معادل تیمارهای M-M و M-F روی عملکرد داشته باشد. شخم زمستانه با بیل کشاورزی (B-N) با عملکرد ۳۷۹۳ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۱۵/۹ درصدی تولید در مقایسه با شاهد شد. سو و همکاران (۲۰۱۵) ثابت کردند شخم عمیق سبب افزایش معنی‌دار تراکم شاخساره، جرم خشک ۱۰۰ جوانه و کارایی مصرف آب شد و عملکرد چای در این وضعیت به‌میزان ۱۷/۶ و ۶/۸ درصد به‌ترتیب بیشتر از شرایط بدون شخم و شخم دورانی بود (Su et al., 2015).

به‌طور مشابه، شخم زمستانه با بیل کشاورزی + شخم بهاره با فوکا (B-F) با کمی کاهش عملکرد جزو تیمارهای با تولید محصول خوب به‌دست آمد. در این دو نوع شخم با برگرداندن خاک عمقی به سطح و کاهش شکسته‌شدن و بهم‌خوردگی حجم خاک، کلوخه‌های بزرگتری از خاک به‌علت ماهیت ابزار مورد استفاده تشکیل شد.



شکل ۲– تاثیر تیمارهای مختلف شخم روی عملکرد برگ سبز چای در هکتار در سال‌های آزمایش (۱۴۰۰–۱۳۹۹).

تیمارهای G-F، G-G و G-N به‌ترتیب دارای افزایش عملکرد ۷/۴، ۷/۴ و ۳/۱ درصدی نسبت به شاهد بودند. کمترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد از تیمارهای N-G (بدون شخم زمستانه- شخم بهاره با بیل چنگکی) و N-F (بدون شخم زمستانه- شخم بهاره با فوکا) به‌دست آمد که به‌ترتیب کاهش عملکرد ۶/۷ و ۳/۷ درصدی در مقایسه با شاهد داشتند (شکل ۲). استفاده از بیل چنگکی پیشنهادی به‌صورت باعث شد تا عملکرد و اجزای عملکرد این تیمارها کمی بیشتر از شاهد و تیمارهای با شخم بهاره (N-F و N-G) به‌دست آید و از سایر تیمارها، مقادیر کمتری داشته باشند. به نظر می‌رسد عملکرد ابزاری نه‌چندان مناسب بیل چنگکی پیشنهادی، به‌تنهایی برای انجام شخم زمستانه قابل توصیه نباشد.

استفاده از ماشین خاک‌ورزی (بویژه برای باغ‌های بزرگ) و سپس بیل کشاورزی برای عملیات شخم زمستانه تا عمق ۲۰ سانتی‌متری در زمان خواب بوته‌های چای (بهترین زمان ماه‌های دی و بهمن ماه است) برای اصلاح خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و بهبود تولید محصول توصیه می‌شود. با توجه به نتایج تحقیق، انجام شخم بهاره به‌تنهایی و یا همراه با شخم زمستانه تاثیر چندانی بر وضعیت تولید یا حاصل‌خیزی خاک ندارد؛ بنابراین تا حد امکان انجام این نوع شخم با ماشین و یا ابزارهای مختلف بویژه در شرایط تنش آبی توصیه نمی‌شود.

منابع

Iori, P., Da Silva, R. B., Ajayi, A. E., De, F. A., Silva, M., Souza, M. and De Souza, Z. M. 2014. What drives decline productivity in ageing tea plantation – Soil physical properties or soil nutrient status? Agricultural Science. 2(1): 22–36.

Mbuthia, L. W., Acosta-Martinez, V., DeBruyn, J., Schaeffer, S., Tyler, D., Odoi, E., Mpheshea, M., Walker, F. and Eash, N. 2015. Long-term tillage, cover crop, and fertilization effects on microbial community structure, activity: Implications for soil quality. Soil Biology and Biochemistry. 89: 24–34.

Su, Y. J., Wang, Y. J., Zhang, Y. L., Ding, Y., Luo, Y., Song, L. and Liao, W. Y. 2015. Effects of different tillage methods on tea garden soil physical characteristics and tea yield. Journal of Applied Ecology. 26(12): 3723–3729.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Improving yield and yield components in tea plantations under the influence of tillage management

Kourosh Majd Salimi[1*] and Siavash Mohammadi[2]
1. Faculty Member, Horticultural Sciences Research Institute, Tea Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lahijan, Iran
Corresponding Author: k.majdsalimi@gmail.com

Abstract

The effects of the use of tillage machines and other tillage equipment on improving yield and yield components in tea plantations were studied at Kashif Tea Research Station of Ezbaram in Siahkal county. Experiment were performed in the form of a randomized complete block design with 11 treatments (three replications) including tillage in winter (without spring tillage) in the form of Soil cultivator KR-35A model (M-N), tillage with an farming shovel (B-N) and tillage with a rake hoe (G-N); tillage in spring as plowing with rake hoe (N-G) and tillage with hoe (N-F) and tillage in winter + spring as farming shovel + hoe (B-F), rake hoe + rake hoe (G-G), rake hoe + hoe (G-F) , machine + hoe (M-F) and machine + machine (M-M) and treatment without tillage or control (N-N). The results showed that some tillage methods improved soil structure and fertility, yield components and tea yield compared to control. Tillage operation with soil cultivator in the form of M-N, M-F, and M-M increased 22.7, 17.8, and 16.5 percent, respectively and with an farming shovel in the form of B-N and B-F caused an increase of 15.9, and 14.1 in green leaf yield compared to the control. Using a tillage machine (especially for large plantations) and then a farming shovel for winter tillage operations to a depth of 20 cm during the dormant period of tea bushes (the best time is January and February) is recommended to improve the physicochemical properties of the soil and improve crop production. According to the results of the research, spring tillage alone or together with winter tillage does not have much effect on the production situation; therefore, it is not recommended to do this type of tillage with machines or different tools, especially in water stress conditions.

Keywords: Green tea leaves, Sustainable production, Tillage, Tea plant.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر کیتوزان بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی مرزه رشینگری (*Satureja rechingeri* Jamzad) تحت تنش خشکی

الهام سبزیان ملائی[1*]، خدایار همتی[1] و حسن مومیوند[2]

۱- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، داتشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲-گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

*نویسنده مسئول: *elham.sabzian_s96@gau.ac.ir*

چکیده

مرزه رشینگری گیاهی بسیار معطر و انحصاری ایران است. خشکی یکی از شدیدترین تنش‌های محیطی است که بر بهره‌وری گیاه اثر می‌گذارد. حدود ۸۰ تا ۹۵ درصد زی‌توده گیاه از آب تشکیل شده است که نقش حیاتی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه دارد. کیتوزان با افزایش پاسخ‌های فیزیولوژیک گیاه اثر سوء تنش‌های غیرزیستی را کاهش می‌دهد. هدف از این پژوهش بررسی اثر کیتوزان بر وزن خشک اندام هوایی، عملکرد اسانس و صفات فیزیولوژیکی محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی مرزه رشینگری تحت تنش خشکی می‌باشد. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به‌صورت گلدانی در شرایط گلخانه اجرا شد. فاکتورها شامل تنش خشکی در سه سطح تنش شدید، تنش متوسط و عدم تنش به‌ترتیب (۶۰-۵۰، ۸۰-۷۰ و ۱۰۰-۹۰ درصد رطوبت خاک بر پایه ظرفیت زراعی) به‌عنوان فاکتور اول و محلول‌پاشی کیتوزان در سه سطح (صفر، ۸۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌عنوان فاکتور دوم بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی و کیتوزان بر صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). بیش‌ترین وزن خشک اندام هوایی، عملکرد اسانس و درصد محتوای نسبی آب برگ در شرایط عدم تنش با محلول‌پاشی ۱۶۰میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان حاصل شد. بیش‌ترین مقادیر کلروفیلa و کلروفیل‌کل با کاربرد ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان تحت تنش متوسط و عدم تنش حاصل شد. بیش‌ترین مقدار کلروفیلb و کاروتنوئید تحت تاثیر ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان در شرایط تنش متوسط به‌دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که تنش شدید خشکی باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی، عملکرد اسانس، محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی در مرزه رشینگری شد. محلول‌پاشی هر دو غلظت کیتوزان این کاهش‌ها را جبران کردند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، کیتوزان، مرزه رشینگری.

مقدمه

مرزه رشینگری گیاهی چندساله و بسیار معطر است. این گونه از خانواده نعناع و انحصاری ایران است. رویشگاه طبیعی آن در منطقه ایلام در دامنه‌های سنگریزه‌ای و دامنه‌های صخره‌ای می‌باشد. تمام گیاه پوشیده از کرک‌های بلند خاکستری رنگ و غده‌های ترشحی فراوان است (جمزاد، ۱۳۸۸). گیاهان در طول رشد و نمو در معرض تنش‌های محیطی مختلف قرار می‌گیرند. در این میان خشکی یکی از شدیدترین تنش‌های محیطی است که بر بهره‌وری گیاه اثر می‌گذارد. حدود ۸۰ تا ۹۵ درصد زی‌توده گیاه از آب تشکیل شده است که نقش حیاتی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه از جمله رشد و نمو و متابولیسم‌های گیاهی دارد (Seleiman et al., 2021). کمبود آب در گیاهان منجر به اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند کاهش فتوسنتز و تعرق گیاه می‌شود و در گیاهان دارویی ممکن است منجر به تغییر در عملکرد و ترکیبات اسانس شود (Said et al., 2009). شریعت و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی در مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad) شد.

کیتوزان یک بیوپلیمر مشتق شده از کیتین است که به‌عنوان یک محرک در کشاورزی عمل می‌کند. این ماده غیرسمی، زیست‌تخریب‌پذیر و زیست‌سازگار است. کیتوزان با افزایش پاسخ‌های فیزیولوژیک گیاه اثر سوء تنش‌های غیرزیستی را کاهش می‌دهد. کیتوزان با القای فعالیت اسیدآبسیزیک باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق می‌شود (Hidangmayum et al., 2019). بنابراین باتوجه

به اهمیت دارویی مرزه رشـینگری و بحران کمبود آب در کشـور، هدف از این پژوهش بررسـی اثر کیتوزان بر وزن خشـک اندام هوایی و عملکرد اسانس همچنین صفات فیزیولوژیکی محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی در این گیاه تحت تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصـادفی در سـه تکرار به‌صـورت گلدانی اجرا شـد. فاکتورها شـامل تنش خشـکی در سـه سـطح تنش شـدید، تنش متوسـط و عدم تنش به‌ترتیب (۶۰-۵۰، ۸۰-۷۰ و ۱۰۰-۹۰ درصـد رطوبت خاک بر پایه ظرفیت زراعی) به‌عنوان فاکتور اول و محلول‌پاشـی کیتوزان در سـه سـطح (۰، ۸۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شـد. نشـاهای مرزه رشـینگری از مرکز جهاد دانشـگاهی خرم‌آباد تهیه شـد و در گلخانه تحقیقاتی دانشـگاه لرسـتان کشـت شـدند. بعد از اسـتقرار بوته‌ها، تنش خشکی برحسب ظرفیت زراعی و به‌روش وزنی به‌مدت سه ماه اعمال شد. تیمارهای محلول‌پاشی در سه مرحله: دو روز قبل از شروع اعمال رژیم‌های مختلف آبیاری، یک ماه بعد از محلول‌پاشی اول در مرحله رشد رویشی و در زمان گلدهی اعمال گردید. ده روز بعد از آخرین محلول‌پاشـی، اندازه‌گیری صـفات شـروع شـد. وزن خشـک اندام هوایی با اسـتفاده از ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شـد. اسـانس‌گیری به‌روش تقطیر با آب توسـط دسـتگاه کلونجر انجام گرفت و سـپس عملکرد اسـانس محاسـبه گردید. محتوای نسبی آب برگ به‌روش ریتچی و هانسـون (۱۹۹۰) و غلظت رنگیزه‌های فتوسـنتزی به‌روش لیچتنتالر (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شـد. در نهایت داده‌ها با نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد؛ اثر تنش خشکی بر وزن خشک اندام هوایی، عملکرد اسانس و محتوای نسبی آب برگ (RWC) در سـطح احتمال یک درصـد معنی‌دار بود ولی بر رنگیزه‌های فتوسـنتزی اثر معنی‌دار نداشـت. اثر کیتوزان بر وزن خشـک اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی بجز کلروفیلb در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما بر عملکرد اسانس اثر معنی‌دار نداشت. اثر متقابل تنش خشـکی و کیتوزان بر وزن خشـک اندام هوایی، عملکرد اسـانس و کلروفیل‌کل در سـطح احتمال یک درصـد و بر محتوای نسبی آب برگ، کلروفیلa، کلروفیلb و کاروتنوئید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و کیتوزان بر برخی صفات مرزه رشینگری.

درجه آزادی	منابع تغییر	وزن خشک اندام هوایی	عملکرد اسانس	RWC%	کلروفیلa	کلروفیلb	کلروفیل‌کل	کاروتنوئید
۲	خشکی	۸/۲۲**	۰/۰۰۱**	۱۴۲/۳۷**	۰/۰۳۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۴۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
۴	کیتوزان	۱/۷۲**	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۸۹/۳۷**	۰/۲۳**	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۳۷**	۰/۰۱۷**
۸	خشکی×کیتوزان	۱/۲۶**	۰/۰۰۰۴**	۳۶/۳۱*	۰/۰۶۵*	۰/۰۱۵*	۰/۱۴**	۰/۰۰۳*
۳۰	خطا	۰/۱۹	۰/۰۰۰۰۳	۱۲/۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱
	ضریب تغییر	۱۷/۰۸	۱۸/۷۵	۵/۵۸	۷/۵۸	۱۱/۴۷	۶/۲۶	۷/۰۹

ns، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

طبق نتایج مقایسه میانگین، تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی شد. هر دو غلظت کیتوزان وزن خشک اندام هوایی را در سطوح مختلف تنش افزایش دادند. بیش‌ترین وزن خشک اندام هوایی (۴/۰۱ گرم) با کاربرد ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان در شرایط عدم تنش به‌دست آمد. کم‌ترین وزن آن (۱/۱۷ گرم) تحت تنش شدید بدون محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول ۲). عملکرد اسانس تحت تنش متوسـط افزایش یافت ولی در تنش شـدید مقدار آن کاهش یافت. با افزایش شـدت تنش، محتوای نسـبی آب نیز کاهش یافت به‌طوری‌که کم‌ترین عملکرد اسانس (۰/۰۱۲ گرم در بوته) و محتوای نسبی آب (۵۲ درصد) در تیمار شاهد تنش شدید به‌دست آمد. هر دو غلظت کیتوزان باعث افزایش عملکرد اسانس و محتوای نسبی آب تحت تنش شدید شدند. بیش‌ترین عملکرد اسانس (۰/۰۴۵ گرم در بوته) و محتوای نسبی آب (۶۸ درصد) در تیمار ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان تحت عدم تنش حاصل شد (جدول ۲). در شرایط تنش متوسط خشکی غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی افزایش نشان داد ولی تحت تنش شدید مقدار رنگیزه‌ها کاهش یافت. محلول‌پاشی هر دو غلظت

کیتوزان این کاهش را جبران کرد. کم‌ترین غلظت کلروفیلa، کلروفیل‌کل و کاروتنوئید (به‌ترتیب ۱/۳، ۱/۸۵ و ۰/۳۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار تنش شدید بدون محلول‌پاشی مشاهده شد. کم‌ترین غلظت کلروفیلb (۰/۴۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار شاهد عدم تنش به‌دست آمد. بیش‌ترین مقادیر کلروفیلa (۱/۸۸ و ۱/۸۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و کلروفیل‌کل (۲/۵۷ و ۲/۵۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر) با کاربرد ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان در شرایط عدم تنش و تنش متوسط حاصل شد. بیش‌ترین مقدار کلروفیلb و کاروتنوئید (به‌ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۵۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) متعلق به تیمار ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان تحت تنش متوسط بود (جدول ۲).

جدول ۲– مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی کیتوزان بر برخی صفات مرزه رشینگری.

تیمارها		وزن خشک اندام هوایی (گرم)	عملکرد اسانس (گرم در بوته)	RWC%	کلروفیلa (mg/g FW)	کلروفیلb (mg/g FW)	کلروفیل‌کل (mg/g FW)	کاروتنوئید (mg/g FW)
عدم تنش	کیتوزان صفر	۳/۱۸^{b}	۰/۰۳۱^{cd}	۶۷/۳^{ab}	۱/۵۱^{c}	۰/۴۸^{c}	۲/۰۳^{de}	۰/۴^{ef}
	کیتوزان ۸۰	۳/۲۶^{b}	۰/۰۲۷^{d}	۶۱/۳^{bc}	۱/۵۷^{bc}	۰/۵۴^{ac}	۲/۱۵^{cd}	۰/۴۴^{de}
	کیتوزان ۱۶۰	۴/۰۱^{a}	۰/۰۴۵^{a}	۶۸^{a}	۱/۸۸^{a}	۰/۶۲^{ab}	۲/۵۶^{a}	۰/۵^{ab}
تنش متوسط	کیتوزان صفر	۱/۹۲^{cd}	۰/۰۳۷^{bc}	۶۲/۳^{ac}	۱/۶۳^{bc}	۰/۶^{ab}	۲/۲۸^{bc}	۰/۴۶^{bd}
	کیتوزان ۸۰	۳/۷۴^{ab}	۰/۰۴۳^{ab}	۶۰^{c}	۱/۵۲^{c}	۰/۴۹^{c}	۲/۰۳^{de}	۰/۴۴^{ce}
	کیتوزان ۱۶۰	۲/۴۵^{c}	۰/۰۱۷^{e}	۶۷^{ab}	۱/۸۸^{a}	۰/۶۴^{a}	۲/۵۷^{a}	۰/۵۲۸^{a}
تنش شدید	کیتوزان صفر	۱/۱۷^{e}	۰/۰۱۲^{e}	۵۲^{d}	۱/۳^{d}	۰/۵۱^{bc}	۱/۸۵^{e}	۰/۳۸^{f}
	کیتوزان ۸۰	۱/۳۴^{de}	۰/۰۱۷^{e}	۵۹^{c}	۱/۷۲^{ab}	۰/۶۱^{ab}	۲/۳۸^{ab}	۰/۴۸۵^{ac}
	کیتوزان ۱۶۰	۲/۳۴^{c}	۰/۰۱۸^{e}	۶۲/۳^{ac}	۱/۶۵^{bc}	۰/۵۳^{ac}	۲/۲۴^{bd}	۰/۴۷^{bd}

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) می‌باشند.

مطابق نتایج این پژوهش، کیتوزان غلظت کلروفیل و محتوای نسبی آب را در یک رقم از مرزنجوش (*Origanum vulgare*) در شرایط تنش خشکی و بدون تنش افزایش داد (آقایی دیزج و همکاران، ۱۴۰۱). کاهش محتوای نسبی آب به کاهش حجم پروتوپلاست مرتبط است. کیتوزان با افزایش سنتز اسمولیت‌ها باعث حفظ پتاسیل اسمزی شده و از این طریق به بهبود وضعیت هیدرولیکی گیاه در شرایط تنش خشکی کمک می‌کند (Garcia-Garcia et al., 2023). کیتوزان ممکن است با افزایش سیتوکنین‌های درون‌زا که سنتز کلروفیل را تحریک می‌کنند؛ اثر منفی تنش خشکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی را کاهش دهد (Masjedi et al., 2017). مطابق نتایج ما، در بادرشبی نیز تنش متوسط خشکی باعث افزایش عملکرد اسانس شد ولی تنش شدید خشکی کاهش عملکرد اسانس را به‌دنبال داشت (Karimzadeh et al., 2018). در پژوهشی دیگر Emami Bistgani و همکاران (2017) گزارش کردند؛ کاربرد کیتوزان وزن خشک سرشاخه و عملکرد اسانس را در آویش دنائی (*Thymus daenensis* Celak) تحت تنش خشکی و بدون تنش افزایش داد.

منابع

آقایی دیزج، ل.، محمدی، ح. و آقایی، ا. ۱۴۰۱. بررسی واکنش‌های فیزیولوژیک دو گونه گیاه دارویی مرزنجوش به محلول‌پاشی کیتوزان تحت شرایط تنش کم‌آبی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۵(۱): ۱۸۵–۱۹۷.

جمزاد، زیبا. ۱۳۸۸. مرزه‌ها و آویشن‌های ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.

شریعت، آناهیتا.، کریم‌زاده، قاسم.، عصاره، محمد حسن و هادیان، جواد. ۱۳۹۶. تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک و نمایه متابولیتی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica*) در پاسخ به تنش خشکی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۲۵(۲): ۲۳۲–۲۴۶.

Emami Bistgani, Z., Siadat, S. A., Bakhshandeh, A., Ghasemi Pirbalouti, A. and Hashemi, M. 2017. Morpho-physiological and phytochemical traits of *Thymus daenensis* Celak. in response to deficit irrigation and chitosan application. Acta Physiologiae Plantarum. 39: 1–13.

García-García, A. L., Matos, A. R., Feijão, E., Cruz de Carvalho, R., Boto, A., Marques da Silva, J. and Jiménez-Arias, D. 2023. The use of chitosan oligosaccharide to improve artemisinin yield in well-watered and drought-stressed plants. Frontiers in Plant Science. 14: 1200898.

Hidangmayum, A., Dwivedi, P., Katiyar, D. and Hemantaranjan, A. 2019. Application of chitosan on plant responses with special reference to abiotic stress. Physiology and Molecular Biology of Plants. 14 pp.

Karimzadeh Asl, K., Ghorbanpour, M., Marefatzadeh Khameneh, M. and Hatami, M. 2018. Influence of drought stress, biofertilizers and zeolite on morphological traits and essential oil constituents in *Dracocephalum moldavica* L. Journal of Medicinal Plants. 17(67): 91–112.

Masjedi, M. H., Roozbahani, A. and Baghi, M. 2017. Assessment effect of chitosan foliar application on total chlorophyll and seed yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under water stress conditions. Journal of Crop Nutrition Science. 3(3): 14–26.

Said-Al, A., Omer, E. A. and Naguib, N. Y. 2009. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano (*Origanum vulgare* L.). International Agrophysics. 23: 269–275.

Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H. H. and Battaglia, M. L. 2021. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. Plants. 10(2): 259.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effect of chitosan on the yield and some physiological traits of *Satureja rechingeri* Jamzad under drought stress

Elham Sabzian Molaei[1*], Khodayar Hemmati[1] and Hasan Mumivand[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
Corresponding Author: elham.sabzian_s96@gau.ac.ir

Abstract

Satureja rechingeri is a highly aromatic plant endemic to Iran. Drought is one of the most severe environmental stresses that affects plant productivity. About 80 to 95 percent of plant biomass is composed of water, which plays a vital role in plant physiological processes. Chitosan reduces the adverse effects of abiotic stresses by increasing plant physiological responses. this study aims to investigate the effect of chitosan on the dry weight of the shoot, essential oil yield, and physiological traits of relative leaf water content and photosynthetic pigments of *Satureja rechingeri* under drought stress. This research was conducted as a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications in pots under greenhouse conditions. The factors included drought stress at three levels of severe stress, moderate stress, and non-stress, respectively (50-60, 70-80, and 90-100 percent soil moisture based on field capacity) as the first factor and chitosan foliar application at three levels (0, 80, and 160 mg/L) as the second factor. The results showed that the interaction effect of drought stress and chitosan on the evaluated traits was significant ($p<0.05$). The highest shoot dry weight, essential oil yield and percentage of relative leaf water content were obtained under non-stress conditions with foliar application of 160 mg/L chitosan. The highest amounts of chlorophyll a and total chlorophyll were obtained with the application of 160 mg/L chitosan under moderate stress and non-stress. The highest amounts of chlorophyll b and carotenoids were observed with the application of 160 mg/L chitosan under moderate stress. The results of this study showed that severe drought stress led to a reduction in shoot dry weight, essential oil yield, relative leaf water content, and photosynthetic pigments in *Satureja rechingeri*. Foliar application of both concentrations of chitosan alleviated these reductions.

Keywords: Drought stress, Chitosan, *Satureja rechinger*.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

انتخاب محیط کشت بهینه برای افزایش زامیفولیا از طریق قلمه برگ

نفیس عاشوری[۱*]، شیرین دیانتی دیلمی[۱] و سهیل کریمی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران
*نویسنده مسئول: *nafis.ashoui@ut.ac.ir*

چکیده

برای بهبود درصد ریشه‌زایی و تسریع رشد زامیفولیا (*Zamioculcas zamiifolia*) از قلمه برگ به یک محیط‌های ریشه‌زایی ضروری هستند. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی نوع بستر کشت بر ریشه‌زایی و رشد گیاهچه‌های زامیفولیای حاصل از قلمه برگچه انجام شد. برگچه‌ها در ۴ نوع بستر شامل کوکوپیت، دو قسمت کوکوپیت+یک قسمت پرلیت، دو قسمت پیت ماس+یک قسمت پرلیت، و یک قسمت ورمی-کمپوست+یک قسمت ورمیکولایت کشت شدند. پس از ۶ ماه صفات مورفلوژیک و محتوای کلروفیل در برگ اندازه‌گیری شد. بیشترین وزن تر گیاه (زیست توده) در محیط کشت کوکوپیت و آمیخته کوکوپیت+پرلیت مشاهده شد. گیاهان محیط کشت ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت دارای کمترین وزن بودند و بیشترین نسبت وزن اندام هوایی به زمینی بودند. محیط کشت ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت رشد خوبی در گیاه ایجاد نکرد و ارزیابی نسبت شاخساره به ریشه نشان داد که توسعه ریشه‌ها در این محیط محدودتر می‌شود. بیشترین سطح برگ در تیمار پیت ماس+پرلیت و کمترین مقدار در تیمار ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت مشاهده شد. بنابراین بخش دیگری از رشد محدود گیاه در بستر کشت ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت ناشی از سطح برگ کمتر گیاه در این بستر کشت بود. بیشترین حجم اندام زمینی در محیط کشت پیت ماس+پرلیت مشاهده شد و کمترین آن مربوط به محیط کشت کوکوپیت+پرلیت و ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت بود. بیشترین محتوای کلروفیل در گیاهان کشت شده در کوکوپیت و آمیخته کوکوپیت+پرلیت مشاهده شد و گیاهان کشت شده در ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت دارای کمترین محتوای کلروفیل بودند. از این رو استفاده از بسترهای کشت کوکوپیت و آمیخته کوکوپیت+پرلیت منجر به تولید گیاهان با کیفیت‌تر شد. در مجموع بر اساس یافته‌های این پژوهش استفاده از بستر کشت کوکوپیت برای افزایش بهینه زامیفولیا توصیه شد.

واژه‌های کلیدی: زیست توده، رشد، ریشه‌زایی، کلروفیل، *Zamioculcas zamiifolia*.

مقدمه

زامیفولیا (*Zamioculcas zamiifolia*) یک گیاه زینتی لوکس با قابلیت تصفیه هوا برای محیط داخلی است. زامیفولیا یک کارخانه کارآمد برای حذف آلاینده‌های هوای غیر قطبی مانند ۸۰٪ بنزن، ۷۶٪ تولوئن، ۷۵٪ اتیل بنزن و ۷۳٪ زایلن (BTEX) در عرض ۲۴ ساعت گزارش شده است (Gangani et al., 2023). با توجه به این واقعیت، یک گیاه اداری بسیار رایج است و در مقیاس وسیع تولید می‌شود. زامیفولیا در نور روشن تا متوسط و غیرمستقیم بهترین عملکرد را دارد اما در سطوح کم نور نیز همچنان عملکرد قابل قبولی دارد. این گیاه یک گیاه ایدئال برای دفتر یا حمام بدون پنجره است که در آن فقط مقدار کمی نور مصنوعی دریافت می‌کند.

قلمه برگ یکی از روش‌های ممکن برای تکثیر زامیفولیا است (Thongkham and Phavaphutanon, 2018). محیط‌های ریشه‌زایی نقشی حیاتی برای تکثیر گیاه ایفا می‌کنند، اما خاک به تنهایی به عنوان بستر ریشه‌زایی همه الزامات برای به دست آوردن مواد کاشت با کیفیت بهتر را برآورده نمی‌کند. محیط‌های ریشه‌زایی برای بهبود درصد ریشه‌زایی ضروری هستند و از این رو ترکیب محیط‌های استاندارد شده اهمیت بیشتری برای موفقیت در تکثیر رویشی دارد. امروزه در خزانه‌ها از محیط‌های معمولی بدون خاک در دسترس مانند کوکوپیت، ماسه، ورمی‌کمپوست، پرلیت، ورمیکولایت و غیره و ترکیبات آن‌ها استفاده می‌شود. انواع مختلف محیط ریشه‌زایی ماهیت ریشه‌های تولید شده در قلمه را تا حدودی تعیین می‌کند (Renuka et al., 2015). یک مخلوط باید نرم باشد، زهکشی خوبی داشته باشد و حرکت اکسیژن زیادی برای ریشه‌های تازه تشکیل شده داشته باشد. برای رشد مناسب، محیط ریشه‌زایی باید چهار عملکرد را ارائه دهد، یعنی تأمین مواد مغذی، حفظ رطوبت، اجازه تبادل گازی و حمایت از گیاه (Malik, 2019). پژوهش‌های محدودی در راستای تعیین بهترین بستر کشت برای زامیفولیا انجام شده است. لذا ارزیابی انواع بستر کشت در دسترس در کشور برای افزایش تولید و بهینه‌سازی رشد این گیاه حائز اهمیت است.

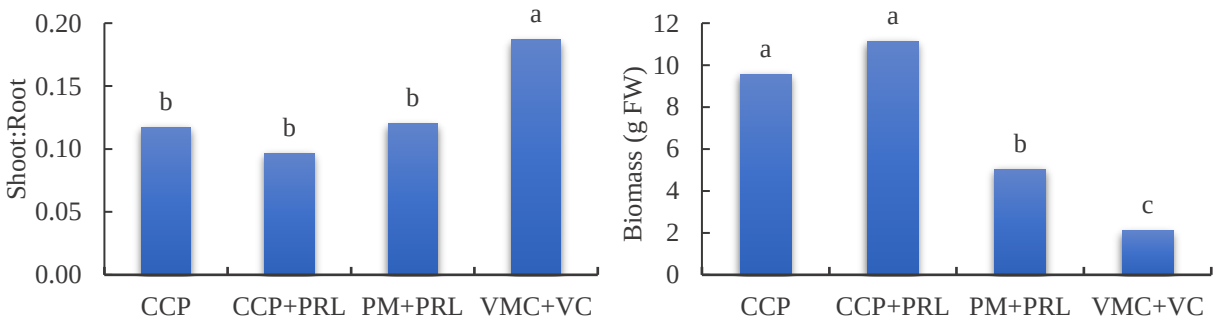
بستر کشت مناسب ضمن ریشه‌زایی می‌تواند محدودیت‌های دیگری که قلمه‌های برگ با آن مواجه هستند را نیز برطرف نماید. زامیفولیا بسیار کند رشد است و یک سال یا بیشتر طول می‌کشد تا گیاهان حاصل از قلمه برگ به اندازه قابل فروش برسد. قلمه‌های برگچه تکثیر شده در مخلوط زغال‌سنگ پیت ماس یا ماسه و پوسته برنج (۱:۱ برحسب حجم) ریزوم بزرگ‌تری با کیفیت ریشه بهتر تولید کردند و شاخه جدید در مقایسه با آن‌هایی که در کوکوپیت و مخلوط زغال چوب پوسته برنج یا کوکوپیت مخلوط با شن بودند، زودتر ظاهر شدند (Sinthanayothin et al., 2014). Thongkham و Phavaphutanon (۲۰۱۸) با استفاده از ترکیب کوکوپیت و ماسه نتایج رضایت‌بخشی (بیش از ۹۰ درصد) از میزان ریشه‌دار شدن قلمه‌های برگ زامیفولیا گزارش نمودند. از این رو، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی چهار نوع بستر کشت بر ریشه‌زایی و رشد گیاهچه‌های زامیفولیای حاصل از قلمه برگچه انجام شد.

مواد و روش‌ها

برگچه‌های بالغ زامیفولیا از بخش میانی و پایینی محور برگ با یک تیغ تیز جدا شدند. برای ریشه‌زایی، برگچه‌ها در ۴ نوع بستر شامل ۱- کوکوپیت، ۲- دو قسمت کوکوپیت و یک قسمت پرلیت، ۳- دو قسمت پیت ماس و یک قسمت پرلیت، ۴- یک قسمت ورمی‌کمپوست و یک قسمت ورمیکولایت کشت شدند و در دمای ۲۹-۳۲ درجه سانتی‌گراد زیر تونل پلاستیکی برای تأمین رطوبت قرار گرفتند. تیمارهای آزمایش دارای سه تکرار بود و در هر تکرار ۳ قلمه برگ به عنوان واحد آزمایش در نظر گرفته شد. پس از ۶ ماه صفات مورفلوژیک شامل سطح برگ، وزن تر ریشه‌ها، غده، برگچه‌ها، و محور برگ، و حجم ریشه‌ها و محتوای کلروفیل در برگ اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از نرم‌افزار ImageJ اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل با روش آرنون و همکاران اندازه‌گیری شد (Arnon, 1967). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

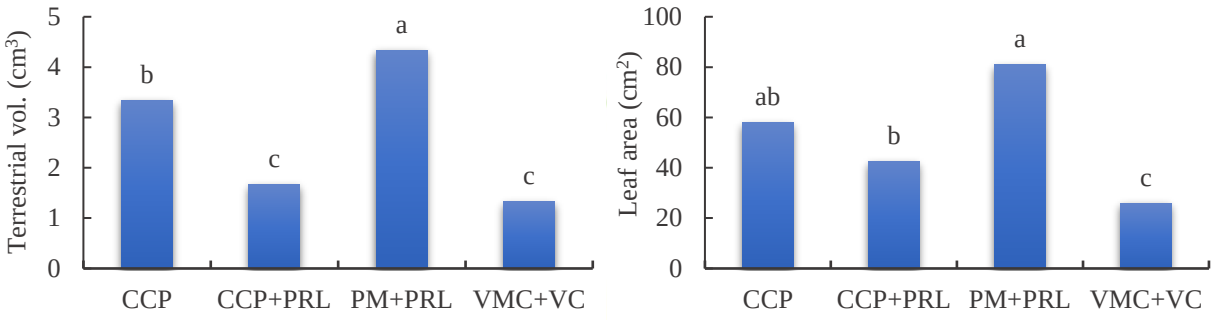
اثر نوع بستر کشت بر زیست توده و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر گیاه (زیست توده) در محیط کشت کوکوپیت و آمیخته کوکوپیت+پرلیت مشاهده شد. گیاهان محیط کشت ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت دارای کمترین وزن بودند (شکل ۱). نسبت وزن اندام هوایی به زمینی در محیط کشت ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت به صورت معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. در سایر تیمار تفاوتی از نظر نسبت وزن اندام هوایی به زمینی مشاهده نشد (شکل ۱). پیش از این نیز نشان داده شده بود که نوع بستر کشت می‌تواند بر رشد گیاهان حاصل از قلمه‌های برگ زامیفولیا اثر داشته باشد (Gangani et al., 2023). تجمع بیشتر زیست توده در تیمارهای کوکوپیت و آمیخته کوکوپیت+پرلیت نشان دهنده کارایی بهتر این محیطها در القای رشد گیاه بود. محیط کشت ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت رشد خوبی در گیاه ایجاد نکرد و ارزیابی نسبت شاخساره به ریشه نشان داد که توسعه ریشه‌ها در این محیط محدودتر می‌شود. محدودیت رشد ریشه ضمن کاهش جذب آب و مواد معدنی، با کاهش سطح هورمون‌های محرک رشد باعث کاهش و عقب افتادن رشد اندام هوایی می‌شود (Thongkham and Phavaphutanon, 2018).



شکل ۱- اثر نوع محیط کشت بر بیومس و نسبت وزن اندام هوایی به اندام زمینی در گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا.

CCP: کوکوپیت. CCP+PRL: کوکوپیت+پرلیت. PM+PRL: پیت ماس+پرلیت. VMC+VC: ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت.

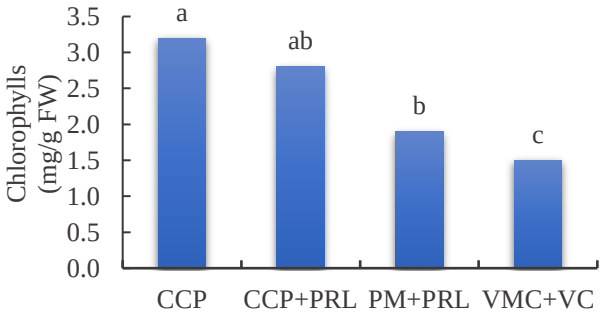
اثر نوع محیط کشت بر سطح برگ و حجم اندام زمینی معنی‌دار بود. بیشترین سطح برگ در تیمار پیت ماس+پرلیت و کمترین مقدار در تیمار ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت مشاهده شد (شکل ۲). بنابراین بخش دیگری از رشد محدود گیاه در بستر کشت ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت ناشی از سطح برگ کمتر گیاه در این بستر کشت بود. محدودیت سطح برگ در بستر کشت مزبور بر رشد اندام زمینی تأثیر گذاشت. بیشترین حجم اندام زمینی در محیط کشت پیت ماس+پرلیت مشاهده شد و کمترین آن مربوط به محیط کشت کوکوپیت+پرلیت و ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت بود (شکل ۲). توازن سطح برگ و رشد اندام زمینی در تیمارهای کوکوپیت و آمیخته پیت ماس+پرلیت مشاهده گردید. محیط کشت کوکوپیت+پرلیت رشد رویشی و تجمع زیست توده در اندام هوایی را بیشتر از اندام زمینی تحریک نمود و لذا رقابت این بخش‌ها سبب محدودیت توسعه اندام زمینی گردید. کاهش حجم اندام زمینی می‌تواند توانایی تحمل شوک انتقال و قدرت استقرار گیاه را کاهش دهد (Kerbiriou et al., 2013).



شکل ۲- اثر نوع محیط کشت بر سطح برگ و حجم اندام زمینی در گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا.

CCP: کوکوپیت. CCP+PRL: کوکوپیت+پرلیت. PM+PRL: پیت ماس+پرلیت. VMC+VC: ورمی‌کمپوست+ ورمیکولایت.

کیفیت و کارایی گیاهان تکثیر شده با ارزیابی محتوای کلروفیل در برگ گیاهان ارزیابی شد. بیشترین محتوای کلروفیل در گیاهان کشت شده در کوکوپیت و آمیخته کوکوپیت+پرلیت مشاهده شد و گیاهان کشت شده در ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت دارای کمترین محتوای کلروفیل بودند (شکل ۳). بر این اساس مشخصاً استفاده از بسترهای کشت کوکوپیت و آمیخته کوکوپیت+پرلیت منجر به تولید گیاهان با کیفیت‌تر شد.



شکل ۳- اثر نوع محیط کشت بر محتوای کلروفیل در برگ گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا.

CCP: کوکوپیت. CCP+PRL: کوکوپیت + پرلیت. PM+PRL: پیت ماس+پرلیت. VMC+VC: ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت.

محتوای بیشتر کلروفیل در گیاهان زینتی و به ویژه زامیفولیا با ارزش گیاه ارتباط مستقیم دارد. همچنین انتظار می‌رود ظرفیت فتوسنتزی در برگ این گیاهان بیشتر از سایرین باشد که این مهم با تجمع بیشتر زیست توده در گیاهان مقارن شد. مقدار کمتر کلروفیل در برگ گیاهان بستر ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت بیانگر ضعف نسبی برگ گیاهان این تیمار بود که به کاهش تجمع زیست توده و رشد محدودتر اندام زمینی

همراه شد (Yan et al., 2011). بنابراین سطح کمتر برگ و محتوای کلروفیل کمتر در گیاهان بستر ورمی‌کمپوست+ورمیکولایت نشان دهنده اثر بستر کت ریشه‌زایی بر روابط مخزن منبع می‌باشد و مؤید کاهش قدرت منبع در این بستر کشت است (Thongkham and Phavaphutanon, 2018). در مجموع بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان استفاده از بستر کشت کوکوپیت را برای افزایش بهینه زامیفولیا توصیه نمود.

منابع

Arnon, A. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23: 112–121.

Gangani, N., Patel, G., Sindha, M. and Solanki, K. S. 2023. Effect of different IBA concentration and rooting media on *Zamioculcas zamiifolia* L. Journal of Pharmaceutical Innovation. 12: 751–756.

Kerbiriou, P. J., Stomph, T. J., Lammerts Van Bueren, E. T. and Struik, P. C. 2013. Influence of transplant size on the above- and below-ground performance of four contrasting field-grown lettuce cultivars. Frontiers in Plant Science. 4: 379.

Malik, A. 2019. Effect of the different rooting media and IBA concentrations on survival percentage and root parameters of carnation (*Dianthus caryophyllus*) cuttings cv. Gaudina. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 8(5): 953–957.

Renuka, K., Chandrasekhar, R. and Pratap, M. 2015. Effect of different media treatments on rooting of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cuttings of cv. Baltico under poly house conditions. The Asian Journal of Horticulture. 10(1): 118–121.

Sinthanayothin, S., Krisanapook, K. and Phavaphutanon, L. 2014. Effects of rooting media on rhizome and adventitious root formation of *Zamioculcas zamiifolia* (Lodd.) Engl. leaf blade cuttings. Journal of Science & Technology. 3: 17–25.

Thongkham, L. and Phavaphutanon, L. 2018. Effect of position and size of leaflets on rooting and rhizome formation of ZZ plant (*Zamioculcas zamiifolia* (Lodd.) Engl.) leaflet cuttings. Agriculture and Natural Resources. 52(3): 246–249.

Yan, S. T., Li, X. D., Li, W. D., Fan, P. G., Duan, W. and Li, S. H. 2011. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence response to low sink demand of tubers and roots in *Dahlia pinnata* source leaves. Biologia Plantarum. 55: 83–89.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Selecting the optimal medium for propagation of *Zamioculcas zamiifolia* through leaf cuttings

Nafis Ashouri[1], Shirin Dianti Deylami[1] and Soheil Karimi[1]
1. Department of Horticultural Science, AbuRaihan Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: nafis.ashoui@ut.ac.ir*

Abstract

A suitable rooting medium is essential for improving rooting percentage and accelerating growth of zamiifolia (*Zamioculcas zamiifolia*) from leaf cuttings. The present study was conducted to evaluate the type of rooting medium on rooting and growth of zamiifolia obtained from leaf cuttings. Leaf cuttings were established in 4 types of media including cocopeat, two parts cocopeat+one part perlite, two parts peat moss+one part perlite, and one part vermicompost+one part vermiculite. After 6 months, morphological traits and leaf chlorophyll content were measured. The highest plant fresh weight (biomass) was observed in cocopeat and cocopeat+perlite medium. Plants in vermicompost+vermiculite had the lowest weight and the highest ratio of aerial to terrestrial organs. The vermicompost+vermiculite medium did not produce good growth in the plant, and evaluation of the shoot to root ratio showed that root development was more limited in this medium. The highest leaf area was observed in the peat moss+perlite treatment and the lowest in the vermicompost+vermiculite treatment. Therefore, another part of the limited plant growth in the vermicompost+vermiculite cultivation medium was due to the lower leaf area of the plant in this medium. The highest volume of terrestrial organs was observed in the peat moss+perlite medium and the lowest was related to the cocopeat+perlite and vermicompost+vermiculite medium. The highest chlorophyll content was observed in plants grown in cocopeat and cocopeat+perlite mixture, and plants grown in vermicompost+vermiculite had the lowest chlorophyll content. Therefore, the use of cocopeat and cocopeat+perlite mediums led to the production of higher quality plants. In conclusion, the use of cocopeat medium was recommended for optimal growth of Zamiifolia leaf cuttings.

Keywords: Biomass, growth, rooting, chlorophyll, *Zamioculcas zamiifolia*.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش نفتالین استیک اسید در افزایش رشد و نمو گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا

نفیس عاشوری[1*]، شیرین دیانتی دیلمی[1] و سهیل کریمی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران.
*نویسنده مسئول: *nafis.ashoui@ut.ac.ir*

چکیده

زامیفولیا (*Zamioculcas zamiifolia*) گیاهی ارزشمند است که می‌توان آن را با قلمه برگ تکثیر نمود. ولی رشد محدود گیاهان حاصل از قلمه برگ، استفاده از این روش را برای تکثیر زامیفولیا محدود می‌سازد. این پژوهش با هدف ارزیابی امکان افزایش ریشه‌زایی و رشد گیاهان حاصل از قلمه‌های برگ زامیفولیا با کاربرد نفتالین استیک اسید انجام شد. برگچه‌های بالغ زامیفولیا با تنظیم‌کننده رشد NAA در سه غلظت صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای ۵ دقیقه تیمار شدند. پس از گذشت ۶ ماه صفات مورفولوژیک و پارامترهای بیوشیمیایی ارزیابی شد. کاربرد نفتالین اسید سبب افزایش وزن تر اندام هوایی و زمینی نسبت به شاهد شد. تفاوت معنی‌داری بین وزن تر اندام‌های هوایی و یا زمینی گیاهان حاصل از تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین اسید مشاهده نشد. بیشترین سطح برگ در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. بیشترین قطر غده مربوط به گیاهان حاصل از کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. محدود شدن رشد اندام زمینی در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید منعکس کننده اثرات مسمومیت ناشی از کاربرد بیش‌ازحد نفتالین استیک اسید بود. کاربرد نفتالین استیک اسید سبب افزایش محتوای کلروفیل و قندهای محلول در برگ گیاهان دختری شد. با توجه به اثرات یکسان غلظت‌های مورد بررسی نفتالین استیک اسید در اغلب شاخص‌های اندازه‌گیری شده، کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید برای فرایند ریشه‌دار نمودن قلمه‌های برگ زامیفولیا توصیه گردید.

واژه‌های کلیدی: بیومس، ریشه‌زایی، کلروفیل، قند محلول، *Zamioculcas zamiifolia*.

مقدمه

زامیفولیا عمدتاً از طریق تقسیم یا بریدن ریشه‌ها تکثیر می‌شود (Gangani et al., 2023). تکثیر ممکن است از طریق تک برگچه، نیز انجام شود. استفاده از برگچه‌ها نسبت به سایر روش‌های تکثیر، امکان تولید تعداد بیشتری گیاه را فراهم می‌آورد که از نظر اقتصادی حائز اهمیت است (Seneviratne et al., 2013). با این حال گیاهان حاصل از قلمه‌های برگ رشد محدود و کندی دارند و از این رو تسریع و یکنواخت نمودن فرآیند ریشه‌دار شدن برای بهبود رشد و کارایی گیاهان دختری مورد نیاز بخش صنعت است.

اکسین‌های اگزوژن معمولاً برای بهبود کارایی ریشه‌زایی و کیفیت قلمه‌ها استفاده می‌شوند (Tien et al., 2020). اکسین‌های IBA (اسید ایندول ۳- بوتیریک) و NAA (1-نفتالین استیک اسید) ریشه‌زایی را در قلمه‌ها تحریک می‌کنند. استفاده از اسید ایندول بوتیریک و نفتالین استیک اسید در روش‌های تکثیر رویشی برای تقویت ریشه‌زایی توصیه می‌شوند (Shadparvar et al., 2011). اسید ایندول بوتیریک نقش قوی در جنبه‌های مختلف رشد ریشه از جمله تنظیم رشد مریستم انتهایی ریشه، اندازه مریستم، ازدیاد تارهای کشنده، توسعه ریشه جانبی و تشکیل ریشه‌های نابجا دارد. اسید ایندول بوتیریک به طور قابل توجهی سرعت ظهور ریشه را در قلمه ساقه برگی تک گره افزایش داد. اسید ایندول بوتیریک از طویل شدن ریشه اولیه جلوگیری نمود و تشکیل ریشه جانبی را تحریک کرد و همچنین در تسریع شروع ریشه‌های نابجا مؤثرتر عمل نمود (Nasri et al., 2015). در زامیفولیا نیز کاربرد ایندول بوتیریک اسید سبب افزایش ریشه‌دار شدن گیاهان دختری می‌شود (Gangani et al., 2023). در پژوهش اخیر کاربرد ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر به عنوان بالاترین حد تیمار اکسین بهترین نتایج را به دنبال داشت.

اثرات ریشه‌زایی اکسین‌ها به طور تجاری در نهالستان‌ها برای محصولات باغی به ویژه در بخش گل‌کاری استفاده می‌شود با این وجود در مورد اثرات این مواد در بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های برگ زامیفولیا اطلاعات محدودی در دست می‌باشد. کاربرد نفتالین استیک اسید

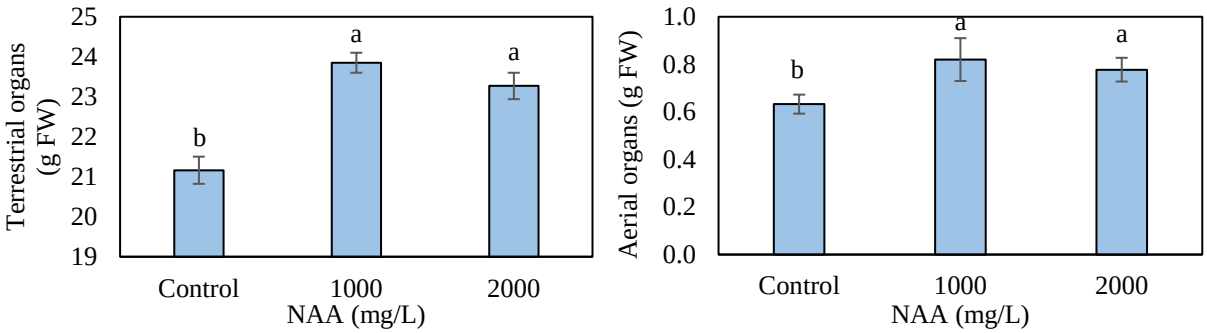
در ریشه‌دار شدن قلمه‌های برگ این گیاه ارزیابی نشده است. با توجه به نیاز بخش صنعت، این پژوهش با هدف ارزیابی امکان افزایش ریشه‌دار شدن و رشد قلمه‌های برگ زامیفولیا با کاربرد نفتالین استیک اسید انجام شد.

مواد و روش‌ها

برگچه‌های بالغ زامیفولیا از بخش میانی و پایینی محور برگ با یک تیغ تیز جدا شدند. سپس قلمه‌ها با تنظیم‌کننده رشد NAA در سه غلظت صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای ۵ دقیقه تیمار شدند. قلمه‌ها در بستر کشت شامل دو قسمت کوکوپیت و یک قسمت پرلیت کشت شدند و در دمای ۲۹–۳۲ درجه سانتی‌گراد زیر تونل پلاستیکی قرار گرفتند. تیمارهای آزمایش دارای سه تکرار بود و در هر تکرار ۳ قلمه برگ به عنوان واحد آزمایش در نظر گرفته شد. پس از ۶ ماه صفات مورفولوژیکی و پارامترهای بیوشیمیایی ارزیابی شد. وزن تر ریشه، برگ، غده‌ها ریشه توسط ترازو اندازه‌گیری شد، همچنین قطر غده توسط کولیس اندازه‌گیری شد. پارامترهای سطح برگ، طول ریشه و ارتفاع ساقه بعد از عکس‌برداری با استفاده از نرم‌افزار ImageJ اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل با استفاده از روش آرنون و همکاران استفاده شد (Arnon, 1967). ارزیابی غلظت کربوهیدرات محلول در ۰/۱ گرم از بافت خشک برگ و با استفاده از اتانول و معرف آنترون انجام شد (Yemm and Willis, 1954). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

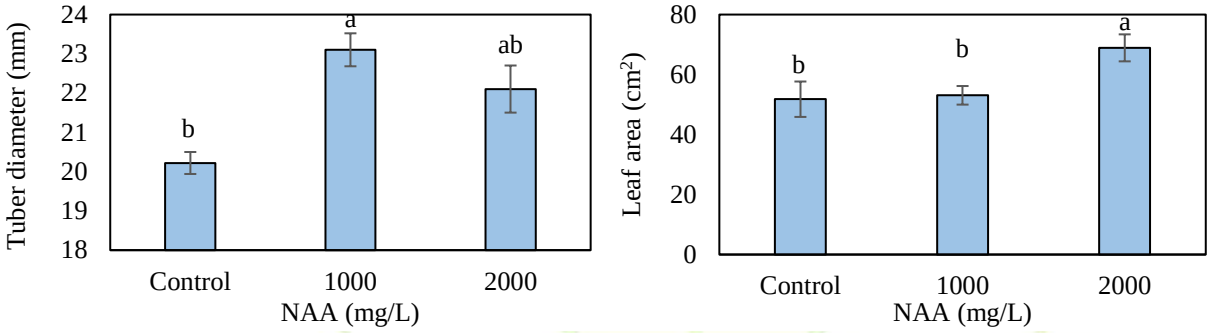
کاربرد نفتالین اسید سبب افزایش وزن تر اندام هوایی و زمینی نسبت به شاهد شد. تفاوت معنی‌داری بین وزن تر اندام هوایی گیاهان حاصل از تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین اسید مشاهده نشد (شکل ۱). بیشترین وزن تر اندام‌های زمینی (مجموع وزن تر غده و ریشه) در تیمار۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد ولی با تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین وزن تر اندام زمینی مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱). کاربرد اکسین‌ها با تسریع و یکنواخت سازی فرایند ریشه‌دار شدن قلمه سبب افزایش وزن اندام زمینی می‌شوند و از طرف دیگر با تشکیل ریشه بیشتر، رشد اندام هوایی نیز تسریع و تشدیدی می‌شود (Gangani *et al.*, 2023). افزون بر افزایش دسترسی به آب و مواد معدنی، تولید هورمون‌های محرک رشد از ریشه‌های جدید عامل تشدید رشد اندام هوایی است (Heydari *et al.*, 2022).



شکل ۱– اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر وزن تر اندام هوایی و زمینی گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا.

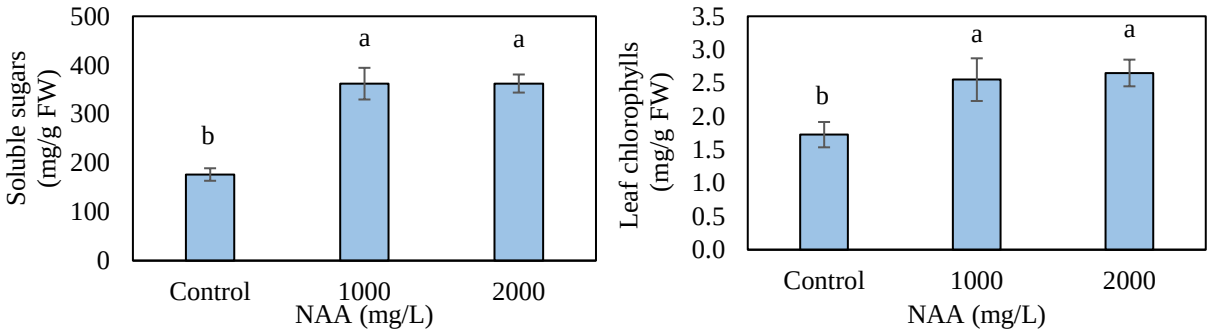
بیشترین سطح برگ در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد. کمترین سطح برگ مربوط به گیاهان شاهد و گیاهان حاصل از تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید بود (شکل ۲). کاربرد نفتالین استیک اسید به صورت معنی‌داری سبب افزایش قطر غده‌های زامیفولیا شد. بیشترین قطر غده مربوط به گیاهان حاصل از کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که از نظر آماری با تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوتی نداشت. گیاهان تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها غده‌های کوچک‌تری تولید نمودند (شکل ۲). بنابراین هرچند

که از نظر وزن اندام‌های زمینی و هوایی، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید وجود نداشت، ولی ارزیابی سطح برگ و قطر غده گیاهان حاصل نشان داد که تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب بهبود رشد اندام زمینی و تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب بهبود رشد اندام هوایی می‌گردد. محدود شدن رشد اندام زمینی در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید منعکس کننده اثرات مسمومیت ناشی از کاربرد بیش‌ازحد نفتالین استیک اسید است (Druege *et al.*, 2019). در پژوهش‌های پیشین نیز مشخص شده است که در غلظت زیاد، نفتالین استیک اسید سبب محدود شدن رشد اندام زمینی می‌شود (Nasri *et al.*, 2015). اندام‌های زمینی نسبت به اندام هوایی حساسیت بیشتری به اکسین‌ها نشان می‌دهند و از این رو سریع‌تر علائم مسمومیت اکسین را نشان می‌دهند. از منظر روابط مخزن و منبع، احتمالاً محدود شدن رشد اندام زمینی در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر فرصت بیشتری برای رشد و هدایت فتوسنتات به اندام هوایی فراهم آورده است (Seneviratne *et al.*, 2013).



شکل ۲- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر سطح برگ و قطر غده گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا.

نفتالین استیک اسید سبب افزایش محتوای کلروفیل و قندهای محلول در برگ گیاهان دختری شد. بیشترین محتوای کلروفیل در برگ تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید مشاهده شد که با تیمار ۱۰۰۰ تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین محتوای کلروفیل برگ در گیاهان تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل ۳). محتوای قندهای محلول در برگ گیاهان تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار قندهای محلول از گیاهان شاهد استخراج شد (شکل ۳). ارزیابی محتوای کلروفیل در برگ گیاهان مؤید سطح سلامت مناسب و مشابه در هر دو تیمار ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید بود. توسعه بیشتر ریشه‌ها در تیمارهای کاربرد نفتالین استیک اسید با محتوای بیشتر کلروفیل در برگ گیاهان دختری در ارتباط است. تأمین بهتر آب و مواد غذایی می‌تواند عامل توسعه سریع‌تر و بیشتر کلروفیل در برگ گیاهان حاصل از تیمارهای نفتالین استیک اسید باشد (Druege *et al.*, 2019). می‌توان محتوای بیشتر قندهای محلول در برگ گیاهان حاصل از تیمارهای نفتالین استیک اسید را نیز به مقدار بیشتر کلروفیل و کارایی فتوسنتزی بیشتر در این گیاهان ارتباط داد (Heydari *et al.*, 2022). مجموعه این عوامل یعنی توسعه سریع‌تر و بیشتر ریشه‌ها، محتوای کلروفیل بیشتر و افزایش تأمین فتوسنتات، با اثرات تشدید کننده‌ای که بر هم دارند سبب بهبود رشد اندام هوایی و زمینی گیاهان حاصل از کاربرد نفتالین استیک اسید می‌شوند. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید برای فرایند ریشه‌دار نمودن قلمه‌های برگ زامیفولیا توصیه می‌شود.



شکل ۳- اثر کاربرد نفتالین استیک اسید بر محتوای کلروفیل و قندهای محلول در برگ گیاهان حاصل از قلمه برگ زامیفولیا.

منابع

Arnon, A. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23: 112–121.

Druege, U., Hilo, A., Pérez-Pérez, J. M., Klopotek, Y., Acosta, M., Shahinnia, F., Zerche, S., Franken, P. and Hajirezaei, M. R. 2019. Molecular and physiological control of adventitious rooting in cuttings: Phytohormone action meets resource allocation. Annals of Botany. 123(6): 929–949.

Gangani, N., Patel, G., Sindha, M. and Solanki, K. S. 2023. Effect of different IBA concentration and rooting media on *Zamioculcas zamiifolia* L. Pharmacy Innovations. 12: 751–756.

Heydari, H., Karimi, S. and Mohammadi, F. 2022. The effect of naphthalene acetic acid on improving rooting pomegranate cuttings. Journal of Research in Horticultural Science. 1(1): 79–90.

Nasri, F., Fadakar, F., Saba, M. K. and Yousefi, B. 2015. Study of indole butyric acid (IBA) effects on cutting rooting improving some of wild genotypes of Damask roses (*Rosa damascena* Mill.). Journal of Agricultural Science. 60(3): 263–275.

Seneviratne, K., Daundasekera, W., Kulasooriya, S. and Wijesundara, D. S. A. 2013. Development of rapid propagation methods and a miniature plant for export-oriented foliage, *Zamioculcas zamiifolia*. Ceylon Journal of Science (Biological Sciences). 42(1): 14–21.

Shadparvar, V., Mohammadi, T. A. and Alinejad, A. H. 2011. Effect of IBA and soil moisture on rooting of *Hibiscus rosa-sinensis*. European Journal of Experimental Biology. 1(4): 142–146.

Tien, L. H., Chac, L. D., Oanh, L. T. L., Ly, P. T., Sau, H. T., Hung, N., Thanh, V. Q., Doudkin, R. V. and Thinh, B. B. 2020. Effect of auxins (IAA, IBA and NAA) on clonal propagation of *Solanum procumbens* stem cuttings. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. 21(55–56): 113–120.

Yemm, E. W. and Willis, A. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochemical Journal. 57(3): 508.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The role of naphthalene acetic acid in enhancing the growth and development of plants derived from Zamiifolia leaf cuttings

Nafis Ashouri[1], Shirin Dianti Deylami[1] and Soheil Karimi[1]
1. Department of Horticultural Science, AbuRaihan Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran
Corresponding Author: nafis.ashoui@ut.ac.ir

Abstract

Zamiifolia (*Zamioculcas zamiifolia*) is an economically valuable plant that can be propagated by leaf cuttings. However, the limited growth of plants obtained from leaf cuttings is a drawback for this propagation method in this plant. Considering the needs of the industry sector, this study was conducted to evaluate the possibility of increasing rooting and growth of plants obtained from Zamiifolia leaf cuttings by using naphthalene acetic acid (NAA). Mature leaflets of Zamiifolia were treated with NAA growth regulator at three concentrations of zero, 1000 and 2000 mg/L for 5 min. After 6 months, morphological traits and biochemical parameters were evaluated in the propagated plants. Applying naphthalene acid increased the fresh weight of aerial and ground parts compared to the control. No significant difference was observed between the fresh weight of aerial and terrestrial organs obtained from the 1000 and 2000 mg/L NAA treatments. The highest leaf area was observed in the 2000 mg/L NAA. The largest tuber diameter was obtained from plants treated with 1000 mg/L. The growth restriction of the aerial organs in the 2000 mg/L NAA treatment reflected its toxic effects at an excessive dose. NAA application increased the chlorophyll and soluble sugar contents in the leaves of daughter plants. Considering the similar effects of the investigated concentrations of NAA on most of the measured indices, the application of 1000 mg/L naphthalene acetic acid was recommended for the rooting of Zamiifolia leaf cuttings.

Keywords: Biomass, chlorophyll, rooting, soluble sugar, *Zamioculcas zamiifolia*.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر هورمون براسینواستروئید و رقم بر روی برخی شاخص‌های رشدی پیوند گردو

جواد فرخی تولیر[1*]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: *j.farrokhi@areeo.ac.ir*

چکیده

اهمیت کاشت و پرورش درختان گردو در استان کرمان بر کسی پوشیده نیست. یکسان‌سازی باغ‌های گردو از طریق پیوند، ضمن کاهش هزینه‌های داشت، می‌تواند درآمد کشاورزان را افزایش دهد. این تحقیق به بررسی اثر تنظیم‌کننده رشد براسینواستروئید بر گیرائی پیوند وصله‌ای و قاشی تغییریافته گردو در ارقام چَندلر و فِرنور طی سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ پرداخت. نتایج نشان داد که اثر تیمار سال بر طول و قطر شاخه و تعداد برگ و اثر تیمار روش پیوند، بر باز شدن جوانه و طول شاخه در سطح احتمالی یک درصد معنی‌داری بود. نوع رقم تنها بر زمان بازشدن جوانه در سطح احتمالی یک درصد اثر معنی‌داری نشان داد. غلظت‌های مختلف براسینواستروئید نیز بر زمان بازشدن جوانه و طول شاخه در سطح احتمالی یک درصد تأثیرگذار بودند. اثر متقابل سال و روش پیوند بر طول و قطر شاخه در سطح احتمالی یک درصد و اثر متقابل رقم و روش پیوند بر تعداد برگ در سطح احتمالی یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد برگ در پیوند قاشی رقم فِرنور (۱۸ برگ) و پیوند وصله‌ای رقم فِرنور (۱۴ برگ) مشاهده شد. بالاترین درصد گیرائی (۹۶٪) در غلظت ۰/۲۵میلی‌مولار براسینواستروئید در پیوند وصله‌ای سال ۱۴۰۲ و پیوند قاشی سال ۱۴۰۳ و کمترین درصد گیرایی (۵۸٪) در غلظت ۰/۰۵ میلی‌مولار براسینواستروئید در پیوند وصله‌ای سال ۱۴۰۲ به دست آمد. این مطالعه نشان داد که غلظت‌های میلی‌مولاری این هورمون تأثیر قابل توجهی بر گیرائی پیوند گردو و فاکتورهای رشدی مرتبط دارد.

واژه‌های کلیدی: پیوند قاشی، پیوند وصله‌ای، چَندلر، فِرنور، گردو.

مقدمه

احداث باغ‌های متراکم گردو با هدف برداشت مکانیزه، عملاً توسط روش کاشت بذری امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین دستیابی به شیوه‌های تکثیری جایگزین جهت استفاده بهینه از منابع آبی و خاکی در پرورش این محصول ضروری است. پیوند زدن، به‌عنوان یکی از شیوه‌های آسان، کم‌هزینه و کوتاه‌مدت تکثیر درختان گردو می‌باشد و به‌منظور تکثیر ارقام مناسب، دیرگل و با درصد باردهی جانبی بالا استفاده می‌شود (رضائی و همکاران، ۱۳۹۴). عامل محدودکننده استفاده از روش پیوند گردو، میزان موفقیت پایین آن می‌باشد. علت دشواری پیوند گردو، ضخیم‌بودن پوست ساقه و فشار ریشه‌ای بالای آن است. گیرائی پیوند گردو به‌وسیله ترشحات آوندهای چوبی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و ترکیبات فنولی و هورمون‌های داخلی نقش مهمی در موفقیت آن و بقای گیاهان پیوندی دارند (اصغرزاده و همکاران، ۱۳۸۶). تحقیقات زیادی در مؤسسه تحقیقات‌علوم باغبانی کشور، در مورد ارزیابی روش‌های پیوندی گردو، صورت گرفته است که از بین آن‌ها، پیوند وصله‌ای، نیمانیم زبانه‌ای و قاشی به‌عنوان روش‌های مناسب تکثیر این محصول گزارش شده است (Soleimani et al., 2010). در کنار رقم و روش پیوندی، استفاده از تیمارهای هورمونی نیز در ارتقاء شاخص‌های رشدی پیوند گردو دخیل می‌باشد (پیرخضری و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از این هورمون‌ها، براسینواستروئیدها هستند که در برهمکنش با هورمون‌های گروه اُکسینی در تشکیل کالوس (پینه) و آوندهای چوبی برخی از گیاهان نقش دارند (Engine and Gökbayrak, 2022). نتایج کاربرد یک میلی‌گرم در لیتر ترکیبات گروه براسینوستروئیدی شامل ۲۴-اپی‌براسینواستروئید و ۲۲ و ۲۳- اِس-براسینولید بر توزیع جنسی گل‌های گردوی چَندلر پیوندی روی پایه‌های بذری در طی دو سال متمادی، تعداد گل‌های ماده، گل‌آذین‌نر و تعداد کل گل نسبت به شاخه را افزایش داد. بیشترین تعداد گل ماده در تیمار با براسینولید حاصل گردید (Engineand Gökbayrak, 2022). تاکنون مطالعه‌ای در مورد نقش براسینواستروئیدها در افزایش گیرائی پیوند گردو گزارش نشده است. بنابراین، این مطالعه با هدف تعیین اثرگذاری احتمالی این هورمون در گیرائی پیوند ارقام گردوی چَندلر و فِرنور و با توجه به شرایط اقلیمی و پایین‌بودن رطوبت نسبی مناطق گردوکاری استان کرمان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پروژه در ایستگاه تحقیقات گردوی رابُر، متعلق به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان بر روی پایه‌های بذری گردو انجام گرفت. ارتفاع از سطح دریای ایستگاه۲۲۹۰ متر و مختصات جغرافیائی محل آن بین"۴۵/۹۶ '۵۷°۰۲ و "۴۸/۹۶ '۵۷°۰۲ طول شرقی و "۳۱/۸۵ '۲۹°۱۶ و"۸/۴۴ '۲۹°۱۶ عرض شمالی می‌باشد. این پروژه به‌صورت آزمایش فاکتوریل (سه فاکتوره) و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. فاکتور اول شامل غلظت هورمون اپی- براسینولید در ۴ سطح (شاهد (صفر)، ۰/۰۵ میلی‌مولار، ۰/۱۵ میلی‌مولار و ۰/۲۵ میلی‌مولار) و فاکتور دوم روش پیوند در دو سطح (وصله‌ای و قاشی تغییریافته) و فاکتور سوم رقم در دو سطح (ارقام چَندلر و فِرنور) هریک با ۵ گلدان یا مشاهده و در مجموع با ۸۰ ماده آزمایشی انجام گردید.

تهیه محلول‌های هورمونی

هورمون اپی‌براسینولیدکه به‌عنوان براسینواستروئید نیز شناخته می‌شود با فرمولاسیون $C_{28}H_{48}O_6$، شناسه بین‌المللی (CAS number) ۹- ۷۸۸۲۱-۴۳ و وزن مولکولی ۴۸۰/۶۸ در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

فرمول (۱) مثال برای محاسبه غلظت ۰/۰۵ میلی‌مولار:

$$\frac{0.001\ mol}{1\ Lit} \times \frac{480.68\ g}{1\ mol} \times \frac{1000\ mg}{1 lit} \times 0.05$$

جهت تهیه ۴ سطح (شاهد (صفر)، ۰/۰۵ میلی‌مولار، ۰/۱۵ میلی‌مولار و ۰/۲۵ میلی‌مولار) از این هورمون به‌ترتیب صفر، ۲۴/۰۳ و ۷۲/۱۰ و ۱۲۰/۱۷ میلی‌گرم در لیتر از آن تهیه گردید و به حجم یک لیتر رسانده شد. پیوند نهال‌ها در خردادماه صورت گرفت. داده‌های به‌دست‌آمده به‌صورت تجزیه مرکب در سال و مکان، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. مقایسه اثرات نوع پیوند، رقم و هورمون اپی‌براسینولید توسط حداقل مربعات بررسی گردید. برای آنالیز از نرم‌افزار آماری SAS 9.01 و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده گردید.

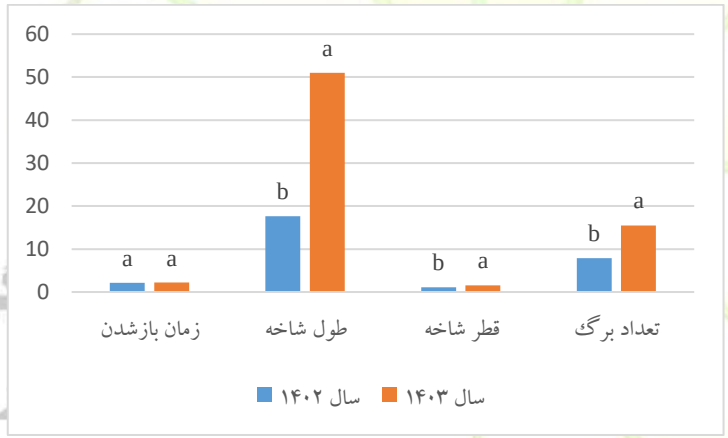
نتاج و بحث

در جدول (۱)، تجزیه واریانس مرکب سال و مکان بر روی صفات ارقام گردوی چَندلر و فِرنور، آمده است. براساس تجزیه مرکب در سال و اطلاعات جدول (۱)، تأثیر تیمار سال در صفات طول شاخه، قطر شاخه و تعداد برگ در سطح احتمالی یک درصد معنی‌دار بود. متوسط طول شاخه، قطر شاخه و تعداد برگ در سال ۱۴۰۳ به‌ترتیب ۵۱/۰۱ سانتی‌متر، ۱/۵۳ سانتی‌متر و ۱۵/۵ بود. در حالی‌که متوسط طول شاخه، قطر شاخه و تعداد برگ در سال قبل (۱۴۰۲) به‌ترتیب ۱۷/۶۷ سانتی‌متر، ۱/۱۲ سانتی‌متر و ۷/۸ بود (شکل ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب سال و مکان بر روی صفات ارقام گردوی مطالعه شده.

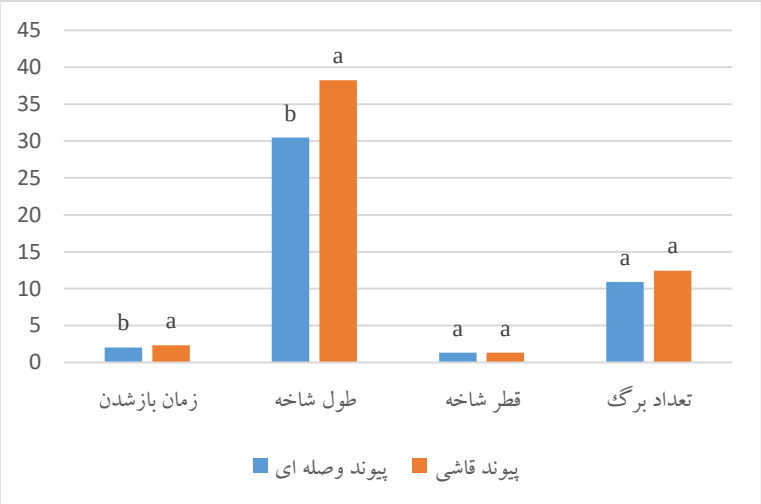
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		زمان بازشدن	طول شاخه	قطر شاخه	تعداد برگ
سال	۱	۰/۰۰۶۲ ns	۴۴۴۸۲/۲۳۱۴**	۶/۷۷۷۴**	۶۱/۵۴**
تکرار سال	۸	۰/۲۷۱۸ns	۱۸۸/۳۸۸۹ns	۰/۱۲۲۵ns	۰/۶۵ns
روش پیوند	۱	۲/۷۵۶۲**	۲۴۰۵/۶۰۱۰**	۰/۰۱۷۰ns	۲/۵۵ns
رقم	۱	۲/۲۵۶۲*	۱۱۸/۳۳۶۰ns	۰/۰۱۲۷ns	۰/۷۳ns
غلظت	۳	۳/۱۰۶۲**	۸۰۲/۴۲۱۹**	۰/۱۷۴۲ns	۱/۷۱ns
روش پیوند × سال	۱	۰/۰۰۶۲ns	۳۷۰۹/۴۷۶۰**	۰/۰۱۲۰**	۱/۶۳ns
رقم × سال	۱	۰/۰۰۶۲ns	۱۱۴/۲۴۴۰ns	۰/۰۸۱۴ns	۰/۰۳ns
غلظت × سال	۳	۰/۰۲۲۹ ns	۲۲۳/۷۶۹۱ns	۰/۰۷۲۰ns	۰/۵۲ ns
رقم× روش پیوند × سال	۱	۰/۰۵۶۲ns	۱۵/۲۵۲۲ns	۰/۰۲۱۸ns	۰/۵۴ns
غلظت× رقم× سال	۳	۰/۰۲۲۹ns	۵۱/۰۸۲۸۸ns	۰/۰۶۹۳ ns	۰/۴۰ ns
غلظت × رقم × روش پیوند × سال	۳	۰/۰۲۲۹ns	۴۵۵/۶۸۸۸ns	۰/۰۰۴۸ns	۰/۵۰ns
رقم× روش پیوند × سال	۳	۰/۰۰۶۲ns	۲۰/۷۶۳۴ ns	۰/۰۶۸۸ns	۰/۰۸ns
خطای آزمایشی	۱۲۰	۰/۴۶۸۵	۳۵۰/۰۸۳۸	۰/۱۴۳۸	۳۷/۹۷۸
ضریب تغییرات		۲۱/۳۸	۲۱/۴۸	۲۱/۲۳	۲۲/۷۷

ns, *, ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، و معنی‌دار در ($p < 0.01$) و ($p < 0.01$).



شکل ۱- مقایسه میانگین صفات مطالعه‌شده به‌روش حداقل مربعات در سطح احتمالی یک درصد.

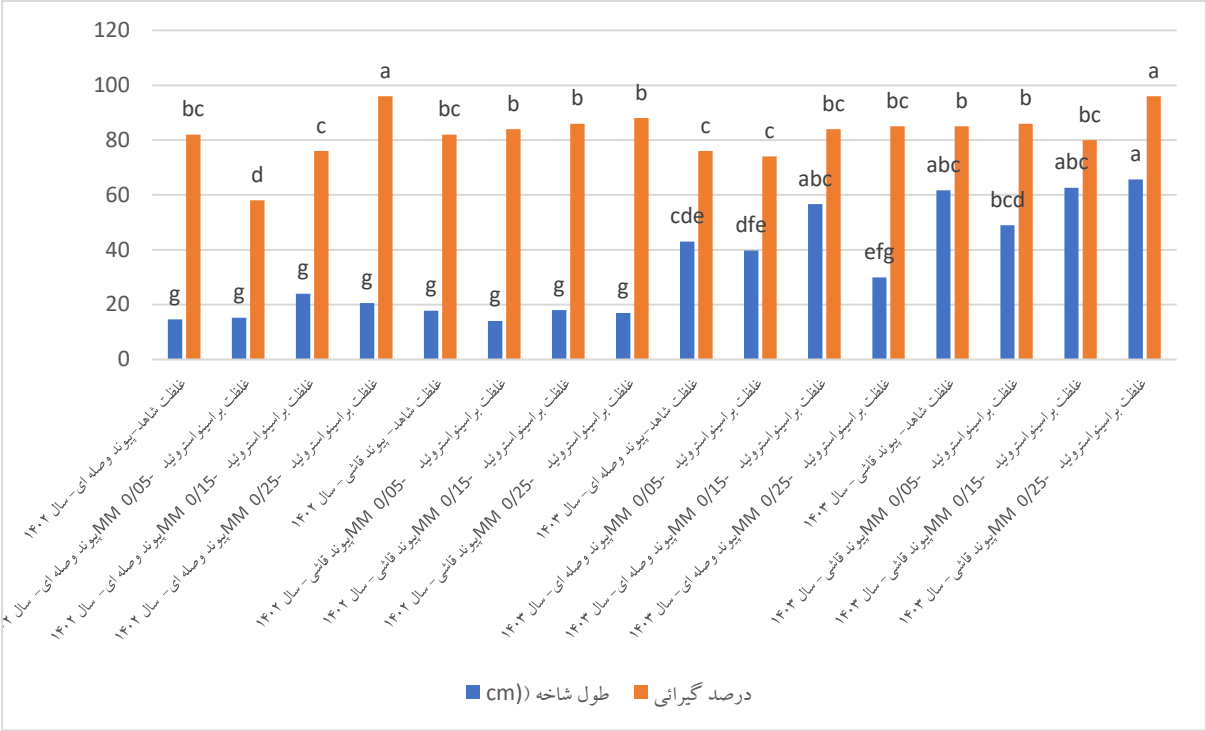
تأثیر تیمار سال بر رشد طولی و قطری و تعداد برگ گردو موضوعی است که می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد. درختان گردو در سال‌های اولیه زندگی خود، به‌شدت به شرایط محیطی و تیمارهای مختلف واکنش نشان می‌دهند. تحقیقات نشان داده‌اند که درختان جوان (نهال‌های تازه کاشته‌شده) بهتر می‌توانند نوسانات شرایط محیطی را تحمل کنند و رشد بیشتری نسبت به درختان مسن‌تر داشته باشند (Bäurle and Jentsch, 2014). انباشت زیست‌توده (بیوماس) چوب و به‌تبع آن، بهره‌وری، نتیجه‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیکی و تعامل درختان با عوامل محیطی است. عوامل محیطی با تأثیر بر فعالیت بافت کامبیوم و فرآیندهای تمایز سلولی و رشد دیواره سلولی، ویژگی‌های خاصی از حلقه‌های سالانه را از نظر اندازه القاء می‌کنند. تعداد برگ‌ها به‌شدت تحت تأثیر شرایط محیطی، سلامت درخت و مدیریت زراعی قرار دارد. تعداد برگ، به‌عنوان عامل مهمی در ارزیابی بنیه درختان پیوندی در نظر گرفته می‌شود. در مطالعه ما، تیمار روش پیوند در صفات بازشدن جوانه و طول شاخه در سطح احتمالی یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). متوسط طول شاخه در پیوند قاشی۳۸/۲۲ سانتی‌متر و در پیوند وصله‌ای ۳۰/۴۶ سانتی‌متر بود (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین صفات مطالعه شده به روش حداقل مربعات در دو روش پیوندی در سطح احتمالی یک درصد.

زمان اولین شکفتگی برگی نهال‌های پیوندی (زمان بازشدن) در پیوند وصله‌ای بین دوازدهم تا شانزدهم تیرماه و در پیوند قاشی بین هفتم تا یازدهم تیرماه بود. در کل، می‌توان گفت که نهال‌هایی که پیوند قاشی زده شده بودند حدود ۷ تا ۹ روز زودتر نسبت به آن‌هایی که پیوند وصله‌ای شده بودند، شکفته شدند. مقایسه زمان شکفتن برگی در دو نوع پیوند قاشی و وصله‌ای در نهال‌های گردو موضوعی است که در زمینه علوم باغداری و گیاهشناسی حائز اهمیت است. مطالعات قبلی نیز نشان داده‌اند که زمان شکفتن برگ‌ها در پیوند قاشی معمولاً ۲ تا ۳ هفته زودتر از پیوند وصله‌ای است. این تفاوت به‌دلیل نحوه اتصال و هم‌پوشانی بهتر در پیوند قاشی می‌باشد که به ریشه‌زایی و رشد سریع‌تر گیاه کمک می‌کند (Hartmann et al., 2011). نتایج مقایسه روش‌های پیوندی مختلف رقم چَندلر روی پایه‌های دو و سه‌ساله گردوی ایرانی تحت شرایط مزرعه، نشان داد که نوع پیوند و سن پایه تأثیر معنی‌داری به‌ترتیب در میزان گیرائی اولیه و ثانویه پیوندها داشتند. بالاترین درصد گیرائی اولیه در پایه‌های سه‌ساله و پیوند شکمی و شکمی وارونه و پایه دوساله و پیوند وصله‌ای (۱۰۰ درصد) مشاهده شد (قمری‌حسابی و همکاران، ۱۳۹۴). صفت بازشدن جوانه بیشتر تحت تأثیر فنولوژی و ژنتیک گردو می‌باشد. ارقام چَندلر و فِرنور اساساً دیر برگ‌ده اند و در آن‌ها آنتزیز (Anthesis) دیرتر و در اواسط اردیبهشت اتفاق می‌افتد (Hassani et al., 2020).

اثر متقابل (غلظت × روش پیوند × سال) بر روی صفات طول شاخه و درصد گیرائی پیوند در سطح احتمالی یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براین اساس بیشترین درصد گیرائی (۹۶٪) در غلظت ۰/۲۵ میلی‌مولار براسینواستروئید با روش پیوند وصله‌ای در سال ۱۴۰۲ و غلظت ۰/۲۵ میلی‌مولار پیوند قاشی در سال ۱۴۰۳ و نیز کمترین درصد گیرائی پیوند (۵۸ ٪) در غلظت ۰/۰۵ میلی‌مولار پیوند وصله‌ای در سال ۱۴۰۲ مشاهده گردید (شکل ۳). بیشترین طول شاخه با اندازه‌های ۶۵/۶۵، ۶۲/۶۵ سانتی‌متر به‌ترتیب در براسینواستروئید با غلظت ۰/۲۵میلی‌مولار و به‌روش پیوند قاشی در سال ۱۴۰۳ و ۰/۱۵ میلی‌مولار براسینواستروئید در پیوند قاشی در سال ۱۴۰۳مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین درصد گیرائی پیوند در تیمار اثر متقابل غلظت ×روش پیوند× سال، به روش حداقل مربعات و در سطح احتمالی یک درصد.

در این پژوهش، به‌دلیل مشکلات تأمین آب در ماه‌های گرم سال یعنی تیر و مردادماه، تعدادی از مواد آزمایشی پیوند موفقیت‌آمیزی نداشتند و خشک شدند. بقیه نهال‌ها نیز با دور ۱۵ روز یک‌بار آبیاری می‌شدند. این مورد، یکی از دلائل ضعف عمومی نهال‌ها و کوتاهی اندازه نهال‌ها می‌باشد. از عوامل مؤثر درگیرائی پیوند گردو، فعال‌شدن پایه همگام با فعال‌شدن پیوندک می‌باشد؛ زیرا در اثر فعالیت لایه زاینده هر دو بخش، تقسیمات سلولی انجام می‌گردد و بافت کالوس تشکیل می‌شود (قمری‌حسابی و همکاران، ۱۳۹۴). علاوه‌براین، پایه بایستی به‌اندازه کافی قوی باشد تا به‌راحتی پوستش از چوب جدا شود. دمای بهینه برای کالوس‌زائی گردو ۲۷ درجه‌سانتی‌گراد است (Soleimani et al., 2010). بنابراین تشکیل و رشد کالوس فقط در محیط‌هایی با رطوبت مناسب، اتفاق می‌افتد. براساس مطالعات قبلی، در شرایط گلخانه، پیوند وصله‌ای با بیشترین میزان موفقیت (۹۱٪) گزارش شد و پس از آن پیوند سپری (۳۱/۱٪) و پیوندک قاشی (۱۹/۱٪) قرار داشتند، در حالی‌که در شرایط مزرعه این مقادیر به‌ترتیب ۲۵، ۱۵ و ۱۰٪ بود (Ebrahimi et al., 2007). روند مشابهی در تشکیل کالوس و رشد پیوندک مشاهده شد، به‌طوری که پیوند وصله‌ای بیشترین میزان تشکیل کالوس و رشد پیوندک را نشان داد و پس از آن پیوند سپری و پیوند قاشی قرار داشتند (Ebrahimi et al., 2007). روش‌های پیوندی وصله‌ای و قاشی تغییریافته که در مطالعه ما به‌کار رفتند، هر دو در شرایط مزرعه‌ای و نه شرایط گلخانه‌ای انجام شدند و این یکی از دلایل اصلی کاهش گیرائی پیوندهای مطالعه حاضر نسبت به مطالعات قبلی می‌باشد. البته باید در نظر داشت که نوع روش پیوندی، به‌تنهایی در موفقیت پیوند گردو حائز اهمیت نیست؛ بلکه موفقیت پیوند گردو در هر روشی که انجام شود بایستی در شرایط کنترل‌شده باشد. علاوه بر این موفقیت پیوند گردو به فاکتورهایی نظیر انتخاب مناسب ارقام و پایه‌ها (Mitrović et al., 2008)، زمان جمع‌آوری پیوندک از درختان والد (Paunović et al., 2012)، زمان پیوند (Tshering et al., 2006) و دما و رطوبت نسبی هوا جهت کالوس‌زایی (Avanzato et al., 200۹) بستگی دارد.

منابع

اصغرزاده، ا.، خلیقی، ا. و مصطفوی، م. ۱۳۸۶. بررسی نقش ترکیبات فنلی و هورمون‌های داخلی در گیرایی پیوند گردوی ایرانی. نشریه علوم کشاورزی. ۱۳(۲): ۲۸۵–۲۹۳.

پیرخضری، م.، حسنی، د. و سلیمانی، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثر اکسین و اسید جیبرلیک در افزایش راندمان پیوند وصله‌ای در تعدادی از ارقام گردو (*Juglans regia* L.). نشریه علوم باغبانی، علوم و صنایع کشاورزی. ۲۴(۱): ۶۴–۶۹.

رضائی، ر.، حسنی، د. و وحدتی، ک. ۱۳۹۴. تعیین و ارزیابی بهترین روش سرشاخه‌کاری درختان نامرغوب گردو در استان آذربایجان‌غربی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۵(۱۵): ۱–۱۰.

قمری‌حسابی، ف.، شرفی، ی. و گریگوریان، و. ۱۳۹۴. اثر سن پایه و روش‌های مختلف پیوند بر گیرایی و تشکیل کالوس گردوی ایرانی. نهمین کنگره علوم باغبانی، اهواز. ص ۱–۵.

Avanzato, D. 2009. Training on hot callusing technique applied to walnut grafting. Walnut Propagation Training Short Course, COST Action 873, Spain. 10 p.

Bäurle, I. and Jentsch, A. 2014. Responses of young and old trees to environmental conditions: A comparison of physiological traits. Tree Physiology. 34(6): 674–685.

Ebrahimi, A., Vahdati, K. and Fallahi, F. 2007. Improved success of Persian walnut grafting under environmentally controlled conditions. International Journal of Fruit Science. 6(4): 3–12.

Engine, H. and Gökbayrak, Z. 2022. Effect of brassinosteroid applications on flower sex distribution of 'Chandler' walnut cultivar. Journal of Agricultural Sciences. 32(3): 548–554.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. and Geneve, R. L. 2011. Plant propagation: Principles and practices. Pearson Education. 425 p.

Hassani, D., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Dastjerdi, R., Rezaee, R., Keshavarzi, M., Vahdati, K. and Atefi, J. 2020. Four new Persian walnut cultivars of Iran: Persia, Caspian, Chaldoran, and Alvand. HortScience. 55: 1162–1163.

Mitrović, M., Miletić, R., Lukić, M., Blagojević, M. and Rakićević, M. 2008. Impact of rootstock on callus formation in walnut grafted in room conditions. Journal of Pomology. 42(161): 43–47.

Paunović, S. M., Miletić, R., Mitrović, M. and Janković, D. 2012. Graft-take success in walnut under controlled conditions and plant development in the nursery. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. 40(2): 170–176.

Soleimani, A., Rabiei, V. and Hassani, D. 2010. Effect of different techniques on walnut (*Juglans regia* L.) grafting. Journal of Food, Agriculture and Environment. 8(2): 544–546.

Tshering, G., Gyyeltsen, T., Lhendu, T. and Tshering, U. 2006. Effect of time of grafting on walnut graft success under different altitudes. Acta Horticulturae. 705: 303–307.

Effect of brassinosteroid hormone and cultivar on some growth indices of grafted walnut

Javad Farrokhi Toolir[1*]
1. Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran.
[*]*Corresponding Author: j.farrokhi@areeo.ac.ir*

Abstract

Walnut cultivation is crucial to Kerman province's economy. Grafting to unify walnut orchards can boost farmer revenue and lower costs. This study examined the impact of brassinosteroid on graft take (success) in Chandler and Fernor walnut cultivars using patch and modified chip budding during 2023-2024. Year significantly affected branch length, diameter, and leaf number ($p < 0.01$), while modified chip budding significantly impacted bud bursting and branch length ($p < 0.01$). Cultivar type significantly affected bud bursting time ($p < 0.01$). Brassinosteroid concentration also significantly affected bud bursting time and branch length ($p < 0.01$). Interactions between year and grafting method significantly affected branch length and diameter ($p < 0.01$), and the interaction between cultivar and grafting method significantly affected leaf number ($p < 0.01$). Fernor exhibited the highest leaf number with modified chip budding (18 leaves) and patch budding (14 leaves). The highest graft take (96%) occurred with 0.25 mM brassinosteroid in 2023 (patch budding) and 2024 (modified chip budding), while the lowest (58%) occurred with 0.05 mM brassinosteroid in 2023 (patch budding). Results indicate that mM concentrations of this hormone significantly influence walnut graft take and related growth factors.

Keywords: Chandler, Chip budding, Fernor, Patch budding, Walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر کم‌آبیاری در مراحل رشد بر برخی صفات فیزیولوژیک انگور رقم یاقوتی

منصور فاضلی رستم‌پور[1*]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

*نویسنده مسئول: *mansour_fazeli@yahoo.com*

چکیده

مشکل کم‌آبی سیستان در چند سال اخیر به تهدید جدی برای تولید انگور در این منطقه تبدیل شده است، به‌طوری‌که انگورکاران منطقه ناگزیرند با کاهش حجم و دفعات آبیاری این مشکل را مدیریت نمایند. این آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده نواری با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات زهک طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری شاهد (تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه)، آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب و آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده تاک به کرت‌های افقی و مرحله آبیاری شامل مرحلهٔ جوانه‌زنی تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ میوه، تغییر رنگ میوه تا برداشت میوه و مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ به کرت‌های عمودی اختصاص یافت. رژیم کم‌آبیاری باعث افزایش صفات پرولین، قندهای محلول، نفوذ پذیری نسبی غشای سلول و دمای تاج پوشش گردید. بطور کلی نتایج نشان داد که آبیاری پس از ۳۵ و ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک باعث افزایش نفوذپذیری نسبی غشاء سلولی گردید و تاک انگور یاقوتی از طریق تجمع اسمولیت‌های سازگاری نظیر پرولین و همچنین قندهای محلول سعی بر مقابله با این تغییرات داشت که تا اندازه‌ای در شرایط آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تغییر رنگ حبه تا برداشت و ریزش برگ موفق بود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، دمای تاج پوشش، قندهای محلول، نفوذ پذیری نسبی غشای سلول.

مقدمه

انگور یاقوتی رقم غالب تاکستان‌های سیستان و جزء انگورهای بی‌دانه است. این رقم مناسب تازه‌خوری، زودرس و نوبر است که نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی معیشتی این منطقه دارد. سطح زیر کشت انگور یاقوتی در سیستان ۱۱۰۰ هکتار و متوسط عملکرد آن در این منطقه ۵ تن در هکتار بوده اما پتانسیل تولید این رقم در شرایط مناسب اقلیمی و مدیریتی تا ۱۸ تن در هکتار می‌باشد. کاهش میزان آبیاری تا حد معینی باعث افزایش یا عدم تغییر خصوصیات کمی و کیفی انگور شده و پس از آن اثر منفی خواهد داشت. از جمله روش‌هایی که در زمینه کاهش مصرف آب جهت رشد محصولات کشاورزی استفاده می‌شود، کم‌آبیاری است که در آن، میزان آبی که تاثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد گیاه ندارد، حذف می‌شود. این روش، علاوه بر استفاده بهینه از منابع آب، کمک می‌کند تا گیاه کیفیت قابل قبول خود را حفظ کند (دولتی بانه و نورجو، ۱۳۹۰). با استفاده از روش کم‌آبیاری بین ۲۰ تا ۳۰ درصد در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی شده و در عین حال کمترین تاثیر را بر عملکرد محصول ایجاد خواهد کرد (Chaves et al., 2007). تنش خشکی باعث کاهش پایداری غشاء و افزایش میزان پرولین و مالون دی‌آلدئید و همچنین فعالیت آنزیم آنتی اکسیدان کاتالاز انگور می‌گردد (مهری و همکاران، ۱۳۹۳). مشکل کم‌آبی سیستان در چند سال اخیر به تهدید جدی برای تولید انگور در این منطقه تبدیل شده است، به‌طوری که انگورکاران منطقه ناگزیرند با کاهش حجم و دفعات آبیاری این مشکل را مدیریت نمایند. لذا هدف از این پژوهش بررسی واکنش فیزیولوژیک انگور رقم یاقوتی به کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد جهت دستیابی به بیشترین میزان عملکرد و همچنین افزایش تولید و درآمد باغداران این منطقه است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک با عرض جغرافیایی ″۳۸ ′۵۳ °۳۰ درجه شمالی، طول جغرافیایی ″۴۹ ′۴۰ °۶۱ درجه شرقی و ارتفاع ۴۹۵ متر از سطح دریا طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ انجام شد. بافت خاک، شوری و اسیدیته از سطح خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری به‌ترتیب لوم-شنی، ۳/۱۷ دسیزیمنس بر متر و ۷/۷۴ بود. همچنین بافت خاک، شوری و اسیدیته از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری به‌ترتیب لوم-رسی-شنی، ۳/۶۵ دسیزی‌منس بر متر و ۷/۸۷ بود. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده نواری با پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری کنترل (آبیاری کامل)، آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک و آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک به کرت های افقی و مرحله آبیاری شامل ۱- مرحلهٔ تورم جوانه تا گل‌دهی ۲- گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه ۳-تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و ۴-مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ به کرت‌های عمودی اختصاص یافت. آبیاری با توجه به تیمارها، با استفاده از روش نقصان رطوبتی خاک به‌طریق وزنی تعیین شد (Myburgh, 2003). صفات پرولین، قندهای محلول، نفوذپذیری نسبی غشای سلول‌های برگ و دمای برگ یک هفته قبل از مراحل گل‌دهی، تغییر رنگ خوشه، برداشت میوه و تغییر رنگ برگ اندازه‌گیری گردید. پرولین و قندهای محلول در برگ‌های انتهایی کامل شده اندازه‌گیری شد (Irigoyen *et al.*, 1992). برای تعیین میزان نفوذ نسبی غشای سلول‌های برگ از روش باجی و همکاران (Bajji *et al.*, 2001) استفاده شد. اندازه‌گیری دمای برگ بین ساعات ۱۳ تا ۱۴ توسط دماسنج مادون قرمز و از چهار برگ بالای تاک از فاصله ۱۰ سانتی‌متری انجام شد. جهت واکاوی آماری، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و با استفاده از رویه GLM انجام شد. تجزیه واریانس مرکب وقتی انجام شد که آزمون بارتلت همگنی واریانس‌ها را تایید نمود.

نتایج و بحث

پرولین: اثر رژیم آبیاری، مراحل اعمال رژیم آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری در مراحل اعمال رژیم آبیاری بر میزان قندهای محلول معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه به‌ترتیب باعث افزایش میزان قندهای محلول نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۳۵/۲، ۳۸/۵ و ۴۱/۵ و در مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ باعث کاهش قندهای محلول به میزان ۵۱/۷ درصد گردید. همچنین آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه به‌ترتیب باعث افزایش میزان قندهای محلول نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۶۱/۵، ۷۷/۱ و ۶۸/۶ و در مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ باعث کاهش قندهای محلول به میزان ۷۵/۵ درصد گردید (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات پرولین، قندهای محلول، نفوذپذیری نسبی غشاء و دمای تاج پوشش رقم یاقوتی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		پرولین	قندهای محلول	نفوذپذیری نسبی غشاء	دمای تاج پوشش
سال(Y)	۱	۱/۱۴^{ns}	۵۸/۷۳*	۵۰/۰۵^{ns}	۱/۸۴^{ns}
سال در تکرار Y(r)	۶	۰/۳۹	۶/۶۰	۱۵/۰۲	۹/۸۶
رژیم آبیاری (I)	۲	۸۳/۳۱**	۳۳۰/۵۸**	۸۷۶/۲۹**	۶۱/۶۹*
Y×I	۴	۰/۰۵^{ns}	۱۹/۴۱^{ns}	۲۶/۱۸^{ns}	۵/۹۷^{ns}
Y×I(r)	۱۲	۰/۰۷	۸/۴۱	۸/۴۷	۸/۸۲
مرحله (S)	۳	۴/۵۶**	۱۵/۲۷**	۳۵/۷۷**	۳۹/۸۸**
Y×S	۶	۰/۳۸*	۰/۹۴^{ns}	۱۸/۳۴**	۰/۴۳^{ns}
Y×S(r)	۱۸	۰/۰۵	۰/۸۲	۲/۱۰	۱/۵۰
I×S	۶	۰/۵۲**	۰/۳۳**	۷/۹۱*	۹/۶۳**
Y×I×S	۱۲	۰/۰۸^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۱۳/۸۵**	۱/۱۱^{ns}
Y×I×S(r)	۳۶	۰/۱۱	۰/۸۹	۲/۸۷	۱/۱۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۴/۷۰	۵/۷۳	۶/۰۶	۲/۸۰

$^{n.s}$، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲- برهمکنش رژیم آبیاری و مرحله آبیاری بر صفات پرولین، قندهای محلول، نفوذپذیری نسبی غشاء و دمای تاج پوشش انگور رقم یاقوتی.

تیمارها		صفات			
رژیم آبیاری	مرحله	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)	قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تر	نفوذپذیری نسبی غشاء (درصد)	دمای تاج پوشش (درجه سانتی‌گراد)
I_1	S_1	۴/۹۴^{g}	۱۱/۹۴^{e}	۲۰/۷۷^{e}	۳۷/۳۲^{e}
	S_2	۵/۱۲^{g}	۱۲/۱۲^{de}	۲۱/۱۲^{e}	۳۷/۷۲^{e}
	S_3	۵/۴۵^{f}	۱۳/۱۵^{d}	۲۲/۱۵^{e}	۳۷/۸۹^{e}
	S_4	۵/۴۰^{f}	۱۳/۲۳^{d}	۲۲/۲۳^{e}	۳۷/۸۹^{e}
I_2	S_1	۶/۶۸^{e}	۱۶/۱۱^{c}	۲۷/۷۸^{d}	۳۷/۶۱^{de}
	S_2	۷/۰۹^{d}	۱۶/۶۹^{bc}	۲۸/۵۳^{cd}	۳۸/۹۰^{cd}
	S_3	۷/۷۱^{c}	۱۷/۴۸^{b}	۲۹/۴۸^{cd}	۴۰/۸۴^{b}
	S_4	۸/۱۹^{b}	۱۷/۴۶^{b}	۲۹/۲۹^{cd}	۳۵/۵۶^{f}
I_3	S_1	۷/۹۸^{bc}	۱۷/۵۸^{b}	۳۰/۴۱^{bc}	۴۰/۱۷^{c}
	S_2	۹/۰۷^{a}	۲۰/۸۴^{a}	۳۲/۱۷^{b}	۴۱/۲۷^{b}
	S_3	۹/۱۹^{a}	۲۱/۲۹^{a}	۳۵/۹۶^{a}	۴۳/۳۳^{a}
	S_4	۹/۴۸^{a}	۲۰/۲۵^{a}	۳۵/۷۵^{a}	۳۸/۰۶^{de}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

I_1: کنترل، I_2: آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک، I_3: آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک

S_1: تورم جوانه تا گل‌دهی، S_2: گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، S_3: تغییر رنگ حبه تا برداشت، S_4: برداشت میوه تا ریزش برگ

قندهای محلول برگ: اثر رژیم آبیاری، مراحل اعمال رژیم آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری در مراحل اعمال رژیم آبیاری بر میزان قندهای محلول معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه به‌ترتیب باعث افزایش میزان قندهای محلول نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۳۴/۹، ۳۷/۷ و ۳۲/۹ و در مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ باعث کاهش قندهای محلول به میزان ۳۱/۹ درصد گردید. همچنین آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه به‌ترتیب باعث افزایش میزان قندهای محلول نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۴۷/۲، ۷۱/۹ و ۶۱/۹ و در مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ باعث کاهش قندهای محلول به میزان ۶۰/۸ درصد گردید (جدول ۲).

نفوذپذیری نسبی غشاء: اثر رژیم آبیاری، مراحل اعمال رژیم آبیاری، سال در مراحل اعمال رژیم آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری در مراحل اعمال رژیم آبیاری بر نفوذپذیری نسبی غشاء معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ به‌ترتیب باعث افزایش میزان نفوذپذیری نسبی غشاء نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۳۳/۷، ۳۵/۱، ۳۳/۱ و ۳۱/۸ درصد گردید. همچنین آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ به‌ترتیب باعث افزایش میزان نفوذپذیری نسبی غشاء نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۴۶/۴، ۵۲/۳، ۶۲/۳ و ۶۰/۹ درصد گردید (جدول ۲).

دمای تاج پوشش: اثر رژیم آبیاری، مراحل اعمال رژیم آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری در مراحل اعمال رژیم آبیاری بر دمای تاج پوشش معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ به‌ترتیب باعث افزایش دمای تاج پوشش نسبت به آبیاری کامل به میزان ۰/۸، ۳/۱، ۷/۸ و ۶/۱- درصد گردید. همچنین آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تورم جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ به‌ترتیب باعث افزایش دمای تاج پوشش نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر بمیزان ۷/۶، ۹/۴، ۱۴/۴ و ۰/۵ درصد گردید (جدول ۲).

دراین پژوهش رژیم کم‌آبیاری باعث افزایش صفات پرولین، قندهای محلول، نفوذ پذیری نسبی غشای سلول، دمای تاج پوشش گردید. در شرایط کاهش پتانسیل آب، گیاه از طریق افزایش مواد تنظیم کننده سازگار مانند پرولین و قندهای محلول بدنبال تنظیم اسمزی است. در پژوهش حاضر کم‌ترین پرولین و قندهای محلول مربوط به مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ بود که با اعمال رژیم کم آبیاری دراین مرحله بیشتر کاهش یافت. احتمالا کاهش فتوسنتز دراثر کوتاه شدن طول روز و تجزیه کلروفیل، انتقال مجدد مواد از برگ‌ها به سمت ریشه و آمادگی برای مرحلهٔ خواب زمستانه از جمله دلایل آن است. بطور کلی نتایج نشان داد که آبیاری پس از ۳۵ و ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک باعث افزایش نفوذپذیری نسبی غشاء سلولی گردید و تاک انگور یاقوتی از طریق تجمع اسمولیت‌های سازگاری نظیر پرولین و همچنین قندهای محلول سعی بر مقابله با این تغییرات داشت که تا اندازه‌ای در شرایط آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک در مراحل تغییر رنگ حبه تا برداشت و ریزش برگ موفق بود.

منابع

دولتی بانه، ح.، و نورجو، ا. ۱۳۹۰. اثر کم آبیاری بر کمیت، کیفیت میوه و بهره وری مصرف آب سه رقم انگور. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۲-۲۷ (۴): ۴۵۰-۴۳۵.

مهری، ح.، قبادی، س. بانی نسب، ب. احسان‌زاده، پ. و غلامی، م. ۱۳۹۳. بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک به تنش خشکی در (*Vitis vinifera* L.) چهار رقم انگور ایرانی شرایط درون شیشه ای. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۳ (۱۰): ۱۲۶-۱۱۵.

Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2001. The use of electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance in durum wheat. Plant Growth Regulation. 1: 1-10.

Chaves, M.M., Santos, T.P., Souza, C.R., Ortun, M.F., Rodrigues, M.L., Lopes, C.M., Maroco, J.P. and Pereira, J.S. 2007. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. Annual Applied Biology. 150: 237–252.

Irigoyen, J.J., Emerich, D.W. and Sanchez, D.M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiogia Plantarum. 84: 55-60.

Myburgh P.A. 2003. Responses of *Vitis vinifera* L. cv. Sultanina to level of soil water depletion under semiarid conditions. South African Journal of Enology and Viticulture. 24(1):16-24.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Studying the effect of deficit irrigation during the growth stages on some physiological traits of Yaghouti grape

Mansour Fazeli Rostampour[1*]
Assistant Prof, Horticultural crops research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran.
Corresponding Author: Mansour_fazeli@yahoo.com

Abstract

The problem of water scarcity in Sistan has become a serious threat to grape production in the region in recent years, so that grape growers in the region are forced to manage this problem by reducing the volume and frequency of irrigation. This experiment was conducted using a strip-split plot design based on randomized complete block design with three replications at the Zahak Research Station from 2022 to 2023. The treatments included three irrigation regimes: control, irrigation after 35% soil moisture deficiency, and irrigation after 70% soil moisture deficiency. These treatments were applied to horizontal plots, while the irrigation stages including from bud burst to flowering, from flowering to berry color variation, from berry color variation to harvest, and from harvest to leaf fall, were assigned to vertical plots. Deficit irrigation increased traits like proline content, soluble sugars, relative membrane permeability, and canopy temperature. In general, the results showed that irrigation after 35 and 70 percent soil moisture deficiency increased the relative permeability of the cell membrane, and the Yaghouti grape vine tried to cope with these changes through the accumulation of compatible osmolytes such as proline and soluble sugars, which was partially successful in irrigation conditions after 35 percent soil moisture deficiency from the stages of berry color variation to harvest to leaf fall.

Keywords: Canopy temperature, Proline, Relative membrane permeability, Soluble sugars.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی خصوصیات برخی ارقام سرشاخه‌کاری شده پسته در استان قزوین

مصطفی قاسمی[۱*]، حجت هاشمی نسب[۲]، علی اسماعیل‌پور[۲]، علی تاج‌آبادی‌پور[۲]، شیوا قاسمی[۱]، مهدی محمدی مقدم[۳]

۱-اعضای هئیت علمی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

۲- اعضای هیات علمی پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۳-بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

*نویسنده مسئول: *mostafaghasemi24@gmail.com*

چکیده

افزایش بهره‌وری در واحد سطح، سرشاخه‌کاری و احیاء درختان مسن و تغییر رقم پسته از جمله مسائل مهمی می‌باشند که باید مورد توجه قرار گیرد. در این پروژه درختان رقم اوحدی ۲۰ ساله با پایه قزوینی که باردهی مناسبی نداشتند در اسفندماه ۱۳۹۹ در ایستگاه پسته مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین سرزنی شدند. سپس عملیات پیوند در خرداد ماه ۱۴۰۰، روی شاخه‌های جدید رویش یافته انجام گرفت. تیمارها شامل ارقام اوحدی (عدم سربرداری)، احمدآقایی، اکبری و کله‌بزی بودند. سه سال بعد از پیوند (سال ۱۴۰۳)، فاکتورهای میزان رشد رویشی شاخه‌های سال جاری (طول و قطر شاخه رشد جاری) و خصوصیات کمی و کیفی میوه ارقام مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج، بیشترین و کمترین طول و قطر شاخه سال جاری به ترتیب متعلق به رقم‌های اکبری و اوحدی بود. اگرچه بیشترین اونس میوه (۳۳) به رقم کله‌بزی تعلق داشت و کوچک‌ترین میوه‌ها را تولید کرد، اما دارای بیشترین تعداد دانه در خوشه (۱۹/۳۳)، بیشترین خندانی(۸۰/۶ درصد) و کمترین پوکی (۶/۶ درصد) بود. رقم احمدآقایی بعد از رقم کله‌بزی قرار گرفت و بیشترین تعداد دانه در خوشه (۱۳)، بیشترین خندانی (۸۰/۶ درصد) و کمترین پوکی(۸/۳ درصد) متعلق به این رقم بود. بر اساس نتایج، رقم اوحدی کمترین دانه در خوشه (۶/۳۳)، بیشترین پوکی (۱۷/۳ درصد)،کمترین خندانی (۴۲/۶۶ درصد) و بیشترین دهن بست یا ناخندانی (۴۰ درصد) را نشان داد. بنابراین ارقام کله‌بزی و احمدآقایی سازگاری بهتری به منطقه قزوین نشان دادند و رقم اوحدی رقم مناسبی برای این منطقه نمی‌باشد و می‌بایست با تکنیک سرشاخه‌کاری توسط ارقام مذکور تغییر یابد.

واژه‌های کلیدی: تغییر رقم، سازگاری، باردهی، قزوین، پسته

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی کشور است که بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی ایران را تشکیل می‌دهد. ارزش اقتصادی و ارزآوری این محصول از سایر محصولات کشاورزی بالاتر است، به طوری که طبق گزارش وزارت جهاد کشاورزی و گمرک ایران، صادرات پسته به صورت میانگین سالانه حدود ۱/۵ میلیارد دلار درآمد ارزی عاید کشور کرده است. ارزش تولید این محصول گرانبها و بی نظیر حدود ۱۰ درصد از درآمدهای غیر نفتی کشور است (رادمهر، ۱۳۸۹). بر اساس آخرین آمار سازمان خوار و بار جهانی (FAO, 2023)، ایران دارای بیشترین سطح زیر کشت این محصول در جهان است ولی از لحاظ میزان تولید در واحد سطح پس از آمریکا در جایگاه دوم جهانی قرار دارد. سطح زیرکشت باغات بارده و غیربارده پسته کشور به ترتیب ۵۹۹۶۵۱ و ۷۴۶۵۸ هکتار بوده است. میزان تولید پسته خشک کشور نیز ۴۳۹۴۶۳ تن و عملکرد حدود ۷۳۰ کیلوگرم گزارش شده است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۴۰۲).

با توجه به تغییر اقلیم، کیفیت پایین آب و خشکسالی‌های اخیر و افزایش شوری آب و خاک در مناطق پسته‌کاری کشور و حساسیت برخی ارقام موجود در باغات، باردهی باغات پسته کشور کاهش یافته است (میرفتاحی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین جایگزین کردن ارقام ناسازگار با ارقام برتر و سازگار به منطقه با تکنیک‌هایی مثل سرشاخه‌کاری، بیش از پیش آشکار می گردد.

مواد و روش‌ها

در این پروژه درختان رقم اوحدی ۲۰ ساله با پایه قزوینی که باردهی مناسبی نداشتند و کیفیت میوه آن‌ها پایین (پوکی و دهن بست بالا) بود در اسفندماه ۱۳۹۹ در ایستگاه پسته مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین سرزنی شدند. برای این منظور، روی هر درخت یک شاخه به عنوان آبکش حفظ شد تا عملیات فتوسنتز و رساندن آب و مواد غذایی به خوبی صورت گیرد و بقیه شاخه‌ها حذف شدند. در خردادماه ۱۴۰۰ با حذف شاخه‌های اضافی تولید شده سال جاری و حفظ ۳ الی ۵ شاخه در طرفین درخت (با توجه به قدرت و اندازه درخت)، عملیات پیوند روی شاخه‌های حفظ شده انجام شد. عملیات پیوند به صورت لوله‌ای بود و روی هر شاخه جدید تولید شده یک پیوندک قرار گرفت. نقشه طرح در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار (هر تکرار ۱۰ درخت یا واحد آزمایشی) طراحی شد. تیمارها شامل ارقام اوحدی (عدم سربرداری و پیوند)، احمدآقایی، اکبری و کله‌بزی بودند. روی هر درخت تعداد سه شاخه اصلی در قسمت‌های مختلف انتخاب شد و اندازه‌گیری صفات مختلف رویشی و زایشی درختان روی سه شاخه انتخابی صورت گرفت.

صفات مورفولوژیک

سه سال بعد از پیوند (سال ۱۴۰۳)، طول شاخه انتهایی حاصل از رشد جوانه انتهایی با متر و بر حسب سانتی‌متر برای سه شاخه سال جاری اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان طول شاخه سال جاری در هر درخت یادداشت برداری شد. قطر وسط شاخه سال جاری با کولیس بر حسب میلیمتر برای سه شاخه اندازه گیری و میانگین آن‌ها به عنوان قطر شاخه سال جاری ثبت شد.

صفات میوه

خصوصیات میوه در سال پر محصول که سال دوم باردهی بود (تابستان ۱۴۰۳) اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری صفات مربوط به میوه در هر تکرار که شامل ۱۰ درخت بود، تعداد ۱۰ خوشه از شاخه‌های یکساله در زمان رسیدن کامل برداشت شد. تعداد پسته در ۱۰ خوشه شمارش شد و متوسط تعداد دانه در هر خوشه ثبت شد.

پس از جداسازی پوست سبز میوه‌های رسیده، میوه‌ها در آفتاب خشک شدند و برای اندازه گیری اونس تعداد پسته های موجود در ۲۸/۳ گرم تعیین شد.

برای تعیین درصد خندانی، تعداد میوه‌هایی که آندوکارپ آن ها به طور طبیعی شکاف خورده بودند، به تعداد کل میوه‌های ۱۰ خوشه(میوه‌های پوک، دهن بست، خندان) شمارش و درصد خندانی تعیین شد.

درصد وزنی پسته‌های پوک(میوه های بدون مغز) با توزین آن ها و نسبت به وزن کل میوه های ۱۰ خوشه محاسبه شد.

درصد وزنی پسته‌های دهن بست(ناخندان) با توزین آن ها و نسبت به وزن کل میوه های ۱۰ خوشه محاسبه شد.

نتایج و بحث

از نظر طول شاخه سال جاری در سال سوم بعد از پیوند (سال ۱۴۰۳) مشخص شد که رقم اکبری، احمد آقایی، کله بزی و اوحدی (عدم پیوند) به ترتیب با ۳۹/۳۳، ۳۷، ۳۴/۶۶ و ۱۷ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین تا کمترین طول را داشتند. بیشترین قطر شاخه پیوندی (۹/۵۳ میلی‌متر) متعلق به رقم اکبری بود و تیمار عدم پیوند (رقم اوحدی) با ۶/۶۶ میلی‌متر کمترین قطر شاخه سال‌جاری را داشت (جدول ۱).

بیشترین تعداد دانه در خوشه (۱۹/۳۳) متعلق به رقم کله‌بزی بود که اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد. ارقام احمدآقایی، اکبری نیز به ترتیب با ۱۳ و ۱۰/۳۳ دانه در خوشه بعد از کله‌بزی قرار گرفتند ولی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. رقم اوحدی با ۶/۳۳ عدد، کمترین دانه در خوشه را داشت که تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد (جدول ۱).

بیشترین اونس میوه(۳۳) متعلق به رقم کله‌بزی بود که نشان دهنده ریزتر بودن میوه‌ها در این رقم است. بهترین انس (۲۳)متعلق به رقم اکبری بود. ارقام اوحدی و احمدآقایی در این صفات تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۱).

از نظر خندانی، ارقام کله‌بزی و احمدآقایی با ۸۰/۶۶ درصد بیشترین درصد خندانی را نشان دادند و رقم اکبری با ۷۹/۶۶ درصد بعد از آن‌ها بود. رقم اوحدی نیز با ۴۲/۶۶ درصد کمترین خندانی را نشان داد (جدول ۱).

بیشترین درصد پوکی (۱۷/۳ درصد) و دهن بست (۴۰ درصد) نیز در رقم اوحدی مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد. سایر ارقام تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده ارقام پسته سرشاخه کاری شده در قزوین.

نام رقم	طول شاخه سال جاری(سانتی-متر)	قطر شاخه سال جاری(سانتی‌متر)	تعداد دانه در خوشه	اونس	درصد خندانی	درصد پوکی	درصد دهن بست
اوحدی(عدم پیوند)	۴±۱۷/۳۵۸b	۶/۰±۶۶/۵۷۷b	/۰±۳۳/۵۷۷c	۲۷/۰±۶۶/۵۷b	۴۲/۴±۶۶/۶۱b	۱۷/۲±۳۳/۵۱a	۳±۴۰a
احمد آقایی	۹±۳۷/۵۳۹a	۹/۰±۱۳/۷۷۶a	۱۳/۲±۰b	۲۶/۱±۰b	۸/۳±۶۶/۰۵۵a	۸/۱±۳۳/۵۲b	۳±۱۱/۶b
کله‌بزی	۳۴/۴±۶۶/۶۱۸a	۷/۰±۳۶۶/۶۳۵b	۱/۱±۳۳/۵۲a	۳۳/۱±۰۰/۵۲a	۸/۳±۶۶/۰۵۵a	۶/۱±۶۶/۵۲۷b	۹/۴±۳۳/۱۶b
اکبری	۳۹/۸±۳۳/۳۸a	۹/۱±۵۳۳/۰۱۱a	۱/۱±۳۳/۵۲b	۲۳/۱±۰۰c	۷۹/۱±۶۶/۵۲a	۱۰/۲۱±۳۳b	۱۰/۲±۳۳/۵۱b

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد هستند (Mean±SD).

گزارش شده است که خصوصیات رشدی ارقام مختلف پسته اکبری، اوحدی و احمدآقایی که روی پایه UCB1 پیوند شده بودند واکنش متفاوتی نشان دادند. به طوری که رقم اکبری از بیشترین طول ساقه برخوردار بود و در این بین رقم اوحدی از کم‌ترین طول ساقه برخوردار بود که با نتایج ما مطابقت دارد (Ahmadi Kouhbanani et al, 2016). در مطالعه انجام شده شرافتی و همکاران (۱۳۹۲) روی ارقام پسته در شرایط اقلیمی فیض آباد خراسان رضوی، مشخص شد تعداد دانه در خوشه در رقم بادامی سفید فیض‌آباد ۲۰ ، رقم اکبری ۱۶ و رقم عباسعلی ۷/۴ بود. در نتایج نوروزی و همکاران (۱۴۰۲) رقم اکبری با تعداد میوه ۱۹/۵ عدد در یک انس دارای کمترین به عبارت دیگر دارای بزرگترین ابعاد میوه بود و بعد از رقم اکبری ارقام اوحدی، احمدآقایی، کله‌بزی به ترتیب با تعداد ۲۳/۵ ، ۲۶ ، ۲۹ میوه در هر انس از کمترین تا بیشترین مقدار برخوردار بودند. بر اساس تحقیقات معین راد (۱۳۸۷)، درصد میوه‌های خندان رقم اوحدی ۶۹/۷۶ و بادامی سفید با ۷۵/۹۴ درصد تعیین شد. اسماعیل‌پور (۱۳۸۴)، در بین ارقام تجاری کشور، بیشترین درصد پوکی را در ارقام کله‌قوچی با ۳۵ درصد و بادامی زرند با ۳۲ درصد گزارش کردند، ارقام احمدآقایی و خنجری نیز با ۷ درصد کمترین پوکی را داشتند. در بررسی نجفی و طاهری (۱۳۹۴) رقم کله قوچی بیشترین و رقم احمدآقایی کمترین ناخندانی را داشتند.

با توجه به تغییر اقلیم، کیفیت پایین آب و خشکسالی های اخیر و افزایش شوری آب و خاک در مناطق پسته‌کاری کشور و حساسیت برخی ارقام موجود در باغات، باردهی باغات پسته کشور کاهش یافته است. برای افزایش بهره وری در واحد سطح، سرشاخه‌کاری و احیاء درختان مسن و تغییر رقم پسته از جمله مسائل مهمی می‌باشند که باید مورد توجه قرار گیرد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد اگرچه بیشترین اونس میوه(۳۳) به رقم کله‌بزی تعلق داشت و کوچک‌ترین میوه ها را تولید کرد، اما دارای بیشترین تعداد دانه در خوشه (۱۹/۳۳)، بیشترین خندانی(۸۰/۶ درصد) و کمترین پوکی (۶/۶ درصد) بود. رقم احمدآقایی بعد از رقم کله‌بزی قرار گرفت و بیشترین تعداد دانه در خوشه (۱۳)، بیشترین خندانی (۸۰/۶ درصد) و کمترین پوکی(۸/۳ درصد) متعلق به این رقم بود. بر اساس نتایج رقم اوحدی، کمترین دانه در خوشه (۶/۳۳)، بیشترین پوکی (۱۷/۳ درصد)،کمترین خندانی (۴۲/۶۶ درصد) و بیشترین دهن بست یا ناخندانی (۴۰ درصد) را نشان داد. بنابراین، رقم اوحدی رقم مناسبی برای منطقه قزوین نمی باشد و ارقام کله‌بزی و احمدآقایی سازگاری بهتری به منطقه نشان دادند.

منابع

آمارنامه جهاد کشاورزی. ۱۴۰۲. جلد سوم، محصولات باغی، پسته

اسماعیل پور، ع .۱۳۸۰. بررسی اثرات هرس (سربرداری، تنک شاخه و حذف جوانه انتهایی) روی غالبیت انتهایی و سال آوری درختان پسته. گزارش نهایی طرح های تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات پسته کشور. رفسنجان.

رادمهر، ع. ۱۳۸۹. نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای محصولات باغی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

شرافتی، ع.، ارزانی، ک. و رمضانی مقدم، م .۱۳۹۲. ارزیابی گلدهی و میوه دهی ۱۲ رقم پسته (*Pistacia vera* L.) در شرایط آب و هوایی خراسان. مجله به نژادی نهال و بذر .جلد.۲۹-۱(۲): ۲۵۶-۲۴۳.

معین‌راد، ح. ۱۳۸۷. بررسی ویژگی‌های رشدی و نموی زایشی در تعدادی از ژنوتیپ‌های پسته و بنه. فصلنامه نهال و بذر، ۲۴ (۴): ۶۰۷-۶۲۲.

میرفتاحی، ز.، روزبان، م. ر.، کریمی، س.، توللی، و. و س. علی نیایی فرد. ۱۳۹۷. ارزیابی تحمل به شوری دانهال‌های پسته با بررسی رشد، آسیب‌های اکسیداتیو و ترکیب عناصر معدنی. *مجله* تولیدات گیاهی، ۱۴ (۲): ۱۳-۲۸.

نجفی، م. و طاهری، م. ۱۳۹۴. صفات فنولوژیکی و پومولوژیکی پنج رقم پسته در شهرستان ماهنشان، زنجان. مجله به نژادی نهال و بذر. ۴ (۱-۳۱)، ۵۶۵-۵۸۰.

نوروزی، ا.، قنبری، ع.، دهدار، ب. و فهیم، س. ۱۴۰۲. ارزیابی کمّی و کیفی چند رقم تجاری پسته در شرایط منطقه مشگین شهر. پژوهش‌های میوه کاری. ۸(۲): ۳۱-۴۳.

هاشمی نسب، ح، و افروشه، م. ۱۳۹۷. معرفی پایه‌ها و ارقام پسته آمریکا و مقایسه آنها با شرایط ایران. انتشارات معاونت ترویج، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

FAO.2023. FaoStat Database. Available from http://faostat.fao.org.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study on the characteristics of some topworked pistachio cultivars in Qazvin Province

Mostafa Ghasemi*[1], Hojjat Hasheminasab [2], Ali Esmaeilpour [2], Ali Tajabadipour [2], Shiva Ghasemi[1] and Mehdi Mohammadi-Moghadam [3]

1. Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran

2. Pistachio Research Center, Horticultural sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

3. Crop and Horticultural Sciences Research Department, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

*Corresponding Author: mostafaghasemi24@gmail.com

Abstract

Increasing productivity per unit area, topworking and revitalizing old trees, and changing pistachio cultivars are among the important issues that need to be considered. In this project, 20-year-old Owhadi cultivar trees with Qazvin rootstock that did not yield properly were topped in March 2021 at the pistachio station of Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Then, the grafting operation was carried out in June 2021 on the newly sprouted branches. The treatments included the cultivars Owhadi (no grafting). Ahmad Aghaei, Akbari, and Kallehbozi. Three years after grafting (2024), the factors of vegetative growth rate of branches (length and diameter of the current growth branch) and the quantitative and qualitative characteristics of the fruit of the cultivars were studied. Based on the results, the highest and lowest length and diameter of the current year's branch belonged to Akbari and Owhadi cultivars, respectively. Although the highest fruit ounce (33) belonged to the Kallehbozi cultivar and produced the smallest fruits, it had the highest number of nuts per cluster (19.33), the highest splitting ratio (80.6%), and the lowest blanked nuts (6.6%). The Ahmad-Aghaei cultivar was ranked after the Kallehbozi and had the highest number of nuts per cluster (13), the highest splitting ratio (80.6%), and the lowest blankness ratio (8.3%). Based on the results, the Owhadi cultivar showed the lowest nuts per cluster (6.33), the highest blankness (17.3%), the lowest split nuts (42.66%), and the highest number of closed or non-split nuts (40%). Therefore, the Kallehbozi and Ahmad Aghaei cultivars showed better adaptation to the Qazvin region, and the Owhadi cultivar is not a suitable cultivar for this region and should be replaced by superior cultivars using the top-working technique.

Keywords: Cultivar change, Adaptation, Fruiting, Qazvin, Pistachio.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی گیاه زرشک در استان قزوین

شیوا قاسمی[1*]، مصطفی قاسمی[1]، هادی زراعتگر[2]، بابک قرالی[1] و ولیاله رسولی[3]

۱-بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

۲-هئیت علمی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران

۳- هیئت علمی پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *shivaghasemi24@gmail.com*

چکیده

در این پژوهش، نهال‌های زرشک بی‌دانه، در دی ماه ۱۳۹۸ در سه منطقه جغرافیایی با ارتفاع متفاوت در استان قزوین کشت شدند. فاکتورهای مورد بررسی شامل ویژگی‌های رشدی شامل ارتفاع و عرض تاج درختان، صفات عملکردی مانند وضعیت باردهی، وزن حبه و برخی خصوصیات بیوشیمیایی میوه بودند. بر اساس نتایج، ارتفاع درختچه زرشک در مناطق مختلف مورد تفاوت معنی داری نشان داد. به‌طوری‌که گیاهان زرشک در منطقه الموت با میانگین ۱۳۳/۴۴ سانتی‌متر ارتفاع بیشتری داشتند و با دو منطقه اسماعیل آباد (۱۱۹/۶۷ سانتی متر) و یزبر(۱۰۹/۵۶ سانتی متر) تفاوت معنی داری نشان دادند. بیشترین وزن تر میوه هر درختچه (بدون شاخه) در سال پر بار (۳۳۴۴ گرم) در منطقه الموت مشاهده شد. میانگین وزن تازه و خشک ۱۰ حبه به ترتیب ۱/۳ گرم و ۰/۳ گرم بود و بیشترین مقادیر در منطقه الموت مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار آنتوسیانین (۴۳۲/۶۷-۲۷۳/۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)، اسیدقابل تیتراسیون (۳/۸۴- ۱/۵ درصد) و اسید اسکوربیک (۷۹۴/۱-۵۷۳/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) میوه به ترتیب در مناطق الموت و یزبر مشاهده شد. بر اساس نتایج، گیاهان زرشک در منطقه الموت سازگاری بهتری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: ذخیره ژنتیکی، باردهی، ارتفاع، صفات کیفی.

مقدمه

گیاه زرشک بی‌دانه با نام علمی *Berberis vulgaris* و نام انگلیسی Barberry، که یکی از ذخایر توارثی گیاهی ارزشمند کشورمان محسوب می‌شود به دلیل مقاومت خوب در برابر شرایط خاکی و اقلیمی و همچنین کاربردهای دارویی، زینتی و غذایی بسیار با ارزش است (ضرغامی مقدم، ۱۳۹۰). ایران با میزان تولید ۱۸۲۶۹۳ تن میوه تر و ۲۴۶۰۲ هکتار سطح زیر کشت بارور و عملکرد حدود ۷/۴ تن در هکتار، بزرگ‌ترین تولیدکننده زرشک بی‌دانه جهان است. استان خراسان جنوبی با تولید ۱۸۲۳۳۰ تن و سطح زیر کشت بارور ۲۴۳۳۱ هکتار و متوسط عملکرد ۷/۵ تن در هکتار (میوه تر) دارای بالاترین میزان سطح زیر کشت و تولید زرشک در کشور می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲). از هر ۴-۳ کیلو زرشک تر یک کیلو زرشک خشک به دست می‌آید (محمدعمویی و همکاران، ۱۳۹۶). برداشت زرشک به دلیل نازکی پوست میوه و همچنین وجود خارهای فراوان و تراکم شاخه ها در این درختچه یکی از مشکل‌ترین و پرهزینه‌ترین مراحل تولید این محصول است (زراعتگر و توکلی‌کرقند،۱۳۹۹).

زراعتگر و قاسمی (۱۳۹۰)، به منظور حفظ، نگهداری و جلوگیری از انقراض گونه‌های زرشک و ژنوتیپ های محلی زرشک کشور، پروژه شناسایی، ارزیابی و جمع آوری ژرم پلاسم زرشک کشور را در مناطق مختلف استان اصفهان به مدت ۳ سال انجام دادند. بر اساس نتایج در طول مدت اجرای تحقیق در استان اصفهان پنج ژنوتیپ زرشک خوراکی و زینتی به نام های زرشک منطقه قمبوان، زرشک منطقه فتح آباد، زرشک منطقه دولت آباد، زرشک برگ قرمز و زرشک همیشه سبز و دو گونه زرشک وحشی به نام *Berbereris integerrima*

و *Berberis vulgaris* شناسایی شد. نتایج مطالعات انجام شده نشان داد که سه ژنوتیپ اول بی‌دانه و یا دارای دانه بسیار جزئی بودند و توانستند برای احداث باغ زرشک مورد نظر باشند.

زرشک بی‌دانه به خشکی متحمل است و می‌تواند در هر خاکی، عملکرد قابل قبول داشته باشد. لذا در مقایسه با بسیاری از محصولات کشاورزی دیگر، کشت آنها در مناطقی با آب و هوای خشک با تنش کمبود آب، از توجیه اقتصادی بالاتری برخوردار است (Alemardan et al., 2013). کشور ایران همواره با مساله تنش های محیطی مواجه است که این موضوع یکی از محدودیت های عمده در بحث کشاورزی کشور ما است. لذا کشت محصولاتی که نسبت به این شرایط متحمل بوده و در ضمن عملکرد مناسبی نیز داشته باشند باید مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در این تحقیق سازگاری کلون تجاری زرشک بی‌دانه در سه منطقه مختلف در استان قزوین بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پاجوش‌های ریشه دار زرشک در اوایل زمستان ۱۳۹۸ از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی تهیه و در زمینی به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع در سه ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین که شرایط اقلیمی نسبتا متفاوتی با هم داشتند کشت شدند. سال چهارم و پنجم استقرار گیاهان، ویژگی های رشدی مانند ارتفاع و عرض درختان، صفات عملکردی مانند عملکرد، وزن تر محصول هر درختچه،، وزن تر و خشک حبه و برخی خصوصیات بیوشیمیایی میوه (مقدار مواد جامد محلول عصاره، آنتوسیانین، اسیدقابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک) مورد بررسی قرار گرفتند (Hutabarat et al., 2019). در جدول ۱ مشخصات اقلیمی و ارتفاع مناطق کشت زرشک در استان قزوین نشان شده است.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی، اقلیمی و خاکی مناطق کشت زرشک بی دانه در استان قزوین.

نام منطقه	ارتفاع (متر)	میانگین دمای سالانه (درجه سانتی گراد)	حداکثر دمای مطلق سالانه (درجه سانتی گراد)	حداقل دمای مطلق سالانه (درجه سانتی گراد)	متوسط بارش (میلیمتر)	میانگین رطوبت نسبی سالانه
الموت(زرآباد)	۱۴۵۰	۱۳/۹۲	۳۶	-۲۰	۴۰۰	۴۰
یزبر	۱۱۷۰	۱۵/۸۷	۴۰	-۱۵	۲۵۰	۲۸
اسماعیل آباد	۱۳۲۹	۱۵/۳۱	۳۹	-۱۷	۳۲۰	۳۲

نتایج و بحث

نتایج نشان داد ارتفاع درختچه‌های زرشک ۵ ساله در مناطق مختلف، تفاوت معنی‌داری نشان داد، اما تفاوت عرض درختچه بین سه منطقه از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). درختان در منطقه الموت با میانگین ۱۳۳/۴۴ سانتی متر ارتفاع بیشتری داشتند و با دو منطقه اسماعیل آباد (۱۱۹/۶۷ سانتی متر) و یزبر(۱۰۹/۵۶ سانتی متر) تفاوت معنی داری نشان دادند (جدول ۲).

صفات عملکردی

نتایج نشان داد بیشترین وزن تر محصول هر درختچه در سال پر بار (۳۳۴۴ گرم) در منطقه الموت مشاهده شد. کمترین مقدار (۱۷۸۸ گرم) نیز در منطقه یزبر مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین وزن تر (۱/۵گرم) و خشک (۰/۳۱ گرم) ده میوه نیز در زمان برداشت در منطقه الموت مشاهده شد (جدول ۲) که ممکن است به دلیل شب های خنک در این منطقه باشد. در بین عوامل اقلیمی، دما بسیار مهم است و به

طور قابل توجهی بر برخی از جنبه های رشد و نمو گیاه تأثیر می گذارد (Sage and Kubien, 2007). زرشک گیاهی سازگار با سرما است که به خوبی در مناطق کوهستانی مانند الموت با زمستان های نسبتا سرد و طولانی رشد می‌کند. در مناطق کم ارتفاع، گرمای شدید تابستان به همراه بادهای گرم از عوامل محدودکننده اقلیمی زرشک هستند (Mahmoodi et al, 2009).

خصوصیات بیوشیمیایی میوه

بیشترین (۲۰/۴۸ درصد) و کمترین (۱۷/۱۸ درصد) محتوای TSS میوه در زمان رسیدگی کامل میوه به ترتیب در منطقه یزبر و الموت مشاهده شد (جدول ۲). در تحقیق Ali-Tavakoli-Kaghaz et al (2023) در سه منطقه جغرافیایی استان کرمان، بیشترین میزان TSSمیوه در منطقه عنبرآباد با کمترین ارتفاع مشاهده شد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. به طوری که در منطقه یزبر با ارتفاع کمتر، TSS میوه بیشتر بود که می تواند ناشی از طولانی شدن فصل رشد در مناطق کم ارتفاع نسبت به مناطق مرتفع باشد.

بیشترین آنتوسیانین میوه (۴۳۲/۶۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) در منطقه الموت و پس از آن اسماعیل آباد (۳۱۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) و یزبر (۲۷۳/۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) مشاهده شد (جدول ۲). Marais et al. 2001 دریافتند که دمای پایین در پاییز باعث افزایش بیوسنتز آنتوسیانین می‌شود. در مطالعه ما به نظر می رسد دمای خنک پاییز در منطقه الموت عامل تجمع بیشتر آنتوسیانین و رنگ‌گیری بهتر میوه باشد.

بیشترین (۳/۸۴ درصد) و کمترین (۱/۵ درصد) محتوای اسید قابل تیتراسیون به ترتیب در منطقه الموت و یزبر به دست آمد (جدول ۲). گزارش شده است که شب های خنک ممکن است دلیل افزایش اسید قابل تیتراسیون میوه باشد (Kozai et al, 2007). بنابراین، شبهای خنک ممکن است دلیل بالاتر بودن اسید قابل تیتر میوه در منطقه الموت نسبت به یزبر باشد.

بیشترین (۷۹۴/۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) و کمترین (۵۷۳/۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) مقدار اسید اسکوربیک به ترتیب در منطقه الموت و یزبر به دست آمد (جدول ۲). Ahmed و همکاران (2013) بیان کردند که نه تنها ژنوتیپ، بلکه زیستگاه رشد زرشک نیز عامل اصلی تعیین کننده رشد، بهره وری و ترکیب غذایی میوه آن می‌باشد.

تعیین زمان برداشت محصول زرشک بر اساس شاخص‌های ظاهری مثل تغییر رنگ از قرمز روشن به قرمز تیره، نرم شدن بافت میوه و غلیظ شدن شیره میوه و کاهش میزان اسیدی یا ترشی آن است. در سطوح بزرگ و در برداشت‌های صنعتی، تعیین زمان برداشت محصول با شاخصی به نام شاخص طعم(نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل) سنجیده می‌شود. با توجه به اینکه شاخص رسیدگی تحت تاثیر عوامل اقلیمی و محیطی بوده و در سال‌های مختلف، متفاوت است نمی‌توان تاریخ دقیقی را برای رسیدگی و زمان مناسب برداشت زرشک مشخص کرد(زراعتگر و توکلی‌کرقند،۱۳۹۹).

گیاه زرشک سازگاری نسبتا خوبی به شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی و شوری دارد و کشت و کار آن می‌تواند در بسیاری از مناطق کشور مورد توجه قرار گیرد. نتایج نشان داد گیاهان زرشک در منطقه الموت سازگاری بهتری از دو منطقه اسماعیل آباد و یزبر نشان دادند. به طوری که خصوصیات رشدی، عملکرد، کیفیت و ارزش غذایی میوه در منطقه الموت برتری نشان داد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده درختچه زرشک در مناطق مختلف استان قزوین.

نام منطقه	ارتفاع درخت	عرض درخت	عملکرد تازه میوه هر درختچه در سال بار(گرم)	وزن تازه ده میوه(گرم)	وزن خشک ده میوه(گرم)	TSS (%)	آنتوسیانین (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)	اسید قابل تیتر(٪)	آسکوربیک اسید (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)

الموت	۱۳/۹±۴۴/۱۶a ۳	/۹±۸۹/۰۸۹a ۱۰۸	۰±۳۳/۵۲۹a ۴۴	/۰±۵/۲۶۳a ۱	۰±۳۱/۰۶۲a ۰/	/۰±۱۸/۵۴۵c ۱۷	/۶۷±۱۸/۲۷a ۴۳۲	۰±۸۴/۳۰۷a ۳/	۷/۴۵±۱/۴۲a ۹۴
یزبر	۱۰۹/۸±۵۶/۳c	۱/۱۶±۳/۲۷a ۰۰	۰±۱۷/۵۹۴b ۸۸	/۰±۲/۲۲۲b ۱	۰±۲/۰۴۵b ۰/۳	/۰±۴۸/۳۸۵a ۲۰	۲/۱±۲۷/۳۲c ۷۳	/۰±۵/۰۷۶c ۱	۵/۲۶±۶/۵۳c ۷۳
اسماع یل آباد	/۱۱±۴۷/۴۶b ۱۱۹	۱/۱۰±۱۱/۶a ۰۴	۰±۳۰/۴۶۶a ۶۰	۰±۱/۱۹۵b ۱/۷	۰±۲/۰۴۶b ۰/۴	/۰±۳/۶۷۸b ۱۸	۳/۰±۵۱/۶۲b ۱۶	۰±۶/۲۲۴b ۲/۲	۶/۳۹±۷/۸۹b ۳۲

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد هستند (Mean±SD).

منابع

آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲. جلد سوم. محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی. مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات

زراعتگر، ه و توکلی کرقند،غ. ۱۳۹۹. زرشک بی‌دانه(برداشت و فرآوری). نشر آموزش کشاورزی

زراعتگر،ه و قاسمی، ا. ۱۳۹۰. گزارش نهایی شناسایی، جمع آوری و ارزیابی ژرم پلاسم بومی زرشک. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

ضرغامی‌مقدم،م.۱۳۹۰ .اکوفیزیولوژی زرشک .مجله محیط زیست ایران . ۲۴(۳):۵۱-۴۹.

محمدعمویی،ع.، مجاهد،م و مجاهد،م.۱۳۹۶ .کاشت زرشک به روش دیم در اراضی شیبدار . اسرار علم.

Ahmed M., Anjum M.A., Naz R.M.M., Khan M.R., Hussain S. 2013. Characterization of indigenous barberry germplasm in Pakistan: variability in morphological characteristics and nutritional composition. Fruits 68-409-422.

Alemardan A., Asadi W., Rezaei M., Tabrizi L., Mohammadi S. 2013. Cultivation of Iranian seedless barberry (*Berberis integerrima* 'Bidaneh'): A medicinal shrub. Industrial Crops and Products. 50-276-287

Ali-Tavakoli-Kaghaz I., Nakhaei F., Mosavi S.G., Seghatoleslami M. 2023. Phenological, morpho-physiological, and biochemical attributes of barberry (*Berberis integerrima* L.) in different habitats of Iran. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 5(2) 2-15.

Hutabarat R.P., Xiao Y.D., Wu H., Wang J., Li D.J., Huang W.Y. 2019 :Identification of anthocyanins and optimization of their extraction from rabbit eye blueberry fruits in Nanjing. Journal of Food Quality. 1-10.

Kozai N., Kataoka I., Kondo T., Amemiya S., Higuchi H., Ogata T., Yonemoto Y. 2007. Effect of night temperature regime on fruit quality of 'Summer Queen'passion fruit (*Passiflora edulis*×*P. edulis* f. *flavicarpa*) harvested in winter. Japanese Journal of Tropical Agriculture, 51(2):70-2.

Mahmoodi H.R., Zamani G.H., Balandary A., 2009. The study of qualitative characteristics of seedless barberry (*Berberis vulgaris* L.) as influenced by different fruit harvesting dates and two different climates. In: 6th Congress of Iranian Horticultural Sciences, pp. 1486–1489.

Marais E., Jacobs G., Holcroft DM. 2001. Postharvest irradiation enhances anthocyanin synthesis in apples but not in pears. HortScience, 36(4):738-40.

Sage RF, Kubien DS. 2007. The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. Plant, Cell and Environment, 30(9):1086-106.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of barberry plants in Qazvin province

Shiva Ghasemi*[1], Mostafa Ghasemi[1], Hadi Zeraatgar[2], Babak Gharali[1] and Valiollah Rasoli[3]
1. Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran
2. Horticulture Crops Research Department, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Birjand, Iran.
3. Plant Breeding Department, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, AREEO, Qazvin, Iran.
*Corresponding Author: shivaghasemi24@gmail.com).

Abstract

In this study, seedless barberry rootstocks were planted in three geographical regions with different altitudes in Qazvin province on January 27, 2018. The factors studied included growth characteristics including shrub height and width, performance traits such as fruiting status, berry weight, and some biochemical characteristics of the fruit. Based on the results, the height of barberry shrubs in different regions showed significant differences. So that barberry plants in Alamut region were higher with an average of 133.44 cm and showed a significant difference with the two regions of Esmaeil Abad (119.67 cm) and Yezbar (109.56 cm). The highest fresh fruit weight of each shrub in the on year (3344 g) was observed in Alamut region. The average fresh and dry weight of 10 berries was 1.3 g and 0.3 g, respectively, and the highest values were observed in Alamut region. The highest and lowest amounts of anthocyanin (432.67-273.1 mg/100 g dry weight), titratable acidity (3.84-1.5 %) and ascorbic acid (794.1-573.6 mg/100 g dry weight) of fruit were observed in Alamut and Yezbar regions, respectively. Based on the results, barberry plants in Alamut region showed better adaptation.

Keywords: Genetic reserve, fruit yield, height, quality traits.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی کود نیتروژنی و روی بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه کلم گل (*Brassica oleracea* var. Botrytis)

ایوب قربانی دهکردی[1*] و سید جواد موسوی‌زاده[1]
۱- گروه مهندسی و علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *ghorbani.ayoub@gau.ac.ir*

چکیده

کلم گل یکی از سبزیجات فصل خنک است که کشت و کار آن در استان گلستان در اوایل پاییز انجام می‌پذیرد. ویژگی‌های رشدی و نموی کلم گل بسیار می‌تواند تحت تاثیر مصرف کودها باشد که در این بین نیتروژن و روی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. به این منظور آزمایشی در سال پاییز سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل شاهد، کود نیتروژن به صورت اوره در سه سطح ۰/۵، یک و دو درصد و کود روی به صورت کلات روی (EDTA 14%) در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بود. در نهایت نتایج نشان داد بیشترین میزان ارتفاع بوته، وزن تر کورد و عملکرد در تیمارهای نیتروژن یک و دو درصد به میزان به ترتیب ۶۹/۱۹ و ۶۸/۹۶ سانتی‌متر، ۰/۹۷ و ۰/۹ کیلوگرم و ۲/۰۲ و ۲/۰۱ کیلوگرم در مترمربع بود. بیشترین میزان وسعت بوته (۳۳۴۲/۰۱ سانتی‌متر مربع)، تعداد برگ (۲۸/۲۲) و وزن تر ساقه (۲/۴۲ کیلوگرم) در تیمار نیتروژن یک درصد حاصل شد. بیشترین وزن تر ریشه در تیمارهای نیتروژن یک درصد و روی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب با مقادیر ۰/۲۳ و ۰/۲۳ کیلوگرم به دست آمد. کمترین و بیشترین تعداد روز تا برداشت نیز به ترتیب در تیمارهای روی ۴۰ میلی‌گرم در لیتر (۹۴/۳۲) و نیتروزن دو درصد (۱۰۷/۰۷) حاصل شد. در یک نتیجه‌گیری کلی جهت بهبود شرایط رشد بوته و افزایش عملکرد مصرف نیتروژن به صورت محلول‌پاشی با غلظت یک و دو درصد و مصرف روی به صورت محلول‌پاسی با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلید: اوره، عملکرد، کلات روی، کورد.

مقدمه

کلم گل (*Brassica oleracea* var. botrytis) یکی از محصولات و سبزی‌های فصل خنک است که مصارف خوراکی و درمانی زیادی دارد. کلم گل حاوی مقادیر مناسبی از ویتامین‌ها مانند ریبوفلاوین، تیامین، اسید نیکوتینیک و پروتئین‌ها و مواد معدنی با کیفیت بالا مانند کلسیم و منیزیم است. عملکرد کلم گل می‌تواند بسیار تحت تاثیر شیوه‌های کوددهی و نوع کود استفاده شده باشد. مطالعات زیادی در مورد استفاده از کودهای ماکرو و اثرات آن‌ها بر ویژگی‌های مختلف کلم گل و عملکرد آن انجام شده است، اما استفاده از ریزمغذی‌ها به ویژه روی تا حد زیادی نادیده گرفته شده است. استفاده از کودها، به ویژه نیتروژن، به عنوان مهمترین عامل برای تولید سبزیجات در نظر گرفته می‌شود. کمبود نیتروژن می‌تواند تاثیر مستقیم بر میزان رشد و نمو و کاهش عملکرد گردد. کمبود روی در محصولات گیاهی عمدتاً به گونه مربوط می‌شود. به طور کلی، کمبود آن منجر به کوتاه شدن میانگره‌ها، نواحی کلروز در برگ‌های انتهایی شود (Dhaliwal et al., 2021; Eimon et al., 2019; Shukla et al., 2018). علاوه بر این، تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که بهینه‌سازی زمان و غلظت محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها می‌تواند بهره‌وری جذب مواد مغذی را افزایش داده و منجر به بهبود واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه کلم گل شود. محلول‌پاشی علاوه بر تکمیل کوددهی خاک، تغذیه سریعی از مواد مغذی را در مراحل حساس رشد فراهم می‌کند که می‌تواند اثرات کمبود مواد مغذی را کاهش دهد (Dhaliwal et al., 2021). بنابراین، ترکیب تغذیه محلول‌پاشی نیتروژن و روی با روش‌های کوددهی متداول می‌تواند راهبردی مؤثر برای افزایش رشد و عملکرد کلم‌گل باشد. بررسی‌های بیشتری در زمینه اثرات هم‌افزای این مواد مغذی بر

متابولیسم گیاه و تحمل استرس ضروری است تا پروتکل‌های کوددهی پایدار برای کشت کلم‌گل توسعه یابد. به نظر می‌رسد محلول‌پاشی کودهای حاوی نیتروژن و روی در زمان‌های مناسب می‌تواند موجب بهبود شرایط رشد و عملکرد در گیاه کلم گل گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در پاییز سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. طرح آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل شاهد، کود نیتروژن به صورت اوره در سه سطح ۰/۵، یک و دو درصد و کود روی به صورت کلات روی (EDTA 14%) در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بود. تیمارها به صورت محلول‌پاشی در سه مرحله ۳۰، ۵۵ و ۸۰ روز پس از کاشت (انتقال نشاء) در مزرعه انجام شد. هر بلوک آزمایشی در ابعاد ۱/۵ در دو متر (۳ مترمربع) با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای بود. فاصله بین ردیف‌ها ۰/۶ متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. صفات ارتفاع بوته، وسعت بوته، تعداد برگ و قطر کورد در روز ۹۰ پس از کاشت اندازه‌گیری شد و برای صفت روز تا برداشت، زمانی کوردها برداشت شد که کاملا سفید درخشان بودند، انسجام، سفتی و تراکم خود را داشتند و اصطلاحا بافت کورد حالت دانه برنجی پیدا کرده بود (به عبارت دیگر کورد بالغ شده بود) (Farahzety and Siti Aishah, 2013). صفات وزن تر کورد، ساقه و ریشه و عملکرد نیز در زمان برداشت کورد اندازه‌گیری شد. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات تیمارها بر صفات اندازه‌گیری شده به جز قطر کورد اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وسعت بوته	تعداد برگ	قطر کورد	تعداد روز تا برداشت	وزن تر			عملکرد
							کورد	ساقه	ریشه	
بلوک	۲	۰/۳۴ ns	۰/۱۲ ns	۰/۰۱ ns	۰/۱۵ ns	۱/۱۴ ns	۲/۱۹ **	۲/۲۴ **	۰/۰۳ **	۰/۰۷ **
تیمار	۶	۹۶/۸۸ **	۷۲۸۴۲/۳۴ **	۵/۲۸ **	۲۳/۹۱ ns	۵۷/۰۵ **	۰/۰۶ **	۰/۲۴ **	۰/۰۰۵ **	۰/۱۲ **
خطا	۱۲	۰/۴۷	۱۲/۵۹	۰/۵۱	۰/۷۳	۰/۳۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱
CV (%)	-	۱/۱۳	۰/۰۳	۲/۸۱	۱/۱۱	۰/۶	۹/۶۴	۳/۴۵	۱۰/۹۲	۱/۶۸

ns، * و ** به ترتیب: غیرمعنی‌دار، معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد.

ارتفاع، وسعت و تعداد برگ بوته

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته در تیمارهای نیتروژن یک و دو درصد به میزان به ترتیب ۶۹/۱۹ و ۶۸/۹۶ سانتی‌متر حاصل شد (جدول ۲) این در حالی است که کمترین میزان ارتفاع بوته به میزان ۵۵/۲۲ سانتی‌متر برای تیمار شاهد بود. بیشترین میزان وسعت بوته در تیمار نیتروژن یک درصد (به مقدار ۳۳۴۲/۰۱ سانتی‌مترمربع) و کمترین آن در تیمار شاهد (به مقدار ۲۹۳۳/۷) سانتی‌مترمربع به دست آمد (جدول ۲). بیشترین میزان تعداد برگ نیز درتیمار نیتروژن یک درصد به تعداد ۲۸/۲۲ برگ به دست آمد (جدول ۲). همان‌طور که انتظار می‌رفت نیتروژن با تحریک رشد رویشی موجب افزایش ارتفاع بوته، وسعت و تعداد برگ بوته‌ها شد. نیتروژن با شرکت در سنتز اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، نوکلئوتیدها، کلروفیل، آلکالوئیدها و آمیدها و غیره موجب افزایش رشد می‌گردد (Dhaliwal et al., 2021).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در کلم گل.

تیمار	تعداد برگ	وزن تر (کیلوگرم)

		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وسعت بوته (سانتی-مترمربع)	تعداد روز تا برداشت	وزن تر (گرم)			عملکرد در مترمربع
					کورد	ساقه	ریشه	
شاهد		۵۵/۲۲e	۲۹۳۳/۷g	۱۰۰/۵۱b	۰/۶c	۱/۶۲e	۰/۱۳c	۱/۵e
نیتروژن (درصد)	۰/۵	۶۰/۷۱b	۳۱۱۶/۰۹d	۱۰۰/۶۱ b	۰/۷۴ b	۱/۹۲d	۰/۱۷b	۱/۷۶c
	۱	۶۹/۱۹a	۳۳۴۲/۰۱a	۱۰۰/۶۱ b	۰/۹۷a	۲/۴۲a	۰/۲۳a	۲/۰۲a
	۲	۶۸/۹۶a	۳۳۲۴/۳۳b	۱۰۷/۰۷ a	۰/۹a	۲/۱۵bc	۰/۲ab	۲/۰۱a
روی (میلی-	۱۰	۵۶/۵۵d	۳۰۸۵/۰۶f	۱۰۰/۵۱ b	۰/۶۳bc	۱/۸۴d	۰/۲۳a	۱/۶۵d
	۲۰	۵۷/۷۹c	۳۱۱۲/۰۳e	۹۷/۲۷c	۰/۶۶bc	۲/۰۵c	۰/۱۹b	۱/۷۵c
	۴۰	۶۰/۰۹b	۳۲۱۷/۹c	۹۴/۳۲d	۰/۶۹bc	۲/۲۵ b	۰/۲۱ab	۱/۸۶ b

اعداد دارای حرف مشترک در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

تعداد روز تا برداشت

مقایسه میانگین داده‌ها برای صفت تعداد روز تا برداشت نشان داد که کمترین تعداد روز تا برداشت به میزان ۹۴/۳۲ روز مربوط به تیمار روی با غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بود و بیشترین آن مربوط به تیمار نیتروژن دو درصد به میزان ۱۰۷/۰۷ روز بود (جدول ۲). بین تیمار شاهد با تیمارهای نیتروژن نیم و یک درصد و روی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ ولی بعد از تیمار روی ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر کمترین مقدار روز تا برداشت مربوط به تیمار روی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شده است که با بالا رفتن مصرف نیتروژن تعداد روز تا برداشت نسبت به شاهد به تاخیر افتاده است که از جمله دلایل آن می‌تواند تحریک رشد رویشی و دیررسی در گیاهان به وسیله مصرف نیتروژن باشد؛ ولی غلظت‌های بالای روی می‌تواند موجب افزایش فعالیت‌های سنتز پروتئینی شود که خود می‌توانند نقش زیادی در پیش‌رس شدن محصول و برداشت زودهنگام داشته باشد (Dhaliwal et al., 2021). همچنین روی در فرآیندهای ساخت هورمون‌ها بخصوص اکسین و پیش‌نیاز اتیلن نقش دارد. روی باعث مصرف سریعتر دی‌اکسید کربن در فرآیند فتوسنتز می‌شود و از این طریق سرعت فتوسنتز و تولید محصول و در نهایت سرعت رسیدن و برداشت محصول را افزایش می‌دهد (Shukla et al., 2018).

وزن تر کورد، ساقه و ریشه

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان وزن تر کورد در تیمارهای نیتروژن یک و دو درصد به میزان به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹ کیلوگرم به دست آمد. بشترین میزان وزن تر ساقه نیز در تیمار نیتروژن یک درصد به میزان ۲/۴۲ کیلوگرم و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان ۱/۶۲ کیلوگرم بود. بیشترین میزان وزن تر ریشه نیز در تیمار نیتروژن یک درصد (۰/۲۳ کیلوگرم) و روی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (۰/۲۳ کیلوگرم) و کمترین مقدار آن نیز در تیمار شاهد (۰/۱۳ کیلوگرم) حاصل شد (جدول ۲). نیتروژن می‌تواند با فعال نمودن سنتز پروتئین‌ها و تحریک فرآیندهای تقسیم و بزرگ شدن سلولی یکی از کلیدی‌ترین نقش‌ها را در رشد و توسعه گیاهان بازی نماید. به همین دلیل است که تیمارهای نیتروزنی از دیگر تیمارها توانسته‌اند بیشترین سهم را در افزایش وزن تر کورد، ساقه و ریشه داشته باشند. همچنین مصرف متعادل نیتروژن می‌تواند موجب بهبود جذب دیگر عناصر گردد خود دلیلی بر رشد بیشتر و افزایش میزان وزن تر کورد، ساقه و ریشه می‌تواند باشد. از آنجا که روی یکی از عناصر دخیل در فرآیند ساخت هورمون اکسین در گیاه است و اکسین نیز موجب افزایش ریشه‌دهی در گیاهان می‌گردد، مشاهده شد که روی در غلظت بهینه ۱۰ میلی‌گرم در لیتر توانسته است سبب افزایش ریشه‌زایی گردد و بر وزن تر ریشه بیفزاید. همچنین مطالعات دیگر پژوهشگران نشان داد که استفاده از کودهای کامل (NPK) می‌تواند شاخص‌های کیفی گل کلم را افزایش دهد. همچمنین نقش ریزمغذی‌ها در افزایش کمیت و کیفیت در گیاهان به اثبات رسیده است (Eimon et al., 2019; Shukla et al., 2018).

عملکرد

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن بود که بیشترین میزان عملکرد در واحد سطح مربوط به تیمارهای نیتروژن یک و دو درصد به میزان ۲/۰۲ و ۲/۰۱ کیلوگرم در مترمربع بود. کمترین میزان عملکرد نیز مربوط به تیمار شاهد به میزان ۱/۵ کیلوگرم در

مترمربع بود (جدول ۲). یکی از ویژگی‌های بارز کودهای نیتروژنه پس از مصرف، کمک و افزایش جذب دیگر عناصر غذایی است. به طوری که با افزایش مصرف کودهای نیتروژنی فعالیت‌های متابولیکی در گیاه افزایش می‌یابد که مهمترین آن ساخت کلروفیل در گیاه است. با افزایش ساخت کلروفیل بر توان گیاه جهت انجام فرآیندهای فتوسنتزی افزوده خواهد شد؛ در نتیجه با افزایش سطح آسیمیلات‌های درونی گیاه انتظار می‌رود که بر عملکرد بوته نیز افزوده شود. پژوهش‌های بسیاری نقش مهم کودهای نیتروژنی را بر افزایش عملکرد گیاهان محتلف اثبات کرده اند (Eimon et al., 2019; Xiong et al., 2015).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان به نقش مهم کودهای نیتروژنی جهت افزایش شاخص‌های رشدی و در نهایت عملکرد کلم گل اشاره کرد؛ همچنین روی می‌تواند موجب تقویت سیستم ریشه‌ای، کمک به سنتز هورمون‌ها و درنهایت بهبود شاخصه‌های مهم در برداشت کلم گل گردد. در یک جمع‌بندی کلی جهت بهبود شرایط رشد بوته و افزایش عملکرد مصرف نیتروژن به صورت محلول‌پاشی با غلظت یک و دو درصد و مصرف روی به صورت محلول‌پاسی با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر توصیه می‌شود.

منابع

Dhaliwal, S. S., Sharma, V., Shukla, A. K., Verma, V. and Singh Sandhu, P. 2021. Interactive effects of foliar application of zinc, iron and nitrogen on productivity and nutritional quality of Indian mustard (*Brassica juncea* L.). Agronomy. 11(11): 2333.

Eimon, M. I., Modak, S., Fatima, S., Ali, M. and Malek, M. A. 2019. Growth and yield of cauliflower as influenced by NPKZnB fertilizers.

Farahzety, A. M. and Siti Aishah, H. 2013. Maturity, diameter and mean weight of cauliflower curds in response to various sources of [incomplete title].

Shukla, A. K., Behera, S. K. and Pakhre, A. 2018. Micronutrients in soils, plants, animals and humans. ResearchGate.

Xiong, D., Chen, J., Yu, T., Gao, W., Ling, X., Li, Y., Peng, S. and Huang, J. 2015. SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. Scientific Reports. 5: 13389.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of foliar application of nitrogen and zinc fertilizers on yield components and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* var. Botrytis)

Ayoub Ghorbani Dehkordi[1*] and Seyyed Javad Mousavizadeh[2]
1. Horticultural Sciences and Landscape Engineering Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: ghorbani.ayoub@gau.ac.ir

Abstract

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis), a cool-season vegetable, is cultivated in early autumn in Golestan Province, Iran. The growth and developmental characteristics of cauliflower can be significantly influenced by fertilizer application, with nitrogen (N) and zinc (Zn) playing crucial roles. A field experiment was conducted during the 2018-2019 autumn season at the research farm of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, using a randomized complete block and three replications. The treatments included a control, nitrogen fertilizer applied as urea at three levels of 0.5%, 1%, and 2%, and zinc fertilizer applied as zinc chelate (EDTA 14%) at three levels of 10, 20, and 40 mg/L. Ultimately, the results showed that the highest plant height, fresh root weight, and yield were observed in the nitrogen treatments at 1% and 2%, with values of 69.19 cm and 68.96 cm, 0.97 kg and 0.9 kg, and 2.02 kg/m² and 2.01 kg/m², respectively. The greatest canopy area (3342.01 cm²), number of leaves (28.22), and fresh stem weight (2.42 kg) were obtained in the 1% nitrogen treatment. The highest fresh root weight was recorded in the 1% nitrogen and 10 mg/L zinc treatments, both with a value of 0.23 kg. The shortest and longest number of days to harvest were observed in the 40 mg/L zinc treatment (94.32 days) and the 2% nitrogen treatment (107.07 days), respectively. In general, to improve plant growth conditions and increase yield, the foliar application of nitrogen at concentrations of 1% and 2%, as well as zinc application at a concentration of 10 mg/L, is recommended.

Keyword: curd, Urea, yield, zinc chelate

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر منیزیم بر جذب سایر عناصر در برگ خرمای رقم مضافتی

بهاره دامن‌کشان[1*]، بهمن پناهی[1]، اعظم سالاری[1] و محمد علی پاک‌نژاد[1]
۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
*نویسنده مسئول: *damankeshan_2@yahoo.com*

چکیده

منیزیم (Mg) یک عنصر ضروری برای گیاهان است و کمبود آن می‌تواند منجر به کاهش کلروفیل و سبزینگی برگ‌ها شود. این مطالعه با هدف بررسی تاثیر سطوح س رنگ و سلامت برگ ها کمک می‌کند. نتایج این مطالعه می‌تواند در تعیین میزان مناسب کود سولفات منیزیم برای بهبود تغذیه و سلامت درختان خرما مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: تعادل یونی، تغذیه گیاه، درخت خرما.

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) قدیمی‌ترین درخت میوه چند ساله کشت شده در جهان است (۴۰۰۰ سال قبل از میلاد) که با آب و هوای گرمسیری یا نیمه گرمسیری سازگار شده است (Hussain et al., 2020). نتایج بررسی‌های اولیه با انجام آزمون برگ در ۱۵ نخلستان در استان کرمان (در مناطق بروات، بم، شهداد، فهرج، ریگان، نرماشیر، اندوهجرد و چهارفرسخ) نشان داد که هیچ¬ کدام از نخل‌های مورد مطالعه با کمبود فسفر یا کلسیم مواجه نبودند. در ۷۰ درصد از درختان مورد مطالعه غلظت نیتروژن برگ، کمی از سطح نرمال کمتر بود. در ۷۰ درصد از درختان مورد مطالعه غلظت پتاسیم (K) برگ، از سطح نرمال بیشتر بود. در ۸۵ درصد از درختان مورد مطالعه غلظت منیزیم برگ، بسیار کمتر از سطح نرمال بود. وجود نوارهای گسترده زرد لیمویی تا نارنجی در حاشیه برگ‌ها با مراکز سبز تیره از علائم کمبود منیزیم در برگ‌های قدیمی است (۱۹۸۴, ۲۰۰۵، Broschat). منیزیم در داخل گیاه بسیار متحرک است و قسمت‌های قدیمی‌تر گیاه ممکن است به عنوان یک منبع منیزیم برای بخش‌های جوان‌تر و در حال رشد گیاه با تقاضای بالا برای منیزیم عمل کند (Melanie, 2019). منیزیم از جمله عناصری است که جذب آن درخاک‌های قلیایی با مشکل مواجه است از طرفی پتاسیم بیش از حد مانع جذب منیزیم می‌گردد. شستشوی خاک بویژه در خاک‌های سبک باعث کمبود عناصر محلول در خاک مثل نیتروژن و منیزیم می‌شود. همچنین در زمان خشکی و تبخیر بیش از حد از سطح خاک، برخی نمک‌های محلول مثل کلرور پتاسیم و سدیم و به میزان کمتری کلسیم و منیزیم و یا ترکیبات نیترات به سطح خاک آمده و در نتیجه جذب این عناصر برای ریشه امکان پذیر نمی‌باشد. منیزیم تنها جزء معدنی مولکول کلروفیل است، باعث تنظیم جذب فسفر در گیاه می‌شود و در تولید هیدروکربن‌ها و مواد قندی موثر است. منیزیم فعال کننده آنزیم‌های دهیدروژناز و دکربوکسیلاز است و در تنفس سلولی اهمیت حیاتی دارد. این عنصر در اکسیداسیون و احیاء در گیاه نقش دارد و عامل جداسازی مولکول اکسیژن در فتوسنتز است (سلیم و زحمتکش،۱۳۸۷). بررسی‌های اولیه در این آزمایش کمبود منیزیم در خاک و برگ نخلستان‌های مورد بررسی را نشان دادند. در این پژوهش تأثیر محلول‌پاشی این عنصر بر جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم و منیزیم برگ‌های درختان خرما مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار (شامل سطوح ۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ گرم سولفات منیزیم در هکتار به‌صورت خاکی به همراه محلول‌پاشی سولفات منیزیم با غلظت ۵ در هزار در دو مرحله) و ۳ تکرار روی ۱۲ نفر نخل خرمای ۲۰ ساله رقم مضافتی طی دو سال زراعی (۱۴۰۲-۱۴۰۱) در یکی از نخلستان‌های منطقه بروات از توابع بم در استان کرمان اجرا شد. پتاسیم (Isaac and

Kerber, 1971)، منیزیم (Ryan et al, 2001) و نیتروژن برگ (Bremner,1965) اندازه گیری شد. داده ها توسط نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس داده¬ها اثر سطوح تیمار سولفات منیزیم بر میزان عناصر غذایی برگ خرما شامل نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، در سطح ۱ درصد اثر معنی¬دار داشت.

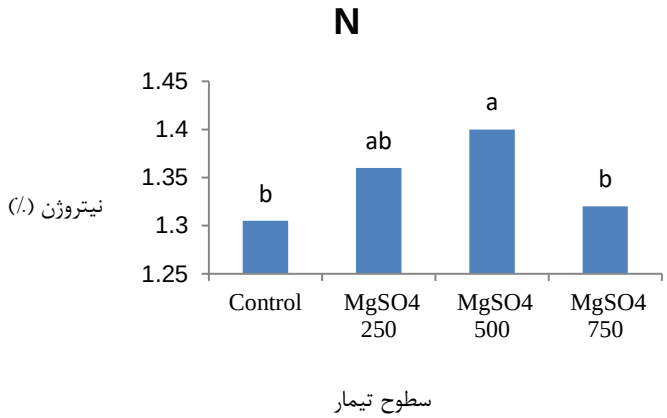
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر سطوح تیمارهای سولفات منیزیم بر میزان عناصر برگ درختان خرمای رقم مضافتی (*P. dactylifera* cv. Mazafati).

		میانگین مربعات		
منابع تغییر	df	N	K	Mg
سال (Y)	۱	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۴۲^{ns}	۴/۱۶^{ns}
خطای ۱ (E1)	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
تیمار (T)	۳	۰/۰۱۳**	۰/۶۹**	۰/۰۱۵**
تیمار* سال (T*Y)	۳	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۸/۱۹^{ns}
خطای ۲ (E2)	۱۲	۰/۰۰۳	۰/۱۱	۴/۴۴
تکرار	۲	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
کل	۲۳			
ضریب تغییر (٪)		۶/۲	۱۹/۵	۲۸/۵

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

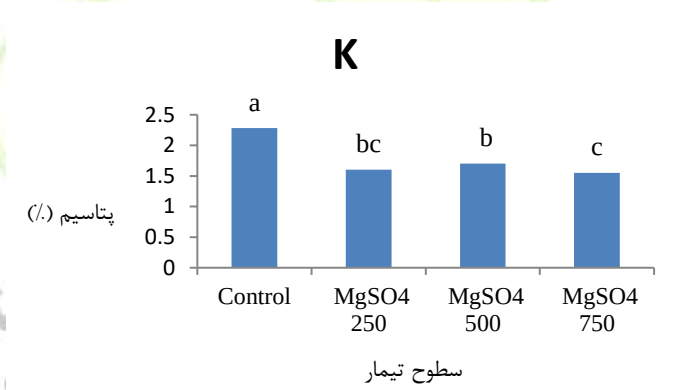
نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد غلظت نیتروژن برگ (۱/۴ درصد) در تیمار 500 $MgSO_4$ نسبت به باقی تیمارها بیشتر بود با افزایش سطوح تیمار میزان نیتروژن برگ روند کاهشی داشت (شکل ۱).

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران



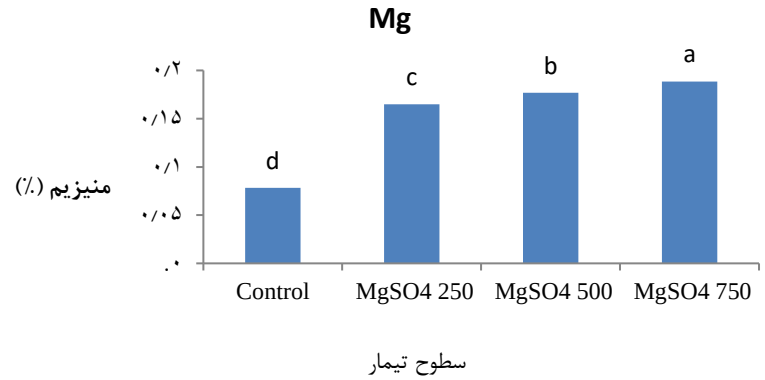
شکل ۱- اثر سطوح مختلف تیمار سولفات منیزیم به صورت چالکود در مقادیر ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ گرم سولفات منیزیم به همراه محلولپاشی ۵ در هزار سولفات منیزیم در دو نوبت بر غلظت نیتروژن برگ خرمای رقم مضافتی.

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد نخل‌های شاهد دارای بیشترین غلظت پتاسیم (۲/۲۸ درصد) برگ بودند و کاربرد سطوح سولفات منیزیم موجب کاهش غلظت پتاسیم برگ گردید. به گونه‌ای که تیمار MgSO4 250، MgSO4 500 و MgSO4 750 به ترتیب مقادیر پتاسیم برگ ۱/۶ درصد، ۱/۷ درصد و ۱/۵۵ درصد اندازه‌گیری شد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر سطوح مختلف تیمار سولفات منیزیم به صورت چالکود در مقادیر ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ گرم سولفات منیزیم به همراه محلولپاشی ۵ در هزار سولفات منیزیم در دو نوبت بر غلظت پتاسیم برگ خرمای رقم مضافتی.

بررسی مقایسه میانگین تیمارها نشان داد درختان شاهد دارای کمترین غلظت منیزیم (۰/۰۷۸۳ درصد) در برگ بودند و با افزایش سطوح تیمار غلظت منیزیم برگ افزایش یافت. به گونه‌ای که در سطوح MgSO4 250، MgSO4 500 و MgSO4 750 به ترتیب مقادیر منیزیم برگ ۰/۱۶۵۰ درصد، ۰/۱۷۶۷ درصد و ۰/۱۸۸۳ درصد دیده شد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف تیمار سولفات منیزیم به صورت چالکود در مقادیر ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ گرم سولفات منیزیم به همراه محلولپاشی ۵ در هزار سولفات منیزیم در دو نوبت بر غلظت منیزیم برگ خرمای رقم مضافتی.

بحث

منیزیم دارای عملکردهای فیزیولوژیکی متنوعی در سیستم‌های بیولوژیکی است (Cakmak, 2013., Peng et al, 2018). در این پژوهش کاربرد کود سولفات منیزیم تا سطح ۵۰۰ گرم موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ گردید. اما با افزایش سطح منیزیم تا ۷۵۰ گرم، میزان غلظت نیتروژن برگ کاهش یافت. کودهای منیزیم با تأثیر بر فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نقش مهمی در جذب نیتروژن گیاهان ایفا می‌کنند. کمبود منیزیم می‌تواند کارایی استفاده از نیتروژن را در گیاهان محدود کند و منجر به مهار رشد به دلیل کاهش جذب نیتروژن شود. منیزیم باعث سنتز و انتقال سوربیتول به ریشه‌ها می‌شود، که بیان ژن‌های حمل‌کننده نیترات را بالا می‌برد و در نهایت جذب نیترات را افزایش می‌دهد (Tian et al, 2022). در پژوهش حاضر تیمار سولفات منیزیم موجب افزایش منیزیم و کاهش پتاسیم برگ گردید. اما این غلظت در محدوده نرمال این عنصر در برگ بود. نتایج مطالعات دیگر نیز نشان داد، ترکیبات منیزیم به طور قابل توجهی باعث افزایش محتوای منیزیم در برگ‌ها (Esteves, 2022., Melanie, 2019) و خاک (Esteves, 2022) می‌شود. منیزیم و پتاسیم هر دو یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) هستند که در جذب از خاک و ورود به سلول‌های گیاه با یکدیگر رقابت می‌کنند. افزایش سطح منیزیم می‌تواند رقابت برای جذب پتاسیم را افزایش دهد و در نتیجه ممکن است سطح پتاسیم در گیاه کاهش یابد. اگر محتوای Mg در خاک بیش از حد باشد، با مواد مغذی مانند پتاسیم، کلسیم و منگنز در خاک برای سایت جذب یکسان رقابت می‌کند (Liebhardt,1981., Panhwar et al, 2020., Zhang et al, 2021).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کود سولفات منیزیم تا سطح ۵۰۰ گرم در شرایط آزمایش، منجر به افزایش غلظت نیتروژن در برگ‌ها می‌شود، اما افزایش بیشتر این میزان تا ۷۵۰ گرم، اثر معکوس داشته و غلظت نیتروژن را کاهش می‌دهد. این نشان‌دهنده اهمیت تنظیم دقیق میزان مصرف منیزیم برای بهینه‌سازی جذب نیتروژن در گیاهان است. همچنین، استفاده از کود سولفات منیزیم باعث افزایش سطح منیزیم و کاهش سطح پتاسیم در برگ‌ها شد، اگرچه این تغییرات در محدوده نرمال غلظت این عناصر قرار داشتند. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که منیزیم و پتاسیم در جذب با یکدیگر رقابت می‌کنند و افزایش بیش از حد منیزیم می‌تواند جذب پتاسیم را مختل کند. بنابراین، توصیه می‌شود در استفاده از کودهای منیزیم، به تعادل عناصر غذایی در خاک توجه شود تا از بروز اختلال در جذب سایر عناصر ضروری جلوگیری شود و کارایی استفاده از نیتروژن و سایر مواد مغذی به حداکثر برسد.

منابع

Esteves, E., Kadyampakeni, D.M., Zambon, F., Ferrarezi, R.S. and Maltais-Landry, G. 2022. Magnesium fertilization has a greater impact on soil and leaf nutrient concentrations than nitrogen or calcium fertilization in Florida orange production. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 122(1): 73-87.

Panhwar, Q.A., Naher, U.A., Shamshuddin, J., Ismail, M.R. 2020. Effects of biochar and ground magnesium limestone application, with or without bio-fertilizer addition, on biochemical properties of an acid sulfate soil and rice yield. Agronomy. 10: 1100.

Tian, G., Liu, C., Xu, X., Xing, Y., Liu, J., Lyu, M., Feng, Z.Q., Zhang, X.L., Qin, H., Jiang, H. and Zhu, Z. 2022. Magnesium promotes nitrate uptake by increasing shoot-to-root translocation of sorbitol in apple seedlings. Available at SSRN 4290413.

Zhang, S.W., Yang, W.H., Muneer, M.A., Ji, Z.J., Tong, L., Zhang, X. 2021. Integrated use of lime with Mg fertilizer significantly improves the pomelo yield, quality, economic returns and soil physicochemical properties under acidic soil of southern China. Scientia Horticulturae. 290: 110502.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effect of magnesium on the absorption of other elements in Mazafati date palm leaves

Bahareh Damankeshan[1*], Bahman Panahi[1], Azam Salari[1] and Mohammad Ali Paknezhad[1]
1. Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran
[*]Corresponding Author: Damankeshan_2@yahoo.com

Abstract

Magnesium (Mg) is an essential element for plants, and its deficiency can lead to reduced chlorophyll and leaf greenness. This study aimed to investigate the effect of different levels of magnesium sulfate on the concentration of nitrogen, potassium, and magnesium in leaves. The 500 MgSO4 treatment showed the highest leaf nitrogen (1.4%). In the control trees, the potassium level (2.28%) in the leaves was higher, and the magnesium level (0.0783%) was lower than the normal range. The effect of different levels of magnesium sulfate resulted in the modulation of potassium (1.5-1.7%) and magnesium (0.165-0.188%) levels. The results of this study show that the application of magnesium sulfate can increase the concentration of nutrients such as nitrogen and magnesium in plants and help maintain leaf color and health by improving ionic balance. The findings of this study can be useful in determining the appropriate amount of magnesium sulfate fertilizer to improve the nutrition and health of date palm trees.

Keywords: Date Palm, Ionic Balance, Plant Nutriti.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر پایه بر خصوصیات پومولوژیکی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش بادام

سید اصغر موسوی[1*]، اکرم وطن خواه[1] و علی ایمانی[2]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *asgharmousavi@gmail.com*

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات خشک میوه و مغز در ۲۹ رقم و ژنوتیپ امیدبخش بادام انجام شد. ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش در یک شرایط محیطی یکسان در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بر روی پایه‌های رویشی GF677 و GN15 پیوند و از نظر صفات مهم خشک میوه و مغز ارزیابی و مقایسه شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل بین پایه و پیوندک بر روی تمامی صفات خشک میوه و مغز اندازه‌گیری شده به جز نسبت ضخامت به طول خشک میوه و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ($P<0.01$). مطابق با نتایج مقایسه میانگین، بیشترین وزن خشک میوه و مغز در ژنوتیپ ۲۹ پیوند شده روی پایه GN15 مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد درصد دو قلویی در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۷ (بدون دوقلویی تا زیاد) و از ۱ تا ۳ (بدون دو قلویی تا کم) متغیر بود. درصد مغزهای پوک در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۸ تا ۲ و از ۴ تا ۲ درصد متغیر بود. درصد مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۷۷/۸۸ (ژنوتیپ ۱۷) تا ۲۳/۶ (ژنوتیپ ۲۹) و از ۶۳/۰۴ (ژنوتیپ ۲۹) تا ۲۳/۴ (ژنوتیپ ۷) متغیر بود. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۹ دارای بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه بود.

واژه‌های کلیدی: بادام، پایه رویشی، ژنوتیپ برتر، خشک میوه، مغز.

مقدمه

شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌ها و ارقام دیر گل یکی از مهمترین اهداف برنامه‌های به نژادی بادام است (Beigi and Khadivi, 2023). انتخاب پایه مناسب بادام موجب مدیریت بهتر باغ، سازگاری با انواع خاک ها و مقاومت در برابر نماتدها می‌شود. هیبرید هلو × بادام پرکاربردترین پایه در سال‌های گذشته بوده است. درکشت پایدار بادام انتخاب ژنوتیپ‌های پیوند شده روی پایه‌های مناسب اهمیت ویژه‌ای دارد کشت ژنوتیپ‌های پیوند شده روی پایه درختان میوه بر ویژگی‌های پومولوژیک میوه، عملکرد و کیفیت میوه تاثیرگذار است (Ranjbar and Imani, 2022). آشنایی با خصوصیات و تفاوت‌های بین ژنوتیپ‌ها یک امر اساسی برای بهبود کمیت و کیفیت میوه می‌باشد و با داشتن اطلاعات دقیق تر از خصوصیات فنوتیپی و ژنتیکی ارقام بادام می‌توان از طریق برنامه‌های اصلاحی به ارقام جدیدتر با عملکرد بیشتر و کیفیت بهتر دست یافت. اولین قدم برای بررسی و طبقه بندی منابع گیاهی بومی و محلی، استفاده از صفات مورفولوژیکی است. ارزیابی صفات مورفولوژیکی بادام برای انتخاب ارقام ضروری است و در گذشته تنها ابزار تشخیص ارقام بود. این ارزیابی بر اساس مشاهدات فنوتیپی است و شامل خصوصیات درخت، برگ، فنولوژی گل، خشک میوه و مغز می‌باشد (Gülcan, 1985; Mougiou et al., 2023).. در مطالعه موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2020)، با بررسی خصوصیات خشک میوه و مغز ۳۵ رقم و نژادگان بادام ایرانی و خارجی، تنوع زیادی بین ارقام و نژادگان مشاهده کردند. در این پژوهش ارقام شاهرود ۱۳، شاهرود ۲۱، شاهرود ۶، سفید، پریمورسکی، یلدا، شاهرود ۱۰، شاهرود ۱۲، مامایی، شاهرود۷ و نژادگان‌های انتخابی AIM2، AIM1، GM1، AHN2، AHYU و AHN1 از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نشان دادند. در پژوهش بیگی و خدیوی (Beigi and Khadivi, 2023) با بررسی خصوصیات مورفولوژی ۱۹۸ نهال بادام دیر گل و دارای

مغز با کیفیت بالا، ۱۹ ژنوتیپ دیرگل و امید بخش بادام معرفی شد. در پژوهش ایمانی و همکاران (Imani et al., 2022) رقم نون پاریل و نژادگان KD- 11-01 با پوست کاغذی و ارقام فرانیس، A230، A200 و نژادگان K 13-40 با میوه پوست سنگی بهترین ارقام و نژادگان‌ها شناخته شدند. هدف از این پژوهش بررسی خصوصیات پومولوژیکی در برخی ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش بادام پیوند شده روی دو پایه GF677 و GN15 می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۲۹ رقم و ژنوتیپ امیدبخش بادام در اواخر شهریور ۱۳۹۷ در شرایط گلخانه روی دو پایه رویشی GF677 و GN15 پیوند شده بودند (جدول ۱). نهال‌های پیوندی گلدانی در اردیبهشت ۱۳۹۸ به زمین اصلی منتقل و به روش آبیاری قطره ای آبیاری شدند. عملیات داشت برای همه درختان بطور یکسان انجام شد. این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در زمان رسیدن میوه‌ها، تعداد ۱۰۰ میوه از هر یک از ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از شاخه‌های مختلف و از چهار جهت جغرافیایی درخت به‌صورت تصادفی برداشت شد و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد منتقل و پوست سبز میوه‌ها جدا و نمونه‌ها در محدوده دمایی ۲۶-۲۸ درجه سانتی‌گراد و در شرایط هوای آزاد خشک شدند. سپس صفات خشک میوه و مغز در این ژنوتیپ‌ها طبق دستورالعمل آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری بادام اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن خشک میوه و مغز به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ انجام شد اندازه‌گیری صفاتی مانند طول، عرض، قطر میوه و مغز به وسیله دستگاه کولیس دیجیتال انجام گرفت. کد دهی برخی صفات بر اساس توصیف نامه بین المللی بادام (Gülcan, 1985) با کمی تغییرات انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه 9.1.3) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۱- ارقام و ژنوتیپ‌های امیدبخش پیوند شده روی دو پایه رویشی GF677 و GN15.

شماره رقم/ژنوتیپ	رقم/ژنوتیپ	شماره رقم/ژنوتیپ	رقم/ژنوتیپ
1	D	16	100-1-1
2	TS-21	17	2-0-4
3	TS-14	18	3-1-4
4	A8	19	TS-18
5	B8	20	D2
6	2-3-2	21	TS-30
7	TS-11	22	(Tabriz genotype) 1306
8	3-1-15	23	(Tabriz genotype) AH2
9	13-40	24	(Tabriz genotype) 108
10	TS1	25	Yalda
11	8-35	26	Shamshiri
12	85	27	(Shahrekord) AY
13	35	28	(Shahrekord) AN2
14	B6	29	(Shahrekord) AN4
15	(D7) 2-29		

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع پیوندک بر تمام صفات خشک میوه و مغز به جز نسبت ضخامت به طول خشک میوه و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ($P<0.01$). بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل بین پایه و پیوندک بر روی تمامی صفات خشک میوه و مغز اندازه گیری شده به جز نسبت ضخامت به طول خشک میوه و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود ($P<0.01$). طول خشک میوه در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از

۳۹/۶۹ تا ۲۶/۶۲ و از ۴۵/۴۷ تا ۱۷/۸۴ متغیر بود (جدول ۲). در پایهGF، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱ مشاهده شد، و در پایهGN، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۹ مشاهده شد. در پایهGF، بیشترین عرض خشک میوه میوه در ژنوتیپ ۱۴ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۸ مشاهده شد، و در پایهGN، بیشترین عرض خشک میوه میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۹ مشاهده شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش بین پایه و پیوندک، در پایهGF، بیشترین ضخامت میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۵ مشاهده شد، و در پایهGN، بیشترین ضخامت میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۹ مشاهده شد (جدول ۲).

وزن خشک میوه در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۵/۰۴ تا ۱ و از ۷/۶۸ تا ۱/۲۷ متغیر بود. بیشترین وزن خشک میوه در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۷ پیوند زده شده بر روی پایه GF مشاهده شد. بیشترین وزن خشک میوه در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۸ پیوند زده شده بر روی پایه GN مشاهده شد. وزن مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱/۵ تا ۰/۶۱ و از ۴/۸۸ تا ۰/۵۳ متغیر بود. در پایه GF، بیشترین وزن مغز در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۷ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین وزن مغز در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۸ مشاهده شد (جدول ۲). در پایه GF، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۸ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۱ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین طول خشک میوه در ژنوتیپ ۲۲ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱ مشاهده شد (جدول ۲). عرض مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱۵/۸۸ تا ۱۰/۳۱ و از ۱۴/۷۴ تا ۱۰/۰۳ متغیر بود. در پایه GF، بیشترین عرض مغز در ژنوتیپ ۱۴ و کمترین آن در ژنوتیپ ۳ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین عرض مغز در ژنوتیپ ۱۶ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۹ مشاهده شد (جدول ۲). ضخامت مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۷/۶۶ تا ۵/۵۱ و از ۱۲/۱۸ تا ۴/۹۶ متغیر بود. در پایه GF، بیشترین ضخامت مغز در ژنوتیپ ۲۳ و کمترین آن در ژنوتیپ ۲۵ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین ضخامت مغز در ژنوتیپ ۲۰ و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۰ مشاهده شد.

در پایه GF، بیشترین ضخامت پوسته در ژنوتیپ ۲۹ و کمترین آن در ژنوتیپ ۸ مشاهده شد. در پایه GN، بیشترین ضخامت پوسته در ژنوتیپ ۲۰ و کمترین آن در ژنوتیپ ۸ مشاهده شد. درصد دو قلویی در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۷ (بدون دوقلویی تا زیاد) و از ۱ تا ۳ (بدون دو قلویی تا کم) متغیر بود. درصد دو قلویی در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از (۰ تا زیاد) متغیر بود. تلقیح دو تخمک در تخمدان بادام و سپس رشد هر دو تخمک باعث تشکیل دوقلویی در بادام می‌شود. درصد دو قلویی یک ویژگی منفی است که باعث تغییر شکل مغزها و کاهش ارزش تجاری بادام می‌شود و علاوه بر آن، کیفیت محصول و بازاریابی بر اساس درصد دوقلویی کاهش می‌یابد (Kester and Gradziel, 1996). وقوع دو قلویی تحت تأثیر شدید عوامل محیطی به ویژه دمای پایین در مرحله پیش‌گلدهی قرار می‌گیرد (Arteaga and Socias i Company, 2001). یک برنامه تغذیه‌ای متعادل و کشت ژنوتیپ‌های مناسب در مناطق معتدل می‌تواند این مشکل را کاهش دهد (Gouta et al., 2019). در پایه GF، ژنوتیپ ۶ دارای دو قلویی زیاد بود و ژنوتیپ‌های ۷، ۲۴، ۴ و ۱۷ فاقد دو قلویی و در پایه GN، ژنوتیپ ۲۲ فاقد مغز دو قلو و سایر ژنوتیپ‌ها دارای مغزهای دو قلو کمی بودند (جدول ۲). در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۳، ۱۶، ۱۵ و ۱۷ دارای ۸ درصد مغزهای پوک و ژنوتیپ‌های ۶، ۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۹ دارای ۲ درصد مغز های پوک بودند و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۲۷، ۲، ۱۳، ۵، ۹ و ۱۸ دارای ۲ درصد مغز پوک بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای ۴ درصد مغز پوک بودند. ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف دارای درصد مغزهای پوک از ۲ تا ۸ درصد بودند. بنابراین به نظر می‌رسد که اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای باروری بالا هستند. میزان باروری تأثیر زیادی بر این پدیده دارد (Sorkheh et al., 2009).

جدول ۲- برهمکنش صفات اندازه گیری شده روی پایه‌های GF و GN.

Rootstock	Scion	nut length طول خشک میوه	nut width عرض خشک میوه	nut thickness ضخامت خشک میوه	nut weight وزن خشک میوه	kernel weight وزن مغز	kernel length طول مغز	kernel width عرض مغز	kernel thickness ضخامت مغز	shell thickness ضخامت پوسته چوبی	kernel double دوقلویی
GF	1	26.62±0.11	18.43±0.11	14.05±0.11	1.87±0.11	0.8±0.11	20.04±0.11	11.49±0.11	6.63±0.11	3.36±0.11	3
GF	2	38.17±0.93	22.36±0.46	13.27±0.56	3.99±0.2	1.22±0.08	27.36±0.28	14.42±0.27	6.3±0.27	3.11±0.38	3

GF	3	35.27±0.1	19.46±0.1	15.3±0.1	2.61±0.1	0.82±0.1	22.06±0.1	10.31±0.1	7.63±0.1	3.66±0.1	3
GF	4	35.72±1.61	19.59±0.18	12.34±0.26	2.76±0.17	0.87±0.01	23.04±0.17	12.66±0.65	5.65±0.14	2.49±0.08	1
GF	5	32.13±0.12	18.19±0.12	11.47±0.12	1.59±0.12	0.78±0.12	21.68±0.12	10.95±0.12	5.53±0.12	2.67±0.12	3
GF	6	33.78±1.46	18.99±1.16	11.98±0.3	1.61±0.14	0.74±0.13	23.28±1.13	11.89±0.82	6.09±0.27	2.08±0.25	7
GF	7	32.86±0.16	23.6±0.16	15±0.16	4.35±0.16	1.16±0.16	22.89±0.16	14.09±0.16	6.94±0.16	3.69±0.16	1
GF	8	29.9±0.1	23.39±0.1	12.1±0.1	1.48±0.1	0.96±0.1	22.92±0.1	14.24±0.1	6.46±0.1	1.62±0.1	3
GF	9	35.23±0.16	20.33±0.16	12.94±0.16	3.55±0.16	1.07±0.16	26.32±0.16	12.37±0.16	6.25±0.16	2.77±0.16	3
GF	10	33.32±6.54	20.12±0.1	12.99±0.25	2.94±0.64	0.98±0.18	23.34±3.41	13.05±0.53	6.67±0.49	2.74±0.15	3
GF	11	31.32±0.11	24.13±0.11	14.91±0.11	2.23±0.11	0.86±0.11	17.68±0.11	11.93±0.11	6.8±0.11	3.23±0.11	3
GF	12	28.61±0.1	20.36±0.1	14.24±0.1	2.75±0.1	0.9±0.1	21.27±0.1	12.88±0.1	6.69±0.1	2.88±0.1	3
GF	13	34.07±0.55	21.74±0.84	13.85±0.3	3.45±0.08	1.08±0.02	24.8±0.19	13.72±0.1	6.45±0.16	3.19±0.19	3
GF	14	34.74±0.13	24.89±0.13	15.07±0.13	3.74±0.13	1.22±0.13	25.28±0.13	15.88±0.13	6.32±0.13	3.73±0.13	3
GF	15	31.72±1.78	22.1±0.87	7.96±5.07	1.49±1.11	0.61±0.16	21.56±0.46	13.54±0	5.75±0.3	2.89±0.11	3
GF	16	30.84±0.12	23.38±0.12	13.63±0.12	2.25±0.12	0.79±0.12	21.84±0.12	14.88±0.12	6.61±0.12	2.97±0.12	3
GF	17	33.92±0.1	20.07±0.1	12.31±0.1	1±0.1	0.8±0.1	23.81±0.1	11.46±0.1	6.64±0.1	2.33±0.1	1
GF	18	28±0.1	17.57±0.1	11.16±0.1	1.32±0.1	0.79±0.1	20.84±0.1	11.28±0.1	6.65±0.1	2.67±0.1	3
GF	19	29.48±0.05	18.93±0.54	11.83±0.23	1.9±0.07	0.77±0	22.9±0.01	11.47±0.01	6.07±0.01	2.48±0.01	3
GF	20	29.87±4.08	21.27±2.08	13.79±0.75	1.69±0.22	0.76±0.24	20.24±3.69	12.43±1.05	5.56±0.37	2.22±0.32	3
GF	21	34.12±0.12	22.02±0.12	13.54±0.12	3.36±0.12	1.03±0.12	24.32±0.12	13.53±0.12	6.88±0.12	3.07±0.12	3
GF	22	35.5±0.86	24.41±1.02	14.26±0.56	4.02±0.46	1.08±0.13	24.74±1.03	13.9±1.56	6.31±0.29	3.4±0.33	3
GF	23	32.89±0.11	22.27±0.11	15.32±0.11	3.07±0.11	1.13±0.11	23.96±0.11	13.79±0.11	7.66±0.11	2.87±0.11	3
GF	24	33.06±0.37	19.96±1.31	13.95±0.52	2.75±0.15	0.98±0.07	24.68±0.91	13.14±0.88	7±0.54	2.76±0.19	1
GF	25	33.6±2.76	19.34±2.34	11.92±1.03	2.46±0.86	0.69±0.11	23.13±1.16	11.59±1.26	5.51±0.6	2.86±0.41	3
GF	26	33.13±1.01	20.23±3.2	12.37±1.18	2.85±0.45	0.95±0.12	24.42±0.22	12.97±2.25	6.23±0.2	2.88±0.16	3
GF	27	36.93±0.09	24.19±0.56	14.08±0.06	3.55±0.11	1.08±0.05	25.1±0.47	14.52±0.18	6.38±0.09	3.11±0.12	3
GF	28	39.69±0.1	23.77±0.1	14.82±0.1	5.04±0.1	1.5±0.1	53.67±0.1	14.7±0.1	6.77±0.1	3.38±0.1	3
GF	29	39.26±0.16	23.36±0.16	15.73±0.16	4.98±0.16	1.29±0.16	27.99±0.16	14.18±0.16	6.43±0.16	3.84±0.16	3
GN	1	23.83±0.12	15.96±0.12	12.94±0.12	1.37±0.12	0.62±0.12	18.22±0.12	10.77±0.12	6.88±0.12	2.83±0.12	3
GN	2	41.66±0.12	24.41±0.12	14.26±0.12	4.76±0.12	1.41±0.12	27.01±0.12	15.02±0.12	6.18±0.12	3.37±0.12	3
GN	3	40.51±0.07	23.3±0.07	15.96±0.07	4.22±0.07	1.21±0.07	26.74±0.07	13.93±0.07	6.45±0.07	3.87±0.07	3
GN	4	34.64±0.05	16.51±0.05	11.42±0.05	2.33±0.05	0.66±0.05	22.85±0.05	11.12±0.05	5.48±0.05	2.63±0.05	3
GN	5	35.11±0.1	19.08±0.1	13.01±0.1	2.67±0.1	0.94±0.1	25.63±0.1	11.81±0.1	6.14±0.1	2.89±0.1	3
GN	6	32.61±0.16	18.99±0.16	10.98±0.16	1.51±0.16	0.87±0.16	22.86±0.16	12.17±0.16	5.97±0.16	2.34±0.16	3
GN	7	36.25±2.31	26.12±2.07	16.41±1.5	5.22±1.03	1.21±0.19	24.54±0.96	15.44±0.42	7.21±0.35	4.12±0.26	3
GN	8	25.28±0.18	17.41±0.18	11.88±0.18	1.27±0.18	0.77±0.18	18.89±0.18	12.8±0.18	6.87±0.18	1.75±0.18	3
GN	9	28.01±0.12	15.58±0.12	10.75±0.12	1.66±0.12	0.73±0.12	20.83±0.12	9.87±0.12	5.43±0.12	2.82±0.12	3
GN	10	32.63±0.16	18.73±0.16	12.67±0.16	2.79±0.16	0.84±0.16	23.62±0.16	11.7±0.16	4.96±0.16	3.34±0.16	3
GN	11	33.12±0.04	23.68±0.08	13.99±0.49	2.1±0.03	0.95±0.15	21.73±1.13	12.67±0.66	6.63±0.26	3.25±0.09	3
GN	12	30.65±1.72	21.32±0.93	15.16±0.97	2.93±0.4	0.97±0.14	22.83±2.05	13.34±0.7	7.11±0.14	3.54±0.3	3
GN	13	35.35±1.54	21.11±2.05	13.16±0.82	2.91±0.97	0.94±0.15	24.23±0.47	13.3±0.87	6.37±0.36	3.16±0.36	3
GN	14	34.63±0.12	22.71±0.12	15.7±0.12	4.18±0.12	1.08±0.12	25.28±0.12	14.23±0.12	5.99±0.12	4.09±0.12	3
GN	15	30.68±0.78	21.72±0.68	13.47±0.51	2.56±0.07	0.79±0	21.55±0.31	14.36±0.39	6.12±0.09	3.05±0.24	3
GN	16	32.92±0.38	23.69±0.2	14.68±0.79	3.09±0.27	1±0.03	22.54±1.47	14.74±1.01	6.16±0.35	2.74±0.23	3

GN	17	37.32±0.91	21.69±0.05	13.42±0.73	1.94±0.27	0.88±0.23	25.93±1.12	12.17±0.58	5.69±0.13	2.06±0.44	3
GN	18	31.01±0.95	20.36±1.71	14.01±2.18	2.39±0.91	0.53±0.16	18.59±1.72	10.89±0.6	6.35±0.17	1.97±0.23	3
GN	19	17.84±15.52	16.73±0.17	11.2±0.17	1.57±0.17	0.72±0.17	19.72±0.17	10.03±0.17	6.26±0.17	2.4±0.17	3
GN	20	30.26±0.13	21.4±0.13	14.61±0.13	1.77±0.13	1.02±0.13	20.82±0.13	12.18±0.13	12.18±0.13	5.77±0.13	3
GN	21	32.84±0.15	22±0.15	13.44±0.15	3.02±0.15	0.82±0.15	22.6±0.15	12.85±0.15	6.38±0.15	3.4±0.15	3
GN	22	35.09±0.34	23.28±0.96	15.15±0.44	3.33±0.44	0.84±0.41	32.24±12.31	12.3±1.96	5.31±0.76	3.75±0.39	1
GN	23	27.77±0.2	18.77±0.2	14.3±0.2	2.13±0.2	0.76±0.2	19.31±0.2	12.05±0.2	6.44±0.2	2.81±0.2	3
GN	24	31.6±0.16	17.59±0.16	12.78±0.16	2.32±0.16	0.96±0.16	24.07±0.16	11.28±0.16	5.96±0.16	2.8±0.16	3
GN	25	39.94±0.17	19.52±0.17	12.53±0.17	1.95±0.17	0.97±0.17	26.49±0.17	11.87±0.17	5.75±0.17	2.47±0.17	3
GN	26	35.42±2.37	17.48±2.1	12.54±0.93	2.99±0.72	0.86±0.32	25.27±1.34	9.72±1.35	5.31±0.33	2.73±0.13	3
GN	27	35.23±0.05	23.77±0.05	14.35±0.05	3.35±0.05	1.12±0.05	25.93±0.05	14.29±0.05	6.41±0.05	3.49±0.05	3
GN	28	39.4±0.2	23.91±0.2	14.28±0.2	4.26±0.2	1.51±0.2	29.25±0.2	14.81±0.2	6.59±0.2	3.48±0.2	3
GN	29	45.47±0.15	28.25±0.15	17.9±0.15	7.68±0.15	4.88±0.15	30.06±0.15	15.76±0.15	5.26±0.15	4.88±0.15	3

ادامه جدول ۲- برهمکنش صفات اندازه گیری شده روی پایه‌های GF و .GN.

Root stock	Scion	درصد پوکی	رنگ مغز	چروکیدگی	سفتی پوست	درز و شکاف روی پوست	درصد مغز	نسبت عرض به طول مغز	نسبت ضخامت به طول مغز	نسبت ضخامت به عرض مغز	نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه	نسبت عرض به طول خشک میوه
GF	1	4	1	1	7	5	39.31±0.11	0.68±0.11	0.44±0.11	0.68±0.11	0.5±0.11	0.8±0.11
GF	2	4	5	1	3	1	30.59±0.51	0.53±0.01	0.23±0.01	0.44±0.01	0.31±0.01	0.59±0.01
GF	3	8	7	5	5	5	28.79±0.1	0.56±0.1	0.44±0.1	0.84±0.1	0.39±0.1	0.65±0.1
GF	4	4	5	5	5	5	31.67±2.22	0.55±0.03	0.25±0.01	0.45±0.04	0.32±0.03	0.55±0.03
GF	5	6	1	1	7	5	44.82±0.12	0.62±0.12	0.37±0.12	0.62±0.12	0.57±0.12	0.68±0.12
GF	6	2	5	1	7	5	45.65±4.24	0.51±0.03	0.26±0	0.51±0.03	0.46±0.04	0.56±0.02
GF	7	4	5	1	1	5	24.03±0.16	0.77±0.16	0.46±0.16	0.65±0.16	0.4±0.16	0.88±0.16
GF	8	4	5	5	9	1	62.42±0.1	0.72±0.1	0.38±0.1	0.55±0.1	0.72±0.1	0.88±0.1
GF	9	2	5	1	3	5	27±0.16	0.63±0.16	0.39±0.16	0.66±0.16	0.43±0.16	0.74±0.16
GF	10	4	1	1	5	1	33.64±1.15	0.58±0.11	0.3±0.07	0.51±0.02	0.34±0.02	0.63±0.12
GF	11	4	5	1	9	5	35.54±0.11	0.78±0.11	0.49±0.11	0.68±0.11	0.46±0.11	0.88±0.11
GF	12	4	5	1	5	1	30.29±0.1	0.7±0.1	0.41±0.1	0.62±0.1	0.4±0.1	0.81±0.1
GF	13	4	5	1	3	1	31.35±0.1	0.56±0.01	0.26±0	0.47±0.02	0.31±0	0.64±0.04
GF	14	4	5	1	5	1	30.32±0.13	0.76±0.13	0.38±0.13	0.52±0.13	0.43±0.13	0.85±0.13
GF	15	8	5	1	7	1	43.96±25.99	0.63±0.02	0.27±0.02	0.43±0.03	0.74±0.45	0.7±0.01
GF	16	8	5	5	5	5	31.64±0.12	0.8±0.12	0.42±0.12	0.56±0.12	0.44±0.12	0.88±0.12
GF	17	8	5	5	5	5	77.88±0.1	0.58±0.1	0.38±0.1	0.68±0.1	0.88±0.1	0.69±0.1
GF	18	4	1	5	9	5	56.66±0.1	0.64±0.1	0.42±0.1	0.69±0.1	0.67±0.1	0.73±0.1
GF	19	4	1	1	7	5	40.69±1.4	0.5±0	0.27±0.01	0.53±0	0.41±0.02	0.64±0.02
GF	20	2	5	1	9	5	44.9±12.49	0.62±0.07	0.28±0.04	0.45±0.02	0.45±0.13	0.72±0.03
GF	21	2	1	1	5	5	28.21±0.12	0.67±0.12	0.4±0.12	0.62±0.12	0.4±0.12	0.76±0.12
GF	22	2	5	5	3	1	26.93±0.23	0.56±0.05	0.25±0.02	0.46±0.07	0.27±0	0.69±0.03

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

GF	23	4	1	5	7	5	34.57±0.11	0.68±0.11	0.43±0.11	0.66±0.11	0.45±0.11	0.79±0.11
GF	24	4	5	1	7	5	35.43±0.43	0.54±0.06	0.29±0.04	0.54±0.01	0.36±0.01	0.61±0.05
GF	25	4	5	1	7	5	29.49±6.31	0.5±0.04	0.24±0.02	0.47±0.01	0.3±0.06	0.58±0.08
GF	26	4	5	1	5	1	33.23±1.15	0.53±0.09	0.26±0.01	0.49±0.07	0.33±0.01	0.61±0.08
GF	27	4	5	1	5	1	30.41±0.47	0.58±0.02	0.26±0.01	0.44±0	0.31±0.01	0.66±0.02
GF	28	4	1	5	3	1	28.44±0.1	0.37±0.1	0.22±0.1	0.56±0.1	0.38±0.1	0.7±0.1
GF	29	2	1	1	3	5	23.6±0.16	0.66±0.16	0.39±0.16	0.61±0.16	0.39±0.16	0.75±0.16
GN	1	4	1	3	7	5	40.12±0.12	0.71±0.12	0.49±0.12	0.75±0.12	0.52±0.12	0.79±0.12
GN	2	2	5	3	5	1	27.92±0.12	0.67±0.12	0.35±0.12	0.53±0.12	0.4±0.12	0.7±0.12
GN	3	4	1	5	5	5	27.54±0.07	0.59±0.07	0.31±0.07	0.53±0.07	0.34±0.07	0.64±0.07
GN	4	4	5	5	7	5	26.8±0.05	0.54±0.05	0.29±0.05	0.54±0.05	0.32±0.05	0.53±0.05
GN	5	2	5	3	9	1	32.78±0.1	0.56±0.1	0.34±0.1	0.62±0.1	0.43±0.1	0.64±0.1
GN	6	4	5	3	9	5	53.07±0.16	0.69±0.16	0.42±0.16	0.64±0.16	0.69±0.16	0.74±0.16
GN	7	4	5	3	3	1	23.4±1	0.63±0.01	0.3±0.01	0.47±0.01	0.23±0.01	0.72±0.01
GN	8	4	5	3	9	5	54.08±0.18	0.85±0.18	0.54±0.18	0.71±0.18	0.72±0.18	0.87±0.18
GN	9	2	5	3	3	1	39.73±0.12	0.59±0.12	0.38±0.12	0.66±0.12	0.52±0.12	0.67±0.12
GN	10	4	7	3	3	5	26.19±0.16	0.65±0.16	0.36±0.16	0.58±0.16	0.42±0.16	0.73±0.16
GN	11	4	1	3	9	5	45.07±6.36	0.58±0	0.31±0.01	0.53±0.01	0.45±0.06	0.72±0.01
GN	12	4	1	3	3	5	33.19±0.25	0.59±0.03	0.32±0.03	0.54±0.02	0.33±0	0.7±0.01
GN	13	2	5	3	5	5	34.45±6.28	0.55±0.03	0.26±0.01	0.48±0.01	0.35±0.07	0.6±0.04
GN	14	4	5	5	5	5	23.77±0.12	0.68±0.12	0.35±0.12	0.54±0.12	0.36±0.12	0.77±0.12
GN	15	4	1	3	7	5	30.87±0.87	0.67±0.01	0.28±0	0.43±0.01	0.31±0.01	0.71±0.01
GN	16	4	5	3	5	5	32.37±1.92	0.66±0.01	0.28±0.01	0.42±0.01	0.32±0.02	0.72±0
GN	17	4	5	3	9	1	44.46±5.54	0.47±0	0.22±0	0.47±0.01	0.45±0.06	0.58±0.01
GN	18	2	7	5	9	5	28.8±17.66	0.59±0.02	0.35±0.03	0.59±0.02	0.29±0.18	0.66±0.04
GN	19	4	1	3	7	1	39.46±0.17	0.67±0.17	0.48±0.17	0.79±0.17	0.56±0.17	0.79±0.17
GN	20	4	5	3	9	1	54.4±0.13	0.71±0.13	0.71±0.13	1.13±0.13	0.67±0.13	0.84±0.13
GN	21	4	1	3	5	5	23.49±0.15	0.72±0.15	0.43±0.15	0.64±0.15	0.38±0.15	0.82±0.15
GN	22	4	1	3	3	5	23.95±8.94	0.42±0.1	0.19±0.05	0.44±0.01	0.24±0.09	0.67±0.04
GN	23	4	5	3	3	5	29.07±0.2	0.82±0.2	0.53±0.2	0.73±0.2	0.49±0.2	0.87±0.2
GN	24	4	5	3	9	5	37.2±0.16	0.63±0.16	0.4±0.16	0.68±0.16	0.53±0.16	0.71±0.16
GN	25	4	1	3	9	5	45.11±0.17	0.61±0.17	0.38±0.17	0.65±0.17	0.62±0.17	0.66±0.17
GN	26	4	5	3	3	1	27.84±4.05	0.39±0.04	0.21±0	0.56±0.05	0.28±0.04	0.5±0.03
GN	27	2	5	3	5	1	32.37±0.05	0.6±0.05	0.3±0.05	0.5±0.05	0.37±0.05	0.72±0.05
GN	28	4	1	3	5	1	32.47±0.2	0.7±0.2	0.42±0.2	0.64±0.2	0.52±0.2	0.8±0.2
GN	29	4	1	3	3	5	63.04±0.15	0.67±0.15	0.32±0.15	0.48±0.15	0.78±0.15	0.77±0.15

مقایسه میانگین برهمکنش صفات اندازه‌گیری شده روی پایه‌های GF و GN، عدد بعد از± خطای معیار (se) میانگین را نشان می‌دهد.

رنگ خشک میوه در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۷ (بسیار روشن تا تیره) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ ۳ دارای رنگ مغز تیره و ژنوتیپ‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۳، ۲۸ و ۲۹ دارای رنگ مغز بسیار روشن بودند و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۱۸ دارای رنگ مغز تیره و ژنوتیپ‌های ۲۹، ۳، ۱۲، ۲۸، ۲۱، ۱۱، ۱۵، ۱، ۲۵، ۱۹ و ۲۲ دارای رنگ مغز بسیار روشن بودند (جدول ۲). چروکیدگی مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۵ (بدون چروکیدگی تا چروکیدگی متوسط) و از ۳ تا ۵ (چروکیدگی کم تا متوسط) متغیر بود (جدول ۲). در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۳، ۴، ۸، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳ و

۲۸ دارای چروکیدگی متوسط بودند و سایر ژنوتیپ‌ها چروکیدگی نداشتند و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۱۸، ۱۴، ۴ و ۳ دارای چروکیدگی متوسط بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای خشک میوه‌های بدون چروکیدگی بودند. سختی پوسته در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۹ (بسیار سخت تا کاغذی) و از ۳ تا ۹ (سخت تا کاغذی) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۸، ۱۸، ۱۱ و ۲۰ دارای پوسته کاغذی و ژنوتیپ ۱ دارای پوسته بسیار سخت بود و در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۱۸، ۲۰، ۲۴، ۶، ۱۷، ۸، ۵، ۱۱ و ۲۵ دارای پوسته کاغذی و ژنوتیپ‌های ۱۰، ۷، ۲۳، ۲۶، ۹، ۲۹، ۱۲ و ۲۲ دارای پوسته سخت بودند (جدول ۲). نرمی پوسته یکی از مهمترین اهداف برنامه‌های اصلاح بادام است. گزارش شده است که ژنوتیپ‌های دارای پوسته سخت مقاومت بیشتری در برابر حشرات و عفونت‌های قارچی دارند، در حالی که ژنوتیپ‌های دارای پوسته نرم بسیار حساس به آسیب‌های ناشی از این عوامل هستند (Khadivi-Khub and Etemadi-Khah, 2015 ;).

درز و شکاف پوسته در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۱ تا ۵ (بسته تا کاملا گسترده و باز) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ‌های ۸، ۱۵، ۱۴، ۲۷، ۲۶، ۱۲، ۱۰، ۲۲، ۲۸، ۱۳ و ۲ دارای درز و شکاف بسته بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای درز و شکاف باز بودند. در پایه GN، ژنوتیپ‌های ۲۰، ۱۷، ۵، ۱۹، ۲۷، ۲، ۲۸، ۷، ۲۶ و ۹ دارای درز و شکاف بسته بودند و سایر ژنوتیپ‌ها دارای درز و شکاف باز بودند (جدول ۲). درصد مغز در ژنوتیپ‌های پیوند زده شده بر روی پایه‌های GF و GN به ترتیب از ۷۷/۸۸ (ژنوتیپ ۱۷) تا ۲۳/۶ (ژنوتیپ ۲۹) و از ۶۳/۰۴ (ژنوتیپ ۲۹) تا ۲۳/۴ (ژنوتیپ ۷) متغیر بود. در پایه GF، ژنوتیپ ۱۶ دارای بالاترین نسبت عرض مغز به طول مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۸ مشاهده شد. در پایه GN، ژنوتیپ ۸ دارای بالاترین نسبت عرض مغز به طول مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۶ مشاهده شد. در پایه GF، ژنوتیپ ۱۱ دارای بالاترین نسبت ضخامت خشک میوه به طول خشک میوه و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۸ مشاهده شد (جدول ۲). در پایه GN، ژنوتیپ ۲۰ دارای بالاترین نسبت ضخامت خشک میوه به طول خشک میوه و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۲۲ مشاهده شد. در پایه GF، ژنوتیپ ۳ دارای بالاترین نسبت ضخامت مغز به عرض مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۱۶ مشاهده شد. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۰ دارای بالاترین نسبت ضخامت مغز به عرض مغز و کمترین نسبت در ژنوتیپ ۱۶ مشاهده شد. در پایه GF، ژنوتیپ ۱۷ دارای بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه بود. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۹ دارای بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه بود. در پایه GF، ژنوتیپ ۷ دارای بالاترین نسبت عرض خشک میوه به طول خشک میوه بود. در پایه GN، ژنوتیپ ۲۳ دارای بالاترین نسبت عرض خشک میوه به طول خشک میوه بود.

منابع

Beigi, F. and Khadivi, A. 2023. Selection of superior late-blooming almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D. A. Webb) genotypes using morphological characterizations. Food Science and Nutrition. 11(7): 3844–3857.

FAO. 2021. FAOSTAT database results.

Gülcan, R. 1985. Descriptors list for almond (*Prunus amygdalus*; Revised). International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR).

Imani, A., Ghoreyshi, H., Mohamadi Torkashvand, A., Azizi-Nazhad, R. and Ebrahimi, R. 2022. Evaluation of morphological and pomological characteristics and yield of almond cultivars and promising genotypes. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology. 23(2): 277–290.

Kester, D. E. and Gradziel, T. M. 1996. Almonds. In: Janick, J. and Moore, J. N. (Eds.), Fruit Breeding, Volume 3: Nuts. John Wiley and Sons, Inc. pp. 1–97.

Khadivi-Khub, A. and Etemadi-Khah, A. 2015. Phenotypic diversity and relationships between morphological traits in selected almond (*Prunus amygdalus*) germplasm. Agroforestry Systems. 89: 205–216.

Khadivi, A., Mirheidari, F. and Moradi, Y. 2022. *Prunus arabica* (Olivier) Meikle, an important genetic resource for breeding of almond: Morphological and pomological characterizations. Genetic Resources and Crop Evolution. 69(5): 1717–1730.

Mousavi, S. A., Ghasemnezhad, M., Tatari, M. and Eskandari, S. 2020. Evaluation of phenotypic diversity of nut and kernel characteristics in some almond cultivars and promising genotypes. Research in Pomology. 5(1): 139–151.

Sorkheh, K., Shiran, B., Kiani, S., Amirbakhtiar, N., Mousavi, S., Rouhi, V., Mohammady-D, S., Gradziel, T. M., Malysheva-Otto, L. V. and Martínez-Gómez, P. 2009. Discriminating ability of molecular markers and morphological characterization in the establishment of genetic relationships in cultivated genotypes of almond and related wild species. Journal of Forestry Research. 20(3): 183–194.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of rootstock on pomological characteristics of some promising almond cultivars and genotypes

Seyed Asghar Mousavi[1*], Akram Vatankhah[1] and Ali Imani[2]

1. Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Shahrekord, Iran
1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Corresponding Author: asgharmousavi@gmail.com

Abstract

This study was carried out to investigate nut and kernel characteristics in 29 promising almond cultivars and genotypes. Promising cultivars and genotypes were grafted onto GF677 and GN15 rootstocks in a randomized complete block design under the same environmental conditions and evaluated and compared for important nut and kernel traits. The results of analysis of variance showed that the interaction of rootstock and scion on all measured nut and kernel traits except nut thickness to nut length ratio and nut thickness to nut width ratio was significant at the 1% probability level ($P<0.01$). According to the results of the mean comparison, the highest nut and kernel weight was observed in genotype 29 grafted on GN15 rootstock. The results of this study showed that the percentage of double kernels in genotypes grafted on GF and GN rootstocks varied from 1 to 7 and from 1 to 3, respectively. The percentage of blank kernel in genotypes grafted on GF and GN rootstocks ranged from 8 to 2 and from 4 to 2%, respectively. The percentage of kernels in genotypes grafted onto GF and GN rootstocks ranged from 77.88 (genotype 17) to 23.6 (genotype 29) and from 63.04 (genotype 29) to 23.4 (genotype 7), respectively. On GN rootstock, genotype 29 had the highest kernel weight to nut weight ratio.

Keywords: Almond, kernel, nut, Superior genotype, vegetative rootstock.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

امکان‌سنجی اقلیمی کاشت انار در استان چهارمحال و بختیاری

سید اصغر موسوی[1]* و زهره مصلح قهفرخی[1]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *asgharmousavi@gmail.com*

چکیده

ارزیابی تناسب اقلیمی به‌عنوان روشی برای تعیین امکان کشت یک گونه گیاهی در اقلیم مورد نظرمی باشد. این پژوهش به منظور مکان‌یابی اقلیمی برای درخت انار در استان چهار محال و بختیاری انجام شد. برای انجام این پژوهش، ابتدا اطلاعات اقلیمی برای یک دوره بلندمدت جمع‌آوری شد و سپس انطباق پارامترهای اقلیمی منطقه با نیازهای اقلیمی درخت انار انجام و کلاس تناسب اقلیمی تعیین گردید. سپس با درنظرگرفتن ویژگی‌های اقلیمی و با استفاده از روش پارامتریک، تناسب اقلیمی برای درخت انار تعیین شد. در نهایت، نقشه تناسب اقلیمی برای این محصول با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه گردید. نتایج نشان داد که حداقل مطلق دمای سردترین ماه سال، محدود کننده‌ترین پارامتر اقلیمی برای درخت انار می‌باشد. بر اساس نقشه پهنه بندی اقلیمی استان، می توان بیان نمود که از نظر اقلیمی، شهرستان‌های خانمیرزا و لردگان، فلارد و قسمت‌هایی از شهرستان‌های کیار و اردل دارای کلاس تناسب متوسط (S2) برای کشت انار هستند اما در این مناطق نیز، میانگین درجه حرارت در مرحله توسعه جوانه های رویشی و زایشی مهم‌ترین عامل محدودکننده می‌باشد. توصیه می شود در این مناطق قبل از کشت تناسب اراضی برای انتخاب مکان های مناسب کشت انجام شود.

کلمات کلیدی: انار، پهنه بندی، تناسب اقلیمی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، نیاز های اقلیمی.

مقدمه

با توجه به کمبود منابع آبی در کشور و تغییرات اقلیمی، شناخت و انتخاب مکان‌های مناسب برای کاشت درختان میوه به منظور الگوی کشت صحیح و استفاده بهینه از منابع تولید بسیار حائز اهمیت می‌باشد. عوامل محیطی از جمله اقلیم، توپوگرافی، شیب، خاک و غیره اهمیت بسیار زیادی در انتخاب مکان مناسب برای احداث باغ دارند. از میان این عوامل، اقلیم یک عامل تعیین کننده برای انتخاب نوع درخت و حتی ارقام مختلف آن برای کاشت در یک منطقه می‌باشد. کریمی و جمالی نژاد (۱۳۹۰) ارزیابی پتانسیل های اقلیمی کشت انار در استان اصفهان با استفاده از GIS را بررسی و گزارش نمودند که نواحی غربی، شرقی و محدوده های اردستان و کاشان، دارای شرایط نامساعد جهت کشت انار و تنها محدوده مرکزی استان، دارای شرایط مساعد جهت کشت انار می باشند. نظری پور (۱۳۹۲) پتانسیل یابی اقلیمی کشت انار در کوهدشت را براساس داده های اقلیمی و فنولوژی بررسی و گزارش نمودند که انار طی مراحل فنولوژی به ۲۸۳۶ درجه روز رشد نیاز دارد تا مراحل رشد خود را طی کند. همچنین کاهش دمای هوا به زیر صفر درجه سانتیگراد در مراحل رسیدن میوه موجب ترکیدگی انار گشته و باعث افت کیفیت و عدم بازارپسندی میوه انار می‌شود. کیانیان و همکاران (۱۳۹۵) ارزیابی پتانسیل اقلیمی کشت انار در استان خراسان رضوی را بررسی و گزارش نمودند مناطق کاشمر، سبزوار ،گناباد و سرخس ازمقادیر بالاتر حداقل دما در دوره های سرد برخوردار بودند و از این جهت برای کشت این محصول مناسب بودند. با توجه به تنوع اقلیمی و توپوگرافی موجود در استان چهارمحال و بختیاری مطمئناً تمام مناطق استان مناسب کشت انار نخواهند بود اما با توجه به اینکه کار پژوهشی در این زمینه تاکنون در استان صورت نگرفته بود لازم و ضروری بود که با دلایل علمی این موضوع بررسی گردد. لذا تناسب اقلیمی در تمامی شهرستانهای استان انجام شده است تا بخش اجرا بتواند به طور صحیح مناطقی که شرایط اقلیمی برای کشت این محصول مناسب است را انتخاب نماید و از توسعه باغات انار در مناطق نامناسب خودداری نماید. این تحقیق با هدف بررسی و تعیین خصوصیات مختلف اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری و تعیین مکان‌های مناسب از نظر شرایط اقلیمی برای کاشت درخت انار انجام شده است.

مواد و روش‌ها

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۳۳۶۷۷هکتار بین مختصات ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. این استان از شمال و شرق به استان اصفهان، از غرب به استان خوزستان، از جنوب به استان کهگیلویه و بویراحمد و از سوی شمال غربی به استان لرستان محدود می‌شود. توپوگرافی شدید در این استان باعث تنوع آب و هوایی و تغییرات شدید اقلیمی شده است. براساس منابع موجود، این استان طبق روش کوپن دارای دو اقلیم استپی مرطوب و مرطوب، طبق روش آمبرژه دارای سه اقلیم نیمه خشک سرد، نیمه مرطوب و ارتفاعات فوقانی و طبق روش دومارتن دارای چهار اقلیم نیمه خشک، نیمه مرطوب، مدیترانه‌ای و بسیار مرطوب می‌باشد (شبانیان، ۱۳۸۵).

این تحقیق برای تعیین مناطق مناسب کشت درخت انار بر اساس شرایط اقلیمی در استان چهار محال و بختیاری انجام شد. در این پژوهش، مطالعات ارزیابی تناسب اقلیمی برای درخت انار با استفاده از روش پارامتریک (فرمول ریشه دوم) انجام شد. مراحل انجام مطالعات ارزیابی تناسب اراضی به اختصار عبارت‌اند از:

اولین مرحله برای اجرای این پروژه، تعیین تناسب اقلیمی برای اراضی مورد مطالعه می‌باشد. در این مرحله، ابتدا بانک اطلاعات آمار ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و کشاورزی استان مربوط به دوره ۲۰ ساله اخیر تشکیل گردید. در ابتدا پایگاه داده¬های اقلیمی شامل میانگین دما، کمینه و بیشینه دما، کمینه و بیشینه مطلق دما، میزان بارندگی، درصد رطوبت نسبی تشکیل شد. برای انجام این پژوهش، مشخصه¬های اقلیمی در ۴ گروه تابش خورشیدی، بارندگی، رطوبت نسبی و درجه حرارت طبقه¬بندی شدند.

برای تعیین مناطق مستعد برای کاشت درختان علاوه بر پارامترهای اقلیمی، دوره¬های فنولوژی محصول نیاز می¬باشند .به منظور کسب اطلاعات درباره زمان وقوع هر یک از دوره¬های مختلف سیکل رشد گیاهان (دوره¬های فنولوژی)، با بازدید های میدانی، متخصصین در زمینه انار، و کارشناسان جهادکشاورزی شهرستان¬های مختلف استان و علاوه بر آن از نتایج طرح های تحقیقاتی و پایان نامه¬ها و منابع مرتبط استفاده شد. در استان چهارمحال و بختیاری بر اساس طبقه¬بندی اقلیمی یونسکو، دو پهنه اقلیمی نیمه خشک با زمستان سرد و تابستان گرم و نیمه خشک با زمستان خنک و تابستان گرم وجود دارد که دوره¬های فنولوژی بر اساس این دو پهنه در استان تهیه گردید . براساس ماهیت هر پارامتر روش پهنه بندی مناسب انتخاب شده و در محیط GIS پهنه بندی انجام و لایه¬های اطلاعات پارامترهای هواشناسی تشکیل گردید.

در این مرحله نیازهای اقلیمی تعیین شده برای هر محصول، به صورت جداول نیازهای اقلیمی تنظیم شد و براساس تطابق جداول نیازهای اقلیمی گیاهان با لایه های اطلاعات فاکتورهای اقلیمی به روش پارامتریک، تناسب اقلیمی استان برای درختان انارتعیین گردید. برای تعیین مناطق مناسب برای کشت انار، از جدول نیازهای رویشی و نیازهای اقلیمی مربوط به انار (زینی¬الدینی میمند و همکاران، ۱۳۹۸) و سایر منابع مرتبط با کشت و پرورش انار(محسنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ شاکری، ۱۳۷۸) استفاده شد. با مطابقت دادن داده¬های اقلیمی که از اطلاعات ۱۴ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی استان جمع¬آوری شده است (مرحله اول) با جدول نیازهای اقلیمی، شرایط اقلیمی منطقه برای کاشت درختان انار مطابقت داده شد.

در این مرحله، لایه¬های اطلاعاتی عناصر اقلیمی مؤثر با نیازهای اقلیمی انار مقایسه و انطباق داده شد و درجه انطباق یا درجه تناسب برای هر عنصر اقلیمی تعیین شد. برای محاسبه شاخص اقلیمی، نیازهای اقلیمی گیاهان که در جداول نیازمندهای اقلیمی انار ذکر شده است با در نظر گرفتن زمان مرحله فنولوژیک، با ویژگی‌های آب و هوایی منطقه مورد مطالعه مطابقت داده شدند و درجات مربوط به هر مشخصه بر اساس روش پارامتریک مشخص گردید. در روش پارامتریک با استفاده از جداول نیازمندی‌های اقلیمی هر محصول، به هر مشخصه در گروه‌های بارش، درجه حرارت، رطوبت نسبی و تابش خورشید یک درجه‌بندی عددی بین صفر و ۱۰۰ اختصاص داده شد. سپس، کمترین درجه مشخصه‌های موجود در هر گروه اقلیمی به‌عنوان نماینده آن گروه برای محاسبات بعدی درنظر گرفته شد. در این جداول، علاوه بر

پارامترهای اقلیمی تاثیرگذار بر هر رشد و عملکرد هر محصول، تاثیر تغییرات این پارامترها نیز بررسی شده است و هر پارامتر اقلیمی به کلاس¬های S ۱ تا N ۲ (جدول۱)طبقه¬بندی گردید. در این جداول به هر پارامتر، عددی بین صفر تا ۱۰۰ اختصاص می¬یابد.

جدول ۱- مقادیر شاخص اقلیمی، سطح محدودیت و کلاس تناسب اقلیمی.

شاخص اقلیمی	کلاس تناسب اقلیمی	سطح محدودیت
۸۷/۱۰۰-۵	S0	هیچ
۸۷-۷۵/۵	S1	کم
۷۵-۵۰	S2	متوسط
۵۰-۲۵	S3	شدید
۱۲/۲۵-۵	N1	خیلی شدید قابل اصلاح
۱۲-۰/۵	N2	خیلی شدید غیرقابل اصلاح

برای تعیین مناطق مستعد برای کاشت انار از روش پارامتریک سایس استفاده شد. از درجه‌بندی‌های عددی به دست آمده برای گروه¬های اقلیمی، برای تعیین شاخص اقلیمی استفاده گردید. بر اساس شاخص اقلیمی به دست آمده و جدول شماره ۲، کلاس تناسب اقلیمی منطقه برای کاربری مورد نظر مشخص گردید. پس از آن، با مطابقت دادن داده¬های اقلیمی ایستگاه های سینوپتیک و کلیماتولوژی استان با جدول نیازهای اقلیمی انار، شرایط اقلیمی منطقه برای کاشت درختان انار مطابقت داده شد و در نهایت شرایط اقلیمی منطقه در کلاس¬های بدون محدودیت (S0)، محدودیت کم (S1)، محدودیت متوسط (S2)، محدودیت شدید (S3) و محدودیت خیلی شدید شامل دو طبقه خیلی شدید قابل اصلاح (N1) و خیلی شدید غیرقابل اصلاح (N1) طبقه‌بندی گردید (جدول ۲). در نهایت نقشه تناسب اقلیمی یا پهنه¬بندی مناطق مستعد و مناسب برای کاشت انار در شرایط دیم با استفاده از نرم افزار آرک جی آی اس در سطح استان تهیه گردید.

نتایج و بحث

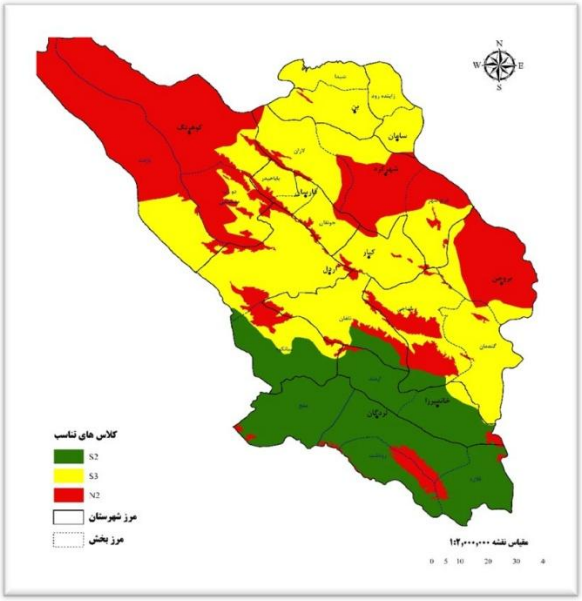
نتایج ارزیابی تناسب اقلیمی برای درخت انار به روش پارامتریک در استان چهارمحال و بختیاری نشان می‌دهد که اقلیم منطقه برای کشت و توسعه درخت انار دیم دارای محدودیت متوسط تا خیلی شدید است. جدول ۲ مساحت (هکتار) و درصد کلاس‌های تناسب اقلیمی را برای درخت انار دیم نشان می‌دهد. محدود کننده‌ترین پارامتر اقلیمی که باعث ایجاد کلاس نامناسب (N) برای گیاه انار شده است، پارامتر حداقل مطلق دمای سردترین ماه سال است.

جدول ۲- مساحت و درصد کلاس‌های تناسب اقلیمی برای درخت انار دیم.

کلاس تناسب	مساحت (هکتار)	درصد
دارای محدودیت متوسط (S2)	۳۷۰۱۸۸/۸	۲۲/۷
دارای محدودیت شدید (S3)	۷۱۱۲۲۶/۹	۴۳/۵
دارای محدودیت خیلی شدید (N2)	۵۵۲۲۶۱/۳	۳۳/۸
مجموع	۱۶۳۳۶۷۷	۱۰۰

نقشه تناسب اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری برای درخت انار دیم در شکل ۱ آورده شده است. بر اساس این نقشه میتوان بیان نمود که از نظر اقلیمی، شهرستان‌های خانمیرزا و لردگان و قسمت‌هایی از شهرستان اردل و کیار دارای کلاس تناسب S2 هستند. در این شهرستان‌ها، میانگین درجه حرارت در مرحله توسعه جوانه مهم‌ترین عامل محدودکننده می‌باشد. همچنین، قسمت‌هایی از شهرستان‌های

شهرکرد، بروجن و کوهرنگ دارای محدودیت خیلی شدید و کلاس تناسب N2 می‌باشند. سایر شهرستان‌های استان برای کشت و توسعه این درخت، محدودیت شدید دارند. در همین ارتباط، کوزه گران و همکاران (۱۳۹۰) پتانسیل یابی مناطق مستعد کشت انار از نظر اقلیمی با استفاده از GIS در خراسان جنوبی بررسی و گزارش نمودند که درجه حرارت حداقل ماه های آبان و آذر و دی تاثیرگذارترین ماه ها بر عملکرد می باشد و با توجه به اینکه مهمترین عاملی که کشت انار را محدود می کند، سرمای زمستانه است و سرمای کمتر از ۱۵- درجه سانتی گراد باعث سرمازدگی و از بین رفتن درختان می شود. بر اساس درجه حرارت حداقل مناسبترین مناطق برای کشت انار شمال و شمال شرقی استان شامل شهرستانهای قاین، فردوس و درمیان و شمال شهرستان بیرجند و سربیشه و بشرویه می باشد. مناطق نیمه مستعد مرکز استان بوده و مناطق تقریبا نامساعد قسمت‌های جنوب و غرب استان میباشد.



شکل ۱- نقشه ارزیابی تناسب اقلیمی برای کشت درخت انار در استان چهارمحال و بختیاری.

در بررسی درجه حرارت میانگین مشاهده شد که موثرترین ماه ها بر عملکرد انار آبان و آذر و دی می باشد و مناطق مستعد در شمال و مرکز استان واقعند، که شامل شرق شهرستانهای بیرجند، فردوس، سرایان و غرب شهرستانهای قاین و درمیان و سربیشه و نهبندان می باشد. مناطق نیمه مستعد بخش مرکزی استان را در بر میگیرد. مناطق غیر مستعد از نظر درجه حرارت میانگین شرق و جنوب غربی استان می باشد. در پژوهشی جلالی و نکویی (۱۳۹۹) تعیین مناطق مستعد کشت انار در استان اصفهان بر پایه احتمال وقوع یخبندانهای زمستانه را بررسی و گزارش نمودند که بر پایه اطلاعات درازمدت هواشناسی از ۵۶ ایستگاه، امکان توسعه کشت انار در مناطقی مثل فریدن، فریدونشهر، چادگان، بوئین و میان دشت، تیران وکرون، خوانسار و گلپایگان به دلیل احتمال وقوع مکرر دماهای کمتر از ۱۵- درجه سانتیگراد در زمستان با ارقام موجود وجود ندارد. از میان چهار شهرستان اردستان، نطنز، کاشان و شهرضا که مناطق تولید انار استان اصفهان محسوب می شوند، شهرستان اردستان با کمترین احتمال وقوع دماهای یخبندان زمستانه مواجه بوده و از این نظر یکی از مستعدترین شهرستانها برای کشت انار تشخیص داده شد. با توجه به نتایج این پژوهش توصیه میشود قبل از معرفی انار به الگوی کشت مناطق مختلف، به دماهای محدودکننده زمستانه توجه شود. بر اساس نقشه تناسب اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری (شکل ۱) برای کشت دیم درخت انار میتوان بیان نمود که از نظر اقلیمی، شهرستان‌های خانمیرزا ، لردگان و فلارد و قسمت‌هایی از شهرستان اردل و کیار دارای کلاس تناسب S2 (محدودیت متوسط) هستند. در این مناطق، میانگین درجه حرارت در مرحله توسعه جوانه مهم‌ترین عامل محدودکننده می‌باشد. همچنین، قسمت‌هایی از شهرستان‌های شهرکرد، بروجن و کوهرنگ دارای محدودیت خیلی شدید و کلاس تناسب N2 (خیلی شدید غیرقابل اصلاح)می‌باشند و به هیچ وجه قابلیت کشت انار را ندارند. سایر شهرستان‌های استان برای کشت و توسعه این درخت، دارای کلاس تناسب

S3 (محدودیت شدید) می باشند اما در این مناطق اقلیم و بخصوص حداقل دما در فصل زمستان مهم‌ترین و شدیدترین عامل محدودکننده برای کاشت و توسعه‌ی درخت انار می باشد (جدول ۲). استفاده از نتایج این مطالعه، الگویی مناسب و علمی برای مدیران اجرایی استان و در رأس آنها سازمان جهادکشاورزی و اداره کل منابع طبیعی استان را برای اختصاص مناسب ترین مناطق به کشت و توسعه انار خواهد بود. با توجه به شرایط نسبتاً مناسب اقلیمی برای کشت انار در شهرستان‌های خانمیرزا ، لردگان و فلارد و قسمت‌هایی از شهرستان اردل و کیار دارای کلاس تناسب S2 (محدودیت متوسط) در استان، پیشنهاد می گردد در این مناطق مطالعات دقیق تر با بررسی تناسب اراضی انجام شود و در نهایت مکان یابی اراضی مستعد کشت این محصول در این مناطق مشخص شود.

منابع

جلالی، ا. ه. و نیکوئی، ع. ر. ۱۳۹۹. تعیین مناطق مستعد کشت انار در استان اصفهان بر پایه احتمال وقوع یخبندان‌های زمستانه. مجله ترویجی انار. سال دوم، شماره ۳، بهار و تابستان ۱۳۹۹. ۱۰ صفحه.

زین‌الدینی میمند، ع.، تومانیان، ن.، نویدی، م.، فرجنیا، ا. و سیدجلالی، ع. ۱۳۹۸. نیازهای رویشی گیاهان باغبانی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۳۲۲ صفحه.

زین‌الدینی، ع.، اسکندری، م.، سیدجلالی، ع. ر. و نویدی، م. ن. ۱۳۹۸. فنولوژی گیاهان باغبانی به منظور استفاده در ارزیابی اراضی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۲۴۰ ص.

شبانیان، غ. ۱۳۸۵. تعیین تناسب اراضی استان چهارمحال و بختیاری برای کشت بادام (ارقام مامایی و شاهرود ۱۲) با استفاده از فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. ۱۸۴ ص.

کریمی، جعفر و جمالی‌نژاد، مهدی. ۱۳۹۰. ارزیابی پتانسیل‌های اقلیمی کشت انار در استان اصفهان با استفاده از .GIS اولین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی، کرج.

کوزه‌گران، سعیده، برهانی، رضا، طحان، محمدرضا و بهدانی، علی. ۱۳۹۰. پتانسیل‌یابی مناطق مستعد کشت انار به لحاظ پارامترهای اقلیمی با استفاده از GIS (مطالعه موردی خراسان جنوبی). همایش ملی انار، ۱۳ و ۱۴ مهرماه ۱۳۹۰، دانشگاه بیرجند، فردوس. صفحات: ۳۳۹–۳۴۶.

محسنی، ع.، فرازمند، ح.، طباطبایی اردکانی، س. ض.، عسگری، م.، خاکزاد، س. ع.، عشقی، م.، غضنفری، س.، حسنپوراونجی، س. ر. و عنقایی، ح. ۱۳۹۹. راهنمای انار (کاشت، داشت، برداشت). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی. ۲۶۸ ص.

نظری‌پو، هاجر. ۱۳۹۲. پتانسیل‌یابی اقلیمی کشت انار در کوهدشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان.

Ghasemi-Soloklui, A. A., Ershadi, A. and Esmaeil, F. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. HortScience. 47(12): 1821–1825.

Ghasemi-Soloklui, A. A. and Gharaghani, A. 2022. Determination of freezing tolerance in twenty Iranian pomegranate cultivars and its relationship to geographic and climatic distribution and some tree characteristics. Erwerbs-Obstbau. 65(4): 1–9.

Climatic feasibility of rain-fed pomegranate cultivation in Chaharmahal va Bakhtiari province

Sayed Asghar Mousavi[1*] and Zohre Mosleh Ghahfarokhi[1]
1. Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Shahrekord, Iran
**Corresponding author: asgharmousavi@gmail.com*

Abstract

Climatic suitability assessment is a method to determine the possibility of cultivating a plant species in the desired climate. In this research, climatic suitability assessment studies were carried out for pomegranate trees under rain-fed conditions. In order to carry out this research, the phenological stages of the pomegranate tree were determined based on the conducted research and consultation with the specialists and horticultural experts of the province, and after collecting climatic information for a long-term period, the adaptation of the climatic parameters of the region with the climatic needs of the pomegranate tree was carried out. Then, the climatic suitability class was determined. Then, taking into account the climatic characteristics and using the parametric method, the climatic suitability for the pomegranate tree was determined in rainy conditions. Finally, a climate suitability map was prepared for this product with a scale of 1:250,000. The results showed that the absolute minimum temperature of the coldest month of the year is the most limiting climatic parameter for the pomegranate tree. Based on the prepared maps, it can be stated that in terms of climate, the cities of Khanmirza and Lordegan, Flard and parts of Kiar and Ardal cities have medium suitability class (S2) for pomegranate cultivation, but in these areas also the average temperature is the most important limiting factor in the development stage of vegetative and reproductive buds.

Keywords: Pomegranate, zoning, climatic suitability, geographic information system (GIS), climatic requirement.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کاربرد پیش از برداشت پلی‌آمین‌ها بر برخی ویژگی های کیفی میوه انار

سعید رمضان نایینی[۱] و مهدیه غلامی[۱*]

۱- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱

*نویسنده مسئول: *mah.gholami@iut.ac.ir*

چکیده

انار (*Punica granatum* L.) یکی از مهم ترین میوه های بومی ایران میباشد که رقم های زیادی از آن کشت و کار می‌شود. با توجه به سطح زیرکشت بالای انار در کشور و افزایش روزافزون تولید آن، مسأله نگهداری و کنترل عوامل مؤثر در کاهش کیفیت میوه انار در پس از برداشت از اهمیت بسیاری برخوردار است. برای کاهش ضایعات انار کاربرد موادی که بتواند به نگهداری و حفظ کیفیت انار کمک کند حائز اهمیت می باشد. بر این اساس در این آزمایش تأثیر سه نوع پلی آمین پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوهٔ انار بررسی شد. آزمایش با سه سطح شاهد، ۰/۱ و ۱ میلی مولار پلی آمین‌ها ۱۵ روز قبل از تغییر رنگ با چهار تکرار اعمال شد. ۱۴ روز بعد از تغییر رنگ، خصوصیات فیزیکی شامل طول و قطر میوه، حجم میوه، وزن میوه، پوست و آریل اسیدیته، و شیمیایی شامل ویتامین ث، قند احیاء، آنتوسیانین و اسیدیته قابل تیتراسیون اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که در رابطه با خصوصیات ظاهری میوه شامل وزن کل، قطر و طول و وزن پوست میوه با کاربرد پلی آمین ها اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود ندارد ولی وزن آریل با محلول‌پاشی اسپرمیدین یک میلی مولار به طور معنی‌دار نسبت به شاهد افزایش یافت. محتوای قند کل در تیمار ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین و مقدار اسید قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول در تیمار ۱ میلی‌مولار اسپرمین بیشترین مقدار بود. تیمار پوترسین ۱ میلی مولار نیز بیشترین مقدار آنتوسیانین را نشان داد که در مجموع نشان دهنده اثر مثبت پلی آمین‌ها بر حفظ و بهبود ویژگی‌های کیفی میوه انار است.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، اسپرمین، پوترسین، کیفیت، محلول‌پاشی.

مقدمه

انار با نام علمی (*Punica granatum* L.) یکی از قدیمی ترین میوه های خوراکی است که به خانواده پونیکاسه تعلق دارد. انار دیپلوویید (۲n=۱۶) بوده و انارهای خوراکی مربوط به واریته sativa هستند. این گیاه بومی ایران است (Taheri et al., 2014). بخش خوراکی میوه که آریل نام دارد حدود ۵۲ درصد وزن میوه را تشکیل میدهد، که شامل ۷۸ درصد آب میوه و ۲۲ درصد بذر می باشد. میوه مقادیر قابل توجهی مواد جامد محلول، قندهای احیاء، آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و اسید آسکوربیک دارد (Ben et al., 1996). انار ایران به دلیل کیفیت مرغوب از نظر صادرات به خارج ازکشور در بین محصولات کشاورزی، محصولی بی رقیب بوده و از نظر اقتصادی دارای اهمیت فراوان است. با توجه به سطح زیرکشت بالای انار در کشور و افزایش روزافزون تولید آن، مسأله نگهداری و کنترل عوامل مؤثر در کاهش کیفیت میوه انار در پس از برداشت از اهمیت بسیاری برخوردار است. بنابراین بروز هر نوع مشکلی در کیفیت انار میتواند به کاهش میزان درآمد باغداران و صادرکنندگان انار منجر شود و بخش مهمی از صادرات این محصول از دست برود. برای کاهش ضایعات انار کاربرد موادی که بتواند به نگهداری و حفظ کیفیت انار کمک کند حائز اهمیت می باشد (سیاری و همکاران، ۱۳۸۸).

پلی آمین ها ترکیبات پلی کاتیونیک آلی با وزن مولکولی پایین هستند که تقریباً در همهٔ موجودات زنده یافت می شوند و در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رشد و نمو و واکنش به تنش های محیطی نقش ایفا می کنند. پلی آمین های موجود در گیاهان شامل پوتریسین (دی آمین)، اسپرمیدین (تری آمین) و اسپرمین (تتراآمین) هستند که به دلیل طبیعت کاتیونی خود با ماکرومولکول های آنیونی همانند DNA، RNA، فسفولیپیدها و پروتئین های خاص واکنش می دهند. پلی آمین های مختلف تعداد بارهای مثبت متفاوت دارند و با افزایش تعداد بار مثبت میل اتصالی آنها به مولکول های آنیونی افزایش می یابد (Liu et al., 2006). شاید آنها یکی از مهمترین ترکیبات هستند که در تعیین کیفیت میوه دخالت دارد. مشخص شده است این ترکیبات در مرحله پس از برداشت میوه ها، سبزیجات و گل های بریده نقش مهمی در طول عمر و کیفیت ماندگاری این محصولات دارد و باعث به تعویق افتادن پیری میگردند (راحمی، ۱۳۸۶).

امروزه مشخص شده است که پلی آمین ها فرآیند رسیدن و پیر شدن فرآورده ها را به تاخیر می اندازند. کاهش سطوح پلی آمین ها در ارتباط با افزایش تولید اتیلن است که تعادل بین مقدار بین این دو تنظیم کننده جهت تسریع یا تاخیر در فرآیند های بسیار مهم و حیاتی گیاه موثر می باشد. بعد از برداشت میزان پلی آمین ها کاهش می یابند، با کاربرد پلی آمین ها پس از برداشت در میزان اتیلن کاهش می یابد. به این ترتیب کیفیت میوه در شرایط انبار برای مدت بیشتری حفظ خواهد شد (Naseri et al., 2019). با توجه به اینکه بسیاری از باغات انار کشور در اواخر تابستان با مشکل تنش ابی و دمایی روبرو هستند که می‌تواند سبب کاهش کیفیت میوه شود، هدف این مطالعه بررسی اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت پلی‌آمین‌ها بر کیفیت میوه انار بود.

مواد و روش‌ها

برای محلول پاشی غلظت های مختلف ۱ و ۰/۱ میلی مولار از سه نوع هورمون پلی‌آمین رایج به نام‌های اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین استفاده و برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. بدین منظور محلول پاشی برای میوه های قرار گرفته در ۵۰ سانتی متری انتهایی شاخه های واقع در ۴ جهت شمال، جنوب، شرق و غرب که تمام شاخ و برگ و میوه ها درحال قطره چک بود انجام شد. این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی برای سه نوع پلی آمین ۱۵ روز قبل از تغییر رنگ انجام شد و برداشت و اندازه گیری فاکتورهای مورد نظر در زمان بلوغ تجاری انجام شد. طول و قطر میوه ها، با استفاده از کولیس دیجیتالی تعیین شد. حجم میوه به روش جابجایی مستقیم حجم (با وزن کردن میوهها در زیر آب) محاسبه گردید. پس از جداسازی و توزین پوست میوه وزن کل هر میوه و آریل ثبت شد. مواد جامد محلول با رفراکتومتر دیجیتالی(مدل PAL-1 ساخت شرکت Atago ژاپن) در دمای اتاق بر حسب درجهٔ بریکس قرائت شد. برای اندازه گیری ویتامین ث از روش تیتر با محلول ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد. برای اندازه گیری اسید های آلی میوه نیز از روش تیتراسیون با سود ۰/۱نرمال استفاده شد. به منظور اندازه گیری ترکیبات فنلی از بافر فسفات، فولین به نسبت ۱۰:۱ و کربنات سدیم (۷/۵ درصد) استفاده شد .میزان ترکیبات فنلی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی مولار بر حسب میلی گرم معادل گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد. آنتوسیانین‌ها به روش اسپکتروفتومتری (Model Cecil 2010) در طول موج ۵۳۵ نانومتر تعیین شد. داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SASSتجزیه و تحلیل شد و مقایسهٔ میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از کاربرد تیمارهای هورمونی پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین، و شاهد بروی میوه انار و بررسی خصوصیات ظاهری میوه شامل وزن کل، قطر و طول، حجم و وزن پوست میوه در هنگام بعد از برداشت مشخص شد که اختلاف معنی داری بین تیمارها در هیچ یک از صفات ظاهری میوه وجود نداشت ولی در صفت وزن کل دانه‌ها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۱). بنابراین به احتمال دو هفته زمان کافی برای اینکه هورمون‌های مورد استفاده بر صفات کمی میوه اثر معنی‌دار داشته باشند نبوده است و تنها وزن آریل افزایش یافته است. از نظر کاربرد تیمارهای هورمونی، بین تیمارهای هورمونی در صفات مربوط به قند میوه، محتوای آنتوسیانین، مقدار DPPH و مواد جامد محلول میوه اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد و در آسکوربیک اسید و محتوای مواد فنلی اختلاف معنی داری در بین تیمارها دیده نشد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات ظاهری میوه انار.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن کل میوه	وزن کل آریل	قطر	طول	حجم	وزن پوست
تیمار	۶	۴۱۷/۰۷ns	۷۵۷/۲۷*	۰/۲۲۹ns	۰/۰۴۳ns	۳۸۶/۷۲ns	۵۵/۲۶ns
خطا	۲۱	۵۶۰/۲۶	۷۶/۲۶	۰/۱۱۰	۰/۰۷۴	۵۰۱/۰۴	۱۰۴/۸۷
ضریب تغییر		۱۰/۵۴	۱۰/۵۴	۴/۴۹	۳/۹۴	۱۰/۳۷	۱۶/۷۰

n.s: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** : اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۲- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ترکیبات میوه انار.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		میزان قند	آنتوسیانین	آسکوربیک اسید	محتوای مواد فنولی	اسید قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول
تیمار	۶	۳/۸۳**	۹۱۸/۴۷**	۰/۰۰۰۰۶ns	۱۱۷/۳۴ns	۲۲۸/۳۸**	۳۰/۲۹**
خطا	۲۱	۰/۵۷	۲۱/۶۲	۰/۰۰۰۰۳	۵۲/۸۱	۱۸/۵۹	۱/۰۵۶
ضریب تغییر		۵/۲۷	۱۱/۶۶	۰/۶۴	۳/۲۲	۱۰/۴۹	۵/۶۷

n.s: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** : اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

با بررسی جدول مقایسه میانگین داده‌ها مشاهده می‌شود که از نظر محتوای قند کل تیمار ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین بیشترین مقدار غلظت قندهای محلول را نسبت به شاهد و سایر تیمارها دارد. محتوای آنتوسیانین تیمار پوترسین ۱ میلی مولار، مقدار اسید قابل تیتراسیون در تیمار ۱ میلی‌مولار اسپرمین و محتوای مواد جامد محلول تیمار پوترسین۰/۱ میلی‌مولار و اسپرمین ۱ میلی مولار دارای بیشترین مقدار بودند (جدول ۳). زکائی خسروشاهی و اثنی عشری (۱۳۸۷) بیان کردند که در طول نگه‌داری میوه های گیلاس، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه های تیمار نشده روند کاهشی نشان داد که همسو با مطالعه حاضر است. استفاده از پوترسین مواد جامد محلول را در گیلاس افزایش داد که موید نتایج پژوهش حاضر از نظر مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون با کاربرد تیمارهای پلی آمینی می‌باشد. در مراحل اولیهٔ نمو گیاهان در مرحلهٔ تقسیم سلولی پلی آمین ها به بیشترین مقدار خود سنتز می شوند و سپس با رسیدن به مرحلهٔ پیری و رسیدن میوه ها کاهش می یابند که هم زمان میزان تولید اتیلن افزایش می یابد. تحقیقات متعدد ثابت کرده است که کاربرد خارجی پلی آمین ها بر روی کیفیت میوه، با کاهش وزن، کاهش تولید اتیلن، افزایش مواد جامد محلول و اسیدیته قابل اندازه گیری تاثیرگذار است (Puente-Moreno et al., 2025).

جدول ۳- اثر کاربرد پلی آمین‌ها بر صفات مربوط به محتوای ترکیبات میوه انار.

تیمارها	میزان قند	آنتوسیانین	آسکوربیک اسید	محتوای فنلی	مواد اسید قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول	وزن کل دانه‌ها
شاهد	۱۴/۰۰cd	۳۹/۸۷b	۰/۲۷۳	۲۲۰/۵۱	۳۴/۲۴de	۱۴/۷۰c	۱۶۵/۵۵ab
پوترسین ۰/۱	۱۵/۵۵ab	۳۹/۰۰b	۰/۲۷۲	۲۲۱/۱۶	۳۰/۲۹e	۲۱/۳۵a	۱۷۰/۰۸a
پوترسین ۱	۱۳/۹۰cd	۴۲/۶۲a	۰/۲۷۲	۲۳۰/۶۶	۳۹/۰۸cd	۱۸/۰۰b	۱۴۹/۲۸abc
اسپرمیدین ۰/۱	۱۳/۸۵cd	۲۹/۵۰d	۰/۲۷۱	۲۲۶/۸۳	۴۴/۸۴bc	۱۵/۸۲c	۱۳۷/۱۴c
اسپرمیدین ۱	۱۵/۸۵a	۳۶/۰۰c	۰/۲۷۱	۲۲۶/۴۱	۳۹/۶۲cd	۱۶/۷۰b	۱۷۱/۷۴a
اسپرمین ۰/۱	۱۳/۱۳d	۲۱/۲۷e	۰/۲۶۹	۲۱۹/۳۹	۴۷/۷۸ab	۱۶/۸۰b	۱۴۲/۴۶bc
اسپرمین ۱	۱۴/۴۳bc	۴۰/۷۵b	۰/۲۷۰	۲۳۳/۶۰	۵۱/۷۷a	۲۱/۴۰a	۱۶۰/۱۸abc

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند، در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

راحمی، م. ۱۳۸۶. فیزیولوژی پس از برداشت: مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه، سبزی‌ها و گیاهان زینتی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۵۹ ص.

زکائی خسروشاهی، م. و اثنی‌عشری، م. ۱۳۷۸. اثر کاربرد پوترسین بر عمر و فیزیولوژی پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی، زردآلو، هلو و گیلاس. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۱۲: ۲۱۸-۲۳۰.

سیاری، م.، بابالار، م.، کلانتری، س.، علیزاده، ه. و عسگری، م. ع. ۱۳۸۸. اثر اسید سالیسیلیک بر مقاومت به سرمازدگی و فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز انار رقم ملس ساوه در انبار. مجله علوم باغبانی ایران. ۴۰: ۲۱–۲۸.

Ben, N. C., Ayed, N. and Metche, M. 1996. Quantitative determination of the polyphenolic content of pomegranate peel. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 203: 374–378.

Naseri, S., Gholami, M. and Baninasab, B. 2019. Changes in polyamines during bud dormancy in almond cultivars differing in their flowering time. Scientia Horticulturae. 258: 108788.

Puente-Moreno, J., Garrido-Auñón, F., García-Pastor, M. E., Valero, D. and Serrano, M. 2025. The renaissance of polyamines: New roles in crop yield and quality properties in freshly fruit. Agronomy. 15(1): 201.

Taheri, M. N., Gholami, M., Baninasab, B., Mobli, M. and Moradi, S. 2014. Pomegranate seed germination and dormancy breaking techniques. Seed Technology. 36: 139–142.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of pre-harvest application of polyamines on some qualitative characteristics of pomegranate fruit

Saeed Ramezan Naeeni[1] and Mahdiyeh Gholami[2*]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran
[*]*Corresponding Author: mah.gholami@iut.ac.ir*

Abstract

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is one of the most important native fruits of Iran, with numerous cultivars being cultivated. Given the high area under pomegranate cultivation in the country and the increasing production, the issue of storage and control of factors affecting the quality reduction of pomegranate fruit after harvest is of significant importance. To reduce pomegranate losses, the application of substances that can aid in the preservation and maintenance of pomegranate quality is crucial. Accordingly, this experiment investigated the effects of three types of polyamines (putrescine, spermidine, and spermine) on the quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit. The experiment was conducted with three levels: control, 0.1 mM, and 1 mM of polyamines, applied 15 days prior to color change with four replications. Fourteen days after the color change, physical properties including fruit length and diameter, fruit volume, fruit weight, peel weight, and aril weight, as well as acidity, and chemical properties including vitamin C, reducing sugars, anthocyanin content, pH, and titratable acidity were measured. The results indicated that regarding the appearance characteristics of the fruit, including total weight, diameter, length, volume, and peel weight, there were no significant differences among treatments with the application of polyamines. However, aril weight significantly increased compared to the control with the application of 1 mM spermidine. The total sugar content in the 1 mM spermidine treatment and the titratable acidity and soluble solids in the 1 mM spermine treatment showed the highest values. Treatment with 1 mM putrescine also showed the highest amount of anthocyanins, which overall indicates the positive effect of polyamines on maintaining and improving the quality characteristics of pomegranate fruit.

Keywords: Spermidine, Spermine, Putrescine, Quality, Spraying

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کیفیت نور تکمیلی بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا

پرنیا پاکان[1*]، منصور غلامی[1]، حسن ساری‌خانی[1] و عبدالکریم چهرگانی‌راد[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
* نویسنده مسئول : *Parnia.p.73@gmail.com*

چکیده

شرایط طول روزکوتاه با شدت پایین نور در پاییز و زمستان و همچنین سایه‌اندازی گیاهان روی یکدیگر در برخی از سیستم‌های کشت، یکی از محدودیت‌های تولید گلخانه‌ای توت‌فرنگی در خارج از فصل می‌باشد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر کیفیت نور تکمیلی بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در شرایط گلخانه انجام شد. گیاهان تحت تیمارهای نوردهی تکمیلی به همراه نور خورشید (۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرو مول بر مترمربع در ثانیه) شامل: ۱-نور قرمز ۱۰۰٪، ۲- نور آبی ۱۰۰٪، ۳-نور قرمز ۸۴٪ + نور آبی ۱۶٪، ۴-نور قرمز ۶۷٪ + نور آبی ۳۳٪، ۵-نور قرمز ۵۰٪ + نور آبی ۵۰٪، ۶-نور قرمز ۳۳٪ + نور آبی ۶۷٪ و ۷-شاهد (عدم نوردهی تکمیلی) قرار گرفتند که در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار انجام شد. نوردهی با استفاده از دیودهای ساطع کننده نور در طول روز از ساعت ۵ صبح تا ۷ شب و با شدت حدود ۲۵۰ میکرو مول بر مترمربع در ثانیه اعمال شد. بر اساس نتایج، بالاترین میزان مواد جامد محلول، pH، وزن‌تر تک میوه، طول و قطر میوه در بوته‌های با نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ و قرمز ۸۴٪ + آبی ۱۶٪ مشاهده شد. درحالی‌که کمترین میزان آن مربوط به گیاهان شاهد و نوردهی با آبی ۱۰۰٪ بود. بالاترین میزان اسیدیته و سفتی بافت میوه نیز در تیمارهای شاهد و نوردهی تکمیلی آبی ۱۰۰٪ مشاهده شد و کمترین میزان آن مربوط به گیاهان با نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ بود. نتایج این پژوهش نشان داد که نوردهی تکمیلی با استفاده از دیودهای ساطع کننده نور با نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ می‌تواند به‌عنوان تیمار توصیه‌شده، برای بهبود نسبی کیفیت میوه، در بوته‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، سفتی بافت میوه، کیفیت میوه، مواد جامد محلول، نوردهی تکمیلی.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) یک محصول با ارزش و یکی از پرمصرف‌ترین میوه‌های جهان است که به دلیل طعم و ارزش غذایی، افزایش تقاضا برای تولید و مصرف آن، به یکی از اهداف بهبود ترکیبات غذایی و عملکردی تبدیل‌شده است و تقاضا برای تولید آن رو به افزایش است (Chong et al., 2022). بر اساس آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد تولید توت‌فرنگی جهان در ۲۰ سال گذشته بیش از ۸۰ درصد افزایش‌یافته و به بیش از ۸/۹ میلیون تن در سال ۲۰۲۴ رسیده است (FAO, 2024). توت‌فرنگی غنی از ترکیبات غذایی و آنتی‌اکسیدانی است که برخی از این ترکیبات مانند فنل‌ها در بهبود کیفیت و ظاهر میوه نقش دارند (Galli et al., 2016). به دنبال گسترش تولید خارج از فصل توت‌فرنگی در ۲۰ سال اخیر، روش‌های تولید آن در گلخانه نیز توسعه‌یافته است (Nadalini et al., 2017). استفاده از محیط‌های کنترل‌شده به پرورش‌دهندگان توت‌فرنگی این فرصت را می‌دهد که در تمام طول سال و به‌ویژه در خارج از فصل، میوه تولید کنند. در گلخانه‌های تولید توت‌فرنگی در زمان عدم وجود نور کافی و یا کوتاه بودن طول روز، به دلیل نیاز به رشد رویشی قوی برای تولید گل و میوه، استفاده از نور تکمیلی ضروری است (Choi et al., 2018؛ Mochizuki et al., 2019).

نور نه‌تنها منبع اصلی انرژی لازم برای گیاهان است، بلکه یک سیگنال مهم است که نقش عمده‌ای در رشد گیاه، ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیان برخی از ژن‌ها طی دوره‌ی رشد گیاه دارد (Huche-Thelier etal., 2016). نور می‌تواند ارزش غذایی و کیفیت تغذیه‌ای میوه توت‌فرنگی را افزایش دهد و یکی از اهداف مهم نوردهی مصنوعی بهبود ارزش غذایی و کیفیت تغذیه‌ای میوه است (Omole, 2019؛ Mochizuki et al., 2019). Mochizuki et al (2019) با بررسی تیمارهای نور تکمیلی قرمز، آبی و سبز بر ویژگی‌های بیوشیمیایی توت‌فرنگی بیان کردند که کیفیت نور متابولیسم قند در گیاهان را تنظیم می‌کند و محتوای مواد جامد محلول تحت نور قرمز افزایش می‌یابد.

Choi et al (2018) با بررسی توت‌فرنگی تحت تیمارهای نور تکمیلی قرمز، آبی و سفید، گزارش کردند که صفات کیفی میوه توت‌فرنگی (فروکتوز، گلوکز، اسید اگزالیک، اسید سیتریک، اسید مالیک) تحت تأثیر تیمار نور آبی کاهش یافت. با توجه به اینکه آگاهی از اثر نور بر ویژگی‌های کیفی میوه و واکنش‌های فیزیولوژیک آن ضروری به نظر می‌رسد، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی اثر کیفیت نور تکمیلی بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در شرایط گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پاییز و زمستان سال ۱۴۰۲ در گلخانه‌های پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. بوته‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان تهیه و پس از انتقال، در گلخانه و در بسترهای هیدروپونیک با مخلوط کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۷۰ به ۳۰ کشت شدند. بوته‌های توت‌فرنگی با محلول غذایی هوگلند هر سه روز یک‌بار تغذیه شدند. در زمان انجام آزمایش، متوسط دمای روز گلخانه ۲۵ و دمای شب گلخانه ۱۵درجهٔ سلسیوس بود. همچنین، رطوبت نسبی ۷۰ درصد، دوره‌ی روشنایی طبیعی آن ۱۱ ساعت/ ۱۳ساعت (روز/ شب) و شدت نور طبیعی آن۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرو مول بر مترمربع در ثانیه بود. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی دارای هفت تیمار و در سه تکرار انجام شد. به‌منظور بررسی اثر کیفیت نور تکمیلی بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی، گیاهان تحت تیمارهای نوردهی شامل: ۱-نور قرمز ۱۰۰٪ (با طول‌موج ۶۶۰ نانومتر)، ۲- نور آبی ۱۰۰٪ (با طول‌موج ۴۴۰ نانومتر)، ۳-نور قرمز ۸۳٪ + نور آبی ۱۷٪، ۴-نور قرمز ۶۷٪ + نور آبی ۳۳٪، ۵- نور قرمز ۵۰٪ + نور آبی ۵۰٪، ۶-نور قرمز ۳۳٪ + نور آبی ۶۷٪ و ۷-شاهد (عدم نوردهی تکمیلی) قرار گرفتند. نوردهی با استفاده از دیودهای ساطع کننده نور (LED) و به‌صورت تکمیلی به همراه نور خورشید در طول روز به مدت ۱۴ ساعت از ساعت ۵ تا ۱۹ و با شدت حدود ۲۵۰ میکرو مول بر مترمربع در ثانیه اعمال شد. نوردهی تکمیلی در مرحله ۳ تا ۵ برگی بوته‌ها شروع و تا پایان برداشت ادامه داشت. پس از حدود سه ماه نوردهی، ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی مانند وزن‌تر تک میوه، طول و قطر میوه، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته و pH مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS(۹/۲) انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

بیشترین میزان مواد جامد محلول و pH در میوه‌های با نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ و قرمز ۸۴٪ + آبی ۱۶٪ مشاهده شد درحالی‌که کمترین شاخص‌های کیفی مربوط به گیاهان شاهد (عدم نوردهی) و نوردهی با آبی ۱۰۰٪ بود. همچنین بالاترین میزان اسیدیته نیز در تیمارهای شاهد و نوردهی تکمیلی آبی ۱۰۰٪ مشاهده شد و کمترین میزان آن مربوط به گیاهان با نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ بود (جدول ۱).

جدول ۱- اثر کیفیت نور تکمیلی بر ویژگی‌های کیفی میوه‌های توت‌فرنگی "رقم کاماروسا".

کیفیت نور	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	pH	TA (٪)
شاهد	۵/۶۰ e	۴/۲۰ c	۷/۵۵ a
آبی ۱۰۰٪	۶/۵۰ de	۴/۳۵ bc	۶/۸۷ ab
قرمز ۳۳٪ + آبی ۶۷٪	۷/۰۴ d	۴/۴۳ bc	۶/۴۵ abc
قرمز ۵۰٪ + آبی ۵۰٪	۷/۵۱ cd	۴/۶۴ bc	۵/۷۰ bc
قرمز ۶۷٪ + آبی ۳۳٪	۸/۳۱ c	۴/۸۱ b	۵/۳۲ cd
قرمز ۸۴٪ + آبی ۱۶٪	۹/۸۰ b	۵/۵۵ a	۴/۲۰ de
قرمز ۱۰۰٪	۱۱/۶۰ a	۵/۹۴ a	۳/۲۷ e

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

بیشترین میزان وزن‌تر تک میوه، طول و قطر میوه در میوه‌های با نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ و قرمز ۸۴٪ + آبی ۱۶٪ مشاهده شد درحالی‌که کمترین میزان آن مربوط به گیاهان با نوردهی تکمیلی آبی ۱۰۰٪ و شاهد بود. بالاترین میزان سفتی بافت میوه نیز در تیمارهای شاهد و نوردهی تکمیلی آبی ۱۰۰٪ مشاهده شد و کمترین میزان آن مربوط به میوه‌های گیاهان با نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰٪ بود. به‌طورکلی نوردهی تکمیلی باعث افزایش نسبی طول و قطر میوه شد (جدول ۲).

جدول ۲- اثر کیفیت نور تکمیلی بر اندازه، وزن و سفتی بافت میوه توت‌فرنگی "رقم کاماروسا".

کیفیت نور	وزن تر تک میوه (g)	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	سفتی بافت (g/cm^2)
شاهد	۱۱/۶۳ e	۳/۵۹ e	۲/۲۸ e	۱۵/۶۵ a
آبی ۱۰۰٪	۱۲/۴۱ e	۳/۷۰ de	۲/۷۰ de	۱۴/۰۹ b
قرمز ۳۳٪ + آبی ۶۷٪	۱۳/۹۰ de	۳/۸۹ de	۲/۹۶ cd	۱۳/۵۱ bc
قرمز ۵۰٪ + آبی ۵۰٪	۱۵/۸۶ cd	۴/۰۶ cd	۳/۱۹ c	۱۲/۷۴ bcd
قرمز ۶۷٪ + آبی ۳۳٪	۱۷/۴۸ bc	۴/۴۲ c	۳/۴۱ bc	۱۲/۲۳ cd
قرمز ۸۴٪ + آبی ۱۶٪	۱۹/۴۴ b	۵/۰۰ b	۳/۸۳ ab	۱۱/۵۸ d
قرمز ۱۰۰٪	۲۲/۹۱ a	۵/۴۶ a	۴/۱۳ a	۱۱/۳۷ d

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

برای دست‌یابی به عملکرد بالا تخصیص کربوهیدرات بیشتر به میوه مهم است. با بررسی اثر نور قرمز و آبی در توت‌فرنگی مشخص شد گیاهان تحت تیمار نور آبی در مقایسه با تیمار شاهد و قرمز، درصد تشکیل میوه بالاتری داشتند (Nadalini et al., 2017). به نظر می‌رسد در نور قرمز ۱۰۰ ٪ مواد فتوسنتزی تولیدی به دلیل تعداد کم میوه در این تیمار باعث افزایش وزن‌تر تک میوه شده است. اندازه‌ی میوه با افزایش تأمین کربوهیدرات در دسترس افزایش می‌یابد (Yang et al., 2022). نور قرمز با تولید کربوهیدرات بیشتر و تخصیص آن به تعداد کمتری از میوه‌ها، باعث افزایش رشد و توسعه سلول‌های نهنج می‌شود که نتیجه‌ی آن افزایش طول میوه است. غلظت قند یکی از فاکتورهای بسیار مهم برای کیفیت میوه توت‌فرنگی است. از جمله قندهای محلول مهمی که در میوه وجود دارد می‌توان به ساکارز، گلوکز و فروکتوز اشاره کرد (Nadalini et al., 2017). نور می‌تواند ارزش غذایی و کیفیت تغذیه‌ای میوه توت‌فرنگی را افزایش دهد و یکی از اهداف مهم نوردهی مصنوعی بهبود ارزش غذایی و کیفیت تغذیه‌ای میوه است (Omole, 2019؛ Mochizuki et al., 2019). Choi et al (2018) با بررسی توت‌فرنگی تحت تیمارهای نور تکمیلی قرمز، آبی و سفید، گزارش کردند که صفات کیفی میوه توت‌فرنگی (فروکتوز، گلوکز، اسید اگزالیک، اسید سیتریک، اسید مالیک) تحت تأثیر تیمار نور آبی کاهش یافت. در بسیاری از مناطق دنیا در فصل زمستان برای افزایش تولید و ازدیاد قند در میوه از نور مصنوعی استفاده می‌کنند (Mochizuki et al., 2019). نتایج مربوط به افزایش مواد جامد محلول که با شیرینی میوه ارتباط دارد به دلیل تجمع بیشتر مواد فتوسنتزی تحت نور قرمز است. به گزارش Wei و همکاران (2020) گیاهان در تیمار نور تک‌رنگ قرمز دارای بالاترین میزان مواد جامد محلول و ساکارز بودند. افزایش مواد جامد محلول به دلیل تجمع بیشتر مواد فتوسنتزی در تیمار نوردهی تکمیلی قرمز ۱۰۰ ٪ است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نوردهی تکمیلی با کاربرد ال ای دی قرمز ۱۰۰٪ می‌تواند روشی مفید برای بهبود طعم و سایز میوه و جایگزین بسیار خوب در مقایسه با کاربرد مواد شیمیایی باشد.

منابع

Choi, H. G., Jeong, H. J., Choi, G. L., Choi, S. H., Chae, S. C., Ann, S. W. and Kang, N. J. 2018. Effects of supplemental LED lighting on productivity and fruit quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) grown on the bottom bed of the two-bed bench system. Journal of Bio-Environment Control. 27(3): 199–205.

Chong, L., Ghate, V., Zhou, W. and Yuk, H. G. 2022. Developing an LED preservation technology to minimize strawberry quality deterioration during distribution. Food Chemistry. 366: 130566.

FAO. 2024. Statistical yearbook 2024: World food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Galli, V., Borowski, J. M., Perin, E. C., Messias, R. D. S., Labonde, J., Pereira, I. D. S. and Rombaldi, C. V. 2015. Validation of reference genes for accurate normalization of gene expression for real-time quantitative PCR in strawberry fruits using different cultivars and osmotic stresses. Gene. 554(2): 205–214.

Huche-Thelier, L., Crespel, L., Le Gourrierec, J., Morel, P., Sakr, S. and Leduc, N. 2016. Light signaling and plant responses to blue and UV radiations—Perspectives for applications in horticulture. Environmental and Experimental Botany. 121: 22–38.

Mochizuki, Y., Sekiguchi, S., Horiuchi, N., Aung, T. and Ogiwara, I. 2019. Photosynthetic characteristics of individual strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) leaves under short-distance lighting with blue, green, and red LED lights. HortScience. 54(3): 452–458.

Nadalini, S., Zucchi, P. and Andreotti, C. 2017. Effects of blue and red LED lights on soilless cultivated strawberry growth performances and fruit quality. European Journal of Horticultural Science. 82: 12–20.

Omole, F. O. 2019. The effect of coloured LED light treatments on the biosynthesis of flavonoids in woodland strawberry (*Fragaria vesca* L.) originating from different latitudes. Master's thesis, UiT Norges arktiske universitet.

Wei, H., Liu, C., Hu, J. and Jeong, B. R. 2020. Quality of supplementary morning lighting (SML) during propagation period affects physiology, stomatal characteristics, and growth of strawberry plants. Plants. 9(5): 638.

Yang, J., Song, J. and Jeong, B. R. 2022. Side lighting enhances morphophysiology and runner formation by upregulating photosynthesis in strawberry grown in controlled environment. Agronomy. 12(1): 24

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of supplementary light quality on the quality characteristics of strawberry fruit, cv. Camarosa

Parnia Pakan[1*], Mansour Gholami[1], Hassan Sarikhani[1]and Abdolkarim Chehregani Rad[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan-Iran.
2. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
Corresponding Author: Parnia.p.73@gmail.com

Abstract

Short day length conditions with low light intensity in autumn and winter, as well as shading of plants on each other in some cropping systems, are one of the limitations of greenhouse strawberry production outside the season. The present study aimed to investigate the impact of supplementary light quality on the quality characteristics of strawberry fruit, cv. Camarosa, under greenhouse conditions. Plants were subjected to supplementary light treatments with sunlight (800 to 1000 micromoles/m^2/s) including: 1- 100% red light, 2- 100% blue light, 3- 84% red light + 16% blue light, 4- 67% red light + 33% blue light, 5- 50% red light + 50% blue light, 6- 33% red light + 67% blue light, and 7- control (no supplementary light), which was carried out in a completely randomized design with seven treatments. Exposure was applied using light-emitting diodes during the day from 5 am to 7 pm at an intensity of approximately 250 micromoles/m^2/s. Based on the results, the highest soluble solids, pH, fresh weight of a single fruit, fruit length and diameter were observed in plants with 100% red and 84% red + 16% blue supplementary light. While the lowest amount was found in control plants and 100% water exposure. The highest level of acidity and firmness of the fruit tissue was also observed in control treatments and 100% blue supplementary exposure, and the lowest level was related to plants with 100% red supplementary exposure. The results of this study showed that supplementary lighting using light-emitting diodes with 100% red supplementary lighting can be used as a recommended treatment to relatively improve fruit quality in strawberry plants of the Camarosa cultivar.

Keywords: Strawberry, Fruit texture firmness, Fruit quality, Soluble solids, Supplementary lighting.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر هرس مکانیکی و سولفات روی بر خصوصیات رشدی و کیفی درختان کلمانتین

صمد مرادی[۱*]، کاظم اسماعیلی[۱]، علی‌اصغر احسانی[۱] و علی امامی زیدی[۱]
۱- شرکت زراعی دشت ناز، ساری، ایران
*نویسنده مسئول: *ss.moradi1990@gmail.com*

چکیده

با توجه به سهم ایران در تولید و صادرات مرکبات و همچنین با توجه به سهمی که مرکبات می‌تواند در بازار ورود ارز به کشور داشته باشد بنابراین این نیاز را می‌طلبد که در زمینه ی کاهش میزان تلفات و افزایش کیفیت و کمیت این محصول تحقیقات گسترده‌ای انجام بگیرد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر هرس مکانیزه و کاربرد سولفات روی بر ویژگی‌های رشدی و کیفی درختان کلمانتین انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی دارای ۴ تیمار و در ۵ تکرار در شرکت زراعی دشت ناز واقع در ساری استان مازندران انجام شد. درختان تحت تیمارهای :۱- هرس با دستگاه مکانیزه ۲- سولفات روی ۲ در هزار ۳- هرس مکانیزه و سولفات روی ۲ در هزار و ۴- شاهد قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاربرد سولفات روی و هرس مکانیزه باعث افزایش سایز میوه در داخل و بیرون تاج میوه، افزایش تعداد میوه، کاهش حجم محلول مصرفی، کاهش تعداد میوه‌های پفکی و زیر درختی و افزایش قابل‌ملاحظه جست های رشدی در درختان هرس شده نسبت به درختان شاهد گردید. همچنین میزان مواد جامد محلول و pH میوه در درختان هرس شده و محلول‌پاشی شده با سولفات روی به‌طور معنی‌داری بالاتر از درختان شاهد بود. به‌طورکلی کاربرد تیمار ترکیبی سولفات روی و هرس مکانیزه علاوه بر افزایش خصوصیات رشدی و عملکردی درختان کلمانتین باعث افزایش خصوصیات کیفی میوه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، مواد جامد محلول، نارنگی کلمانتین، وزن میوه، هرس مکانیزه.

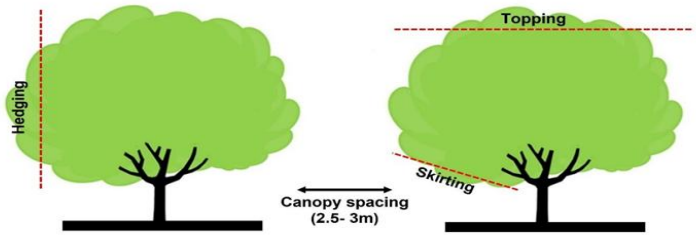
مقدمه

مرکبات دومین صنعت بزرگ میوه در تجارت جهانی است و این صنعت می تواند در اقلیم‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری با خاک مناسب، دمای هوای متوسط و رطوبت دائمی هوا، گسترش یابد (Whitney et al., 1983). براساس آخرین آمار FAO, 2024 بررسی وضعیت جهانی سطح زیرکشت و میزان تولید مرکبات نشان میدهد که کل سطح زیرکشت مرکبات جهان حدود ۱۰ میلیون هکتار و کل تولید جهانی نیز رقمی معادل ۱۵۷ میلیون تن بوده است. ایران با تولید سالانه بیش از ۵ میلیون تن مرکبات در بین ۱۰ کشور نخست تولید مرکبات قرار دارد. با توجه به اینکه از نقطه نظر اقتصادی، تولید در صورت مطلوب بودن کمیت و کیفیت محصول توجیه پذیر خواهد بود، لذا کلیه عوامل موثر بر این روند باید در جریان تولید مدنظر واقع شوند. میزان محصول مرکبات در واحد سطح و کیفیت آن به علل و عوامل مختلفی از جمله آب و هوا، نوع خاک، مراقبت زراعی خصوصاً هرس و تغذیه مناسب و همچنین استفاده از پایه های سالم و عاری از ویروس، نوع پایه و پیوندک و سازگاری آن با محل کشت بستگی دارد (Zaman et al., 2019; Malik et al., 2000)

امروزه در دنیا با افزایش تعداد درخت در هکتار، استفاده از ارقام تجاری پرمحصول و پیوند آنها روی پایه های مقاوم و به کارگیری اصول فنی هرس و تغذیه، میزان محصول مرکبات را تا میزان قابل توجهی در هکتار بالا برده اند (Zhang et al., 2018). با توجه به اینکه هرس و تغذیه درختان مرکبات یکی از اهداف مهم انجام بهتر عمل فتوسنتز و ایجاد تعادل در رشد رویشی و زایشی درختان جهت رسیدن به تولید مطلوب میوه است (Ashraf et al., 2012). برای این منظور تاثیر محلول پاشی فروت ست با کاربرد سولفات روی و هرس مکانیزه بر ویژگی های رشدی و عملکردی درختان کلمانتین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اسفند و فروردین ماه ۱۴۰۳ در باغ تجاری شرکت زراعی دشت ناز انجام شد. درختان کلمانتین روی پایه های سیترنج C 35 و دارای رشد یکنواخت انتخاب شدند. آزمایش بدر قالب طرح بلوک کامل تصادفی دارای ۴ تیمار و در ۵ تکرار و هر تکرار ۵ درخت انجام شد. به منظور بررسی اثر هرس مکانیزه و کاربرد سولفات روی بر ویژگی های رشدی و کیفی درختان کلمانتین، درختان تحت تیمارهای :۱- هرس با دستگاه مکانیزه مطابق شکل (۱)۲- سولفات روی ۲ در هزار ۳- هرس مکانیزه و سولفات روی ۲ در هزار و ۴- شاهد قرار گرفتند. هرس با استفاده دستگاه هرس مکانیزه ساخت کشور ایتالیا در اواخر اسفند ماه و محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۲ در هزار در اواخر فروردین (انتخاب غلظت و زمان کاربرد بر اساس پیش تیمار) با استفاده از دستگاه اتومایزر پشت تراکتوری انجام شد. در زمان برداشت و رسیدگی میوه ها نمونه برداری انجام و صفاتی مانند میانگین وزن میوه بیرون و داخل تاج درخت ، میانگین کلی وزن میوه، میانگین محصول هر درخت، تعداد میوه های زیر درختی و پوسیده، تعداد میوه های پفکی، میزان محلول (سم) مصرفی برای هر درخت و تعداد جست های رشدی در واحد حجم تاج درخت و صفات کیفی مانند مواد جامد محلول کل، اسیدیته و pH مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میامگین ها با استفاده از نرم افزار SAS (۹/۲) انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.



شکل ۱- الگوی هرس پیرامونی در درختان مرکبات (Marti, 2010).

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول ۱ مشخص است تیمارهای هرس مکانیزه و محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت دو در هزار باعث افزایش خصوصیات عملکردی در درختان کلمانتین شده است به طوری که تیمار ترکیبی هرس مکانیزه و کاربرد سولفات روی به ترتیب باعث افزایش ۲۱ ،۲۰،۱۵ و ۱۷ درصدی وزن میوه در داخل و بیرون تاج درخت، میانگین وزن میوه و میزان محصول هر درخت نسبت به درختان شاهد شد.

جدول ۱- تأثیر هرس مکانیزه و کاربرد سولفات روی بر خصوصیات رشدی و عملکردی رقم کلمانتین.

تیمارها	وزن میوه درون تاج (گرم)	وزن میوه بیرون تاج (گرم)	میانگین وزن میوه (گرم)	میانگین محصول هر درخت (کیلوگرم)
شاهد	۸۲ c	۱۱۰ c	۱۰۱ c	۱۱۰ d
سولفات روی	۸۴ c	۱۱۴ c	۱۰۵ c	۱۱۶ c
هرس	۹۳b	۱۱۸ b	۱۱۴ b	۱۲۳ b
هرس* سولفات روی	۹۸ a	۱۲۶ a	۱۲۲ a	۱۲۹ a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

مقایسه میانگین داده‌ها جدول ۲ نشان داد تعداد میوه‌های زیر درختی و پوسیده در هر درخت در تیمارهای محلول‌پاشی کودی و هرس مکانیزه به‌مراتب کمتر از تیمار شاهد بود به طوری که تعداد میوه‌های زیر درختی در درختان شاهد ۳۵ درصد بیشتر از تیمار ترکیبی هرس مکانیزه و محلول‌پاشی سولفات روی بود (جدول ۲). ازآنجایی‌که سم‌پاشی زمستانه به‌عنوان یک عملیات کلیدی در مدیریت آفات مرکبات

حائز اهمیت است مقایسه میزان محلول مصرفی برای سم‌پاشی زمستانه در درختان شاهد و تیمار شده نشان داد که میزان محلول مصرفی به‌طور متوسط برای تیمار ترکیبی سولفات روی و هرس مکانیزه ۹/۳ لیتر و برای هر درخت هرس نشده ۱۲/۸ لیتر بود که نشان از اتلاف ۳۲ درصدی محلول مصرفی به ازای هر درخت هرس نشده (شاهد) بود. همچنین با بررسی ۵۰ عدد میوه در درختان شاهد و تیمار شده مشخص گردید که تعداد میوه‌های پفکی شده در درختان شاهد ۵ عدد و در درختان هرس شده ۳ عدد بود. در پایان تعداد نقاط رشدی جدید در درختان شاهد و تیمار شده در هر مترمربع تاج درخت نشان داد که در درختان تیمار شده با تیمار ترکیبی هرس و سولفات روی تعداد نقاط رشدی جدید ۵۰ درصد بیشتر از درختان شاهد بود (جدول ۲).

جدول ۲- تأثیر هرس مکانیزه و کاربرد سولفات روی بر خصوصیات میوه رقم کلمانتین.

تیمار	تعداد میوه زیر درختی به ازای هر درخت	حجم محلول مصرفی به ازای هر درخت (لیتر)	تعداد میوه‌های پفکی در هر ۵۰ میوه	تعداد جست‌های رشدی در واحد حجم تاج درخت
شاهد	۱۴/۳ a	۱۲/۸ a	۵ a	16 c
سولفات روی	۱۲/۵ b	۱۲/۱ ab	۴ ab	21 b
هرس	۱۰/۷ c	۹/۸ bc	۳ b	۲۵ ab
هرس * سولفات روی	۹/۵ d	۹/۳ c	۳ b	۲۷ a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

همان‌طور که در جدول ۳ مشخص است بیشترین میزان مواد جامد محلول و pH در میوه‌های با تیمار ترکیبی هرس و کاربرد سولفات روی ۲ در هزار مشاهده شد درحالی‌که کمترین شاخص‌های کیفی مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین بالاترین میزان اسیدیته نیز در تیمار شاهد و تیمار سولفات روی دو در هزار مشاهده شد و کمترین میزان آن مربوط به تیمار ترکیبی هرس مکانیزه و سولفات روی ۲ در هزار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر هرس مکانیزه و کاربرد سولفات روی بر خصوصیات کیفی میوه رقم کلمانتین.

تیمار	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	pH	TA (٪)
شاهد	۷/۵ c	۴/۵ c	۵/۷ a
سولفات روی	۸/۳ bc	۴/۹ b	۵/۳ ab
هرس	۹/۸ b	۵/۵ ab	۴/۶ b
هرس * سولفات روی	۱۱/۶ a	۵/۹ a	۳/۲ c

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی بهاره سولفات روی و انجام هرس مکانیزه در اواخر زمستان باعث تغییر منطقی در میوه‌های کلمانتین می‌شود. تمام خصوصیات رشدی و عملکردی و کیفی میوه بهبودیافته است. گنجاندن این دو فاکتور در چرخه تولید می‌تواند بهره‌وری نارنگی کلمانتین را افزایش دهد و ضمن تولید میوه‌های باکیفیت درآمد بیشتری برای کشاورزان به همراه داشته باشد.

منابع

Al-Saif, A. M., Abdel-Aziz, H. F., Khalifa, S. M., Elnaggar, I. A., Abd El-Wahed, A. E. W. N., Farouk, M. H. and Hamdy, A. E. 2023. Pruning boosts growth, yield, and fruit quality of old Valencia orange trees: A field study. Agriculture. 13(9): 1720.

Ashraf, M. Y., Yaqub, M., Akhtar, J., Khan, M. A. and Ebert, G. 2012. Control of excessive fruit drop and improvement in yield and juice quality of Kinnow (*Citrus deliciosa* × *Citrus nobilis*) through nutrient management. Pakistan Journal of Botany. 44: 259–265.

Fonte, A., Garcerá, C. and Chueca, P. 2023. Influence of mechanical and manual pruning on the incidence of pests in 'Clemenules' mandarins. Pest Management Science. 79(11): 4390–4402.

Malik, R. P., Ahlawat, V. P. and Nain, A. S. 2000. Effect of foliar spray of urea and zinc sulphate on yield and fruit quality of Kinnow—a mandarin hybrid.

Martí, B. V. and González, E. F. 2010. The influence of mechanical pruning in cost reduction, production of fruit, and biomass waste in citrus orchards. Applied Engineering in Agriculture. 26(4): 531–540.

Martin-Gorriz, B., Martinez-Barba, C. and Torregrosa, A. 2021. Lemon trees response to different long-term mechanical and manual pruning practices. Scientia Horticulturae. 275: 109700.

Wheaton, T. A., Whitney, J. D., Tucker, D. P. H. and Castle, W. S. 1984. Cross hedging, tree removal, and topping affect fruit yield and quality of citrus hedgerows. In: Proceedings of the International Society of Citriculture. Vol. 1. pp. 109–114.

Whitney, J. D., Wheaton, T. A., Castle, W. S. and Tucker, D. P. H. 1983. Citrus tree size management affects fruit yields and mechanical harvesting efficiency. Transactions of the ASAE. 26(3): 704–709.

Zaman, L., Shafqat, W., Qureshi, A., Sharif, N., Raza, K., ud Din, S. and Kamran, M. 2019. Effect of foliar spray of zinc sulphate and calcium carbonate on fruit quality of Kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Journal of Global Innovation in Agricultural and Social Sciences. 7(4): 157–161.

Zhang, X., He, L., Majeed, Y., Whiting, M. D., Karkee, M. and Zhang, Q. 2018. A precision pruning strategy for improving efficiency of vibratory mechanical harvesting of apples. Transactions of the ASABE. 61(5): 1565–1576.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

The effect of mechanical pruning and zinc sulfate on growth and quality characteristics of clementine trees

Samad Moradi[1*], Kazem Esmaeili[1], Ali Asghar Ehsani[1] and Ali Emami zeydi[1]
1. Dasht Naz Agricultural Company, Sari, Iran
Corresponding Author: ss.moradi1990@gmail.com

Abstract

Given Iran's quota in citrus production and export, and also considering the share that citrus can have in the foreign exchange market, it is necessary to conduct extensive research in the field of reducing losses and increasing the quality and quantity of this product. The present study was conducted to investigate the effect of mechanized pruning and the application of zinc sulfate on the growth and quality characteristics of clementine trees. The experiment was conducted in a completely randomized design with 4 treatments and ۵replications in the Dasht-e Naz Agricultural Company located in Sari, Mazandaran Province. The trees were subjected to the following treatments: 1- pruning with a mechanized device, 2- zinc sulfate 2 per thousand, 3- mechanized pruning and zinc sulfate 2 per thousand, and 4- control. The results showed that the application of zinc sulfate and mechanized pruning increased the size of the fruit inside and outside the fruit crown, increased the number of fruits, reduced the volume of solution used, reduced the number of puffy and under-tree fruits, and significantly increased the growth spurts in pruned trees compared to control trees. Also, the amount of soluble solids and pH of fruit in pruned and foliar sprayed trees with zinc sulfate were significantly higher than in control trees. In general, the application of combined treatment of zinc sulfate and mechanized pruning, in addition to increasing the growth and performance characteristics of clementine trees, increases the quality characteristics of fruit.

Keywords: Acidity, Soluble solids, Clementine, Fruit weight, Mechanical pruning.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد روش خوابانیدن هوایی برای تکثیر بوته‌های چای در حال انقراض

شاهین جهانگیرزاده خیاوی[1*]، کوروش فلک‌رو[1]، و سید کمیل سید شوربلال[2]

۱- پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

۲- گروه تحقیق و توسعه کشاورزی (R&D)، شرکت کشاورزی سبز رویش دامون، شهرک صنعتی مبارکه، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *shjahangirzadeh@gmail.com*

چکیده

حفاظت از ژرم‌پلاسم‌های چای از اهمیت بسزایی برخوردار است، زیرا تنوع ژنتیکی محدود و در معرض فرسایش چای در ایران، تهدیدی جدی برای امنیت غذایی و تولید پایدار محسوب می‌شود. ازدیاد موفق این ژرم‌پلاسم‌ها با روش‌های غیرجنسی می‌تواند از نابودی بوته‌های ارزشمند جلوگیری کند. در این مطالعه، تکثیر ارقام سریلانکایی چای (KEN، DN و ۳۰۱۴) موجود در کلکسیون پژوهشکده چای با روش خوابانیدن هوایی و استفاده از ژل ریشه‌زایی دامون بررسی شد. در این آزمایش اثر دو تنظیم کننده رشد IBA، NAA و ترکیب برابر آنها با/بدون عنصر آلومینیم بر روی سه رقم سریلانکایی در روش تکثیر چای با استفاده از روش خوابانیدن هوایی بررسی شد. تیمارها شامل ۱۰۰۰ppm تنظیم کننده رشد با/بدون آلومینیم ۴۰۰µM و یک تیمار شاهد در مجموع ۲۴ تیمار و سه تکرار بصورت آزمایش فاکتوریل با سه عامل (رقم، تنظیم کننده رشد و آلومینیم) اجرا شد. شاخساره‌ها پس از زخم‌زنی با ژل ریشه‌زایی پوشانده و در بستر کوکوپیت-پرلیت مرطوب قرار گرفتند و دو شاخصه طول بلندترین ریشه و تعداد ریشه‌ها پس از ۱۸ ماه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد و آلومینیوم موجب افزایش چشمگیر در صفات مختلف ریشه‌زایی شد. بالاترین میزان طول بلندترین ریشه (۸/۳۰۵cm) و تعداد ریشه‌ها (۱۷/۶۴۴ عدد) در تیمار ترکیبی IBA+NAA مشاهده شد. همچنین حضور آلومینیوم در غلظت ۴۰۰µM موجب افزایش قابل توجه زیست‌توده و طول ریشه‌ها گردید. اثرات متقابل ترکیب تنظیم‌کننده‌های رشد و آلومینیوم نیز در صفات مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار بود، به‌طوری‌که ترکیب IBA+NAA همراه با آلومینیوم بهترین عملکرد را در شاخصه‌ها نشان داد. این نتایج حاکی از آن است که خوابانیدن هوایی با استفاده از ژل ریشه‌زایی حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد و آلومینیوم روشی مؤثر برای تکثیر ارقام چای با قدرت ریشه‌زایی پایین است و می‌تواند در حفظ و تکثیر ژرم‌پلاسم‌های ارزشمند این گیاه کاربرد داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: *Camellia sinensis* ، تکثیر نباتات، ژل ریشه‌زایی، IBA، NAA، آلومینیوم، سالیسیلیک اسید.

مقدمه

منابع ژرم پلاسم در برنامه‌های به‌نژادی محصولات گیاهی و تامین امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش جهان نقش اساسی دارند، بطوری که برای ایجاد و اصلاح ارقام و کولتیواری جدید با عملکرد بالا و مقاوم به بیماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. از طرفی یکی از عواقب اصلاح نباتات موفق، افزایش فرسایش یا کاهش تنوع ژنتیکی گیاهانی بوده است که تحت برنامه انتخاب قرار گرفتند (ارزانی، ۱۳۷۸). وجود ژرم پلاسم اندک یا فقدان آن در برخی از گیاهان ظرفیت آسیب پذیری این گیاهان را به همه گیری بیماری‌های گیاهی و آفات افزایش می‌دهد. جمع آوری، نگهداری، ارزیابی، حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی در این گیاهان همواره بخش مهمی در برنامه های اصلاحی موفق در دراز مدت محسوب می‌شود.

در گیاه چای با توجه به وارداتی بودن کامل این گیاه منبع اولیه ژنتیکی موجود در آن بسیار محدود است و از سوی دیگر با توجه به دلایل متفاوت بسیاری از بوته‌ها در باغات در حال ازبین رفتن می‌باشند که این موضوع می‌تواند به ضعیف‌تر شدن مخزن ژنی محدود این گیاه منجر شود. قسمت اعظم شناسایی بوته‌های دارای ویژگی کشت در مجموعه‌های اصلی منابع ژنتیکی گیاهی توسط پژوهشگران پژوهشکده چای در گذشته انجام شده و این گیاهان در کلکسیون‌های این پژوهشکده موجود هستند. از سوی دیگر بوته‌های خاصی را می‌توان در باغات رها شده توسط باغداران یافت که دارای ویژگی‌های لازم برای قرار گیری در این مجموعه‌های اصلی منابع ژنتیکی گیاهی می‌باشند اما این گیاهان بدلیل عدم رسیدگی به آنها تنها بقا می‌یابند و نمی‌توان به راحتی ازآنها قلمه (روش تکثیر رویشی متداول برای گیاه چای

است) تهیه نمود و از سوی دیگر بسیاری از بوته های گزینش شده و وارداتی موجود در کلکسیون های پژوهشکده چای به دلایل متفاوت در حال ازبین رفتن می‌باشند که با توجه به ضعیف شدن این بوته‌ها از نظر رشدی در آنها نیز عدم تولید سرشاخه مناسب برای قلمه گیری مشاهده می‌شود. همچنین برخی از بوته‌های این مجموعه (خصوصا ارقام وارداتی) دارای قدرت ریشه زایی پایینی می‌باشند که این امر نیز در تکثیر با قلمه می‌تواند مشکل‌زا باشد. بنابراین شناسایی و استفاده از روش‌هایی که ضریب تکثیر اندکی دارند اما میزان موفقیت در آنها بالا باشد برای نگهداری این بوته‌ها بسیار مفید و دارای اهمیت است.

خوابانیدن هوایی (Air layering)، روشی برای تکثیر درختان و درختچه‌های جدید از ساقه‌هایی است که هنوز به گیاه اصلی متصل هستند در این روش ساقه را با بستر کشت دارای قدرت نگهداری رطوبت می‌پوشانند تا سبب تحریک رشد ریشه شوند. در این روش چون بخشی که قرار است گیاه جدید را تولید کند به گیاه مادری متصل است از نظر تامین مواد غذایی دچار مشکل نمی‌شود و همچنین با استفاده از تنظیم کننده‌های رشد محرک ریشه‌زایی و زخم زنی می‌توان به تولید ریشه کمک نمود تا میزان موفقیت افزایش یابد. این روش برای گیاهان در معرض از بین رفتن و در خطر انقراض نیز به علت موفقیت در تکثیر به خوبی استفاده می‌شود (Jiang et al., 2010، Fufu et al., 1990). با توجه به آنکه در اکثر مواقع گیاهان خاص مانند ارقام خارجی وارداتی و گیاهان گزینش شده در سطح باغ‌ها از نظر تعداد محدود می‌باشند شناسایی روش‌هایی که بتوان به صورت بسیار مطمئن آنها را تکثیر نمود بسیار دارای اهمیت است. موفقیت تولید ریشه در هر بخش از ساقه تحت تأثیر عوامل زیادی مانند نوع شاخساره استفاده شده، رطوبت، کنترل دما، زمان اقدام به تحریک تولید ریشه، استفاده از سایه، محیط ریشه زایی و عوامل ساختاری مواد، تیمارهای مواد رشدی، برخی تیمارهای شیمیایی و عوامل محیطی و غیره قرار گرفته است (Rout, 2006، Rajasekari et al., 1989، Chen et al., 1990، Hartmann et al., 2011). همچنین شناخته شده است که اکسین مستقیماً در فرآیند تشکیل ریشه تصادفی در شاخساره‌ها دخالت دارد (Rout, 2006، Wiesmann et al., 1988، Zenginbal et al., 2014، Zenginbal et al., 2014).

در گیاهان به طور طبیعی هورمون گیاهی ایندول استیک اسید (IAA) در برگ‌ها و شاخه‌های جوان تولید می‌شود که این هورمون گیاهی به ریشه‌دار شدن قلمه‌های آن گیاه کمک می‌نماید، اما در برخی گونه‌ها به دلیل وجود موانعی در ریشه‌زایی مانند وجود حلقه کاسپاری، کمبودن نسبت هورمون اکسین، کاربرد برون‌زای (خارجی) اکسین برای بهبود ریشه‌زایی نیاز است. در اکثر موارد این تنظیم کننده‌های رشد موثر در ریشه زایی بصورت محلول مورد استفاده قرار می‌گیرند و محل ریشه‌زایی با آن آغشته می‌گردد و پس از این عمل در بستر کشت قرار می‌گیرد. از آنجایی که عموما بستر کشت پیش از استفاده مورد آبیاری قرار می‌گیرد در اثر پدیده انتشار احتمال حرکت تنظیم کننده رشد در جهت ورود به بستر کشت وجود دارد لذا اگر بتوان با روشی مانع رخدادن این حرکت گردید و به محل تولید ریشه مهلت داد تا بتواند این تنظیم کننده‌های رشد را جذب نماید احتمال موفقیت در تشکیل ریشه نابجا افزایش خواهد یافت. به همین علت امروزه شرکت‌های تولید کننده ترکیبات ریشه‌زایی مانند شرکت سبز رویش دامون، اقدام به تولید ژل‌های ریشه‌زایی نموده‌اند که باعث باقی ماندن تنظیم کننده رشد در محل ریشه‌زایی و جذب تدریجی آن پس از قرار گرفتن در بستر می‌گردد. هدف از این مطالعه، بررسی امکان استفاده از روش خوابانیدن هوایی و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی برای تکثیر گیاه چای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از تیر ماه ۱۴۰۱ تا بهمن ماه ۱۴۰۳ در ایستگاه تحقیقات چای کاشف سیاهکل (ازبرم) پژوهشکده چای انجام شد. آزمایش در یک مرحله انجام گردید که در آن، ریشه‌زایی شاخساره‌های مناسب برای تهیه قلمه‌های تک گره بوته‌های چای وارداتی سریلانکایی (KEN، DN و ۳۰۱۴) با استفاده از روش خوابانیدن هوایی مد نظر بود.

خوابانیدن هوایی به این صورا اجرا شد که در ابتدا عمل حلقه برداری رو شاخساره‌های مناسب برای قلمه‌گیری انجام گرفت سپس آن محل، توسط ژل ریشه زایی روتینگ دامون سفارش داده شده به شرکت کشاورزی سبز رویش دامون آغشته شد (ژل استفاده شده بر اساس تیمارها توسط شرکت تهیه و دارای سالیسیلیک اسید برای حفاظت از عوامل بیماری‌زا بود) و سپس این محل توسط ترکیب کوکوپیت و پرلیت مرطوب پوشانده گردید.

در این آزمایش اثر دو تنظیم کننده رشد گیاهی موثر در ریشه‌زایی IBA، NAA و ترکیب برابر آنها؛ با/بدون عنصر آلومینیم بر روی سه رقم سریلانکایی (KEN، DN و ۳۰۱۴) در روش تکثیر خوابانیدن هوایی گیاه چای بررسی شد.

تیمارها شامل ۱۰۰۰ppm از هر هورمون و یک تیمار ترکیبی از دو هورمون با غلظت‌های مساوی با/بدون آلومینیم ۴۰۰µM و دو تیمار شاهد ژل فاقد هر گونه ماده و ژل حاوی آلومینیوم در مجموع ۲۴ تیمار و سه تکرار بصورت آزمایش فاکتوریل با سه عامل (رقم، تنظیم کننده رشد و آلومینیم) اجرا شد. برای سهولت کار هر یک از تیمارهای تنظیم کننده رشد و آلومینیم به ژل پایه سفارشی اضافه شدند. . جدول ۱ عامل‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. پس از گذشت حدود ۱۸ ماه از زمان خوابانیدن هوایی، شاخساره‌های ریشه‌دارشده از گیاه مادری جدا شده و ریشه‌های تشکیل شده با دقت ازبسترکشت خارج و شاخصه‌های طول بلندترین ریشه، تعداد ریشه تولیدی اندازه گیری شد و آنالیز با برنامه آنالیزی SAS صورت پذیرفت. مقایسه میانگین با آزمون توکی صورت پذیرفت.

جدول ۱- عامل‌های مورد بررسی و سطح آنها.

ردیف عامل	نام عامل	سطوح هر عامل
عامل اول	رقم	KEN DN 3014
عامل دوم	نوع تنظیم کننده رشد با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر	بدون تنظیم کننده IBA NAA IBA+NAA
عامل سوم	آلومینیم	بدون آلومینیم ۴۰۰ میکرومولار

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول شماره ۲) نشان می‌دهد اثر رقم بر شاخصه‌های مورد بررسی بی معنی بود، اما کاربرد تنظیم کننده‌های رشد و آلومینیم بر شاخصه‌ها در سطح ۱ درصد معنی دار بودند. اثر متقابل رقم × آلومینیم در شاخصه طول بلندترین ریشه در سطح ۱ درصد معنی دار و برای صفت تعداد ریشه معنی دار نبود. اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز برای صفات در سطح ۱ درصد معنی دار شد. اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز برای صفات بی معنی شد.

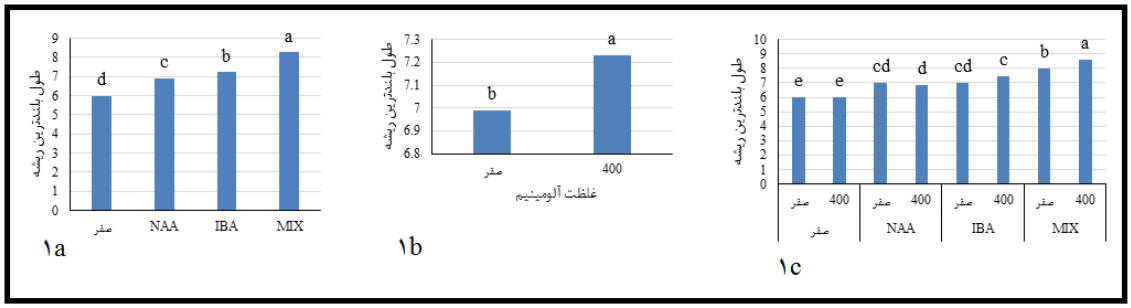
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر رقم، تنظیم کننده‌های رشد اکسینی IBA، NAA و نسبت برابر آنها و آلومینیم بر ریشه‌زایی گیاه چای در شرایط خوابانیدن هوایی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		طول بلندترین ریشه	تعداد ریشه
بلوک	۲	۰/۱۴۰ns	۱/۱۳۳ns
رقم	۲	۰/۲۸۲ns	۰/۱۹۰ns
تنظیم کننده رشد	۳	۱۶/۳۹۲**	۹۱/۵۶۸**
آلومینیم	۱	۱/۰۷۵**	۴/۹۰۸**
اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد	۶	۰/۱۱۵ns	۰/۱۵۲ns
اثر متقابل رقم × آلومینیم	۲	۰/۰۹۷ns	۱/۲۱۷ns
اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم	۳	۰/۵۷۵**	۲/۷۳۲**
اثر متقابل رقم× تنظیم کننده رشد × آلومینیم	۶	۰/۰۹۲ns	۰/۳۸۰ns
خطا	۴۶	۰/۱۰۷	۰/۵۱۱

ضریب تغییرات	۴/۶۰۲	۴/۷۱۳

اثر تیمارهای آزمایشی بر طول بلندترین ریشه

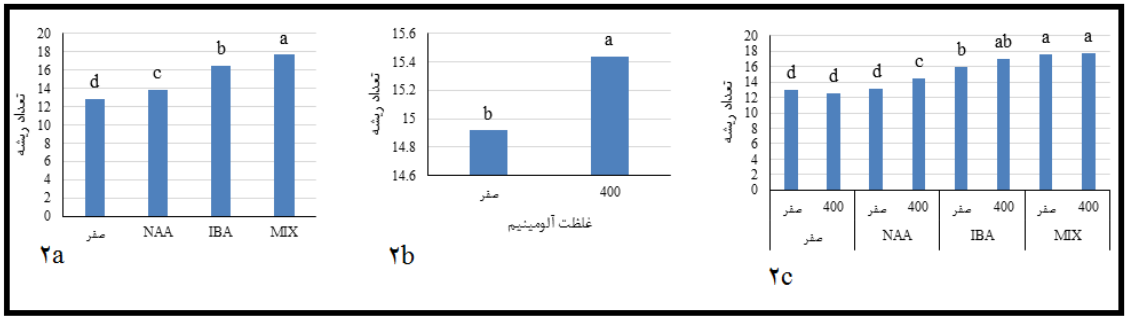
همانطور که در جدول تجزیه واریانس نشان داده شده است شاخصه طول بلندترین ریشه تحت تاثیر رقم، اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد، اثر متقابل رقم × آلومینیم و اثر متقابل رقم× تنظیم کننده رشد × آلومینیم قرار نگرفت. تیمار تنظیم کننده رشد، آلومینیم و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر این شاخصه داری اثر معنی دار بودند. بیشترین طول بلندترین ریشه در تیمار تنظیم کننده رشد مخلوط (NAA ۵۰۰ppm+ IBA ۵۰۰ppm) (۸/۳۰۵ سانتی‌متر) و کمترین در تیمار شاهد (فاقد تنظیم کننده رشد) (۵/۹۸۸ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱a). در تیمار آلومینیم نیز تیمار دارای آلومینیم (۴۰۰ میکرومولار) بیشترین طول بلندترین ریشه (۷/۲۳۳ سانتی‌متر) و کمترین در تیمار فاقد آلومینیم (۶/۹۸۸ سانتی‌متر) دیده شد (شکل ۱b). در مقایسه اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز بیشترین طول بلندترین ریشه در ترکیب مخلوط دو تنظیم کننده رشد (NAA ۵۰۰ppm+ IBA ۵۰۰ppm) و آلومینیم ۴۰۰ میکرومولار (۸/۶۱۱ سانتی‌متر) و کمترین در ترکیب فاقد تنظیم کننده رشد و آلومینیم ۴۰۰ میکرومولار (۵/۹۷۷ سانتی‌متر) بوده است (شکل ۱c).



شکل ۱- مقایسه میانگین تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بر طول بلندترین ریشه (۱a)، آلومینیم بر طول بلندترین ریشه (۱b) و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر طول بلندترین ریشه (۱c).

اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد ریشه

همانطور که در جدول تجزیه واریانس نشان داده شده است شاخصه تعداد ریشه تحت تاثیر رقم، اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد، اثر متقابل رقم × آلومینیم و اثر متقابل رقم× تنظیم کننده رشد × آلومینیم قرار نگرفت. تیمار تنظیم کننده رشد، آلومینیم و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر این شاخصه داری اثر معنی دار بودند. بیشترین تعداد ریشه در تیمار تنظیم کننده رشد مخلوط (IBA ۵۰۰ppm +NAA ۵۰۰ppm) ۱۷/۶۴۴ عدد و کمترین در تیمار شاهد (فاقد تنظیم کننده رشد) (۱۲/۷۸۸ عدد) مشاهده شد (شکل ۲a). در تیمار آلومینیم نیز تیمار دارای آلومینیم (۴۰۰ میکرومولار) بیشترین تعداد ریشه (۱۵/۴۳۸ عدد) و کمترین در تیمار فاقد آلومینیم (۱۴/۹۱۶ سانتی‌متر) دیده شد (شکل ۲b). در مقایسه اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز بیشترین تعداد ریشه در ترکیب مخلوط دو تنظیم کننده رشد (۵۰۰ppm IBA +NAA ۵۰۰ppm) و آلومینیم ۴۰۰ میکرومولار (۱۷/۷۱۱ عدد) و کمترین در ترکیب فاقد تنظیم کننده رشد و آلومینیم ۴۰۰ میکرومولار (۱۲/۶۰۰ عدد) بوده است (شکل ۲c).



شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بر تعداد ریشه (۲a)، آلومینیم بر تعداد ریشه (۲b) و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر تعداد ریشه (۲c).

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که روش خوابانیدن هوایی همراه با استفاده از ژل ریشه‌زایی دامون حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد (IBA، NAA و ترکیب آن‌ها) و آلومینیوم، روشی مؤثر برای تکثیر ارقام سریلانکایی چای (ارقام KEN، DN و ۳۰۱۴) است. تأثیر معنی‌دار تنظیم‌کننده‌های رشد و آلومینیوم بر پارامترهای ریشه‌زایی مانند وزن تر و خشک ریشه، طول بلندترین ریشه، و تعداد ریشه‌ها پتانسیل این تکنیک را برای حفظ و تکثیر ژرم‌پلاسم ارزشمند چای، به‌ویژه در ارقامی با ظرفیت ریشه‌زایی پایین را نشان می‌دهد.

عملکرد برتر تیمار ترکیبی (NAA ۵۰۰ppm+ IBA ۵۰۰ppm) با یافته‌های مطالعات قبلی در گونه‌های دیگر همخوانی دارد. به‌عنوان مثال، فیوفیو و همکاران (Fufu et al., 1990) گزارش کردند که مخلوط IBA و NAA به‌طور قابل‌توجهی ریشه‌زایی را در *Camellia chrysantha* گونه‌ای نزدیک به چای را بهبود بخشید، که نشان‌دهنده اثرات هم‌افزایی اکسین‌ها در تحریک تقسیم سلولی و جابجایی کربوهیدرات‌ها به‌طور مؤثرتر از کاربرد تک‌هورمونی است. به همین ترتیب، موآگ‌اینگو و لیولان‌دالا (Mwang'ingo and Lulandala 2011) دریافتند که IBA با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر موفقیت ریشه‌زایی را در *Uapaca kirkiana* افزایش داد و نقش اکسین‌ها را در تشکیل ریشه‌های نابجا تأیید کرد. در این مطالعه، تیمار ترکیبی اکسین احتمالاً تعادل هورمونی را بهینه کرده و محدودیت‌های درون‌زای شاخساره‌های چای را برطرف نموده و موفقیت ریشه‌زایی را افزایش داده است، همان‌طور که روت (Rout, 2006) پیشنهاد کرده بود. استفاده از ژل ریشه‌زایی دامون، برخلاف محلول‌های مایع هورمونی، احتمالاً با حفظ غلظت پایدار تنظیم‌کننده‌های رشد در محل ریشه‌زایی و جلوگیری از پخش شدن آن‌ها در بستر مرطوب کوکوپیت-پرلیت، به موفقیت بالای ریشه‌زایی کمک کرده است. این با روش‌های مدرن تکثیر که در آن‌ها فرمولاسیون‌های ژلی کارایی جذب هورمون را افزایش می‌دهند استان‌کووا و همکاران (Stankova et al., 2022) همخوانی دارد.

منابع

Chen, J.S., Thseng, F.M. and Ko, W.H. 1990. Improvement of survival and subsequent growth of tea cuttings. Journal of Horticultural Sciences, 25(3): 305–306.

Fufu, L., Chaozuo, D. and Jingdong, Z. 1990. Effect of auxin treatment on rooting of air layering for *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyama. Journal of Beijing Forestry University (China).

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. Jr. and Geneve, R.L. 2011. *Plant Propagation: Principles and Practices*. 8th ed. Pearson Education Inc., New Jersey.

Jiang, Y.S., Wei, X., Qi, X.X., Tang, H., Cheng, Z.Y. and Cai, S.F. 2010. Study on air layering technique of *Camellia nitidissima*. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 1.

Mwang'ingo, P.P. and Lulandala, L.L. 2011. Air layering and its potential in propagating *Uapaca kirkiana*: A fruit tree from the miombo woodland, Tanzania. Southern Forests: A Journal of Forest Science, 73(2): 67–71.

Rajasekar, R. and Sharma, V.S. 1989. Interaction between IBA, certain micro-nutrients and phenolic acids in relation to rooting of tea cuttings. Sri Lanka Journal of Tea Science (SLJTS), 58(1): 25–39.

Rout, G.R. 2006. Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and associated biochemical changes. Plant Growth Regulation, 48: 111–117.

Stankova, T., Panchev, I. and Georgieva, M. 2022. Development of rooting gel formulations for enhanced propagation efficiency in woody plants. Scientia Horticulturae, 295.

Wiesman, Z., Riov, J. and Epstein, E. 1988. Comparison of movement and metabolism of indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in mung bean cuttings. Physiologia Plantarum, 74(3): 556–560.

Zenginbal, H. and Özcan, M. 2014. The effects of cutting time, bud number and IBA concentration on the rooting of kiwifruit cuttings. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 29(1): 1–11.

Zenginbal, H., Haznedar, A. and Dolgun, O. 2014. Effects of indole-3-butyric acid (IBA) and cutting type on rooting of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze. American Journal of Experimental Agriculture, 4(12): 1935–1943.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of Air Layering for the Propagation of Endangered Tea Plants

Shahin Jahangirzadeh Khiavi[1*], Korosh Falakro[1], Sayed Komeil Sayed Shourbalal[2]
1. Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research,Education and Extension Organization (AREEO), Lahijan, Iran
2. Department of Agriculture Research and Development (R&D), Sabz Royesh Damoon Agriculture Company, Mobarakeh Industrial Zone, Isfahan, Iran
Corresponding Author: shjahangirzadeh@gmail.com

Abstract

The conservation of tea germplasms is of paramount importance due to the limited genetic diversity and susceptibility to erosion of tea in Iran, posing a significant threat to food security and sustainable production. Successful propagation of these germplasms through asexual methods can prevent the loss of valuable plants. This study investigated the propagation of Sri Lankan tea cultivars (KEN, DN, and 3014) available in the Tea Research Institute's collection using air layering and the application of Damon rooting gel. The experiment examined the effect of two plant growth regulators, IBA and NAA, and their equal combination, with/without the element aluminum, on the propagation of these three Sri Lankan cultivars using the air layering technique. The treatments comprised 1000 ppm of growth regulator with/without 400 µM aluminum, along with a control treatment, resulting in a total of 24 treatments with three replications, arranged in a factorial design with three factors (cultivar, growth regulator, and aluminum). After wounding, the shoots were covered with rooting gel and placed in a moist coco peat-perlite substrate. Two characteristics, the length of the longest root and the number of roots, were measured after 18 months. The results demonstrated that the application of growth regulators and aluminum significantly increased various rooting traits. The highest values for the length of the longest root (8.305 cm) and the number of roots (17.644) were observed in the combined IBA+NAA treatment. Furthermore, the presence of aluminum at a concentration of 400 µM significantly enhanced root biomass and root length. The interaction effects of the growth regulator combination and aluminum were also statistically significant for the studied traits, with the IBA+NAA combination along with aluminum exhibiting the best performance in these parameters. These findings suggest that air layering using rooting gel containing growth regulators and aluminum is an effective method for propagating tea cultivars with low rooting ability and can be applied in the conservation and propagation of valuable germplasms of this plant.

Keywords: Camellia sinensis, Plant propagation, Rooting gel, IBA, NAA, Aluminum, Salicylic acid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد ژل ریشه‌زایی برای تسهیل تشکیل ریشه‌های نابجا در قلمه‌های چای

شاهین جهانگیرزاده خیاوی[1*]، سید کمیل سید شوربلال[2] و سیده متین سید شوربلال[2]

۱- پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

۲- گروه تحقیق و توسعه کشاورزی (RandD)، شرکت کشاورزی سبز رویش دامون، شهرک صنعتی مبارکه، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *shjahangirzadeh@gmail.com*

چکیده

حفاظت و نگهداری ژرم‌پلاسم‌های گیاهان برای استفاده از آنها در کارهای اصلاحی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. متاسفانه ژرم‌پلاسم چای در ایران بسیار محدود بوده و بسیاری از این بوته‌ها در حال ازبین بین رفتن هستند. لذا تکثیر و ازدیاد آنها با استفاده از روش‌های تکثیر غیر جنسی که با موفقیت همراه باشد در این امر مفید است. روش متداول تکثیر بوته‌های چای استفاده از قلمه بصورت تک گره به همراه یک برگ است که بدلیل سخت ریشه‌زا بودن بوته چای این امر با تلفات زیادی عموما همراه است. برای بهبود عملکرد تکثیر بوته‌های چای ژرم‌پلاسم موجود در ایستگاه تحقیقات چای کاشف (کلکسیون ارقام سریلانکایی) آزمایشی با استفاده از ژل ریشه‌زایی شرکت سبز رویش دامون با تغییراتی در این ژل طراحی و اجرا گردید. در این آزمایش اثر دو تنظیم کننده رشد IBA، NAA و ترکیب آنها IBA+NAA با و بدون عنصر آلومینیم بر روی سه رقم سریلانکایی (KEN، DN و ۳۰۱۴) در روش تکثیر چای با استفاده از روش قلمه زنی بررسی شد. تیمارها شامل ۱۰۰۰ppm از هر تنظیم کننده رشد و یک تیمار ترکیبی از دو تنظیم کننده رشد با غلظت‌های مساوی با و بدون آلومینیم ۴۰۰µM میکرومولار و یک تیمار شاهد در مجموع ۲۴ تیمار و سه تکرار بصورت آزمایش فاکتوریل با سه عامل (رقم، تنظیم کننده رشد و آلومینیم) اجرا شد. برای سهولت کار هر یک از تیمارها را به ژل پایه سفارشی اضافه شدند. شاخصه‌های مورد بررسی شامل طول بلندترین ریشه و تعداد ریشه تولیدی بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد کاربرد تنظیم کننده‌های رشد، آلومینیم و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر شاخصه‌ها معنی دار بودند. بر اساس داده‌های بدست آمده مشخص گردید کاربرد تنظیم کننده رشد بصورت مخلوط (۵۰۰ppm IBA +۵۰۰ppm NAA) و عنصر آلومینیم (۴۰۰µM) می‌تواند برای ریشه‌زایی بهتر قلمه‌های چای بدون در نظر گرفتن رقم در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: آلومینیوم، تکثیر نباتات، سالیسیلیک اسید، ژل ریشه‌زایی، *Camellia sinensis*، IBA، NAA.

مقدمه

گیاه چای با نام علمی *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze از خانواده Theaceae یکی از مهم‌ترین محصولات تولید کننده نوشیدنی در جهان است (Ertürk et al., 2008). کشور ایران به عنوان یکی از تولید کنندگان محصول چای در جهان است، اما تولید این محصول در ایران بسیار کم است به دلایل متفاوت مانند کهولت بوته‌ها و عدم جایگزینی آنها با بوته‌های اصلاح شده و تبدیل باغ‌های سنتی به باغ‌های مدرن و مکانیزه که این امر می‌تواند به علت عدم وجود نهال با کیفیت بالا و سایر دلایل تولید و توزیع نهال باشد (Zenginbal et al., 2014). در باغ‌های چای ایران، عمدتاً خلوص ژنتیکی بذرها به دلیل نهال‌های گیاهی تکثیر شده بذری وجود ندارد (بی نام، ۱۳۹۴). به طور کلی گونه‌های چینی در باغ‌ها غالب بوده و علاوه بر این، بسیاری از انواع دیگر با اشکال مختلف مورفولوژی، فیزیولوژی، کیفیت و عملکرد مشاهده می‌گردند (خیاوی و همکاران، ۱۳۹۷). ادامه تکثیر چای توسط بذر به طور اجتناب ناپذیری منجر به انواع کم بازده و با کیفیت جدید می‌شود (Özbek etl., 1961، Ayfer et al., 1987، Ayfer et al., 1987، Altındal et al., 2002). به همین دلایل امروزه چای از طریق تکثیر رویشی پرورش داده می‌شود.

به طور معمول، گیاه چای از طریق ریشه زایی قلمه‌های چوب سخت و نیمه سخت، پیوند جوانه، پیوند شاخه و خوابانیدن هوا تکثیر می‌شوند (Willson and Clifford, 2012). عمدتاً از قلمه‌های نیمه سخت برای تکثیر در مقیاس بزرگ استفاده می‌شود (Willson and Clifford, 2012). بسیاری از تکثیرکنندگان از ۶ تا ۸ گره اول شاخه‌های تازه در حال رشد به دلیل مشکل در ریشه زدن برای تکثیر استفاده

نمی‌کنند. بهره برداری تجاری از قلمه‌های گره نابالغ با تلفات سنگین در طی مراحل ریشه زایی و سازگار شدن محدود می‌شود و قلمه‌های معمولی بدون تیمار با تنظیم کننده‌های رشد گیاه نیز برای ریشه زایی مشکل هستند (GdtE, 2014، Kinez, 1967، Rout, 2006).

موفقیت ریشه زایی قلمه‌ها تحت تأثیر عوامل زیادی مانند نوع قلمه، رطوبت، کنترل دما، زمان قلمه گیری، استفاده از سایه، محیط ریشه زایی و عوامل ساختاری مواد، تیمارهای مواد رشد، برخی تیمارهای شیمیایی و عوامل محیطی و غیره قرار گرفته است (Rout, 2006، Rajasekari et al., 1989، Chen et al., 1990، Hartmann et al., 2002). همچنین شناخته شده است که اکسین مستقیماً در فرآیند تشکیل ریشه تصادفی در قلمه‌ها دخالت دارد (Rout, 2006، Wiesmann et al., 1988، Zenginbal et al., 2014). در گیاهان به طور طبیعی هورمون گیاهی ایندول استیک اسید (IAA) در برگ‌ها و شاخه‌های جوان تولید می‌شود (Scott, 2013) که این هورمون گیاهی به ریشه‌دار شدن قلمه‌های آن گیاه کمک می‌نماید، اما در برخی گونه‌ها به دلیل وجود موانعی در ریشه‌زایی مانند وجود حلقه کاسپاری، کمبودن نسبت هومرن اکسین، کاربرد برون‌زای (خارجی) اکسین برای بهبود ریشه‌زایی نیاز است (Hartmann et al., 2002).

کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر ایندول-بوتریک اسید (IBA) و نفتالین استیک اسید (NAA) در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌صورت ترکیبی، ریشه‌زایی قلمه‌های چای را به‌طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد (آزادی و همکاران، ۱۳۹۹). اکسین‌های مصنوعی (IBA، Rootone-F) و طبیعی (ادرار بز، عصاره موسیر) با غلظت ۶۰۰۰ppm IBA، درصد ریشه‌زایی و سطح برگ را افزایش داده و ادرار بز (۱۰٪) طول ریشه را بهبود می‌بخشد (Sarjiyah et al., 2020). مکانیسم‌های هورمونی، سیگنال‌های NO و H2O2، و ترکیبات فنولی در تشکیل ریشه نابجا نقش کلیدی دارند و روش خوابانیدن هوایی با پودر ABT-1 (1000 ppm) تکثیر چای را تسهیل می‌کند (Wei et al., 2019; Li et al., 2011). غلظت‌های ۷۵-۳۰۰۰ ppm IBA در محیط کشت MS و بسترهای مختلف، درصد ریشه‌زایی (تا ۹۷٪)، تعداد و طول ریشه را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد (Rout, 2006; Waheed et al., 2010).

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در ریشه‌زایی قلمه‌ها نقش کلیدی دارند و اغلب به‌صورت محلول یا ژل استفاده می‌شوند. در روش محلول، قلمه‌ها در تنظیم‌کننده فرو برده شده و در بستر کشت قرار می‌گیرند، اما آبیاری بستر ممکن است باعث انتشار و هدررفت این مواد شود. ژل‌های ریشه‌زایی با حفظ تنظیم‌کننده‌ها در محل تماس با قلمه، جذب تدریجی آن‌ها را تسهیل کرده و شانس ریشه‌زایی را افزایش می‌دهند. شرکت سبز رویش دامون با همکاری پژوهشکده چای، ژل ریشه‌زایی اختصاصی برای گیاه چای، که تکثیر آن با قلمه تک‌گره دشوار است، تولید کرد. این ژل با ترکیباتی نظیر IBA، NAA، آلومینیم و سالیسیلیک اسید و با تغییر نسبت‌های تنظیم‌کننده‌ها در ژل پایه فرموله شد. آزمایش‌ها نشان داد این ژل درصد و سرعت ریشه‌زایی را بهبود بخشیده و با جلوگیری از هدررفت مواد، موفقیت تکثیر چای را افزایش داد. این نوآوری گامی مؤثر در تکثیر گیاهان دشوار است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از تیر ماه ۱۴۰۱ تا بهمن ماه ۱۴۰۳ در ایستگاه تحقیقات چای کاشف سیاهکل (ازبرم) پژوهشکده چای انجام شد. آزمایش در یک مرحله انجام گردید که در آن، ریشه‌زایی قلمه‌های تک گره بوته‌های چای وارداتی سریلانکایی (KEN، DN و ۳۰۱۴) مد نظر بود. آبیاری گلدان‌های حاوی قلمه‌های کشت شده تا زمان تولید کالوس و ریشه‌زایی به صورتی انجام شد که همیشه رطوبت نسبی در حد مطلوبی باشد. شدت متعادل نور، رطوبت، دمای بستر و قلمه‌ها در طول فصل‌های مختلف سالهای آزمایش با ایجاد سایبان (چتایی) روی خزانه‌ها تامین شد.

جهت تهیه قلمه بوته‌های مادری در سال قبل (۱۴۰۰) تحت هرس سرشاخه‌دهی قرار گفتند و در تابستان ۱۴۰۱ (مرداد ماه) اقدام به سرشاخه برداری و تهیه قلمه تک گره از سرشاخه‌ها گردید. سرشاخه‌ها به قطعات کوچکتر تقسیم شده که منجر به تهیه قلمه‌های یک گره با تک برگ در هر بخش شد (قلمه استاندارد تک گره چای) که ازاین قلمه‌های تک گره برای آزمایش ریشه زایی استفاده شد. در زمان کشت قلمه‌ها در بستر انتهای هر قلمه داخل ژل‌های ریشه‌زایی سفارش داده شده (ژل استفاده شده بر اساس تیمارها توسط شرکت تهیه و دارای سالیسیلیک اسید برای حفاظت از عوامل بیماری‌زا بود) فرو برده و سپس در بستر کشت شدند. در این آزمایش اثر دو تنظیم کننده رشد گیاهی

موثر در ریشه‌زایی IBA، NAA و ترکیب برابر آنها؛ با/بدون عنصر آلومینیم بر روی سه رقم سریلانکایی (KEN، DN و ۳۰۱۴) در روش تکثیر قلمه گیاه چای بررسی شد.

تیمارها شامل ۱۰۰۰ppm از هر هورمون و یک تیمار ترکیبی از دو هورمون با غلظت‌های مساوی با/بدون آلومینیم ۴۰۰µM و دو تیمار شاهد ژل فاقد هر گونه ماده و ژل حاوی آلومینیوم در مجموع ۲۴ تیمار و سه تکرار بصورت آزمایش فاکتوریل با سه عامل (رقم، تنظیم کننده رشد و آلومینیم) اجرا شد. برای سهولت کار هر یک از تیمارهای تنظیم کننده رشد و آلومینیم به ژل پایه سفارشی اضافه شدند. . جدول ۱ عامل‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. پس از گذشت حدود ۱۸ ماه از زمان کشت قلمه‌ها در بستر، قلمه‌های ریشه‌دارشده بادقت ازبسترکاشت خارج و شاخصه‌های طول بلندترین ریشه، تعداد ریشه تولیدی اندازه گیری شد و آنالیز با برنامه آنالیزی SAS صورت پذیرفت. مقایسه میانگین با آزمون توکی صورت پذیرفت.

جدول ۱- عامل‌های مورد بررسی و سطح آن‌ها.

ردیف عامل	نام عامل	سطوح هر عامل
عامل اول	رقم	KEN
		DN
		3014
عامل دوم	نوع تنظیم کننده رشد با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر	بدون تنظیم کننده
		IBA
		NAA
		IBA+NAA
عامل سوم	آلومینیم	بدون آلومینیم
		۴۰۰ میکرومولار

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول شماره ۲) نشان می‌دهد اثر رقم بر شاخصه‌های مورد بررسی بی معنی بود، اما کاربرد تنظیم کننده‌های رشد بر تمام شاخصه‌ها در سطح ۱ درصد معنی دار بود و کاربرد آلومینیم در شاخصه طول بلندترین ریشه در سطح ۱ درصد معنی دار و برای صفت تعداد ریشه در سطح ۵ درصد معنی دار بود. اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز برای صفات در سطح ۱ درصد معنی دار شد. اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز برای صفات بی معنی شد.

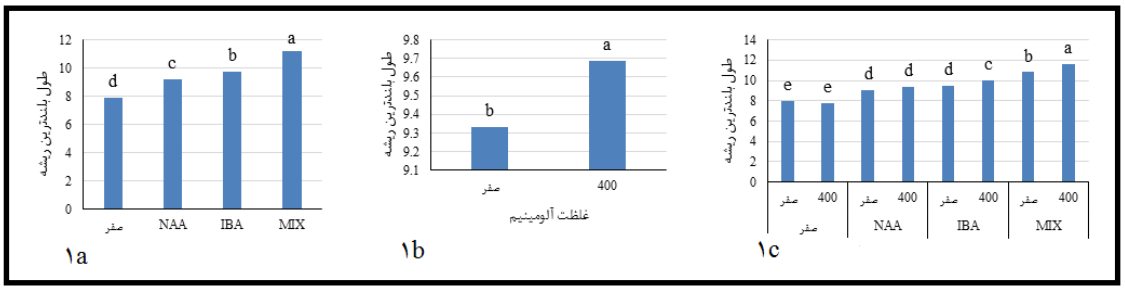
جدول ۲ – نتایج تجزیه واریانس اثر رقم، تنظیم کننده‌های رشد اکسینی IBA، NAA و نسبت برابر آنها و آلومینیم بر ریشه‌زایی قلمه گیاه چای

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		طول بلندترین ریشه	تعداد ریشه
بلوک	۲	۰/۳۷*	۴/۱۹*
رقم	۲	۰/۱۷ ns	۱/۳۹ns
تنظیم کننده رشد	۳	۳۳/۷۰**	۱۸۵/۵۹**
آلومینیم	۱	۲/۳۱**	۷/۶۰*
اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد	۶	۰/۲۲ ns	۰/۸۲ns
اثر متقابل رقم × آلومینیم	۲	۰/۰۷ns	۰/۳۵ns

اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم	۳	۰/۷۷**	۵/۸۶**
اثر متقابل رقم× تنظیم کننده رشد × آلومینیم	۶	۰/۲۱ns	۰/۸۹ns
خطا	۴۶	۰/۱	۱/۱۴
ضریب تغییر		۳/۳۷	۱۱/۸۲

اثر تیمارهای آزمایشی بر طول بلندترین ریشه

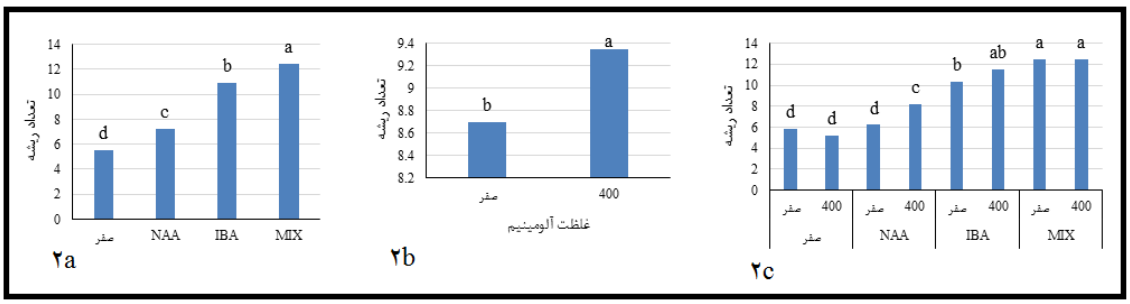
همانطور که در جدول تجزیه واریانس نشان داده شده است شاخصه طول بلندترین ریشه تحت تاثیر رقم، اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد، اثر متقابل رقم × آلومینیم و اثر متقابل رقم× تنظیم کننده رشد × آلومینیم قرار نگرفت. تیمار تنظیم کننده رشد، آلومینیم و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر این شاخصه داری اثر معنی دار بودند. بیشترین طول بلندترین ریشه در تیمار تنظیم کننده رشد مخلوط (NAA ۵۰۰ppm+ IBA ۵۰۰ppm) (۱۱/۲۱cm) و کمترین در تیمار شاهد (فاقد تنظیم کننده رشد) (۷/۹cm) مشاهده شد (شکل ۱a). در تیمار آلومینیم نیز تیمار دارای آلومینیم (۴۰۰µM) بیشترین طول بلندترین ریشه (۹/۶۹cm) و کمترین در تیمار فاقد آلومینیم (۹/۳۳cm) دیده شد (شکل ۱b). در مقایسه اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز بیشترین طول بلندترین ریشه در ترکیب مخلوط دو تنظیم کننده رشد (NAA ۵۰۰ppm+ IBA ۵۰۰ppm) و آلومینیم ۴۰۰µM (۱۱/۶۰cm) و کمترین در ترکیب فاقد تنظیم کننده رشد و آلومینیم صفر (۸/۰۰cm) بوده است (شکل ۱c).



شکل ۱- مقایسه میانگین تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بر طول بلندترین ریشه (۱a)، آلومینیم بر طول بلندترین ریشه (۱b) و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر طول بلندترین ریشه (۱c).

اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد ریشه

همانطور که در جدول تجزیه واریانس نشان داده شده است شاخصه تعداد ریشه تحت تاثیر رقم، اثر متقابل رقم × تنظیم کننده رشد، اثر متقابل رقم × آلومینیم و اثر متقابل رقم× تنظیم کننده رشد × آلومینیم قرار نگرفت. تیمار تنظیم کننده رشد، آلومینیم و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر این شاخصه داری اثر معنی دار بودند. بیشترین تعداد ریشه در تیمار تنظیم کننده رشد مخلوط (IBA ۵۰۰ppm +NAA ۵۰۰ppm) (۱۲/۴۵ عدد) و کمترین در تیمار شاهد (فاقد تنظیم کننده رشد) (۵/۵۳ عدد) مشاهده شد (شکل ۲a). در تیمار آلومینیم نیز تیمار دارای آلومینیم (۴۰۰µM) بیشترین تعداد ریشه (۹/۳۵ عدد) و کمترین در تیمار فاقد آلومینیم (۸/۷۰ سانتی‌متر) دیده شد (شکل ۲b). در مقایسه اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم نیز بیشترین تعداد ریشه در ترکیب مخلوط دو تنظیم کننده رشد (IBA ۵۰۰ppm +NAA ۵۰۰ppm) و آلومینیم ۴۰۰µM (۱۲/۴۶ عدد) و کمترین در ترکیب فاقد تنظیم کننده رشد و آلومینیم ۴۰۰µM (۵/۲۴ عدد) بوده است (شکل ۲c).



شکل ۲– مقایسه میانگین تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بر تعداد ریشه (۲a)، آلومینیم بر تعداد ریشه (۲b) و اثر متقابل تنظیم کننده رشد × آلومینیم بر تعداد ریشه (۲c).

این مطالعه به بررسی تکثیر ارقام چای سریلانکایی از طریق قلمه‌های تک‌گره‌ای با استفاده از ژل ریشه‌زایی دامون حاوی اکسین‌ها (IBA، NAA و ترکیب آن‌ها) و آلومینیوم پرداخته است. نتایج نشان داد که تیمار ترکیبی (NAA ۵۰۰ppm+ IBA ۵۰۰ppm) به همراه آلومینیوم (۴۰۰µM) به‌طور معنی‌داری طول بلندترین ریشه و تعداد ریشه‌ها را افزایش داد. این ترکیب هم‌افزایی، زیست‌توده ریشه و رشد ریشه نابجا را بهبود بخشید، که با یافته‌های قبلی هم‌خوانی دارد (Hartmann et al., 2002; Sarjiyah et al., 2020). زنگین‌بال و همکاران (Zenginbal et al., 2014) نیز گزارش کردند که IBA با غلظت بالا طول ریشه را در چای افزایش می‌دهد، اما مطالعه حاضر اثر منحصربه‌فرد ترکیب IBA و NAA را برجسته کرد. افزودن آلومینیوم به ژل ریشه‌زایی، رویکردی نوآورانه بود که احتمالاً با تأثیر بر دسترسی به مواد مغذی و فعالیت آنزیمی، ریشه‌زایی را تقویت کرد (Wei et al., 2019). این اثر سینرژیک با اکسین‌ها، به‌ویژه در افزایش طول ریشه و تعداد ریشه‌ها، در مقایسه با تیمارهای بدون آلومینیوم یا اکسین‌های منفرد، برتری داشت (Waheed et al., 2010). استفاده از ژل ریشه‌زایی سفارشی، جذب پایدار هورمون‌ها را تضمین کرد و نسبت به روش‌های سنتی مایع یا پودری کارایی بیشتری داشت (Rout et al., 2006). این یافته‌ها برای بهینه‌سازی تکثیر چای با ریشه‌زایی دشوار ارزشمند است و کاربرد آلومینیوم را به‌عنوان تقویت‌کننده ریشه‌زایی معرفی می‌کند. نتایج با مطالعات پیشین (آزادی و همکاران، ۱۳۹۹) سازگار است و برای تحقیقات کشاورزی و باغبانی قابل استفاده است.

منابع

آزادی گنبد، ر.، جهانگیرزاده خیاوی، ش.، فلک‌رو، ک. و صفایی چایکار، ص. ۱۳۹۹. تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و سولفات روی بر ریشه‌زایی قلمه‌های چای. یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. ۹(۱): ۳۹–۵۲.

بی‌نام. ۱۳۹۴. گزارش ژرم‌پلاسم چای. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی. ۳۰ صفحه.

خیاوی، ش. ج.، فلک‌رو، ک.، آزادی گنبد، ر.، گمار، م.، چاپچی سیاهکلی، ح. و چراغی، ک. ۱۳۹۷. بررسی روابط ژنتیکی ارقام وارداتی و ژنوتیپ‌های انتخابی چای در ایران با استفاده از نشانگرهای مورفولوژی و مولکولی. گزارش نهایی. ۶۳ ص.

Altindal, E. and Balta, F. 2002. Comparison of rooting capabilities of Turkish tea clones. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 26(4): 195–201.

Ayfer, M., Çelik, M., Çelik, H., Erden, M., Tutgaç, T. and Mahmutoğlu, H. 1987. The effects of different systems and substrates on the rooting of tea cuttings. International Tea Symposium, 26–28 June, Rize. pp. 16–25.

Ayfer, M., Çelik, M., Çelik, H., Vanlı, H., Tutgaç, T., Turna, T. and Dumanoğlu, H. 1987. The effect of shading materials, collection time and type of cutting on the rooting of tea cuttings. International Tea Symposium, 26–28 June, Rize. pp. 26–34.

Chen, J. S., Thseng, F. M. and Ko, W. H. 1990. Improvement of survival and subsequent growth of tea cuttings. Journal of Horticultural Sciences. 25(3): 305–306.

Erturk, Y., Ercisli, S. E. Z. A. I., Sekban, R., Haznedar, A. and Donmez, M. F. 2008. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of tea (*Camellia sinensis* var. *Sinensis*) cuttings. Romanian Biotechnological Letters. 13(3): 3747–3756.

GdtE. 2014. General Directorate of Tea Enterprises. Accessed 12 October 2014.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies Jr, F. T. and Geneve, R. L. 2002. Plant propagation: Principles and practices. Pearson Education Inc., New Jersey.

Kinez, M. 1967. Tea cultivation. Ministry of Agriculture, General Directorate of Agricultural Affairs, Ankara, Turkey.

Li, F. and Zhang, L. X. 2011. Study on factors influencing development of adventitious root primordium of tea after air layering. Shandong Agricultural Sciences. 9.

Özbek, S., Özsan, M. and Yılmaz, M. 1961. The effect of various hormones on rooting tea cuttings. University of Ankara, Yearbook of the Faculty of Agriculture. 11(2): 175–204.

Rajasekar, R. and Sharma, V. S. 1989. Interaction between IBA, certain micro-nutrients and phenolic acids in relation to rooting of tea cuttings. Sri Lanka Journal of Tea Science. 58(1): 25–39.

Rout, G. R. 2006. Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and associated biochemical changes. Plant Growth Regulation. 48: 111–117.

Sarjiyah, S., Guretna, T. and Samidjo, G. S. 2020. Effects of exogenous auxin on stem cutting growth of tea (*Camellia sinensis*). In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 458, No. 1. IOP Publishing. 012037.

Scott, T. (Ed.). 2013. Plant regulation and world agriculture. Vol. 22. Springer Science and Business Media.

Waheed, A., Ahmad, H., Hamid, F. S. and Ahmad, N. 2010. Co-relation of IBA indole-butyric acid with different media used for early rooting of tea cuttings. Science. 29(1).

Wei, K., Ruan, L., Wang, L. and Cheng, H. 2019. Auxin-induced adventitious root formation in nodal cuttings of *Camellia sinensis*. International Journal of Molecular Sciences. 20(19): 4817.

Wiesman, Z., Riov, J. and Epstein, E. 1988. Comparison of movement and metabolism of indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in mung bean cuttings. Physiologia Plantarum. 74(3): 556–560.

Willson, K. C. and Clifford, M. N. (Eds.). 2012. Tea: Cultivation to consumption. Springer Science and Business Media.

Zenginbal, H. and Özcan, M. 2014. The effects of cutting time, bud number and IBA concentration on the cutting on rooting of kiwifruit. Anadolu Journal of Agricultural Sciences. 29(1): 1–11.

Zenginbal, H., Haznedar, A. and Dolgun, O. 2014. Effects of indole-3-butyric acid (IBA) and cutting type on rooting of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze. American Journal of Experimental Agriculture. 4(12): 1935–1943.

Application of Rooting Gel to Facilitate Adventitious Root Formation in Tea Cuttings

Shahin Jahangirzadeh Khiavi[1*], Sayed Komeil Sayed Shourbalal[2] and Sayedeh Matin Sayed shourbalal[2]
1. Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research,Education and Extension Organization (AREEO), Lahijan, Iran
2. Department of Agriculture Research and Development (RandD), Sabz Royesh Damoon Agriculture Company, Mobarakeh Industrial Zone, Isfahan, Iran
Corresponding Author: shjahangirzadeh@gmail.com

Abstract

The conservation and maintenance of plant germplasm are of paramount importance for their utilization in breeding programs. Unfortunately, tea germplasm in Iran is very limited, and many of these plants are at risk of being lost. Therefore, propagation and multiplication using successful asexual propagation methods are beneficial in this regard. The conventional method for propagating tea plants involves using single-node cuttings with one leaf, which is often associated with high losses due to the recalcitrant rooting nature of tea plants. To improve the propagation efficiency of existing tea germplasm at the Kashef Tea Research Station (Sri Lankan cultivars collection), an experiment was designed and conducted using a rooting gel from Sabz Rooyesh Damoon Company with modifications. This experiment investigated the effects of two plant growth regulators, IBA and NAA, and their combination (IBA+NAA) with and without the element aluminum, on three Sri Lankan cultivars (KEN, DN, and 3014) in tea propagation using cuttings. The treatments included 1000 ppm of each growth regulator and a combination treatment of the two growth regulators at equal concentrations, with and without 400 µM micromolar aluminum, and a control treatment, totaling 24 treatments with three replications in a factorial experiment with three factors (cultivar, growth regulator, and aluminum). For ease of application, each treatment was added to a custom base gel. The assessed traits included the length of the longest root and the number of roots produced. Analysis of variance of the data revealed that the application of growth regulators, aluminum, and the interaction effect of growth regulator × aluminum were significant for the studied traits. Based on the obtained data, it was determined that the application of a mixed growth regulator (500ppm IBA+500ppm NAA) and the element aluminum (400µM) can be considered for improved rooting of tea cuttings, regardless of the cultivar.

Keywords: Aluminum, *Camellia sinensis*, IBA, NAA, Plant propagation, Rooting gel, Salicylic acid.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر و فناوری پلاسما سرد در افزایش ماندگاری و ایمنی بادام فرآوری‌شده: مقاله مروری

امین میرشکاری[1*]، افسانه فرحمندی[2]، بابک مدنی[3] و سید اصغر موسوی قهفرخی[3]

۱ -گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۲- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۳- گروه تحقیقات محصولات زراعی- باغی، سازمان تحقیقات و آموزش منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *a_mirshekari@yu.ac.ir*

چکیده

بادام یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین آجیل‌های جهان به شمار می‌رود که به دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از چربی‌های غیراشباع، پروتئین، و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، ارزش غذایی بالایی دارد. با این حال، این محصول به شدت در معرض فساد اکسیداتیو و آلودگی میکروبی قرار دارد که می‌تواند منجر به کاهش کیفیت، ارزش تغذیه‌ای و ماندگاری آن شود. در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های نوین، پایدار و ایمن برای بهبود شرایط نگهداری و فرآوری بادام مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا، پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر و فناوری پلاسما سرد، به عنوان دو راهکار نوین، غیرحرارتی و دوستدار محیط زیست، قابلیت زیادی در حفظ کیفیت و ایمنی بادام دارند. هدف این مقاله، بررسی جامع مکانیزم عملکرد، کاربردها، مزایا، چالش‌ها و چشم‌اندازهای استفاده از این دو فناوری در صنعت فرآوری بادام است. در این مطالعه مروری، یافته‌های پژوهش‌های علمی موجود مورد تحلیل قرار گرفته است. پوشش‌های خوراکی، با ایجاد سد فیزیکی نسبت به نفوذ اکسیژن و رطوبت، از اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری کرده و به حفظ طراوت محصول کمک می‌کنند. از سوی دیگر، پلاسما سرد با تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن، بار میکروبی سطحی را بدون آسیب به کیفیت حسی محصول کاهش می‌دهد. ترکیب این دو فناوری می‌تواند رویکردی مؤثر و پایدار برای جایگزینی روش‌های سنتی شیمیایی و حرارتی باشد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که استفاده توأم از پوشش‌های زیستی و پلاسما سرد نه‌تنها می‌تواند پایداری و ایمنی بادام را افزایش دهد، بلکه افق‌های جدیدی در توسعه فناوری‌های سبز در صنایع غذایی فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: پلاسما سرد، پوشش خوراکی، بادام، فساد اکسیداتیو، نگهداری مواد غذایی.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis*) یکی از مهم‌ترین آجیل‌های خوراکی در جهان است که به دلیل ترکیب منحصر به فرد مواد مغذی شامل اسیدهای چرب غیراشباع، پروتئین، ویتامین‌ها و مواد معدنی، از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار است .(Ozcan, 2023) این محصول به عنوان یک منبع غنی آنتی‌اکسیدان‌ها و فیبرهای غذایی، نقش مهمی در رژیم غذایی سالم ایفا می‌کند (Kalita et al., 2018) با این حال، بادام به دلیل محتوای بالای چربی‌های چند غیراشباع، به ویژه اسیدهای لینولئیک و اولئیک، مستعد اکسیداسیون چربی است که می‌تواند منجر به ایجاد طعم ماندگی، تغییر رنگ و کاهش ارزش تغذیه‌ای شود .(Wang et al., 2023) علاوه بر این، آلودگی میکروبی سطح بادام، به ویژه توسط کپک‌ها و مخمرها، می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را تهدید کرده و ماندگاری محصول را کاهش دهد (Mir et al., 2023) . در سال‌های اخیر، توجه زیادی به توسعه روش‌های نوین و غیرحرارتی برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری محصولات غذایی از جمله بادام شده است. یکی از این روش‌ها، استفاده از پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر است که می‌تواند به عنوان یک مانع فیزیکی در برابر نفوذ اکسیژن، رطوبت و میکروارگانیسم‌ها عمل کند (Nunes et al., 2023). پوشش‌های خوراکی معمولاً از مواد طبیعی مانند پلی‌ساکاریدها (آلژینات، کیتوزان) پروتئین‌ها و لیپیدها ساخته می‌شوند و می‌توانند با افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها و عوامل ضد میکروبی عملکرد خود را بهبود

بخشند .(Atarres et al., 2016) این پوشش‌ها علاوه بر حفظ کیفیت حسی، به کاهش استفاده از بسته‌بندی‌های پلاستیکی کمک کرده و به توسعه پایدار صنایع غذایی یاری می‌رسانند(Jahangiri et al., 2024).

از سوی دیگر، فناوری پلاسما سرد به عنوان یک فناوری نوین غیرحرارتی، با استفاده از گازهای یونیزه شده، قادر است بار میکروبی سطح محصولات غذایی را به طور مؤثر کاهش دهد بدون اینکه به کیفیت حسی یا ترکیبات مغذی آسیب برساند (Katsigiannis et al., 2023). پلاسما سرد به ویژه در صنایع آجیل و خشکبار برای کنترل کپک، مخمر و باکتری‌ها کاربرد یافته است و می‌تواند به کاهش آفلاتوکسین‌ها نیز کمک کند (Gavahian and Cullen, 2020). این فناوری به دلیل عدم نیاز به مواد شیمیایی و مصرف انرژی پایین، از نظر زیست‌محیطی نیز بسیار مورد توجه است. ترکیب پوشش‌های خوراکی و تیمار پلاسما سرد، به عنوان یک رویکرد هم‌افزا، می‌تواند ماندگاری و ایمنی بادام فرآوری‌شده را به طور چشمگیری افزایش دهد. پوشش‌ها با ایجاد مانع فیزیکی، شرایط مناسبی برای حفظ کیفیت فراهم می‌کنند و پلاسما سرد با کاهش بار میکروبی، ایمنی محصول را تضمین می‌نماید (Akhavan Mahdavi et al., 2023). با این حال، برای پیاده‌سازی این فناوری‌ها در مقیاس صنعتی، نیاز به تحقیقات بیشتری در زمینه بهینه‌سازی فرمولاسیون پوشش‌ها، پارامترهای تیمار پلاسما و ارزیابی اقتصادی و زیست‌محیطی آن‌ها وجود دارد (Reema et al., 2023). مطالعات مختلف، تأثیر مثبت هر یک از این فناوری‌ها را به صورت مجزا بر ایمنی و کیفیت بادام تأیید کرده‌اند، اما بررسی هم‌افزایی عملکرد آن‌ها در کنار یکدیگر، به ویژه در مقیاس صنعتی، همچنان نیازمند پژوهش‌های جامع‌تری است. بر این اساس، هدف کلی پژوهش حاضر، بررسی جامع مزایا، چالش‌ها و چشم‌اندازهای استفاده ترکیبی از پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر و فناوری پلاسما سرد در بهبود کیفیت و ایمنی بادام فرآوری‌شده می‌باشد.

۱- پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر

۱-۱- انواع پوشش‌های خوراکی مورد استفاده در بادام

- پوشش‌های بر پایه پلی‌ساکاریدها مانند کیتوزان، آلژینات، صمغ بادام و کربوکسی‌متیل سلولز
- پوشش‌های بر پایه پروتئین‌ها و لیپیدها.
- افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (مانند عصاره پوست بادام زمینی، روغن زنجبیل) برای افزایش خاصیت ضد اکسیداسیونی (Akhavan mahdavi et al., 2023).

۱-۲- اثر پوشش‌ها بر ماندگاری و کیفیت بادام

- کاهش نفوذ اکسیژن و رطوبت به مغز بادام و در نتیجه کاهش سرعت اکسیداسیون چربی‌ها و تأخیر در ایجاد طعم ماندگی.
- بهبود ظاهر بادام (افزایش جلای سطحی) و حفظ بافت طی نگهداری (Ozcan, 2023) .
- پوشش‌های حاوی آنتی‌اکسیدان، به ویژه اسید آسکوربیک و اسید سیتریک، بیشترین تأثیر را در کاهش اکسیداسیون نشان داده‌اند.
- پوشش‌های خوراکی می‌توانند جایگزین مناسبی برای بسته‌بندی‌های پلاستیکی و مواد نگهدارنده شیمیایی باشند و به کاهش ضایعات محیط‌زیستی کمک کنند(Wang et al., 2023).

۲- فناوری پلاسما سرد در فرآوری بادام

۲-۱- اصول و مزایا

- پلاسما سرد یک فناوری غیرحرارتی است که با استفاده از گازهای یونیزه شده (مانند نیتروژن یا اکسیژن)، میکروارگانیسم‌های سطحی را غیرفعال می‌کند بدون آنکه کیفیت حسی یا تغذیه‌ای محصول کاهش یابد (Gavahian and Cullen, 2020) .
- این فناوری قادر به کاهش بار میکروبی، کپک و مخمرها و حتی آفلاتوکسین در محصولات آجیل از جمله بادام و پسته است (Mir et al., 2023).

۲-۲- ترکیب پلاسما سرد و پوشش خوراکی

- مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب پوشش خوراکی (مانند کیتوزان) و تیمار پلاسما سرد، اثر هم‌افزایی بر کاهش آلودگی میکروبی، حفظ بافت و کاهش اکسیداسیون چربی‌ها دارد. این ترکیب می‌تواند ماندگاری بادام را به طور قابل توجهی افزایش داده و بدون ایجاد تغییرات نامطلوب در طعم و بو، کیفیت محصول را حفظ کند(Akhavan-Mahdavi et al., 2023).

چالش‌ها و آینده‌پژوهی

با وجود مزایای قابل توجه پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر و فناوری پلاسما سرد در فرآوری بادام، چالش‌های متعددی در مسیر توسعه و کاربرد صنعتی این فناوری‌ها وجود دارد که باید به آن‌ها توجه شود.

بهینه‌سازی فرمولاسیون پوشش‌های خوراکی

انتخاب مواد تشکیل‌دهنده پوشش و نسبت آن‌ها به یکدیگر، تأثیر مستقیم بر خواص فیزیکی، مکانیکی و عملکرد ضد اکسیداسیونی و ضد میکروبی پوشش دارد .(Nunes et al., 2023) به عنوان مثال، پوشش‌های بر پایه کایتوسان به دلیل خواص ضد میکروبی طبیعی، گزینه مناسبی هستند اما ممکن است بر طعم و بافت بادام تأثیر بگذارند .(Ataris et al., 2016) افزودن پلاستیسایزرها و ترکیبات فعال باید به گونه‌ای انجام شود که تعادل بین محافظت و حفظ ویژگی‌های حسی محصول حفظ شود.

۲-۳- پارامترهای تیمار پلاسما سرد

تعیین زمان، شدت، نوع گاز و فاصله نمونه تا منبع پلاسما، از عوامل کلیدی در اثربخشی تیمار پلاسما سرد است . تیمار بیش از حد ممکن است به ساختار سطحی بادام آسیب زده و باعث تغییر رنگ یا طعم شود، در حالی که تیمار ناکافی، اثر ضد میکروبی مطلوب را ایجاد نمی‌کند. بنابراین، بهینه‌سازی این پارامترها برای هر نوع محصول ضروری است(Katsigiannis et al., 2023).

۲-۴- سازگاری پوشش و پلاسما سرد

ترکیب پوشش خوراکی و تیمار پلاسما سرد نیازمند بررسی تعاملات فیزیکی و شیمیایی بین این دو فناوری است. برخی پوشش‌ها ممکن است مانع نفوذ اثرات پلاسما شوند یا بالعکس، تیمار پلاسما می‌تواند ساختار پوشش را تغییر دهد .(Akhavan mahdavi et al., 2023)

۳- ارزیابی اقتصادی و مقیاس‌پذیری

با وجود پیشرفت‌های آزمایشگاهی، پیاده‌سازی این فناوری‌ها در مقیاس صنعتی با چالش‌های اقتصادی همراه است. هزینه مواد اولیه پوشش‌ها، تجهیزات پلاسما سرد و نیروی انسانی متخصص باید در مقابل مزایای افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات سنجیده شود . همچنین، آموزش و پذیرش این فناوری‌ها توسط تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان از اهمیت بالایی برخوردار است (Reema et al., 2022).

۴- ملاحظات زیست‌محیطی و ایمنی

پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر به عنوان جایگزینی برای پلاستیک‌های غیرقابل بازیافت مطرح هستند، اما باید اطمینان حاصل شود که مواد پوشش در طول فرآوری و نگهداری، تغییرات نامطلوبی ایجاد نمی‌کنند (Jahangiri et al., 2024). همچنین، فناوری پلاسما سرد باید به گونه‌ای طراحی شود که هیچ گونه بقایای مضر یا تغییرات شیمیایی ناخواسته در محصول ایجاد نکند.

۵- مقررات و استانداردها

توسعه استانداردهای بین‌المللی و ملی برای استفاده از پوشش‌های خوراکی و فناوری پلاسما سرد در صنایع غذایی، از جمله بادام، ضروری است تا اطمینان از ایمنی و کیفیت محصولات تضمین شود.(FAO/WHO, 2023) .

نتایج و بحث

پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر و فناوری پلاسما سرد، هر یک به تنهایی و در ترکیب با هم، راهکارهای نوین و مؤثری برای افزایش ماندگاری و ایمنی بادام فرآوری‌شده ارائه می‌دهند. پوشش‌های خوراکی با ایجاد مانع فیزیکی در برابر اکسیژن و رطوبت، فرآیند اکسیداسیون چربی‌ها را کند کرده و از تغییرات حسی ناخواسته جلوگیری می‌کنند. افزودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی به پوشش‌ها، عملکرد محافظتی آن‌ها را بهبود می‌بخشد. فناوری پلاسما سرد، با غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌های سطحی، به طور مؤثری بار میکروبی را کاهش داده و ایمنی محصول را تضمین می‌کند بدون آنکه کیفیت حسی یا ترکیبات مغذی بادام را تحت تأثیر قرار دهد. ترکیب این دو فناوری، با اثر هم‌افزا، می‌تواند ماندگاری بادام را به طور قابل توجهی افزایش دهد و به کاهش استفاده از مواد شیمیایی نگهدارنده و بسته‌بندی‌های پلاستیکی کمک کند. این رویکرد نه تنها از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی مقرون به صرفه است، بلکه پاسخگوی نیازهای بازار به محصولات سالم‌تر و پایدارتر نیز می‌باشد.

با این حال، برای تحقق کامل پتانسیل این فناوری‌ها، تحقیقات بیشتری در زمینه بهینه‌سازی فرمولاسیون پوشش‌ها، پارامترهای تیمار پلاسما، ارزیابی اثرات طولانی‌مدت و مقیاس‌پذیری صنعتی ضروری است. همچنین، تدوین استانداردهای ایمنی و مقررات مربوطه، آموزش تولیدکنندگان و آگاهی‌بخشی به مصرف‌کنندگان، از عوامل کلیدی در موفقیت این فناوری‌ها خواهد بود.

منابع

Atarés, L., Chiralt, A. and McElhatton, A. 2016. Use of edible coatings, a novel preservation method for nuts. Modernization of Traditional Food Processes and Products. pp. 93–101.

Akhavan-Mahdavi, S., Mirzazadeh, M., Alam, Z. and Solaimanimehr, S. 2023. The effect of chitosan coating combined with cold plasma on the quality and safety of pistachio during storage. Food Science and Nutrition. 11(7): 4296–4307.

FAO/WHO. 2023. Food safety standards and regulations for edible coatings and plasma treatments. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gavahian, M. and Cullen, P. J. 2020. Cold plasma as an emerging technique for mycotoxin-free food: Efficacy, mechanisms, and trends. Food Reviews International. 36(2): 193–214.

Jahangiri, F., Mohanty, A. K. and Misra, M. 2024. Sustainable biodegradable coatings for food packaging: Challenges and opportunities. Green Chemistry.

Kalita, S., Khandelwal, S., Madan, J., Pandya, H., Sesikeran, B. and Krishnaswamy, K. 2018. Almonds and cardiovascular health: A review. Nutrients. 10(4): 468.

Katsigiannis, A. S., Bayliss, D. L. and Walsh, J. L. 2022. Cold plasma for the disinfection of industrial food-contact surfaces: An overview of current status and opportunities. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 21(2): 1086–1124.

Mir, S. A., Shah, M. A., Mir, M. M., Sidiq, T., Sunooj, K. V., Siddiqui, M. W. and Mousavi Khaneghah, A. 2023. Recent developments for controlling microbial contamination of nuts. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 63(24): 6710–6722.

Nunes, C., Silva, M., Farinha, D., Sales, H., Pontes, R. and Nunes, J. 2023. Edible coatings and future trends in active food packaging–fruits' and traditional sausages' shelf life increasing. Foods. 12(17): 3308.

Özcan, M. M. 2023. A review on some properties of almond: Impact of processing, fatty acids, polyphenols, nutrients, bioactive properties, and health aspects. Journal of Food Science and Technology. 60(5): 1493–1504.

Reema, Khanikar, R. R., Bailung, H. and Sankaranarayanan, K. 2022. Review of the cold atmospheric plasma technology application in food, disinfection, and textiles: A way forward for achieving circular economy. Frontiers in Physics. 10: 942952.

Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H. and Wei, F. 2023. Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review. Oil Crop Science. 8(1): 35–44.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Biodegradable edible coatings and cold plasma technology in enhancing shelf life and safety of processed almonds: A review

Amin Mirshekari[1*], Afsaneh Farahmandi[2], Babak Madani[3] and Seyed Asghar Mousavi Ghahferokhi[3]
1. Assistant professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Univercity of Yasouj, Yasouj, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3. Crop and Horticultural Crops Research Group, Chaharmahal and Bakhtiari Natural Resources Research and Education Center, Shahrekord, Iran
[*]Corresponding Author:a_mirshekari@yu.ac.ir

Abstract

Almond is one of the most important and widely consumed nuts worldwide, valued for its high content of unsaturated fats, proteins, and antioxidant compounds. However, this product is highly susceptible to oxidative spoilage and microbial contamination, which can lead to reduced quality, nutritional value, and shelf life. In recent years, the use of novel, sustainable, and safe methods to improve the storage and processing conditions of almonds has gained considerable attention. In this context, biodegradable edible coatings and cold plasma technology, as two innovative, non-thermal, and environmentally friendly approaches, have shown great potential for maintaining almond quality and safety. This article aims to provide a comprehensive review of the mechanisms, applications, advantages, challenges, and future prospects of these two technologies in the almond processing industry. Existing scientific research findings have been analyzed in this review study. Edible coatings act as a physical barrier to oxygen and moisture penetration, preventing lipid oxidation and helping to preserve product freshness. On the other hand, cold plasma generates reactive oxygen and nitrogen species, reducing surface microbial load without damaging the sensory quality of the product. The combination of these two technologies can offer an effective and sustainable alternative to traditional chemical and thermal methods. The results of this review indicate that the concurrent use of biocoatings and cold plasma not only enhances the stability and safety of almonds but also opens new horizons for the development of green technologies in the food industry.

Keywords: Almond, Cold plasma, Edible coating, Oxidative spoilage, Food preservation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر نسبت های نور ال ای دی قرمز به آبی بر برخی ویژگی‌های رشدی نشاء خربزه پیوندی

مهدیه محمودی[۱]، امیر محمد جعفری[۱]، مصطفی عابدینی نجف آبادی[۱]، رضا صالحی[۱*] و ساسان علی نیائی‌فرد[۲]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *salehir@ut.ac.ir*

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثرات طیف‌های نوری مختلف آبی و قرمز بر ویژگی‌های رشدی نشاء پیوندی خربزه (پایه کدو، رقم کبالت؛ پیوندک خربزه، رقم مینو خاتونی) انجام شد. آزمایش در شرایط کنترل‌شده با چهار تیمار نور R90+B10, R80+B20, R60+B40, R40+B60 (قرمز=R و آبی=B) طراحی گردید. نتایج نشان داد در تیمار R90+B10 به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بیشترین وزن خشک ریشه، سطح برگ حقیقی و ارتفاع از سطح بستر به ترتیب با (۳۸.۵٪ ، ۳۰٪ و ۵۰٪) افزایش نسبت به R40+B60 دیده‌شد. ترکیب‌هایی با نسبت بالاتر نور قرمز (R90+B10 و R80+B20) بدون تأثیر بر تعداد برگ، موجب بهبود معیارهای کلیدی کیفیت نشاء از جمله سطح برگ و وزن خشک ریشه شدند. این یافته‌ها نشان دهنده آن است که افزایش نسبت نور قرمز به آبی (۹۰:۱۰) با تحریک توسعه ریشه و سطح برگ گزینه بهینه برای تولید نشاء پیوندی خربزه محسوب می‌شود. در مقابل، نور ترکیبی R40+B60 به‌دلیل کاهش اندازه صفات رویشی گیاه، برای این هدف نامناسب تشخیص داده شد. مطالعه حاضر راهکارهای عملیاتی برای تنظیم کیفیت نور در سیستم‌های تولید نشاء پیوندی ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ال ای دی، پیوند سبزیجات، خربزه، طیف نور، پایه.

مقدمه

از آن‌جا که خربزه به بیماری‌های خاک‌زاد مانند فوزاریوم و پژمردگی ناگهانی حساس هستند. پیوندزنی بر پایه‌های مقاوم مانند کدو می‌تواند راهکار مناسبی برای کنترل این بیماری‌ها باشد(Crino et al., 2007). پیوندزدن در سبزیجات به‌عنوان یک روش کشاورزی رایج، به‌ویژه در خانواده‌های کدوییان (Cucurbitaceae) به‌منظور بهبود کیفیت میوه، افزایش عملکرد و افزایش مقاومت به تنش‌های زیستی (مانند بیماری‌های خاکزی) و غیرزیستی (مانند خشکی، شوری و دماهای نامطلوب) به‌کار می‌رود(Rouphael et al., 2018). برای دستیابی به مزایای پیوند، تولید نشاءهای باکیفیت ضروری است که این امر مستلزم اتصال موفق پایه و پیوندک در دوره گیرایی و التیام‌دهی نشاء پیوندی می‌باشد(Bantis et al., 2020). نور به‌عنوان یک عامل کلیدی در رشد و توسعه گیاهان، از طریق پارامترهای کیفیت طیفی (ترکیب نور) و کمیت (شدت نور) بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه تأثیر می‌گذارد. مطالعات نشان می‌دهند که نورهای قرمز و آبی با طول موج‌های ۶۰۰-۷۰۰ نانومتر و ۴۲۰-۴۵۰ نانومتر به ترتیب، بیشترین جذب را توسط کلروفیل‌های a و b داشته و نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌کنند (Yang et al., 2023). در گیاهان پیوندی، ترکیب‌های مختلف نور می‌تواند بر موفقیت پیوند، بهبود بازده فتوسنتزی و ویژگی‌های رشدی پس از پیوند تأثیر بگذارد. به‌ویژه، تنظیم نسبت‌های مختلف نور قرمز به آبی می‌تواند در القای پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر گیرایی پیوند نقش داشته‌باشد(Kozai et al., 2019). این پژوهش به بررسی اثرات تیمارهای نوری ترکیبی مختلف بر برخی صفات رشدی خربزه پیوندی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این طرح در سال ۱۴۰۳ در اتاقک رشد موجود در گلخانه های سبزیکاری دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج به صورت طرح کاملا تصادفی درون اتاقک رشد انجام شد. ابتدا بذرهای پایه (کدو، رقم کبالت) و پیوندک (خربزه، رقم مینو خاتونی) به مدت دو روز در حوله مرطوب خیسانده شدند، به طوری که بذرهای پیوندک دو روز زودتر از بذرهای پایه کشت شدند. پس از مشاهده نیش زدن بذرها، آنها به سینی های نشا منتقل شدند؛ بذرهای پیوندک در سینی ۱۲۸ سلولی و بذرهای پایه در سینی ۱۰۵ سلولی کاشته شدند. نشاهای پایه و پیوندک تحت نور مصنوعی با ترکیب ۷۰ درصد نور قرمز و ۳۰ درصد نور آبی با شدت ۱۲۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه و دوره نوری ۱۶ ساعت پرورش داده شدند. دمای محیط در طول روز ۲۵ درجه سانتیگراد و در شب ۱۸ درجه سانتیگراد تنظیم شد، و دو روز قبل از پیوند، دمای شب به ۱۵ درجه سانتیگراد کاهش یافت تا باعث افزایش قطر ساقه ها شود. پیوند به روش نیمانیم تک لپه تغییر یافته پنج روز پس از کشت بذر پایه و هفت روز پس از کشت بذر پیوندک ، زمانی که برگ های لپه ای به طور کامل باز شده بودند انجام شد. پس از پیوند، گیاهان تحت چهار تیمار نوری مختلف با چهار تیمار نورR90+B10, R80+B20, R60+B40, R40+B60 (قرمز=R و آبی=B) با شدت نور ۱۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه و دوره نوری ۱۶ ساعت قرار گرفتند. دمای محیط در طول روز ۲۵ درجه سانتیگراد و در شب ۱۸ درجه سانتیگراد تنظیم شد، اما در چهار روز اول پس از پیوند، دما ثابت بر روی ۲۵ درجه سانتیگراد حفظ شد. رطوبت نسبی محیط بلافاصله پس از پیوند روی ۹۷ درصد تنظیم شد و تا روز ششم به تدریج به ۸۷ درصد کاهش یافت. از روز ششم به بعد، رطوبت روی میانگین ۷۰ درصد تثبیت شد تا شرایط بهینه برای گیرایی پیوند فراهم گردد. در نهایت صفات وزن تر و خشک ریشه، سطح برگ حقیقی، ارتفاع از سطح بستر و تعداد برگ ۲۱ روز پس از انجام پیوند اندازه‌گیری شد. اندازه گیری سطح برگ با استفاده از نرم‌افزارPetiole Pro و تجزیه تحلیل داده های این آزمایش و مقایسه میانگین تیمار ها (در سطح احتمال ۱ درصد)، با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به مقایسات میانگین انجام شده (جدول ۱) بیشترین وزن تر ریشه در تیمار R90+B10 مشاهده شد اما در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت. در صفت وزن خشک ریشه نیز بیش ترین مقدار در تیمار R90+B10 مشاهده شد که تفاوت معنی دار با تیمار R80+B20 نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. کم ترین وزن خشک ریشه در طیف نور R40+B60 و R60+B40 مشاهده شد که نسبت به تیمار R90+B10 کاهش ۳۸ درصدی داشت. در صفت سطح برگ حقیقی بیش ترین مقدار در تیمار R90+B10 مشاهده شد که با تیمارهای R80+B20 و R60+B40 تفاوت معنی‌دار نداشت. کم‌ترین مقدار سطح برگ با کاهش ۳۰ درصدی در طیف نوری R40+B60 مشاهده شد. در صفت ارتفاع از سطح بستر بیش ترین مقدار در تیمار با طیف نوری R90+B10 مشاهده شد که با سایر تیمارها تفاوت معنی دار داشت. کم ترین میزان ارتفاع از سطح بستر در تیمار R40+B60 مشاهده شد که با تیمار R60+B40 در یک گروه قرار داشت و نسبت به تیمار R90+B10 کاهش ۵۰ درصدی داشت. در صفت تعداد برگ بین تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده نشد و همه‌ی تیمارها در یک گروه قرار گرفتند.

جدول ۱-مقایسه میانگین برخی صفات رشدی خربزه پیوندی تحت تاثیر تیمار نور R90+B10, R80+B20, R60+B40, R40+B60 (قرمز=R و آبی=B). * در هر ستون، میانگین های بدون حروف مشترک در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار دارند.

صفت تیمار	وزن تر زیشه(گرم)	ون خشک ریشه(گرم)	سطح برگ حقیقی	ارتفاع از سطح بستر (سانتی متر)	تعداد برگ
R40+B60	۱/۸۳^{b}	۰/۰۸^{b}	۶۴/۸۷^{b}	۱۷/۲۵^{c}	۳/۸۸^{a}
R60+B40	۲/۲۳^{ab}	۰/۰۸^{b}	۷۵/۹۰^{ab}	۱۹/۲۲^{c}	۴/۰۰^{a}
R80+B20	۲/۵۰^{ab}	۰/۱۱^{ab}	۸۶/۵۳^{ab}	۲۵/۹۷^{b}	۴/۲۲^{a}
R90+B10	۲/۷۰^{a}	۰/۱۳^{a}	۹۳/۰۶^{a}	۳۴/۳۳^{a}	۴/۲۲^{a}

صنعت تولید نشاء پیوندی نیازمند تولید مداوم نشاءهای باکیفیت برای استقرار بهتر و رشد سریع‌تر گیاهان است. در دوره رشد و سازگاری، عوامل متعددی بر کیفیت نشاء تأثیرگذارند که نور به عنوان یکی از مهم‌ترین این عوامل، نقش حیاتی در بقا و کیفیت نهایی نشاء ایفا می‌کند(Li et al., 2021). نور های ال ای دی با توجه به توانایی کنترل طیف نوری می توانند در بسیاری از تولیدات کشاورزی با تاثیر در مورفولوژی و رشد گیاهان به تولید کنندگان کمک کنند. در تولید نشا پیوندی، ارتفاع کوتاه تر یک مزیت محسوب می شود (Kubota et al., 2012). با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش افزایش نسبت نور قرمز به آبی باعث افزایش ارتفاع در گیاهان شده است. سطح برگ به دلیل اهمیت برگ در به دام انداختن انرژی نورانی از اهمیت بالایی برخوردار می باشند. به طور کلی، نور آبی (B) با مهار فرآیندهای رشد و تقسیم سلولی منجر به کاهش سطح برگ می‌شود. در مقابل، نور قرمز (R) از طریق فعال‌سازی گیرنده‌های فیتوکروم، توسعه سطح برگ را تحریک می‌کند(Bantis et al., 2021). در این آزمایش بیش ترین مقدار سطح برگ در تیمار R90+B10 مشاهده شد. مطالعات پیشین نشان می‌دهند که نور ترکیبی قرمز-آبی (R-B) به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن خشک ریشه در مقایسه با تیمارهای تک‌طیف قرمز یا آبی می‌شود(Melissas et al., 2022). همچنین، نتایج این آزمایش حاکی از آن است که افزایش نسبت نور قرمز به آبی در ترکیب نوری منجر به بهبود وزن خشک ریشه می‌گردد. این یافته نشانگر تأثیر طیف‌های نوری بر توسعه سیستم ریشه‌ای است. بیشترین مقدار وزن ریشه در تیمار R90+B10 و کمترین مقدار در طیف نوری R40+B60 دیده‌شد. بر اساس مطالعات، بهترین ترکیب نوری آبی و قرمز برای برای تولید نشاء پیوندی خربزه تیمار نوری R90+B10 است که می تولند به عنوان یک گزینه مناسب برای تولید نشاء پیوندی خربزه در نظر گرفته شود.



شکل ۱- به ترتیب از راست به چپ تیمار نوری R90+B10, R80+B20, R60+B40, R40+B60 (قرمز=R و آبی=B).

منابع

Bantis, F., Koukounaras, A., Siomos, A. S., Fotelli, M. N. and Kintzonidis, D. 2020. Bichromatic red and blue LEDs during healing enhance the vegetative growth and quality of grafted watermelon seedlings. Scientia Horticulturae. 261: 109000.

Bantis, F., Panteris, E., Dangitsis, C., Carrera, E. and Koukounaras, A. 2021. Blue light promotes vascular reconnection, while red light boosts the physiological response and quality of grafted watermelon seedlings. Scientific Reports. 11(1): 21754.

Crino, P., Bianco, C. Lo, Rouphael, Y., Colla, G., Saccardo, F. and Paratore, A. 2007. Evaluation of rootstock resistance to fusarium wilt and gummy stem blight and effect on yield and quality of a grafted 'Inodorus' melon. HortScience. 42(3): 521–525.

Kozai, T., Niu, G. and Takagaki, M. 2019. Plant factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food production. Academic Press.

Kubota, C., Chia, P. L., Yang, Z. and Li, Q. 2012. Applications of far-red light emitting diodes in plant production under controlled environments.

Li, L., Tong, Y., Lu, J., Li, Y., Liu, X. and Cheng, R. 2021. Morphology, photosynthetic traits, and nutritional quality of lettuce plants as affected by green light substituting proportion of blue and red light. Frontiers in Plant Science. 12: 627311.

Melissas, C., Bantis, F., Dangitsis, C., Kostas, S. and Koukounaras, A. 2022. Proposed light wavelengths during healing of grafted tomato seedlings enhance their adaptation to transplant shock. Agriculture. 12(6): 797.

Rouphael, Y., Kyriacou, M. C. and Colla, G. 2018. Vegetable grafting: A toolbox for securing yield stability under multiple stress conditions. Frontiers in Plant Science. 8: 2255.

Yang, H.-C., Kim, Y.-H., Byun, H.-J., Choi, I.-L., Vu, N.-T., Kim, D.-H., Yoon, H.-S. and Jang, D.-C. 2023. Identification of appropriate light intensity and daytime temperature for cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings in a plant factory with artificial lighting for use as grafting material. Sustainability. 15(5): 4481.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The impact of red-to-blue LED light ratios on some growth parameters of grafted Iranian melon seedlings

Mahdieh Mahmoudi[1], Amir Mohammad Jafari[1], Mostafa Abedini Najadfabadi[1], Reza Salehi[1*] and Sasan Aliniaeifard[2]

1. Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Department of Horticulture Science, Aburaihan campus, University of Tehran, Tehran, Iran

[*]*Corresponding Author: salehir@ut.ac.ir*

Abstract

This study investigated the effects of different light spectra on the growth characteristics of grafted Iranian melon seedlings (rootstock: Cucurbita pepo cv. 'Cobalt'; scion: Cucumis melo cv. 'Minoo Khatooni'). The controlled-environment experiment evaluated four light treatments with red: blue ratios of 90:10, 80:20, 60:40, and 40:60. Results indicated that the R90+B10 treatment significantly ($p \leq 0.01$) enhanced dry root weight, leaf area, and height from the substrate by 38.5%, 30%, and 50%, respectively, compared to the R40+B60 treatment. Combinations with a higher ratio of red light (R90+B10 and R80+B20) improved key seedling quality parameters, including leaf area and dry root weight, without affecting the number of leaves. These findings suggest that increasing the ratio of red to blue light (90:10) optimizes root and leaf development, making it the best option for producing grafted melon seedlings. Conversely, the R40+B60 treatment was found unsuitable due to its adverse effects on the growth traits of the plants. This study provides practical recommendations for adjusting light quality in commercial grafted seedling production systems.

Keywords: Iranian melon, LED lighting, Light spectrum, Rootstock, Vegetable grafting.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پایه رویشی بر القای گل‌انگیزی در ارقام تجاری در بادام

مسعود عابدیان چرمهینی[1*]، بهروز شیران[1]، سید حبیب الله نوربخش[2]، محمد امین فتح اللهی دهکردی[1] و عبدالرحمان محمدخانی[3]

۱- گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- شرکت باغبان زاینده‌رود، شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری، ایرلن

۳- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *abedian.masoud@yahoo.com*

چکیده

این مطالعه به بررسی تأثیر پایه‌های رویشی بر گل‌انگیزی و تعداد جوانه‌های گل در ارقام تجاری بادام (مامایی و شاهرود۱۲) پرداخته است. پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار طی چهار سال از فروردین ۱۴۰۰ تا فروردین ۱۴۰۴ در باغ تحقیقاتی شرکت باغبان زاینده‌رود، شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری، ایران انجام شد. دو رقم تجاری بادام مامایی و شاهرود ۱۲ با پیوند بر روی پنج پایه رویشی (GN15، GF677، GN15-M، شوراب۲ و شوراب۳) مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع درخت، ارتفاع شاخه، سطح مقطع تنه، سطح مقطع شاخه اصلی، تعدا جوانه گل و تراکم گل‌دهی در دو سال متوالی در اسفند ماه سال ۱۴۰۲ و سال ۱۴۰۳ اندازه‌گیری شد. همچنین میزان بیان ژن‌های مرتبط با گل‌انگیزی (*FT* و *AP1*) در ترکیب‌های پایه-پیوندک در دو مرحله زمانی در برگ و سه مرحله زمانی در جوانه گل بررسی شد. نتایج نشان داد که ترکیب شوراب۳-شاهرود ۱۲ بالاترین میزان گل‌انگیزی، تراکم گل‌دهی و تعداد گل را در هر دو سال داشت، در حالی که GN15-مامایی کمترین مقادیر را نشان داد. تراکم گل‌دهی در شوراب۳-شاهرود۱۲ بیش از سه برابر GN15-مامایی بود. از نظر رشد رویشی، شوراب۳-شاهرود ۱۲ و شوراب۲-شاهرود ۱۲ بلندترین درختان بودند. بیان ژن *AP1* و *FT* در تمامی مراحل در ترکیب‌های پایه-پیوندک بالاتر از کنترل بود و به ویژه در ترکیب شوراب۳-شاهرود۱۲نسبت به سایر ترکیبات پایه- پیوندک بیان بیشتری داشت. این یافته‌ها نشان‌دهنده تأثیر مثبت پایه‌های رویشی، به‌ویژه شوراب۳، بر گل‌انگیزی از طریق تنظیم بیان ژن‌های کلیدی است. نتایج این مطالعه می‌تواند در انتخاب پایه‌های مناسب برای بهبود عملکرد و کیفیت محصول بادام در مناطق مختلف اقلیمی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بادام، پایه رویشی، پیوندک، شوراب ۳، GN15.

مقدمه

گل‌انگیزی (Flower Induction) و تولید گل، پیش نیاز تولید میوه است. از آنجا که درختان میوه معمولاً به عنوان گیاهان روز خنثی در نظر گرفته می‌شوند، گل‌انگیزی و تمایز جوانه‌ی گل در درختان میوه عمدتاً تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی از جمله سیگنال‌های محیطی (اما نه طول روز)، شیمیایی و داخلی، توزیع و انتقال مواد جذب کننده، و همچنین انتقال و همکاری هورمون‌ها با سایر سیگنال‌ها در فرایندهای متابولیکی مختلف است). شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد واکنش گل‌دهی می‌تواند تحت تأثیر عوامل درونی مانند بار میوه، وضعیت تغذیه و تعادل هورمونی قرار گیرد (Bennici et al., 2021). نقش پایه رویشی و استفاده از آن در درختان میوه با تأثیر بر معماری تاج، جذب مواد غذایی، گل‌دهی، عملکرد و کیفیت میوه، بر تولید محصولات میوه و همچنین بهره‌وری مصرف آب با تغییر اندازه روزنه، تعرق، پتانسیل آب، رشد رویشی و تحمل تنش‌های زیستی و غیرزیستی تأثیر بسزایی دارد. مطالعات مختلف انجام شده روی جنس *Prunus* نشان داده است که نوع پایه بر روی عملکرد ارقام تجاری پیوندی مؤثر بوده است (Font et al., 2012). یکی از اهداف تجاری در تولید محصول بادام علاوه بر افزایش کیفیت محصول، افزایش کمیت و بالا بردن میزان محصول و تولید میوه می‌باشد که این امر نیازمند افزایش تعداد جوانه گل به ازای هر شاخه در درخت و بالا بردن میزان گل‌انگیزی در جوانه‌ها در ارقام تجاری بادام می‌باشد. از جمله عواملی که در گل‌انگیزی و افزایش آن در درخت بادام می‌تواند مؤثر باشد نوع پایه رویشی مورد استفاده می‌باشد که متناسب با نوع اقلیم انتخاب

می‌شود. بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی پایه‌های رویشی و تأثیر بر میزان گل‌انگیزی و تعداد جوانه گل در ارقام تجاری بادام مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در باغ تحقیقاتی شرکت باغبان زاینده‌رود، در شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری، ایران به مدت چهار سال به صورت آزمایش فاکتوریل با دو عامل (پایه و پیوندک) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار اجرا شد. بدین منظور، بر روی پنج پایه رویشی شامل GN15، GF677، GN15-M ، شوراب۲ و شوراب۳ کاشته شده در فروردین ۱۴۰۰، پیوندک‌های دو رقم تجاری مامایی و شاهرود ۱۲ در شهریور ۱۴۰۰ به روش پیوند شکمی پیوند زده شد و تا بهار ۱۴۰۴ مورد ارزیابی قرارگرفت. از سال دوم پس از پیوند ارزیابی درختان از لحاظ صفات مورفولوژیکی مورد نظر در اسفندماه ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ صورت گرفت. به منظور آنالیز بیانی ژن‌های مرتبط با گل‌انگیزی (*FLOWERING LOCUS T* (*FT*)) و (*APETALA1* (*AP1*)) در ترکیب‌های پایه-پیوندک که به ترتیب بیشترین و کمترین میزان گل‌انگیزی و تعداد جوانه گل در مرحله ارزیابی مورفولوژیکی ثبت شده بود انتخاب و الگوی بیانی ژنها در برگ در تیرماه و در شهریورماه و همچنین در جوانه گل در تیرماه، شهریورماه و آذرماه (فصل خواب) نسبت به پایه رویشی به عنوان کنترل سنجیده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها ($P < 0.05$، آزمون LSD) با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.4، STATGRAPHICS Centurion V. 19، Excel و GraphPad Prism V. 10.4 انجام شد.

نتایج و بحث

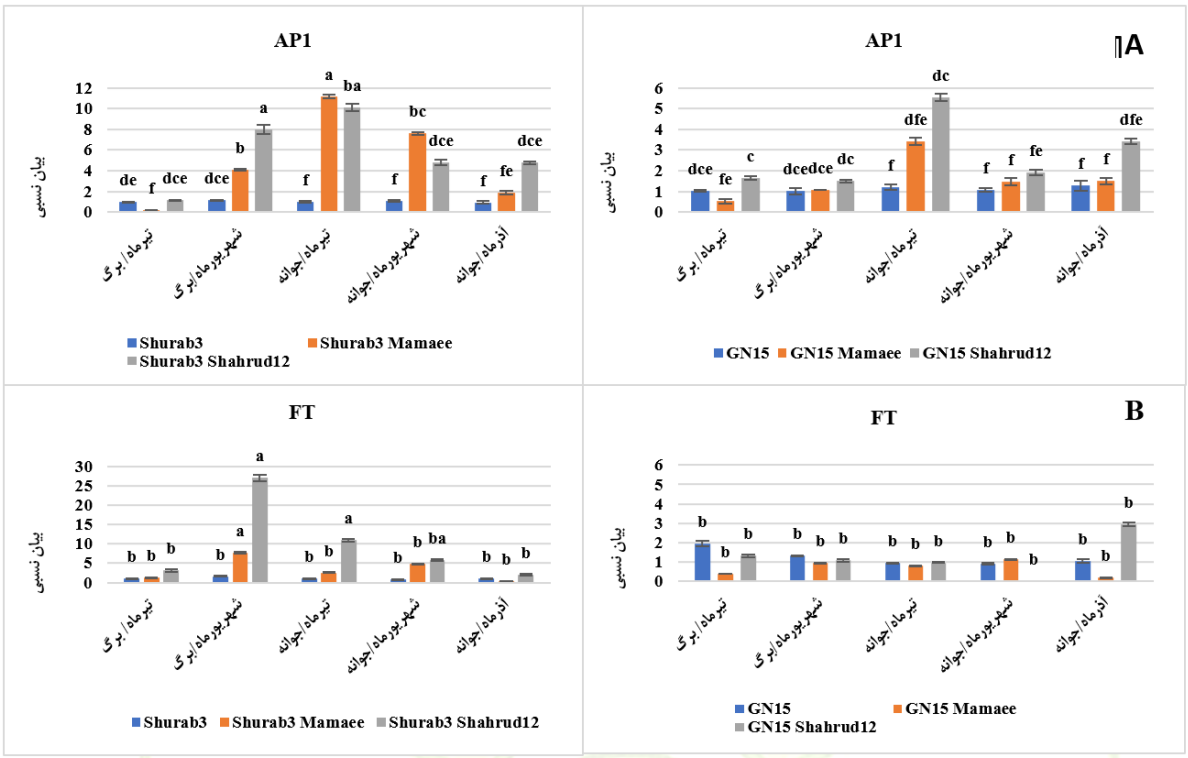
مقادیر میانگین صفات مورفولوژیکی و گلدهی برای ده ترکیب پایه-پیوندک، که در طول دو سال (۱۴۰۲ و ۱۴۰۳) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). تمامی پارامترها تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها و بین سال‌ها، بر اساس شش تکرار، نشان دادند. بالاترین و پایین‌ترین سطوح القاء گلدهی و تعداد گل در هر شاخه اصلی در هر دو سال به ترتیب برای ترکیب شوراب۳-شاهرود۱۲ (که به طور معنی‌داری از سایر ترکیب‌ها پیشی گرفت) و GN15-مامایی ثبت شد. تراکم گلدهی نیز روند مشابهی داشت، به‌طوری که شوراب۳-شاهرود ۱۲ بالاترین مقادیر را در هر دو سال نشان داد، در حالی که پایین‌ترین تراکم گلدهی در ترکیب GN15-مامایی اندازه‌گیری شد. تراکم گلدهی در شوراب۳-شاهرود۱۲ بیش از سه برابر GN15-مامایی بود و در هر دو سال عملکرد بهتری داشت ($P < 0.05$). سایر ترکیب‌ها، مانند GF677-شاهرود۱۲ و GN15M-شاهرود ۱۲، افزایش متوسطی در تعداد گل نشان دادند. از نظر رشد رویشی،شوراب۳-شاهرود ۱۲ و شوراب۲-شاهرود ۱۲ بلندترین درختان را داشتند، در حالی که شوراب۲-مامایی کوتاه‌ترین ارتفاع را نشان داد. ارتفاع شاخه اصلی نیز روند مشابهی داشت. سطح مقطع تنه (TCSA) در GN15M-شاهرود۱۲ بالاترین مقدار، در حالی که شوراب۲-مامایی پایین‌ترین مقدار را داشت. شوراب۲-شاهرود۱۲ و شوراب۲-مامایی به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین سطح مقطع شاخه اصلی (SCSA) را در بین ترکیب‌ها دارا بودند (جدول ۱). در این مطالعه، یافته‌ها نشان داد که میزان گل‌انگیزی و گل‌دهی در رقم شاهرود ۱۲ هنگام پیوند روی شوراب۳ به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت. عملکرد برتر ترکیب شوراب۳-شاهرود ۱۲ در میزان گل‌دهی و تراکم گلدهی با مطالعاتی که بر روی اثر هورمونی پایه رویشی بر تبدیل فاز رویشی به فاز زایشی پیوندک تأکید دارند، همخوانی دارد. در مقابل، ترکیب GN15-مامایی تعداد گل کمتری نشان داد که احتمالاً به دلیل محدودیت‌های ژنتیکی در کارایی انتقال مواد مغذی است. این نتیجه در مطالعه کنگ و همکاران. (۲۰۲۳) در پیوند گلابی Abbé Fétel روی پایه به رقم Yunnan گزارش شده است. سطح بیان نسبی ژن‌های مرتبط با القای گل‌دهی در ترکیب‌های پایه-پیوندک شوراب۳-شاهرود۱۲، شوراب۳-مامایی در مقایسه با شوراب۳ به‌عنوان کنترل، و GN15-شاهرود ۱۲، GN15-مامایی در مقایسه با GN15 به‌عنوان کنترل، در نمونه‌های برگی و جوانه گل بررسی شد. ترکیب شوراب۳-شاهرود ۱۲ در مقایسه با شوراب۳ (کنترل) در تمام مراحل به‌طور قابل‌توجهی بیان بیشتری از ژن *AP1* نشان داد، به‌جز در جوانه گل در مراحل نمونه برداری تیرماه و شهریورماه که ترکیب شوراب۳-مامایی سطح بیان بالاتری نسبت به ترکیب شوراب۳-شاهرود۱۲ نشان داد (شکل۱-A). یافته‌های این مطالعه نشان داد که بیان *AP1* در ترکیب‌های پایه-پیوندک در تمامی مراحل به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از گروه کنترل بود. بیان *AP1* پس از تشکیل مریستم گل قابل‌تشخیص بود. این یافته‌ها در مطالعه کنگ و همکاران (۲۰۲۳) گزارش شده است. یکی از مهم‌ترین ژن‌های دخیل در گل‌انگیزی، ژن *FT* است که عمدتاً در برگ‌ها بیان می‌شود. پروتئین FT، یک القا کننده بسیار مؤثر برای آغاز گل‌دهی است (Kiyak and Mutlu, 2023). ژن *FT* در ترکیب شوراب۳-شاهرود ۱۲

نسبت به کنترل (شوراب۳) و سایر ترکیب‌ها بیان بالاتری داشت و بالاترین بیان در نمونه برگ در شهریورماه ثبت شد. در مقابل، ترکیب GN15–مامایی بیان کمتری نسبت به کنترل (GN15) داشت (شکل ۱–B). نتایج مشابهی نیز در نقش ژن *FT* در گل‌انگیزی و نقش آن در فعالسازی ژنهای هویتی مریستم مانند *AP1* گزارش شده است (Bennici et al., 2021; Amasino, 2010). پایه رویشی از طریق تغییر بیان ژن در پیوندک، بر جنبه‌های فیزیولوژیکی متعددی مانند گل‌انگیزی تأثیر می‌گذارد. تعامل بین پایه و پیوندک نقش کلیدی در تغییر بیان ژن‌های مرتبط با گل‌انگیزی ایفا می‌کند(Bennici et al., 2021).

جدول ۱– میانگین تعدادگل و تراکم گلدهی در شاخه اصلی، ارتفاع درخت، ارتفاع شاخه اصلی، سطح مقطع تنه و سطح مقطع شاخه ۱۰ ترکیب پایه–پیوندک در ۶ تکرار در اسفندماه ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳.

	تعداد گل		تراکم گلدهی		ارتفاع درخت		ارتفاع شاخه اصلی		سطح مقطع تنه		سطح مقطع شاخه	
پایه–پیوندک	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۲	۱۴۰۳
GF677- مامایی	۱۷۸.۶۷ ± ۱۵.۰۴cd	۵۷۴.۶۷± ۱۳.۲ed	۱۲۲.۳۸ ± ۶.۷۳ced	۳۱۹.۶۶± ۴.۶۵c	۲۰۲.۶۷ ± ۷.۹۲c	۲۳۲.۶۷± ۶.۷۷e	۱۴۴.۱۱± ۶.۱۴d	۱۸۰.۱۱± ۵.۱۲fe	۱۶.۰۵ ± ۱.۳۶e	۲۵.۸۶± ۱.۱۲c	۴.۵۶ ± ۰.۱۷b	۷.۱۲± ۰.۱۶c
GF677- شاهرود۱۲	۲۶۲.۷۸ ± ۱۸.۷۶b	۸۱۵.۷۸± ۱۷.۰۲cb	۱۶۱.۸ ± ۱۱.۵۳b	۳۸۹.۹ ± ۷.۰۳b	۲۳۴ ± ۰.۸۶b	۲۷۴ ± ۰.۷۵dc	۱۶۱.۲۲± ۱.۰۸bc	۲۰۹.۲۲± ۰.۹۸c	۱۰.۴۷ ± ۰.۱۸f	۱۷.۷۸± ۰.۱۶d	۳.۲ ± ۰.۲۵ed	۴.۴۲± ۰.۲۲e
GN15- مامایی	۶۴.۶۷ ± ۴.۱۱f	۳۰۷.۶۷± ۲.۳۷h	۴۳.۸۹ ± ۳.۲۵g	۱۵۹.۸۹± ۲.۷۶f	۱۹۱.۱۷± ۴.۱۴c	۲۱۱.۱۷± ۳.۹۶fe	۱۴۷.۶۷± ۲.۲dc	۱۹۲.۶۷± ۱.۹۵de	۱۸.۶۶ ± ۰.۷ecd	۳۱.۱۵± ۰.۷۲b	۴.۰۵ ± ۰.۰۵cb	۶.۱ ± ۰.۰۴d
GN15- شاهرود۱۲	۱۳۳.۲۸ ± ۷.۶۴fed	۴۲۵.۲۸ ± ۵.۹gf	۹۹.۳۶ ± ۲.۳۲fed	۲۵۳.۶۷ ± ۵.۶d	۲۵۰.۱۷± ۳.۴۸ba	۲۹۵.۱۷± ۳.۱۲bc	۱۳۸.۵ ± ۷.۱d	۱۶۸.۵ ± ۶.۳fg	۱۶.۲۹ ± ۰.۲۷ed	۲۷.۳۲± ۰.۳۲c	۳.۶۹ ± ۰.۰۸cd	۵.۳۸± ۰.۰۷d
GN15M- مامایی	۱۵۳.۹۵ ± ۷.۵۹ed	۴۹۶.۹۵± ۵.۸۵ef	۸۹.۲۴ ± ۸.۳۳fe	۲۰۰.۹۱± ۸.۴e	۲۳۰.۵ ± ۲۴.۶۲b	۲۶۵.۵ ± ۲۳.۸۹d	۱۷۷.۷۸± ۱۰.۳۶a	۲۴۹.۷۸± ۹.۵۶b	۱۷.۶۶ ± ۰.۴۶ecd	۳۳.۲۹± ۰.۵۱b	۴.۸ ± ۰.۳۵b	۸.۶ ± ۰.۳۴b
GN15M- شاهرود ۱۲	۲۴۲.۰۶ ± ۲۱.۹۲cb	۷۷۴.۰۶± ۲۰.۱۸c	۱۳۴.۴۸ ± ۱۰.۴۹cbd	۳۸۸.۶۶ ± ۴.۳b	۲۶۲ ± ۴.۴۶a	۳۱۷ ± ۴.۱۳ba	۱۷۷ ± ۳.۷۲a	۱۹۹ ± ۲.۹۷dc	۲۳.۲۷ ± ۱.۰۵a	۳۸.۰۹± ۱.۰۶a	۴.۲۶ ± ۰.۳۴cb	۷.۰۶± ۰.۳۳c
شوراب۲- مامایی	۸۰.۳۳ ± ۱۱.۲۳fe	۳۴۶.۳۳± ۹.۴۹gh	۷۴.۳۴ ± ۹.۵۲fg	۲۶۹.۷۹± ۴.۹۵d	۱۸۳.۳۳± ۲.۲۵c	۱۹۸.۳۳± ۱.۹۸f	۱۰۶.۳۳± ۲.۴۴e	۱۲۸.۳۳± ۲.۰۳h	۱۰.۲۷ ± ۰.۱۸f	۱۷.۳۴± ۰.۱۷d	۲.۳۸ ± ۰.۰۸e	۳.۴۸± ۰.۰۷f
شوراب۲- شاهرود ۱۲	۱۸۸.۳۹ ± ۱۷.۵۲cbd	۶۱۱.۳۹± ۱۵.۷۸d	۱۰۱.۹۴ ± ۹.۲۲fed	۲۵۷.۵۷± ۸.۱d	۲۷۵.۳۳± ۱.۹۳a	۳۳۵.۳۳± ۱.۴۱a	۱۷۴.۸۳± ۲.۹ba	۲۳۷.۸۳± ۲.۴b	۲۲.۲۷ ± ۰.۵۵ba	۳۷.۰۹± ۰.۵۷a	۵.۸۴ ± ۰.۴۷a	۹.۶۴± ۰.۴۶a
شوراب۳- مامایی	۲۰۰.۰۶ ± ۱۷.۹۹cbd	۸۷۸.۰۶± ۱۶.۲۵b	۱۴۶.۱ ± ۱۱.۸۶cb	۵۳۵.۱۷± ۸.۴a	۲۰۱.۶۷± ۱.۳۳c	۲۲۶.۶۷± ۱.۰۳e	۱۳۶.۰۶± ۱.۲۵d	۱۶۴.۰۶± ۰.۹۵g	۱۹.۹۴ ± ۱.۴۴bc	۳۳.۳۷± ۱.۰۳b	۴.۷۳ ± ۰.۰۸b	۷.۴۶± ۰.۰۶c
شوراب۳- شاهرود ۱۲	۵۰.۵ ± ۷۶.۰۴a	۱۴۵۱ ± ۷۴.۳a	۲۶۲.۱۴ ± ۳۶.۶۱a	۵۲۵.۴۸ ± ۱۵.۶a	۲۵۴.۳۳± ۱۱.۹۹ba	۳۰۴.۳۳ ± ۱۰.۳b	۱۸۹.۳۳ ± ۷.۷۱a	۲۷۵.۳۳ ± ۶.۰۱a	۱۹.۲۳ ± ۲.۴۲bcd	۳۱.۷۵± ۱.۲۳b	۴.۵ ± ۰.۵۵cb	۷ ± ۰.۴۵c

حروف کوچک متفاوت پس از مقادیر میانگین ± خطای استاندارد، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال $P < 0.05$ در آزمون LSD است.



شکل ۱– سطوح نسبی بیان ژن‌های مرتبط با گل انگیزی در برگ و جوانه گل با استفاده از روش qRT-PCR A: بیان ژن *AP1* ، B: بیان ژن *FT*.

در مجموع نتایج پژوهش نشان داد انتخاب پایه مناسب علاوه بر تأثیر بر رشد رویشی، نقش مهمی در مسیرهای گل‌دهی بادام دارد. ترکیب شوراب ۳–شاهرود۱۲ به‌دلیل برتری در همه شاخص‌ها، به‌عنوان گزینه‌ای مطلوب برای باغات تجاری در اقلیم‌های مشابه توصیه می‌شود.

منابع

Amasino, R. 2010. Seasonal and developmental timing of flowering. The Plant Journal. 61: 1001–1013.

Bennici, S., Las Casas, G., Distefano, G., Gentile, A., Lana Mario Di, G., Nicolosi, E., La Malfa, S. and Continella, A. 2021. Rootstock affects floral induction in citrus engaging the expression of *FLOWERING LOCUS T* (*CiFT*). Agriculture. 11: 140.

Cong, L., Ling, H., Liu, S., Wang, A., Zhai, R., Yang, C., Wang, Z. and Xu, L. 2023. 'Yunnan' quince rootstock promoted flower bud formation of 'Abb´e Fetel' pear by altering hormone levels and *PbAGL9* expression. Journal of Plant Physiology. 282: 153929.

Font, I., Forcada, C., Gogorcena, Y. and Moreno, M. A. 2012. Agronomical and fruit quality traits of two peach cultivars on peach-almond hybrid rootstocks growing on Mediterranean conditions. Scientia Horticulturae. 140: 157–163.

Kiyak, A. and Mutlu, A. G. 2023. Molecular cloning, characterization and expression profile of *FLOWERING LOCUS T* (FT) gene from *Prunus armeniaca* L. South African Journal of Botany. 155: 330–339.

Xing, L. B., Zhang, D., Li, Y. M., Shen, Y. W., Zhao, C. P., Ma, J. J., An, N. and Han, M. Y. 2015. Transcription profiles reveal sugar and hormone signaling pathways mediating flower induction in apple (*Malus domestica* Borkh.). Plant and Cell Physiology. 56: 2052–2068.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of rootstocks on flowering induction in commercial almond cultivars

Masoud abedian-chermahini[1*], Behrouz shiran[1], Habibollah Nourbakhsh[2], Mohammadamin Fathollahi Dehkordi[1] and Abdolrahman Mohammad Khani

1. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran.
2. Baghban-e-ZayandehRood Company, located within Saman County, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran
3. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

[*]*Corresponding Author: abedian.masoud@yahoo.com*

Abstract

This study investigates the impact of rootstocks on flower induction and bud formation in commercial almond cultivars (Mamaee and Shahrud12). This study was conducted at the research orchard of Baghban-e-ZayandehRood Company, located within Saman County, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. Two commercial almond cultivars, Mamaee and Shahrud12, grafted onto five vegetative rootstocks (GN15, GF677, GN15-M, Shurab2, and Shurab3), were evaluated. Morphological traits, including tree height, scaffold height, trunk cross-sectional area, main branch cross-sectional area, number of flower buds and flowering density, were measured over two consecutive years in March 2024 and March 2025. Additionally, the expression levels of flowering-related genes (*FT* and *AP1*) in rootstock-scion combinations were assessed at two time points in leaf samples and three time points in flower bud samples. The results revealed that the Shurab3-Shahrud12 combination exhibited the highest levels of flower induction, flowering density, and flower count in both years, while the GN15-Mamaee combination showed the lowest values. Flowering density in Shurab3-Shahrud12 was more than three times higher than in GN15-Mamaee. In terms of vegetative growth, Shurab3-Shahrud12 and Shurab2-Shahrud12 produced the tallest trees. The expression of *AP1* and *FT* genes was consistently higher in all stages across rootstock-scion combinations compared to the control, with the Shurab3-Shahrud12 combination demonstrating significantly elevated expression relative to other combinations. These findings highlight the positive influence of vegetative rootstocks, particularly Shurab3, on flower induction through the regulation of key gene expression. The results of this study can inform the selection of appropriate rootstocks to enhance almond yield and quality across diverse climatic regions.

Keywords: Almond, GN15, Rootstock, Scion, Shurab3.

واکنش برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و محصول بادمجان به اثر متقابل سالیسیک اسید با مخمر، اوره فسفات و اسید آمینه

صالح محمدی بیدشکی[1*]، محمدجواد آروین[1] و رحیمه پورمحمدی‌زاده[1]
۱- گروه مهندسی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: *rahima1234p@gmail.com*

چکیده

سبزی بادمجان ازجمله سبزی‌های میوه‌ای پرمصرف ایران و جهان است به‌منظور بررسی اثر برهم‌کنش سالیسیک اسید با محلول‌پاشی برگی با مخمر، اسیدآمینه و اوره فسفات بر روی توده بادمجان قمی تحقیقی در مزرعه تحقیقاتی فجر دانشگاه شهید باهنر کرمان صورت گرفت. این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارهای مورد آزمایش به ترتیب شامل سالیسیک اسید (SA) با غلظت ۵۰ پی پی ام به‌عنوان پیش تیمار، مخمر (Y) با غلظت ۵ گرم درلیتر، اسیدآمینه (AA) با غلظت ۰/۵ در هزار و اوره فسفات (UP) با غلظت ۳ در هزار که به‌صورت محلول‌پاشی برگی و در سه مرحله مجزا بر روی گیاه بادمجان صورت پذیرفت. طی یک مرحله برداشت مقدار وزن میوه در بوته و تعداد میوه که به‌عنوان پارامترهای عملکردی محصول بودند اندازه‌گیری شد. در اواسط دوره رشد نیز مقدار پرولین، شاخص کلروفیل و نرخ خالص فتوسنتز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داده استفاده هم‌زمان از سالیسیک اسید بامخمر و اوره فسفات سبب افزایش وزن میوه وتعدادمیوه در بوته شده است. استفاده ازتیمارهای شیمیایی نیز سبب افزایش مقدارپرولین شده است. استفاده ازتیمارمخمر و اوره فسفات بدون استفاده از سالیسیک اسید سبب افزایش مقدارشاخص کلروفیل شده است. نرخ خالص فتوسنتزنیزهم در زمان استفاده از سالیسیک اسید وهم بدون استفاده ازسالیسیک اسید موجب افزایش نرخ خالص فتوسنتز شده است.

کلمات کلیدی: اوره فسفات، پرولین، سالیسیک اسید، مخمر، نرخ خالص فتوسنتز.

مقدمه

امنیت غذایی به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی قرن حاضر، تحت تأثیر عوامل متعددی ازجمله تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت و کاهش منابع طبیعی قرار دارد. تغییرات اقلیمی با ایجاد تنش‌های محیطی مانند خشکی، شوری و افزایش دما، تولید محصولات کشاورزی را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده و تهدیدی جدی برای تأمین غذای کافی و سالم محسوب می‌شود (FAO, 2021). افزایش جمعیت جهانی و نیاز روزافزون به تولید غذای کافی، همراه با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی و تخریب منابع طبیعی، ضرورت استفاده از روش‌های پایدار در کشاورزی را بیش‌ازپیش آشکار ساخته است. در این راستا، کاربرد کودهای زیستی و آلی به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی، توجه بسیاری از پژوهشگران و کشاورزان را به خود جلب کرده است. اسید سالیسیلیک می‌تواند باعث افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود رشد ریشه در شرایط تنش شود. مخمرها به‌عنوان محرک‌های زیستی می‌توانند باعث بهبود کیفیت خاک و افزایش دسترسی گیاهان به عناصر غذایی شوند. تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از مخمر در خاک می‌تواند باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و تجزیه بهتر مواد آلی شود. این امر منجر به افزایش دسترسی گیاهان به نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌گردد (Nakkeeran et al., 2005). همچنین، مخمرها می‌توانند با تولید ترکیباتی مانند هورمون‌های رشد گیاهی، باعث تحریک رشد ریشه و افزایش مقاومت گیاهان به بیماری‌ها شوند. اوره فسفات به‌عنوان یک کود فسفره-نیتروژنه می‌تواند باعث بهبود جذب فسفر در گیاهان شود. فسفریکی از عناصر ضروری برای رشد گیاهان است و نقش مهمی در فرآیندهای متابولیکی مانند فتوسنتز و انتقال انرژی ایفا می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از اوره فسفات می‌تواند باعث افزایش غلظت فسفر در برگ‌ها و بهبود عملکرد گیاهان در شرایط کمبود فسفر شود (Malhotra et al., 2018). مطالعات روی گیاه گندم نشان داده‌اند که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اسید سالیسیلیک می‌تواند باعث بهبود نرخ فتوسنتز و کارایی مصرف آب در شرایط تنش خشکی شود (Farooq et al., 2009). مطالعات روی گیاه سویا نشان داده‌اند که افزایش تعداد برگ با افزایش سطح فتوسنتزی و بهبود جذب نور همراه است که این امر منجر به افزایش نرخ فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌شود ده است (Board and Kahlon, 2011). وزن متوسط میوه یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی عملکرد گیاهان زراعی و باغی است. وزن متوسط میوه تحت تأثیر

عوامل ژنتیکی، تغذیه‌ای (مانند کود دهی) و شرایط محیطی (مانند دما و نور) قرار دارد. افزایش وزن میوه معمولاً نشان‌دهنده بهبود شرایط رشد و مدیریت مناسب زراعی است. میوه‌ها پس از برداشت با ترازوی دقیق وزن‌کشی می‌شوند و میانگین وزنی آن‌ها محاسبه می‌گردد (Marschner, 2012). مخمر با بهبود فرآیندهای فتوسنتزی و تأمین مواد مغذی، باعث افزایش تعداد میوه و عملکرد محصول می‌شود. در یک مطالعه بر روی گیاه خیار، استفاده از مخمر باعث افزایش ۳۰ درصدی تعداد میوه و ۲۵ درصدی عملکرد کل محصول شد (Wang et al., 2018) در گیاهان میوه ده مانند توت‌فرنگی، مخمر باعث بهبود شاخص‌های فتوسنتزی مانند نرخ خالص فتوسنتز و شاخص کلروفیل می‌شود. این امر منجر به افزایش کیفیت میوه و عملکرد محصول می‌گردد. در یک آزمایش، استفاده از مخمر باعث افزایش ۱۸ درصدی نرخ فتوسنتز و ۲۰ درصدی شاخص کلروفیل در گیاه توت‌فرنگی شد (Chen et al., 2022). در شرایط تنش خشکی، استفاده از اوره فسفات باعث افزایش تجمع پرولین در برگ‌های گیاه گندم شد. پرولین به‌عنوان یک اسمولیت محافظ، به گیاه کمک می‌کند تا با تنش خشکی مقابله کند. اوره فسفات با بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه، سنتز پرولین را افزایش داد (Ali et al., 2019). به‌طورکلی هدف از انجام این پژوهش این است که آیا سالیسیک اسید با تیمارهای شیمیایی نام‌برده بر روی پارامترهای عملکردی و فیزیولوژیکی اثرمتقابل دارندیاخیر.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۱۴۰۳ در مزرعه تحقیقاتی فجر دانشگاه شهید باهنر کرمان به‌منظور بررسی برهمکنش تأثیر سالیسیک اسید با تیمارهای مختلف بر بهبود عملکرد و کیفیت بادمجان رقم‌های قمی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا گردید تا اثرات تیمارها با دقت بیشتری ارزیابی شود. هر بلوک شامل ۳۰ بوته بادمجان بود که به‌طور تصادفی به تیمارهای مختلف اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل سالیسیک اسید با غلظت ۵۰ پی پی ام که به‌صورت پیش تیمار و اسیدآمینه با غلظت ۰/۵ در هزار؛ مخمر با غلظت ۵ گرم در لیتر و اوره فسفات با غلظت ۳ در هزار بودند که به‌صورت ۳ بارمحلول پاشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول دوره‌ی رشد و طی یک مرحله برداشت مقدار وزن میوه در بوته با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰.۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و تعداد میوه در بوته نیز شمارش شد. در اواسط مرحله رشد گیاه، مقدار پرولین برگ هم مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت همچنین شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل متر Minolta اندازه‌گیری شد پارامترهای نرخ خالص فتوسنتزتوسط دستگاه فتوسنتزمتر مورد ارزیابی قرارگرفت داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت تا تفاوت‌های معنی‌دار بین تیمارها مشخص شود. درنهایت رسم جداول درWord صورت گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج حاصله از جدول مقایسه میانگین می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که استفاده ازتیمارمخمر بدون سالیسیک اسید موجب افزایش ۲۴ درصدی وزن میوه و ۲۰ درصدی تعداد میوه در بادمجان رقم قمی شده است استفاده هم‌زمان ازسالیسیک اسید با مخمر و اوره فسفات نیز سبب افزایش ۴۱ و ۲۸ درصدی وزن میوه و افزایش ۴۲ و ۳۰ درصدی تعداد میوه در بوته شده است (جدول شماره ۱) مقدارپرولین نیز که نشان‌دهنده افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش است در هردو حالت ازازمایش افزایش‌یافته است که با پژوهش دیگری همخوانی دارد که نشان دادند ترکیبات فسفرِ با فعال‌سازی مسیرهای سنتز پرولین، تحمل گیاهان به شوری را افزایش می‌دهند (Mauro et al., 2020). استفاده هم‌زمان ازسالیسیک اسید با تیمارهای شیمیایی مقدار شاخص کلروفیل راکاهش داده است اما استفاده ازتیمارمخمرواوره فسفات به‌تنهایی به ترتیب سبب افزایش ۱۳ و ۱۰ دز صدی این پرامترشده است (جدول شماره ۱) با توجه به نتایج مقدار نرخ خالص فتوسنتز نیز تفاوت معناداری دارند بطوریکه استفاده هم‌زمان ازسالیسیک اسید و تیمارهای شیمیایی مقدار این پارامتر را افزایش داده است اما این افزایش هنگام استفاده کردن ازسالیسیک اسید بیشتراست. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده هم‌زمان ازسالیسیک اسید و تیمارهای مخر، اسیدآمینه و اوره فسفات نسبت به زمانی که ازسالیسیک اسید استفاده نمی‌شود تأثیر قابل‌توجهی بر روی این توده بادمجان نداشته است و هردو حالت از آزمایش به شکل مشابهی در پارامترهای اندازه‌گیری شده نقش داشته‌اند. بر پایه‌ی یافته‌های این پژوهش می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که تیمارمخمر هم در هنگام استفاده از سالیسیک اسید هم در عدم استفاده ازسالیسیک اسید موجب افزایش چشمگیروزن میوه در بوته شده است همچنین استفاده از این تیمار بدون سالیسیک اسید سبب افزایش ۲۰ درصدی تعداد میوه و استفاده هم‌زمان ازتیمارمخمر

واوره فسفات سبب افزایش ۴۲ درصدی تعداد میوه در رقم قمی شده است (جدول شماره ۱) استفاده همزمان ا تیمارهای شیمیایی (مخمر، اسیدآمینه و اوره فسفات) نیز سبب افزایش مقدارپرولین شده است که نشان می‌دهد مقاومت گیاه را افزایش داده است استفاده همزمان ازسالیسیک اسید و تیمارهای شیمیایی نیزمقدارپرولین را افزایش داده است (جدول شماره ۱) استفاده همزمان از سالیسیک اسید بامخمر، اسیدآمینه واوره فسفات مقدارشاخص کلروفیل را کاهش داده است اما استفاده از مخمر واسیدامینه به ترتیب ۱۳ و ۱۰ درصدمقدارشاخص کلروفیل را افزایش دادهاست (جدول شماره ۱) طبق نتایج جدول می‌توان گفت که استفاده ازسالیسیک اسید بانیمارهای شیمیایی مورداستفاده نرخ خالص فتوسنتز را افزایش داده است (جدول شماره ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش سالیسیک اسید (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) با محلول‌پاشی برگی مخمر (۵ گرم در لیتر)، اسیدآمینه (۰.۵ در هزار) و اوره فسفات (۳ در هزار) بر پارامترهای وزن میوه در بوته، تعداد میوه، پرولین، شاخص کلروفیل و نرخ خالص فتوسنتز در بادمجان رقم قمی.

SA (PPM)	تیمار	وزن میوه (gr)	تعداد میوه در بوته	پرولین (mol/gr.Fw)	شاخص کلروفیل (spad)	نرخ خالص فتوسنتز ($\mu MolCO_2/m^2/s$)
۰	شاهد	۵۸۴ b	۵/۸ b	۱/۷۰ c	۴۱/۲ b	۱۲/۶ b
	مخمر	۷۰۲ a	۷ a	۲/۹۰ b	۴۶/۶ a	۱۴/۸ a
	اسیدآمینه	۵۸۳ b	۵/۸ b	۵/۷۰ a	۴۱/۶ b	۱۶/۸ a
	اوره فسفات	۴۹۴ c	۴/۹ c	۳/۰۱ b	۴۵/۴ a	۱۳/۲ b
۵۰	شاهد	۴۹۹ c	۴/۹	۱/۱۷ c	۴۲/۲ a	۱۰/۴ b
	مخمر	۷۰۷ a	۷ a	۱/۴۲ a	۳۸ b	۱۱/۸ b
	اسیدآمینه	۴۳۹ c	۴/۳ d	۱/۲۵ b	۳۹/۶ b	۱۳/۱ a
	اوره فسفات	۶۴۹ b	۶/۴ b	۱/۳۸ a	۴۰/۹ b	۱۳/۵ a

در هر ستون میانگین‌های دارای یک حرف مشترک ازنظراماری در سطح احتمال ۵ درصد و استفاده از آزمون LSD فاقد اختلاف معنی‌دار هست.

منابع

Ali, Q., Ashraf, M. and Anwar, F. 2019. Role of urea phosphate in enhancing drought tolerance in wheat through proline accumulation. Agricultural Water Management. 221: 1–8.

Board, J. E., Kahlon, C. S. and Sibale, E. M. 2011. Soybean yield formation: What controls it and how it can be improved. In: Soybean Physiology and Biochemistry. IntechOpen. pp. 1–36.

Chen, L., Wang, Y. and Zhang, H. 2022. Yeast extract improves photosynthetic parameters and fruit quality in strawberry. Journal of Berry Research. 12(1): 45–56.

FAO. 2021. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development. 29(1): 185–212.

Malhotra, H., Vandana, Sharma, S. and Pandey, R. 2018. Phosphorus nutrition: Plant growth in response to deficiency and excess. In: Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance. Springer. pp. 171–190.

Marschner, P. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.

Mauro, R. P., Agnello, M., Rizzo, V., Graziani, G., Fogliano, V., Leonardi, C. and Giuffrida, F. 2020. Recovery of eggplant field waste as a source of phytochemicals. Scientia Horticulturae. 261: 109023.

Nakkeeran, S., Fernando, W. G. D. and Siddiqui, Z. A. 2005. Plant growth promoting rhizobacteria formulations and its scope in commercialization for the management of pests and diseases. In: PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Springer. pp. 257–296.

Wang, H., Zhang, L. and Li, X. 2018. Yeast extract enhances fruit yield and quality in cucumber plants. Scientia Horticulturae. 235: 214–220.

The response of some physiological parameters and yield of eggplant to the interaction of salicylic acid with yeast, urea phosphate, and amino acid

Saleh Mohammadi Bideshki[1*], Mohammad Javad Arvin[1]and Rahimah Pourmohammadi Zadeh[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
Corresponding Author: rahima1234p@gmail.com

Abstract

Eggplant is one of the most widely consumed fruit vegetables in Iran and the world. To investigate the interaction effect of salicylic acid with foliar application of yeast, amino acid, and urea phosphate on the Qomi eggplant landrace, a study was conducted at the Fajr Research Farm of Shahid Bahonar University of Kerman. The experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications. The experimental treatments included salicylic acid (SA) at a concentration of 50 ppm as a pre-treatment, yeast (Y) at a concentration of 5 grams per liter, amino acid (AA) at a concentration of 0.5 per thousand, and urea phosphate (UP) at a concentration of 3 per thousand, which were applied as foliar sprays in three separate stages on the eggplant plants. During one harvest stage, the fruit weight per plant and the number of fruits per plant, as functional parameters of the yield, were measured. In the mid-growth period, proline content, chlorophyll index, and net photosynthesis rate were also measured. The results showed that the simultaneous application of salicylic acid with yeast and urea phosphate increased fruit weight and the number of fruits per plant. The use of chemical treatments also increased the proline content. The application of yeast and urea phosphate without salicylic acid increased the chlorophyll index. The net photosynthesis rate also increased both with and without the use of salicylic acid.

Keywords Net photosynthesis Proline, Rate, Salicylic acid, Urea phosphate, Yeast.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گوجه‌فرنگی در استان بوشهر

مرضیه عباباف[1] و داود کیانی[1*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

*نویسنده مسئول: *d.kiani1986@yahoo.com*

چکیده

گوجه‌فرنگی با نام علمی (*Solanum lycopersicum* L.) دومین سبزی مهم اقتصادی پس از سیب‌زمینی در جهان است. تراکم بوته گوجه‌فرنگی از عوامل مؤثر بر تولید گوجه‌فرنگی است و مدیریت آن برای افزایش عملکرد میوه در واحد سطح ضروری است. ارقام در صفاتی همچون رنگ، شکل، اندازه، طعم و مزه، زودرسی، عادت رشدی، نحوه مصرف، زمان کاشت، میزان عملکرد و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها متفاوت هستند. به‌منظور بررسی اثر ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در تراکم‌های متفاوت، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی برازجان استان بوشهر در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ انجام شد. تیمارها شامل پنج رقم تجاری (Berneta، SV 8320 TD، Brivio، Sama و Elisa) و تراکم‌های کشت (۲۰، ۲۵ و ۳۰ هزار بوته در هکتار) بودند. در پایان صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد بالاترین وزن تک میوه با میانگین ۱۶۶/۵ گرم و ۱۵۷/۲ گرم به ترتیب در ارقام Sama و SV 8320 TD بود. بیشترین تعداد میوه در هکتار (۶۹۲۰۰۰)، میوه در بوته (۳۴/۶) و عملکرد تک بوته (۴/۵ کیلوگرم) از رقم Brivio با تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد، هم‌چنین کمترین میزان این صفات از رقم Elisa با تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. بیشترین عملکرد کل در رقم Brivio با میانگین ۸۳۰۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین عملکرد در رقم Elisa با میانگین ۱۲۹۱۱/۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد؛ بنابراین رقم Brivio با تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار به‌عنوان رقم مناسب کشت در استان بوشهر پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعداد میوه، ژنوتیپ، گوجه‌فرنگی، وزن میوه.

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی (*Solanum lycopersicum* L.) از خانواده Solanaceae از نظر جایگاه، دومین سبزی مهم اقتصادی پس از سیب‌زمینی در جهان است (Ayuso-Yuste et al., 2022) که تولید آن از مناطق گرمسیری تا معتدل گسترش می‌یابد. استان بوشهر با بیش از ۱۱۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی و تولید بیش از ۴۴۰ هزار تن در سال، رتبه سه کشوری در تولید گوجه‌فرنگی را دارا است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۰). در استان بوشهر برای کشت گوجه‌فرنگی در روش آبیاری نواری قطره‌ای، فواصل بوته بین و روی ردیف متفاوتی به کار می‌برند؛ که موجب ایجاد تراکم‌های مختلف می‌شود. تراکم بوته از عوامل مؤثر بر تولید گوجه‌فرنگی است و مدیریت آن برای افزایش عملکرد میوه در واحد سطح ضروری است. تراکم گیاهی، یکی از عوامل مؤثر در تولید بهینه است و هدف این است که ترکیب مناسبی از عوامل محیطی برای دستیابی به عملکرد مناسب کمی و کیفی تأمین شود (Candian et al., 2017). هنگامی‌که گیاهان در معرض تراکم بوته بالا قرار می‌گیرند، سرعت رشد در آن‌ها به دلیل کاهش نفوذ نور در تاج پوشش کاهش می‌یابد. تراکم‌های بالای بوته، به دلیل سایه‌اندازی گیاه و تأمین ناکافی فتوسنتز برای تشکیل میوه زیان‌آور خواهند بود. از سوی دیگر میوه‌های روی ردیف کشت شده با فاصله زیاد (تراکم بوته کم) بیشتر در معرض نور مستقیم خورشید و دمای بالا قرار می‌گیرند که منجر به بروز بیشتر ترک‌خوردگی میوه خواهد شد؛ بنابراین انتخاب تراکم مناسب در کشت، به‌منظور حفظ تعادل بین منبع و مخزن و نسبت کربن به نیتروژن (C:N) ضروری است (Franco et al., 2008). در آزمایشی که بر روی سه تراکم بوته (۱۶۰۰۰، ۲۰۰۰۰ و ۳۰۰۰۰ بوته در هکتار) انجام شد نتایج نشان داد که افزایش تراکم منجر به کاهش تعداد میوه، عملکرد قابل فروش و عملکرد در بوته شد؛ اما تأثیری بر عملکرد کل در هکتار نداشت. کمترین تراکم بوته در هکتار (۱۶۰۰۰ بوته در هکتار) به دلیل صرفه‌جویی در هزینه بذر هیبرید و نیروی کار، بیشترین افزایش را در بازدهی عملکرد کل داشت (Maboko et al., 2017). از سوی دیگر گزارش شده که افزایش تراکم بوته و تعداد ساقه‌های هر گیاه منجر به افزایش تعداد

میوه در بوته و عملکرد میوه شد؛ بنابراین به نظر می‌رسد در اکثر گیاهان با افزایش تراکم بوته عملکرد در واحد سطح تا تراکم معینی بوته افزایش می‌یابد و پس از آن عملکرد کاهش می‌یابد (Martins et al., 2018).

انتخاب رقم یکی دیگر از مهم‌ترین تصمیمات مدیریت در مزرعه است که با وجود واریته‌های فراوان موجود می‌تواند امری ضروری به نظر برسد؛ بنابراین به‌عنوان یک معیار مهم باید در هر سیستم کشت در نظر گرفته شود. انتخاب ارقام مناسب از نظر سازگاری با منطقه، پرمحصولی و زودرسی می‌تواند جوابگوی نیازها و خواسته‌های کشاورزان باشد. در پژوهشی با ارزیابی ۴۸ رقم گوجه‌فرنگی گزارش کردند که صفات وزن میوه، طول و عرض میوه، تعداد میوه در بوته از مؤثرترین صفات تعیین‌کننده مقدار عملکرد میوه هستند (Ali et al., 2016). ازاین‌رو مطالعه عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مرتبط با آن به‌منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های مطلوب گوجه‌فرنگی با حداکثر عملکرد کمی و کیفی تحت شرایط محیطی در هر منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کشاورزان در کشت گوجه‌فرنگی، عواملی چون مساحت، هزینه آبیاری و زمان رسیدن محصول را در تعیین تراکم بوته لحاظ می‌کنند. تراکم‌های مختلف بر زمان رسیدگی ارقام گوناگون با صفات متفاوت، اثر می‌گذارد. این پژوهش برای ارزیابی واکنش پنج رقم تجاری گوجه‌فرنگی به تراکم‌های مختلف، با بررسی صفات مورفولوژیک و عملکردی در فضای باز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در تراکم‌های متفاوت، پژوهشی در سال زراعی ۱۴۰۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی برازجان استان بوشهر اجرا شد. تیمارهای این آزمایش شامل پنج رقم تجاری (Berneta، SV 8320 TD، Brivio، Sama و Elisa) و تراکم‌های کشت شامل ۲۰، ۲۵ و ۳۰ هزار بوته در هکتار بودند. فاصله بین نوارهای آبیاری دو متر و فواصل بین بوته‌ها روی ردیف به ترتیب ۲۵، ۲۰ و ۱۶ سانتی‌متر برای دستیابی به تراکم‌های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ هزار بوته در هکتار و به‌صورت کشت دوطرفه بودند. نمونه مرکب از خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر تهیه شد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه آب و خاک تعیین شد و کودهای مورد نیاز پیش از انتقال نشاء در تمام کرت‌ها به‌صورت یکسان اعمال شد. نشاهای گوجه‌فرنگی پس از ۶ هفته در مرحله چهار تا پنج برگی در طول نوارهای آبیاری قطره‌ای در دهه دوم آبان ماه در مزرعه کشت شدند. تعداد خطوط کشت در هر کرت آزمایشی ۳ خط کشت دوطرفه و طول ردیف‌های کاشت در تمامی تیمارها ۴ متر بود. آبیاری، به روش قطره‌ای- نواری و با توجه به شرایط آب‌وهوایی و نیاز گیاه به‌طور منظم در زمان مناسب انجام شد. برداشت ۱۰۰ تا ۱۳۰ روز پس از کشت صورت گرفت. در پایان صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تراکم بر صفات کمی گوجه‌فرنگی در منطقه برازجان.

ارقام	تراکم	تعداد کل میوه (در هکتار)	عملکرد تک بوته (کیلوگرم)	تعداد میوه در بوته
SV 8320 TD	۲۰۰۰۰	۳۵۲۰۰۰^{efg}	۲/۷^{bcd}	۱۷/۶^{cd}
	۲۵۰۰۰	۴۲۴۸۳۳/۳^{de}	۲/۷۵^{bcd}	۱۶/۹۹^{cd}
	۳۰۰۰۰	۳۹۷۹۰۰^{ef}	۲/۰۹^{de}	۱۳/۲۶^{ef}
Berneta	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰^{cd}	۳/۰۳^{bc}	۲۵^{b}
	۲۵۰۰۰	۳۸۹۴۱۶/۶^{ef}	۱/۹۶^{de}	۱۵/۵۷^{de}
	۳۰۰۰۰	۶۱۱۹۰۰^{ab}	۲/۵۱^{bcd}	۲۰/۳۹^{c}
Brivio	۲۰۰۰۰	۶۹۲۰۰۰^{a}	۴/۵۱^{a}	۳۴/۶^{a}
	۲۵۰۰۰	۶۰۱۹۱۶/۶^{ab}	۳/۳۵^{b}	۲۴/۰۷^{b}
	۳۰۰۰۰	۵۷۷۹۰۰^{bc}	۲/۵^{bcd}	۱۹/۲۶^{c}

	۲۰۰۰۰	۶۴۰۰۰^{i}	۰/۳۴^{g}	۳/۲^{h}
Elisa	۲۵۰۰۰	۱۳۱۰۸۳/۳^{i}	۰/۷۵^{fg}	۵/۲۴^{h}
	۳۰۰۰۰	۹۷۹۰۰^{i}	۰/۴۳^{g}	۳/۲۶^{h}
	۲۰۰۰۰	۲۳۸۰۰۰^{h}	۱/۹۶^{de}	۱۱/۹^{fg}
Sama	۲۵۰۰۰	۳۱۶۵۰۰^{fgh}	۲/۲۶^{cde}	۱۲/۶۶^{ef}
	۳۰۰۰۰	۲۶۹۹۰۰^{gh}	۱/۴۲^{ef}	۸/۹۹۶^{g}
اثرمتقابل تراکم × رقم		**	*	**

میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند. * و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم و تراکم کشت در گوجه‌فرنگی.

رقم	وزن تک میوه (گرم)	عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)
SV 8320 TD	۱۵۷/۲^{a}	۶۱۸۷۷/۷^{b}
Berneta	۱۲۳/۹۷^{b}	۶۱۷۴۵/۵^{b}
Brivio	۱۳۲/۷۸^{b}	۸۳۰۲۷/۷^{a}
Elisa	۱۲۶/۸۸^{b}	۱۲۹۱۱/۱^{d}
Sama	۱۶۶/۵^{a}	۴۶۱۵۰^{c}
F test	**	**

میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.
** معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد را نشان می‌دهد.

تعداد کل میوه

در این پژوهش اثر متقابل تراکم × رقم موجب تأثیر معنی‌داری بر تعداد کل میوه شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × رقم نشان داد بیشترین تعداد میوه با میانگین ۶۹۲۰۰۰ در هکتار در رقم Brivio با تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار بود و پس از آن در رقم Berneta با ۳۰۰۰۰ بوته در هکتار و Brivio با ۲۵۰۰۰ بوته در هکتار بود که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. از سوی دیگر کمترین تعداد کل میوه در تراکم‌های مختلف رقم Elisa مشاهده شد. تراکم‌های مختلف در ارقام Sama، SV 8320 TD و Elisa نیز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. نتایج نشان می‌دهد که در هر رقم تراکم متفاوتی موجب حصول بالاترین تعداد کل میوه شد، ولی به‌طورکلی رقم Brivio در تمامی تراکم‌ها تعداد میوه بالاتری نسبت به دیگر ارقام داشت (جدول ۱). گزارش شده که در کشت ارقام رشد محدود گوجه‌فرنگی در مزرعه، با فواصل بیشتر بوته‌ها و تراکم کمتر در واحد سطح، صفات تعداد میوه در واحد سطح افزایش یافت (Martins et al., 2018). در پژوهشی در هند در کشت مزرعه‌ای افزایش فاصله بین بوته‌ها و کاهش تراکم (سه سطح تراکم ۴/۹ و ۳/۴ و ۲/۷ بوته در مترمربع) در کشت گوجه‌فرنگی، باعث افزایش تعداد میوه‌ها، میانگین وزن میوه، عملکرد میوه در بوته، عملکرد در واحد سطح و عملکرد میوه بازارپسند در هر بوته گردید (Singh et al., 2021).

وزن تک میوه

نتایج این پژوهش نشان داد که تنها رقم تأثیر معنی‌داری بر وزن تک میوه دارد (جدول ۲). بیشترین وزن تک میوه با میانگین ۱۶۶/۵ گرم و ۱۵۷/۲ گرم به ترتیب در ارقام Sama و SV 8320 TD مشاهده شد، هم‌چنین در بین دیگر رقم‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). در ارزیابی ۴۸ رقم گوجه‌فرنگی گزارش کردند که مؤثرترین صفات بر عملکرد میوه، وزن میوه، طول و عرض میوه و تعداد میوه در بوته است. آن‌ها هم‌چنین تنوع بسیار بالایی از لحاظ این صفات در بین ارقام محلی، هیبرید و تجاری کشت شده مشاهده کردند (Ali et al., 2016).

تعداد میوه در بوته و عملکرد تک بوته

اثر متقابل تراکم × رقم بر صفات تعداد میوه در بوته و عملکرد تک بوته معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × رقم نشان داد بالاترین تعداد میوه در بوته و عملکرد تک بوته در رقم Brivio با تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. هم‌چنین کمترین میزان آن‌ها در رقم Elisa با تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد. رقم Brivio در تمامی تراکم‌ها تعداد میوه در بوته و عملکرد تک بوته بالاتری را نسبت به دیگر ارقام داشت (جدول ۱). در رقم‌های SV 8320 TD، Berneta و Brivio بالاترین تعداد میوه در بوته و عملکرد تک بوته در تراکم ۲۰۰۰۰ مشاهده شد؛ ولی در رقم‌های Elisa و Sama، بالاترین این صفات در تراکم ۲۵۰۰۰ بود (جدول ۱). این نتایج نشان داد که مناسب‌ترین تراکم برای هر رقم بستگی به پتانسیل رشدی آن رقم دارد؛ زیرا از آنجا که در تراکم پایین، کل تشعشع جذب شده در واحد سطح کاهش می‌یابد و هم‌چنین به دلیل آفتاب‌سوختگی و ضایع شدن میوه‌هایی که زودتر از بقیه رسیده‌اند عملکرد بوته کاهش می‌یابد، هم‌چنین با در نظر گرفتن عادت رشدی ارقام مختلف به نظر می‌رسد این موارد دلیل تعداد میوه‌ی کمتر در تراکم پایین (۲۰۰۰۰ بوته در هکتار) در رقم‌های Elisa و Sama باشد. تراکم ۳۰۰۰۰ بوته در هکتار در هیچ‌کدام از ارقام مورد بررسی عملکرد مطلوبی نشان نداد به نظر می‌رسد که تعداد بوته بیشتر در هکتار، رقابت جهت دسترسی به منابع آب، مواد غذایی، نور، گازکربنیک و غیره را شدت داده و نتیجه آن کاهش تعداد میوه است (بهزادی و رخشنده رو، ۱۳۹۳). در آزمایشی که توسط (مابوکو و همکاران، ۱۳۹۶) انجام شد، تراکم‌های مختلف گوجه‌فرنگی ۱۶۰۰۰، ۲۰۰۰۰ و ۳۰۰۰۰ مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد افزایش تراکم منجر به کاهش میوه، عملکرد قابل فروش و عملکرد کل در بوته شد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

عملکرد کل

نتایج این پژوهش نشان داد که تراکم بر عملکرد کل تأثیر معنی‌داری ندارد و تنها اثر رقم‌های مختلف بر عملکرد کل معنی‌دار است (جدول ۲). (لاگندرا و همکاران، ۱۳۸۰) با بررسی سه تراکم ۵/۵، ۷/۴ و ۹/۲ بوته در مترمربع در گیاه گوجه‌فرنگی گزارش کردند که تراکم بر عملکرد میوه در بوته اثر می‌گذارد ولی روی عملکرد میوه در واحد سطح اثری ندارد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. بالاترین عملکرد کل در رقم Brivio با میانگین ۸۳۰۲۷/۷ و پایین‌ترین عملکرد در رقم Elisa با میانگین ۱۲۹۱۱/۱ حاصل شد. تفاوت در عملکرد بین ارقام در جدول ۲، یافته‌های گزارش شده توسط (مابوکو و همکاران، ۱۳۹۱) را تأیید می‌کند که انتخاب رقم یک معیار مهم است که باید در هر سیستم کشت در نظر گرفته شود. در این آزمایش کاهش میانگین وزن میوه در رقم Brivio با افزایش تعداد میوه در بوته و عملکرد تک بوته در تراکم بوته پایین جبران شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل شده از این پژوهش، بیشترین تعداد میوه در هکتار، میوه در بوته، عملکرد تک بوته و عملکرد کل با میانگین (۸۳۰۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار) در رقم Brivio حاصل شد. رقم Brivio با تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار، باعث افزایش حدود ۵/۵ برابری عملکرد در مقایسه با رقم Elisa شد بنابراین به‌عنوان رقم مناسب کشت در استان بوشهر پیشنهاد می‌شود.

منابع

بهزادی، ب. و رخشنده رو، م. ۱۳۹۳. تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای نواری. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۳۰(۴): ۳۸۹–۴۰۰.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۴۰۰–۱۴۰۱، جلد اول، محصولات زراعی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. ۱۲۴ صفحه.

Ali, A., Hussain, I., Khan, A., Khan, J., Rehman, M. U. and Riaz, A. 2016. Evaluation of various tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars for quality, yield and yield components under agro climatic condition of Peshawar. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 11(2): 59–62.

Candian, J. S., Martins, B. N. M., Cardoso, A. I. I., Evangelista, R. M. and Fujita, E. 2017. Stem conduction systems effect on the production and quality of mini tomato under organic management. Bragantia. 76: 238–245.

Franco, J. L., Rodriguez, N., Diaz, M. and Camacho, F. 2008. Influence of different pruning methods in cherry tomato grown hydroponically in a cropping spring cycle: Effects on the production and quality. In: International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics. 843. pp. 165–170.

Logendra, L. S., Gianfagna, T. J., Specca, D. R. and Janes, H. W. 2001. Greenhouse tomato limited cluster production systems: Crop management practices affect yield. HortScience. 36(5): 893–896.

Maboko, M. M., Du Plooy, C. P. and Chiloane, S. 2017. Yield of determinate tomato cultivars grown in a closed hydroponic system as affected by plant spacing. Horticultura Brasileira. 35: 258–264.

Martins, D. D. S., Watthier, M., Schwengber, J. E., da Silva, D. R., Schubert, R. N. and Peil, R. M. N. 2018. Planting density and number of stems for ecological crop determinate growth tomato. African Journal of Agricultural Research. 13(12): 544–550.

Singh, S. K., Shahi, B. P., Singh, B. R., Singh, M. K., Singh, S. and Kumar, M. 2021. The effects of plant density on the productivity of tomato hybrids in a newly developed low cost naturally ventilated greenhouse. International Journal of Plant and Soil Science. pp. 61–72.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of plant density on yield and yield components of tomato cultivars in Bushehr province

Marzieh ababaf[1] and Davood kiani[1*]
1. Researcher, Crop and Horticultural Science Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Iran
Corresponding Author: d.kiani1986@yahoo.com

Abstract

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is the second most important economic vegetable worldwide after potato. Plant density is a crucial factor influencing tomato production, and its management is essential for maximizing fruit yield per unit area. Tomato cultivars exhibit variations in characteristics such as color, shape, size, taste, earliness, growth habit, consumption method, planting time, yield, and resistance to pests and diseases. To investigate the effect of different tomato cultivars under varying planting densities, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the research farm of the Agricultural Research Station of Borazjan, Bushehr province, during the 2023-2024 growing season. Treatments included five commercial cultivars (Berneta, SV 8320 TD, Brivio, Sama, and Elisa) and planting densities (20, 25, and 30 thousand plants per hectare). At the end of the growing season, data on yield and yield components of tomato were collected. The results indicated that the highest single fruit weight was observed in Sama (166.5 g) and SV 8320 TD (157.2 g) cultivars. The highest number of fruits per hectare (692,000), fruits per plant (34.6), and single plant yield (4.51 kg) were obtained from Brivio cultivar at a density of 20,000 plants per hectare, while the lowest values were observed in Elisa cultivar at the same density. The highest total yield was observed in Brivio cultivar with an average of 83,027.7 kg/ha, while the lowest was observed in Elisa cultivar with an average of 12,911.1 kg/ha. Therefore, the Brivio cultivar at a density of 20,000 plants per hectare is recommended as a suitable cultivar for cultivation in Bushehr province.

Keywords: Fruit number, Fruit weight, Genotype, Tomato.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر افزایش سن درخت بر کیفیت میوه پرتقال والنسیا (*Citrus sinensis* cv. Valencia)

اعظم سیدی[1*]، عباس خواجه بهرامی[1]، سعید سالاری[1] و حنیفه سید حاجی‌زاده[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *a.seiedi@ujiroft.ac.ir*

چکیده

این تحقیق بررسی کرد که چگونه سن درختان پرتقال والنسیا (۱۰، ۲۰ و ۳۴ سال) بر ویژگی‌های ظاهری و کیفی میوه تأثیر می‌گذارد. یافته‌ها نشان داد که با افزایش سن درختان، وزن، حجم، طول و قطر میوه کاهش می‌یابد، در مقابل، ضخامت پوست میوه در درختان جوان‌تر بیشتر است .شاخص شکل میوه در سنین مختلف نسبتاً ثابت است .علاوه بر این، میوه‌های درختان جوان‌تر درصد آب میوه بالاتری را نشان دادند .از نظر کیفیت آب میوه، هیچ تفاوت معنی‌داری در اسیدیته کل، مواد جامد محلول یا اسیدیته قابل تیتراسیون مشاهده نشد .با این حال، میزان ویتامین ث در میوه‌های درختان جوان‌تر به طور قابل توجهی بیشتر بود .نکته قابل توجه این است که وزن میوه درختان ۳۴ ساله در مقایسه با درختان ۱۰ ساله تا ۶۳ درصد کاهش یافت که منجر به کاهش قابل توجه عملکرد در هکتار می شود . با توجه به اینکه کیفیت میوه درختان مسن‌تر نیز از نظر میزان ویتامی ث نسبت به درختان جوان کاهش یافت می‌توان به ضرورت مدیریت مؤثر باغ و شیوه‌های جوان‌سازی برای حفظ و افزایش کیفیت و عملکرد میوه در باغ‌های مسن تأکید نمود.

واژه‌های کلیدی: پرتقال والنسیا، سن درخت، کیفیت میوه.

مقدمه

مرکبات به‌صورت گسترده در بیش از ۱۴۰ کشور جهان در آب‌وهوای گرمسیری، نیمه‌گرمسیری و مدیترانه‌ای، بین عرض‌های جغرافیایی تقریبی ۴۰ درجه شمالی و ۴۰ درجه جنوبی کشت می‌شوند. صنعت جهانی مرکبات سهم چشمگیری در اقتصاد جهانی داشته و با در نظر گرفتن تمامی زنجیره‌های مرتبط از تولید تا برداشت، جابجایی، حمل‌ونقل، انبارداری، فرآوری و عملیات بازاریابی، برای میلیون‌ها نفر در سراسر جهان اشتغال‌زایی می‌کند (Zhong and Nicolosi, 2020). سهم ایران از تولید جهانی مرکبات در سال ۲۰۱۹ در حدود ۲/۴۰ درصد بوده است (FAO, 2020). کیفیت میوه یک ویژگی چندبعدی است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و مدیریت باغ قرار دارد، در این میان سن درخت به عنوان یک عامل تعیین‌کننده و در عین حال اغلب نادیده گرفته شده مطرح می‌باشد. تفاوت های قابل توجهی در فیزیولوژی و فنولوژی می تواند بین درختان جوان و بالغ وجود داشته باشد (Augspurger and Bartlett, 2003). به طور کلی، درختان بالغ معمولاً نرخ فتوسنتز پایین تری نسبت به درختان جوان دارند (Bond, 2000). همچنین درختان بالغ ممکن است انعطاف پذیری رشدی کمتری نشان دهند. به عنوان مثال، شاخه های جوان معمولاً نسبت به شاخه های بالغ، استعداد بیشتری برای تولید ریشه های نابجا دارند (Wendling et al., 2014). درک رابطه بین سن درخت و کیفیت میوه برای بهینه‌سازی مدیریت باغ، بهبود ثبات عملکرد و تضمین قابلیت عرضه به بازار ضروری است (Aregay et al., 2021). روابط بین سن درخت و کیفیت میوه برای هر رقم باید به صورت جامع‌تری مورد مطالعه قرار گرفته و در اختیار باغداران قرار گیرد زیرا تعیین محدوده سنی بهینه برای هر رقم می‌تواند به باغداران چه از جنبه‌ی مدیریت بهتر باغ و افزایش کیفیت محصول و چه در تعیین میزان تخمین عملکرد مورد انتظار و مدیریت هزینه‌ها کمک شایانی نماید. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنای علمی برای تصمیم‌گیری در مورد جایگزینی درختان و بهبود روش‌های مدیریت باغ فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، در سال ۱۴۰۲ به صورت طرح بلوک کامل تصادفی و در ۴ تکرار در باغ تجاری کشت و صنعت شهرستان عنبرآباد در جنوب استان کرمان انجام شد. هر تکرار شامل یک درخت بود که ۴ میوه از دور تا دور آن جهت ارزیابی صفات مورد بررسی برداشت شد.به

این منظور میوه‌های درختان ۱۰، ۲۰ و ۳۴ ساله پرتقال رقم والنسیا از نظر برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. درختان مورد آزمایش از نظر تغذیه و آبیاری در وضعیت مشابه ای قرار داشتند. مدیریت تغذیه درختان هر ساله بر اساس آزمایش خاک انجام می شد و آبیاری به صورت سیستم آبیاری قطره ای بود. تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

وزن میوه به‌وسیله ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱) تعیین شد. حجم میوه به روش جابجایی آب به دست آمد. از دستگاه کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر برای اندازه‌گیری ضخامت پوست، طول و قطر میوه استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری ضخامت پوست میوه، ابتدا یک برش از قسمت میانی میوه جدا شد و ضخامت آن بر حسب میلی‌متر، ثبت شد. فاصله گلگاه تا دم میوه به عنوان طول میوه و بزرگترین قسمت در بخش استوای میوه به عنوان قطر و برحسب میلی‌متر ثبت گردید. جهت ارزیابی درصد آب میوه، با استفاده از آب مرکبات‌گیر برقی آب میوه از میوه جدا شد و وزن آن ثبت گردید. نسبت وزن آب میوه به وزن میوه ضربدر ۱۰۰ به عنوان درصد آب میوه محاسبه گردید.

ارزیابی ویژگی‌های کیفی آب میوه

محتوای جامد کل: مواد جامد محلول آب میوه، با دستگاه رفرکتومتر دستی مدل Wikink DR102 اندازه گیری گردید.

اسیدیته و اسیدیته قابل تیتراسیون: برای اندازه گیری اسیدیته از دستگاه pH متر دیجیتالی استفاده شد. بـــرای اندازه گیری اسیدیته قابل تیتر، مقدار ۵ میلـی لیتـر از آب میـوه بـا آب مقطـر بـه حجـم ۴۰ میلـی لیتـر رسانده شد. سپس تا رسیدن بـه pH برابـر ۸/۲ بـا هیدروکسید سـدیم یـک دهـم نرمـال تیتـر شـد. میـزان سـود مـصرفی یادداشـت و بـا اسـتفاده از فرمول مربوطه مقدار درصد اسید بر حسب اسـید سیتریک محاسبه شد (سیدی و افشاری پور، ۱۳۹۸). شاخص طعم یا شاخص بلوغ از نسبت TSS/TA به دست آمد. برای اندازه گیری ویتامین ث از روش یدومتریک استفاده شد که توسط سیدی و افشاری پور (۱۳۹۸) شرح داده شده است. برای این منظور ۱۰ میلی لیتر آب میوه را به همراه ۲۰ میلی لیتر آب مقطر داخل بشر ریخته و ۲/۵ میلی لیتر نشاسته به عنوان معرف به آن اضافه گردید. سپس با محلول ید در یدور پتاسیم ۰/۰۱ نرمال تا ظهور رنگ خاکستری تیتر گردید.

نتایج و بحث

مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۱، با افزایش سن درخت صفات مربوط به کیفیت ظاهری میوه مانند وزن، حجم، طول و قطر میوه همچنین درصد آب میوه کاهش یافت. در مقابل، با افزایش سن درخت ضخامت پوست میوه کاهش یافت. درحالیکه تفاوت معنی داری در شاخص شکل میوه‌ها مشاهده نشد که نشان دهنده ثبات ویژگی‌های ظاهری است. وزن میوه بین ۹۱ تا ۱۵۰ گرم متغیر بود و درختان ۱۰ ساله به ترتیب ۲۱ و ۶۵ درصد وزن میوه و ۲۰ و ۶۳ درصد حجم میوه بیشتری نسبت به درختان ۲۰ و ۳۴ ساله داشتند. درختان ۱۰ ساله به ترتیب ۱۶ و ۱۹ درصد طول و قطر میوه بزرگتری نسبت به درختان ۳۴ ساله داشتند. همچنین درختان ۱۰ ساله بیشترین و درختان ۳۴ ساله کمترین ضخامت پوست میوه را داشتند. که موجب مقاومت بیشتر میوه های درختان جوان در برابر آسیب‌های محیطی می‌شود هچنین میوه‌های درختان جوان آسیب پذیری کمتری در برابر آفتاب سوختگی و جابه جایی خواهند داشت. درصد آب میوه در درختان مورد ارزیابی بین ۱۹ تا ۳۰ درصد متغیر بود. میوه‌های درختان ۱۰ ساله به ترتیب ۲۵ و ۵۸ درصد، آب میوه بیشتری نسبت به درختان ۲۰ و ۳۴ ساله داشتند. که نشان دهنده اثر منفی افزایش سن درخت بر کیفیت میوه می باشد. نتایج ما همسو با نتایج تحقیقات اخیر است که نشان داد که وزن میوه، اندازه میوه و ضخامت پوست در درختان جوان ۵ ساله پرتقال نیوهال ناول در مقایسه با درختان ۱۰ و ۱۵ ساله بیشتر بود (El-Sayed, 2020).

جدول ۱- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی پرتقال بر اساس سن درخت.

Age	weight (g)	volume (cm^3)	length (mm)	diameter (mm)	Shape Index (L/D)	Thickness peel (mm)	Juice %
10	149.61a	147.85a	68.70a	64.69a	1.09a	6.16a	30a

20	123.63a	123.25a	65.47ab	60.42a	1.08a	5.20b	24b
34	90.71b	90.73b	59.32b	54.28b	1.06a	4.37c	19c

موارد دارای حروف یکسان، تفاوت معنی‌داری در سطح ۰۵/۰ > p نشان نمی‌دهند.

بر طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲ تفاوت معنی داری در مقدار اسید کل (pH) آب میوه، مواد جامد محلول‌در درختان با سنین مختلف مشاهده نشد. درختان مسن تر اسیدیته قابل تیتراسیون کمتر و شاخص طعم بیشتری نسبت به درختان جوان داشتند. همچنین نتایج نشان داد با افزایش سن درخت میزان ویتامین ث کاهش یافت به طوریکه بیشترین و کمترین میزان ویتامین ث به ترتیب متعلق به درختان ۱۰ و۳۴ ساله بود. درختان ۱۰ ساله، به ترتیب ۷ و ۲۷ درصد ویتامین ث بیشتری نسبت به درختان ۲۰ و ۳۴ ساله داشتند. نتایج ما در برخی از ویژگیهای کیفی آب میوه موافق و در برخی از ویژگی‌ها مغایر با نتایج گزارشات پیشین است. تحقیقات گزارش شده روی نارنگی کینو نشان داد میوه درختان گروه سنی ۳۵ سال TSS و TA بیشتری در مقایسه با درختان گروه سنی ۶ و ۱۸ سال داشتند (Khalid et al., 2017). مطالعه Hern (1993) نشان داد که میوه‌های درختان مرکبات جوان و سریع الرشد، TSS و TA کمتری نسبت به درختان مسن داشتند در حالیکه شاخص طعم یا نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون آنها بیشتر بود. به طور مشابه گزارش شد، در میوه سیب، درختان جوان (۴ تا ۶ ساله) شاخص طعم کمتری نسبت به دختان مسن‌تر داشتند (Tahir et al., 200) .مطالعه خالد و همکاران نیز این یافته ها را تایید می‌کند (Khalid et al., 2012).

طبق گفته دونگ هوی و همکاران (DongHui et al., 2005) ، اسید اسکوربیک بیشتری در میوه درختان جوان ۵ تا ۱۰ ساله (*Prunus saliciana*) در مقایسه با میوه درختان نسبتاً مسن (۲۰ تا ۳۰ ساله) ثبت شده است که با یافته های این تحقیق مطابقت دارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی آب پرتقال بر اساس سن درخت.

Tree age	pH	TSS (ºBrix)	TA (%)	TSS/TA	Vitamin C
10	4.24abc	13.15ab	0.92a	14.29 b	79.78ab
20	4.12abc	13.50ab	0.85ab	15.88 ab	74.80ab
34	4.12abc	14.73a	0.82b	17.96a	62.92b

موارد دارای حروف یکسان، تفاوت معنی‌داری در سطح ۰۵/۰ > p نشان نمی‌دهند.

نتایج نشان می‌دهد که سن درخت تأثیر قابل توجهی بر کیفیت ظاهری و کیفی میوه دارد. درختان جوان‌تر (۱۰ ساله) میوه‌هایی با وزن، حجم، طول و قطر بیشتر، ضخامت پوست بالاتر و درصد آب میوه بالاتری تولید می‌کنند، که مقاومت بیشتری در برابر آسیب‌های محیطی دارند. همچنین، میزان ویتامین ث در میوه‌های جوان بیشتر است. در مقابل، با افزایش سن درخت، ویژگی‌های ظاهری و کیفی کاهش یافته، اما شاخص شکل میوه تقریبا ثابت باقی می‌ماند. این یافته‌ها اهمیت مدیریت صحیح و جوان‌سازی باغات قدیمی جهت افزایش عمکرد و بهبود کیفیت میوه و آبمیوه را برجسته می‌سازد.

منابع

سیدی، ا. و افشاری‌پور، ص. ۱۳۹۸. ارزیابی برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه ارقام مختلف نارنگی. پژوهش‌های میوه‌کاری. ۴(۲): ۲۹–۴۲.

Aregay, N., Belew, D., Zenebe, A., Haile, M., Gebresamuel, G. and Girma, A. 2021. Tree age and harvesting season affected physico-chemical and bioactive compounds of elite type of *Gunda Gundo* orange (*Citrus* spp.) in northern Ethiopia. International Journal of Fruit Science. 21(1): 26–39.

Augspurger, C. K. and Bartlett, E. A. 2003. Differences in leaf phenology between juvenile and adult trees in a temperate deciduous forest. Tree Physiology. 23: 517–525.

Bond, B. J. and Hearn, C. J. 1993. The influence of cultivar and high nitrogen and potassium fertilization on fruit quality traits of young orange trees.

DongHui, W., GuoZheng, T. and YongQing, L. 2005. Comparison of fruit quality of *Prunus salicina* trees varying in age. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology. 25: 29–31.

El-Sayed, F. 2020. Effect of tree age of "Newhall" navel orange on physical and chemical fruit characters development. Middle East Journal. 7: 1177–1185.

Hearn, C. J. 1993. The influence of cultivar and high nitrogen and potassium fertilization on fruit quality traits of young orange trees.

Khalid, S., Malik, A. U., Saleem, B. A., Khan, A. S., Khalid, M. S. and Amin, M. 2012. Tree age and canopy position affect rind quality, fruit quality and rind nutrient content of 'Kinnow' mandarin (*Citrus nobilis* Lour. × *Citrus deliciosa* Tenora). Scientia Horticulturae. 135: 137–144.

Khalid, S., Malik, A. U., Khan, A. S., Khan, M. N., Ullah, M. I., Abbas, T. and Khalid, M. S. 2017. Tree age and fruit size in relation to postharvest respiration and quality changes in 'Kinnow' mandarin fruit under ambient storage. Scientia Horticulturae. 220: 183–192.

Tahir, I. I., Johansson, E. and Olsson, M. E. 2007. Improvement of quality and storability of apple cv. Aroma by adjustment of some pre-harvest conditions. Scientia Horticulturae. 112(2): 164–171.

Wendling, I., Trueman, S. J. and Xavier, A. 2014. Maturation and related aspects in clonal forestry – Part I: Concepts, regulation and consequences of phase change. New Forests. 45: 449–471.

Zhong, G. and Nicolosi, E. 2020. Citrus origin, diffusion, and economic importance. Springer. pp. 5–21.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of increasing tree age on Valencia orange fruit quality (*Citrus sinensis* cv. Valencia)

Azam Seiedi[1*], Abbas Kajeh Bahrami[1], Saieed Salari[1], Hanifeh Seyed Hajizadeh[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
Corresponding Author: a.seiedi@ujiroft.ac.ir

Abstract

This study investigated how the age of Valencia orange trees (10, 20 and 34 years) affects the appearance and quality characteristics of the fruit. The findings showed that as the trees age, the weight, volume, length and diameter of the fruit decrease, while in contrast, the thickness of the fruit skin is greater in younger trees. The fruit shape index is relatively constant at different ages. In addition, the fruits of younger trees showed a higher juice percentage. In terms of juice quality, no significant differences were observed in total acidity, total soluble solids. However, the vitamin C content of the fruits of younger trees was significantly higher. It is noteworthy that the fruit weight of 34-year-old trees decreased by 63% compared to 10-year-old trees, resulting in a significant reduction in yield per hectare. Given that the fruit quality of older trees also decreased in terms of vitamin C content compared to young trees, we can emphasize the need for effective orchard management and rejuvenation methods to maintain and increase fruit quality and yield in older orchards.

Keywords: Fruit quality, Tree age, Valencia orange.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی میوه در برخی ارقام تجاری انگور

عبداله گودرزی[1*]، سید اصغر موسوی[2]، مهراب یادگاری[3] و سید حبیب‌اله نوربخش[4]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
۳- مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران
۴- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *ag13431796@gmail.com*

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی میوه برخی ارقام تجاری انگور در شرایط اقلیمی منطقه سامان واقع در استان چهارمحال و بختیاری، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. در پژوهش، صفات کمی و کیفی میوه در تاک‌های چهار ساله شش رقم انگور شامل عسگری، بیدانه قرمز، فلیم سیدلس، پرلت، ریش بابا و یاقوتی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بین ارقام انگور مورد مطالعه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بررسی صفات کمی و کیفی در ارقام مورد مطالعه انگور نشان داد که این صفات دارای تنوع زیادی هستند و می‌توان از این ویژگی‌ها برای تشخیص ارقام برتر انگور استفاده کرد. صفات کمی اندازه‌گیری شده شامل طول خوشه، عرض خوشه، وزن خوشه، طول حبه، عرض حبه، وزن حبه، عملکرد میوه، درصد ماده خشک میوه و چگالی میوه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر نوع رقم انگور بود. صفات کیفی میوه از نظر اسیدیته، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول نیز تغییرات قابل توجهی در بین ارقام نشان داد. بر اساس یافته‌های این پژوهش ارقام فلیم سیدلس و پرلت از نظر صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی نسبت به سایر ارقام برتر بوده که می‌توان این ارقام را برای کشت در منطقه و همچنین استفاده در برنامه‌های به‌نژادی بیشتر مورد بررسی قرار داد.

واژه‌های کلیدی: انگور، رقم، صفات کمی، صفات کیفی، عملکرد.

مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. یکی از مهمترین محصولات باغی جهان است که به لحاظ سطح زیرکشت و ارزش اقتصادی بالا، مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. ارزش این محصول به دلیل تولید فرآورده‌های متنوع، بسیار بالا بوده و از این لحاظ نقش بسیار مهمی را در اقتصاد کشورهای تولیده کننده آن ایفا می‌کند (Walker et al., 2019). طبق آمار نامه کشاورزی در استان چهارمحال و بختیاری، سطح زیر کشت انگور به روش آبی، ۶۷۰۰ هکتار و سطح زیر کشت بارور انگور در شرایط آبی ۴۰۴۱ هکتار است و میزان عملکرد تولید انگور (آبی) در این استان ۱۳۵۵۷/۵ کیلوگرم است (Agricultural statics, 2022). در حال حاضر رقم غالب انگور در این استان عسگری می‌باشد که با توجه به مشکلات تولید آن از قبیل نرسیدن کامل به دلیل کوتاه بودن فصل رشد و گرما در تابستان و نیز قدرت حمل و نقل پائین میوه آن، رقم چندان مناسبی برای این استان نبوده و لازم است با ارزیابی کمی و کیفی ارقام مطلوب زودرس و تجاری، رقمی که هم از لحاظ کیفی مرغوب بوده و هم زودرس‌تر از عسگری باشد، جایگزین گردد. معرفی ارقام جدید نیازمند بررسی ارقام و مطالعه سازگاری آنها در شرایط اقلیمی منطقه است (Mirfatah et al., 2024). در پژوهشی، ویژگی‌های کمی (وزن خوشه، وزن حبه، تعداد دانه در حبه، درصد وزن پوست

به حبه، وزن خشک، چگالی) و کیفی (اسیدیته، اسید قابل تیتر، مواد جامد محلول) در پنج رقم انگور تجاری شامل بیدانه‌سفید، بیدانه‌قرمز، فخری، شاهانی و میرزایی در یک تاکستان تجاری واقع در روستای جوزان ملایر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ارقام مورد مطالعه از نظر صفات کمی و کیفی می‌باشد. رقم میرزایی در مقایسه با سایر ارقام از نظر صفات کمی برتر بود و میوه رقم شاهانی نیز کیفیت بالاتری را نشان داد (Karimi *et al*. (2017). در پژوهشی بررسی سازگاری و مقایسه صفات میوه ارقام انگور ایرانی (بیدانه سفید قزوین و خلیلی سفید) با ارقام خارجی (Tompson seedless، Rubby seedless، Black seedledd، Perlette، Flame seedless و Fiesta) به مدت سه سال در ایستگاه کهریز ارومیه اجرا شد. نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین عملکرد در رقم خلیلی سفید دیده شد و پس از آن ارقام تامسون، فلیم و فیستا به ترتیب بیشترین عملکرد را داشتند. بیشترین ورن خوشه و حبه نیز در ارقام فیستا و روبی سیدلس به دست آمد. انگور بیدانه سفید بیشترین مقدار قند میوه را داشت. بر اساس نتایج به دست آمده، انگور تامسون سیدلس به واسطه زودرس بودن، عملکرد پایدار و بالا و بازار پسندی مطلوب به عنوان رقم برتر و سازگار برای ارومیه معرفی گردید (دولتی بانه و نجاتیان، ۱۳۹۷). با توجه به ارزش ارزیابی ارقام جدید در ارتقاء سطح کمی و کیفی تولیدات محصول انگور در منطقه، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی میوه در شش رقم انگور در شرایط اقلیمی منطقه سامان در استان چهارمحال بختیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری با موقعیت جغرافیایی ۳۲/۱۹ درجه عرض جغرافیایی، ۵۰/۵۱ درجه طول جغرافیایی و ۲۰۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار و در هر واحد آزمایشی چهار بوته در سال‌های ۱۴۰۱و۱۴۰۲ اجرا شد. در این آزمایش تاک‌های چهار ساله ارقام بیدانه قرمز، فلیم سیدلس، پرلت، یاقوتی، ریش بابا و عسگری مورد مطالعه قرار گرفتند. حاضر فواصل کاشت بوته ها ۲×۳ (دو متر روی ردیف و سه متر بین ردیف) و روش کاشت روسیمی با سیستم تربیت کردون دو طرفه بود.

صفات و روش اندازه‌گیری

در مرحله رسیدگی کامل میوه‌ها، طول، عرض و وزن خوشه میوه، طول، عرض و وزن حبه و عملکرد میوه اندازه‌گیری شد. طول، عرض و وزن تک خوشه در هر تکرار در ۴ خوشه در هر رقم اندازه‌گیری و با میانگین‌گیری بدست آمد. طول و عرض تک خوشه توسط خط کش انجام گردید. طول و عرض تک حبه با اندازه‌گیری طول و عرض ۲۰ حبه از هر رقم در هر تکرار به‌وسیله کولیس انجام شد و میانگین آن‌ها آنالیز شد. عملکرد میوه در هر رقم با توزین خوشه‌های برداشت شده از ۴ بوته در هر تکرار اندازه‌گیری و میانگین‌گیری شد (Karmi, 2013).

میوه‌ها پس از برداشت با ترازوی دیجیتال وزن با دقت یک هزارم گرم شدند. سپس نمونه‌ها به‌صورت جداگانه درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. در نهایت جهت محاسبه وزن ماده خشک میوه از فرمول ذیل استفاده شد:

درصد وزن ماده خشک میوه)= (وزن نمونه تر میوه / وزن نمونه خشک میوه)×۱۰۰

چگالی میوه، نسبت وزن به حجم آن است. وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شده و سپس حجم میوه با روش جابجایی سیالات اندازه‌گیری شد. با داشتن جرم و حجم میوه، چگالی آن نیز محاسبه گردید (Almeida *et al*., 2013). اندازه‌گیری خصوصیات کیفی میوه ارقام مختلف انگور با سه تکرار و در سه بوته در هر تکرار انجام شد. عصاره یا آب میوه ۵۰ حبه از ۴ خوشه در هر بوته گرفته شد و برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون، اسیدیته و مواد جامد محلول آب میوه استفاده گردید. مواد جامد محلول میوه‌های انگور با دستگاه رفراکتومتر چشمی برحسب درجه بریکس قرائت شد. هر بریکس برابر با گرم قند در ۱۰۰ گرم عصاره میوه است. برای اندازه‌گیری قند میوه، ابتدا با استفاده از آب مقطر صفحه مدرج دستگاه را صفر کرده، سپس چند قطره از عصاره میوه را روی لام دستگاه ریخته و میزان

مواد جامد محلول قرائت گردید. همچنین شاخص طعم میوه (مواد جامد محلول / اسیدیته قابل تیتراسیون) نیز محاسبه شد(مستوفی و همکاران، ۱۳۸۶). اسیدقابل تیتر در آب میوه ارقام انگور به روش تیتراسیون با محلول سود ۰/۱ نرمال برحسب گرم اسید سیتریک در صد میلی‌لیتر آب‌میوه اندازه‌گیری شد (مستوفی و همکاران، ۱۳۸۶). عصاره یا آبمیوه ارقام مورد مطالعه انگور دو بار با صافی صاف شد و سپس با استفاده از pH متر دیجیتالی، اسیدیته عصاره میوه اندازه‌گیری گردید (مستوفی و همکاران، ۱۳۸۶). تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. رسم شکل‌ها نیز با بهره‌گیری از برنامهٔ Excel انجام شد.

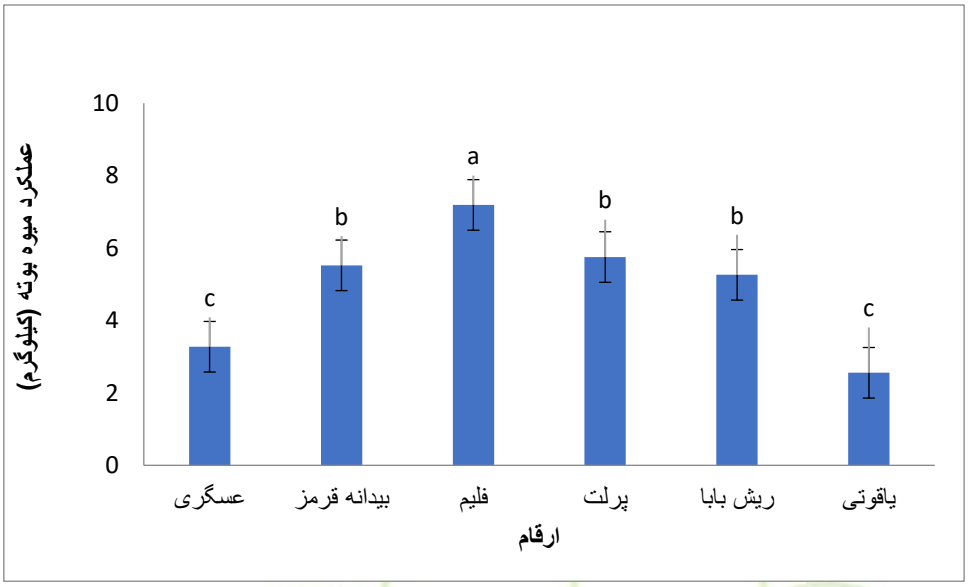
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول و عرض خوشه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم بوده است. مشخصات خوشه انگور در بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار و قابل توجهی داشتند. رقم فلیم سیدلس بیشترین طول خوشه (۲۸۷/۰۶ میلی‌متر) را داشت که با رقم پرلت تفاوت معنی‌داری نداشت. رقم پرلت (۱۳۱/۰۳ میلی‌متر) بزرگترین عرض خوشه را نشان داد. کوچکترین اندازه خوشه از نظر طول و عرض در رقم یاقوتی ثبت گردید (جدول ۱). وزن خوشه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم بوده و با وجود معنی‌دار بودن اثر سال بر وزن خوشه، اثر متقابل رقم و سال بر وزن خوشه معنی‌دار نشد (جدول ۱-پیوست). بیشترین وزن خوشه در رقم پرلت (۲۳۵/۲۳ گرم) اندازه‌گیری شد و رقم یاقوتی (۱۲۵/۸۵ گرم) کمترین وزن خوشه را داشت (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر طول و عرض حبه معنی‌دار بود. تفاوت اندازه حبه انگور از نظر طول و عرض نیز در بین ارقام مختلف نیز معنی‌دار بود ارقام ریش بابا و فلیم سیدلس به‌ترتیب بیشترین طول و عرض حبه را داشتند. در رقم یاقوتی کمترین طول و در ارقام یاقوتی و بیدانه قرمز کمترین عرض حبه ثبت گردید (جدول ۱). بر اساس نتایج، ارقام مختلف انگور اختلاف معنی‌داری از نظر وزن حبه داشتند. رقم ریش بابا بیشترین (۴/۰۶ گرم) و رقم یاقوتی کمترین (۱/۹۳ گرم) وزن حبه را نشان دادند (جدول ۱). ارقام مختلف انگور اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد میوه نشان دادند. بیشترین عملکرد بوته (۷/۱۹ کیلوگرم) در رقم فلیم سیدلس حاصل شد. رقم یاقوتی کمترین عملکرد را داشت که با رقم عسگری تفاوت معنی‌داری را از نظر عملکرد بوته نشان ندادند (شکل ۱). درصد ماده خشک میوه انگور به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم قبود و بیشترین درصد ماده خشک میوه در ارقام عسگری (۴۴/۲۹ درصد) و بیدانه قرمز (۴۲/۷۴ درصد) اندازه‌گیری شد و میوه رقم ریش بابا (۲۵/۲۱ درصد) کمترین درصد ماده خشک را داشت (شکل ۲-الف). بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر رقم بر چگالی میوه در بوته‌های انگور در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین بیانگر تفاوت معنی‌دار در چگالی میوه ارقام انگور می‌باشد. رقم فلیم سیدلس بیشترین چگالی میوه (۳/۸۷ گرم در سانتی‌متر مکعب) را داشت. در مقابل کمترین چگالی میوه در رقم یاقوتی (۱/۷۲ گرم در سانتی‌متر مکعب) بود (شکل ۲-ب).

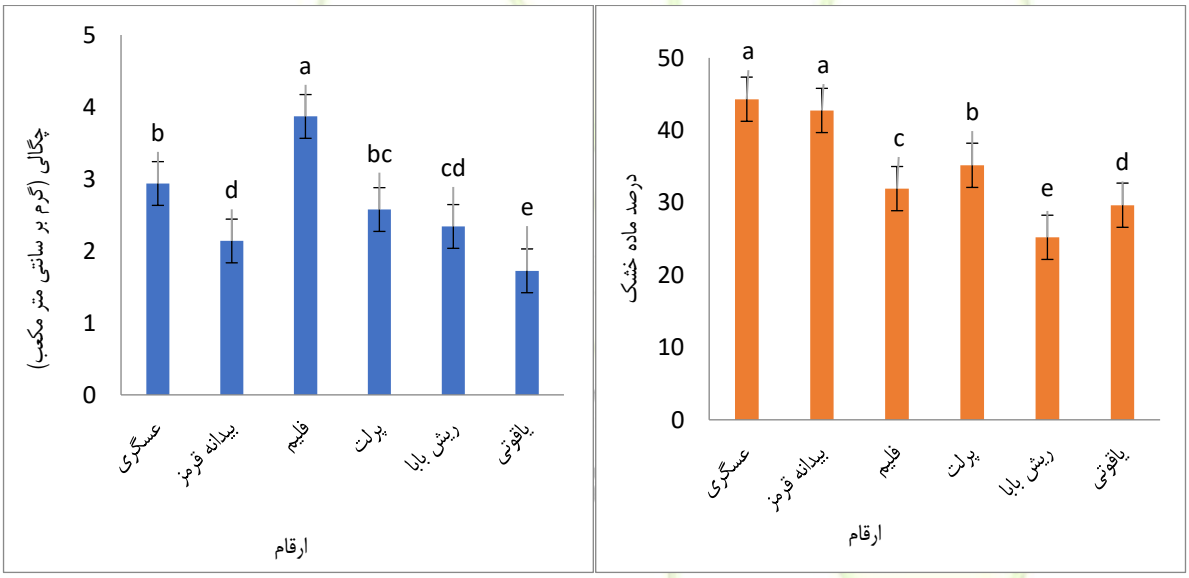
جدول ۱- خصوصیات کمی میوه ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه.

ارقام	صفات					
	طول خوشه (میلی-لیتر)	عرض خوشه (میلی-لیتر)	وزن خوشه (گرم)	طول حبه (میلی‌لیتر)	عرض حبه (میلی‌لیتر)	وزن حبه (گرم)
عسگری بیدانه	۱۷۸/۳۷±۱۱/۵۱ d	۱۱۴/۵±۳/۸۳ c	۱۳۶/۲۴±۱۵/۰۱ d	۱۷/۰۱±۰/۱۰ b	۱۴/۱۱±۰/۳۱ b	۲/۹۰±۰/۱۱ c
قرمز	۲۵۸/۱۸±۹/۷۷ bc	۱۱۵/۳۹±۵/۲۲ c	۱۸۶/۱۲±۲۶/۳۱ c	۱۳/۵۰±۰/۴۴ d	۱۱/۸۹±۰/۷۸ c	۲/۲۴±۰/۰۷ e
فلیم	۲۸۷/۰۶±۲۸/۱۴ a	۱۲۳/۰۱±۷/۱۲ b	۲۲۹/۶۶±۱۴/۷۶ b	۱۵/۵۵±۰/۳۹ c	۱۵/۷۲±۰/۲۲ a	۳/۴۲±۰/۱۲ b
پرلت	۲۷۵/۱۷±۱۶/۷۵ ab	۱۳۱/۰۳±۶/۳۲ a	۲۳۵/۲۳±۲۳/۱۹ a	۱۴/۸۹±۰/۷۷ c	۱۴/۸۹±۰/۴۸ ab	۲/۶۵±۰/۱۰ d
ریش بابا	۲۴۹/۶۶±۱۶/۲۸ c	۱۲۳/۷۴±۵/۲۴ b	۱۷۸/۸۵±۳۲/۱۰ c	۲۵/۸۷±۱/۳۱ a	۱۴/۶۴±۱/۷۷ b	۴/۰۶±۰/۱۱ a
یاقوتی	۱۳۰/۹۱±۵/۶۴ e	۹۸/۵۴±۵/۶۷ d	۱۲۵/۸۵±23 d	۱۱/۹۱±۰/۲۶ e	۱۱/۱۰±۰/۶۷ c	۱/۹۳±۰/۰۵ f

در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۱- عملکرد میوه ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه.



شکل ۲- درصد ماده خشک (الف) و چگالی میوه (ب) ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه.

صفات کیفی میوه

نتایج مقایسه میانگین بیانگر تفاوت معنی‌دار در مقدار مواد جامد محلول میوه ارقام انگور می‌باشد و میوه رقم فلیم سیدلس بیشترین مقدار مواد جامد محلول (۹۷/۵۰ بریکس) را داشت. در مقابل در میوه رقم بیدانه قرمز کمترین مقدار مواد جامد محلول (۵۹/۱۷ بریکس) اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

بر اساس نتایج مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه ارقام مختلف انگور تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشته‌اند و بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در رقم بیدانه قرمز (۰/۷۱ درصد) ثبت گردید. میوه رقم ریش بابا (۰/۴۳ درصد) کمترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون را داشت (جدول ۲).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیانگر تفاوت معنی‌دار اسیدیته میوه‌های ارقام انگور می‌باشد. در میوه رقم ریش بابا (۳/۵۳) بیشترین اسیدیته ثبت گردید و کمترین مقدار این صفت در میوه ارقام پرلیت، عسگری و بیدانه قرمز حاصل شد (جدول ۲).

بر اساس نتایج شاخص طعم در میوه ارقام مختلف انگور تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشته‌اند و بالاترین شاخص طعم در ارقام ریش بابا (۱۶۷/۷۴)، فلیم سیدلس (۱۶۶/۷۳) و پرلت (۱۵۴/۷۹) ثبت گردید. میوه رقم بیدانه قرمز (۸۳/۰۳) پایین‌ترین شاخص طعم را داشت (جدول ۲).

جدول۲- خصوصیات کیفی میوه ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه

ارقام	صفات			
	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)	اسیدیته	مواد جامد محلول (بریکس)	شاخص طعم میوه
عسگری	cd۰/۰۴±۰/۴۸	c۰/۲۶±۲/۵۰	c۱/۰۵±۶۹/۵۰	b۱۲/۱۷±۱۴۵/۶۸
بیدانه قرمز	a۰/۰۴±۰/۷۱	c۰/۲۳±۲/۴۲	d۷/۰۳±۵۹/۱۷	d۹/۶۰±۸۳/۰۳
فلیم	b۰/۰۶±۰/۵۹	b۰/۰۲±۲/۹۳	a۱/۵۲±۹۷/۵۰	a۱۸/۶۶±۱۶۶/۷۳
پرلت	c۰/۰۵±۰/۵۱	c۰/۱۲±۲/۵۶	b۵/۶۴±۷۹/۱۷	ab۱۲/۵۷±۱۵۴/۷۹
ریش بابا	d۰/۰۵±۰/۴۳	a۰/۰۲±۳/۵۳	c۱/۷۲±۷۱/۱۷	a۲۱/۹۵±۱۶۷/۷۴
یاقوتی	b۰/۰۳±۰/۶۴	b۰/۰۸±۲/۷۵	bc۳/۵۶±۷۴/۵۰	c۹/۰۵±۱۱۶/۷۲

در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ندارند

در این پژوهش ارقام مختلف انگور از نظر طول، عرض و وزن خوشه، طول، عرض و وزن حبه (جدول ۲)، عملکرد میوه بوته (شکل ۱)، درصد ماده خشک و چگالی میوه (جدول ۲) در طول دو فصل رشدی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که صفات مزبور در بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار و قابل توجهی داشتند و فلیم سیدلس و پرلت ارقام برتر از نظر خصوصیات کمی بودند. عملکرد در میوه انگور به میزان جذب آب و نور برای فرایند فتوسنتز و جذب عناصر غذایی برای تأمین نیاز غذایی بستگی دارد که تحت تأثیر شرایط محیطی، ژنتیکی و اثرات متقابل این عوامل می‌باشد (Abiri et al., 2020; Zombardo et al., 2020). با توجه به یکسان بودن شرایط محیطی در مطالعه حاضر تفاوت در خصوصیات عملکردی در ارقام مختلف انگور به اثر عوامل ژنتیکی (Villano et al., 2023) نسبت داده می‌شود. مطابق با نتایج پژوهش حاضر Kasnazany et al. (2023) Rasoli et al. (2017) Razi et al. (2021) Abiri et al. (2020) تنوع در اندازه خوشه، حبه و عملکرد ارقام مختلف انگور را گزارش کرده‌اند. بر اساس نتایج این محققین تفاوت در اجزای عملکرد میوه انگور به تفاوت‌های ژنتیکی ارقام مورد مطالعه نسبت داده می‌شود. یافته‌های پژوهش حاضر نیز مؤید این نتایج هست که تنوع مشاهده شده در خصوصیات خوشه و حبه در ارقام مورد مطالعه انگور همراه با تفاوت در عملکرد این ارقام بوده است (Razi et al., 2020). بر اساس یافته‌های این پژوهش میوه ارقام مورد مطالعه انگور تفاوت‌های معنی‌داری از نظر صفات کیفی شامل اسیدیته قابل تیتراسیون، اسیدیته، مواد جامد محلول و شاخص طعم میوه (جدول ۲) داشتند. اندازه‌گیری اسیدیته و میزان اسید کل از شاخص‌های اولیه برای ارزیابی کیفیت میوه انگور می‌باشد. بر اساس نتایج Karimi و همکاران (2019) و da Silva و همکاران (2019)، با افزایش اسیدیته، میزان اسیدیته در عصاره میوه انگور کاهش می‌یابد. درصد مواد جامد محلول نیز یکی از صفات کیفی میوه و از شاخص‌های مهم در کیفیت میوه محسوب می‌شود (Fahim et al. 2023). تغییر در ترکیبات آلی که همزمان با تغییر رنگ حبه‌ها افزایش می‌یابد، بیشتر مربوط به افزایش قندهای محلول می‌باشد و از

آنجا که مقدار قند بیشترین مقدار مواد جامد محلول کل را تشکیل می‌دهد شاخص مواد جامد محلول به عنوان معیاری برای اندازه گیری قند حبه‌ها در نظر گرفته می‌شود (Bigard et al., 2020). در راستای نتایج پژوهش حاضر Akram و همکاران (2024) نیز تنوع میزان مواد جامد محلول و اسیدهای آلی را در ارقام مختلف انگور را گزارش کرده‌اند نتایج بیانگر تفاوت معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی در بین ارقام مورد مطالعه انگور بود. بر اساس نتایج به دست آمده، انگور تامسون سیدلس به واسطه زودرس بودن، عملکرد پایدار و بالا و بازار پسندی مطلوب به عنوان رقم برتر و سازگار برای ارومیه معرفی گردید (دولتی بانه و نجاتیان، ۱۳۹۷). بر اساس یافته‌های این پژوهش ارقام فلیم سیدلس و پرلت از نظر صفات کمی و کیفی نسبت به سایر ارقام برتر بوده که پیشنهاد می‌شود برای کشت در منطقه بیشتر مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

مستوفی، ی. و نجفی، ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۶ صفحه.

Abiri, K., Rezaei, M., Tahanian, H., Heidari, P. and Khadivi, A. 2020. Morphological and pomological variability of a grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm collection. Scientia Horticulturae. 266: 109285.

Akram, M. T., Qadri, R. and Khan, M. A. 2024. Comparative assessment of bioactive compounds, fruit quality attributes and sugar profiling in early maturing table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars from Pothohar, Pakistan. Applied Fruit Science. 66: 983–995.

Fahim, S., Ghanbari, A., Naji, A. M., Shokohian, A. A. and Maleki Lajayer, H. 2023. Impact of drought stress on morphological and physiological traits in some Iranian grape cultivars. Plant Process and Function. 11(47): 16. (In Persian)

Jovanović-Cvetković, T., Sredojević, M., Natić, M., Grbić, R., Akšić, M. F., Ercisli, S. and Cvetković, M. 2023. Exploration and comparison of the behavior of some indigenous and international varieties (*Vitis vinifera* L.) grown in climatic conditions of Herzegovina: The influence of variety and vintage on physico-chemical characteristics of grapes. Plants. 12(4): 695.

Karimi, R., Koulivand, M. and Ollat, N. 2019. Soluble sugars, phenolic acids and antioxidant capacity of grape berries as affected by iron and nitrogen. Acta Physiologiae Plantarum. 41(7): 1–11.

Khandani, Y., Gholami, M., Sarikhani, H. and Chehregani Rad, A. 2022. Response of some vegetative and physiological traits of Iranian and foreign grape cultivars to drought stress. Plant Process and Function. 11(51): 10.

Mirfatah, S. M. M., Rasouli, M., Gholami, M. and Mirzakhani, A. 2024. Phenotypic diversity of some Iranian grape cultivars and genotypes (*Vitis vinifera* L.) using morpho-phenological, bunch and berry traits. Journal of Horticulture and Postharvest Research. 7(2): 115–140.

Rasoli, Y., Ghaderi, N. and Khadivi, A. 2017. Morphological variation and marker-fruit trait associations in a collection of grapes (*Vitis vinifera* L.). Scientia Horticulturae. 225: 771–782.

Razi, M., Amiri, M. E., Darvishzadeh, R., Doulati Baneh, H., Alipour, H. and Martínez-Gómez, P. 2020. Assessment of genetic diversity of cultivated and wild Iranian grape germplasm using retrotransposon-microsatellite amplified polymorphism (REMAP) markers and pomological traits. Molecular Biology Reports. 47: 7593–7606.

Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of fruit in some commercial grape cultivars

Abdollah Goodarzi[*1], Seyed Asghar Mousavi[2], Mehrab Yadegari[3], Habibollah Nourbakhsh[4]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
2. Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Shahrekord, Iran
3. Research Center of Nutrition and Organic Products (R.C.N.O.P), Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
4. Plant Protection Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

**Corresponding author: ag13431796@gmail.com*

Abstract

In order to evaluate the quantitative and qualitative characteristics of the fruit of some commercial grape cultivars in the climatic conditions of Saman region located in Chaharmahal and Bakhtiari province, a study was conducted in the randomized complete block design with three replications durring 2022 and 2023. In the present study, the quantitative and qualitative characteristics of fruit were measured in 4-year-old vines of 6 grape varieties, including Asgari, Red seedless, Flame seedless, Perlette, Rishbaba and Yaghouti. Assayed traits in the grape cultivars showed a great diversity and can be used to distinguish grape cultivars. The measured quantitative characteristics including cluster length, cluster width, cluster weight, berry length, berry width, berry weight, fruit yield, fruit dry matter percentage and fruit density were significantly influenced by the type of grape variety. The results showed significant differences in yield and yield components among the studied grape cultivars. The qualitative traits of the fruit in terms of acidity, titratable acidity, soluble solids and taste index showed significant changes among the studied cultivars. Based on the obtained results, Flem seedless and Perlette are the superior cultivars in terms of the evaluated traits, which can be investigated for cultivation and further breeding programs.

Keywords: Cultivar, Grapes, Qualitative traits, Quantitative traits, Yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خصوصیات بیوشیمیایی میوه در برخی ارقام تجاری انگور

عبداله گودرزی[۱*]، سید اصغر موسوی[۲]، مهراب یادگاری[۳] و سید حبیب اله نوربخش[۴]

۱- دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
۳- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
۴- مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *ag13431796@gmail.com*

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات بیوشیمیایی میوه برخی ارقام تجاری انگور در شرایط اقلیمی منطقه سامان واقع در استان چهارمحال و بختیاری، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دوسال انجام شد. در این پژوهش، صفات بیوشیمیایی میوه شامل کاروتنوئید کل، فنول کل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تاک‌های چهار ساله شش رقم انگور شامل عسگری، بیدانه قرمز، فلیم سیدلس، پرلت، ریش بابا و یاقوتی اندازه‌گیری شد. براساس نتایج، صفات بیوشیمیایی میوه شامل کاروتنوئید کل، فنول کل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تغییرات قابل توجهی در بین ارقام نشان داد. نتایج همبستگی بیانگر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه ارقام انگور با ترکیبات مختلف فنولی داشت. بر اساس نتایج حاصل ارقام پرلت، فلیم سیدلس و بیدانه قرمز از نظر مقدار کاروتنوئید، آنتوسیانین، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به سایر ارقام برتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: انگور، رقم، صفات بیوشیمیایی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، همبستگی.

مقدمه

انگور سرشار از ترکیبات بیوشیمیایی، مواد معدنی و ویتامین‌ها است، که مقدار ویتامین B1 و B2 در این محصول بالاست. میزان این مواد مختلف موجود در میوه انگور با توجه به نوع رقم، شرایط محل کاشت و درجه رسیدگی حبه انگور به‌طورکامل متفاوت است (Akram et al., 2024). کریمی و همکاران (۱۳۹۶)، ویژگی‌های کیفی (اسیدیته، اسید قابل تیتر، مواد جامد محلول، آنتوسیانین، ویتامین C، فلاونوئید، فنل کل، فنولیک اسیدها، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عناصر پتاسیم، منیزیم، آهن و روی) در پنج رقم انگور تجاری شامل بیدانه‌سفید، بیدانه‌قرمز، فخری، شاهانی و میرزایی در یک تاکستان تجاری واقع در روستای جوزان ملایر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ارقام مورد مطالعه از نظر صفات کمی و کیفی می‌باشد. رقم میرزایی در مقایسه با سایر ارقام از نظر صفات کمی برتر بود و میوه رقم شاهانی نیز کیفیت بالاتری را نشان داد خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه برخی ارقام انگور (بیدانه سفید، بیدانه قرمز، تبرزه سفید، تبرزه قرمز، قزل‌اوزوم، لعل‌قرمز و ریش‌بابا) در یک باغ یکنواخت در شهرستان ارومیه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این محققین نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ارقام مورد مطالعه از نظر مواد جامد محلول، اسیدهای قابل تیتراسیون، ویتامین ث، محتوای فنل کل، فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز و فعالیت آنتی‌اکسیدانی است (پیله و قاسم نژاد، ۱۳۹۶). ترکیبات فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در یازده رقم تجاری انگور توسط Rahimi et al. (2024) مورد مقایسه قرار گرفتند. بر اساس یافته‌های این محققین، رقم انگور سیاه نسبت به سایر ارقام منبع غنی از انواع ترکیبات فنولی می‌باشد و ارقام یاقوتی، انگور سیاه و بیدانه قرمز را به دلیل دارا بودن بالاترین ترکیبات فعال زیستی، برای مطالعات

اصلاحی پیشنهاد می‌گردد. با توجه به اهمیت ترکیبات بیوشیمیایی میوه، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی خصوصیات بیوشیمیایی میوه در شش رقم انگور در شرایط اقلیمی منطقه سامان در استان چهارمحال بختیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با هدف بررسی صفات بیوشیمیایی شش رقم انگور در شرایط اقلیمی منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری با موقعیت جغرافیایی ۳۲/۱۹ درجه عرض جغرافیایی، ۵۰/۵۱ درجه طول جغرافیایی و ۲۰۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. منطقه مورد مطالعه کوهستانی معتدل متمایل به سرد با متوسط درجه حرارت ۱۲/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۲۴۳ میلی‌متر است. پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در سال‌های ۱۴۰۱و ۱۴۰۲ اجرا شد. در این آزمایش تاک‌های چهار ساله ارقام بیدانه قرمز، فلیم سیدلس، پرلت، یاقوتی، ریش بابا و عسگری مورد مطالعه قرار گرفتند. فواصل کاشت ۲×۳ و روش کاشت روسیمی با سیستم تربیت کردون دو طرفه بود.

صفات و روش اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی میوه ابتدا عصاره متانولی میوه‌های انگور تهیه گردید. عصاره تهیه شده جهت اندازه‌گیری مقدار کاروتنوئید کل، فنول کل، آنتوسیانین، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی استفاده گردید (Singleton and Rossi, 1965). برای اندازه-گیری مقدار کاروتنوئید کل در میوه انگور، پس از سانترفیوژ عصاره متانولی تهیه شده، جذب محلول رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۸ و ۶۶۴ نانومتر قرائت شد. مقدار کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر میوه محاسبه و گزارش گردید (Lichtenthaler, 1987). مقدار فنول کل هر نمونه با استفاده از روش فولین سیوکالتو اندازه‌گیری گردید (Singleton and Rossi, 1965). مقدار فنول کل هر نمونه با استفاده از منحنی استاندار رسم شده بر اساس غلظت‌های مختلف اسید گالیک، بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم وزن تازه میوه محاسبه گردید. سنجش فلاونوئید کل در میوه ارقام انگور به روش آلومینیوم کلرید انجام شد. ابتدا ۰/۲۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده با ۲ میلی‌لیتر متانول، ۰/۲ میلی‌لیتر آلومینیوم کلرید ۱۰ درصد، ۰/۲ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. در نمونه شاهد به جای عصاره متانولی، از متانول خالص استفاده گردید. مخلوط حاصل نیم ساعت در تاریکی قرار داده و بلافاصله جذب آن در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت شد. بر اساس منحنی استاندارد کوئرستین، مقدار فلاونوئیدها بر حسب میکروگرم کوئرستین در گرم وزن تر محاسبه شد (Chang et al., 2002). مقدار آنتوسیانین در میوه ارقام مختلف انگور به به روش *Wagner (1979)* اندازه‌گیری شد. عصاره متانولی تهیه شده از میوه‌ها، به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرار داده شد و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۴۰۰۰ سانتریفیوژ گردید. محلول رویی جمع‌آوری و جذب آن در طول موج ۵۵۰ نانومتر خوانده شد. مقدار آنتوسیانین بر حسب نانومول در گرم وزن تر محاسبه گردید. تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی از طریق آزمون DPPH و به وسیله معرف ۲و ۲- دی فنیل پیکریل هیدرازین انجام گردید (Wang et al., 2009). سپس جذب هر محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید. جذب سه غلظت از نمونه و یک نمونه کنترل اندازه‌گیری شد و مطابق فرمول زیر درصد ممانعت هر غلظت محاسبه شد:

(جذب کنترل/(جذب نمونه- جذب کنترل)) = درصد ممانعت×۱۰۰

پس از کشیدن نمودار برای هر نمونه (محور افقی بر اساس غلظت و محور عمودی بر اساس درصد ممانعت)، غلظتی از نمونه که درصد ممانعت آن ۵۰ درصد بود (IC50)، از روی معادله نمودار مربوطه بدست آمد. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. رسم شکل‌ها نیز با بهره‌گیری از برنامهٔ Excel انجام شد. همبستگی بین صفات براساس آزمون Pearson با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

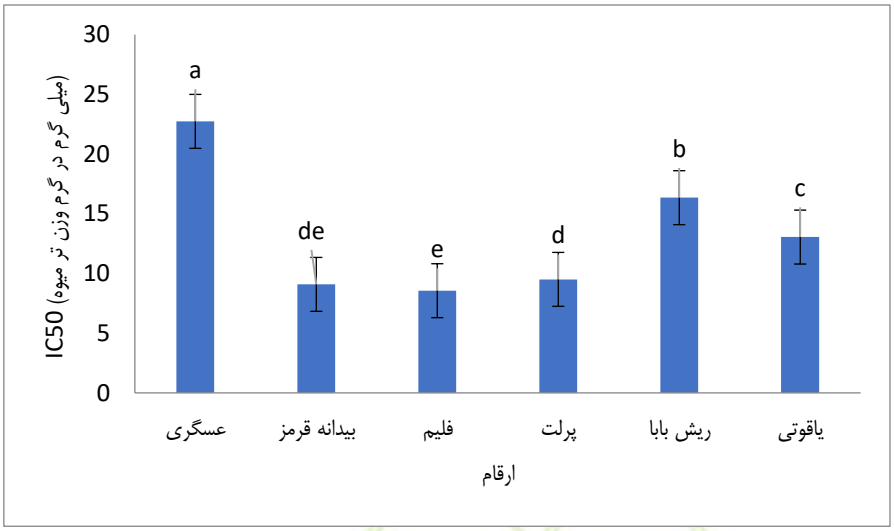
مقدار کاروتنوئید کل در میوه ارقام انگور نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم در سطح احتمال یک درصد قرار داشت. رقم فلیم سیدلس بیشترین (۳/۶۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر میوه) و رقم عسگری (۰/۷۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر میوه) کمترین مقدار کاروتنوئید کل را در بین ارقام مورد مطالعه داشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج مقدار فنول کل در میوه ارقام مختلف انگور تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. بیشترین مقدار فنول کل در میوه رقم پرلت (۷۷/۹۱ میلی‌گرم در گرم در وزن تر میوه) بود و کمترین مقدار در رقم عسگری (۲۸/۸۱ میلی‌گرم در گرم در وزن تر میوه) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). در میوه ارقام پرلت و عسگری به‌ترتیب بیشترین (۰/۴۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر میوه) وکمترین (۰/۱۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر میوه) مقدار فلاونوئید اندازه‌گیری شد (جدول ۱). مقدار آنتوسیانین در میوه ارقام مختلف انگور تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشته‌اند و بیشترین مقدار آن در ارقام بیدانه قرمز ۲ (۱۴/۷۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) و فلیم سیدلس (۱۴/۰۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) ثبت گردید. ارقام عسگری (۵/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) و ریش بابا (۵/۱۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) کمترین مقدار آنتوسیانین میوه را در بین ارقام مورد مطالعه داشت (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات بیوشیمیایی میوه ارقام مختلف انگور در دو سال مورد مطالعه.

ارقام	صفات			
	کاروتنوئید کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	فنول کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	فلاونوئیدهای کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر میوه)	آنتوسیانین (میلی‌گرم در ۱۰۰ وزن تر میوه)
عسگری	۰/۷۴±۰/۰۷ f	۲۸/۸۱±۳/۱۷ e	۰/۱۳±۰/۰۱ e	۵/۶۵±۱/۲۱ d
بیدانه قرمز	۱/۲۳±۰/۰۸ d	۵۲/۹۳±۲/۴۶ c	۰/۴۰±۰/۰۱ b	۱۴/۷۱±۰/۵۴ a
فلیم	۳/۶۲±۰/۱۰ a	۶۳/۸۴±۲/۰۳ b	۰/۳۲±۰/۰۱ c	۱۴/۰۹±۰/۸۲ a
پرلت	۲/۱۳±۰/۰۴ c	۷۷/۹۱±۸/۶ a	۰/۴۸±۰/۰۵ a	۶/۹۹±۰/۷۷ c
ریش بابا	۱/۰۰±۰/۰۵ e	۴۰/۲۵±۱/۰۸ d	۰/۱۹±۰/۰۱ d	۵/۱۹±۰/۱۶ d
یاقوتی	۲/۸۲±۰/۱۲ b	۵۱/۶۸±۰/۸۵ c	۰/۲۱±۰/۰۱ d	۱۰/۹۶±۰/۰۶ b

در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ندارند.

در پژوهش حاضر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه ارقام مختلف انگور بر اساس IC_{50} اندازه‌گیری شد. مقدار IC_{50} پتانسیل عصاره را نشان می‌دهد که چه غلظتی از آن می‌تواند نقش مهارکننده DPPH را ایفا کند بنابراین هرچقدر مقدار عصاره لازم برای مهار DPPH کمتر باشد خاصیت بالای آنتی‌اکسیدانی عصاره را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه ارقام انگور به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم در سطح احتمال یک درصد قرار داشت و ارقام مختلف انگور تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. بر این اساس بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه در رقم فلیم سیدلس (۸/۵۶ میلی‌گرم در گرم در وزن تر میوه) بود و کمترین مقدار در میوه رقم عسگری (۲۲/۷۴ میلی‌گرم در گرم در وزن تر میوه) تعیین شد (شکل ۱).



شکل ۱- فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه ارقام مختلف انگور مورد مطالعه.

همبستگی صفات

نتایج همبستگی نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شده در عصاره میوه انگور در ارتباط معنی‌داری با مقدار ترکیبات فنولی شامل فنول کل (r=۰/۸۶۶)، فلاونوئید (r=۰/۸۳۷) و آنتوسیانین (r=۰/۷۱۵) قرار داشت. لازم به ذکر است از آنجایی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی در پژوهش حاضر به روش IC_{50} اندازه‌گیری شده است و با توجه به توضیحات ارائه شده در قسمت نتایج، هر چه میزان IC_{50} پایین‌تر باشد نشان دهنده ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالای عصاره مورد ارزیابی می‌باشد. بنابراین صفاتی که همبستگی مثبتی با ظرفیت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره ارقام انگور دارند با مقدار IC_{50} همبستگی منفی نشان خواهند داد (جدول ۲).

صفات بیوشیمیایی مورد ارزیابی (کاروتنوئید کل، فنول کل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی) تفاوت معنی‌داری را در بین ارقام انگور نشان دادند و بر اساس نتایج حاصل ارقام پرلت، فلیم سیدلس و بیدانه قرمز از نظر مقدار کاروتنوئید، آنتوسیانین، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به سایر ارقام برتری داشتند (جدول ۴). تنوع در مقدار ترکیبات مختلف فنولی در میوه انگور پیشتر توسط محققین متعددی گزارش شده است (Colombo *et al*., 2019; Li *et al*., 2019). آنتوسیانین‌ها به‌عنوان گروه بسیار مهمی از فلاونوئیدها، عامل ایجاد رنگ قرمز در میوه‌ها هستند که میزان آن با توجه به شرایط محیطی رشد (Ferrandino et al., 2023)، ژنوتیپ (Rahimi et al., 2024) تغذیه (Karimi et al., 2019) و زمان برداشت (Wang et al., 2022) ارقام متفاوت خواهد بود. بر اساس یافته‌های Bigard *et al*. (2020) متغیرهای زیادی از جمله میزان مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات آلی سهم عمده‌ای در کیفیت انگور دارند. تفاوت در ویژگی‌های کمی میوه ارقام انگور تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی است که تعیین کننده تفاوت بین طعم و مزه میوه آن‌ها می‌باشد (Ferrandino et al., 2023). این نتایج تفاوت‌های گزارش شده در خصوصیات کیفی میوه ارقام مختلف مورد بررسی توسط محققین متعدد را تأیید می‌نماید. Wang et al. (2022) نیز تنوع در خصوصیات کیفی میوه ارقام مختلف انگور را از نظر رنگ و طعم به تفاوت‌های ژنتیکی بین آن‌ها نسبت داده‌اند. در پژوهش حاضر ارزیابی همبستگی بین صفات بیوشیمیایی میوه نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه ارقام انگور همبستگی مثبت و معنی‌داری با ترکیبات فنولی فنول کل، فلاونوئیدها و آنتوسیانین داشت (جدول ۵). همبستگی بالای بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انگور با مقدار فنول کل، فلاونوئیدها و آنتوسیانین در ارقام مختلف انگور توسط محققین متعددی گزارش شده است (Karimi et al., 2019; Rahimi et al., 2024; Colombo et al., 2019; Li et al., 2019). صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در بین ارقام انگور تنوع معنی‌داری نشان دادند. بر اساس یافته‌های این پژوهش بر اساس نتایج حاصل ارقام پرلت، فلیم سیدلس و بیدانه

قرمز از نظر مقدار کاروتنوئید، آنتوسیانین، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به سایر ارقام برتری داشتند که پیشنهاد می‌شود برای انجام مطالعات و برنامه‌های به‌نژادی بیشتر مورد بررسی قرار گیرند.

جدول ۲– همبستگی بین صفات کمی، کیفی و بیوشیمیایی میوه ارقام مختلف انگور.

صفات	کاروتنوئید کل	آنتوسیانین	فنول کل	فلاونوئیدهای کل	IC_{50}
کاروتنوئید کل	۱				
آنتوسیانین	۰/۵۶۰	۱			
فنول کل	۰/۶۴۱	۰/۳۶۴	۱		
فلاونوئیدهای کل	۰/۲۹۲	۰/۴۰۷	*۰/۸۸۵	۱	
IC_{50}	۰/۶۴۰-	*۰-/۷۱۵	*۰/۸۶۶-	*۰/۸۳۷-	۱

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

منابع

پیله، ف. و قاسم‌زاده، ر. ۱۳۹۶. ارزیابی تنوع ویژگی‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در برخی از ارقام تجاری انگور. پژوهش در میوه‌کاری. ۵۴: ۵۴–۶۶.

کریمی، ر.، میرزایی، ف. و رسولی، م. ۱۳۹۶. فنولیک اسیدها، فلاونوئیدها، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عنصرهای معدنی میوه پنج رقم انگور. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۸: ۹۸–۱۰۲.

Akram, M. T., Qadri, R. and Khan, M. A. 2024. Comparative assessment of bioactive compounds, fruit quality attributes and sugar profiling in early maturing table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars from Pothohar, Pakistan. Applied Fruit Science. 66: 983–995.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis. 10: 178–182.

Colombo, F., Di Lorenzo, C., Regazzoni, L., Fumagalli, M. and Sangiovanni, E. 2019. Phenolic profiles and anti-inflammatory activities of sixteen table grape (*Vitis vinifera* L.) varieties. Food & Function. 10(4): 1797–1807.

da Silva, M., da Silva, C. V., dos Santos, L. M., Pereira, G. E., Venturini Filho, W. G., Moura, M. F. and Tecchio, M. A. 2019. Grape juices produced from new hybrid varieties grown on Brazilian rootstocks–bioactive compounds, organic acids and antioxidant capacity. Food Chemistry. 289: 714–722.

Karimi, R., Koulivand, M. and Ollat, N. 2019. Soluble sugars, phenolic acids and antioxidant capacity of grape berries as affected by iron and nitrogen. Acta Physiologiae Plantarum. 41(7): 1–11.

Kasnazany, S. A. S., Noori Mirza, A., Raouf Mahmood, A. M., Abdul Rahman, S. S., Shamsadden Hameed, J. and Nasrulla, K. B. 2023. A comparison of nine grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars growing in Iraq's Kurdistan region in terms of their vegetative growth and physicochemical traits. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1213: 012044.

Li, F. X., Li, F. H., Yang, Y. X., Yin, R. and Ming, J. 2019. Comparison of phenolic profiles and antioxidant activities in skins and pulps of eleven grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). Journal of Integrative Agriculture. 18(5): 1148–1158.

Rahimi, M., Pakravan, N. and Karimi, R. 2024. Comparison of eleven commercial grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars in terms of phenolic profile and antioxidant properties. International Journal of Horticultural Science and Technology. 11: 201–216.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of biochemical characteristics of fruit in some commercial grape cultivars

Abdollah Goodarzi[1*], Seyed Asghar Mousavi[2], Mehrab Yadegari[3] and Habibollah Nourbakhsh[4]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
2. Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Shahrekord, Iran.
3. Research Center of Nutrition and Organic Products (R.C.N.O.P), Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
4. Plant Protection Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

**Corresponding author: ag13431796@gmail.com*

Abstract

In order to evaluate the biochemical characteristics of the fruit of some commercial grape cultivars in the climatic conditions of Saman region located in Chaharmahal and Bakhtiari province, a study was conducted in the randomized complete block design with three replications in two growing seasons of 2022 and 2023. In the present study, the biochemical characteristics of fruit were measured in 4-year-old vines of 6 grape cultivars, including Asgari, Red seedless, Flame seedless, Perlette, Rish baba and Yaghouti. Assayed traits in the grape cultivars showed a great diversity and can be used to distinguish grape cultivars. In the fruit ripening stage, the biochemical (carotenoid, total phenol, flavonoids, anthocyanin, antioxidant activity) traits of the studied cultivars were measured.. Based on the results, the evaluated grape cultivars were significantly differed from each other in terms of the fruit quality regards to the content of carotenoid, total phenol, flavonoids, anthocyanin, as well as antioxidant activity were influenced by cultivar type.The results of the correlation analysis showed a significant correlation among the yield components and also the antioxidant capacity of the grape fruit cultivars had a positive and significant correlation with different phenolic compounds. The results of principal component analysis showed that the quantitative traits had the most diversity among the studied grape cultivars. Based on the results, Perlet, Flame Seedless and Red Seedless cultivars were superior to other cultivars in terms of carotenoid, anthocyanin, total flavonoid and antioxidant capacity.

Keywords: Antioxidant capacity, Biochemical traits, Correlation, Cultivar, grapes

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

اثر باکتری‌های فزاینده رشد بر اجزای عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*)

رضا صالحی ملک‌آبادی[1] و فاطمه رؤف‌فرد[1*]
۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: Fraouffard@yahoo.com

چکیده

امروزه، قارچ سفید دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*)، به عنوان یک محصول کشاورزی با ارزش نقش به سزایی در تامین نیازهای تغذیه‌ای انسان ایفا می‌کند. در سال‌های اخیر، کاربرد باکتری‌های فزاینده رشد، به‌عنوان یک کود زیستی در راستای بهبود عملکرد، کیفیت و افزایش مقاومت محصولات کشاورزی در مقابل تنش‌های زنده و غیرزنده، اهمیت ویژه‌ای یافته است. از این رو، این پژوهش به منظور بررسی اثر باکتری‌های فزاینده رشد بر اجزاء عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای، در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تیمار: شاهد، باکتری *Bacillus subtilis*، باکتری *Pseudomonas fluorescens* و *Pseudomonas putida* ، در چهار تکرار و دو زیرواحد برای هر تکرار انجام شد. تیمارهای باکتریایی در زمان استقرار خاک پوششی اعمال شدند، به طوریکه سوسپانسیون باکتری‌های مورد بررسی در این پژوهش با خاک پوششی مخلوط گشتند. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد باکتری‌های *P. putida* و *P. fluorescens*، بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر سبب رقم خوردن بالاترین سطح عملکرد و کارایی زیستی کمپوست شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: خاک پوششی، کارایی زیستی کمپوست، *Bacillus subtilis*، *Pseudomonas fluorescens*، *Pseudomonas putida*

مقدمه

قارچ‌های خوراکی به دلیل طعم لذیذ، عطر منحصر به فرد و خواص درمانی گوناگون خود، جایگاه ویژه‌ای را در صنعت کشاورزی به خود اختصاص داده‌اند (Young et al., 2024). قارچ‌ها یک منبع غنی از پلی‌ساکاریدهای ویژه‌ای هستند که با افزایش قدرت سیستم ایمنی بدن انسان، دارای اثر آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی و ضد التهابی قابل توجهی می‌باشند. (Shamugam and Kertesz., 2023). در این میان، قارچ سفید دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*)، با اختصاص دادن ۱۱ درصد از تولیدات جهانی قارچ‌های مختلف خوراکی به خود، مهمترین قارچ از دیدگاه میزان تولید (۵/۳۱ میلیون تن در سال)، مصرف و اندازه بازار اقتصادی (۴/۵ میلیارد دلار سالانه در جهان) می‌باشد (Young et al., 2024). مطالعات مختلفی، گزارش کردند که حضور و فعالیت برخی از باکتری‌های مفید در کمپوست قارچ سفید دکمه‌ای می‌تواند اثری بهبود بخشی بر عملکرد و کیفیت این محصول داشته باشد (Park et al., 2025). در پژوهشی، Kumar و همکاران (2018) گزارش کردند که اضافه کردن باکتری‌های *Pseudomonas putida* و *Bacillus megaterium* در زمان مایه زنی کمپست با اسپاون قارچ سفید دکمه‌ای می‌تواند سبب افزایش عملکرد این قارچ گردد. در پژوهشی دیگر، گزارش شد که مایه‌زنی با باکتری‌های *Azospillum lipoferum* و *Bacillus megaterium* قبل از زمان شوک سرمایی، می‌تواند سبب افزایش عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای گردد (Kertesz and Thai., 2018). همچنین، Kertesz and Shamugam (2023) گزارش کردند که *P. putida* از طریق تولید و آزاد سازی برخی تنظیم‌کننده‌های رشد در محیط اطراف میسیلوم قارچ سفید دکمه‌ای، بر رشد و استقرار این قارچ در کمپوست، نقشی کلیدی ایفا می‌کند. با توجه به اهمیت تغذیه‌ای-دارویی و اقتصادی قارچ سفید دکمه‌ای، در این پژوهش کمپوست این قارچ توسط باکتری‌های فزاینده رشد *Bacillus subtilis*، *Pseudomonas fluorescens* و *P. putida* مایه زنی شد و اثرات این باکتری‌ها بر اجزاء عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پاییز ۱۴۰۰، در یک سالن تجاری تولید قارچ سفید دکمه‌ای واقع در شهرستان ساری، در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تیمار شاهد، مایه‌زنی با *Bacillus subtilis* ICMP 368، مایه‌زنی با *Pseudomonas fluorescens* ICMP 3512 و مایه‌زنی با

Pseudomonas putida ICMP 19449 در چهار تکرار و دو زیرواحد برای هر تکرار انجام شد. هر تکرار شامل دو بلوک کمپوست (ابعاد هر بلوک کمپوست : ۶۰ در ۴۰ سانتی‌متر و وزن تقریبی آن ۷۵ کیلوگرم) در نظر گرفته شد.

تهیه کمپوست، شرایط رشد قارچ سفید دکمه‌ای و مایه‌زنی باکتریایی

در این مطالعه، از کمپوست آماده و خاک پوششی شرکت "قارچ ملارد" (استان تهران، شهرستان ملارد) استفاده شد. شرایط رشدی قارچ سفید دکمه‌ای، مطابق با دستورالعمل توضیح داده شده توسط Levia و همکاران (2015) در نظر گرفته شد. به‌منظور تهیه مایه باکتریایی، از روش Salehi Molkabadi و همکاران (2023) استفاده شد. چگالی نوری سوسپانسیون باکتریایی تقریبا بر روی عدد ۰/۸ در طول موج ۶۰۰ نانومتر تنظیم شد (تقریبا ۱×۱۰^{۸} سلول در هر میلی‌لیتر) تنظیم شد. به‌منظور مایه‌زنی باکتریایی، ۱ لیتر از مایه باکتریایی با ۱۰ کیلوگرم از خاک‌پوششی مخلوط گشت. مقدار، غلظت و زمان مایه‌زنی با توجه به آزمایش‌های مقدماتی انجام داده شده در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در نظر گرفته شد.

اجزای عملکرد

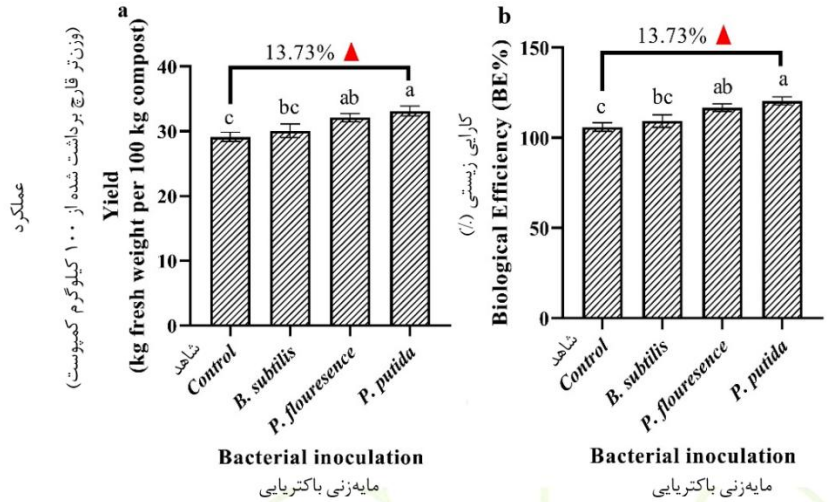
به منظور ارزیابی تاثیر تیمارهای باکتریایی مورد استفاده در این پژوهش بر اجزای عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای، دو صفت : ۱. وزن‌تر برداشت شده (کیلوگرم) از صد کیلوگرم کمپوست، و ۲. کارایی زیستی کمپوست مورد بررسی قرار گرفتند. بازده زیستی کمپوست توسط رابطه زیر محاسبه شد. $\text{Biological efficiency: } \frac{\text{Fresh weight of mushrooms harvested (g)}}{\text{Dry weight of substrate used (g)}} \times 100$

واکاوی آماری داده‌ها

توسط نرم‌افزار OriginPro نسخه 2024 بررسی نرمال بودن داده‌ها، آنالیز واریانس، مقایسه میانگین‌ها و رسم نمودارها صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون دانکن استفاده شد

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد باکتری *P. putida*، منجر به بیشترین مقدار محصول قارچ سفید دکمه‌ای (۳۳/۱۳ کیلوگرم وزن‌تر برداشت شده از ۱۰۰ کیلوگرم کمپوست) شده است. هرچند این تیمار با کاربرد باکتری *P. fluorescens* اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل a۱). همچنین بالاترین کارایی زیستی کمپوست نیز، در تیمارهای کاربرد باکتری *P. putida* و کاربرد باکتری *P. fluorescens*، بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر مشاهده اشد (۱۳.۷۳ درصد افزایش نسبت به شاهد) (شکل b۱).



شکل ۱– اثر باکتری‌های *Bacillus subtilis*، *Pseudomonas fluorescens* و *Pseudomonas putida* بر اجزای عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای. a: اثر کاربرد باکتری‌های بهبود دهنده رشد بر عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای. b: اثر کاربرد باکتری‌های بهبود دهنده رشد بر کارایی زیستی کمپوست قارچ سفید دکمه‌ای.

باکتری‌های فزاینده رشد مختلف، قابلیت‌های متفاوتی درخصوص تاثیرگذاری بر فیزیولوژی رشد و عملکرد قارچ های خوراکی دارند. به‌طورکلی، این باکتری‌ها با مکانیسم‌های مختلفی نظیر سنتز هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد، کمک به جذب عناصر، تثبیت نیتروژن و افزایش سطح نیتروژن آلی در دسترس، تولید سیدوفر، رقابت با عوامل بیمارگر و ... سبب افزایش رشد زیست‌توده قارچ‌های خوراکی می‌شوند (Kertesz and Thai, 2018). در خصوص باکتری *P. putida* برای نخستین بار Rainey (1991) گزارش کرد که کشت مشترک این باکتری با *A. bisporous* در شرایط درون شیشه، رشد هیف این قارچ را افزایش می‌دهد. بنابر گزارش Shamugam و Kertesz (2023)، باکتری‌های مفید جنس *Pseudomonas* با ترشح آنزیم سلولاز در کمپوست قارچ سفید دکمه‌ای، در شکستن پلی‌مرهای کربوهیدراتی و جذب گلوکز به این قارچ کمک می‌کنند. همچنین این باکتری‌ها با سنتز و آزاد سازی 1-octen-3ol، در تحریک به تولید اندام زایشی نقشی کلیدی ایفا می‌کنند. در پژوهشی Li و همکاران (2024)، گزارش کردند که افزایش جمعیت *P. putida* در کمپوست قارچ سفید دکمه‌ای با کمک به جذب فسفر و پتاسیم منجر به افزایش عملکرد قارچ سفید دکمه‌ای خواهد شد. همسو با نتایج پژوهش ما، Park و همکاران (2025) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های بهبود دهنده رشد در کمپوست قارچ‌های خوراکی *A. bispourus* و *Pleurotus ostreatus*، منجر به افزایش عملکرد این قارچ‌ها خواهد شد.

منابع

Kertesz, M. A. and Thai, M. 2018. Compost bacteria and fungi that influence growth and development of *Agaricus bisporus* and other commercial mushrooms. Applied Microbiology and Biotechnology. 102: 1639–1650.

Kumar, B., Kumari, C. and Kumar, M. 2018. Effect of bio-fertilizers on mycelial growth and physical properties of white button mushroom [*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7(2): 2216–2222.

Leiva, F. J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E. and Blanco, J. 2015. Environmental impact of *Agaricus bisporus* cultivation process. European Journal of Agronomy. 71: 141–148.

Li, H., Liu, L., Xu, B., Yan, X., Chen, Q., Wu, X., et al. 2024. Study on the microbial mechanisms of enhancing *Agaricus bisporus* growth through inoculation with *Pseudomonas putida*. Food Bioscience. 61: 104868.

Park, Y. B., Park, Y. J. and Jang, M. J. 2025. Growth characteristics of *Pseudomonas putida* and *Pleurotus ostreatus* after co-cultivation. Mycobiology. 1–7.

Rainey, P. B. 1991. Effect of *Pseudomonas putida* on hyphal growth of *Agaricus bisporus*. Mycological Research. 95(6): 699–704.

Salehi Molkabadi, R., Alian, M., Bonito, G., Ghasemi, K., Mirtalebi, M., Raouf-fard, F. and Ramezanian, A. 2023. Ameliorative effects of plant growth-promoting rhizobacteria on salinity tolerance of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Zemdirbyste-Agriculture. 110(4).

Shamugam, S. and Kertesz, M. A. 2023. Bacterial interactions with the mycelium of the cultivated edible mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*. Journal of Applied Microbiology. 134(1): lxac018.

Young, G., Grogan, H., Walsh, L., Noble, R., Tracy, S. and Schmidt, O. 2024. Peat alternative casing materials for the cultivation of *Agaricus bisporus* mushrooms – A systematic review. Cleaner and Circular Bioeconomy. 100100.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Growth-Promoting Bacteria on the Yield Parameters of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*)

Reza Salehi Molkabadi[1] and Fatemeh Raouf Fard[1*]
1. Shiraz University, School of Agriculture, Department of Horticultural Science
[*]*Corresponding Author: Fraouffard@yahoo.com*

Abstract

The white button mushroom (*Agaricus bisporus*) is a valuable food crop and an important source of human nutrition. In recent years, the use of beneficial bacteria as biofertilizers has gained considerable importance due to their ability to enhance yield, improve quality, and increase resistance to biotic and abiotic stresses. This study aimed to evaluate the effects of beneficial bacteria on the yield components of *A. bisporus* using a completely randomized design with four treatments: control, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Pseudomonas putida*. Each treatment included four replications and two sub-units per replication. The bacterial treatments were applied during the casing stage by mixing bacterial suspensions with the casing layer. The results demonstrated that P. *putida* and P. *fluorescens* significantly improved compost yield and biological efficiency, with no statistically significant difference between the two.

Keywords: *Bacillus subtilis*, Biological efficiency, Casing layer, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری کوتاه بر سیلیکون و نانو سیلیکون؛ فناوری‌های نوین در بهبود کشاورزی و افزایش بهره‌وری گیاهی

مجید بگ‌نظری[۱*]، حدیث نیازنژاد[۱] و افسانه عزیزی[۲]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: m.bagnazari@ilam.ac.ir; majid.bagnazari@gmail.com

چکیده

سیلیکون (Si) اگرچه به‌عنوان یک عنصر ضروری برای تغذیه گیاهان شناخته نمی‌شود، اما نقش بسیار مهمی در بهبود رشد، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی و ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی ایفا می‌کند. گیاهان سیلیکون را به‌صورت اسید مونو سیلیسیک جذب می‌کنند که در بافت‌های گیاهی تجمع‌یافته و با تقویت دیواره سلولی از طریق افزایش ضخامت اپیدرم و کوتیکول، کاهش تبخیر، بهبود تبادل یونی و افزایش راندمان استفاده از آب، موجب افزایش کارایی فتوسنتز می‌شود. این عنصر همچنین با حفظ ساختار کلروپلاست‌ها و افزایش سطح کلروفیل، فعالیت فتوسنتزی را بهبود می‌بخشد. سیلیکون با فعال‌سازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز از گیاهان در برابر استرس اکسیداتیو محافظت می‌کند. همچنین، این عنصر هورمون‌های گیاهی مهمی مانند اکسین، آبسیزیک اسید و سالیسیلیک اسید را تنظیم کرده و مسیرهای دفاعی گیاه را تحریک می‌کند. علاوه بر این، سیلیکون با کاهش جذب یون‌های سمی مانند سدیم، آلومینیوم و فلزات سنگین، مقاومت گیاه را در شرایط خشکی، شوری، گرما و سمیت فلزات افزایش می‌دهد. نانوذرات سیلیکون (SiNPs) به دلیل اندازه بسیار کوچک و سطح ویژه بالا، قابلیت نفوذ بهتر و اثرات مؤثرتر در جذب مواد مغذی، تقویت رشد ریشه، افزایش مقاومت گیاه و بهبود کیفیت میوه‌ها و سبزیجات دارند. علاوه بر این، سیلیکون و نانو سیلیکون با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله افزایش ظرفیت نگهداری آب، بهبود تهویه خاک و کاهش تجمع عناصر سمی، به پایداری کشاورزی کمک می‌کنند. این مقاله با بررسی جامع یافته‌های اخیر، نقش سیلیکون و نانو سیلیکون در بهبود عملکرد فیزیولوژیکی گیاهان، کاهش اثرات تنش‌های محیطی و ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی را ارائه می‌دهد و چشم‌اندازهای جدیدی برای کاربرد این عناصر در کشاورزی پایدار ترسیم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: سیلیکون، کشاورزی پایدار، متابولیت‌های ثانویه، نانوسیلیکون.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

سیلیکون (Si)، به‌عنوان یکی از عناصر فراوان در پوسته زمین، اگرچه جزء عناصر ضروری از نظر زیستی برای گیاهان محسوب نمی‌شود، اما نقش کلیدی و چندجانبه‌ای در بهبود عملکرد، ساختار و مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی ایفا می‌کند (Epstein, 1994). بیش از ۹۰ درصد سیلیکون به‌صورت سیلیکات‌ها در خاک موجود است و گیاهان می‌توانند آن را به‌صورت مونو سیلیسیک اسید [$Si(OH)_4$] که شکل محلول و قابل‌جذب آن در محلول خاک است، دریافت کنند (Pan et al., 2023). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که سیلیکون، به‌ویژه در گیاهانی نظیر برنج، نیشکر و گندم که به‌عنوان گیاهان سیلیکون دوست شناخته می‌شوند، می‌تواند در تقویت دیواره سلولی، بهبود تبادل یونی، افزایش نرخ فتوسنتز و کاهش تأثیر تنش‌های محیطی مؤثر واقع شود (Liang et al., 2015; Hasanuzzaman et al., 2024). این عنصر، به‌طور غیرمستقیم موجب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان شده و بدین ترتیب، نقش قابل‌توجهی در توسعه کشاورزی پایدار ایفا می‌کند (Zhu et al., 2014; Chen et al., 2024).

با پیشرفت فناوری نانو، توجه بسیاری از پژوهشگران به کاربرد نانو سیلیکون (Nano-Si) جلب شده است؛ ماده‌ای که به‌واسطه اندازه کوچک، سطح ویژه بالا و نفوذپذیری بیشتر در سلول‌های گیاهی، کارایی بالاتری نسبت به سیلیکون معمولی دارد (Rastogi et al., 2019).

نانو سیلیکون با برخورداری از ویژگی‌هایی همچون پایداری بالا، قابلیت کنترل بهتر در جذب و انتقال، و تأثیرگذاری عمیق‌تر در سطوح فیزیولوژیکی و مولکولی، در بهبود تحمل گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی کاربرد وسیعی یافته است (Tripathi et al., 2017).

افزایش روزافزون تنش‌هایی مانند شوری، خشکی، دمای بالا یا پایین، آلودگی فلزات سنگین و حمله پاتوژن‌ها، چالش‌های عمده‌ای را در تولیدات کشاورزی ایجاد کرده است. در این شرایط، استفاده از ترکیباتی نظیر سیلیکون و نانو سیلیکون که توانایی تحریک سیستم دفاعی گیاه را دارند، می‌تواند به‌عنوان راهبردی مؤثر و پایدار در مدیریت تنش‌های محیطی به کار رود (Siddiqui & Al-Whaibi, 2014). این ترکیبات از طریق افزایش تولید ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، تقویت ساختار سلولی و ارتقاء فعالیت آنزیم‌های دفاعی، نقش حفاظتی مهمی ایفا می‌کنند (Suriyaprabha et al., 2012; Pan et al., 2023). نقش سیلیکون در گیاهان دارویی نیز موردتوجه ویژه قرار گرفته است، چرا که این عنصر می‌تواند تولید متابولیت‌های ثانویه نظیر فنول‌ها، فلاونوئیدها و آلکالوئیدها را افزایش داده و به ارتقاء کیفیت دارویی گیاهان کمک کند (Hattori & Takahashi, 1992; Rastogi & Yadav, 2019). نانو سیلیکون نیز به‌واسطه تعامل مؤثرتر با مسیرهای متابولیکی، پتانسیل بالایی در افزایش این ترکیبات در شرایط تنش از خود نشان داده است. در این مقاله، با رویکردی مروری و تحلیلی، نقش سیلیکون و نانو سیلیکون در بهبود عملکرد فیزیولوژیکی، افزایش مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، و ارتقاء کیفیت گیاهان بررسی می‌شود. هدف، ارائه تصویری جامع از یافته‌های علمی موجود برای استفاده در تدوین راهبردهای نوین در کشاورزی پایدار است.

نقش سیلیکون در فیزیولوژی گیاهان

اگرچه سیلیکون (Si) به‌عنوان یک عنصر ضروری در تغذیه گیاهان شناخته نمی‌شود، اما به‌عنوان یک عنصر سودمند، نقش قابل‌توجهی در فرآیندهای فیزیولوژیکی، ساختاری و دفاعی گیاهان ایفا می‌کند (Epstein, 1994). این عنصر عمدتاً به شکل اسید مونو سیلیسیک توسط ریشه جذب شده و در بافت‌های اپیدرمی و مکانیکی گیاه تجمع می‌یابد (Pan et al., 2023). سیلیکون به‌عنوان یکی از عناصر غیررسمی اما بسیار مؤثر در تقویت ساختار و پایداری دیواره سلولی گیاهان شناخته می‌شود. این عنصر با افزایش ضخامت اپیدرم و کوتیکول برگ، موجب افزایش مقاومت مکانیکی گیاه در برابر تنش‌های محیطی و حملات بیولوژیکی می‌گردد. سیلیکون همچنین با کاهش نرخ تبخیر از طریق تنظیم عملکرد روزنه‌ها، به حفظ وضعیت فیزیولوژیکی برگ‌ها و ساقه‌ها کمک کرده و بهبود کلی استحکام بافت گیاهی را به دنبال دارد (Kim et al., 2012; Pan et al., 2023). علاوه بر نقش ساختاری، سیلیکون در تنظیم تعادل آبی و تبادل یونی گیاهان نیز نقش کلیدی ایفا می‌کند؛ این عنصر با کنترل باز و بسته‌شدن روزنه‌ها موجب کاهش تعرق و افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های آبی می‌شود. همچنین، سیلیکون با ارتقای جذب عناصر غذایی ضروری نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و درعین‌حال ممانعت از جذب یون‌های سمی مانند سدیم و آلومینیوم، تعادل یونی را در سلول‌های گیاهی حفظ می‌کند (Zhu & Gong, 2014; Liang et al., 2015; Gong et al., 2020).

از منظر فیزیولوژیکی، سیلیکون تأثیرات مثبت بر فرآیندهای فتوسنتزی و تثبیت ساختار کلروفیل دارد. این عنصر با افزایش میزان کلروفیل و محافظت از کلروپلاست‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو، نرخ فتوسنتز خالص را بهبود می‌بخشد و به افزایش بهره‌وری استفاده از نور در گیاه کمک می‌کند (Wang et al., 2022; Cheraghi et al., 2024). در مواجهه با استرس‌های اکسیداتیو، سیلیکون با تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز (CAT)، سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و پراکسیداز (POD)، نقش محافظتی در برابر تخریب غشاهای سلولی و مولکول‌های زیستی ایفا می‌کند (Soundararajan et al., 2014). همچنین، سیلیکون از طریق تأثیرگذاری بر مسیرهای هورمونی شامل آبسیزیک اسید (ABA)، اسید سالیسیلیک (SA) و اتیلن، القای پاسخ‌های دفاعی و تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با مقاومت گیاهان را تسهیل می‌نماید (Chen et al., 2024).

استفاده از سیلیکون منجر به افزایش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود؛ به‌طوری که این عنصر موجب افزایش شاخص‌هایی نظیر شاخه‌دهی، گل‌دهی، وزن خشک و عملکرد نهایی محصول می‌گردد. همچنین، بهبود کیفیت میوه‌ها و سبزیجات از طریق افزایش غلظت ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی گزارش شده است (Liang et al., 2015). تحت شرایط تنش‌های محیطی، از جمله خشکی،

شوری، آلودگی فلزات سنگین و عوامل بیماری‌زا، سیلیکون نقش مهمی در افزایش تحمل گیاه ایفا می‌کند. در تنش خشکی، این عنصر با کاهش تبخیر و افزایش ظرفیت نگهداری آب در بافت‌های گیاهی، به حفظ تعادل آبی کمک می‌کند (Rizwan et al., 2015). در شرایط شوری، سیلیکون با محدودکردن جذب سدیم و بهبود ساختار ریشه، مقاومت گیاه را افزایش می‌دهد (Zhao et al., 2019; Rizwan et al., 2020). همچنین، سیلیکون با تشکیل کمپلکس‌های پایدار با فلزات سنگین از جمله کادمیم، سرب و مس، جذب و انتقال این عناصر را به حداقل رسانده و در نتیجه سمیت آنها را کاهش می‌دهد (Zhu et al., 2020). افزون بر این، سیلیکون از طریق تجمع در دیواره سلولی و القای پاسخ‌های دفاعی، رشد پاتوژن‌ها را مهار نموده و مقاومت گیاه را در برابر بیماری‌ها افزایش می‌دهد (Etesami & Jeong, 2018; Khan et al., 2021). در زمینه مقاومت به آفات و بیماری‌ها، سیلیکون با تقویت دیواره‌های سلولی به‌عنوان یک سد فیزیکی در برابر نفوذ آفات و عوامل بیماری‌زا عمل می‌کند (Chen et al., 2024). همچنین، سیلیکون با تحریک سنتز ترکیبات دفاعی مانند اسید سالیسیلیک و فنول‌ها، القای مقاومت سیستمیک اکتسابی در گیاهان را تسهیل می‌نماید (Gao et al., 2006). به‌عنوان نمونه، در گندم، کاربرد سیلیکون موجب کاهش شدت بیماری‌های قارچی نظیر فوزاریوم و افزایش مقاومت در برابر باکتری‌ها می‌شود (Pan et al., 2023). همچنین، مصرف سیلیکون موجب کاهش خسارت ناشی از آفات مکنده از جمله شته‌ها شده است (Reynolds et al., 2009) که این اثر به‌احتمال زیاد ناشی از ممانعت سیلیکون از عملکرد آنزیم‌های گوارشی حشرات می‌باشد (Keeping et al., 2014). از سوی دیگر، سیلیکون تأثیرات قابل‌توجهی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. افزودن سیلیکون به خاک موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و بهبود فراهمی عناصر غذایی می‌شود (Liang et al., 2015). همچنین، این عنصر توانایی خاک در حفظ رطوبت را ارتقاء داده که در شرایط کم‌آبی از اهمیت بالایی برخوردار است (Hasanuzzaman et al., 2020). در خاک‌های شور، سیلیکون با کاهش تجمع یون سدیم و بهبود تعادل یونی، اثرات مخرب شوری را تخفیف می‌دهد (Ali et al., 2019). علاوه بر این، سیلیکون به بهبود ساختار خاک، کاهش تراکم و افزایش تهویه کمک کرده و بدین ترتیب فرسایش خاک را کاهش می‌دهد (Savant et al., 1999).

از منظر کیفیت میوه‌ها و سبزیجات، کاربرد سیلیکون منجر به افزایش ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات بازارپسندی محصولات می‌شود. درمان گیاهان با سیلیکون موجب افزایش غلظت آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان‌ها در میوه‌ها شده که این تغییرات نقش موثری در بهبود رنگ، طعم و خواص تغذیه‌ای دارند (He et al., 2025). به‌عنوان مثال، در گوجه‌فرنگی و فلفل، کاربرد سیلیکون موجب افزایش میزان ویتامین C و بهبود ویژگی‌های ظاهری محصول شده است (Rodrigues et al., 2011) که این اثرات احتمالاً ناشی از کاهش استرس اکسیداتیو و تقویت فعالیت آنزیم‌های دفاعی می‌باشد (Kim et al., 2009). تحت شرایط تنش‌های محیطی از جمله خشکی، شوری یا دمای بالا، سیلیکون نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاه ایفا می‌کند. در تنش خشکی، سیلیکون با کاهش تعرق و افزایش راندمان مصرف آب موجب حفظ رطوبت و بهبود توسعه ریشه‌ها می‌شود (Hattori et al., 2005; Gong et al., 2020). در شرایط شوری، سیلیکون با کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم و کلسیم به تنظیم تعادل یونی کمک می‌کند (Liang et al., 2015). در مواجهه با دمای بالا، سیلیکون فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش داده و از آسیب غشاهای سلولی جلوگیری می‌نماید (Ahmed et al., 2011). نانوذرات سیلیکون (SiNPs) نیز به دلیل ابعاد نانومتری و سطح ویژه بالا، نقش فزاینده‌ای در بهبود عملکرد کشاورزی ایفا می‌کنند. این نانوذرات با افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های خشکی، شوری و اکسیداتیو از طریق تحریک تولید آنتی‌اکسیدان‌ها و تقویت ساختار دیواره سلولی، حفاظت مؤثری در مقابل آسیب‌های محیطی فراهم می‌آورند (Bhat et al., 2021). کاربرد نانوذرات سیلیکون موجب افزایش جذب عناصر غذایی کلیدی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم شده که در شرایط استرس‌زا اهمیت بیشتری دارد و منجر به بهبود عملکرد فتوسنتزی و توسعه ریشه می‌شود (Rastogi et al., 2019). افزون بر این، نانوذرات سیلیکون با بهبود ساختار خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش جذب فلزات سنگین، کیفیت خاک را ارتقاء داده و با تحریک فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید، به حفظ تعادل زیستی خاک کمک می‌کنند (Liang et al., 2015).

نتیجه‌گیری

مرور پژوهش‌های انجام‌شده طی دو دهه اخیر نشان می‌دهد که سیلیکون و نانو سیلیکون به‌عنوان عوامل تقویت‌کننده رشد و پایداری گیاهان، نقش چشمگیری در بهبود پاسخ‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ایفا می‌کنند. این عناصر از طریق مکانیسم‌هایی نظیر تنظیم تعادل یونی، تحریک سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، القای مقاومت سیستمیک و بهبود ساختار سلولی، به کاهش آسیب‌های ناشی از عوامل محیطی کمک می‌کنند و کارایی فتوسنتزی و رشد گیاه را ارتقاء می‌دهند. افزون بر آن، نانو سیلیکون با ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود از جمله اندازه کوچک، سطح فعال بالا و قابلیت جذب سریع‌تر، اثربخشی بیشتری نسبت به سیلیکون معمولی در گیاهان نشان داده و پتانسیل بالایی برای استفاده در فناوری‌های نوین کشاورزی دارد. استفاده از سیلیکون همچنین موجب بهبود خواص خاک، ارتقای کیفیت محصولات کشاورزی و افزایش ماندگاری آن‌ها در مرحله پس از برداشت شده و بدین‌وسیله نقش مهمی در افزایش بهره‌وری پایدار و کاهش ضایعات ایفا می‌کند. باتوجه‌به روند افزایشی تنش‌های محیطی ناشی از تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع، بهره‌گیری هدفمند از سیلیکون و نانو سیلیکون می‌تواند به‌عنوان رویکردی کارآمد در مدیریت پایدار کشاورزی، ارتقاء امنیت غذایی و بهبود کیفیت تغذیه‌ای محصولات مورداستفاده قرار گیرد. درعین‌حال، نیاز به تحقیقات بیشتر جهت تعیین دوز بهینه، روش‌های کاربردی مؤثر و ارزیابی اثرات در درازمدت، به‌ویژه در سیستم‌های کشت مختلف و شرایط واقعی مزرعه، احساس می‌شود.

منابع

BhatA., Rajora, N., Raturi, G., Sharma, S., Dhiman, P., Sanand, S., Shivaraj, S. M., Sonah, H. and Deshmukh, R. 2021. Silicon nanoparticles (SiNPs) in sustainable agriculture: Major emphasis on the practicality, efficacy and concerns. Nanoscale Advances. 3(15): 4019–4028.

Chen, J., Li, Y., Zeng, Z., Zhao, X., Zhang, Y., Li, X., et al. 2024. Silicon induces ROS scavengers, hormone signalling, antifungal metabolites, and silicon deposition against brown stripe disease in sugarcane. Physiologia Plantarum. 176(3): e14313.

Cheraghi, M., Motesharezadeh, B., Mousavi, S. M., Basirat, M., Alikhani, H. A. and Zarebanadkouki, M. 2024. Application of silicon improves rhizosheath formation, morpho-physiological and biochemical responses of wheat under drought stress. Plant and Soil. 503(1): 263–281.

Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS). 91(1): 11–17.

Etesami, H. and Jeong, B. R. 2018. Silicon and plant disease resistance: A review. Frontiers in Plant Science. 9: 338.

Gong, H. J., Chen, K. M. and Wang, S. M. 2020. Silicon alleviates stress-induced damage in horticultural crops. Scientia Horticulturae. 126(3): 222–228.

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B. and Fujita, M. 2024. Silicon-mediated abiotic stress tolerance in horticultural crops. Plants. 13(2): 223.

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A. and Fujita, M. 2020. Silicon in mitigation of abiotic stress-induced oxidative damage in plants. Plants. 9(6): 807.

Hattori, T. and Takahashi, E. 1992. Effect of silicon on the secondary metabolism in plants. Soil Science and Plant Nutrition. 38(4): 655–660.

He, B., Wei, Y., Wang, Y., Zhong, Y., Fan, M., Gong, Q., Lu, S., Hassan, M. U. and Li, X. 2025. Silicon application improves tomato yield and nutritional quality. BMC Plant Biology. 25: 252.

Khan, A., Rho, H. and Hamayun, M. 2021. Silicon-mediated plant defense against biotic stress. Plants. 10(5): 1017.

Kim, Y. H., Khan, A. L., Waqas, M., Shim, J. K., Kim, D. H., Lee, K. Y. and Lee, I. J. 2012. Silicon-induced changes in antioxidant enzymes and lipid peroxidation in barley under salt stress. Acta Physiologiae Plantarum. 34(4): 1325–1334.

Kim, Y. H., Kim, C. Y., Lee, H. S. and Kwak, S. S. 2009. Changes in activities of antioxidant enzymes and their gene expression during leaf development of sweetpotato. Plant Growth Regulation. 58(2): 235–241.

Li, H., Liu, L., Xu, B., Yan, X., Chen, Q., Wu, X., et al. 2024. Study on the microbial mechanisms of enhancing *Agaricus bisporus* growth through inoculation with *Pseudomonas putida*. Food Bioscience. 61: 104868.

Liang, Y., Nikolic, M., Bélanger, R., Gong, H. and Song, A. 2015. Silicon in agriculture: From theory to practice. Springer.

Pan, W., Zhang, H. J., Zhang, Y. F., Wang, M., Tsui, M. T. K., Yang, L. and Miao, A. J. 2023. Silica nanoparticle accumulation in plants: Current state and future perspectives. Nanoscale. 15(37): 15079–15091.

Rastogi, A. and Yadav, S. 2019. Role of silicon in enhancing secondary metabolite production in medicinal plants. Plant Science Today. 6(2): 151–158.

Rastogi, A., Zivcak, M., Sytar, O., Kalaji, H. M., He, X., Mbarki, S. and Brestic, M. 2019. Application of silicon nanoparticles in agriculture. 3 Biotech. 9(3): 90.

Rizwan, M., Ali, S., Ibrahim, M., Farid, M., Adrees, M. and Bharwana, S. A. 2015. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of drought and salt stress in plants: A review. Environmental Science and Pollution Research. 22: 15416–15431.

Rizwan, M., Mehmood, S., Aziz, O., Ali, S. and Wang, H. 2020. The role of silicon in plant salt stress tolerance. Frontiers in Plant Science. 11: 1121.

Savant, N. K., Datnoff, L. E. and Snyder, G. H. 1996. Silicon management and sustainable rice production. Advances in Agronomy. 58: 151–199.

Siddiqui, M. H. and Al-Whaibi, M. H. 2014. Role of nano-SiO_2 in germination of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) seeds. Saudi Journal of Biological Sciences. 21(1): 13–17.

Soundararajan, P., Manivannan, N., Ko, C. H., Muneer, S. and Jeong, B. R. 2014. Silicon enhances plant growth and tolerance to abiotic stress. Frontiers in Plant Science. 5: 729.

Suriyaprabha, R., Karunakaran, G., Yuvakkumar, R., Prabu, P., Rajendran, V. and Kannan, N. 2012. Growth and physiological responses of rice plants to zero-valent silica nanoparticles. Plant Science. 193–194: 42–49.

Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, S., Pandey, R., Singh, V. P., Sharma, N. C. and Chauhan, D. K. 2017. An overview on manufactured nanoparticles in plants: Uptake, translocation, accumulation and phytotoxicity. Plant Physiology and Biochemistry. 110: 2–12.

Wang, S., Xu, Y., Li, T. and Zhao, Y. 2022. Application of two forms of silicon and their impact on the postharvest quality of cucumber. Scientia Horticulturae. 302: 110796.

Zhao, X., Wang, Y., Hu, T., Zhang, M. and Wang, Y. 2019. Role of silicon in plant resistance to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry. 141: 17–23.

Zhu, Y. X. and Gong, H. J. 2014. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. Agronomy for Sustainable Development. 34(2): 455–472.

Zhu, Y., Ali, S., Wu, J., Zhang, X. and Zeng, L. 2020. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metal toxicity in plants. Ecotoxicology and Environmental Safety. 200: 110731.

A Brief Review on Silicon and Nanosilicon; New Technologies in Improving Agriculture and Increasing Plant Productivity

Majid Bagnazari [1*], Hadis Niaznezhad[1] and Afsaneh Azizi[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
[*]*Corresponding Author: m.bagnazari@ilam.ac.ir*

Abstract

Although silicon (Si) is not considered an essential nutrient for plants, it plays a crucial role in enhancing growth, increasing resistance to biotic and abiotic stresses, and improving crop quality. Plants absorb silicon in the form of monosilicic acid, which accumulates in plant tissues, thereby strengthening cell walls by increasing the thickness of the epidermis and cuticle. This process reduces transpiration, improves ion exchange, and enhances water use efficiency, ultimately boosting photosynthetic performance. Silicon also preserves chloroplast structure and increases chlorophyll content, enhancing photosynthetic activity. By activating antioxidant enzymes such as superoxide dismutase, catalase, and peroxidase, silicon protects plants from oxidative stress. Moreover, silicon regulates key plant hormones such as auxin, abscisic acid, and salicylic acid, stimulating plant defense pathways. Additionally, silicon reduces the uptake of toxic ions like sodium, aluminum, and heavy metals, improving plant tolerance to drought, salinity, heat, and metal toxicity. Silicon nanoparticles (SiNPs), due to their small size and high surface area, offer improved penetration and enhanced nutrient uptake, root growth, plant resistance, and fruit and vegetable quality. Furthermore, silicon and SiNPs improve soil physical and chemical properties, including water retention capacity, soil aeration, and reducing toxic element accumulation, thereby contributing to sustainable agriculture. This review comprehensively examines recent findings on the role of silicon and silicon nanoparticles in improving plant physiological performance, mitigating environmental stress impacts, and enhancing crop quality, outlining new perspectives for their application in sustainable agriculture.

Keywords: Nanosilicon, Secondary metabolites, Silicon, Sustainable agriculture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تحمل به خشکی برخی ارقام تجاری بادام در شرایط اقلیمی شهرکرد

اسماعیل صفوی بختیاری[1*]، سید اصغر موسوی[2]، مهراب یادگاری[3] و بیژن حقیقتی[4]

۱- دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۳- گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

۴- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *e.safavi7@gmail.com*

چکیده

به منظور ارزیابی صفات رویشی ارقام مختلف بادام در شرایط تنش آبی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا گردید. دورهای مختلف آبیاری بر اساس درصد رطوبت قابل استفاده خاک شامل ۷۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی و ۳۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی به عنوان فاکتور اصلی آزمایش در نظرگرفته شد. فاکتور فرعی شامل ۱۴ رقم تجاری بادام (مامایی، ربیع، صبا، آراز، اسکندر، آیدین، شاهرود ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۲۱ و پایه رویشی GN) بود که همگی بر روی پایه GN پیوند زده شده بودند. در هر دو سال مورد مطالعه، چهار ماه پس از اعمال تنش، صفات رشدی در نهال‌های تحت تیمار اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، صفات مورفولوژیکی نهال‌های بادام در هر دو سال مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم، سطح تنش خشکی و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفتند. افزایش شدت تنش خشکی همراه با کاهش معنی‌دار ارتفاع، رشد تاج و سطح برگ ارقام مختلف بوده است. در همه ارقام، تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار طول و عرض تاج نهال‌ها گردید و تحت تنش خشکی، رقم GN بزرگترین تاج و رقم ربیع کوچکترین تاج را داشتند. در شرایط بدون تنش و همچنین تنش خشکی، رقم GN (۳۷/۷۶ سانتی‌متر مربع) بیشترین سطح برگ را داشت و کمترین سطح برگ در شرایط تنش خشکی در رقم شاهرود ۶ مشاهده گردید. در همه ارقام مورد مطالعه درصد ریزش برگ به‌طور معنی‌داری در واکنش به تنش خشکی افزایش یافت. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، در شرایط تنش خشکی، رقم شاهرود ۸ و شاهرود ۱۲ و پایه GN در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه از نظر شاخص‌های رشدی کم‌تر تحت تأثیر تنش آبی قرار گرفته و تحمل بیشتری به تنش آبی داشتند.

واژه‌های کلیدی: بادام، پایه، رقم، تنش آبی، صفات رویشی.

مقدمه

تغییر اقلیم جهانی و گرم شدن کره زمین موجب کاهش بارندگی، افزایش نوسان در بارندگی‌ها و کاهش تأمین آب سفره‌های زیرزمینی شده است. علی‌رغم اینکه آب از فراوان‌ترین ترکیبات روی کره زمین است، تغییر اقلیم جهانی، گرم شدن کره زمین و کاهش بارندگی یکی از دغدغه‌های مهم و محدودیت کلیدی در تولید محصولات کشاورزی در بخش عمده‌ای از جهان محسوب می‌شود (Kim et al., 2020). گرچه تکنولوژی‌های نوین قادر به توزیع مناسب آب شده‌اند، به نظر می‌رسد گیاهان متحمل به خشکی بهتر رشد می‌نمایند و راه حل بهتری برای مناطق روستایی و دور از منابع آب و یا برای سیستم‌های کشاورزی در زمین‌های خشک باشند. تحت چنین شرایطی شناسایی ژنوتیپ‌ها و ارقام گیاهی متحمل به کم‌آبی اهمیت ویژه‌ای داشته و یکی از اهداف مهم تحقیقاتی برای بسیاری از محصولات بوده و از راه حل‌های مناسب برای توسعه کشت در مناطق خشک و نیمه خشک است. ژنوتیپ‌های بومی همچنین ذخایر ژنتیکی ارزشمندی برای خصوصیات فیزیولوژیکی مهمی چون تحمل به خشکی هستند که می‌توانند مورد شناسایی قرار گرفته و در برنامه‌های اصلاحی استفاده شوند. بنابراین،

شناسایی عوامل و ویژگی‌های مؤثر در عملکرد محصول در این شرایط می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی ارزشمند باشد (حکیمی و همکاران، ۱۴۰۱). ایران جزو خاستگاه‌های اصلی و دارای ژرم‌پلاسم غنی از بادام بوده و از لحاظ سطح زیرکشت و تولید این محصول رتبه بالایی در جهان دارد. با توجه به نیاز کشور به محصول بادام و شناخت به دست آمده از تحمل بالقوه بادام در شرایط خشک و نیمه خشک، کشت آن در این نواحی ضروری می‌نماید. علی‌رغم شناسایی ژنوتیپ‌های بومی (خیلی دیرگل) در کشور و بررسی خصوصیات مهم آنها، در خصوص تحمل آنها به تنش‌های محیطی به خصوص کم‌آبیاری روی پایه‌های رویشی متحمل به تنش خشکی که یکی از مسائل مهم در صنعت میوه‌کاری می‌باشد تحقیق زیادی صورت نگرفته است. برخی از این ژنوتیپ‌ها که کاندید برای معرفی هستند، پس از بررسی می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی به عنوان منابع متحمل به کم‌آبی مورد استفاده قرار گیرند (Bakhtiari et al., 2025). بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات صفات مرفولوژیکی برخی ارقام تجاری بادام در واکنش به تنش خشکی و معرفی ژنوتیپ مقاوم به خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمینی به مساحت دو هزار متر مربع با تعداد ۱۶۸ نهال بادام در قالب کرت‌های یکبار خرد شده (اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا شد. دورهای مختلف آبیاری بر اساس درصد رطوبت قابل استفاده خاک شامل ۷۰ درصد (شاهد یا بدون تنش) و ۳۰ درصد به عنوان فاکتور اصلی آزمایش در نظرگرفته شد. فاکتور فرعی شامل ۱۳ رقم تجاری بادام (مامائی، ربیع، صبا، آراز، اسکندر، آیدین، شاهرود ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۲۱ و پایه رویشی GN) بود که همگی بر روی پایه GN پیوند زده شده بودند.

برای انجام این آزمایش، در اوایل سال ۱۳۹۸ نهال‌های یکساله پیوندی یکنواخت از نظر سن، قطر ساقه و ارتفاع انتخاب و در فواصل ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۲ متر بین دو ردیف کشت شدند. ابعاد هر کرت آزمایشی ۲ × ۳ متر بود. فاصله بین کرت‌های فرعی ۱ متر و کرت‌های اصلی ۱/۵ متر بود. در شروع فصل کشت در سال دوم، به مدت ۲-۳ ماه قبل از شروع تیمار تنش آبیاری، مراقبت‌های لازم از نهال‌ها انجام گردید. به‌منظور اعمال تنش خشکی، در هر واحد آزمایشی، لوله‌های مخصوص دستگاه رطوبت سنج (TDR) جهت اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک نصب شد و براساس قرائت دستگاه، دور آبیاری در تیمارهای مختلف تعیین گردید. تیمار تنش آبی به مدت چهارماه از اول خرداد تا اواخر شهریور اعمال گردید. در سال دوم نیز به همین روش تنش خشکی به مدت چهار ماه اعمال شد. چهار ماه پس از اعمال تنش، صفات رشدی در هر واحد آزمایشی با حذف اثر حاشیه‌ای، در نهال‌های پیوندی در هر دو سال مورد مطالعه اندازه‌گیری شد.

صفات مورفولوژیکی

ارتفاع نهال، قطر ساقه، طول و عرض تاج و سطح برگ اندازه‌گیری شد. ارتفاع نهال، طول و عرض تاج با متر تعیین گردید. قطر ساقه با کولیس اندازه‌گیری شد و از دستگاه سطح‌سنج جهت اندازه‌گیری سطح برگ استفاده گردید. به‌منظور ارزیابی درصد ریزش برگ‌ها در ابتدای فصل شاخه‌هایی از درختان تحت تنش خشکی (سه شاخه از هر تکرار) انتخاب شد و تعداد برگ روی آن‌ها شمارش گردید. چهار ماه بعد از اعمال تنش، تعداد برگ‌های روی شاخه‌های مزبور دوباره شمارش گردید و درصد ریزش برگ طبق رابطه زیر محاسبه شد.

درصد ریزش برگ = (تعداد برگ در شمارش اولیه / تعداد برگ باقیمانده روی شاخه) ×۱۰۰

پس از انجام آزمون بارتلت جهت بررسی اطمینان از همگن بودن واریانس خطاهای آزمایشی، تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

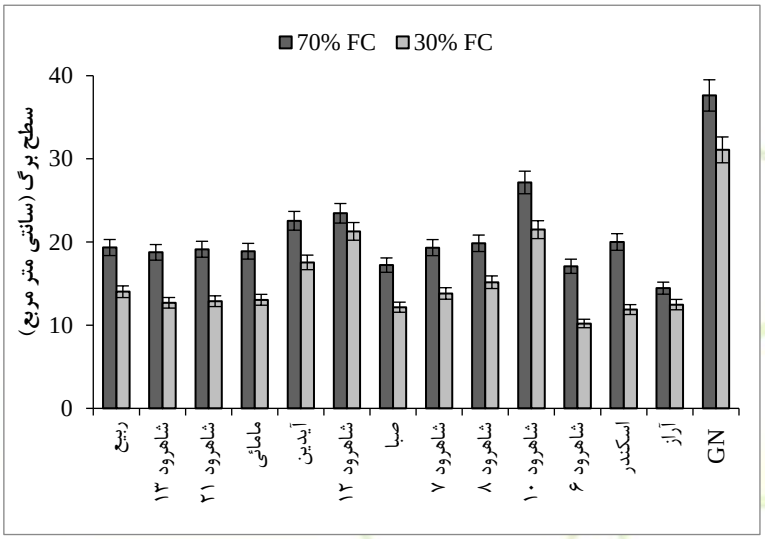
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده اثر معنی‌دار سال، رقم و تنش خشکی بر ارتفاع نهال بادام در اواخر فصل رشد می‌باشد. اثرات متقابل خشکی × رقم و سال × تنش خشکی× رقم بر ارتفاع نهال‌های بادام نیز معنی‌دار بود. ارتفاع نهال‌های بادام به علت رشد سالیانه در سال دوم بیشتر از سال اول بود. در هر دو سال مورد مطالعه تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع نهال‌های بادام در همه ارقام گردید. ارقام GN و شاهرود ۱۲ بیشترین ارتفاع را در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی داشتند. کمترین کاهش ارتفاع تحت تنش خشکی در ارقام صبا، شاهرود ۱۲ و GN ثبت شد و ارقام مامائی و شاهرود ۶ بیشترین کاهش در ارتفاع نهال را داشتند (جدول ۱). میانگین مربعات سال، تنش خشکی و رقم در مرحله اول نمونه‌برداری بر قطر ساقه نهال‌های بادام معنی‌دار بود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس قطر ساقه تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی قرار نداشت. تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار قطر ساقه در نهال‌های بادام گردید. رقم شاهرود ۱۲ (۳۸/۴۳ سانتی‌متر) بیشترین قطر نهال را داشت و ارقام مامائی (۲۱/۵۶ سانتی‌متر) و ربیع (۲۱/۲۷ سانتی‌متر) کمترین قطر ساقه را داشتند (جدول ۱). اثر سال، تنش خشکی و رقم بر اندازه تاج نهال‌های بادام معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل خشکی × رقم بر طول و عرض تاج نهال‌های بادام معنی‌دار بود. اندازه تاج نهال‌های بادام به علت رشد سالیانه در سال دوم بیشتر از سال اول بود. بزرگترین اندازه تاج در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در رقم GN بوده است. تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار طول و عرض تاج در ارقام مورد مطالعه بادام گردید. تنش خشکی موجب بیشترین کاهش در طول و عرض تاج رقم ربیع شد و ارقام GN و شاهرود ۸ کمترین کاهش طول و عرض تحت سطوح مختلف تنش خشکی نشان دادند (جدول ۱). سطح برگ در نهال‌های بادام به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال، تنش خشکی و رقم قرار گرفت. اثر متقابل سال × خشکی، سال × رقم و تنش خشکی × رقم نیز بر سطح برگ معنی‌دار شد. سطح برگ در سال دوم کمتر از سال بود و تحت تنش کم‌آبی به‌طور معنی‌داری از سطح برگ نهال بادام کاسته شد. رقم GN بیشترین سطح برگ را در هر دو شرایط بدون تنش و سطوح مختلف تنش خشکی داشت. کمترین سطح برگ در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به‌ترتیب در ارقام آراز و شاهرود ۶ ثبت شد (شکل ۱).

جدول ۱- اثر تنش خشکی بر ارتفاع نهال، قطر تنه، ارتفاع و عرض تاج ارقام مختلف بادام.

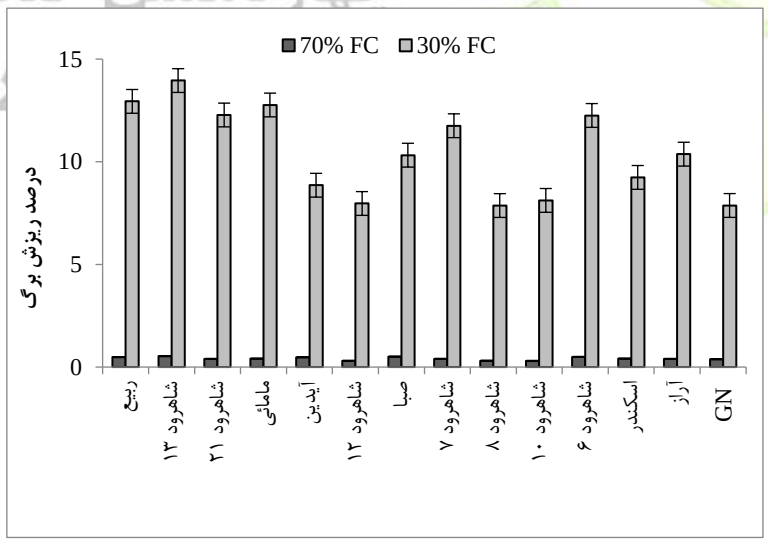
ارقام	ارتفاع نهال (سانتی متر)		قطر ساقه (سانتی‌متر)	ارتفاع تاج (سانتی‌متر)		عرض تاج (سانتی‌متر)	
	شاهد ۷۰ درصد FC	تنش خشکی ۳۰ درصد FC	متوسط شرایط	شاهد ۷۰ درصدFC	تنش خشکی ۳۰ درصد FC	شاهد ۷۰ درصدFC	تنش خشکی ۳۰ درصد FC
ربیع	*۶/۸±۱۵۶/۴۳	۶/۳±۱۱۹/۲۷	۴/۳±۲۱/۲۷	۳/۷±۷۶/۱۹	۲/۰±۵۸/۴۲	۳/۵±۶۳/۷۱	۴/۹±۵۳/۵
شاهرود ۱۳	۱۲/۳±۱۵۶/۶۹	۶/۳±۱۲۶/۶۶	۴/۵±۲۲/۴۴	۲/۴±۷۹/۰۲	۱/۴±۵۹/۷۶	۹/۵±۸۹/۰۵	۲/۴±۷۴/۶۷
شاهرود ۲۱	۱۱/۰±۱۹۲/۸۷	۱۲/۰±۱۴۲/۸	۵/۰±۲۵/۳	۳/۵±۸۰/۵۲	۲/۸±۶۵/۴۲	۲/۲±۹۲/۵۵	۱۰/۵±۷۷/۸۳
مامائی	۲/۴±۱۵۶/۰۴	۹/۲±۱۰۵/۳۸	۴/۶±۲۱/۵۶	۴/۲±۸۱/۶۹	۴/۳±۷۴/۹۲	۴/۸±۹۳/۲۱	۴/۵±۸۱/۱۷
آیدین	۱/۸±۱۷۳/۵۸	۲/۷±۱۴۲/۶۳	۴/۵±۲۳/۵۳	۲/۸±۸۲/۶۹	۲/۷±۶۷/۰۹	۲/۰±۸۹/۳۸	۲/۳±۷۸/۵
شاهرود ۱۲	۱۲/۴±۲۰۳/۰۰	۲/۸±۱۸۳/۱۳	۴/۱±۳۸/۴۳	۳/۳±۸۲/۰۲	۵/۴±۷۶/۷۶	۳/۲±۹۰/۸۸	۳/۹±۸۶/۸۳
صبا	۵/۷±۱۵۰/۱	۵/۰±۱۲۹/۳۳	۴/۶±۲۳/۰۷	۵/۴±۸۰/۱۹	۳/۲±۷۳/۲۶	۵/۶±۸۷/۸۸	۲/۴±۸۰/۸۳
شاهرود ۷	۸/۸±۱۸۰/۶۳	۹/۴±۱۶۹/۶۴	۴/۸±۲۲/۴۳	۶/۲±۶۴/۵۲	۳/۲±۵۷/۰۹	۱/۴±۷۱/۲۱	۳/۲±۶۷/۵
شاهرود ۸	۷/۸±۱۸۱/۶۱	۲۰/۶±۱۵۵/۳۷	۲/۶±۲۲/۴۹	۲/۹±۷۷/۸۵	۳/۷±۷۱/۴۲	۳/۱±۸۶/۵۵	۲/۹±۸۰/۵
شاهرود ۱۰	۴/۴±۱۷۳/۹۴	۲/۱±۱۴۹/۵۸	۳/۶±۲۳/۱۱	۴/۸±۶۴/۰۲	۱/۴±۵۲/۰۹	۲/۱±۷۳/۵۵	۲/۰±۶۰/۸۳
شاهرود ۶	۳۰/۵±۱۹۵/۵۹	۸/۴±۱۴۳/۷	۴/۶±۲۴/۳۸	۲/۸±۹۴/۳۵	۴/۴±۷۰/۰۹	۶/۴±۱۰۱/۷۱	۰/۸±۸۴/۸۳
اسکندر	۱۴/۵±۱۶۷/۹۷	۶/۳±۱۳۱/۲	۴/۱±۲۳/۴	۱/۸±۶۱/۶۹	۳/۷±۵۶/۵۹	۲/۰±۷۵/۰۵	۲/۹±۶۳/۱۷
آراز	۹/۹±۱۸۶/۲۷	۴/۳±۱۴۲/۲۵	۴/۸±۲۵/۹	۱/۶±۹۵/۸۵	۱/۶±۸۹/۰۹	۴/۲±۱۰۶/۲۱	۳/۵±۹۳/۱۷
GN	۱۳/۰±۲۲۱/۱۵	۱/۶±۱۹۹/۲	۳/۵±۲۹/۹۸	۳/۸±۱۵۴/۱۹	۱/۲±۱۴۲/۰۹	۱/۶±۱۷۲/۳۸	۳/۹±۱۶۲/۸۳

* میانگین ± انحراف معیار.

میانگین مربعات سال، تنش خشکی و رقم بر درصد ریزش برگ نهال‌های بادام معنی‌دار بود. همچنین درصد ریزش برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات متقابل سال × تنش خشکی، خشکی × رقم و سال × تنش خشکی × رقم قرار گرفت. درصد ریزش برگ در نهال بادام در سال دوم نسبت به سال اول کاهش داشت و تنش خشکی همراه با افزایش درصد ریزش برگ بود. در شرایط بدون تنش ارقام مورد مطالعه بادام تفاوت معنی‌داری از نظر درصد ریزش برگ نداشتند. در هر دو سال مورد مطالعه کمترین درصد ریزش برگ در شرایط بدون تنش ثبت شد و درصد ریزش برگ در همه ارقام با افزایش شدت تنش افزایش معنی‌داری نشان داد. بیشترین درصد ریزش برگ در واکنش به تنش خشکی در ارقام شاهرود ۱۳، ربیع، مامائی و شاهرود ۲۱ بود و در مقابل کمترین درصد ریزش برگ در ارقام شاهرود ۸، شاهرود ۱۰، شاهرود ۱۲ و GN مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۱- اثر تنش خشکی بر سطح برگ ارقام مختلف بادام.



شکل ۲- اثر تنش خشکی بر درصد ریزش برگ ارقام مختلف بادام.

چرخه رشد درختان طولانی مدت است بنابراین پیش غربال کردن نهال‌ها در برنامه‌های اصلاحی درختان میوه اهمیت زیادی دارد. درختان برای مقابله با تنش کم آبی عموماً از مکانیسم اجتناب بافت‌ها از تنش کم آبی بهره می‌برند. اندام‌های مختلف گیاهی مانند ساقه، ریشه و برگ نسبت به تنش خشکی حساس هستند و خشکی باعث کاهش توسعه سلول‌های این اندام‌ها می‌شود (Bakhtiari et al., 2025). از آنجایی که رشد یکی از حساس‌ترین فرآیندهای گیاهی نسبت به کاهش آب است، بنابراین کاهش رشد اولین واکنش گیاهان نسبت به تنش خشکی در بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌باشد. در پژوهش حاضر ارتفاع نهال‌ها، قطر ساقه، طول و عرض تاج در ارقام مختلف بادام تحت تأثیر تنش خشکی کاهش معنی‌داری داشتند (جدول ۱). ارتفاع و رشد گیاهان به‌شدت به محیط رشد وابسته است. از آنجایی‌که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه باید آب کافی در اختیار داشته باشد، تأمین نشدن آب مورد نیاز به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس درتنش شوری موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها می‌شود و طویل شدن آن‌ها را با مشکل روبه‌رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و تأمین فشار اسمزی مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل شدن آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد (Oliveira et al., 2018). مطابق با نتایج حاضر، Parvaneh و Afshari (2013) گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری رشد طولی (ارتفاع گیاه) و رشد قطری (قطر ساقه) در دانهال‌های حاصل از بذر توده‌های مختلف بادام کاهش یافت. کاهش رشد ارقام مختلف بادام در واکنش به تنش خشکی توسط محققین متعددی گزارش شده است (Gutiérrez-Gordillo et al., 2020; López-López et al., 2018). در اثر تنش خشکی، تبادلات روزنه‌ای کاهش یافته و موجب کاهش اسیمیلاسیون کربوهیدرات‌ها می‌شود که این امر نیز می‌تواند برفاکتورهای رشدی اثرگذار باشد (Martínez-García et al., 2020). Tankari و همکاران (2021) کاهش رشد تحت تأثیر تنش خشکی را به افزایش شدت تنفس گیاه نسبت داده‌اند. با افزایش شدت تنش خشکی، میزان تنفس میتوکندریایی سلول‌های گیاهی افزایش یافته و در نتیجه آن کربوهیدرات‌های بیشتری مصرف می‌شود که این تغییرات می‌تواند در کاهش فاکتورهای رشد تأثیر داشته باشد. برگ‌ها در گیاهان تحت تنش خشکی، کوچک و قطور شده و دچار پیری زودرس می‌شوند. در این شرایط با کاهش فتوسنتز، رشد گیاه نیز کاهش خواهد یافت. بنابراین کاهش رشد گیاه تحت تنش خشکی ناشی از کاهش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها بر اثر کاهش فشار اسمزی درون سلولی می‌باشد (Bijalwan et al., 2022).

عدم توانایی گیاهان در جذب آب در شرایط کم‌آبی بدلیل مسمویت یونی ناشی از تجمع یون سدیم، کاهش جذب پتاسیم و عوارض ناشی از کمبود پتاسیم در افزایش پتانسیل اسمزی محیط رشد می‌باشد. تحت تنش خشکی، کاهش توسعه و تقسیم سلولی موجب کاهش تعداد و سطح برگ می‌گردد که منجر به کاهش سطح جذب کننده نور و در نتیجه کاهش رشد می‌شود (Gordillo et al., 2020). نتایج حاصل در این بررسی بیانگر کاهش معنی‌دار سطح برگ ارقام مختلف بادام در واکنش به تنش خشکی می‌باشد (شکل ۱). کاهش رشد گیاه در تنش خشکی به این دلیل رخ می‌دهد که گیاه قادر نیست شیب پتانسیل آب بین نقطه رشد برگ و آوند چوبی را حفظ کند، بنابراین نمی‌تواند آبرسانی به سلول‌های در حال رشد را حفظ کند. این تغییرات متابولسیمی گیاه در واکنش به شرایط نامساعد محیطی پیری برگ‌ها و ریزش آن‌ها (شکل ۲) را تسریع می‌کنند (Cal et al., 2019). بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد گردید و عکس‌العمل ارقام مورد مطالعه بادام نسبت به سطوح مختلف تنش خشکی متفاوت بود. در این پژوهش رقم شاهرود ۸ و شاهرود ۱۲ و پایه GN در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه از نظر شاخص‌های رشدی کم‌تر تحت تأثیر تنش آبی قرار گرفته و تحمل بیشتری به تنش آبی داشتند. بنابراین می‌توان از این ارقام و پایه مزبور در مطالعات آینده به‌منظور اصلاح و معرفی ارقام مقاوم به کم‌آبی استفاده کرد.

منابع

Bakhtiari, E. S., Mousavi, A., Yadegari, M., Haghighati, B., and Martínez-García, P. J. 2025. Physiological and biochemical responses of almond (*Prunus dulcis*) cultivars to drought stress in semi-arid conditions in Iran. Plants, 14(5), 734.

Bijalwan, P., Sharma, M., and Kaushik, P. 2022. Review of the effects of drought stress on plants: A systematic approach. Preprints, 2022020014.

Cal, A. J., Sanciangco, M., Rebolledo, M. C., Luquet, D., Torres, R. O., McNally, K. L., and Henry, A. 2019. Leaf morphology, rather than plant water status, underlies genetic variation of rice leaf rolling under drought. Plant, Cell & Environment, 42, 1532-1544.

Gutiérrez-Gordillo, S., Durán Zuazo, V. H., Hernández-Santana, V., Ferrera Gil, F., García Escalera, A., Amores-Agüera, J. J., and García-Tejero, I. F. 2020. Cultivar dependent impact on yield and its components of young almond trees under sustained-deficit irrigation in semi-arid environments. Agronomy, 10(5), 733.

Kim, J., Kim, K. S., Kim, Y., and Chung, Y. S. 2020. A short review: Comparisons of high-throughput phenotyping methods for detecting drought tolerance. Scientia Agricola, 78.

López-López, M., Espadador, M., Testi, L., Lorite, I. J., Orgaz, F., and Fereres, E. 2018. Water use of irrigated almond trees when subjected to water deficits. Agricultural Water Management, 195, 84-93.

Martínez-García, P. J., Hartung, J., Pérez de los Cobos, F., Martínez-García, P., Jalili, S., Sánchez-Roldán, J. M., Rubio, M., Dicenta, F., and Martínez-Gómez, P. 2020. Temporal response to drought stress in several *Prunus* rootstocks and wild species. Agronomy, 10, 1383.

Oliveira, I., Meyer, A., Afonso, S., and Gonçalves, B. 2018. Compared leaf anatomy and water relations of commercial and traditional *Prunus dulcis* (Mill.) cultivars under rain-fed conditions. Scientia Horticulturae, 229, 226–232.

Parvaneh, T., and Afshari, H. 2013. Comparative study of the response of different almond rootstocks to water stress. International Journal of Plant Production, 4, 2244-2250.

Tankari, M., Wang, C., Ma, H., Li, X., Li, L., Soothar, R. K., Cui, N., Zaman-Allah, M., Hao, W., Liu, F., and Wang, Y. 2021. Drought priming improved water status, photosynthesis and water productivity of cowpea during post-anthesis drought stress. Agricultural Water Management, 245, 106565.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the drought tolerance of some commercial almond cultivars in Shahrekord conditions

Esmaeil Safavi Bakhtiari[1*], Asghar Mousavi[2], Mehrab Yadegari[3] and Bijan Haghighati[4]

1. Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
2. Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Shahrekord, Iran
3. Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
4. Soil and Water Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

Corresponding Author: e.safavi7@gmail.com

Abstract

The study of morphological traits is an efficient method for the selection and introduction of drought-tolerant genotypes of almonds. To compare the morphological responses of different almond cultivars to water stress, an experiment with three replicates as a split-plot based on a randomised block design was conducted at the Agricultural and Natural Resources Research Centre in Chaharmahal and Bakhtiari Province in the two growing seasons 2019-2020 and 2020-2021. Different irrigation periods based on the percentage of usable soil moisture, including 70% field capacity (control or no stress) and 30% field capacity, were considered as the main factor of the experiment. The sub-factor included 14 commercial almond cultivars (Mamaei, Rabi, Saba, Araz, Eskandar, Aidin, Shahrood 6, 7, 8, 10, 12, 13 and 21 and GN vegetative rootstock), all grafted on GN rootstocks. In both years, the morphological traits of the treated seedlings were measured four months after stress application. The results of the analysis of variance show that the morphological traits of the almond seedlings were significantly influenced by cultivar, drought stress and their interaction effects in both years studied. The applied drought stress led to a significant reduction in height, crown growth and leaf area of the different cultivars. For all cultivars, drought stress significantly reduced the length and width of the seedling crowns, with the GN cultivar having the largest crown under drought stress and the Rabi cultivar having the smallest crown. Under non-stressed and drought-stressed conditions, the GN cultivar (37.76 cm2) had the largest leaf area, and under drought stress, the smallest leaf area was observed in the Shahrood 6 cultivar. The results show that the GN cultivar was less affected by water deficit and was more resistant in terms of growth indices compared to the other cultivars studied.

Key words: Almond, Cultivar, Rootstock, Vegetative traits, Water stress.

استفاده از قارچ همزیست برای جوانه‌زنی بذر ارکیده معطر (*Anacamptis coriophora*) در انواع بستر کشت

نیشتمان آبادیان[1*]، یاور وفایی[1]، علی‌اکبر مظفری[1] و ایوب ملا احمد نالوسی[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *nishteman.abadian@uok.ac.ir*

چکیده

گیاهان خانواده ارکیده (Orchidaceae) به دلیل وابستگی شدید به همزیستی به قارچها برای جوانه زنی بذر و مراحل اولیه رشد در طبیعت به عنوان گیاهان میکوهتروتروف اجباری شناخته می‌شوند. بذرهای ارکیده فاقد آندوسپرم هستند و برای تأمین کربوهیدرات‌ها و سایر موادمغذی ضروری، کاملاً به قارچهای همزیست وابسته هستند. قارچهای همراه ارکیده‌ها به دو گروه اصلی قارچهای مایکوریزایی ارکید و قارچهای غیرمایکوریزایی تقسیم می‌شوند. هر دو گروه نقش‌های پیچیده‌ای در اکولوژی و فیزیولوژی گیاهان ارکیده ایفا می‌کنند. با این حال، تنوع قارچهای همراه با ارکیده‌های خاکرست ایران، به‌ویژه گونه *Anacamptis coriophora*، ناشناخته باقی مانده است. این پژوهش با هدف شناسایی قارچهای همراه با این گونه و بررسی تأثیر آن‌ها بر جوانه‌زنی انجام شد. نمونه‌های گیاهی و خاک از رویشگاه‌های طبیعی در استان‌های کرمانشاه، آذربایجان غربی و کردستان جمع‌آوری شدند. قارچهای همراه از ریزوسفر، خاک اطراف ریزوسفر، اندام‌های رویشی و غده‌های زیرزمینی جداسازی و در بستر کشت خاک کشت شدند. تأثیر ۲۰ جدایه قارچی متعلق به جنس‌های، *Rhizoctonia*، *Fusarium*، *Mucor*، *Aspergillus*، *Penicillium*، *Chaetomium*، *Talaromyyces*، *Stachybotrys*، *Macrophomina*، *Alternaria*، *Rhizopus* بر جوانه‌زنی بذر در بسترهای استریل حاوی پیت‌ماس، کوکوپیت و خاک مزرعه در شرایط کنترل‌شده ارزیابی گردید. ۱۸ جدایه قارچ جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری تحریک کردند که بیشترین تأثیر مربوط به جدایه R14 و N29 بود. هیچ گونه جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده نشد. تشکیل پروتوکورم و رشد ریزوئیدها تنها در حضور قارچهای همراه مشاهده شد، که نشان‌دهنده وابستگی کامل بذرها برای جوانه زنی به همزیستی است. در این مطالعه تاثیر مثبت قارچهای همراه گونه *A.coriophora* بر جوانه زنی بذر ارکیده معطر مشخص گردید و نشان می دهد با انتخاب جدایه‌های مؤثر قارچی می توان امکان تکثیر موفق این گونه برای برنامه‌های حفاظت و احیای زیستگاه را فراهم ساخت.

واژه‌های کلیدی: ارکیده ، بسترخاک ، پروتوکورم، قارچ های همزیست.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

در قلمرو گیاهان، خانواده ارکیده دارای انواع سازگاری است که تشکیل اپیدرم چند لایه‌ای از سلول‌های مرده به نام ولامن (Velamin) یکی از این مکانیسم‌های سازگاری است (Gravendeel et al., 2004). مکانیسم دیگر، تغییر ویژه در ساختارهای گل‌ها جهت سازگاری با حشرات گرده‌افشان است (Otero and Flanagan, 2006). مکانیسم سوم، وابستگی به رابطه با قارچهای مایکوریزای همزیست برای جوانه زنی و رشد است که موجب مقاومت ارکیده‌ها در زیستگاه‌های نامناسب می‌شود و به پراکنش گسترده آن‌ها کمک نموده است (Favre-Godal et al., 2020). ارکیده‌ها برای تامین کربن و مواد مغذی برای جوانه‌زنی بذر به شدت به قارچهای مایکوریزا همزیست خود وابسته هستند (Gao et al., 2020). بذرها به دلیل داشتن آندوسپرم‌های کوچک، عموماً فاقد منابع انرژی هستند بنابراین انواع گونه‌های ارکیده از جمله ارکیده‌های خاکرست در طول فرآیند جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه به قارچهای همزیست وابسته هستند. گیاهچه پس از این مرحله دگرغذاساز (heterotrophs) می‌توانند وارد فاز خودغذاساز (autotrophs) شوند. قارچهای مایکوریزا توانایی جذب مواد مغذی از جمله فسفر را در ارکیده‌های خاکرست در سطح خودغذاساز دارند (Favre-Godal et al., 2020). تکثیر ارکیدهای خاکرست مناطق معتدل نسبت به سایر گونه‌های ارکیده دشوار و چالش‌برانگیز می‌باشد. گونه‌هایی از ارکیده‌های بدون کلروفیل به نام میکوهتروتروف کامل وجود دارد که رابطه همزیستی خود را با قارچ ها در طول چرخه زندگی خود حفظ می‌کنند (Alghamdi, 2019). مطالعات اخیر نشان داده است که برخی ارکیده‌های خاکرست با قارچهای همراه برای به دست آوردن کربن تنها تا زمان جوانه‌زنی و توانایی تثبیت کربن و همچنین به دست آوردن

مواد مغذی در تعامل هستند (Kömpe et al., 2022). ارکیده‌های خاکرست در مرحله بلوغ چرخه زندگی خود از طریق جذب مواد غذایی بدون اتکا به قارچ‌های مایکوریزا به دست می‌آورند (Gao et al., 2020). قارچ‌های مایکوریزا کربن مورد نیاز برای جوانه‌زنی و استقرار همه بذرهای ارکیده را در مراحل اولیه فراهم می‌کنند (Kömpe et al., 2022). تنوع بسیار زیادی در گونه‌های قارچ‌های همراه با ارکیده‌ها به ویژه انواع خاکرست وجود دارد. در این ارتباط هیچ پژوهشی بروی شناسایی گونه‌های قارچ همراه با ارکیده‌های خاکرست رویش یافته در ایران وجود ندارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف شناسایی مهم‌ترین گونه‌های قارچ‌های همراه (مایکوریزا و غیرمایکوریزا) مرتبط با ریشه، غده، ریزوسفر و اندام‌های رویشی گونه *Anacamptis coriophora* انجام شد. همچنین امکان استفاده از جدا کشت قارچ‌های همراه در جهت بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه این گونه ارکیده خاکرست مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از تیرماه ۱۴۰۱ تا شهریورماه ۱۴۰۳ در آزمایشگاه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه کردستان انجام شد. ابتدا، با استفاده از منابع فلوری و اطلاعات موجود، مناطق پراکنش ارکیده معطر با نام علمی *Anacamptis coriophora* در ایران شناسایی و نمونه‌های گیاهی در مرحله گلدهی از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری شدند (شکل۱). مناطق نمونه‌برداری شامل شهرستان جوانرود (کرمانشاه)، شهرستان‌های مهاباد، بوکان، سردشت (آذربایجان غربی) و شهرستان دهگلان (کردستان) بودند. موقعیت مکانی هر نقطه با GPS ثبت شد و نمونه‌ها در پاکت‌های کاغذی به آزمایشگاه منتقل شدند. کپسول‌های بالغ بذر ارکیده پیش از باز شدن از گیاه جدا و نمونه‌های خاک نیز از مناطق مورد مطالعه جمع‌آوری و در سایه و دمای اتاق خشک شدند. پس از دسته‌بندی، از هر نمونه گیاه و خاک همراهش، سه جدایه شامل: خاک ریزوسفر، خاک اطراف ریزوسفر، و اندام‌های رویشی گیاه برای استخراج قارچ جدا شدند. خاک‌ها پس از الک شدن در پاکت‌های جداگانه نگهداری شدند. برای جداسازی قارچ‌های موجود، از هر نمونه خاک یک گرم وزن و با آب مقطر استریل رقت‌های ۱:۱۰ و ۱:۱۰۰ از آن تهیه شد. سپس ۱۰ میکرولیتر از رقت ۱:۱۰۰ روی محیط کشت PDA کشت داده شد. برای جداسازی قارچ‌های موجود در بافت‌های گیاهی، قطعات ۰/۵تا ۱ سانتی‌متر از اندام‌های مورد نظر پس از ضدعفونی با الکل ۷۰ درصد و شستشو با آب مقطر استریل، خشک و روی محیط PDA در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کشت شدند. برای ارزیابی ۲۰ جدایه قارچ (K12، N12-6، N13-4، N24-3، N14-1، N23-4، N14-1، P25، RZJ، P29، F23، N29، P12، R12، S11-1 S14، N26-5، N13-6، P26، F25، N23-4، R14) همراه بر جوانه‌زنی بذر ارکیده، ۶۳ بستر کشت شامل ۳۵ درصد پیت‌ماس، ۳۵ درصد کوکوپیت و ۳۰ درصد خاک مزرعه شنی لومی تهیه شد. بستر شاهد نیز با استفاده از خاک مزرعه و خاک مناطق جمع‌آوری‌شده، مطابق با استانداردهای پژوهش آماده گردید (Aewsakul et al., 2013). ازجدایه‌های قارچی نیز در شرایط استریل دیسک‌هایی به قطر ۵ میلی‌متر از پرگنه‌های فعال قارچ جدا و به بسترهای استریل‌شده منتقل شدند. بذرهای ارکیده پس از ضدعفونی، روی کاغذ صافی استریل شده خشک شده و سپس شمارش و به‌طور یکنواخت بر سطح بسترهای کشت پراکنده شدند. پس از کشت، نمونه‌ها بلافاصله به اتاقک رشد با دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریک منتقل شدند آبیاری با آب مقطر استریل انجام شد . این پژوهش به صورت آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد.

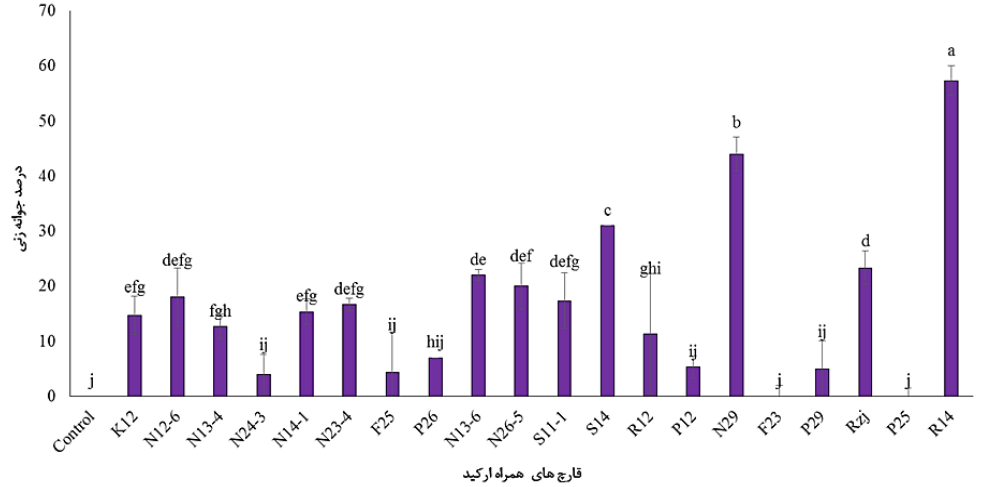
نتایج و بحث

بر اساس تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین شاخص جوانه‌زنی پس از تلقیح، تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای جدایه و درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. یک ماه پس از تلقیح هم‌زمان بذر و قارچ، نشانه‌های همزیستی در تیمارها مشاهده گردید و ۱۸ جدایه از مجموع ۲۰ جدایه مورد بررسی توانستند جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار دهند. در این تحقیق جدایه R14، و پس از آن جدایه N29 بیشترین تأثیر را نشان دادند. در مقابل، جدایه‌های P29، P25، P12 و N24-3 با کمتر از ۱۰ درصد جوانه‌زنی، کم‌اثرترین جدایه‌ها بودند، و دو جدایه F23 و P25 هیچ‌گونه اثری بر جوانه‌زنی نشان ندادند. تیمار شاهد (فاقد تلقیح قارچی)، هیچ‌گونه نشانه‌ای از جوانه‌زنی مشاهده نگردید (شکل۲). علائم مشاهده‌شده طی مراحل مختلف تعامل قارچ و بذر شامل تغییر رنگ بذر، تورم اولیه، تشکیل ساختار پروتوکورم در محل تلقیح بود (شکل۳). این یافته‌ها وابستگی کامل بذر ارکیده به قارچ‌های همزیست را برای آغاز و ادامه روند جوانه‌زنی تأیید می‌نماید. در پژوهشی بررسی تاثیر استفاده از قارچ‌های همزیست در بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در دو گونه ارکیده رویش یافته در کشور ترکیه *Anacamptis*

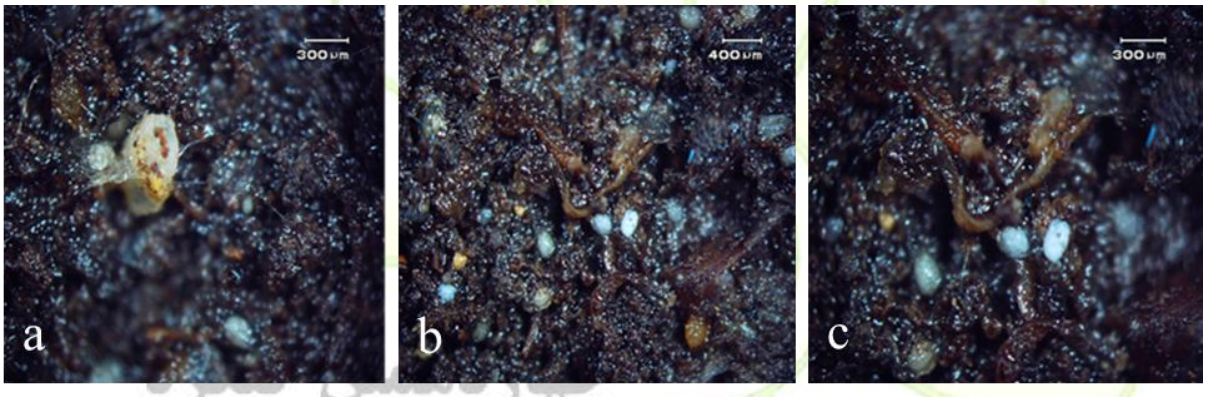
coriophora و *Orchis anatolica* نشان داد که بذر این گونه‌ها به صورت برون شیشه‌ای در مخلوط خاک از قبل تلقیح شده با قارچ همزیست گونه *Ceratobasidium sp* باعث بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه شد، به طوری که بذرهای هر دو گونه ارکید ۱۸ روز پس از کاشت بذر جوانه زدند و گیاهچه‌های دارای برگ و ریشه دو ماه پس از کاشت و اولین غده‌های زیرزمینی هر دو گونه هفت ماه بعد رشد آماده انتقال به محیط طبیعی بودند (Kompe and Mutlu, 2021). در پژوهشی تنوع قارچ های اندوفیت ریشه در ارکید *Serapias vomeracea* و تاثیر استفاده از قارچ‌های میکوریزا بر جوانه‌زنی بذر، رشد گیاهچه و تشکیل غده مورد بررسی قرار گرفت. تمام جدایه‌های *Rhizoctonia* مانند که به انجمن میکوریزایی پیوستند با *Tulasnella calospora* (سی جدایه) مرتبط بودند. تمام جدایه های مرتبط با قارچ میکوریزای *Tulasnella calospora* باعث افزایش جوانه زنی و رشد گیاهچه در ارکیده خاکرست *S. vomeracea* شدند (Kömpe et al., 2022). قارچ‌های همزیست در تحریک، القا و پشتیبانی از فرآیند جوانه‌زنی بذرهای ارکیده در شرایط خاکی نقش دارند و گویای ضرورت انتخاب جدایه‌های مؤثر در برنامه‌های تکثیر و حفاظت از گونه‌های ارکیده می‌باشد (Figura et al., 2020). Chen و همکاران (2015) برای بررسی اینکه تا چه حد جوانه‌زنی بذر و تشکیل پروتوکورم *Gymnadenia conopsea* تحت تأثیر منشأ و ماهیت قارچها قرار می‌گیرد، قارچها را از *G. conopsea* و سه گونه ارکیده دیگر *Dactylorhiza viridis*، *Herminium monorchis* و *Platanthera chlorantha* جداسازی و درکشت‌های همزیست با بذر استفاده کردند. در مجموع، هشت جدایه قارچی متعلق به جنس‌های *Tulasnellaceae*، *Ceratobasidiaceae* و *Serendipitaceae* با موفقیت جداسازی و کشت شدند. هرچند هر هشت جدایه قارچی قادر به بهبود جوانه زنی زودهنگام بذر در *G. conopsea* بودند، اما تنها یک جدایه قارچی GS2 از اعضای *Ceratobasidiaceae* جدا شده از خود *G. conopsea*، قادر به بهبود تشکیل پروتوکورم و رشد بعدی به یک گیاهچه کامل بود. دو سویه قارچی دیگر جدا شده از *G. conopsea* تنها از جوانه زنی بذر تا مرحله تشکیل پروتوکورم توانستند پشتیبانی کنند. پنج سویه قارچی دیگر جدا شده از سایر گونه‌های ارکید از جوانه‌زنی بذر فراتر از مرحله پروتوکورم پشتیبانی نکردند. این پژوهشگران نتیجه گرفتند که اگرچه *G. conopsea* یک گونه ارکیده خاکرست است که با داکنه متنوعی از قارچ‌های همزیست در طول دوره زندگی دارای ارتباط است اما برای شروع تشکیل پروتوکورم و تبدیل به یک گیاهچه به قارچ‌های خاصی نیاز دارد.



شکل ۱- ارکید معطر(*Anacomptis coriophora*)، (a) ارکید معطر نمونه جوانرود، (b) ارکید معطر نمونه سردشت، (c) ارکید معطر نمونه بوکان، (d) ارکید معطر نمونه مهاباد.



شکل ۲- نمودار درصد جوانه‌زنی بذر ارکید (*Anacamptis coriophora*)، در حضور ۲۰ جدایه قارچ (K12، N12-6، N13-4، N24-3، N14-1، N23-4، N14-1، N23-4، F25، P26، N13-6، N26-5، S11-1، S14، R12، P12، N29، F23، P29، RZJ، P25، R14) روی بستر خاکی.



شکل ۳- بررسی مراحل مختلف تعامل قارچ و بذر ارکید معطر (*Anacamptis coriophora*)، (a) شامل تغییر رنگ بذر و تورم اولیه، (b) و (c) تشکیل ساختار پروتوکورم.

منابع

Alghamdi, S. A. 2019. Influence of mycorrhizal fungi on seed germination and growth in terrestrial and epiphytic orchids. Saudi Journal of Biological Science, 26: 495-502.

Chen, Y., Goodale, U. M., Fan, X. L. and Gao, J. Y. 2015. Asymbiotic seed germination and *in vitro* seedling development of *Paphiopedilum spicerianum*: An orchid with an extremely small population in China. Global Ecology and Conservation, 3: 367-378.

Favre-Godal, Q., Gourguillon, L., Lordel-Madeleine, S., Gindro, K. and Choisy, P. 2020. Orchids and their mycorrhizal fungi: An insufficiently explored relationship. Mycorrhiza, 30: 5-22.

Figura, T., Weiser, M. and Ponert, J. 2020. Orchid seed sensitivity to nitrate reflects habitat preferences and soil nitrate content. Plant Biology, 22: 21-29.

Gao, Y., Zhao, Z., Li, J., Liu, N., Jacquemyn, H., Guo, S. and Xing, X. 2020. Do fungal associates of co-occurring orchids promote seed germination of the widespread orchid species *Gymnadenia conopsea*. Mycorrhiza, 30: 221-228.

Gravendeel, B., Smithson, A., Slik, F. J. and Schuiteman, A. 2004. Epiphytism and pollinator specialization: drivers for orchid diversity? Philosophical Transactions of the Royal Society B, 359: 1523-1535.

Kompe, Y. O. and Mutlu, V. A. 2021. *Ex vitro* symbiotic germination of the seeds of *Anacamptis coriophora* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase and *Orchis anatolica* Boiss. Biologia Futura, 72: 509-516.

Kömpe, Y. Ö., Mutlu, V. A., Özkoç, İ., Demiray, S. and Serhat, B. 2022. Fungal diversity and *ex vitro* symbiotic germination of *Serapias vomeracea* (Orchidaceae). Acta Botanica Croatica, 81: 108-116.

Otero, J. T. and Flanagan, N. S. 2006. Orchid diversity-beyond deception. Trends in Ecology and Evolution, 21: 64-65.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Utilization of Mycorrhizal Fungi to Enhance Seed Germination of the Fragrant Orchid *(Anacamptis coriophora)* in Different Growth Media

Nishteman Abadian[1*], Yavar Vafaee[1] Ali akbar Mozafari[1] and Ayoub Molaahmad Naloosi[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[*]*Corresponding Author: nishteman.abadian@uok.ac.i r*

Abstract

Orchids (Orchidaceae) are considered obligate mycoheterotrophic plants due to their strong dependence on symbiotic fungi for seed germination and early developmental stages in natural environments. Orchid seeds lack endosperm and are entirely reliant on fungal partners for essential carbohydrates and nutrients. Orchid associated fungi are generally categorized into two main groups: orchid mycorrhizal fungi and non-mycorrhizal fungi, both of which play complex roles in orchid ecology and physiology. However, the diversity of fungal associates in terrestrial orchids of Iranparticularly Anacamptis coriophora remains largely unknown. This study aimed to identify fungal associates of *A. coriophora* and assess their effects on seed germination. Plant and soil samples were collected from natural habitats in Kermanshah, West Azerbaijan, and Kurdistan provinces. Fungi were isolated from the rhizosphere, surrounding soil, vegetative organs, and underground tubers, and cultured in soil-based media. The effects of 20 fungal isolates from the genera *Rhizoctonia, Fusarium Mucor, Aspergillus, Penicillium, Chaetomium, Talaromyces, Stachybotrys, Macrophomina, Alternaria*, and Rhizopus were evaluated on seed germination in sterile substrates containing peat moss, cocopeat, and field soil under controlled conditions. Eighteen isolates significantly promoted seed germination, with isolates R14 and N29 showing the most pronounced effects. No germination was observed in the control group (without fungi). Protocorm formation and rhizoid development were only observed in the presence of fungal symbionts, indicating the complete dependency of orchid seeds on fungal interaction for germination .The findings of this study demonstrate the positive role of fungal associates of *A. coriophora* in promoting seed germination of this fragrant orchid species and suggest that selecting effective fungal isolates could enable successful propagation of the species for conservation and habitat restoration purposes.

Keywords: Orchid, Protocorm, Soil substrate, Symbiotic fungi.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر قارچ‌های میکوریزای ارکیده: اکولوژی مولکولی، فیزیولوژی، تکامل و جنبه‌های حفاظت

نیشتمان آبادیان[1*] و یاور وفایی[2]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *nishteman.abadian@uok.ac.ir*

چکیده

ارکیده‌ها خانواده‌ای متنوع از گیاهان گلدار با بیش از ۲۵۰۰۰ گونه و ۱۰۰۰۰۰ هیبرید هستند که به‌خاطر گل‌های پیچیده و تخصصی خود شهرت دارند. این گیاهان به شدت به قارچ‌های همزیست خود برای جذب موادمغذی، به‌ویژه در مراحل اولیه رشد، وابسته هستند. بذرهای ارکیده فاقد آندوسپرم هستند و بنابراین بدون کمک قارچ‌ها قادر به جوانه‌زنی نیستند. در این فرآیند، ارکیده‌ها با گونه‌های خاصی از قارچ‌ها وارد همزیستی می‌شوند که از طریق ریشه‌های گیاه مواد مغذی مورد نیاز را تأمین می‌کنند. در این مقاله به تفصیل به معرفی قارچ‌های و نقش آن‌ها در فرآیندهای جوانه‌زنی بذر و رشد ارکیده‌ها , اهمیت همزیستی قارچ‌های مایکوریزای همزیست ارکیده (OMF) و قارچ‌های غیرهمزیست (ONF) پرداخته شده است و تأثیر قارچ‌های همزیست در فرآیندهای تکاملی و اکولوژیکی ارکیده‌ها مورد تحلیل قرار گرفته است. همچنین به روش‌های مولکولی اشاره شده است که محققان برای شناسایی و جداسازی قارچ‌های مرتبط با ارکیده‌ها از آن‌ها استفاده می‌نمایند. درادامه، روش‌های جداسازی قارچ‌ها، استخراج دی‌ان‌ای قارچی، انتخاب پرایمرها، تکثیر دی‌ان‌ای و تجزیه و تحلیل داده‌های توالی مورد بررسی قرار گرفته و تکنیک‌های مختلف شناسایی مولکولی برای مطالعه قارچ‌های اندوفیتیک همزیست ارکیده معرفی شده است. با استفاده از این روش‌ها، تعاملات قارچی ارکیده به‌طور دقیق‌تری قابل شناسایی و بررسی خواهند بود.

واژه‌های: کلیدی: ارکیده، پرایمر، توالی‌یابی، قارچ‌های‌همزیست، موادمغذی

مقدمه

خانواده ارکیده پس از خانواده کاسنیان، بزرگ‌ترین خانواده‌های گیاهی به شمار می‌رود. بسیاری از گونه‌های ارکیده در فهرست گونه‌های کمیاب و در معرض خطر قرار دارند (Christenhusz and Byng, 2016). در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های چشم‌گیری در کاربرد تکنیک‌های مولکولی به ویژه در شناسایی قارچ‌های همزیست ارکیده‌ها صورت گرفته است. یکی از این تکنیک‌ها، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) است که با استفاده از پرایمرهای خاص مربوط به قارچ‌ها برای شناسایی قارچ‌های همزیست در ریشه‌های ارکیده‌ها به‌کار رفته است (Gardes and Bruns, 1993). استفاده از این تکنیک‌ها موجب حذف فرآیندهای کشت قارچ‌ها درآزمایشگاه شده است و تیلور و برنز (1999) در شناسایی میکوبیونت‌های ارکیده‌ها از آن‌ها استفاده کرده‌اند. بیشترین مطالعه‌های انجام شده روی فضاهای بین ژن‌های ریزوزومی هسته‌ای (ITS) متمرکز بوده‌است. بنابراین، در مواردی که چندین گونه قارچی در یک گیاه حضور دارند، تکنیک‌های مولکولی دقیق‌تری مورد نیاز است تا قادر به شناسایی گونه‌های مختلف قارچ باشند. این مقاله به مرور دستاوردهای کلیدی و روش‌های مورد استفاده در شناسایی قارچ‌های میکوریزا می‌پردازد و براهمیت تکنیک‌هایی نظیر استخراج دی‌ان‌ای قارچ‌ها، انتخاب پرایمرها، PCR و توالی‌یابی با توان پردازش بالا (HTS) تأکید دارد. این تکنیک‌ها به شناسایی و طبقه‌بندی قارچ‌های مایکوریزا و فهم مکانیسم‌های مولکولی تنظیم‌کننده روابهم‌زیستی کمک می‌نماید. درک کامل این روابط برای حفاظت مؤثر از گونه‌های ارکیده ضروری است. همچنین، بررسی قارچ‌های مایکوریزای‌ارکیده‌ها موجب شناسایی قارچ‌های مایکوریزای جدید و مهم درزمینه‌های بیوتکنولوژی و کشاورزی شده است.

نتایج و بحث

تنوع ارکیده و قارچ‌های همزیست آن

ارکیده‌ها برای تأمین موادمغذی، تسهیل رشد و نمو و بهبود فرآیند گرده‌افشانی، روابط همزیستی خاصی با گونه‌های گیاهی و جانوری در زیستگاه‌های جنگلی برقرار می‌کنند. قارچ‌های مایکوریزا نقش کلیدی در تسهیل رشد جنینی و تأمین مواد مغذی ضروری در محیط طبیعی دارند و این رابطه همزیستی برای جوانه‌زنی مؤثر بذرهای ارکیده ضروری است (Herrera et al., 2019). این قارچ‌ها به‌ویژه در زیستگاه‌هایی دارای موادمغذی کم، منبع اصلی تأمین‌کننده عناصر غذایی برای گیاهان خانواده ارکیده هستند (Long et al., 2022). ارکیده‌ها به‌طور خاص و متفاوت از دیگر گیاهان مایکوریزایی، با تعداد کمتری از قارچ‌های همزیست ارتباط برقرار می‌کنند و این روابط برای آن‌ها حتی از سایر انواع میکوریزا مانند اکتومایکوریزا (ectomycorrhiza) و آربسکولار مایکوریزا (arbuscular mycorrhiza) بسیار اختصاصی‌تر است. در این روابط، قارچ‌ها با تأمین آب و عناصر معدنی به ویژه فسفر و محافظت از گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی، به گیاه کمک می‌کنند و در عوض گیاه میزبان، کربن حاصل از فتوسنتز را در اختیار قارچ‌ها قرار می‌دهد (Tedersoo et al., 2017). ارکیده‌ها به‌طور معمول روابط همزیستی را با قارچ‌هایی برقرار می‌کنند که از نظر تکاملی و بوم‌شناسی تنوع بالایی دارند. ارکیده‌های دارزی (Epiphyte) نشان‌دهنده حضور همزمان قارچ‌های *Basidiomycota* و *Ascomycota* در ریشه‌های‌هوایی و ریزوم‌ها هستند، در حالی که قارچ‌های دیگر از شاخه‌های Chytridiomycota، Glomeromycota، Zygomycota یا Mucoromycota در مقادیر کمتری حضور دارند (Novotná et al., 2018). رده‌بندی قارچ‌های همزیست ارکیده براساس وجود یا عدم وجود پلتون‌های عملکردی (Functional platoon) درون سلول‌های قشری ریشه انجام می‌شود که قارچ‌ها را به دو گروه قارچ‌های مایکوریزای ارکیده (OMF) (Orchid Mycorrhizal Fungi) و قارچ‌های غیرمایکوریزای ارکیده (ONF) (Non-mycorrhizal orchid fungi) تقسیم می‌کند (Li et al., 2021).

قارچ‌های همزیست با ارکیده (OMF) وقارچ‌های غیرهمزیست با ارکید (ONF)

پدیده همزیستی قارچی ارکیده به رابطه همزیستی میان گیاه ارکیده و قارچ‌های مختلفی اطلاق می‌شود که قادر به سکونت در سیستم ریشه‌ای این گیاه هستند. جوانه‌زنی بذرهای ارکیده به وجود قارچ‌های مایکوریزای همزیست (OMF) وابسته است، به‌طوری که بذرهای ارکیده برای تأمین موادمغذی خود در طول دوره زندگی به یک یا چند گونه OMF نیاز دارند. ویژگی شاخص قارچ‌های‌همزیست ارکیده وجود ساختارهای پیچیده‌ای به نام پلتون در سلول‌های قشری ریشه است که در مطالعات متعدد بررسی شده‌است. در مقابل، قارچ‌های‌غیرهمزیست ارکیده (ONF) به قارچ‌های اندوفیت (Endophytic fungi) اطلاق می‌شوند که در مراحل خاصی از چرخه زندگی خود در ریشه یا بافت‌های دیگر گیاه ارکیده مستقر می‌شوند. این قارچ‌ها فاقد ساختارهای پلتون مانند هستند و هیچ‌گونه علائم بیماری‌زایی در گیاه میزبان ایجاد نمی‌کنند (Sisti et al., 2019). طبقه‌بندی قارچ‌های همزیست ارکیده شامل گستره وسیعی از گونه‌ها است که حداقل ۱۷خانواده از شاخه بازیدیومیست‌ها و پنج خانواده از شاخه آسکومیست‌ها را دربر می‌گیرد (Dearnaley et al., 2012). نقش قارچ‌های همزیست ارکیده در میکروزیست‌بوم‌های خاص بسیار اهمیت دارد، چرا که در تسهیل جوانه‌زنی بذرهای ارکیده و رشد گیاهچه‌های بذری نقش کلیدی ایفا می‌کنند. بنابراین معمولاً تنوع گونه‌ای بیشتری از ارکیده‌ها درمناطق جغرافیایی با فراوانی بالای قارچ‌های OMF مشاهده می شود (Li *et al.*, 2021). نتایج آزمون‌های جوانه‌زنی و مدل‌های توزیع گونه‌ای در پژوهش Hemrová و همکاران (2019) نشان داد که قارچ‌های همزیست، نقش حیاتی در تعیین الگوی پراکنش مکانی ارکیده‌ها دارند. (جدول ۱).

قارچ ارکیده و نقش آن در جوانه‌زنی بذر و رشدگیاه

در کشت درون شیشه‌ای جوانه‌زنی بذرهای ارکیده به‌طورکلی از طریق دو روش همزیست و غیرهمزیست انجام می‌شود (Yam and Arditti, 2009). مطالعات نشان داده‌اند که جوانه‌زنی غیرهمزیست به‌عنوان یک روش مؤثر برای تولید گیاهچه‌های بذری گونه‌های مختلف ارکیده در اهداف تجاری و حفاظتی شناخته می‌شود. قارچ‌های همزیست موجود در ریشه ارکیده‌ها، منبع اصلی محرک جوانه‌زنی بذرهای ارکیده هستند. قارچ‌های اندوفیت می‌توانند کارایی گیاه را افزایش داده و به بهبود عملکردهای اکولوژیکی کمک کنند (Nontachaiyapoom et al., 2011).

استخراج DNA قارچ

روش رایج برای شناسایی مولکولی قارچ‌های مایکوریزای ارکیده به‌جای استخراج مستقیم از ریشه‌های ارکیده، معمولاً شامل استخراج DNA از محیط‌های کشت آگار یا مایعات کشت است (Zettler and Corey, 2018). درصد زیادی از قارچ‌های مایکوریزای ارکیده میسلیوم‌های استریل هستند و این امر باعث شده است که تکنیک‌های سنتی منجر به ایجاد طبقه‌بندی پارافیلتیک شوند. در این طبقه‌بندی، قارچ‌های غیرمرتبط با هم در یک گروه قرار می‌گیرند. این امر ضرورت استفاده از تکنیک‌های مولکولی برای شناسایی دقیق، استنباط فیلوژنتیکی، و بررسی روابط ژنتیکی را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد (Shan et al., 2002). توالی‌یابی مولکولی، بررسی میکروسکوپی، تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی از جمله روش‌های پرکاربرد برای شناسایی قارچ‌های مایکوریزا هستند. شناسایی قارچ‌ها از طریق ویژگی‌های مورفولوژیکی می‌تواند به‌تنهایی یا در ترکیب با آنالیز مولکولی انجام شود. در اکثر تحقیقات، از هر دو روش ترکیبی برای شناسایی قارچ‌های مایکوریزا استفاده می‌شود. با این حال، شناسایی معتبری قارچ‌های ارکیده در سطح گونه دشوار است، زیرا این قارچ‌ها به‌راحتی در کشت‌ها اسپورزایی نمی‌کنند (Ma et al., 2015).

انتخاب پرایمر برای تکثیرDNA قارچ

پس از تکمیل استخراج DNA از قارچ‌های مایکوریزای ارکیده، مرحله بعدی تکثیر DNA قارچ از طریق تکنیک واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) است. این فرآیند تکثیر نیازمند استفاده از پرایمرهایی است که به‌طور خاص برای هدف قرار دادن منطقه DNA ریبوزومی (rDNA) طراحی شده‌اند. خوشه rDNA شامل، فضاهای متنی خارجی(ETS) است. استفاده از منطقه ITS برای شناسایی مولکولی قارچ‌ها به اوایل دهه ۱۹۹۰ بازمی‌گردد. همانطور که توسط سیفرت و هورتون (2000) نشان داده شده است، منطقه ITS به دلیل وجود دو فاصله متنی متغیر، یعنی ITS1 و ITS2 که معمولاً ویژگی‌های خاص گونه را به‌طور مستقل یا مشترک نشان می‌دهند، اهمیت زیادی در شناسایی مولکولی قارچ‌ها دارد. درجه بالای حفاظت توالی در ژن‌های مجاور، همراه با این واقعیت که این منطقه به‌عنوان ناحیه‌ای با سریع‌ترین تکامل شناخته می‌شود، وجود چندین نسخه از اپرون ریبوزومی، باعث تسهیل در طراحی پرایمر و تکثیر PCR برای منطقه ITS می‌شود (Raja et al., 2017). با این حال، استفاده از پرایمرهای عمومی برای شناسایی قارچ‌های مایکوریزای ارکیده با محدودیت‌هایی مواجه است. این مشکل در اثر عدم تطابق پرایمر با توالی هدف در طول PCR به وجود می‌آید که منجر به ناتوانی در شناسایی برخی قارچ‌ها در نمونه‌ها می‌شود (Dearnaley et al., 2012). بر اساس تحقیق Nilsson و همکاران (2019) انتخاب پرایمرها نیازمند صرف زمان و دقت بالا است؛ زیرا تنها تعداد محدودی از پرایمرها توانایی پوشش بیش از ۹۰ درصد از گروه‌های قارچی را دارند.

توالی یابی

فناوری‌های توالی‌یابی با توان بالا (HTS) مزایای متعددی دارندکه به عنوان مثال می توان به توانایی شناسایی قارچ‌ها در مقدارکم، تجزیه و تحلیل سریع ساختار جامعه میکروبی و صرفه‌جویی درهزینه‌ها اشاره نمود (Nilsson et al., 2019). روش‌های توالی‌یابی نسل جدید (Next Generation Sequencing) (NGS) در سال‌های‌اخیر به‌طور گسترده‌ای برای تحقیقات در زمینه قارچ‌های مایکوریزا استفاده شده‌اند، توالی‌یابی Sanger در مقابل توالی‌یابی DNA برای شناسایی تغییرات در گونه‌های قارچی رایج در نوک ریشه‌های مایکوریزایی، به دلیل کاهش هزینه می‌تواند راه حلی ایده‌آل باشد (Shemesh et al., 2020). فناوری Sanger در هر بار قادر است تنها یک قطعه DNA را پردازش کند، در حالی‌که روش‌های NGS می‌توانند میلیون‌ها قطعه DNA را به‌طور همزمان پردازش کنند (Slatko et al., 2018). این ویژگی موجب می‌شود که روش Sanger از نظر حجم توالی‌سازی برتر باشد و می‌تواند نتایجی در خصوص ترکیب جامعه میکروبی ایجاد کند. علاوه بر این، مطالعات پیشین با استفاده از روش‌های مبتنی بر تعیین توالی Sanger نشان داده‌اند که بین جوامع مایکوریزای مرتبط با ارکیده‌های اپی‌فیت و خاکرست تفاوت وجود دارد (Xing et al., 2019).

بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله، مروری مختصر بر مهم‌ترین مطالعات انجام‌شده در زمینه قارچ‌های‌میکوریزای‌ارکیده ارائه می‌دهد. شناسایی مولکولی مایکوریزای ارکیده، گامی مهم در درک روابط پیچیده بین ارکیده‌ها و قارچ‌های همزیست آن‌ها به‌شمار می‌آید. علاوه بر این، یافتن روش استخراج مناسب و انتخاب پرایمر مناسب، نقش حیاتی در تضمین شناسایی دقیق دارد. به‌کارگیری تکنیک‌های مولکولی در کنار روش‌های

شناسایی مبتنی بر مورفولوژی، ابزارهایی قابل اعتماد، و اغلب دقیق‌تر را برای تأیید گونه‌ها فراهم می‌کند. این روش‌ها به‌ویژه برای شناسایی گونه‌های پنهان، گونه‌های‌دورگه، موجودات زنده با تنوع مورفولوژیکی نظیر قارچ‌های‌میکوریزا یا در شرایطی که روش‌های مرسوم شناسایی ناکارآمد هستند، بسیار مفید واقع می‌شوند. براساس این مرور، ناحیه ITS به‌دلیل تنوع ذاتی، کاربرد گسترده، فرایند تقویت ساده و سازگاری با پایگاه‌های داده معتبر، به‌عنوان یکی از بهترین پرایمرها در مطالعات میکوریزا شناخته شده‌است. این تکنیک به پژوهشگران این امکان را می‌دهدکه گونه قارچی خاص مرتبط با یک گونه خاص از ارکیده را به‌دقت شناسایی کرده و نقش عملکردی آن را در رشد و توسعه ارکیده بررسی کنند. با پیشرفت روش‌های مولکولی، اکنون می‌توان تنوع ژنتیکی این قارچ‌ها را بررسی کرده و روابط تکاملی میان گونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریزای ارکیده را درک کرد. این یافته‌ها می‌توانند به توسعه راهبردهای نوین برای حفاظت ازاین گونه‌های‌گیاهی منحصربه‌فرد و ارزشمند منجر شوند.

جدول ۱- اهمیت اکولوژیکی قارچهای مایکوریزا برای اکتساب مواد مغذی، سازگاری با زیستگاه‌های مختلف و پروژه های حفاظت از گونه های در معرض خطر ارکیده.

مراجع	نقش اکولوژیکی
	اکتساب موادمغذی
(De Rose et al., 2023)	ارکیده‌ها به شدت به قارچ‌های‌مایکوریزی برای تأمین مواد مغذی، به‌ویژه نیتروژن و فسفر، از خاک وابسته هستند. ارتباطات میکوریزی راندمان جذب مواد مغذی را به‌ویژه در محیط‌های فقیر از موادمغذی افزایش می‌دهند.
(Mennicken et al., 2023)	قارچ‌های میکوریزا جذب موادمغذی معدنی را از خاک تسهیل می کنند و به رشد و نمو ارکیده‌ها کمک می‌کنند.
(Smith and Read. 2010)	ارکیده‌ها ممکن است ویژگی خاصی در ارتباطات مایکوریزی خود نشان دهند و روابط همزیستی با گونه‌های خاصی از قارچ‌ها برقرار کنند.
	سازگاری زیستگاه
(Mennicken et al., 2023)	ارتباطات میکوریزی به توانایی ارکیده‌ها در مستعمره‌سازی زیستگاه‌های متنوع، از جمله جنگل‌ها، مراتع و حتی اکوسیستم‌های تخریب‌شده، کمک می‌کند.
Garcia (2023)	قارچ‌های میکوریز ارکیده می‌توانند به ارکیده‌ها کمک کنند تا به تنش‌های محیطی مانند خشکی، شوری و آلودگی فلزات سنگین سازگار شوند.
(Mennicken et al., 2023)	شبکه‌های میکوریز می توانند به ارکیده‌ها کمک کنند تا مقاومت بیشتری در برابر تغییرات شرایط محیطی، ازجمله تغییرات‌اقلیمی، داشته باشند.
	حفاظت
Garcia (2023)	درک نقش قارچ‌های میکوریز در بوم‌شناسی ارکیده‌ها برای تلاش‌های حفاظتی ضروری‌است، زیرا بسیاری از گونه‌های ارکیده به دلیل از دست‌دادن زیستگاه وفعالیت‌های انسانی در معرض خطر انقراض یا تهدید قرار دارند.
Garcia (2023)	استراتژی‌های حفاظتی برای ارکیده‌ها معمولاً شامل حفظ قارچ‌های مایکوریز مرتبط با آن‌ها و بازسازی زیستگاه‌های مناسب برای حمایت از رشدو تولیدمثل آن‌ها می‌باشد.

منابع

Christenhusz, M. J. and Byng, J. W. 2016. The number of known plant species in the world and its annual increase. Phytotaxa, 261: 201–217.

De Rose, S., Kuga, Y., Sillo, F., Fochi, V., Sakamoto, N., Calevo, J., et al. 2023. Plant and fungal gene expression coupled with stable isotope labeling provide novel information on sulfur uptake and metabolism in orchid mycorrhizal protocorms. The Plant Journal, 116(2): 416–431.

Dearnaley, J. D. W., Martos, F. and Selosse, M. A. 2012. Orchid mycorrhizas: Molecular ecology, physiology, evolution and conservation aspects. In: Hock, B. (Ed.), Fungal Associations. Vol. 9. Springer, Berlin, Germany. pp. 207–230.

Garcia, E. 2023. Conservation of South Florida orchid mycorrhizal fungi. Dissertation.

Gardes, M. and Bruns, T. D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes—application to the identification of mycorrhizae and rusts. Molecular Ecology, 2(2): 113–118.

Herrera, P., Suárez, J. P., Sánchez-Rodríguez, A., Molina, M. V. C., Prieto, M. and Méndez, M. 2019. Many broadly shared mycobionts characterize mycorrhizal interactions of two coexisting epiphytic orchids in a high-elevation tropical forest. Fungal Ecology, 39: 26–36.

Li, T., Wu, S., Yang, W., Selosse, M. A. and Gao, J. 2021. How mycorrhizal associations influence orchid distribution and population dynamics. Frontiers in Plant Science, 12: 6471.

Long, Y., Nong, Q., Xie, L., Zhang, W., Chen, Y. and Zhang, Y. 2022. *Tiankengomelania guangxiense*, gen. et sp. nov., a dark septate endophytic fungus, promotes the growth of the medicinal orchid *Dendrobium officinale*. Fungal Biology, 126(5): 333–341.

Ma, X., Kang, J., Nontachaiyapoom, S., Wen, T. and Hyde, K. D. 2015. Non-mycorrhizal endophytic fungi from orchids. Current Science, 109(1): 72–87.

Mennicken, S., Vogt-Schilb, H., Těšitelová, T., Kotilínek, M., Alomía, Y. A., Schatz, B., et al. 2023. Orchid-mycorrhizal fungi interactions reveal a duality in their network structure in two European regions differing in climate. Molecular Ecology, 32(12): 3308–3321.

Nilsson, R. H., Anslan, S., Bahram, M., Wurzbacher, C., Baldrian, P. and Tedersoo, L. 2019. Mycobiome diversity: High-throughput sequencing and identification of fungi. Nature Reviews Microbiology, 17(2): 95–109.

Novotná, A., Benítez, A., Herrera, P., Cruz, D., Filipczyková, E. and Suárez, J. P. 2018. High diversity of root-associated fungi isolated from three epiphytic orchids in southern Ecuador. Mycoscience, 59(1): 24–32.

Raja, H. A., Miller, A. N., Pearce, C. J. and Oberlies, N. H. 2017. Fungal identification using molecular tools: A primer for the natural products research community. Journal of Natural Products, 80(3): 756–770.

Shan, X. C., Liew, E. C. Y., Weatherhead, M. A. and Hodgkiss, I. J. 2002. Characterization and taxonomic placement of *Rhizoctonia*-like endophytes from orchid roots. Mycologia, 94(2): 230–239.

Shemesh, H., Boaz, B. E., Millar, C. I. and Bruns, T. D. 2020. Symbiotic interactions above treeline of long-lived pines: Mycorrhizal advantage of limber pine (*Pinus flexilis*) over Great Basin bristlecone pine (*Pinus longaeva*) at the seedling stage. Journal of Ecology, 108(3): 908–916.

Sisti, L. S., Flores-Borges, D. N. A., de Andrade, S. A. L., Koehler, S., Bonatelli, M. L. and Sampaio Mayer, J. L. 2019. The role of non-mycorrhizal fungi in germination of the mycoheterotrophic orchid *Pogoniopsis schenckii* Cogn. Frontiers in Plant Science, 10: 113.

Slatko, B. E., Gardner, A. F. and Ausubel, F. M. 2018. Overview of next-generation sequencing technologies. Current Protocols in Molecular Biology, 122(1): 11.

Tedersoo, L., Bahram, M., Puusepp, M., Nilsson, R. H. and James, J. Y. 2017. Novel soil-inhabiting clades fill gaps in the fungal tree of life. Microbiome, 5(1): 110.

Xing, X., Jacquemyn, H., Gai, X., Gao, Y., Liu, Q. and Zhao, Z. 2019. The impact of life form on the architecture of orchid mycorrhizal networks in tropical forest. Oikos, 128(9): 1254–1264.

Yam, T. W. and Arditti, J. 2009. History of orchid propagation: A mirror of the history of biotechnology. Plant Biotechnology Reports, 3(1): 1–6.

Zettler, L. W. and Corey, L. L. 2018. Orchid mycorrhizal fungi: Isolation and identification techniques. In: Lee, Y. and Tak, E. C. I. (Eds.), Orchid Propagation: From Laboratories to Greenhouses—Methods and Protocols. Springer, New York. pp. 27–59.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A review of orchid mycorrhizal fungi: Molecular ecology, physiology, evolution, and conservation aspects

Nishteman Abadian[1*] and Yavar Vafaee[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
Corresponding Auth: nishteman.abadian@uok.ac.ir

Abstract

Orchids are a diverse family of flowering plants with over 25,000 species and 100,000 hybrids, renowned for their complex and specialized flowers. These plants are highly dependent on their symbiotic fungi for nutrient acquisition, especially during early developmental stages. Orchid seeds lack endosperm and therefore cannot germinate without fungal assistance. During this process, orchids establish symbiotic relationships with specific fungal species that supply essential nutrients through the plant roots. This paper provides a detailed introduction to the fungi involved and their roles in orchid seed germination and growth, highlighting the importance of orchid mycorrhizal fungi (OMF) and orchid non-mycorrhizal fungi (ONF). The impact of symbiotic fungi on the evolutionary and ecological processes of orchids is analyzed. Furthermore, molecular methods used by researchers to identify and isolate fungi associated with orchids are discussed. The methods of fungal isolation, fungal DNA extraction, primer selection, DNA amplification, and sequence data analysis are examined, and various molecular identification techniques for studying orchid endophytic symbiotic fungi are introduced. Utilizing these approaches enables more precise identification and investigation of fungal-orchid interactions.

Keywords: Nutrients, Orchid, Primer, Sequencing, Symbiotic fungi.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی ریشه زایی قلمه چوب سخت در برخی گونه‌های بادام به روش وارونه

امیر رضائی[۱]، علی قرقانی[۱*] و سعید عشقی[۱]

۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: agharghani@shirazu.ac.ir

چکیده

امکان تکثیر رویشی شش گونه و دورگه بین گونه ای بادام برای اهداف پایه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ژنوتیپ (در شش سطح شامل بادام خاکستری، بادام کوهی، ارژن، دورگه طبیعی بادام کوهی × ارژن، بادام تلخ و دورگه GN) و تنظیم کننده رشد گیاهی (در سه سطح شامل شاهد (بدون تنظیم‌کننده رشد گیاهی)، NAA 2 + IBA 0.5 و NAA 3 +IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر) و در سه تکرار اجرا گردید. قلمه‌های مورد نیاز از گیاهان موجود در کلکسیون بادام دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز تهیه شد و ریشه‌زایی به روش قلمه‌های وارونه انجام شد. نتایج نشان داد که تنها دو گونه بادام کوهی (*Prunus scoparia*) و بادام تلخ (P. *dulcis* var. Amara) با روش قلمه‌های وارونه ریشه تولید کردند که نتایج تنها برای این دو گونه گزارش شد. اثر غلظت تنظیم کننده های رشد و ژنوتیپ برای تمام صفات مورد مطالعه، در سطح یک درصد معنی‌دار شد ولی اثر برهمکنش ژنوتیپ × غلظت تنظیم کننده های رشد تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه نداشت. در بین دو ژنوتیپ بادام کوهی در تمامی صفات اندازه گیری شده از جمله درصد ریشه زایی و تعداد و طول ریشه نسبت به بادام تلخ برتری داشت. بررسی غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد مختلف نیز نشان داد که در تیماره بدون تنظیم‌کننده رشد گیاهی و همچنین NAA 2 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر هیچ ریشه‌ای تشکیل نشد در حالیکه کاربرد NAA 3 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر در قلمه‌های مورد آزمایش، تاثیر مثبت و معنی داری بر درصد پینه‌زایی، درصد تبدیل پینه به ریشه، درصد ریشه زایی، تعداد و طول ریشه داشت.

واژه‌های کلیدی: اکسین، پایه رویشی، روش ماماروو، قلمه خشبی، گونه های وحشی.

مقدمه

بادام، *P. dulcis* (Mill.) D. A. Webb. [syn. *P. amygdalus* Batsch] یک درخت میوه مهم اقتصادی مناطق معتدله است که به طور گسترده در ایران کشت می‌شود. ایران با ۷۵۵۵۳ هکتار سطح زیر کشت در رتبه پنجم جهان قرار دارد. همچنین میزان تولید سالانه بادام در ایران ۱۶۳۵۸۶ تن است که در رتبه ششم جهان (FAO, 2021) قرار دارد. ایران همچنین از نظر منابع ژنتیکی بادام وحشی بسیار غنی است (Gharaghani et al., 2017). بادام درختی سخت ریشه زا است. در ریشه‌زایی قلمه‌ها، یکی از عوامل مؤثر بر موفقیت تکثیر از این طریق، تعیین غلظت بهینه هورمون اکسین است (Kalyoncu et al., 2008).

پژوهشی روی ریشه‌زایی قلمه‌های GN انجام شد و مشخص شد که استفاده از IBA در حد ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر جهت ریشه‌زایی GN مناسب است و کمترین درصد پوسیدگی و بیشترین درصد ریشه‌زایی را نشان داد، در حالیکه استفاده از NAA در این آزمایش باعث پوسیدگی قلمه‌ها شد (ساریخانی و همکارن، ۱۳۹۳). علاوه بر غلظت مناسب تنظیم‌کننده‌های رشد، انتخاب روش مناسب برای ریشه‌زایی نیز می‌تواند تأثیر بسیاری بر ریشه‌زایی قلمه ژنوتیپ‌های وحشی بادام داشته باشد. روش تکثیر وارونه که به روش ماماروف معروف است برای قلمه‌های خشبی روش مناسبی می‌باشد. از این روش برای درختانی مثل سیب (پیرخضری و همکاران، ۱۳۸۹) و انگور (خیری و ارشد، ۱۳۹۷) استفاده شده است، اما تاکنون گزارشی در مورد موفقیت این روش برای ریشه‌زایی قلمه‌های بادام گزارش نشده است. در این روش، قلمه‌های خشبی به مدت ۵۰ تا ۶۰ روز در شرایط مطلوب رطوبتی در زیر ماسه بادی به‌صورت وارونه قرار می‌گیرند. طی این مدت، فرایند پینه‌زایی و ریشه‌زایی به دلیل حرکت قطبی اکسین، دمای بالا در سطح خاک، تهویه و اکسیژن کافی و جلوگیری از رشد جوانه‌های برگی روی قلمه تسریع می‌شود. طی آزمایش‌های متعدد روی گونه‌های سخت‌ریشه‌زا مثل پایه‌های رویشی سیب برتری این روش حتی نسبت به شرایط

گلخانه و یا گرما ثابت شده است (پیرخضری و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعه حاضر به منظور ایجاد شیوه‌نامه مؤثر برای تکثیر رویشی گونه‌های مختلف بادام و بررسی تأثیر غلظت NAA و IBA بر انگیزش و تکثیر ریشه در قلمه های خشبی این گونه‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

شاخه‌های جوان ۳۵-۲۵ سانتی‌متری در بهمن‌ماه از پایه های مادری هفت ساله گونه‌های بادام وحشی شامل ارژن (*Prunus elaeagnifolia*)، بادام خاکستری (*P. eburnean*)، بادام کوهی (*P. scoparia*)، دورگه بین گونه ای طبیعی *P. scoparia* × *P. elaeagnifolia*)، بادام تلخ (*P. dulcis* var. amara) و پایه GN (دورگه هلو ×بادام) موجود در کلکسیون بادام دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز برداشت شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل (ژنوتیپ در ۶ سطح و غلظت تنظیم کننده رشد در سه سطح) با سه تکرار اجرا شد. برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های بادام از روش ماماروو (Mamarov method) استفاده شد. برای این منظور در پایین قلمه‌ها از دو طرف شیاری به طول ۲ الی ۳ سانتی‌متر زده شد. سپس قلمه‌ها دسته‌بندی شد و به صورت دسته‌ای در محلول تنظیم‌کننده رشد گیاهی در قرار گرفتند (بدون تنظیم‌کننده رشد گیاهی، NAA 2 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر و NAA 3 +IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر) و سپس جهت خشک شدن، مدتی در محیط رها شدند. در مرحله بعد، قلمه‌ها به‌صورت وارونه در گودالی به عمق ۵۰ سانتی‌متر که ۱۰ سانتی‌متر کف آن ماسه ریخته شده بود قرار گرفتند. نهایتاً قلمه‌ها به طور کامل با ماسه بادی پوشانده شدند به طوری که ۱۵ سانتیمتر بالاتر از قلمه‌ها ماسه قرار داشت و در تمام مدت آزمایش (۶۰ روز) رطوبت گودال تأمین شد. سپس در اوایل تا اواسط فروردین قلمه‌هایی که درصد بالایی ریشه و پینه تشکیل داده‌اند، به صورت تدریجی برداشته (پس از ۵۰ تا ۶۰ روز) و در یک بستر سبک کشت و مراقبت شد. درنهایت صفات تعداد ریشه، درصد ریشه‌زایی، طول ریشه (سانتی‌متر)، درصد پینه‌زایی و درصد تبدیل پینه به ریشه اندازه‌گیری شد. داده‌ها بر اساس تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS آنالیز و تحلیل شدند. سپس از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

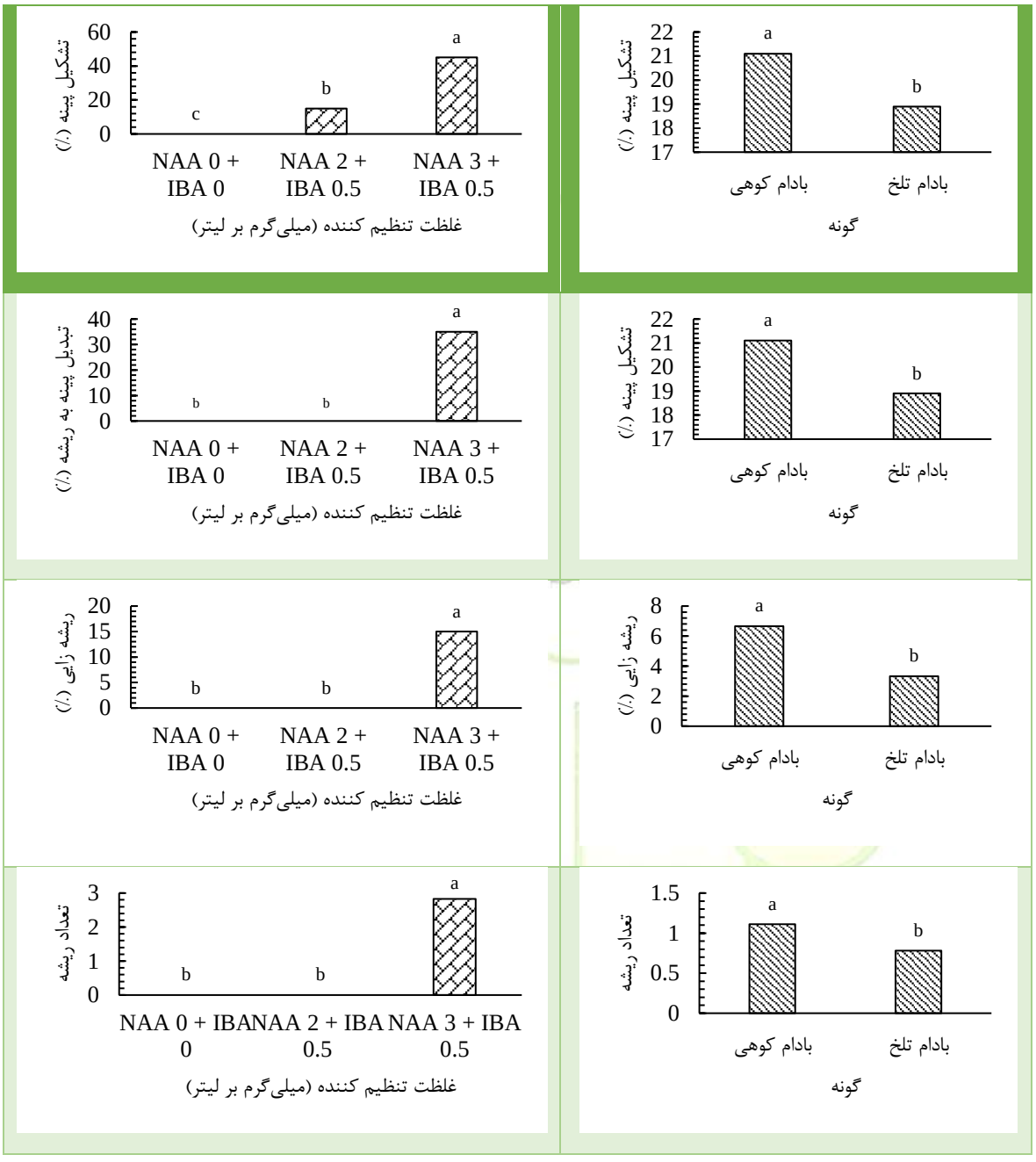
نتایج و بحث

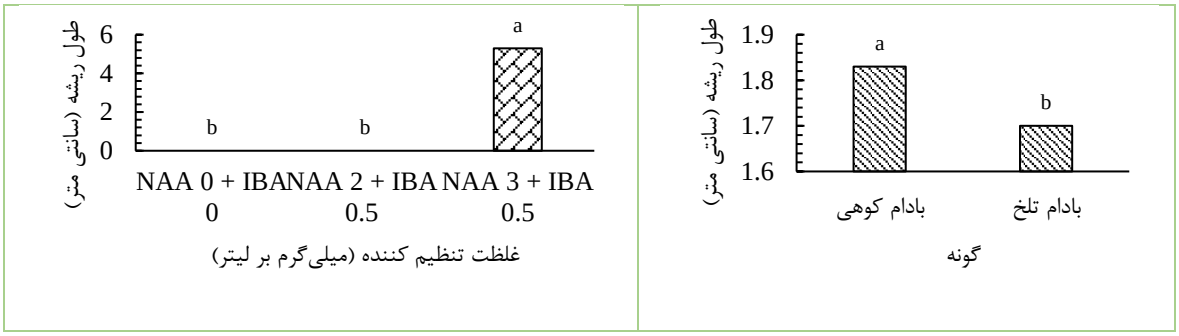
از بین گونه‌های مورد مطالعه در این آزمایش (بادام خاکستری، بادام کوهی، ارژن، دورگه طبیعی، بادام تلخ و دورگه GN) ، فقط دو گونه بادام کوهی و بادام تلخ ریشه‌دار شدند و نتایج تنها برای این دو گونه گزارش شد. نتایج تجزیه واریانس مربوط به ریشه‌زایی قلمه نشان داد که اثر غلظت تنظیم کننده های رشد و ژنوتیپ برای تمام صفات مورد مطالعه، در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر برهمکنش ژنوتیپ × غلظت تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه نداشت (شکل ۱).

بیشترین درصد تشکیل پینه در قلمه‌ها مربوط به قلمه‌های بادام کوهی بود. قلمه‌هایی که با تنظیم‌کننده رشد گیاه تیمار نشده بودند هیچ تشکیل پینه‌ای نداشتند. در حالیکه استفاده از NAA 3 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر بیشترین درصد تشکیل پینه (۴۵٪) را داشت و NAA 2 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر درصد تشکیل پینه کمتری (۱۵٪) را نشان داد. با توجه به اینکه تمام قلمه‌هایی که پینه تشکیل دادند، ریشه نداشتند، بنابراین درصد تبدیل پینه به ریشه محاسبه شد. نتایج نشان داد در گونه بادام کوهی درصد بیشتری از پینه‌ها به ریشه تبدیل شدند همچنین تیمار استفاده از نسبت NAA 3 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر نسبت به دو تیمار دیگر درصد بیشتری از تبدیل پینه به ریشه را نشان داد. بادام کوهی درصد ریشه‌زایی بیشتری نسبت به بادام تلخ داشت. در تیمار بدون تنظیم‌کننده رشد و همچنین در غلظت NAA 2 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر هیچ ریشه‌ای تشکیل نشد. در حالیکه کاربرد NAA 3 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر در قلمه‌های مورد آزمایش، ۱۵ درصد ریشه‌زایی را نشان داد. تعداد ریشه در بادام کوهی نسبت به بادام تلخ بیشتر بود. در بین تیمارهای تنظیم‌کننده رشد گیاهی، تنها تیمار حاوی NAA 3 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر ریشه‌زایی داشت و بیشترین تعداد ریشه (۲/۸۳) مربوط به این تیمار بود. بادام کوهی طول ریشه بیشتری نسبت به بادام تلخ داشت و بیشترین طول ریشه در تیمارهای به کار برده شده مختلف تنظیم‌کننده رشد گیاهی مربوط به تیمار NAA 3 + IBA 0.5 میلی‌گرم بر لیتر بود (شکل۱؛ شکل ۲).

در تمام روش‌های تکثیر رویشی بادام از اکسین‌ها به‌ویژه NAA وIBA برای ریشه‌دار کردن قلمه‌ها استفاده شده است (علیزاده و گریگوریان، ۱۳۸۰). در پژوهش حاضر، مشخص شد که فقط قلمه‌های مربوط به بادام کوهی و بادام تلخ با استفاده از روش وارونه ریشه‌دار

شدند و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد اکسین (IBA و NAA) تأثیر مثبتی بر پینه‌زایی و ریشه‌زایی در این دو گونه بادام داشت. این نتایج با نتایج پیر خضری و همکاران (۱۳۸۹) که بیان کردند درصد پینه‌زایی قلمه پایه‌های رویشی سیب در کشت وارونه با استفاده از هورمون اکسین افزایش یافت همخوانی دارد. به نظر می‌رسد هورمون اکسین با تأثیر بر افزایش تقسیم سلولی می‌تواند پینه‌زایی را در قلمه‌ها افزایش دهد. همچنین، نتایج نشان داد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد اکسین درصد ریشه زایی، تعداد و طول ریشه را در قلمه‌های هر دو گونه بادام افزایش داده است، هر چند که بین آنها از نظر این صفات تفاوت هایی هم مشاهده شد. این نتایج با گزارش خیری و ارشد (۱۳۹۷) روی ریشه‌زایی قلمه‌های انگور تجاری رقم بی‌دانه که به روش کشت وارونه ریشه‌دار شدند، مطابقت دارد.





شکل ۱– اثر ژنوتیپ (راست) و تیمارهای تنظیم‌کننده رشد گیاهی (چپ) بر تشکیل پینه، درصد تبدیل پینه به ریشه، درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه و طول ریشه. میانگین‌های با حرف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P\leq0.05$).



شکل ۲– ریشه‌دار شدن قلمه بادام کوهی به روش کشت وارونه.

در آزمایش حاضر مشخص شد که استفاده هم‌زمان از NAA و IBA تأثیر مثبتی بر ریشه‌زایی قلمه‌های بادام کوهی و بادام تلخ داشت. در حالیکه محققان دیگر در پژوهشی که روی رقم GN انجام دادند گزارش کردند که استفاده از NAA منجر به پوسیدگی قلمه‌ها شد و بیشترین تعداد ریشه و کمترین پوسیدگی از کاربرد IBA در حد ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد (ساریخانی و همکاران، ۱۳۹۳). اولین ریشه‌های نابجا که از پینه ظاهر می‌شوند به‌عنوان ریشه‌های اصلی قلمه می‌باشند (Nasri et al., 2015). نتایج بررسی‌ها روی تیمار قلمه‌ها با استفاده از ایندول بوتیریک اسید نشان داد که القای آغازنده‌های ریشه در این تیمار افزایش یافت و زمان شروع تشکیل ریشه‌های نابجا کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. بنابراین کاربرد خارجی اکسین‌ها می‌تواند سبب تحریک ریشه‌های نابجا و ترغیب توسعه آغازنده‌های ریشه نهفته و از پیش تشکیل شده باشد. یکی از دلایل مؤثر بودن کاربرد IBA در فرایند ایجاد ریشه‌های نابجا می‌تواند مربوط به افزایش در ترکیبات فنولی محافظت کننده از اکسین و کاهش در فعالیت آنزیم ایندول استیک اسید اکسیداز (تخریب کننده اکسین) باشد (Fett-Neto *et al*., 2001).

منابع

پیرخضری، م.، آتشکار، د.، حاج‌نجاری، ح. و فتحی، د. ۱۳۸۹. اثر تیمارهای مختلف در ریشه‌زایی تعدادی از پایه‌های رویشی سیب (*Malus domestica* Borkh.). مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۲۶(۲): ۱۹۳–۲۰۶.

خیری، م. و ارش، م. ۱۳۹۹. بررسی تأثیر نوع بستر و هورمون ایندول بوتیریک اسید بر ریشه‌زایی قلمه‌های انگور (*Vitis vinifera* L.) به روش کشت وارونه. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۳۳(۳): ۵۶۷–۵۷۸.

ساریخانی، ا.، روحی، و.، نوربخش، س. ح. و ربیعی، غ. ۱۳۹۳. بررسی اثر هورمون‌های IBA و NAA بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت بادام .GN دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، همدان.

علیزاده، ا. و گریگوریان، و. ۱۳۸۰. بررسی ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌چوبی دورگه هلو × بادام در شرایط مه‌افشان. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲(۲): ۱۴۳–۱۵۴.

Fett-Neto, A. G., Fett, J. P., Goulart, L. W. V., Pasquali, G., Termignoni, R. R. and Ferreira, A. G. 2001. Distinct effects of auxin and light on adventitious root development in *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus globulus*. Tree Physiology, 21(7): 457–464.

Gharaghani, A., Solhjoo, S. and Oraguzie, N. 2017. A review of genetic resources of almonds and stone fruits (*Prunus* spp.) in Iran. In: Springer.

Nasri, F., Fadakar, A., Saba, M. K. and Yousefi, B. 2015. Study of indole butyric acid (IBA) effects on cutting rooting improving some of wild genotypes of damask roses (*Rosa damascena* Mill.). Journal of Agricultural Sciences, Belgrade, 60(3): 263–275.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of rooting of hardwood cuttings in some almond species by inverted method

Amir Rezaei[1], Ali Gharaghani[1*] and Saeid Eshghi[1]
1. Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: agharghani@shirazu.ac.ir*

Abstract

The possibility of vegetative propagation of six almond species and interspecific hybrids was investigated as rootstock. For this purpose, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with two factors: genotype (at six levels including gray almond, mountain almond, argan, natural mountain almond × argan hybrid, bitter almond, and GN hybrid) and plant growth regulator (at three levels including control (without plant growth regulator), NAA 2 mg/L + IBA 0.5 mg/L, and NAA 3 mg/L + IBA 0.5 mg/L) and three replications. The cuttings were harvested from plants in the almond collection at the campus of Faculty of Agriculture, Shiraz University. Rooting was performed using the inverted cuttings method. The results showed that only two species, mountain almond (*Prunus scoparia*) and bitter almond (*P. dulcis* var. Amara), produced roots using the inverted cuttings method, therefore the results were reported only for these two species. The effect of growth regulator concentration and genotype for all studied traits was significant at the 1% level, but the interaction effect of genotype × growth regulator concentration had no significant effect on the studied traits. Among the two genotypes, mountain almond was superior to bitter almond in all measured traits, including rooting percentage and root number and length. The study of the concentrations of different growth regulators also showed that in the control treatment and also cuttings treated with NAA 2 mg/L + IBA 0.5 mg/L, no roots were formed, while the application of NAA 3 mg/L + IBA 0.5 mg/L in the cuttings had positive and significant effect on the percentage of callus formation, the percentage of callus to root conversion, the percentage of root formation, as well as the number and length of roots.

Keywords: Auxin, Clonal rootstock, Hardwood cutting, Mamarov method, Wild species.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر سه پایه‌ی گلابی بر برخی ویژگی‌های رویشی و عملکردی دو رقم گلابی (*Pyrus communis* (L.

مریم تاتاری[1*] و حمیدرضا بهرامی[1]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *mtatari1@gmail.com*

چکیده

ارزیابی اثرات پایه‌های رویشی گلابی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد ارقام میوه‌ی گلابی از اهمیت بالایی برخوردار است. این مطالعه به منظور مقایسه‌ی برهمکنش ارقام گلابی با پایه‌های نیمه‌کوتاه‌کننده و بذری گلابی انجام شد. آزمایش بر روی درختان پنج‌ساله‌ی گلابی از ارقام کومیس و پکهامز تریومف که روی پایه‌های پیرودوارف، OHF33 (پایه‌های رویشی) و درگزی (پایه بذری) پیوند شده بودند، در ایستگاه تحقیقات باغبانی اصفهان اجرا گردید. واکنش‌های ریخت‌شناختی این درختان در طی سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و چهار درخت در هر تکرار ارزیابی شد. رقم پکهامز تریومف و پایه‌ی درگزی به‌ترتیب بیشترین قطر را در پایه، محل پیوند و رقم و همچنین بیشترین عرض تاج درخت داشتند. ارتفاع درخت در رقم پکهامز تریومف بیشتر از رقم کومیس بود. رقم پکهامز تریومف روی پایه‌ی درگزی بیشترین ارتفاع درخت (۲۲۹/۵ سانتی‌متر) را نشان داد. بدون در نظر گرفتن رقم، بیشترین و کمترین تعداد میوه به‌ترتیب متعلق به پایه‌های درگزی (۱۱۰ عدد) و(۵۸/۵ عدد) بود. بیشترین طول برگ (۷/۰۵ سانتی‌متر) و عرض برگ (۷/۰۵ سانتی‌متر) مربوط به رقم پکهامز تریومف روی پایه‌یOHF33 بود. در هر دو رقم، کمترین رشد سالانه روی پایه‌ی پیرو دورف مشاهده شد. راندمان عملکرد (بازدهی محصول) پایه‌ی پیرو دورف در سال ۱۴۰۳ بیش از دو برابر پایه‌های OHF33 و درگزی بود. با توجه به کوچکی اندازه‌ی درختان و راندمان عملکرد بالاتر ارقام روی پایه‌ی پیرودوارف، این پایه برای کشت متراکم (تراکم بالا) این ارقام توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پکهامزتریومف، خصوصیات رویشی، راندمان عملکرد، کومیس.

مقدمه

سطح زیر کشت جهانی گلابی و تولید آن در سال ۱۴۰۳ به ترتیب بیش از ۱/۳ میلیون هکتار و ۲۶/۵ میلیون تن بوده است. این مقادیر برای ایران به ترتیب ۳/۳ هزار هکتار و ۹۶/۴ هزار تن گزارش شده است (Fao, 2023). میزان تولید در این کشور نسبت به سال ۱۴۰۲، ۸/۵۶ درصد افزایش داشته است (Fao, 2023). به منظور دستیابی به رشد مناسب و عملکرد اقتصادی در باغ‌های گلابی و همچنین داشتن تراکم کاشت بهینه، استفاده از ترکیب‌های مناسب پایه و پیوندک که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار باشند، ضروری است (Pasa et al., 2015). از دوران باستان، درختان گلابی بر روی پایه‌های بذری گلابی پیوند زده می‌شده‌اند. درختان روی این پایه‌ها دارای رشد بالا و زودبازدهی هستند. هنگام استفاده از پایه‌های پررشد، فواصل کاشت بیشتر در نظر گرفته می‌شود (da Silva et al., 2018).

تاتاری و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی رشد و عملکرد ۱۰ ژنوتیپ آسیایی گلابی به همراه دو رقم اروپایی گلابی به نام‌های شامیوه و اسپادونا به عنوان شاهد در ایران پرداختند و مناسب‌ترین ارقام را برای آن اقلیم تعیین کردند. رضایی و همکاران (۲۰۲۲) ویژگی‌های رشد میوه و دانه‌ی ده گونه گلابی را که بیشتر وحشی بودند، ارزیابی نمودند. نتایج آنها نشان داد که گونه *P. Pashia* به دلیل رشد کمتر، می‌تواند به عنوان پایه‌ای نیمه‌کوتاه‌کننده مورد استفاده قرار گیرد. ارزیابی اثرات پایه‌های رویشی گلابی بر رشد و ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام مختلف گلابی از اهمیت بالایی برخوردار است (da Silva et al., 2018)، بنابراین هدف از این مطالعه، ارزیابی ترکیب‌های پیوندی سه پایه گلابی و دو رقم گلابی و همچنین مقایسه واکنش این ارقام روی پایه‌ها بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ بر روی درختان گلابی پنج‌ساله در ایستگاه تحقیقات باغبانی اصفهان، ایران، انجام شد. ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی شامل ارقام کومیس و پکهامز تریومف و پایه‌های درگزی (بذری) و OHF333 و پیرودورف (پایه‌های رویشی) بودند. فاصله بین درختان ۴ در ۵ متر در نظر گرفته شد. آبیاری درختان به روش قطره‌ای انجام گردید و سایر مراقبت‌های لازم نیز به همین ترتیب برای درختان اعمال شد. میوه‌ها در مرحله رسیدگی مصرفی (قابل برداشت) برداشت شدند (Ceccarelli et al., 2020).

صفات رویشی شامل قطر پایه، قطر محل پیوند، قطر رقم (پیوندک)، عرض تاج، ارتفاع درخت، رشد سالانه شاخه، طول میان‌گره، طول و عرض برگ، و شاخص کلروفیل برگ بودند. قطر پایه از پنج سانتی‌متر پایین‌تر از محل پیوند و قطر رقم از پنج سانتی‌متر بالای محل پیوند با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپاد (مدلKonica Minolta ، ژاپن) ارزیابی گردید. برای ارزیابی سایر صفات از متر استفاده شد. طول و عرض برگ و شاخص کلروفیل برگ در تیر ماه اندازه‌گیری شدند و سایر صفات رویشی در پاییز ثبت گردیدند. راندمان عملکرد با تقسیم عملکرد (محصول) هر درخت بر سطح مقطع تنه محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل واریانس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و چهار درخت در هر تکرار انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

رقم و پایه اثر معنی‌داری بر برخی صفات رویشی داشتند (جدول ۱). قطر پایه، محل پیوند و رقم در رقم پکهامز تریومف بیشتر از رقم کومیس بود و میانگین آن‌ها به‌ترتیب ۸۷/۹۲، ۸۷/۰۸ و ۶۹/۸۰ میلی‌متر بود. نتایج مطالعه‌ای دیگر نیز نشان داد که هم پایه و هم رقم تأثیر معنی‌داری بر قطر پایه دارند (Cetinbas et al., 2018). به‌طور کلی، قطر تنه در رقم پکهامز تریومف بیشتر از رقم کومیس بود. عرض تاج نیز در رقم پکهامز تریومف بیشتر از رقم کومیس بود، اما طول میان‌گره در رقم کومیس نسبت به رقم پکهامز تریومف ۲/۷ درصد افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد که تعداد بیشتر میان‌گره‌ها در رقم پکهامز تریومف منجر به عرض تاج بیشتر در این رقم شده است.

عرض تاج در رقم پکهامز تریومف (۱۶۴/۵۴ سانتی‌متر) نیز بیشتر از رقم کومیس (۱۲۷/۵ سانتی‌متر) بود. این صفت در رقم پکهامز تریومف ۲۱/۱۰ درصد بیشتر از رقم کومیس بود. با وجود صفات رویشی ذکر شده در بالا، طول میان‌گره در رقم کومیس نسبت به رقم پکهامز تریومف ۷/۲ درصد افزایش نشان داد. تأثیر پایه بر عرض تاج توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Ozturk and Faizi, 2024).

پایه‌ی بذری درگزی بیشترین تأثیر را بر صفات رویشی داشت و بیشترین قطر پایه، محل پیوند و رقم، عرض تاج و طول میان‌گره را در درختان القا نمود (جدول ۱). کمترین مقادیر این صفات رویشی متعلق به پایه‌ی پیرودوارف بود. پایه‌ی OHF333 از نظر این صفات بین این دو پایه قرار داشت. بیشترین درصد اختلاف بین دو پایه‌ی درگزی و پیرودوارف در صفت قطر پایه مشاهده شد، به‌گونه‌ای که قطر پایه در پیرودوارف نسبت به درگزی بیش از ۳۴ درصد کاهش نشان داد.

اثر پایه و رقم بر برخی صفات معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طور کلی، میانگین ارتفاع درخت در رقم پکهامز تریومف بیشتر از رقم کومیس بود. رقم پکهامز تریومف روی پایه درگزی بیشترین ارتفاع درخت (۲۲۹/۵ سانتی‌متر) را داشت. رقم کومیس روی پایه‌های رویشی OHF333 و پیرودوارف کمترین ارتفاع را تولید کردند. ارتفاع درخت در هر دو رقم روی پایه درگزی بیشتر از پایه‌های رویشی بود. میانگین ارتفاع درختان پنج‌ساله رقم گلابی Samsun Guzeli روی پایهBA29 برابر با ۲۵۳/۱۲ سانتی‌متر گزارش شده است (Ozturk and Faizi, 2024) که از بیشترین ارتفاع درخت گزارش‌شده در مطالعه حاضر بیشتر بود. بیشترین طول و عرض برگ به‌ترتیب با میانگین ۷/۰۵ و ۴/۸۳ سانتی‌متر مربوط به رقم پکهامز تریومف روی پایه OHF333 بود. کمترین طول برگ در این رقم روی پایه درگزی (۵/۰۸ سانتی‌متر) مشاهده شد. از نظر عرض برگ، تفاوت معنی‌داری بین سایر ترکیب‌های رقم و پایه وجود نداشت. دامنه طول برگ در ارقام گلابی پیوندشده روی پایه‌های

رویشی بین ۳۵/۵۶ تا ۴۹/۲۰ میلی‌متر و دامنه عرض برگ بین ۲۳/۹۸ تا ۲۸/۸۱ میلی‌متر بود(Kurt et al., 2022b) که کمتر از مقادیر مشاهده‌شده در این مطالعه با دامنه طول برگ ۵۰/۸۰ تا ۷۰/۵۰ میلی‌متر و عرض برگ ۳۲/۶۰ تا ۴۸/۳۰ میلی‌متر بود.

شاخص کلروفیل برگ در ترکیب کومیس-درگزی کمترین مقدار (۲۸/۶۲) را داشت و بین سایر ترکیب‌های رقم و پایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ترکیب کومیس-درگزی بیشترین رشد سالانه شاخه را با میانگین ۳۱/۷۵ سانتی‌متر داشت. کمترین میزان این صفت در رقم کومیس روی پایه پیرودوارف مشاهده شد. کاهش رشد سالانه شاخه در رقم کومیس بین این دو پایه ۵۷/۸۸ درصد بود. رشد سالانه شاخه در رقم پکمز تریومف کمتر از رقم کومیس تحت تأثیر پایه قرار گرفت. مقدار این صفت در پایه درگزی ۲۰/۶۲ سانتی‌متر بود. دو پایه OHF333و پیرودوارف از نظر این صفت تفاوتی نشان ندادند. به‌طور کلی، کمترین رشد سالانه در هر دو رقم در ترکیب با پایه پیرودوارف مشاهده شد (جدول ۲). در مطالعه‌ای که توسط کاسترو و رودریگز (۲۰۰۲) انجام شد، رقم و پایه نیز بر رشد طول شاخه سالانه تأثیر گذاشتند. در تحقیق آن‌ها، رشد سالانه در رقم ابت فتل روی پایه بذری و BA29 به‌ترتیب ۸/۲ و ۴/۶ سانتی‌متر بود.

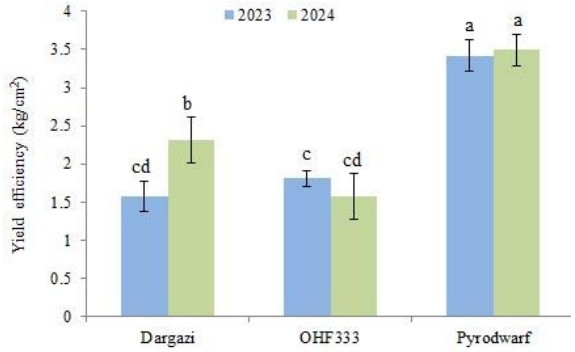
پایه پیرودوارف بیشترین راندمان عملکرد را در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ به‌ترتیب با میانگین ۳/۴۲ و ۳/۴۹ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع نشان داد. دو پایه OHF333 و درگزی کمترین راندمان عملکرد را در سال ۱۴۰۲ داشتند. راندمان عملکرد در سال ۱۴۰۳ بیشتر از سال ۱۴۰۲ بود (شکل ۱) Kucuker و Aglar (2021) نشان دادند که راندمان عملکرد رقم سانتاماریا روی پایه کوئینس A بین ۲/۲۲ تا ۲/۹۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع متغیر بود. راندمان عملکرد در مطالعه حاضر بیشتر از نتایج گزارش‌شده توسط این محققان بود.

جدول ۱- اثرات جداگانه رقم و پایه بر برخی صفات در گلابی.

	قطر پایه (mm)	قطر محل پیوند (mm)	قطر رقم (mm)	عرض تاج (cm)	طول میانگره (cm)
رقم					
پکهامز تریومف	۸۷/۹۲a	۸۷/۰۸a	۶۹/۸۰a	۱۶۴/۵۴a	۲/۳۲a
کومیس	۷۵/۲۶b	۷۱/۷۲b	۵۹/۷۳b	۱۲۷/۵b	۲/۵۰b
پایه					
درگزی	۹۹/۱۶a	۸۲/۴۴a	۷۴/۷۶a	۱۵۵/۱۱a	۲/۵۳a
OHF333	۸۰/۵۷b	۷۹/۴۶b	۶۴/۹۶b	۱۵۰/۶۸b	۲/۴۳a
پیرودوارف	۶۵/۰۶c	۷۹/۳۰c	۵۴/۵۷c	۱۳۲/۳۷c	۲/۲۷b

جدول ۲- تأثیر رقم و پایه بر صفات گلابی.

رقم	پایه	ارتفاع درخت (cm)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	اسپد	رشد شاخه سال جاری (cm)
کومیس	درگزی	۲۰۶/۲۵b	۵/۶۷bc	۳/۸۷b	۲۸/۶۲b	۳۱/۷۵a
کومیس	OHF333	۱۶۶/۸۷c	۶/۴۶ab	۳/۲۶b	۴۳/۶۱a	۲۴/۱۷ab
کومیس	پیرودوارف	۱۶۴/۱۳c	۶/۰۵ab	۳/۹۲ab	۴۹/۸۷a	۱۳/۳۷b
پکهامز تریومف	درگزی	۲۲۹/۵a	۵/۰۸c	۳/۴۱ab	۳۹/۷۲ab	۲۰/۶۲ab
پکهامز تریومف	OHF333	۲۱۶/۲۵ab	۷/۰۵a	۴/۸۳a	۴۴/۷۲a	۱۷/۷۵b
پکهامز تریومف	پیرودوارف	۲۰۹/۳۷b	۵/۸۶bc	۳/۷۰b	۴۵/۲۸a	۱۷/۳۷b



شکل ۱– تأثیر رقم و پایه گلابی بر راندمان عملکرد.

منابع

Castro, H. R. and Rodriguez, R. O. 2002. The behavior of quince selections as pear rootstocks for ‘Abbé Fétel’ and ‘Conference’ pear cultivars in the Rio Negro Valley, Argentina. Acta Horticulturae, 596: 363–368.

Cetinbas, M., Butar, S., Sesli, Y. and Yaman, B. 2018. Effects of different cultivar/rootstock combinations on some seedling characteristics for pear nursery growing. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University, 35(Special issue): 8–12.

da Silva, G. J., Villa, F., Grimaldi, F., da Silva, P. S. and Welter, J. F. 2018. Pear (*Pyrus* spp.) breeding. In: Al-Khayri, J. M., Jain, S. M. and Johnson, D. V. (Eds.), Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits. Vol. 3, pp. 131–164. Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland.

FAOSTAT. 2023. FAOSTAT data of Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Kucuker, E. and Aglar, E. 2021. The effect of the different training systems on yield and vegetative growth of ‘Santa Maria’ and ‘Deveci’ pear cultivars. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 31(4): 870–875.

Kurt, T., Öztürk, A. and Faizi, Z. F. 2022. Determination of phenological and morphological characteristics of some standard pear cultivars on different quince clonal rootstocks. The Black Sea Journal of Sciences, 12(2): 782–801.

Ozturk, A. and Faizi, Z. A. 2024. Phenological, morphological and pomological characteristics of ‘Samsun Guzeli’ pear genotype on BA29 rootstock. Journal of Tekirdag Agriculture Faculty, 21(4): 830–843.

Pasa, M. S., Fachinello, J. C., Rosa, Júnior, H. F., Franceschi, E., Schmitz, J. D. and Souza, A. L. K. 2015. Performance of ‘Rocha’ and ‘Santa Maria’ pear as affected by planting density. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 50: 126–131.

Rezaei, A., Abdollahi, H. and Arzani, K. 2022. Preliminary evaluation of different pear species (*Pyrus* spp.) based on distinctive characteristics of seed, fruit, and early growth of seedlings. Seed and Plant Journal, 38(4): 385–408 (in Persian).

Tatari, M., Atashkar, D. and Ghasemi, A. 2022. Growth characteristics, yield, and fruit quality of the Asian pear genotypes (*Pyrus serotina* Rehd.) in climatic conditions of Isfahan, Iran. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 5(3): 241–252.

The effect of three pear rootstocks on some vegetative and yield characteristics of two pear cultivars (*Pyrus communis* L.)

Maryam Tatari[1*] and Hamidreza Bahrami[1]

1. Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
Corresponding Author: mtatari1@gmail.com

Abstract

Evaluating the effects of pear colony rootstocks on the growth and yield characteristics of pear fruit cultivars has great importance. This study was conducted to compare the interaction of pear cultivars with semi-dwarfing and seedling pear rootstocks. The experiment was carried out on five-year-old pear trees of Comice and Packham's Triumph cultivars grafted on Pyrodwarf, OHF333 (vegetative rootstocks) and Dargazi (seedling rootstocks) at the Isfahan Horticultural Research Station, Iran. The morphological responses of these trees were evaluated during 2023 and 2024 in a randomized complete block design with three replications and four trees per replication. Packham's Triumph cultivar and Dargazi rootstock had the highest rootstock, grafting site, and cultivar diameter as well as tree crown width. The tree height of Packham's Triumph was greater than Comice. Packham's Triumph on Dargazi had the highest tree height (229.5 cm). Regardless of cultivar, the highest and lowest number of fruits belonged to Dargazi (110) and OHF333 (58.5), respectively. The largest leaf length (7.05 cm) and width (7.05 cm) was related to Packham's Triumph on OHF333. In both cultivars, the lowest annual growth was observed on the Pyrodwarf rootstock. The yield efficiency of Pyrodwarf in 2023 was more than twice that of OHF333 and Dargazi. Due to the small size of the trees, and higher yield efficiency of the cultivars on Pyrodwarf rootstock, this rootstock is recommended for dense planting of these cultivars.

Keywords: Comice, Packham's Triumph, Yield efficiency, Vegetative characteristics

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

دما و مدت زمان بهینه برای گل‌دهی مجدد هیپوکوتیل توسعه‌یافته سیکلامن

سمیه یزدان‌پرست[۱]، روح‌انگیز نادری[۱]، میترا ارجمند[۱] و نگین نظری[۱*]
۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *negin.nazari3175@gmail.com*

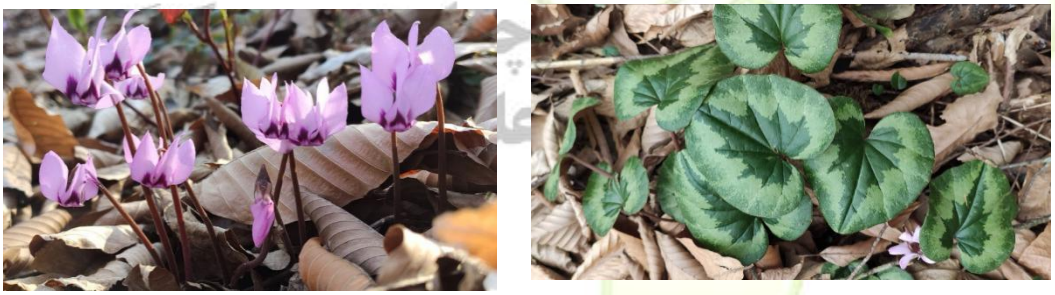
چکیده

این مطالعه تأثیر دما (۵، ۱۳ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و مدت زمان نگهداری در سردخانه (۸ و ۱۶ هفته) را بر پتانسیل گل‌دهی مجدد هیپوکوتیل‌های توسعه یافته سیکلامن ایرانی (*Cyclamen persicum* Mill.) در سه گروه‌بندی اندازه (کوچک، متوسط، بزرگ) ارزیابی کرد. هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته از جنگل خیرود برداشت، تحت تیمارهای سرمایی قرار داده شدند و سپس در شرایط گلخانه کشت شدند. صفات کلیدی شامل تعداد برگ، ظهور گل، طول غنچه و ارتفاع ساقه گل اندازه‌گیری شدند. تیمار ۱۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ هفته، بالاترین پاسخ گل‌دهی را در هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته بزرگ، با کوتاه‌ترین زمان برای ظهور برگ و گل، به همراه داشت. بررسی میکروسکوپی نشان داد که در طول خواب زمستانی تمایز مریستم گل وجود ندارد که نشان می‌دهد القای گل پس از کاشت اتفاق می‌افتد.

واژه های کلیدی: القای گل، اندازه هیپوکوتیل توسعه‌یافته، تیمار سرمایی، خواب و سیکلامن ایرانی.

مقدمه

سیکلامن یک گیاه مهم از نظر اقتصادی و زینتی است که در سراسر جهان کشت می‌شود و در فصل زمستان گل می‌دهد (Mohamadi, 2019). گل‌دهی در سیکلامن به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی، به ویژه دما و مدت زمان خواب است (Aalaei et al., 2007). ایران، با داشتن گیاهان بومی غنی و اقلیم مناسب، شرایط ایده‌آلی را برای رشد هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته فراهم می‌کند (Yavari Kondori et al., 2022) (شکل ۱).



شکل ۱- گل‌ها و برگ‌های سیکلامن که در زیستگاه اصلی خود یافت می‌شوند.

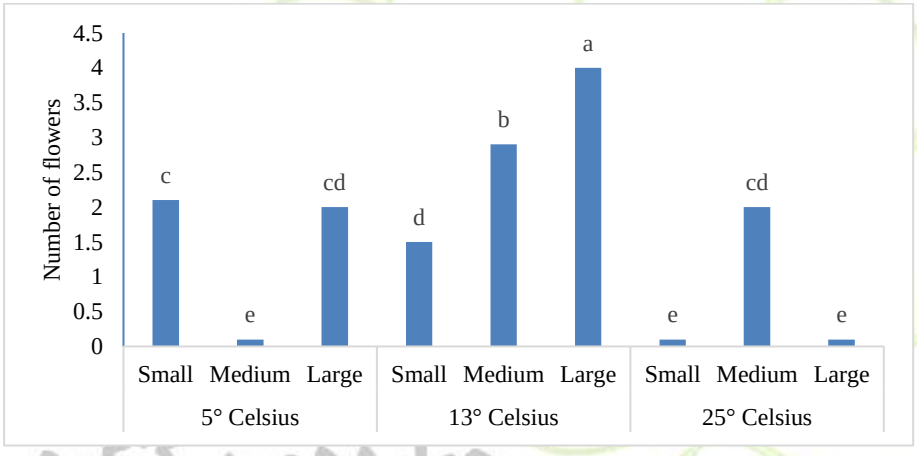
با این حال، جمعیت‌های وحشی با تهدیدهایی از قبیل از دست دادن زیستگاه و تغییرات اقلیمی مواجه هستند (Cornea-Cipcigan and Margaoan, 2025). شناسایی شرایط ذخیره سازی بهینه برای هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته می‌تواند به بهبود کشت در گلخانه و حفظ ژنوتیپ‌های بومی کمک کند. این مطالعه به دنبال تعیین دما و مدت زمان بهینه برای گل‌دهی مجدد در هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته با اندازه‌های مختلف است.

مواد و روش‌ها

هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته از جنگل خیرود (مازندران، ایران) جمع‌آوری و بر اساس اندازه دسته‌بندی شدند (کوچک:~۵.۵ گرم، متوسط:~۱۶ گرم، بزرگ:~۳۲گرم). پس از یک دوره پیش‌نگهداری ۱۰ هفته‌ای در گلخانه، هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته تحت تیمارهایی با دماهای ۵، ۱۳ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ یا ۱۶ هفته قرار گرفتند. مشاهدات میکروسکوپی دو هفته یک‌بار با استفاده از رنگ‌آمیزی دوگانه انجام شد. پس از تیمار، هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته در گلدان‌هایی با ترکیب برابر کوکپیت و کمپوست برگ کاشته شدند. ویژگی‌های مورفولوژیکی شامل تعداد برگ‌ها، تعداد گل‌ها، ابعاد برگ و جوانه د ارتفاع دمگل ثبت شد. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.4, SPSS16 و Excel 2019 با آزمون‌های چند دامنه‌ای دانکن در سطح معناداری $p < 0.05$ انجام شد.

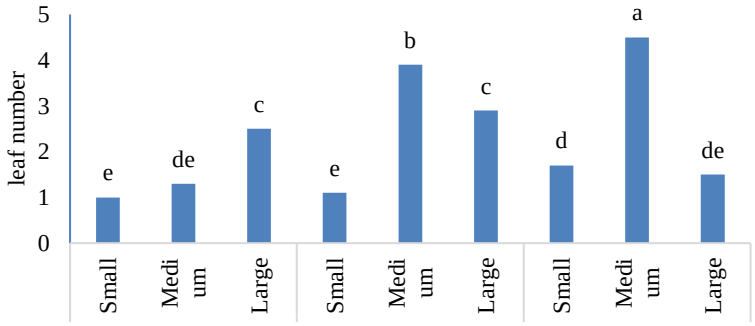
نتایج و بحث

دما و مدت زمان نگهداری در سرما تأثیر قابل توجهی بر گل‌دهی مجدد هیپوکوتیل توسعه‌یافته سیکلامن داشت. در میان تمام تیمارها، دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ هفته در هیپوکوتیل توسعه‌یافته بزرگ منجر به بالاترین تعداد گل (تا ۴ گل در هر گیاه) شد، همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده‌است. تولید گل به طور قابل توجهی در دماهای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت، به ویژه در اندازه‌های کوچک‌تر هیپوکوتیل توسعه‌یافته که احتمالا به دلیل کم آبی و استرس فیزیولوژیکی در طول خواب بوده.



شکل ۲- اثرات متقابل دما و اندازه بر صفت تعداد گل.

تعداد برگ‌ها روند مشابهی را دنبال کرد: ، هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته‌ای با اندازه متوسط در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ هفته بالاترین تعداد برگ (میانگین ۴/۵ برگ) را نشان دادند، در حالی‌که کمترین تولید برگ تحت دمای ۵ درجه سانتی‌گراد با ، هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته کوچک مشاهده شد. این نتایج در شکل ۳ به تصویر کشیده شده‌است و همبستگی مثبت بین سرمادهی ملایم و رشد رویشی را تاکید می‌کند.



شکل ۳- اثرات متقابل دما و اندازه بر صفت تعداد برگ.

علاوه بر این، سایر پارامترهای موفولوژیکی نیز الگوهای مشابهی را دنبال کردند. ارتفاع دمگل و طول جوانه در گروه هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته بزرگ در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد به طور قابل توجهی بیشتر بود و به ترتیب به ۴ سانتی‌متر و ۱/۴ سانتی‌متر رسید. همبستگی مثبت قوی بین ارتفاع دمگل و تعداد گل (r = 0.777*) نقش سرمادهی ملایم را در ترویج گل‌دهی تایید می‌کند. ویژگی‌هایی مانند عرض و طول برگ نیز تحت همین شرایط به اوج خود رسیدند، در حالی که سرمای شدید (۵ درجه سانتی‌گراد) یا گرمای شدید (۲۵درجه سانتی‌گراد) باعث کاهش تمام شاخص‌های رشد شد.

زمان‌بندی ظهور گل و برگ به طور قابل‌توجهی تحت تأثیر مدت زمان سرمادهی و دما قرار گرفت. همان‌طور که در جدول ۱ ارائه شده است، زودترین گل‌دهی در هیپوکوتیل‌های توسعه‌یافته بزرگ بعد از ۸ هفته سرمادهی رخ داد و اولین گل در تاریخ ۲۹ شهریور ۱۴۰۲ مشاهده شد. در تیمار ۱۶ هفته‌ای، اگرچه ظهور برگ و گل سریع‌تر بود، اما عملکرد کلی گل‌دهی کمتر بود. هیپوکوتیل‌های تیمارشده در دماهای ۲۵ درجه سانتی‌گراد یا ۵ درجه سانتی‌گراد، به دلیل کوچک شدن و خشکی، به طور کلی موفق به تولید گل نشدند.

جدول ۱- ظهور اولین گل و برگ تحت تیمارهای زمانی مختلف.

تیمار	دما (°C)	اندازه هیپوکوتیل	(تاریخ) اولین برگ	(تاریخ) اولین گل
TA (8w)	۱۳	بزرگ	۱۶ مهر ۱۴۰۲	۲۹ شهریور ۱۴۰۲
TA (8w)	۱۳	متوسط	۱۶ مهر ۱۴۰۲	۵ آذر ۱۴۰۲
TB (16w)	۱۳	متوسط	۱۶ مهر ۱۴۰۲	۱۶ مهر ۱۴۰۲
TB (16w)	۱۳	بزرگ	۳۰ مهر ۱۴۰۲	۱۶ مهر ۱۴۰۲

در تیمار ۱۶ هفته‌ای، در حالی که ظهور اولیه برگ و گل در هیپوکوتیل‌های ۱۳ درجه سانتی‌گراد سریع‌تر اتفاق افتاد (در عرض یک هفته)، اما خروجی کلی گل نسبت به گروه ۸ هفته‌ای کمتر بود که نشان می‌دهد ممکن است سرمادهی بیش از حد مانع از توسعه کامل گل‌ها شود. این نتیجه‌گیری با یافته‌های پیشین در سایر گیاهان ژئوفیت مانند فریسیا و گلایول مطابقت دارد که سرمادهی طولانی منجر به مهار گل‌دهی یا کاهش دوام گل‌ها شده است. مشاهدات میکروسکوپی هیچ نشانه‌ای از تشکیل مریستم گل در دوره خواب نشان نداد، که فرضیه‌ای را تایید می‌کند که القای گل در سیکلامن پس از کاشت رخ می‌دهد و احتمالا توسط تغییر دما و تعامل خاک و ریشه تحریک می شود.

این نتایج اهمیت بهینه‌سازی شرایط سرمادهی ــ سرمای ملایم برای مدت زمان معقول ــ را برای دستیابی به گل‌دهی مطلوب در سیکلامن برجسته می‌کند. مطالعات بیشتر می‌توانند از پیگیری طول عمر گل و عملکرد پس از برداشت تحت رژیم های مختلف بهرمند شوند.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

منابع

Aalaei, M., Naderi, R. and Khalighi, A. 2007. Morphological categorization of some cyclamens from Iran through studying and comparing the quantitative and qualitative traits.

Cornea-Cipcigan, M. and Margaoan, R. 2025. Advances in Cyclamen spp. breeding strategies: conservation, genomic designing, and stress resilience. Breeding of Ornamental Crops: Potted Plants and Shrubs, 29–67.

Mohamadi, A. 2019. The effect of gibberellic acid, potassium nitrate and substrate type on Iranian cyclamen seed germination,

Yavari Kondori, A., Naderi, R., Khosrowshali, M. and Larijani, K. 2022. The morphological traits of Iranian native cyclamens. Journal of Ornamental Plants, 12(1): 47–65.

Optimal temperature and duration for reflowering of cyclamen corms

Somayeh Yazdanparast[1], Rohangiz Naderi[1], Mitra Arjmandi[1] and Negin Nazari[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
Corresponding Author: negin.nazari3175@gmail.com

Abstract

This study evaluated the effect of temperature (5, 13, and 25°C) and cold storage duration (8 and 16 weeks) on the reflowering potential of Cyclamen persicum Mill. corms of three size categories (small, medium, large). Corms were harvested from Kheyrud forest, placed under cold treatments, and then cultivated under greenhouse conditions. Key traits including number of leaves, flower emergence, bud length, and flower stalk height were measured. The 13°C treatment for 8 weeks yielded the highest floral response in large corms, with the shortest time to leaf and flower emergence. Microscopic examination showed no floral meristem differentiation during dormancy, suggesting floral induction occurs post-planting.

Keywords: Cold treatment, Cyclamen persicum, Dorm size, and Dormancy floral induction.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول پاشی کلریدکلسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سیب دلبار استیوال تربیت شده روی سیستم Y شکل

عرفان سپهوند[1*]، علیرضا طلایی[1] و محمدعلی عسکری سرچشمه[1]
۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *esepahvand@ut.ac.ir*

چکیده

در این پژوهش، اثر محلول‌پاشی کلریدکلسیم در چهار سطح (۰، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر) بر برخی ویژگی‌های کیفی و کمی میوه سیب رقم دلبار استیوال پیوند شده روی پایه رویشی M9 و تربیت شده روی سیستم Y شکل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات باغبانی دانشگاه تهران اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر کلسیم بر صفات شاخص *L، سفتی بافت، سطح برگ، درصد حفظ میوه و مقدار کلسیم معنی‌دار ولی بر سایر خصوصیات شامل شاخص‌های رنگ *a و *b، عملکرد، وزن، طول و قطر میوه، مقدار مواد جامد محلول، درصد اسید قابل تیتر، مقدار pH، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معنی دار نبود. بر اساس نتایج آزمایش تیمار کلسیم ۳ گرم بر لیتر روی درخشندگی رنگ میوه، سفتی بافت، سطح برگ و حفظ میوه روی درخت بیشترین اثر را نشان داده است. نتایج این پژوهش به‌روشنی نشان داد که انتخاب سیستم تربیت مناسب و کاربرد بهینه کلسیم، نقش مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت میوه سیب ایفا می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: سیب، سیستم تربیت، عملکرد، کلسیم و کیفیت میوه.

مقدمه

سیب (*Malus domestica*) از مهم‌ترین میوه‌های سردسیری جهان به‌شمار می‌رود که به‌واسطه تنوع ژنتیکی، قابلیت تطابق با شرایط اقلیمی گوناگون و ارزش غذایی بالا، جایگاه ویژه‌ای در تولید، مصرف و صادرات جهانی دارد. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) در سال ۲۰۲۳، تولید جهانی سیب به حدود ۹۸/۵ میلیون تن رسید که چین با تولید ۴۴/۵ میلیون تن، بزرگ‌ترین تولیدکننده این محصول محسوب می‌شود و ایران با تولید ۲/۱ میلیون تن، در جایگاه هشتم جهانی قرار دارد (FAO, 2023). با وجود این تولید بالا، کیفیت پایین میوه، برداشت غیراستاندارد، مدیریت ضعیف تغذیه‌ای و استفاده محدود از فناوری‌های نوین باغبانی، سهم ایران را در بازارهای بین‌المللی به‌شدت محدود کرده است (حسینی‌فرهی و همکاران، ۱۳۸۷).

کمبود کلسیم در گیاهان مختلف موجب اختلالاتی در میوه می‌گردد. به‌طور مثال، کمبود کلسیم در سیب موجب ایجاد یک عارضه شایع به نام لکه تلخی سیب (Bitter pit) می‌شود که کاهش کیفیت میوه را به دنبال دارد (Jemric et al., 2016). نقش کلسیم در عارضه پوسیدگی گلگاه در محصولاتی نظیر گوجه فرنگی، بادمجان، فلفل و هندوانه نیز بررسی و تایید شده است (Locascio and Taylor, 2004). به دلیل تحرک پایین کلسیم در گیاه، محلول‌پاشی این عنصر در مراحل حساس رشد، به‌ویژه در زمان توسعه میوه، یک راهکار کارآمد برای افزایش محتوای کلسیم در بافت‌های میوه محسوب می‌شود (Neilsen et al., 2005). تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که محلول‌پاشی کلسیم موجب بهبود رنگ، سفتی بافت، کاهش تولید اتیلن و تأخیر در پیری میوه می‌شود (Poovaiah, 1988).

علی‌رغم سطح بالای تولید سیب در ایران، کیفیت ظاهری و فیزیولوژیکی این میوه در بسیاری از باغ‌ها با چالش‌هایی از جمله نرم شدن زودهنگام، لکه تلخ، کاهش عمر انبارداری و رنگ نامطلوب مواجه است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که یکی از عوامل مؤثر در بروز این ناهنجاری‌ها، کمبود کلسیم در بافت میوه به‌ویژه در مراحل حساس رشد است. از آن‌جا که تحرک کلسیم در آوندهای گیاهی محدود بوده و انتقال آن به میوه‌ها با دشواری صورت می‌گیرد، استفاده از محلول‌پاشی برگی به‌عنوان روشی مؤثر برای تأمین این عنصر پیشنهاد شده است. با این حال، اطلاعات دقیق درباره تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی کلسیم بر صفات کیفی میوه سیب در شرایط اقلیمی ایران هنوز محدود

است و نیاز به بررسی‌های هدفمند احساس می‌شود. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کلرید کلسیم بر برخی شاخص‌های کیفی و فیزیولوژیک میوه سیب انجام شد تا بتوان با ارائه داده‌های کاربردی، راهکارهایی برای بهبود کیفیت محصول ارائه داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات باغبانی دانشگاه تهران واقع در محمدشهر کرج با مختصات طول E ″۴۹ ′۵۵ °۵۰ و عرض N ″۳۶ ′۴۶ °۳۵ جغرافیایی انجام شد. منطقه اجرای آزمایش دارای اقلیم نیمه‌خشک با میانگین دمای سالانه ۱۵ درجه سانتی‌گراد و بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر است. طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. محلول‌پاشی کلرید کلسیم در چهار سطح ۰ (شاهد)، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۳ گرم در لیتر در نظر گرفته شد. این تیمارها در دو نوبت شامل چهار هفته پس از پایان گلدهی و یک ماه بعد، به‌صورت محلول‌پاشی انجام گرفتند.

درختان سیب تیمار شده، رقم دلبار استیوال پیوند شده روی پایه M9 و ۱۴ ساله بودند. عملیات محلول‌پاشی با دستگاه سمپاش دستی و در ساعات اولیه صبح انجام شد تا از بروز آفتاب‌سوختگی در برگ‌ها و میوه‌ها جلوگیری شود. سیستم آبیاری به‌صورت قطره‌ای و بر اساس نیاز آبی درختان تنظیم شده بود. سایر عملیات داشت، از جمله کنترل علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و تغذیه عمومی، بر اساس دستورالعمل‌های فنی رایج در ایستگاه انجام گرفت.

برای ارزیابی اثر تیمارهای کلسیم، شاخص‌های کمی شامل عملکرد (کیلوگرم در واحد سطح)، وزن میوه (گرم)، طول و قطر میوه (سانتی‌متر)، سطح برگ (میلی‌متر مربع)، تعداد میوه‌ها قبل و بعد از محلول‌پاشی (به منظور محاسبه درصد ریزش و حفظ میوه)، و صفات کیفی شامل پارامترهای رنگ (L*, a*, b*)، سفتی بافت (بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار مواد جامد محلول (درجه بریکس)، درصد اسید قابل تیتر (درصد)، مقدار pH، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار کلسیم میوه (میلی‌گرم در گرم وزن خشک) مورد بررسی قرار گرفتند.

داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۴ تحلیل شدند. تجزیه واریانس (ANOVA) برای بررسی اثر فاکتورهای اصلی و اثرات متقابل آن‌ها انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.



شکل ۱- سیستم Y و سیب دلبار استیوال.

نتایج و بحث

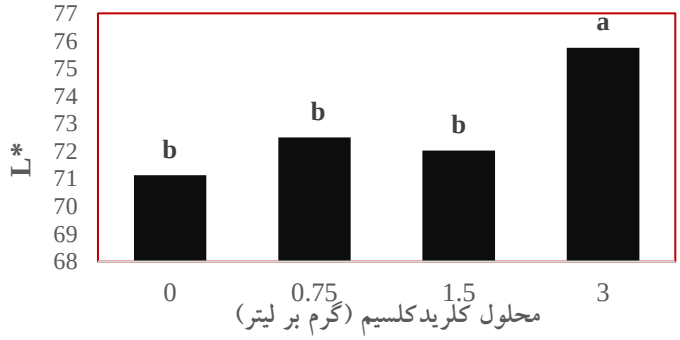
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی کلسیم بر شاخص‌های رنگ a* و b*، عملکرد، وزن میوه، طول و قطر میوه، مقدار مواد جامد محلول، درصد اسید قابل تیتر، مقدار pH، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معنی دار نبود ولی بر شاخص رنگ L* (در سطح ۵٪)، سفتی

بافت (در سطح ۵٪)، سطح برگ (در سطح ۱٪)، درصد حفظ میوه پس از محلول‌پاشی (در سطح ۵٪)، و مقدار کلسیم (در سطح ۱٪) معنی دار بود.

اثر محلول‌پاشی کلسیم بر شاخص‌های کیفی و رشدی

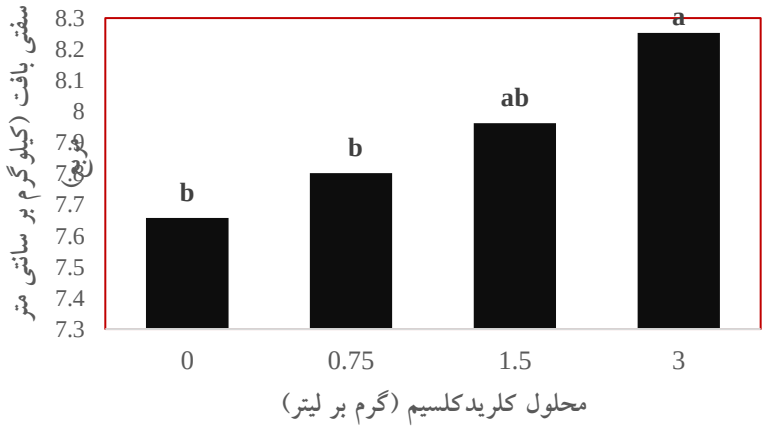
محلول‌پاشی کلرید کلسیم تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای مختلفی از جمله رنگ (L)، سفتی بافت، سطح برگ، میوه‌دهی اولیه و ثانویه و همچنین میزان کلسیم موجود در میوه داشت.

رنگ میوه پارامتر L* : تیمار ۳ گرم در لیتر کلسیم، با میانگین ۷۵/۷۵ روشن‌ترین رنگ را ایجاد کرد که به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها متمایز بود. این افزایش روشنایی رنگ احتمالاً به‌واسطه تأثیر کلسیم در پایداری رنگدانه‌ها و تأخیر در تخریب کلروفیل در مراحل رشد است(Vitrac et al., 2000) .



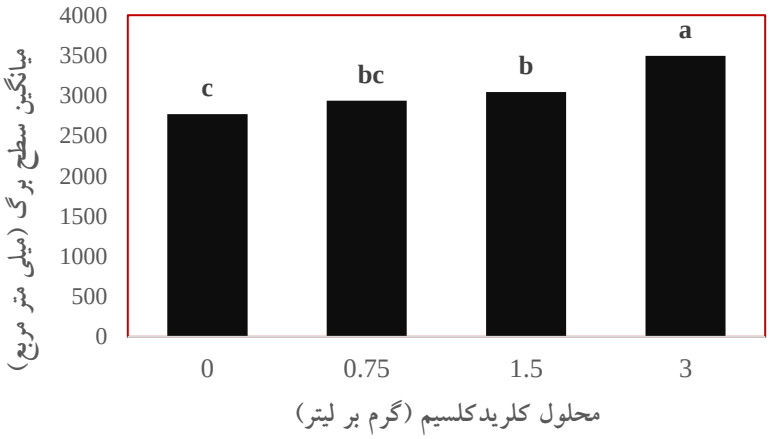
نمودار ۱- تأثیر کلسیم بر پارامتر رنگ (L*).

سفتی بافت: افزایش غلظت کلسیم تا ۳ گرم در لیتر، باعث افزایش معنی‌دار سفتی بافت میوه شد .($p = 0.0473$) در این سطح، میانگین سفتی ۸/۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بود که از سایر تیمارها به‌طور قابل‌توجهی بالاتر بود. این نتیجه بیانگر نقش مستقیم کلسیم در استحکام دیواره‌های سلولی و تأخیر در نرم شدن بافت میوه است که قبلاً نیز در مطالعات Poovaiah (1988) و (Fallahi et al. 1997) تأیید شده بود.



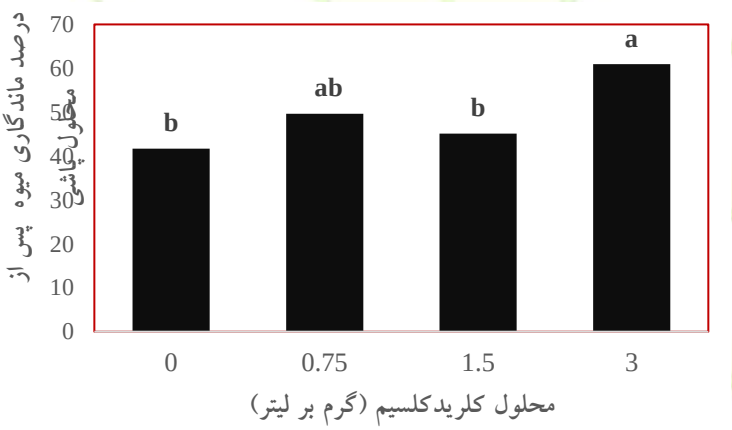
نمودار ۲- تأثیر کلسیم بر سفتی بافت.

میانگین سطح برگ: یکی دیگر از اثرات قابل‌توجه کلسیم، افزایش سطح برگ در تیمار ۳ گرم در لیتر بود که به ۳۴۹۴.۱۱۲۵ میلی‌متر مربع رسید. این افزایش می‌تواند ناشی از تقویت رشد سلولی و افزایش سطح فتوسنتزی باشد که در نهایت به بهبود رشد عمومی درخت کمک می‌کند.



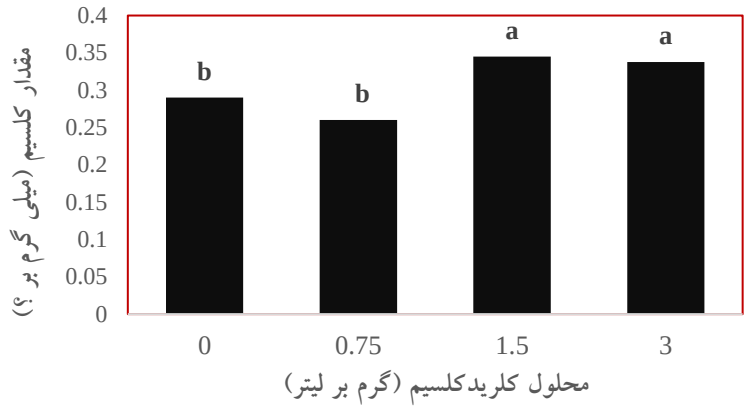
نمودار ۳- تأثیر کلسیم بر سطح برگ.

درصد ماندگاری میوه روی درخت: بر اساس نتایج بیشترین درصد ماندگاری میوه روی درخت پس از محلول‌پاشی کلسیم ۳ درصد مشاهده شد که با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. ولی محلول‌های کلسیم ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد تفاوتی با شاهد از نظر درصد ماندگاری میوه نشان ندادند. این یافته احتمالاً به اثرات تنظیمی کلسیم بر تولید اتیلن و فرآیندهای مربوط به تشکیل میوه برمی‌گردد، چراکه کاهش اتیلن در مراحل حساس رشد، ممکن است منجر به کاهش تشکیل میوه شود (Poovaiah et al., 1991).



نمودار ۴- تأثیر کلسیم بر میوه‌دهی ثانویه.

محتوای کلسیم میوه: همان‌طور که انتظار می‌رفت، با افزایش غلظت محلول‌پاشی، میزان کلسیم جذب‌شده در بافت میوه نیز افزایش یافت. تیمارهای۱/۵و ۳ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری محتوای کلسیم میوه را نسبت به تیمار شاهد و ۰/۷۵ گرم در لیتر افزایش دادند. این افزایش می‌تواند در کاهش ناهنجاری‌هایی مانند لکه تلخ و افزایش عمر انبارداری میوه مؤثر باشد (Rosenberger et al., 2004؛ Neilsen et al., 2005).



نمودار ۵- تأثیر کلسیم محتوای کلسیم میوه.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهند محلول‌پاشی کلسیم در غلظت ۳ گرم در لیتر، موجب بهبود چشمگیر در صفاتی مانند سفتی بافت، درخشندگی میوه، سطح برگ، درصد حفظ میوه و محتوای کلسیم میوه شد. بنابراین، ترکیب سیستم تربیت مناسب با مدیریت تغذیه‌ای هدفمند، به‌ویژه تأمین کلسیم، می‌تواند راهکاری مؤثر برای افزایش کیفیت و بازارپسندی سیب در شرایط ایران باشد.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش به‌روشنی نشان داد که انتخاب سیستم تربیت مناسب و کاربرد بهینه کلسیم، نقش مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت میوه سیب ایفا می‌کنند. در میان سیستم‌های بررسی‌شده، سیستم Y با ساختاری باز و قابلیت نفوذ نور بیشتر، عملکرد بالاتری نسبت به سایر روش‌ها نشان داد. از سوی دیگر، محلول‌پاشی کلسیم به‌ویژه در غلظت ۳ گرم در لیتر، باعث افزایش سفتی بافت، رنگ روشن‌تر، سطح برگ بیشتر و جذب کلسیم بالاتر در میوه‌ها شد. با این حال، کاهش درصد میوه‌دهی در برخی سطوح کلسیم نشان می‌دهد که انتخاب غلظت بهینه باید با دقت و در نظر گرفتن شرایط منطقه‌ای انجام شود. بر اساس یافته‌های این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که تلفیق سیستم تربیت Y با محلول‌پاشی کلسیم (به‌ویژه در غلظت ۳ گرم در لیتر)، راهکاری مؤثر برای افزایش کیفیت، عمر انبارداری و کارایی تولید در باغ‌های سیب محسوب می‌شود. توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی، اثرات بلندمدت این تیمارها و همچنین واکنش ارقام مختلف سیب به آن‌ها نیز بررسی شود تا امکان ارائه الگوهای مدیریتی دقیق‌تر برای باغداران فراهم شود.

منابع

حسینی‌فرهی، م.، ابوطالبی، ع. و پناهی کردالغری، خ. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات سفتی بافت میوه سیب رد و گلدن دلیشز پس از برداشت با توجه به نوع پایه، رقم و تیمار کلریدکلسیم. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۸: ۷۴-۷۹.

Fallahi, E., Conway, W. S., Hickey, K. D. and Sams, C. E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. HortScience., 32: 831–835.

Jemrie, T., Fruk, L., Fruk, M., Radman, S., Sinkovic, L. and Fruk, G. 2016. Bitter pit in apples: pre- and postharvest factors: A review. Spanish Journal of Agricultural Research, 14: 15.

Neilsen, G. H., Neilsen, D. and Herbert, L. 2005. Effect of foliar sprays on apple fruit quality. Canadian Journal of Plant Science, 85: 123–129.

Poovaiah, B. W. 1991. Role of calcium in ripening and senescence. Acta Horticulturae, 10: 107–111.

Rosenberger, D. A., Schupp, J. R., Hoying, S. A. and Cheng, L. 2004. Controlling bitter pit in "Honeycrisp" apples. HortTechnology, 14: 1–5.

Taylor, M. D. and Locascio, S. J. 2004. Blossom-end rot: A calcium deficiency. Journal of Plant Nutrition, 27: 123–139.

Vitrac, X., Larronde, F., Krisa, S., Decendit, A., Deffieux, G. and Merillon, J. M. 2000. Sugar and anthocyanin changes in calcium treated apples. Acta Horticulturae, 10: 107–111.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Calcium Chloride Foliar Application on Quantitative and Qualitative Characteristics of 'Delbarestivale' Apple Trained on Y-Trellis System

Erfan Sepahvand[1*], Alireza Talaei[1] and Mohammad Ali Askari Sarcheshmeh[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
*Corresponding Author: esepahvand@ut.ac.ir

Abstract

In this study, the effect of foliar-applied calcium chloride at four concentrations (0, 0.75, 1.5, and 3 $g \cdot L^{-1}$) on certain qualitative and quantitative traits of the 'Delbarestivale' apple variety grafted onto the M9 rootstock and trained in a Y-system was evaluated using a randomized complete block design with four replications at the Horticultural Research Station of the University of Tehran. The results showed that calcium had a significant effect on the following traits: the L* color index, fruit firmness, leaf area, fruit retention percentage, and calcium content. However, no significant effects were observed on other characteristics, including the a* and b* color indices, yield, fruit weight, length and diameter, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), pH, and antioxidant capacity. Among the treatments, the 3 $g \cdot L^{-1}$ calcium chloride solution exhibited the greatest improvements in fruit color brightness, flesh firmness, leaf area, and fruit retention on the tree. These findings clearly indicate that selecting an appropriate training system and optimizing calcium application play a vital role in enhancing both the yield and quality of apples.

Keywords: Apple, Calcium, Fruit quality, Training system, and Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی سازگاری برخی ارقام گیلاس تجاری و خودبارور در شرایط محیطی آذربایجان غربی

قاسم حسنی[1*]، ناصر بوذری [2]، مشهید هناره[1] و محمود عظیمی[1]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۲- پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *gh.hasani91@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی سازگاری ارقام جدید وارداتی گیلاس و افزایش تنوع در ارقام موجود در استان و دست‌یابی به ارقام پربار، هشت رقم شامل 'Sweet on'، 'Sweet heart'، 'Sunburst'، 'Celest' ، زرد۹۰، لواسان، سیاه قزوین و رقم تکدانه به عنوان شاهد پیوند شده روی دو پایه محلب و Gsela6 در آزمایش فاکتوریل و بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌مدت دو سال در استان آذربایجانغربی در شهرستان پلدشت مورد ارزیابی قرار گرفت. اثر متقابل رقم در پایه بر عملکرد میوه در درخت نشان داد که اثر متقابل رقم سان برست در پایه رویشی Gsela6 محلب با عملکرد ۱۶/۱ کیلوگرم در درخت بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. البته عملکرد این رقم با عملکرد ارقام سوئیت هارت و سلست روی پایه Gsela6 از لحاظ آماری اختلاف معنی داری نداشت. ترکیب تیماری زرد ۹۰ روی پایه بذری محلب با عملکرد ۱۰ کیلوگرم دردرخت دارای کمترین عملکرد بود. طول دم میوه از ۳/۸ تا ۴/۷ سانتی متر متغیر بود و رقم تک دانه مشهد و سان برست به ترتیب بیشترین و کمترین طول دم میوه را داشتند. رقم سوئیت هارت به‌عنوان دیرگلده‌ترین رقم با درصد خود باروری بالا، فاقد عارضه دوقلوزایی، سفتی گوشت بالا و بیشترین درصد مواد جامد محلول (TSS) و عملکرد بالا مورد توجه می باشد. هم‌چنین، رقم 'تکدانه مشهد' با بالاترین وزن میوه و رقم 'سوئیت هارت' با بالاترین میزان مواد جامد محلول و عملکرد از اهمیت بالایی جهت بازار تازه خوری و صنایع تبدیلی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی : رشد رویشی، عملکرد، کیفیت میوه و گیلاس.

مقدمه

گیلاس یکی از محصولات مهم باغی کشور با تولید سالانه بیش از ۱۴۴ هزار تن در سطحی معادل ۲۰ هزار هکتار است. کشور ایران پنجمین تولید کننده گیلاس در دنیا محسوب می گردد (FAO, 2023). تاکنون ارقام مختلفی از این محصول با خصوصیاتی نظیر زودرسی، تک‌دانه بودن، مقاومت مناسب به انبارداری و... مورد شناسائی قرار گرفته است (بوذری و همکاران، ۱۳۸۴). گیلاس دارای خوداناسازگاری از نوع گامتوفیتی است و برای افزایش عملکرد گیلاس استفاده از گرده دهنده‌های مناسب ضروری است (ارزانی، ۱۳۶۷). استفاده از رقم مناسب گرده دهنده برای سیاه مشهد باعث افزایش ۳۴/۲۲ درصدی تشکیل میوه شود در صورتی که ارقام نامناسب می‌تواند میزان محصول را به پایین‌تر از یک درصد کاهش دهند (سیفی و ارزانی، ۱۳۶۷). معرفی و توسعه ارقام خودبارور گیلاس به دلیل عدم مشکلات ارقام خودناسازگار می‌تواند درآمد باغداران گیلاس را بیشتر و سودآورتر نماید. بعضی از ارقام مانند استیلا دارای خاصیت خودباروری بوده و از این جهت بسیار با ارزش می‌باشد، البته این رقم متأسفانه دارای خصوصیات کمی و کیفی نامناسبی می‌باشد و تحقیقات در جهت افزایش ارقام خودگشن با خصوصیات کمی و کیفی مناسب در دست اجرا می‌باشد (Webster and Looney, 1996). یکی از مهمترین مشکلات گیلاس کاری در کشور عدم راندمان بالا در واحد سطح و همچنین نداشتن ارقام تجاری و خودگشن می باشد (بوذری و همکاران، ۱۳۸۴). استفاده از ارقام پر محصول ویا خود سازگار غیر بومی میتواند در صورت سازگاری با شرایط آب وهوای کشور سبب افزایش راندمان محصول را فراهم آورد. نتایج این تحقیق می‌تواند علاوه بر دستیابی به منابع ژنتیکی جدید در جهت توسعه برنامه‌های به‌نژادی در انتخاب ارقام مناسب و سازگار با شرایط اب و هوایی ایران مورداستفاده قرار گیرد. این آزمایش با هدف بررسی سازگاری ارقام جدید وارداتی و دست‌یابی به ارقام پربار گیلاس انجام شده است.

مواد و روش‌ها

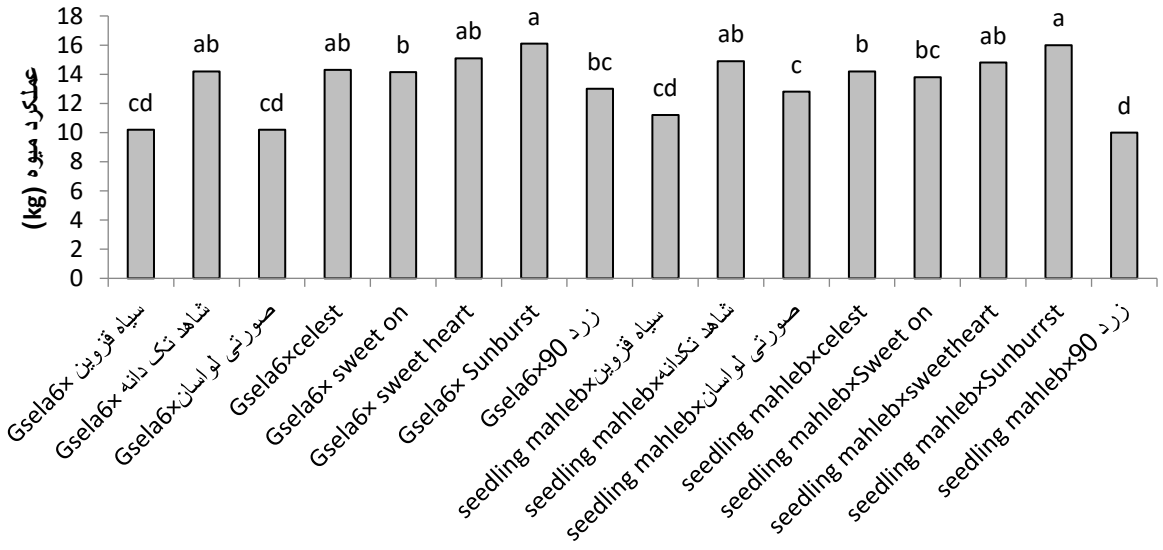
به‌منظور بررسی سازگاری ارقام جدید وارداتی گیلاس و افزایش تنوع در ارقام موجود در کشور و دست‌یابی به ارقام پرمحصول، هشت رقم گیلاس به نام‌های Sweet on، Sweet heart، Sunburst، Celest، زرد۹۰، لواسان، سیاه قزوین و یک رقم شاهد تجاری 'تکدانه' پیوند شده روی دو پایه محلب و Gsela6 در آزمایش فاکتوریل و بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌مدت دو سال در استان آذربایجانغربی در شهرستان پلدشت مورد ارزیابی قرار گرفت. پلدشت در شمال استان آذربایجانغربی و با مختصات طول و عرض جغرافیائی شمالی ۳۹/۳۴۸۱ ، شرقی ۴۵/۰۷۱۱ و ارتفاع ۷۸۱ متر از سطح دریا دارای آب و هوای نیمه خشک سرد و خشک است.



شکل ۱- رقم sweet heart روی پایه رویشی .Gsela6.

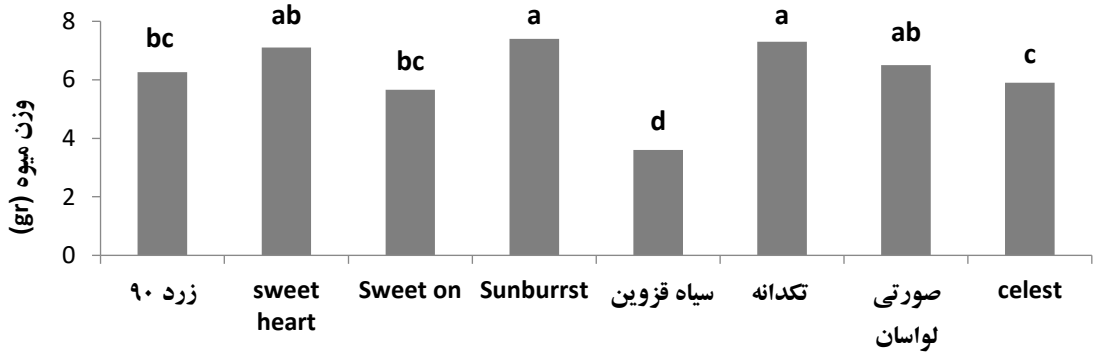
نتایج و بحث

نتایج بررسی ها حاکی از وجود اختلافات زیاد در بین ژنوتیپها و ارقام گیلاس از لحاظ صفات رویشی و صفات کیفی میوه اندازه گیری شده می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۲) اثر متقابل رقم در پایه بر عملکرد میوه در درخت نشان داد که اثر متقابل رقم سان برست در پایه رویشی Gsela6 محلب با عملکرد ۱۶/۱ کیلوگرم در درخت بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. البته عملکرد این رقم با عملکرد ارقام سوئیت هارت و سلست روی پایه Gsela6 از لحاظ آماری اختلاف معنی داری نداشت. ترکیب تیماری زرد ۹۰ روی پایه بذری محلب با عملکرد ۱۰ کیلوگرم دردرخت دارای کمترین عملکرد بود.



شکل ۲– اثر برهمکنش رقم در پایه بر عملکرد میوه در درخت.

اثر رقم بر وزن میوه در سطح آماری یک درصد معنی دار شد. پایه روی وزن میوه تأثیری نداشت. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۳) اثر رقم بر وزن میوه نشان داد که بیشترین وزن میوه به رقم سان برست (Sunburst) به میزان ۷/۴ گرم و تکدانه به میزان ۷/۳ گرم و کمترین وزن میوه به رقم سیاه قزوین به میزان ۳/۵۴ گرم اختصاص یافت.



شکل ۳– اثر ساده رقم بر وزن میوه.

بیشترین رشد رویشی متعلق به رقم شاهد تکدانه روی پایه بذری آلبالو تلخه به میزان ۵۷/۵ سانتی متر و کمترین میزان رشد رویشی سالیانه به ترکیب تیماری سوئیت آن روی پایه رویشی Gesela 6 به میزان ۲۷/۰۶۷ سانتی متر بود. پایه رویشی Gsela6 جز پایه های رویشی پاکوتاه و کنترل کننده رشد رویشی محسوب می گردد. طول دم میوه از ۳/۸ تا ۴/۷ سانتی متر متغیر بود و رقم تک دانه مشهد و سان برست به ترتیب بیشترین و کمترین طول دم میوه را داشتند (جدول۲). کوتاهی طول دم میوه بر بلندی آن ترجیح دارد زیرا امکان برداشت و مصرف آن مناسب تر است(Cordiro, 2008). طول دم میوه یکی از سه ویژگی اصلی دیسکریپتور در تمایز ارقام و ژنوتیپ های گیلاس محسوب می شود (بوذری و همکاران، ۱۴۰۱). بیشترین درصد دوقلوزایی در رقم زرد۹۰ روی پایه آلبالو تلخه به میزان ۱۷/۹ درصد و ارقام تک دانه و سوئیت هارت بدون دوقلوزایی بودند. بین ارقام از لحاظ شروع و اتمام گلدهی تفاوت وجود داشت؛ به‌طوری‌که رقم سیاه قزوین زودگلده‌ترین (۲۲ فروردین) و رقم تک دانه دیرگلده‌ترین (۲۷ فروردین) بود. زمان برداشت میوه‌های ارقام گیلاس نیز در شرایط پلدشت متفاوت بود، به‌طوری که رقم سیاه قزوین زودرس‌ترین (هفت خرداد) و رقم تک دانه دیررس‌ترین (۲۷ خردادماه) بودند. به طور کلی کمیت و کیفیت میوه در ارقام خودبارور سوئیت هارت (Sweet heart) و سان برست (Sunburst) نسبت به ارقام دیگر دارای برتری معنی داری بودند.

منابع

ارزانی، ک. ۱۳۶۷. انتخاب بهترین تلقیح‌کننده برای گیلاس سیاه مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، باغبانی، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی.

سیفی، ا. و ارزانی، ک. ۱۳۷۷. مطالعه سازگاری و ناسازگاری برخی از ارقام گیلاس در تلقیح و تشکیل میوه گیلاس سیاه مشهد. نهال و بذر، ۱۴(۴): ۳۰–۳۸.

Bouzari, N., Arzani, K. and Ebrahimzadeh, H. 2005. Study of flower initiation and chilling requirement in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars Siah Daneshkadeh and Ferracida,

Bouzari, N., Arzani, K. and Ebrahimzadeh, H. 2006. Study of genetic diversity with protein marker in sweet cherry (*P. avium* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences, 39(3): 389–396.

FAO. 2023. Food and Agriculture Organization. Apple statistics

Mikolos, F. 1996. Origin and dissemination of cherry. Hort. Rev, 19: 263–317.

Webster, A. D. and Looney, N. E. 1996. Cherries: Crop physiology, production and uses. CAB International,

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study on the adaptability of some commercial and self-fertile cherry cultivars in the climate conditions of West Azerbaijan

Ghasem hassani[1*], Naser bouzari[2], Mashhid Henare[1] and Mahmoud Azimi[1]
1. West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran
2. Temperate and Cold Regions Fruit Research Institute, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
Corresponding Author:gh. hasani91@gmail.com

Abstract

In order to study the adaptability of new imported cherry cultivars and increase the diversity of existing cultivars in the province and achieve high yield cultivars, 8 cultivars including 'Sweet on', 'Sweet heart', 'Sunburst', Celest, Zard90, Lavasan, Siah Qazvin, and the Takdane cultivar as a control grafted on two rootstocks, Mahalab and Gsela6, were evaluated in a factorial experiment based on randomized complete blocks with three replications for two years in West Azerbaijan Province in Poldasht County. The interaction effect of cultivar by rootstock on fruit yield in the tree showed that the interaction effect of the Sunburst cultivar on the Gsela6 with a yield of 16.1 kg per tree accounted for the highest yield. However, the yield of this cultivar was not significantly different from the yield of the Sweet Heart and Celeste cultivars on the Gsela6 rootstock. The treatment combination Zard90 on the Mahleb rootstock with a yield of 10 kg per tree had the lowest yield. The length of the fruit stalk varied from 3.8 to 4.7 cm and the Takdane Mashhad and the Sunburst genotype had the highest and lowest fruit stalk lengths, respectively. The Sweet Heart cultivar is considered as the late-flowering cultivar with a high self-fertility percentage, no twinning problem and the highest percentage of soluble solids (TSS) and high yield. Also, the 'Takdane Mashhad' cultivar with the highest fruit weight and the 'Sweet heart' cultivar with the highest soluble solids and yield are of great importance for the fresh market and processing industries.

Key words: Cherry, Fruit quality, Vegetative Growth, and Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی پایه‌های رویشی سیب (*Malus domestica* Borkh) به سطوح مختلف بور در آب آبیاری

قاسم حسنی[1*]، عزیز مجیدی [1]، جمال احمد آلی[1] و مشهید هناره [1]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ، ارومیه، ایران

*نویسنده مسئول: *gh.hasani91@gmail.com*

چکیده

در این آزمایش، پایه‌های رویشی تجاری سیب شامل MM106، M26، Ottawa3، Suporter4، M9، M7، P22، MM111 و پایهٔ بومی گمی‌آلماسی تحت تنش بور در سطوح صفر، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر (به صورت اسید بوریک) قرار گرفتند. سه ماه پس از اعمال تیمار، شاخص‌های رشدی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی شامل وزن تر و خشک اندام‌ها، رنگیزه‌های فتوسنتزی، غلظت بور برگ و محتوای پرولین، گلیسین بتائین، پروتئین و کربوهیدرات‌های محلول ارزیابی شد. نتایج نشان داد تیمار پایه، سطح بور و برهمکنش آن‌ها بر وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی در پایه MM106 در سطح ۱ میلی‌گرم در لیتر و کمترین در پایه Gami-Almasi و Ottawa3 در سطح ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. همچنین با افزایش سطح بور، میزان محتوای پروتئین محلول برگ کاهش یافت، به‌طوری که کمترین مقدار در ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین در تیمار شاهد به دست آمد. محتوای کربوهیدرات محلول ابتدا تا سطح ۱ میلی‌گرم در لیتر افزایش و سپس در غلظت‌های بالاتر کاهش یافت، اگرچه اختلاف بین غلظت‌های ۱/۵ تا ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، برهمکنش پایه و سطح بور بر محتوای گلیسین بتائین معنی‌دار بود. میزان این ترکیب تا سطح ۱ میلی‌گرم در لیتر افزایش اندکی نشان داد، اما در سطوح بالاتر افزایش آن محسوس‌تر بود؛ به‌طوری‌که بیشترین مقدار در پایه MM106 در سطح ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. همچنین با افزایش غلظت بور، محتوای پرولین در تمامی پایه‌ها افزایش یافت، هرچند شدت این افزایش در پایه‌ها متفاوت بود. بیشترین تجمع پرولین در پایه Ottawa3 در سطح ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید.

واژه‌های کلیدی : پرولین، تنش غیرزیستی، سمیت بور، گلایسین بتائین.

مقدمه

بور (B) یکی از عناصر ضروری برای تغذیه و رشد گیاهان به‌شمار می‌رود که به‌صورت غیریکنواخت در گیاه توزیع شده و بیشترین تجمع آن در اندام‌های زایشی مشاهده می‌شود (Saleem *et al.*, 2011). با توجه به روند کنونی تغییرات اقلیمی و گرم شدن زمین، همراه با کاهش میزان بارندگی در بسیاری از مناطق، احتمال تجمع بور در خاک و بروز سمیت ناشی از آن افزایش یافته است (Tariq and Mott, 2007). در مناطق کم‌باران، شستشوی طبیعی بور از خاک محدود شده و این عنصر در پروفایل خاک باقی می‌ماند که می‌تواند منجر به ایجاد شرایط سمی برای گیاه گردد. محدودهٔ مجاز غلظت بور در آب آبیاری بسته به شرایط فیزیکوشیمیایی خاک و برهمکنش آن‌ها، متفاوت است؛ به‌طوری‌که برای گیاهان حساس حدود ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر و برای گیاهان مقاوم تا ۲ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Tanaka and Fujiwara, 2008). در خاک‌هایی که غلظت بور در محلول خاک بیش از ۵ تا ۸ میلی‌گرم در لیتر باشد، خطر بروز سمیت برای گیاهان افزایش می‌یابد (McDonald *et al.*, 2010).

سمیت بور در برخی مناطق کشور، به‌ویژه مناطق شور و کم‌آب که منابع آبی آن‌ها نیز شور هستند، گزارش شده است. از جمله این مناطق می‌توان به اردکان، جهرم و جیرفت در حاشیه کویر اشاره کرد. در باغ‌های مرکبات جیرفت، افزایش غلظت بور بیشتر به دلیل بالا بودن مقدار آن در منابع آبی، مانند آب چاه‌ها و رودخانه هلیل‌رود، رخ می‌دهد. همچنین در برخی مناطق استان آذربایجان غربی، سمیت بور مشاهده شده است که علت اصلی آن بالا بودن غلظت بور در آب آبیاری و در نتیجه افزایش غلظت آن در محلول خاک است. نبود زهکشی مناسب

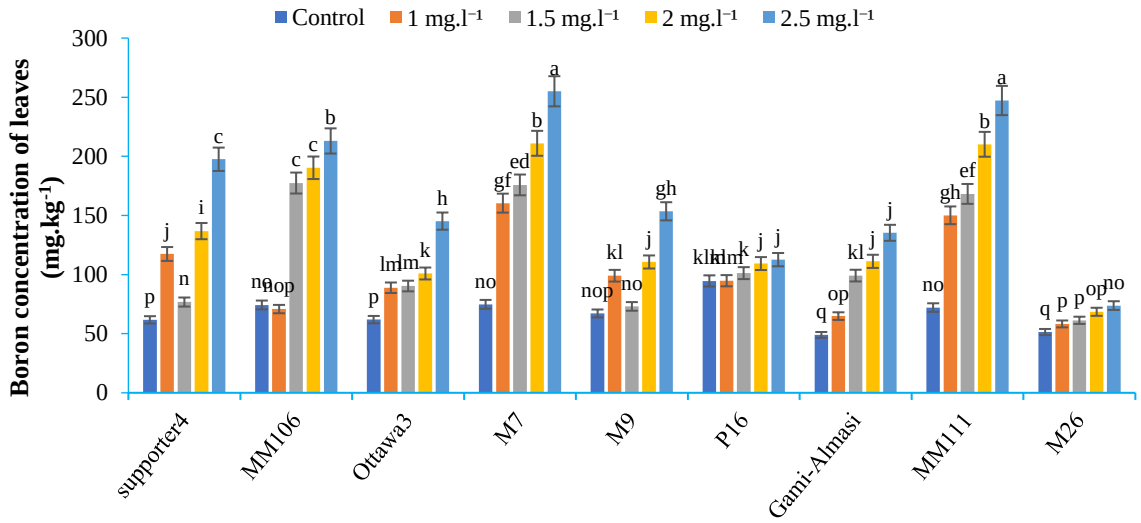
در این اراضی، به‌ویژه در مناطق اطراف دریاچه ارومیه، باعث تجمع مقادیر اضافی بور در خاک‌های زراعی و باغی شده و شرایط سمیت برای گیاهان را فراهم کرده است. علائم سمیت بور در باغ‌ها معمولاً به‌صورت سوختگی یا بافت‌مردگی در نوک ساقه‌های جوان، خشکیدگی سرشاخه‌ها، صمغی شدن محور برگ و بروز بافت‌های چوب‌پنبه‌ای قهوه‌ای در طول ساقه و دمبرگ‌ها مشاهده می‌شود. در درختان سیب، زردآلو و گلابی نیز ریزش و مرگ جوانه‌ها رخ می‌دهد که در نهایت با کاهش سطح برگ و فتوسنتز، عملکرد محصول کاهش می‌یابد (Majidi and Malakouti, 2008).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، واقع در شهر ارومیه، با مختصات طول جغرافیایی °۴۵′۰۴″۰۳، عرض جغرافیایی °۳۷′۳۲″۵۵ و ارتفاع ۱۳۳۲ متر از سطح دریا، در شرایط هوای آزاد طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. هر ترکیب تیماری شامل دو گلدان بود و در مجموع ۲۷۰ واحد آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. فاکتور اول شامل ۹ پایهٔ رویشی سیب (M9، M26، MM111، M7، Suporter4، Ottawa3، MM106، P22 و پایه بومی (Gami-Almasi) و فاکتور دوم شامل سطوح مختلف بور (۰، ۱، ۱/۵، ۲ و۲/۵ میلی‌گرم در لیتر آب از منبع اسید بوریک) بود. سطوح تیمارهای بور بر اساس اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت جذب بور در خاک و با استفاده از نموگرام هم‌دمایی جذب بور تعیین شد. در پایان دوره آزمایش و سه ماه پس از اعمال تیمارها، شاخص‌های رویشی شامل رشد طولی شاخه‌ها و وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد. همچنین اندازه گیری های بیوشیمیائی مرتبط با مقادیر گلایسین بتائین، محتوای پروتئین، کربوهیدرات محلول و پرولین در آزمایشگاه انجام گرفت.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رشد شاخه‌های فصل جاری در پایه‌های رویشی سیب به سطح بور و نوع پایه بستگی دارد. بیشترین رشد شاخه به پایهٔ رویشی M7 در سطح بور ۱ میلی‌گرم و مقدار ۶۹/۵ سانتی‌متر اختصاص داشت، و کمترین رشد به پایه Suporter4 در سطح بور ۲/۵ میلی‌گرم با ۵۳/۱ سانتی‌متر تعلق داشت. رشد شاخه نشان‌دهندهٔ فعالیت متابولیکی گیاه است و تغییرات کمی و کیفی آن از نخستین نشانه‌های تنش به شمار می‌رود. رشد رویشی شاخه‌ها تا غلظت ۱ میلی‌گرم بور در لیتر آب افزایش یافت، اما با افزایش غلظت بور روند رشد کاهش یافت که با نتایج سایر محققان همخوانی داشت (Wang et al., 2011). نهال‌های دورهٔ نونهالی به دلیل نیاز زیاد به بور برای تقسیم سلولی و تشکیل دیوارهٔ سلولی، به مقادیر کم بور واکنش مثبت نشان دادند. بیشترین وزن تر اندام هوایی در پایه رویشی MM106 در سطح بور ۱ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۶۱۱ گرم و کمترین میزان وزن تر اندام هوایی هم در پایه رویشی Gami-Almasi در سطح بور ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. کاهش وزن تر اندام‌های هوایی می‌تواند به دلیل کاهش سطح برگ و آنهم در نتیجه کاهش تولید برگ‌های جدید، ریزش برگ‌ها و کاهش اندازه تک‌تک برگ‌ها باشد. نتایج تجزیه برگ نشان داد که با افزایش مقدار بور در خاک، میزان بور اندازه‌گیری شده در برگ همه پایه‌های رویشی سیب نسبت به شاهد افزایش یافت (نمودار ۱). میزان تجمع بور در سطح ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر در برگ پایه‌های رویشی M26 و P22 نسبت به شاهد در مقایسه با پایه‌های رویشی دیگر، نزدیک به ۵۰ درصد کمتر بود به‌طوری‌که در سطح بور ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر، مقدار بور در برگ پایه‌های M26 و P22 به ترتیب معادل ۹۱ و ۱۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ بود که با نتایج گزارش‌های قبلی مطابقت داشت (Nable et al., 1997).



نمودار ۱– مقایسه میانگین اثر بور و پایه بر غلظت بور برگ سیب. حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

میزان پرولین اندازه‌گیری شده در برگ همه پایه‌های رویشی افزایش یافت (شکل ۱۰). هرچند روند افزایش میزان پرولین در همه پایه‌های رویشی سیب یکسان نبود. به‌طوری‌که بیشترین میزان تجمع پرولین در پایه رویشی Ottawa3 و سطح بور ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. افزایش پرولین در هنگام مواجه با تنش بور در برگ گلابی (Wang et al., 2011)، پایه‌های رویشی سیب (Molassiotis et al., 2006) و برگ‌های انگور سفید بیدانه (Nezamdoost et al., 2016) گزارش شده است. تجمع پرولین در گیاهان تحت شرایط سمیت بور یک استراتژی برای تحمل است (Karabal et al., 2003; Gunes et al., 2007). نتایج این پژوهش نشان داد که سطوح مختلف بور برخی از شاخص‌های رویشی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را در پایه‌های مختلف رویشی و بومی سیب در واکنش به آن قرار می‌دهد. شاخص‌های رویشی بسته به نوع پایه و سطح بور عکس‌العمل متفاوتی نشان دادند، ولی اغلب شاخص‌های رویشی در سطوح بالاتر بور با کاهش مواجه شدند. با افزایش غلظت بور میزان تجمع بور، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه، میزان محتوای پروتئین محلول و محتوای کلروفیل a، b و کل کاهش یافت. اما سطوح مختلف تیمار بور محتوای گلایسین بتائین و پرولین را در پایه‌های مختلف افزایش داد. ارزیابی کلی پایه‌های رویشی در پاسخ به سطوح مختلف بور نشان داد که پایه‌های M26 و P22 نسبت به پایه‌های دیگر از لحاظ تحمل به سمیت بور برتر بودند و می‌توان از آنها در برنامه توسعه کشت در مناطقی با میزان بور بیش از ۲ میلی‌گرم در لیتر استفاده نمود.

منابع

Gunes, A., Soylemezoglu, G., Inal, A., Bagci, E. G., Coban, S. and Sahin, O. 2006. Antioxidant and stomatal responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity. Science Horticulture, 110: 279–284.

Karabal, E., Yücel, M. and Öktem, H. A. 2003. Antioxidant responses of tolerant and sensitive barley cultivars to boron toxicity. Plant Science, 164(6): 925–933.

Majidi, A. and Malakouti, M. J. 2008. Boron toxicity in Urmia Lake around orchards. Sana Publication. [In Persian].

Molassiotis, A., Sotiropolos, T., Tanou, G., Diamanitidis, G. and Therios, I. 2006. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM 9 (Malus domestica Borkh.). Environmental and Experimental Botany, 56: 54–62.

Nable, R. O., Banuelos, G. S. and Paull, G. 1997. Boron toxicity. Plant and Soil, 193: 181–198.

Nezamdoost, S., Farrokhzad, A. and Rasouli-Sadaghiani, M. H. 2017. Effect of potassium silicate on reduction of boron accumulation and oxidative damages in grape (Vitis vinifera cv. Bidaneh Sefid) under boron toxicity stress. Iranian Journal of Horticultural Science, 48(2): 391–401. [In Persian].

Saleem, M., Yusop, M. K., Ishak, F., Samsuri, A. W. and Hafeez, B. 2011. Boron fertilizers borax and colemanite application on rice and their residual effect on the following crop cycle. Soil Science and Plant Nutrition, 57(3): 403–410.

Tanaka, M. and Fujiwara, T. 2008. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. Pflügers Archiv-European Journal of Physiology, 456(4): 671–677.

Tariq, M. and Mott, C. J. B. 2007. The significance of boron in plant nutrition and environment—A review. Journal of Agronomy, 6(1): 1–10.

Wang, J. Z., Tao, S. T., Qi, K. J., Wu, J., Wu, H. Q. and Zhang, S. L. 2011. Changes in photosynthetic properties and antioxidative system of pear leaves to boron toxicity. African Journal of Biotechnology, 10(85): 19693–19700.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of physiological and biochemical responses of apple (*Malus domestica* Borkh) rootstocks to different levels of boron in irrigation

Ghasem hassani[1*], Aziz majidii[1], Jamal Ahmadali[1] and Mashhid henare [1]
1. West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran
[*]Corresponding Author:gh. hasani91@gmail.com

Abstract

This research was conducted at the West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center from 2019 to 2021. In this experiment, different apple rootstocks including MM106, M26, Ottawa3, Suporter4, M9, M7, P22, MM111 and the local rootstock Gami-Almasi were subjected to different levels of boron stress (0, 1, 1.5, 2 and 2.5 mg/L) and three months after the treatments, various morphological and phytochemical characteristics of the rootstocks were evaluated. In this experiment, boric acid was used as a source of boron stress. The results of analysis of variance showed that the rootstock treatment, boron level and the interaction of the rootstock and boron level had a significant effect on the fresh and dry weight of shoots and roots. The results of comparing the average of different boron levels on the rootstocks showed that the highest fresh weight of shoots was observed in the MM106 rootstock at a boron level of 1 mg/L with an average of 611 g and the lowest fresh weight of shoots was observed in the Gami-Almasi rootstock at a boron level of 2.5 mg/L. The results of comparing the average dry weight of shoots showed that the Gami-Almasi and Ottawa3 rootstocks had the lowest dry weight of shoots at a boron level of 2.5 mg/L. The highest dry weight of shoots was obtained in the MM106 rootstock with 318 g at a boron level of 1 mg/L. According to the results of analysis of variance of the data, boron treatment had a significant effect on the amount of soluble protein and soluble carbohydrate. Based on the results of comparison of the averages, with increasing boron level, the amount of soluble protein in the leaves decreased. Accordingly, the lowest amount of soluble protein in leaves was observed at a boron level of 2.5 mg/L and the highest in the control treatment. In this study, with increasing boron concentration, the amount of soluble carbohydrates initially increased up to a concentration of 1 mg/L and then decreased at higher concentrations, but this decrease was not significant between concentrations of 1.5, 2, and 2.5 mg/L. According to the results of analysis of variance, the interaction effect of rootstock and boron on glycine betaine content was significant. The results showed that the amount of glycine betaine increased slightly up to a level of 1 mg/L, but at higher levels, the increase in glycine betaine was more pronounced. The highest amount of glycine betaine was obtained in rootstock MM106 at a boron level of 2.5 mg/L. According to the mean comparison graph, with increasing boron concentration, the amount of proline increased in all rootstocks. However, the increase in proline content was not the same in all apple rootstocks. The highest proline accumulation was observed in Ottawa3 rootstock at a boron level of 2.5 mg/L. The results of this study showed that different levels of boron affect the vegetative, physiological, and biochemical indices of different apple rootstocks, which varies depending on the rootstock type and boron level. Overall evaluation of rootstocks in response to different boron levels showed that M26 and P22 rootstocks were superior to other rootstocks in terms of boron toxicity tolerance. Therefore, they can be used in cultivation programs in areas with boron levels greater than 2 mg/L.

Key words: Abiotic stress, Boron toxicity, Glycine betaine, and Proline.

تأثیر کاربرد نانوسیلیکون و شوری بر ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa* Wild.)

رویا کرمیان[1*] و سعید ناروئی‌زاد[1]
۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان،ایران
*نویسنده مسئول: karamian.roya@gmail.com

چکیده

شوری خاک یک تنش غیرزیستی مهم برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک است که به شدت جوانه زنی بذر، رشد و نمو گیاهان و بهره وری محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کینوا یک گیاه هالوفیت اختیاری، علفی، یک‌ساله و پهن‌برگ متعلق به تیره تاج‌خروسیان است که خاستگاه آن منطقه آند آمریکای جنوبی است. به منظور بررسی اثرات تنش شوری و نانوذرات سیلیکون بر ژنوتیپ منتخب کینوا، پژوهش بصورت گلدانی (با خاک لوم شنی) در گلخانه تحقیقاتی گروه زیست‌شناسی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح شوری (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار *NaCl*) و سه سطح نانوذره سیلیکون (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار به اجرا در آمد. کمترین تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات محتوای فنل کل، فلاونوئید و آنتوسیانین در تیمار شاهد ارزیابی شد، همچنین بیشترین تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات محتوایی فنل کل، فلاونوئید و آنتوسیانین مربوط به سطح شوری ۴۰۰ میلی‌مولار و تیمار نانو ذره سیلیکون ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که به ترتیب باعث افزایش ۲۱، ۴۸ و ۳۷ درصدی نسبت به شاهد شد. تیمار شوری در سطح ۴۰۰ میلی‌مولار میزان فنل کل، فلاونوئید و آنتوسیانین را به ترتیب ۱۸، ۴۱ و ۳۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. محلول‌پاشی نانو ذرات سیلیکون باعث بهبود قابل توجه کیفیت گیاه کینوا شد که بخشی از این تأثیر به صورت مستقیم و بخشی دیگر به صورت غیرمستقیم از طریق تأثیر بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ کینوا بود، با افزایش تنش شوری روند افزایشی در ترکیبات فنلی مشاهده شدکه مقاومت گیاه نسبت به تنش شوری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، ترکیبات فنلی، شوری و نانو ذرات.

مقدمه

شوری خاک یک تنش غیرزیستی مهم برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک است که به شدت جوانه زنی بذر، رشد و نمو گیاهان و بهره وری محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). شوری یک محدودیت عمده برای کاهش بهره‌وری کشاورزی در نقاط مختلف جهان است. تخمین زده شده است که شوری حداقل ۳۳ درصد از اراضی قابل کشت در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه فعالیت‌های طبیعی یا انسانی (تخلیه نمک، آبیاری با آب شور، نفوذ آب دریا در مناطق ساحلی و غیره) انتظار می‌رود زمین‌های بیشتری دچار این معضل شوند (۶). امروزه مشکل شوری، توجه را به سمت کشت گیاهان متحمل به نمک مانند کینوا جلب کرده است. کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) یک گیاه هالوفیت اختیاری، علفی، یکساله و پهن‌برگ متعلق به تیره تاج‌خروسیان (*Amaranthaceae*) است که خاستگاه آن منطقه آند آمریکای جنوبی است. کینوا ارزش غذایی و بویژه محتوای پروتئینی بالایی دارد و در شرایطی که اراضی دارای حاصلخیزی کم و یا دارای محدودیت هستند، به خوبی قابل کشت است و محصول مناسبی تولید می‌کند. تاکنون بیش از ۱۶۴۰۰ نوع کینوا و خویشاوندان وحشی آن در ۵۹ بانک ژن در ۳۰ کشور حفظ شده است (۸). کینوا در شرایط بسیار شور می‌تواند رشد کند و در گروه گیاهان متحمل به تنش شوری دسته‌بندی می‌شود (۳). این گیاه مکانیسم‌های مختلفی برای مقابله با تنش شوری دارد و یکی از آن‌ها تغییر در توزیع یون و دفع نمک از طریق کیسه‌های نمک در روی سطح و زیر برگ‌ها و خوشه است که باعث دفع نمک جذب شده اضافی می‌شود. ارقام کینوا از نظر بلوغ، حساسیت دوره نوری، تولید محصول و تحمل به شوری متفاوت هستند (۴). سیلیکون بعنوان یک ریزمغذی ضروری، تحمل نمک را در انواع گونه‌های گیاهی بهبود می‌بخشد. گزارش‌های فراوانی از اثرات مثبت نانوذرات سیلیکون در حفظ ساختار و وضعیت

رشدی گیاهان و نیز فعال نمودن مکانیسم‌های دفاعی آن‌ها در حضور یون‌های شور و مضر خاک وجود دارد (۱). در سال‌های اخیر زمین‌های کشاورزی ایران دچار تنش شوری و کم آبی شده است مطالعه بر روی گیاه کینوا که گیاه مقاوم به شوری است و بهبود کیفیت کشت آن می‌تواند، منجر به حفظ زمین‌های کشاورزی و بهبود اقتصاد کشور گردد. لذا در پژوهش حاضر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی برگ کینوا رقم Q12 به محلول‌پاشی نانو ذرات سیلیکون مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تنش شوری و نانوذرات سیلیکون بر ژنوتیپ منتخب کینوا (رقم Q12)، پژوهش بصورت گلدانی (با خاک لوم شنی) در گلخانه تحقیقاتی گروه زیست‌شناسی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح شوری (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار NaCl) و سه سطح نانوذره سیلیکون (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار به اجرا در آمد. برای سنجش ترکیبات فنلی از روش plessi و همکاران (2007) استفاده شد. در این روش ۰/۱ گرم از بخش هوایی گیاه را در ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد ساییده و به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت در تاریکی نگهداری شد. سپس به مدت ۵ دقیقه در 4000 دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و به ۰/۵ میلی لیتر محلول رویی ۰/۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه کرده و با آب مقطر حجم محلول به ۲/۵ میلی لیتر رسانده شد. سپس ۰/۲۵ میلی لیتر معرف فولین ۵۰ درصد و ۰/۵ میلی لیتر کربنات سدیم ۵ درصد به آن اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۱ ساعت در تاریکی نگهداری شد و سپس جذب هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر خوانده شد .برای اندازه گیری فلاونوئیدها به روش اسپکتروفتومتری از روش Krizek و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد. ۰/۱ گرم از بافت برگی در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر اتانول اسیدی (الکل اتیلیک و اسید استیک گلایسال به نسبت حجمی ۱:۹۹) ساییده و به مدت ۵ دقیقه با ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. عصاره‌ی حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت شد. محتوای فلاونوئید کل با استفاده از منحنی استاندارد کوئرستین محاسبه و برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر بیان گردید .جهت اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین کل از روش Wagner (۱۹۷۹) استفاده شد. ۰/۱ گرم از بافت برگی را در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر متانول اسیدی (متانول خالص) و کلریدریک اسید خالص کاملا سائیده و عصاره حاصل در لوله‌های آزمایش سرپیچ‌دار ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس به مدت 10 دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. محتوای آنتوسیانین کل مطابق فرمول زیر و با استفاده از ضریب خاموشی آن معادل ۳۳۰۰۰mM-1 cm-1 محاسبه و برحسب میکرومول بر گرم وزن‌تر گزارش گردید.

$$A= \varepsilon BC$$

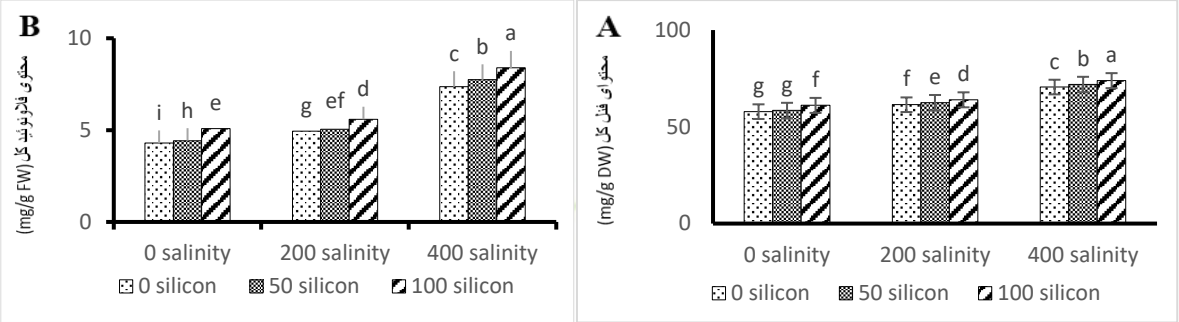
تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (v.25) و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

فنل: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف شوری و نانوذره سیلیکون تأثیر معنی‌داری بر محتوای فنل‌کل داشت (شکل ۱). ارزیابی محتوای فنل‌کل تحت تیمار شوری نشان داد که با افزایش سطح شوری میزان محتوای فنل کل افزایش یافت کمترین محتوای فنل‌کل در گیاهان شاهد بود و بیشترین آن در سطح شوری ۴۰۰ میلی‌مولار و تیمار نانو ذره ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که باعث افزایش ۲۱ درصدی میزان فنل کل نسبت به شاهد در سطح معنی‌دار ۵ درصد شد. در گیاهان بدون اعمال نانوذره در سطوح مختلف شوری، با افزایش سطح شوری محتوای فنل کل به ترتیب ۵ و ۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. محلول‌پاشی نانو ذره سیلیکون بر رقم *Q12* کینوا در پژوهش حاضر نشان دهنده افزایش مقاومت گیاه نسبت به تنش شوری بود. افزایش فنل کل تحت تأثیر نانو ذره سیلیکون و تنش شوری در پژوهش الیویرا و همکاران (Oliveira et al., 2020) نیز مشاهده شد که نتایج پژوهش حاضر را تائید می‌کند (۵).

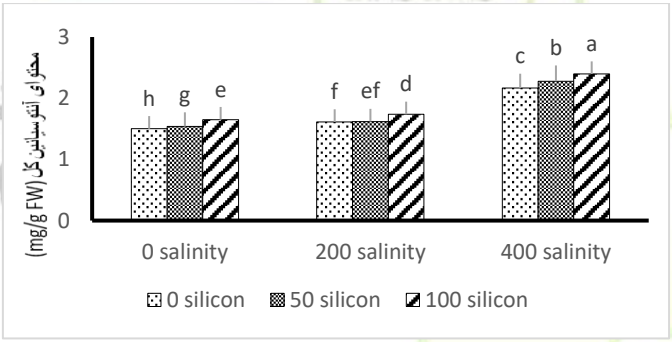
فلاونوئید: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف شوری و نانوذره سیلیکون تأثیر معنی‌داری بر محتوای فلاونوئید داشتند (شکل ۲). ارزیابی محتوای فلاونوئید در سطوح مختلف شوری به تنهایی، نشان داد که با افزایش سطح شوری محتوای

فلاونوئید افزایش یافت. کمترین محتوای فلاونوئید مربوط به سطح صفر شوری و بیشترین محتوای فلاونوئید مربوط به سطح شوری ۴۰۰ میلی‌مولار و تیمار نانو ذره ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. تیمار نانوذره سیلیکون در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش۱۵ درصدی میزان فلاونوئید نسبت به شاهد در سطح معنی‌دار ۵ درصد شد. در گیاهان بدون اعمال نانوذره در سطوح مختلف شوری، با افزایش سطح شوری محتوای فلاونوئید کل افزایش به ترتیب ۱۳ و ۴۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت در پژوهش حاضر، تأثیر برهمکنش شوری و نانو ذره سیلیکون باعث افزایش محتوای غلظت فلاونوئید برگ گیاه کینوا شد که با نتایج اولا و همکاران (Ullah et al., 2025) هماهنگ هست (۷).



شکل ۱ و۲ – تأثیر غلظت‌های مختلف شوری و نانو ذره سیلیکون بر A: محتوای فنل B: فلاونوئید گیاه میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

آنتوسیانین: در میان سطوح مختلف شوری، بیشترین محتوای آنتوسیانین کل مربوط به سطح شوری ۴۰۰ میلی‌مولار بود. اعمال نانوذره سیلیکون به تنهایی، باعث افزایش محتوای آنتوسیانین کل در گیاهان شد. کمترین محتوای آنتوسیانین در گیاهان شاهد بود و بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به سطح شوری ۴۰۰ میلی‌مولار و تیمار نانو ذره ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که باعث افزایش ۳۷ درصدی میزان آنتوسانین نسبت به شاهد شد. تأثیر برهمکنش شوری و نانو ذره سیلیکون باعث افزایش محتوای غلظت آنتوسیانین برگ گیاه کینوا شد که با نتایج اولا و همکاران (Ullah et al., 2025) هماهنگ هست (۷).



شکل ۳– تأثیر غلظت‌های مختلف شوری و نانو ذره سیلیکون بر میزان محتوای آنتوسیانین گیاه میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزایش سطوح شوری سبب افزایش محتوای فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل گیاه کینوا شد، محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون میزان فنل و فلاونوئید و میزان آنتوسیانین را افزایش داد. با افزایش تنش شوری روند افزایشی در ترکیبات فنلی مشاهده می‌شود که باعث افزایش مقاومت گیاه نسبت به تنش شوری می‌شود.

منابع

Badawy, S. A., Zayed, B. A., Bassiouni, S. M., Mahdi, A. H., Majrashi, A., Ali, E. F. and Seleiman, M. F. 2021. Influence of nano silicon and nano selenium on root characters, growth, ion selectivity, yield, and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) under salinity conditions. Plants, 10(8): 1657–1664.

Ben Gaied, R., Brígido, C., Sbissi, I. and Tarhouni, M. 2024. Sustainable strategy to boost legumes growth under salinity and drought stress in semi-arid and arid regions. Soil Systems, 8(3): 84.

Chaganti, V. N. and Ganjegunte, G. K. 2024. Quinoa growth and yield performance under salinity stress in arid West Texas. Agrosystems, Geosciences & Environment, 7(2): e20493.

Mohammadi, H., Rahimpour, B., Pirasteh-Anosheh, H. and Race, M. 2022. Salicylic acid manipulates ion accumulation and distribution in favor of salinity tolerance in *Chenopodium quinoa*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(3): 1576–1586.

Oliveira, D. M., Mota, T. R., Salatta, F. V., Sinzker, R. C., Končitíková, R., Kopečný, D. and Dos Santos, W. D. 2020. Cell wall remodeling under salt stress: Insights into changes in polysaccharides, feruloylation, lignification, and phenolic metabolism in maize. Plant, Cell & Environment, 43(9): 2172–2191.

Shi, P. and Gu, M. 2020. Transcriptome analysis and differential gene expression profiling of two contrasting quinoa genotypes in response to salt stress. BMC Plant Biology, 20(1): 1–15.

Ullah, M. S., Mahmood, A., Alawadi, H. F. N., Seleiman, M. F., Khan, B. A., Javaid, M. M. and Wasonga, D. O. 2025. Silicon-mediated modulation of maize growth, metabolic responses, and antioxidant mechanisms under saline conditions. BMC Plant Biology, 25(1): 3.

Yasui, Y., Hirakawa, H., Oikawa, T., Toyoshima, M., Matsuzaki, C. and Ueno, M. 2016. Draft genome sequence of an inbred line of *Chenopodium quinoa*, an allotetraploid crop with great environmental adaptability and outstanding nutritional properties. DNA Research, 23(6): 535–546.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of nanosilicon application and salinity on phytochemical compounds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild)

Roya Karamian[1*] and Saeid Narouizad[1]
1.Department of Biology, Faculty of Science, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
[*]*Corresponding Author: karamian.roya@gmail.com*

Abstract

Soil salinity is an important abiotic stress for agriculture in arid and semi-arid regions that severely affects seed germination, plant growth and development, and crop productivity. Quinoa is a facultative halophyte, herbaceous, annual, broadleaf plant belonging to the family *Apiaceae*, native to the Andes region of South America. In order to investigate the effects of salinity stress and silicon nanoparticles on selected quinoa genotypes, a potted experiment (with sandy loam soil) was conducted in the research greenhouse of the Biology Department. The experimental treatments included three levels of salinity (0, 200, and 400 mM NaCl) and three levels of silicon nanoparticles (0, 50, and 100 mg/L). The experiment was carried out as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. The least effect of experimental treatments on total phenolic, flavonoid and anthocyanin content traits was evaluated in the control treatment., Also, the greatest effect of the experimental treatments on the total phenolic, flavonoid, and anthocyanin content traits was related to the 400 mM salinity level and the 100 mg/L silicon nanoparticle treatment, which caused an increase of 21, 48, and 37 percent compared to the control, respectively. Salinity treatment at 400 mM increased the total phenolic, flavonoid and anthocyanin content by 18, 41 and 30%, respectively, compared to the control. Foliar application of silicon nanoparticles significantly improved the quality of quinoa plants, some of which were direct and some were indirect through their effects on the physiological characteristics of quinoa leaves. With increasing salinity stress, an increasing trend in phenolic compounds was observed, which increased the plant's resistance to salinity stress.

Keywords: Anthocyanin, Nanoparticles, Phenolic Compounds, Salinity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول‌پاشی کود سیلیکات پتاسیم بر صفات کمّی و کیفی میوه آلو (*Prunus domestica* L.)

خورشید فتاحی[۱]، بهاره کاشفی[۱*] و زرین تاج علیپور[۱]
۱- گروه علوم ومهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران
* نویسنده مسئول: *bahareh.kashefi@gmail.com*

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی کود سیلیکات پتاسیم بر صفات کمّی و کیفی میوه آلو (Prunus domestica L.) در منطقه روانه چاشم، استان سمنان، در سال ۱۴۰۰-۱۴۰۱ انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو سطح غلظت کود سیلیکات پتاسیم (۱ و ۲ در هزار) و یک تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) و سه تکرار در باغی در منطقه روانه چاشم انجام گرفت. محلول‌پاشی در سه مرحله حیاتی رشد درخت شامل پس از باز شدن جوانه‌های برگی، پس از ریزش گل‌ها و در مرحله رشد میوه انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل وزن، طول و قطر میوه، سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون بود. نتایج نشان داد که استفاده از کود سیلیکات پتاسیم تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن، قطر و سفتی میوه داشت. غلظت ۲ در هزار نسبت به ۱ در هزار در اکثر صفات عملکرد بهتری نشان داد. اسیدیته قابل تیتراسیون تحت تأثیر کود سیلیکات پتاسیم کاهش یافت که نشان‌دهنده بهبود کیفیت طعمی میوه است. بر این اساس، محلول‌پاشی کود سیلیکات پتاسیم در غلظت ۲ در هزار روشی مؤثر برای بهبود کیفیت و کمیت میوه آلو محسوب می‌شود.

کلمات کلیدی: آلو، اسیدیته، تغذیه محلول، کیفیت میوه و عملکرد.

مقدمه

آلو (*Prunus domestica* L.) یکی از مهم‌ترین میوه‌های هسته‌دار در ایران است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و تنوع ارقام، نقش مهمی در باغ‌های میوه‌ای دارد. کیفیت میوه آلو تحت تأثیر عوامل محیطی و مدیریت تغذیه‌ای قرار دارد. صفاتی مانند وزن، قطر، سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت و ارزش بازاری میوه هستند. پتاسیم به عنوان یکی از عناصر غذایی ضروری، نقش بسزایی در تنظیم فشار اسمزی، فتوسنتز، انتقال قندها و بهبود کیفیت میوه دارد (کافی و همکاران، ۱۳۹۷). سیلیکات پتاسیم علاوه بر تأمین پتاسیم، سیلیسیم را نیز به گیاه می‌رساند که در تقویت دیواره سلولی، افزایش مقاومت به تنش‌ها و بهبود سفتی میوه نقش دارد (Laghari et al., 1999). مطالعات نشان داده‌اند که محلول‌پاشی کودهای پتاسیم در مراحل حساس رشد میوه می‌تواند به‌طور مؤثری بر کمیت و کیفیت محصول تأثیر بگذارد (Abdel-Aziz et al., 2021).

در سال‌های اخیر، تحقیقاتی در مورد تأثیر کودهای پتاسیمی بر میوه‌های هسته‌دار انجام شده است. به عنوان مثال، سامه و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم، سفتی بافت، وزن و اندازه میوه زردآلو را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. همچنین، عبدالعزیز و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که ترکیب سیلیکات پتاسیم و کلسیم کلات، وزن میوه هلو و محتوای ویتامین ث را افزایش می‌دهد. این یافته‌ها اهمیت استفاده از کود سیلیکات پتاسیم را در مدیریت تغذیه‌ای باغ‌های میوه برجسته می‌کند. تحقیقات متعددی در مورد تأثیر کود سیلیکات پتاسیم بر کیفیت میوه انجام شده است. عبدالعزیز و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای بر روی میوه هلو، نشان دادند که محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم به همراه کلسیم کلات، وزن میوه، مواد جامد محلول (TSS) و سفتی بافت را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. این یافته با نتایج حاضر که سیلیکات پتاسیم تأثیر بهتری در افزایش قطر و سفتی میوه داشت، همخوانی دارد. سامه و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای بر روی زردآلو، نشان دادند که محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم به‌تنهایی یا به‌صورت مخلوط با نیترات پتاسیم، سبب افزایش عملکرد، بهبود رنگ میوه و افزایش سفتی بافت شد. این محققین علت این موضوع را به افزایش ضخامت دیواره سلولی و پارانشیم ناشی از استفاده از کود سیلیکات پتاسیم نسبت دادند. این یافته با نتایج حاضر که سیلیکات پتاسیم سفتی بافت میوه را افزایش داد، همسو است. توافقی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای بر روی سیب، نشان دادند که محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم در مقایسه با سولفات پتاسیم، سفتی بافت میوه را بیشتر

افزایش می‌دهد. این مطالعه اهمیت اثر دوگانه سیلیسیم و پتاسیم در بهبود کیفیت میوه را نشان می‌دهد. حسینی و همکاران (۱۴۰۲) در تحقیقی بر روی آلو، گزارش کردند که ترکیب سیلیکات پتاسیم و کودهای آلی، عملکرد و کیفیت میوه را به‌طور همزمان بهبود می‌بخشد. این مطالعه اهمیت استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و آلی را در بهبود کیفیت میوه نشان می‌دهد. سجیدی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای بر روی گلابی، اثر غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم را بررسی کردند و گزارش کردند که غلظت ۳ درصد این کود، اسیدیته قابل تیتراسیون را کاهش داده و کیفیت طعمی میوه را بهبود می‌بخشد. این نتیجه با یافته‌های حاضر که کاهش اسیدیته در تیمارهای سیلیکات پتاسیم مشاهده شد، مطابقت دارد. بطور کلی، مطالعات اخیر نشان می‌دهند که سیلیکات پتاسیم به دلیل اثر دوگانه پتاسیم و سیلیسیم، عملکرد بهتری در بهبود کیفیت میوه نسبت به سایر ترکیبات پتاسیمی دارد. در این راستا، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی کود سیلیکات پتاسیم بر صفات کمّی و کیفی میوه آلو (وزن، طول، قطر، سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون) در منطقه روانه چاشم انجام شد. نتایج این پژوهش می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای بهینه‌سازی برنامه‌های تغذیه‌ای در باغ‌های آلو و بهبود کیفیت محصول مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار (شاهد، سیلیکات پتاسیم ۱ در هزار، سیلیکات پتاسیم ۲ در هزار) و سه تکرار در یک باغ آلو ۵ ساله در منطقه روانه چاشم (مهدیشهر، استان سمنان) انجام شد. محلول‌پاشی با استفاده از پاشش دستی و در ساعات غیرگرمسیر روز (صبح زود) در سه مرحله حیاتی انجام شد: پس از باز شدن جوانه‌های برگی، پس از ریزش گل‌ها و در مرحله رشد میوه. کود سیلیکات پتاسیم از شرکت سروستان پاک ایرانیان تهیه شد. نمونه‌برداری از میوه‌ها در زمان برداشت به‌صورت تصادفی از تمام جهات درخت انجام شد و به‌سرعت به آزمایشگاه منتقل شد. صفات مورد ارزیابی شامل وزن میوه (با ترازوی دیجیتال دقت ۰.۰۱ گرم)، طول و قطر میوه (با کولیس دیجیتال)، سفتی بافت میوه (با دستگاه پنترومتر و مجهز به مغزی ۱۱.۱ میلی‌متری بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) بود. برای اندازه‌گیری TA، از روش تیتراسیون استفاده شد. به این صورت که ۱۰ سی‌سی عصاره میوه با ۲۰ سی‌سی آب مقطر رقیق شد، دو تا سه قطره شناساگر فنل‌فتالئین افزوده شد و سپس با محلول هیدروکسید سدیم ۰.۱ نرمال تا رسیدن به pH 8.1 تیتر شد. اسیدیته بر حسب درصد اسید مالیک محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محلول‌پاشی کود سیلیکات پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر اکثر صفات کمّی و کیفی میوه آلو داشت. بیشترین وزن میوه (۹۵.۱۵ گرم) مربوط به تیمار سیلیکات پتاسیم در غلظت ۲ در هزار بود که به‌طور معنی‌داری از تیمار شاهد (۵۹.۵۵ گرم) بیشتر بود. تیمار سیلیکات پتاسیم ۱ در هزار نیز وزن بالایی (۹۲.۱۵ گرم) داشت که با تیمار ۲ در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمارها تأثیر معنی‌داری بر طول میوه نداشتند، اما بر قطر میوه تأثیر بسزایی گذاشتند. بیشترین قطر میوه (۲.۷۰۳ سانتی‌متر) در تیمار سیلیکات پتاسیم ۱ در هزار مشاهده شد که با تیمار ۲ در هزار (۲.۶۵۲ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت و هر دو به‌طور معنی‌داری از تیمار شاهد (۲.۲۸۰ سانتی‌متر) بیشتر بودند. سفتی بافت میوه نیز تحت تأثیر معنی‌داری قرار گرفت؛ تیمار سیلیکات پتاسیم ۲ در هزار بیشترین سفتی (۱.۷۵۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) را داشت که به‌طور معنی‌داری از تیمار ۱ در هزار (۱.۶۳۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و به‌ویژه از تیمار شاهد (۱.۱۸۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بیشتر بود. اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) نیز کاهش معنی‌داری نشان داد؛ کمترین مقدار اسیدیته (۵.۱۴۷) در تیمار سیلیکات پتاسیم ۲ در هزار مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری از تیمار شاهد (۵.۹۹۳) کمتر بود. تیمار ۱ در هزار نیز اسیدیته کمتری (۵.۵۱۰) نسبت به شاهد داشت. بر اساس این یافته‌ها، کاربرد کود سیلیکات پتاسیم به‌ویژه در غلظت ۲ در هزار، منجر به بهبود چشمگیر وزن، قطر، سفتی و طعم میوه آلو شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که محلول‌پاشی کود سیلیکات پتاسیم روشی مؤثر برای بهبود کیفیت و کمیت میوه آلو است. افزایش وزن میوه در تیمارهای حاوی سیلیکات پتاسیم احتمالاً ناشی از نقش پتاسیم در تقویت فرآیند فتوسنتز و انتقال مواد قندی از برگ به میوه است. پتاسیم به عنوان یک عامل کلیدی در تنظیم فشار اسمزی و بازهای روزنه‌ای عمل می‌کند که این امر منجر به جذب بیشتر دی‌اکسید کربن و در نتیجه افزایش تولید کربوهیدرات‌ها می‌شود. این مکانیسم‌های فیزیولوژیکی توضیح می‌دهند که چرا تیمارهای حاوی سیلیکات پتاسیم عملکرد بهتری در افزایش وزن میوه نسبت به شاهد داشته‌اند. این یافته با نتایج جواندها و همکاران

(۲۰۱۷) که گزارش کردند نیترات پتاسیم وزن میوه آلو را افزایش می‌دهد، همخوانی دارد. افزایش قطر میوه نیز با یافته‌های سامه و همکاران (۲۰۲۱) که نشان دادند سیلیکات پتاسیم قطر میوه زردآلو را افزایش می‌دهد، مطابقت دارد. این افزایش قطر می‌تواند به دلیل تأثیر سیلیسیم در تقویت دیواره سلولی و افزایش حجم سلول‌های میوه باشد. سفتی بافت میوه که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی و ماندگاری میوه است، در تیمار سیلیکات پتاسیم ۲ در هزار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این افزایش احتمالاً به دلیل نقش سیلیسیم در تقویت دیواره سلولی و تشکیل سیلیسیم دی‌اکسید در بافت‌های گیاهی است که باعث مقاومت بیشتر سلول‌ها در برابر فشار و کاهش نرمی می‌شود. این یافته با نتایج توافقی و همکاران (۱۴۰۰) که سیلیکات پتاسیم را موثرتر از سولفات پتاسیم در افزایش سفتی میوه سیب دانستند، همسو است. کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمارهای سیلیکات پتاسیم نشان‌دهنده بهبود کیفیت طعمی میوه است. این کاهش احتمالاً به دلیل افزایش مواد جامد محلول (TSS) و تسریع در رسیدن میوه ناشی از جذب پتاسیم است. سجیدی و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی کودهای پتاسیمی، اسیدیته قابل تیتراسیون را کاهش داده و کیفیت طعمی میوه گلابی را بهبود می‌بخشد. به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که سیلیکات پتاسیم با اثر دوگانه پتاسیم و سیلیسیم، می‌تواند به عنوان یک تیمار تغذیه‌ای مؤثر برای بهبود صفات کمّی و کیفی میوه آلو مورد استفاده قرار گیرد و غلظت ۲ در هزار به عنوان سطح بهینه توصیه می‌شود.

منابع

توافقی، م.، احمدی، ف. و رحمانی، ک. ۱۴۰۰. اثر محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم بر کیفیت میوه سیب. مجله تحقیقات علوم باغبانی، ۱۵(۱): ۲۳–۳۵.

حسینی، ع.، محمدی، س. و رضایی، م. ۱۴۰۲. بررسی اثر ترکیب سیلیکات پتاسیم و کودهای آلی بر عملکرد و کیفیت میوه آلو. نشریه علوم کشاورزی ایران، ۱۸(۲): ۷۷–۸۸.

کافی، م.، نادری، ع. و سهرابی، پ. ۱۳۹۷. نقش پتاسیم در بهبود کیفیت میوه. مجله علوم باغبانی ایران، ۱۲(۳): ۴۵–۵۶.

Abdel-Aziz, M., El-Sayed, A. and Hassan, S. 2021. Effect of potassium silicate and calcium chelate on peach fruit quality. Scientia Horticulturae, 276: 109–120.

Javondha, R., Karami, E. and Amini, M. 2017. Effects of potassium nitrate on plum yield and quality. Journal of Horticultural Science, 32(2): 105–112.

Laghari, A. H., Memon, N. and Jamali, H. 1999. The role of potassium silicate in plant growth and quality improvement. Journal of Plant Nutrition, 22(4): 489–499.

Sajidi, M., Kiani, A. and Rahimi, F. 2022. Influence of potassium nitrate concentrations on pear fruit quality. Acta Horticulturae, 1350: 201–208.

Sameh, M., El-Mahdy, M. and Farouk, S. 2021. Foliar spray of potassium silicate enhances apricot fruit quality. Horticultural Plant Journal, 7(3): 143–150.

Effect of Foliar Application of Potassium Silicate on Quantitative and Qualitative Characteristics of Plum (Prunus domestica L.)

Khorshid Fattahi [1], Bahareh Kashefi[1*] and Zarrin Taj Alipour[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran
Corresponding Author: bahareh.kashefi@gmail.com

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of foliar application of potassium silicate on the quantitative and qualitative characteristics of plum fruit (Prunus domestica L.) in the Chashem region, Semnan Province, in 2021-2022. The experiment was carried out in a randomized complete block design with two concentration levels of potassium silicate (1 and 2 g/L), a control treatment, and three replications in a plum orchard located in Ravaneh Chashm, Iran. Foliar spraying was performed at three critical growth stages: after leaf bud break, post-flowering, and during fruit development. Traits evaluated included fruit weight, length, diameter, firmness, and titratable acidity. Results indicated that potassium silicate significantly improved fruit weight, diameter, and firmness compared to the control. The 2 g/L concentration was more effective than 1 g/L across most traits. Titratable acidity was significantly reduced in potassium silicate treatments, indicating improved fruit taste quality. Therefore, foliar application of potassium silicate at 2 g/L is recommended as an effective strategy for enhancing plum fruit quality and yield.

Keywords: Acidity, Fruit quality, Plum, Productivity, and Solution Nutrition.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر درختان نارنگی پیج در ایستگاه کترا

رضا فیفائی[1*] و یحیی تاجو[1]

۱ - پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

*نویسنده مسئول: *rezafifaei@yahoo,com*

چکیده

این پژوهش بمنظور بررسی محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر خصوصیات کمی و کیفی میوه و تحمل به خشکی در ایستگاه روی درختان نارنگی پیج انجام شد. ترکیب پاکلوبوترازول در چهار غلظت ۰ (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام روی تاج درختان بارور ۳۵ ساله نارنگی پیج روی پایه پونسیروس محلول‌پاشی شد. در مرحله اوج تنش خشکی و زمان ظهور علائم در درختان شاهد، اقدام به نمونه‌برداری و ارزیابی صفاتی از قبیل شاخص پایداری غشاء، محتوی کلروفیل، رنگ، وزن‌تر و خشک برگ، محتوی نسبی آب برگ و همچنین ترکیدگی، وزن، ضخامت پوست، محتوی آب، عملکرد و میزان قند میوه شد. نتایج تحقیق نشان داد محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول موجب پژمردگی بیش‌تر برگ‌ها و کاهش تحمل به خشکی در درختان نارنگی پیج کترا شده است. همچنین محلول‌پاشی این درختان در غلظت‌های بالای ۱۰ پی‌پی‌ام، شرایط بهتری را از نظر عصاره، وزن، حجم و عرض یک و دو میوه در آن‌ها ایجاد نمود. محلول پاشی با غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول باعث افزایش پتاسیم برگ‌ها شد که در مقایسه با سایر غلظت‌ها، تفاوت معنی‌داری داشت. بطور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول علیرغم اینکه روی برخی صفات میوه و دانهال‌های مورد آزمایش اثر مثبتی داشته است لیکن تأثیر چندانی بر تحمل به خشکی در آن‌ها ایجاد نکرد و روش استفاده پاکلوبوترازول بصورت محلول‌پاشی، کارایی چندانی بر درختان تحت آزمایش نداشت.

واژه‌های کلیدی : پاکلوبوترازول، خشکی، عملکرد و کیفیت میوه.

مقدمه

مرکبات جزو سه محصول مهم درختی مثمر کشور محسوب شده که ۳۰۰۷۴۱ هکتار از سطح باغ‌های کشور، زیر کشت این محصول است. با توجه به موارد مذکور، این نکته نیز حایز اهمیت است که صنعت مرکبات‌کاری کشور از نظر اقتصادی و میزان تولید محصول، دارای پتانسیل شناخته شده‌ای بوده که این ظرفیت تولید، در برابر تنش‌های محیطی همچون خشکی و گرما آسیب‌پذیر است. پاکلوبوترازول یک تنظیم کننده رشد مصنوعی است. مهمترین اثر پاکلوبوترازول کاهش رشد رویشی، کاهش تبادل روزنه‌ای و افزایش سطح جذب ریشه به همراه حفظ و ارتقاء سیستم فتوسنتزی در شرایط تنش بوده که نتیجه این امر بهبود پایداری گیاه خواهد بود.

در تحقیقی، ارزیابی رفتار فیزیولوژیکی میکروسیترنج مونیا در مقایسه با یکی از والدینش رانگ‌پورلایم، زمانی که در معرض پاکلوبوترازول و کم‌آبیاری قرار گرفتند بررسی شد. گیاهانی که پاکلوبوترازول به خاک آن‌ها اضافه شد تحمل بیشتری نسبت به کم‌آبی نشان دادند و میکروسیترنج مونیا بعنوان بک پایه نوسلار دارای کارایی بیش‌تری در برابر کم‌آبی در مقایسه با رانگ‌پورلایم بود (روچاسوسال و همکاران، ۲۰۱۸). در تحقیق دیگری، اثر کاربرد خاکی پاکلوبوترازول در نهال‌های گلدانی گلابی رقم شاه‌میوه (۰، ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم در هر گلدان) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری (شاهد، ۰/۴ و ۰/۵ مگاپاسکال) نشان داد پاکلوبوترازول از طریق تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به گیاه اجازه داد تا تنش آبی را تحمل کند بطوری که وزن خشک ریشه به اندام هوایی را افزایش داد . گیاهان تیمار شده محتوای نسبی آب برگ بیش‌تری در مقایسه با تیمار نشده‌ها داشتند (جوادی، ۱۳۹۵). در مطالعه دیگری، اثر پاکلوبوترازول و مقادیر مختلف آبیاری روی نهال‌های یکساله زیتون رقم مانزانیلا نشان داد پاکلوبوترازول باعث کاهش رشد رویشی شاخه، کاهش اندازه سطح برگ، کاهش ارتفاع نهال و کم شدن طول میان‌گره، کاهش وزن تر و خشک برگ، کاهش طول ریشه و کاهش نیتروژن و پتاسیم موجود در برگ در مقایسه با نهال های شاهد و همچنین قطورتر شدن ریشه نهال‌ها و افزایش نسبت وزن تر و خشک ریشه به اندام هوایی شد. از این رو می‌توان گفت مصرف پاکلوبوترازول باعث تعدیل اثرات کمبود آب از طریق کاهش رشد عمومی گیاه شد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی محلول‌پاشی

پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید بر رشد و عملکرد و کیفیت میوه خربزه خاتونی نشان داد محلول‌پاشی پاکلوبوترازول به غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر در مرحله ۴ تا ۶ برگی باعث کاهش طول بوته و افزایش وزن تک میوه، عملکرد و مواد جامد محلول شده و می‌تواند بعنوان روشی برای جایگزین کردن عمل تراش بوته‌ها استفاده شود (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۸).

مواد و روش‌ها

ترکیب پاکلوبوترازول در چهار غلظت ۰ (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام طی سه نوبت (پایان خردادماه، پایان تیرماه و پایان مردادماه) روی تاج درختان بارور ۳۵ ساله نارنگی پیج روی پایه پونسیروس محلول‌پاشی شد. در مرحله اوج تنش خشکی و زمان ظهور علائم در درختان شاهد، اقدام به نمونه‌برداری و ارزیابی صفات گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۵ تیمار، ۳ تکرار و ۲ درخت در هر تکرار و جمعا ۳۰ درخت انجام شد. در این آزمایش‌ها، شاخص‌های کمی و کیفی میوه همچون وزن، ضخامت پوست، محتوی آب، عملکرد و میزان Tss آن که متاثر از تنش خشکی است مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌ها بعد از اطمینان از نرمال بودن، با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C (نسخه ۱/۴۲) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس یکساله و دو ساله قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر میزان پتاسیم برگ درختان نارنگی پیج کترا نشان داد محلول پاشی با غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول باعث افزایش پتاسیم برگ‌ها شد که در مقایسه با سایر غلظت‌ها، تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر پتاسیم برگ نارنگی پیج کترا.

	غلظت پاکلوبوترازول (ppm)	پتاسیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ)
تیمار محلولپاشی	۰	۰/۳^{b}
	۵	۰/۴۱^{b}
	۱۰	۰/۳۸^{b}
	۱۵	۰/۳۵^{b}
	۲۰	۰/۶^{a}

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر درصد و شدت درجه لوله شدن برگ نشان داد محلول پاشی با تمامی غلظت‌های پاکلوبوترازول باعث افزایش لوله‌شدگی برگ‌ها در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲). بطور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی با پاکلو موجب پژمردگی بیش‌تر برگ‌ها و کاهش تحمل به خشکی شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر درصد و شدت لوله‌شدن برگ درختان نارنگی پیج.

		درصد لوله شدگی برگ	شدت درجه لوله شدن
تیمار محلولپاشی	۰	۱۰^{b}	۱^{b}
	۵	۴۰/۸^{a}	۴^{a}
	۱۰	۴۲/۵^{a}	۴/۴ ^{a}
	۱۵	۴۲/۵^{a}	۴/۵ ^{a}
	۲۰	۴۰^{a}	۴/۸ ^{a}

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر وزن، حجم و عرض میوه نشان داد میوه‌ها در محلول‌پاشی در غلظت‌های شاهد و ۵ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول در سطح پایین‌تری از غلظت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام از نظر وزن، حجم و عرض میوه قرار داشتند و غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام از سایرین (۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام) بالاتر بود هرچند که تفاوت معنی‌داری نداشت. بطور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی در غلظت‌های بالای ۱۰ پی‌پی‌ام، شرایط بهتری را از نظر وزنی، حجمی و عرض میوه در آن‌ها ایجاد نمود. همچنین TSS میوه‌ها در غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام در سطح بالاتری از بقیه تیمارها قرار داشت هرچند که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۵، ۱۰ و ۱۵ نشان نداد ولی با شاهد اختلاف داشت و در سطح بالاتری از آن قرار گرفت. پس می‌توان گفت محلول‌پاشی باعث افزایش TSS در میوه‌ها شد. میزان عصاره میوه نیز در تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام بالاتر از بقیه بود هرچند که با تیمارهای ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام اختلاف معنی داری نداشت. تیمار شاهد میزان عصاره میوه کم‌تری نسبت به بقیه داشت و در سطح پایین‌تری قرار گرفت. بطور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی در غلظت‌های بالای ۱۰ پی‌پی‌ام، شرایط بهتری را از میزان عصاره در میوه‌ها ایجاد نمود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر برخی صفات میوه درختان نارنگی پیچ کترا

		وزن میوه (گرم)	حجم میوه (cm^3)	TSS	عصاره میوه (cm^3)	عرض میوه (mm)
تیمار محلول‌پاشی	۰	۱۲۲/۵^{b}	۱۲۵^{b}	۱۲/۶۷^{b}	۵۷/۷^{c}	۶۴/۳۳^{b}
	۵	۱۲۵/۴۵^{b}	۱۲۸/۳۳^{b}	۱۳/۲۴^{ab}	۶۰/۳^{bc}	۶۴/۳۵^{b}
	۱۰	۱۴۰/۰۶^{a}	۱۴۴/۸۷ ^{a}	۱۳/۱۴^{ab}	۶۷/۷^{a}	۶۷/۸۹^{a}
	۱۵	۱۳۴/۲۷^{ab}	۱۳۷/۴۷ ^{ab}	۱۳/۲ ^{ab}	۶۵/۷^{ab}	۶۶/۴۹^{ab}
	۲۰	۱۳۳/۳۵^{ab}	۱۳۶/۴۷^{ab}	۱۳/۳۵^{a}	۶۴/۲^{ab}	۶۵/۷^{ab}

نتایج این تحقیق نشان داد محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول موجب پژمردگی بیش‌تر برگ‌ها و کاهش تحمل به خشکی در درختان نارنگی پیچ کترا شده است. همچنین محلول‌پاشی این درختان در غلظت‌های بالای ۱۰ پی‌پی‌ام، شرایط بهتری را از نظر عصاره، وزن، حجم و عرض یک و دو میوه در آن‌ها ایجاد نمود. ضمنا محلول‌پاشی باعث افزایش TSS در میوه‌ها نیز شد. محلول پاشی با غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول باعث افزایش پتاسیم برگ‌ها شد که در مقایسه با سایر غلظت‌ها، تفاوت معنی‌داری داشت.

بطور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول علیرغم اینکه روی برخی صفات میوه و دانهال‌های مورد آزمایش اثر مثبتی داشته است لیکن تأثیر چندانی بر تحمل به خشکی در آن‌ها ایجاد نکرد و روش استفاده پاکلوبوترازول بصورت محلول‌پاشی، کارایی چندانی بر درختان تحت آزمایش نداشت.

منابع

جوادی، ت. ۱۳۹۵. اثر پاکلوبوترازول بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و تبادلات گازی گلابی در شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۰(۲): ۳۳۶-۳۴۷.

غلامی، ر.، ارزانی، ک. و ارجی، ع. ۱۳۹۱. اثر پاکلوبوترازول و مقادیر مختلف آب آبیاری بر رشد رویشی نهال‌های جوان زیتون رقم مانزانیلا. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۴): ۴۰۲-۴۰۸.

قهرمانی، ز.، صمدی، س. و برزگر، ط. ۱۳۹۸. تأثیر محلول‌پاشی پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید بر رشد، کیفیت و عملکرد میوه خربزه توده خاتونی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸: ۳۲.

RochaSousa, E. M., SilvaAlmeida, L., Oliveira Sousa, A. R., Carvalho Silva, M. and Silva Ledo, C. A. 2018. Drought tolerance of a microcitrangemonia when treated with paclobutrazol and exposed to different water conditions. Scientia Horticulturae, 238: 75–82.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of paclobutazol spray on Page mandarin trees in Kotra station

Reza Fifaei[1*] and Yahya Tajvar[2]
1. Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Ramsar, Iran
Corresponding Author: rezafifaei@yahoo.com

Abstract

This research was done for study of paclobutrazol spray on quatitative and qualitative characteristics and drought tolerant in kotra. In kotra, paclobutrazol was sprayed on page mandarine 35 years trees on poncirus trifoliata rootstocks in 4 dozage (0, 5, 10, 15 and 20 ppm). In drought climax time, was done sampling and under characteristics measured. Fruit weight, fruit skin thickness, fruit water content, yield and fruit sugars. Results was showed paclobutrazol spray was caused leaves more wilting and drought tolerant decrease in page mandarine trees. And so, the trees spray in dozage most of 10 ppm created better conditions from fruit water, weight, volume and 1, 2 width. Spray with 20 ppm increased leaf potassium that in compatible with other dozages was significance. Finally, paclobutrazol spray, despite of the effect on some of fruit characteristics was not effect in drought tolerant and spray method was not created changes on trees under test.

Keywords: Drought, Fruit quality, Paclobutrazol, and Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارتقای رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ‌های پسته رقم اوحدی با استفاده از تیمار اسید تارتاریک

لیلا اسدی[۱] و زهرا پاکیش[۱*]

۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: *zahrapakkish@uk.ac.ir*

چکیده

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از محصولات باغی با ارزش اقتصادی و صادراتی بالاست که نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی ایران و جهان ایفا می‌کند. رشد رویشی بهینه و ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها از عوامل کلیدی برای افزایش سلامت گیاه، کیفیت محصول و بهره‌وری باغ‌های پسته محسوب می‌شوند. سطح برگ، کلروفیل و کاروتنوئید به عنوان شاخص‌های مهم عملکرد فتوسنتزی و توسعه رویشی گیاه شناخته شده‌اند و بهبود آن‌ها می‌تواند تأثیر مستقیمی بر عملکرد نهایی پسته داشته باشد. اسید تارتاریک، به عنوان یک اسید آلی طبیعی و محرک رشد، قادر است با فعال‌سازی مسیرهای بیوشیمیایی، افزایش سنتز کلروفیل و کاروتنوئید و بهبود پاسخ گیاهان به شرایط محیطی، ظرفیت رشد و فتوسنتز گیاه را ارتقا دهد و به عنوان یک ابزار اقتصادی و عملی در مدیریت بهینه باغ‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه، اثر محلول‌پاشی اسید تارتاریک با غلظت‌های ۱.۵ و ۳ میلی‌مولار بر سطح برگ، کلروفیل a و b و کاروتنوئید برگ‌های پسته رقم اوحدی در مرحله خوشه فشرده گل بررسی شد. طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا و داده‌ها در سطح احتمال ۵٪ تحلیل گردید. نتایج نشان داد تیمار ۳ میلی‌مولار بیشترین اثر را داشته و موجب افزایش ۳۶٪ سطح برگ، ۷۶٪ کلروفیل‌ها و ۵۱٪ کاروتنوئیدها نسبت به شاهد شد. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که اسید تارتاریک می‌تواند به عنوان یک استراتژی علمی، عملی و اقتصادی برای ارتقای سلامت برگ، افزایش ظرفیت فتوسنتزی و بهبود رشد رویشی پسته مورد استفاده قرار گیرد و کاربرد آن می‌تواند به افزایش بهره‌وری و کیفیت محصولات باغ‌های پسته کمک شایانی نماید.

واژه‌های کلیدی: اسید تارتاریک، پسته، کارتنوئید، کلروفیل و سطح برگ.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است که نقش کلیدی در اقتصاد کشاورزی، تغذیه انسانی و صادرات ایفا می‌کند. ایران به‌عنوان یکی از مهدهای تولید پسته شناخته می‌شود و این محصول به‌واسطه ارزش غذایی بالا، غنی بودن از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، اسیدهای چرب غیر اشباع و مواد معدنی ضروری، در ارتقای سلامت جامعه نیز اهمیت ویژه‌ای دارد (Nikoogoftar-Sedghi et al., 2023; 2024). با این حال، رشد و تولید پسته تحت تأثیر تنش‌های محیطی نظیر خشکی، شوری و کمبود عناصر غذایی قرار می‌گیرد که می‌تواند عملکرد و کیفیت محصول را محدود کند (پوربافرانی و همکاران، ۱۳۹۵). در سال‌های اخیر، به‌کارگیری تیمارهای شیمیایی و زیستی به‌عنوان ابزارهایی مؤثر برای بهبود رشد، افزایش سازگاری گیاه با تنش‌های غیرزیستی و ارتقای کیفیت میوه مطرح شده است. استفاده از اسیدهای آلی مانند اسید فولویک و اسید هیومیک، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بهبود جذب عناصر غذایی و تقویت ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی درخت پسته شده است (Nikoogoftar-Sedghi et al., 2024). همچنین، عصاره‌های جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) با داشتن ترکیبات شبه هورمونی و محرک‌های رشد، به بهبود پاسخ‌های دفاعی گیاه، ارتقای متابولیسم و رشد رویشی و زایشی پسته کمک کرده است (Nikoogoftar-Sedghi et al., 2023). علاوه بر این، مصرف بهینه عناصر ریزمغذی مانند منگنز در شرایط گلخانه‌ای، نقش کلیدی در افزایش رشد رویشی و ترکیب شیمیایی نهال‌های پسته دارد و اهمیت مدیریت تغذیه‌ای در مراحل اولیه رشد گیاه را نشان می‌دهد (پوربافرانی و همکاران، ۱۳۹۵). به‌طور کلی، یافته‌های اخیر نشان می‌دهد که ترکیب دانش فیزیولوژی گیاه، بیوشیمی و مدیریت تغذیه‌ای می‌تواند چشم‌اندازی روشن برای ارتقای عملکرد و کیفیت پسته ارائه دهد. بهره‌گیری هدفمند از تیمارهای شیمیایی و زیستی، علاوه بر بهبود رشد و سازگاری گیاه در شرایط تنش‌زا، راهکاری

پایدار برای افزایش کیفیت و بازارپسندی محصول در سطح جهانی به شمار می‌رود.اسید تارتاریک (Tartaric Acid) به‌عنوان یکی از اسیدهای آلی طبیعی در متابولیسم گیاهان، نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای رشد و پاسخ به تنش‌های محیطی ایفا می‌کند. این ترکیب با قابلیت کلات‌سازی فلزات و فعال‌سازی مسیرهای آنتی‌اکسیدانی، توانایی گیاهان را در مقابله با فلزات سنگین و استرس‌های غیرزیستی افزایش می‌دهد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که افزودن اسید تارتاریک به محیط رشد، می‌تواند تجمع کروم در گیاه جو (*Hordeum vulgare*) را افزایش دهد و همزمان با ارتقای فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، اثرات مخرب استرس فلزی را کاهش دهد(Sharma et al., 2020) . علاوه بر این، تیمارهای ترکیبی اسید تارتاریک و عناصر ریزمغذی مانند روی و مس، موجب افزایش تولید ملاتونین در گیاهان و بهبود مقاومت به تنش آرسنیک در *Tagetes patula*شده است؛ این یافته‌ها بیانگر نقش تعدیل‌کننده اسید تارتاریک در مسیرهای بیوشیمیایی و تنظیم هورمون‌های گیاهی است.(Jamal et al., 2023) مطالعات دیگری نیز نشان داده‌اند که اسید تارتاریک می‌تواند تحرک فلزات سنگین مانند کادمیوم و سرب را در خاک افزایش دهد و به‌عنوان یک عامل مؤثر در فرآیند فیتورمدیشن عمل کند .(Chen et al., 2020) این ویژگی نه تنها برای پاکسازی خاک‌های آلوده مفید است، بلکه نشان‌دهنده توانایی اسید تارتاریک در بهبود جذب عناصر و کاهش تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان می‌باشد. علاوه بر اثرات بر فلزات سنگین، ترکیب اسید تارتاریک با سایر اسیدهای آلی مانند مالیک اسید، می‌تواند رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهانی مانند اسفناج (*Spinacia oleracea*) را تحت شرایط استرس کادمیوم بهبود بخشد، با افزایش وزن خشک، کلروفیل، و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی(Shabbir et al., 2025) . به‌طور کلی، اسید تارتاریک با اثرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی چندجانبه، از جمله کلات‌سازی فلزات، افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی و تعدیل مسیرهای هورمونی، ابزاری مؤثر برای بهبود رشد گیاهان و مقابله با تنش‌های محیطی محسوب می‌شود و می‌تواند در مدیریت تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی گیاهان در شرایط دشوار مورد بهره‌برداری قرار گیرد. هدف از این پژوهش، ارزیابی تأثیر اسید تارتاریک بر رشد و نمو گیاه پسته رقم اوحدی با تأکید بر افزایش سطح برگ‌ها و تقویت محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدها است. با توجه به نقش بی‌بدیل اسید تارتاریک در تنظیم مسیرهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، این مطالعه می‌کوشد تا اثرات این اسید آلی طبیعی را بر ارتقای ظرفیت فتوسنتزی، بهبود وضعیت رشدی برگ‌ها و افزایش بهره‌وری انرژی نور در گیاه پسته به‌صورت جامع و علمی آشکار سازد. دستیابی به این هدف، می‌تواند راهکاری مؤثر و پایدار برای تقویت رشد، ارتقای کیفیت زیستی و افزایش عملکرد محصول پسته ارائه کند و افق‌های نوینی در مدیریت تغذیه و سلامت گیاهان باغی به روی پژوهشگران و بهره‌برداران باز نماید.

مواد و روش‌ها

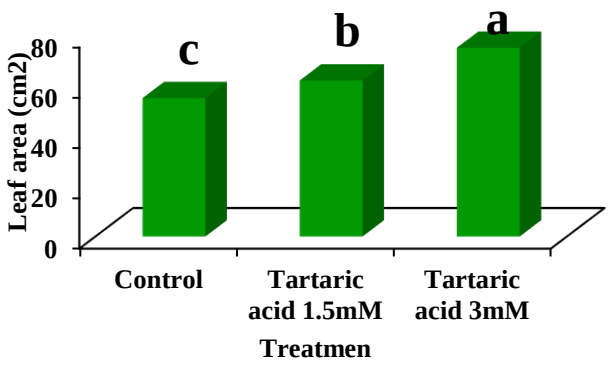
مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر اسید تارتاریک بر ویژگی‌های رشد و فتوسنتزی گیاه پسته (*Pistacia vera* L. رقم اوحدی) در سال ۱۴۰۳ انجام شد. برای افزایش دقت و کاهش خطاهای احتمالی، درختان به صورت هدفمند انتخاب شدند تا از نظر اندازه، قدرت رشد و وضعیت فیزیولوژیکی یکنواخت باشند. تمامی درختان تحت مدیریت یکسان آبیاری و تغذیه قرار داشتند تا حداقل تغییرات ناشی از عوامل محیطی و مدیریتی در نتایج ایجاد شود. این پژوهش در یک باغ پسته ۱۰ هکتاری واقع در منطقه خانوک، استان کرمان اجرا شد. درختان مورد بررسی ۳۰ ساله و در سال مطالعه در مرحله پربارده‌ی قرار داشتند. فاصله بین ردیف‌ها ۴ متر و فاصله بین درختان روی هر ردیف ۲ متر تنظیم شد و آبیاری به روش غرقابی با فواصل ۳۵ روزه انجام شد تا شرایط یکنواخت و کنترل‌شده برای همه نمونه‌ها فراهم گردد. طرح آزمایش به صورت کاملاً تصادفی و شامل سه تیمار بود: کنترل و محلول‌پاشی اسید تارتاریک با غلظت‌های ۱.۵ و ۳ میلی‌مولار در مرحله خوشه فشرده گل .هر تیمار در چهار تکرار مستقل اجرا شد و در هر تکرار، ۴ درخت به‌صورت هدفمند انتخاب گردیدند. شاخه‌های مورد بررسی از دو جهت شمالی و جنوبی درختان برداشت شدند تا اثر تیمارها با دقت بالا و به شکل نمایان از تغییرات واقعی گیاه ثبت شود. محلول اسید تارتاریک با استفاده از اسپری‌کننده فشار پایین به طور یکنواخت روی شاخه‌ها و برگ‌ها اعمال شد. نمونه‌برداری پس از محلول‌پاشی در ماه‌های مرداد، شهریور و مهر انجام گرفت تا اثر تیمارها بر ویژگی‌های مورد بررسی به‌طور دقیق ثبت گردد. در این مطالعه، تمرکز بر سطح برگ، کلروفیل و کاروتنوئید به‌عنوان شاخص‌های کلیدی فتوسنتزی و رشد گیاه پسته بود. داده‌های جمع‌آوری‌شده برای تحلیل آماری آماده شدند و اثر تیمارها بر توان رشد و عملکرد فتوسنتزی برگ‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری معتبر بررسی شد. این طراحی پژوهشی امکان

ارزیابی دقیق اثرات اسید تارتاریک بر سلامت و ظرفیت رشد گیاه پسته را فراهم ساخت و چشم‌اندازی علمی برای بهبود کیفیت و بهره‌وری این محصول ارزشمند ارائه می‌دهد.

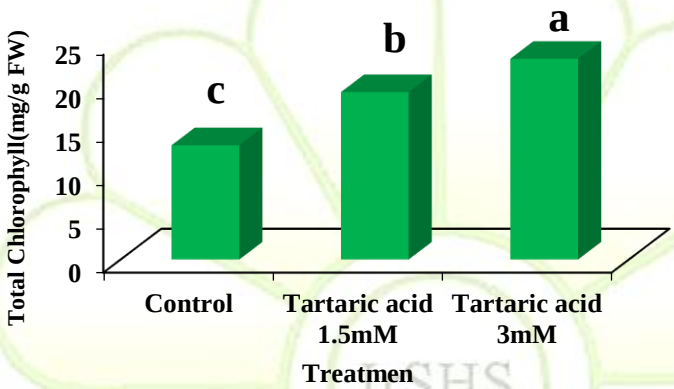
نتایج و بحث

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید تارتاریک اثر معنی‌داری بر سطح برگ پسته رقم اوحدی داشت. تیمار با اسید تارتاریک ۱.۵ میلی‌مولار موجب افزایش سطح برگ به میزان ٪۱۳.۶ افزایش نسبت به شاهد گردید و از نظر آماری در سطح ٪۵ معنی‌دار شد. بیشترین افزایش در تیمار ۳ میلی‌مولار اسید تارتاریک مشاهده شد، به‌گونه‌ای که سطح برگ ٪۳۶.۴ افزایش نسبت به شاهدداشت، که این اثر نیز از نظر آماری معنی‌دار بود. افزایش سطح برگ نشان‌دهنده تقویت رشد رویشی و گسترش سطح فتوسنتزی برگ‌ها است که می‌تواند ظرفیت تولید انرژی نور و عملکرد فتوسنتزی گیاه را افزایش دهد(شکل۱). در این مطالعه، اثر محلول‌پاشی اسید تارتاریک بر میزان کلروفیل کل برگ‌های پسته رقم اوحدی بررسی شد. نتایج نشان داد ، محلول‌پاشی اسید تارتاریک با غلظت ۱.۵ میلی‌مولار باعث افزایش قابل توجه کلروفیل کل حدود ٪۴۶ افزایش نسبت به شاهد را نشان داد. همچنین، تیمار ۳ میلی‌مولار بیشترین اثر را داشت و میزان کلروفیل کل را به ٪۷۶ افزایش نسبت به شاهد ارتقا داد (شکل۲).اثر تیمارهای اسید تارتاریک بر کلروفیل a و b نیز مشابه و مثبت بود. میزان کلروفیل a در تیمار ۱.۵ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد٪۴۶.۵ افزایش و تیمار ۳ میلی‌مولار ٪۷۵.۷ افزایش رسید(شکل۳). کلروفیل b نیز در تیمارهای ۱.۵ و ۳ میلی‌مولار به ترتیب ٪۴۶.۵ و ٪۷۵.۷ افزایش نسبت به شاهد داشتند. این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ٪۵ معنی‌دار بودند(شکل۴). افزایش کلروفیل‌ها نشان‌دهنده بهبود ظرفیت فتوسنتزی، افزایش جذب نور و تقویت مسیرهای بیوشیمیایی مرتبط با سنتز کلروفیل است. مطالعه نشان داد که اسید تارتاریک موجب افزایش معنی‌دار کاروتنوئیدها شد. میزان کاروتنوئید در تیمار ۱.۵ میلی‌مولار ٪۲۶.۵ افزایش و تیمار ۳ میلی‌مولار ٪۵۰.۵ افزایشرسید. افزایش کاروتنوئیدها علاوه بر ارتقای ظرفیت فتوسنتزی، موجب تقویت توان آنتی‌اکسیدانی برگ‌ها و کاهش اثرات استرس‌های محیطی می‌شو(شکل۵).

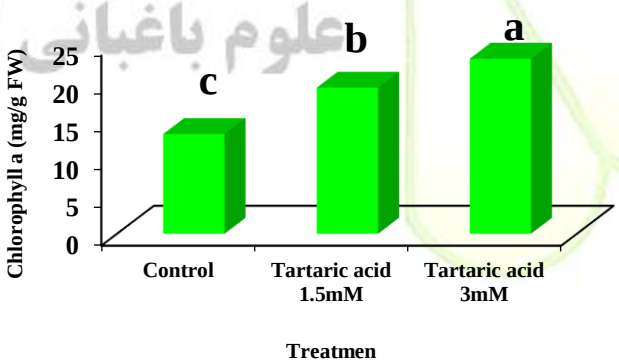
نتایج مطالعه حاضر نشان داد که محلول‌پاشی اسید تارتاریک اثر معنی‌دار و مثبتی بر سطح برگ، کلروفیل a و b و کاروتنوئید برگ پسته رقم اوحدی داشته است. افزایش غلظت اسید تارتاریک به ویژه در تیمار ۳ میلی‌مولار، بیشترین تأثیر را بر تمام شاخص‌های فتوسنتزی نشان داد، که بیانگر توان این اسید آلی در تقویت رشد رویشی و بهبود ظرفیت فتوسنتزی گیاه پسته است. این نتایج با مطالعات پیشین در گونه‌های مختلف گیاهی هم‌راستا است. برای مثال، Sharmaو همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که اسید تارتاریک می‌تواند مسیرهای بیوشیمیایی را تحریک کرده و باعث افزایش تجمع عناصر و تغییرات فیزیولوژیکی در گیاهچه‌های جو شود، که این امر مشابه افزایش شاخص‌های فتوسنتزی در پسته ما است. همچنین Jamal و همکاران (۲۰۲۳) گزارش دادند که اسید تارتاریک به همراه روی، می‌تواند میزان اندوژن ملاتونین و عملکرد فتوسنتزی گیاهان تحت استرس آرسنیک را افزایش دهد، که این یافته با افزایش کلروفیل و کاروتنوئید در تیمارهای پسته همخوانی دارد. مطالعات Chen و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که اسید تارتاریک با تسهیل جذب و تعامل با عناصر فلزی می‌تواند تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی قابل توجهی ایجاد کند، که مشابه نقش آن در افزایش ظرفیت فتوسنتزی و سطح برگ پسته است. همچنین Shabbir و همکاران (۲۰۲۵) در اسپیناج گزارش کردند که استفاده از اسید تارتاریک موجب بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در شرایط استرس کادمیوم می‌شود، که این یافته‌ها با اثر مثبت اسید تارتاریک بر کلروفیل و کاروتنوئید برگ پسته همخوانی دارد. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که اسید تارتاریک با تأثیر بر مسیرهای فتوسنتزی، سنتز کلروفیل و کاروتنوئیدها و تقویت فرآیندهای بیوشیمیایی، توان رشد و عملکرد برگ‌های پسته را به شکل قابل توجهی افزایش می‌دهد. بنابراین، محلول‌پاشی اسید تارتاریک به عنوان یک راهکار مؤثر برای تقویت رشد و ظرفیت فتوسنتزی گیاهان باغی به ویژه پسته، می‌تواند بهبود کیفیت و بهره‌وری محصول را به دنبال داشته باشد. محلول‌پاشی اسید تارتاریک تأثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های فتوسنتزی و رشد برگ‌های پسته رقم اوحدی داشت. افزایش غلظت اسید تارتاریک، به ویژه ۳ میلی‌مولار، موجب افزایش معنی‌دار سطح برگ، کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها شد و توانایی گیاه در جذب نور و تولید انرژی فتوسنتزی را بهبود بخشید. این نتایج نشان می‌دهد که اسید تارتاریک با تقویت مسیرهای بیوشیمیایی و افزایش سنتز کلروفیل و کاروتنوئیدها، ظرفیت رشد و عملکرد برگ‌های پسته را به طور قابل توجهی ارتقا می‌دهد. تیمار ۳ میلی‌مولار بهترین عملکرد را ارائه داد و می‌تواند به عنوان یک استراتژی مؤثر برای افزایش سلامت، رشد و بهره‌وری باغ‌های پسته به کار گرفته شود.



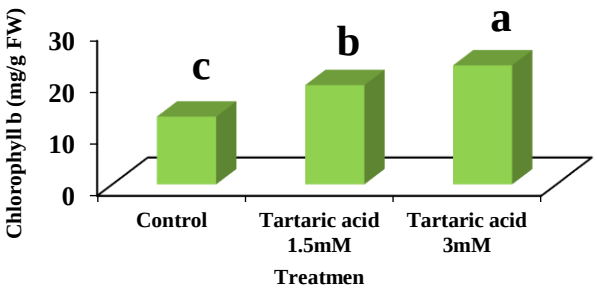
شکل ۱- تأثیر یمار تارتاریک اسید بر میزان سطح برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی-داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



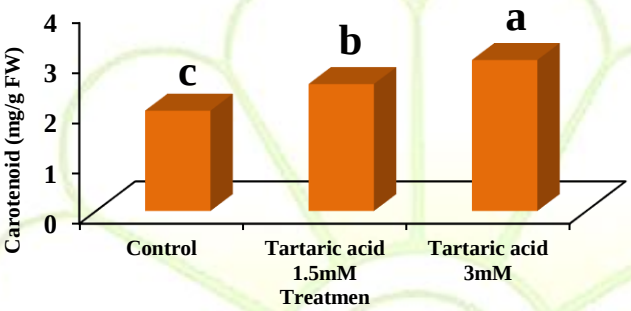
شکل ۲- تأثیر یمار تارتاریک اسید بر میزان کلروفیل کل برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۳- تأثیر تیمار تارتاریک اسید بر میزان کلروفیل a برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۴– تأثیر تیمار تارتاریک اسید بر میزان کلروفیل b برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۵– تأثیر تیمار تارتاریک اسید بر میزان کارتنویید برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

منابع

پوربافرانی، ط.، تاج‌آبادی‌پور، ع.، مظفری، و. و اخگر، ع. ر. ۱۳۹۵. رشد و ترکیب شیمیایی نهال‌های پسته تحت سطوح مختلف منگنز در شرایط گلخانه‌ای. مجله آب و خاک، ۲۹(۶): ۱۴۶۹–۱۴۸۰.

Chen, Y., Zhang, Y., Liu, Y., Wang, X. and Zhou, Y. 2020. Effect of tartaric acid on the adsorption of Pb (II) via humin: Kinetics and mechanism. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 112: 41–48.

Jamal, A., Yasin, N. A., Javad, S., Ahmed, S., Yasmin, A., Chaudhry, O., Daoud, M. S. and Gatasheh, M. K. 2023. Investigating the efficacy of tartaric acid and zinc-mediated endogenous melatonin induction for mitigating arsenic stress in Tagetes patula L. Scientia Horticulturae, 322: 112399.

Nikoogoftar-Sedghi, M., Rabiei, V., Razavi, F., Molaei, S. and Khadivi, A. 2023. The effect of foliar application of Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol. seaweed extract on biochemical traits related to abiotic stresses in pistachio (Pistacia vera L. cv. Kaleh-Ghoochi). BMC Plant Biology, 23: 635.

Nikoogoftar-Sedghi, M., Rabiei, V., Razavi, F., Molaei, S. and Khadivi, A. 2024. Fulvic acid foliar application: A novel approach enhancing antioxidant capacity and nutritional quality of pistachio (Pistacia vera L.). BMC Plant Biology, 24: 241.

Shabbir, A., Shah, A. A., Usman, S., Ahmed, S., Kaleem, M., Shafique, S. and Gatasheh, M. K. 2025. Efficacy of malic and tartaric acid in mitigation of cadmium stress in Spinacia oleracea L. via modulations in physiological and biochemical attributes. Scientific Reports, 15: Article 3366.

Sharma, M., Kumar, V., Bhardwaj, R. and Thukral, A. K. 2020. Tartaric acid mediated Cr hyperaccumulation and biochemical alterations in seedlings of Hordeum vulgare L. Journal of Plant Growth Regulation, 39(1): 1–14.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Enhancement of Photosynthetic Pigments in Leaves of Pistacia vera L. cv. Owhadi through Tartaric Acid Treatment

Lila Asadi Khanoki[1] and Zahra Pakkish[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
**Corresponding Author: zahrapakkish@uk.ac.ir*

Abstract

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is a high-value horticultural crop with significant economic and export importance, playing a key role in the agricultural economy of Iran and the world. Optimal vegetative growth and leaf photosynthetic capacity are crucial factors for improving plant health, fruit quality, and orchard productivity. Leaf area, chlorophyll, and carotenoids are important indicators of photosynthetic performance and vegetative development, and enhancing these traits can directly influence final pistachio yield. Tartaric acid, as a natural organic acid and growth stimulator, can enhance growth and photosynthetic capacity by activating biochemical pathways, increasing chlorophyll and carotenoid synthesis, and improving plant responses to environmental conditions, serving as a practical and economic tool in orchard management. In this study, the effects of foliar application of tartaric acid at 1.5 and 3 mM on leaf area, chlorophyll a and b, and carotenoid content of Pistacia vera L. cv. Ohadi during the compact cluster stage were investigated. The experiment was conducted as a completely randomized design with four replicates, and data were analyzed at the 5% probability level. Results showed that the 3 mM treatment had the highest effect, increasing leaf area by 36%, chlorophyll content by 76%, and carotenoids by 51% compared to the control. These findings indicate that tartaric acid can serve as a scientific, practical, and cost-effective strategy to enhance leaf health, photosynthetic capacity, and vegetative growth of pistachio, and its application can significantly improve orchard productivity and fruit quality.

Keywords: Chlorophyll, Carotenoids, Leaf area Pistachio, Tartaric acid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پوتریسین؛ راهکاری نوین برای افزایش کارایی فتوسنتزی و تقویت رنگیزه‌های برگ در پسته اوحدی

زهرا رضازاده ملک‌آبادی[۱] و زهرا پاک‌کیش[۱*]
۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: *zahrapakkish@uk.ac.ir*

چکیده

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی با ارزش اقتصادی و غذایی بالا است و عملکرد آن به‌طور مستقیم تحت تأثیر رشد، توسعه برگ و ظرفیت فتوسنتزی قرار دارد. افزایش کارایی فتوسنتز و محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ، نقش کلیدی در بهبود رشد، عملکرد و کیفیت محصول دارد. پلی‌آمین‌ها، به ویژه پوتریسین، به عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد طبیعی گیاهان شناخته شده‌اند و می‌توانند مسیرهای بیوسنتزی رنگیزه‌ها و عملکرد فتوسنتزی را بهبود بخشند. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی پوتریسین بر رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ پسته رقم اوحدی در باغی تجاری واقع در زنگی‌آباد کرمان انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل شاهد و محلول‌پاشی پوتریسین با غلظت‌های ۱ و ۲۵/۱ میلی‌مولار در مرحله پرشدن مغز اجرا شد و هر تیمار دارای چهار تکرار بود. نمونه‌برداری برگ از شاخه‌های شمالی و جنوبی در ماه‌های مرداد، شهریور و مهر انجام شد و محتوای کلروفیلa ، کلروفیلb ، کلروفیل کل، کاروتنوئید و آنتوسیانین اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و آزمون مقایسه میانگین LSD تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که پوتریسین موجب افزایش معنی‌دار تمامی رنگیزه‌ها شد. بیشترین افزایش در غلظت ۲۵/۱ میلی‌مولار مشاهده شد؛ به‌گونه‌ای که کلروفیل کل، کلروفیلa ، کلروفیلb ، کاروتنوئید و آنتوسیانین به ترتیب ۷۶/۲، ۱۵۶/۳، ۱۲۵/۳ ۸۱/۳ و ۳۶/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافتند. این افزایش‌ها بیانگر تحریک مسیرهای بیوسنتزی رنگیزه‌ها، بهبود جذب نور و ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها بود. یافته‌ها نشان می‌دهند که پوتریسین می‌تواند به‌عنوان یک عامل بیولوژیک مؤثر، رشد، عملکرد و بهره‌وری درختان پسته را ارتقا دهد و به‌عنوان یک راهبرد مدیریتی نوین برای افزایش کیفیت محصول مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی : پسته، پوتریسین، رنگیزه های فتوسنتزی، فیزیولوژی برگ، کلروفیل وکاروتنوئید.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera L.*) یکی از ارزشمندترین درختان میوه مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است که علاوه بر اهمیت اقتصادی و صادراتی، نقشی کلیدی در پایداری کشاورزی این نواحی ایفا می‌کند. رشد و نمو مطلوب این درخت وابسته به فرایندهای پیچیده‌ای است که در سطح برگ‌ها رخ می‌دهد؛ چراکه برگ به‌عنوان اندام اصلی فتوسنتزی، منبع اصلی تولید مواد فتوسنتزی و انرژی لازم برای رشد رویشی و زایشی محسوب می‌شود .(Ferguson, 2011) کارایی فتوسنتزی برگ‌ها به‌شدت تحت تأثیر سلامت کلروپلاست‌ها و میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها است که توانایی گیاه در جذب نور و تثبیت کربن را تعیین می‌کنند. افزایش یا کاهش تراکم رنگیزه‌ها و تغییر در کارایی فتوسنتزی برگ‌ها می‌تواند اثر مستقیم بر تعادل منبع–مخزن (source–sink) داشته باشد و در نهایت رشد میوه‌ها، تشکیل جوانه‌های زایشی و حتی پدیده سال‌آوری را تحت تأثیر قرار دهد. پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که پیری برگ و نسبت منبع–مخزن اثر متقابل معناداری بر عملکرد فتوسنتزی و کارایی استفاده از کربن دارند و مدیریت صحیح این فرایندها می‌تواند ظرفیت تولیدی درختان پسته را افزایش دهد (Marino et al., 2023). در کنار این مکانیسم‌های فیزیولوژیک، نقش عناصر ریزمغذی و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نیز در بهبود عملکرد برگ و حفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی حیاتی است. به‌عنوان مثال، ریزمغذی‌هایی همچون آهن، منگنز و روی در سنتز کلروفیل و پایداری سیستم‌های فتوسنتزی نقش کلیدی دارند. همچنین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها با به تعویق انداختن پیری برگ و تحریک تقسیم سلولی، به حفظ فعالیت فتوسنتزی و افزایش رشد کمک می‌کنند(Ranjbar, Moradinezhad, & Panahi, 2025) . بدین ترتیب، روشن است که بهبود رشد و نمو پسته تنها با تمرکز بر تغذیه یا

مدیریت آبیاری محقق نمی‌شود، بلکه نیازمند رویکردی جامع است که شامل ارتقای سلامت برگ‌ها، حفظ سطح بهینه رنگیزه‌های فتوسنتزی و ایجاد تعادل کارآمد میان اندام‌های منبع و مخزن باشد. چنین نگرشی می‌تواند مسیر پایداری و افزایش بهره‌وری باغ‌های پسته را هموار سازد. درختان میوه، به‌ویژه گونه‌های اقتصادی مانند پسته، خرما، انبه، انار و گیلاس شیرین، به‌عنوان منابع مهم غذایی و اقتصادی در کشاورزی جهان نقش حیاتی دارند. کیفیت میوه، ماندگاری پس از برداشت و مقاومت گیاه در برابر استرس‌های محیطی، از عوامل کلیدی تعیین‌کننده عملکرد و بهره‌وری اقتصادی باغ‌ها محسوب می‌شوند. در سال‌های اخیر، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد زیستی مانند پوتریسین به عنوان یک ابزار مؤثر برای بهبود عملکرد و کیفیت میوه، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Abd El-Migeed et al., 2013; Ruiz-Aracil et al., 2024; Hans et al., 2025; Gomaa & Ibrahim, 2024). پوتریسین، یک پلی‌آمین طبیعی، با دخالت در مسیرهای بیوشیمیایی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، توانایی گیاهان را در مقابله با استرس‌های غیرزیستی مانند سرما، ریزش میوه و کاهش کیفیت ارتقا می‌دهد. مطالعه روی گیلاس شیرین نشان داده است که محلول‌پاشی پوتریسین موجب افزایش مقاومت به سرما و کاهش ترک‌خوردگی میوه می‌شود (Ruiz-Aracil et al., 2024). همچنین، پژوهش‌ها روی انبه و انار نشان داده‌اند که استفاده از پوتریسین می‌تواند وزن، اندازه و کیفیت میوه را به طور قابل توجهی افزایش داده و ماندگاری پس از برداشت را بهبود بخشد (Hans et al., 2025; Gomaa & Ibrahim, 2024). این یافته‌ها نشان می‌دهد که پوتریسین نه تنها به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد زیستی مؤثر عمل می‌کند، بلکه می‌تواند به عنوان یک استراتژی علمی، عملی و اقتصادی برای ارتقای عملکرد و کیفیت میوه در باغ‌های میوه، از جمله پسته، مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این رویکرد نوین می‌تواند به افزایش بهره‌وری اقتصادی، بهبود سلامت گیاه و ارتقای کیفیت محصولات میوه کمک شایانی نماید. با توجه به نقش بنیادین فرایند فتوسنتز در افزایش عملکرد، بهبود پرشدگی مغز و ارتقای کیفیت میوه پسته، این پژوهش با هدف بررسی کارایی تیمار پوتریسین در ارتقای رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ظرفیت فتوسنتزی و رشد مطلوب درختان پسته طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ تجاری پسته (*Pistacia vera* L. رقم اوحدی) در منطقه زنگی‌آباد کرمان بر روی درختان ۱۸ ساله انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل شاهد و محلول‌پاشی پوتریسین در غلظت‌های ۱ و ۱/۲۵ میلی‌مولار، هر یک با چهار تکرار (چهار درخت در هر تکرار) اجرا گردید. تیمارها در مرحله پرشدن مغز (تیرماه) با استفاده از اسپری فشار پایین اعمال شدند. نمونه‌برداری برگ از شاخه‌های جهات شمالی و جنوبی در ماه‌های مرداد، شهریور و مهر انجام گرفت. غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل، کاروتنوئید و آنتوسیانین اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی محتوای آنتوسیانین برگ پسته رقم اوحدی نشان داد که تیمار پوتریسین سبب افزایش معنی‌دار این ترکیب نسبت به شاهد گردید. در تیمار شاهد، میزان آنتوسیانین در تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار باعث افزایش معادل حدود ۱۲/۷ درصد گردید. بیشترین میزان آنتوسیانین در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار مشاهده گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۶/۳ درصدی در مقایسه با تیمار شاهد بوده است(شکل۱). این نتایج بیانگر آن است که پوتریسین به‌عنوان یک پلی‌آمین طبیعی قادر است مسیرهای بیوسنتزی مرتبط با تولید آنتوسیانین را فعال نموده و در نتیجه غلظت این رنگیزه مهم را در برگ پسته افزایش دهد. افزایش آنتوسیانین علاوه بر نقش حفاظتی در برابر اکسیداسیون، می‌تواند به پایداری ساختارهای سلولی، افزایش ظرفیت فتوسنتزی و بهبود کلی رشد و عملکرد گیاه کمک نماید. به‌ویژه، سطح بالاتر آنتوسیانین در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار نشان داد که این میزان از پوتریسین می‌تواند به‌عنوان یک غلظت بهینه برای ارتقای ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ پسته معرفی گردد. میزان کاروتنوئید برگ پسته رقم اوحدی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار پوتریسین قرار گرفت. مقدار کاروتنوئید در تیمار شاهد ۱/۳۹ میکرو گرم بر گرم وزن تازه بود، در حالی‌که محلول‌پاشی پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار موجب افزایش آن به ۲/۱۹میکرو گرم بر گرم وزن تازه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۵۷/۶ درصدی نسبت به شاهد است. بیشترین میزان کاروتنوئید در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد (۵۲/۲ میکرو گرم بر گرم وزن تازه)، که معادل افزایش ۸۱/۳ درصدی در مقایسه با شاهد بود(شکل۲). این افزایش چشمگیر

نشان داد که پوتریسین از طریق تحریک مسیرهای بیوسنتزی رنگیزه‌ها و تقویت فعالیت آنزیم‌های مرتبط، نقش کلیدی در تجمع کاروتنوئیدها ایفا می‌کند. کاروتنوئیدها علاوه بر نقش حفاظتی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن، در فرایند انتقال انرژی و حفاظت از دستگاه فتوسنتزی نیز اهمیت ویژه‌ای دارند. بنابراین، افزایش محتوای کاروتنوئید در اثر محلول‌پاشی پوتریسین می‌تواند به ارتقای ظرفیت فتوسنتزی، بهبود پایداری غشاها و افزایش سازگاری فیزیولوژیکی درخت پسته منجر گردد.

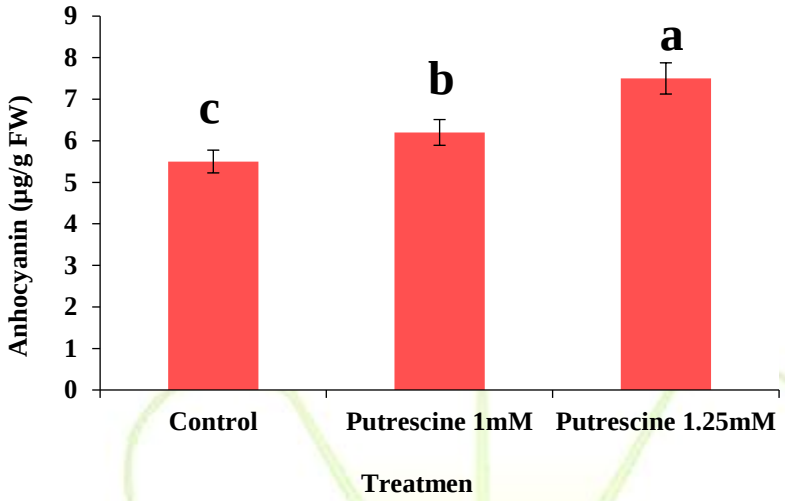
بررسی محتوای کلروفیل کل برگ پسته رقم اوحدی نشان داد که تیمار پوتریسین موجب افزایش چشمگیر این شاخص فتوسنتزی نسبت به شاهد گردید. مقدار کلروفیل کل در تیمار شاهد ۱۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود. محلول‌پاشی پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار این مقدار را به ۱۵/۲ میلی‌گرم رساند که بیانگر افزایش ۳۸/۲ درصدی نسبت به شاهد است. بالاترین میزان کلروفیل کل در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد (۱۹/۳۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، که معادل افزایش ۷۶/۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد بود (شکل۳). افزایش کلروفیل کل در اثر پوتریسین نشان‌دهنده نقش این پلی‌آمین در بهبود سنتز و پایداری رنگیزه‌های فتوسنتزی است. پوتریسین می‌تواند از طریق تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با مسیر بیوسنتزی کلروفیل و کاهش تجزیه کلروفیل تحت شرایط متابولیکی، ظرفیت فتوسنتزی برگ را ارتقا دهد. افزایش محتوای کلروفیل نه‌تنها بازتاب‌دهنده بهبود توانایی گیاه در جذب نور و تثبیت کربن است، بلکه با افزایش کارایی فتوسنتزی و رشد کلی درخت ارتباط مستقیم دارد. بنابراین، بیشترین بهبود مشاهده‌شده در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار پوتریسین بیانگر اثرگذاری مثبت این تیمار بر ارتقای کارایی فیزیولوژیکی پسته رقم اوحدی است.

بررسی محتوای کلروفیل a برگ پسته رقم اوحدی نشان داد که محلول‌پاشی پوتریسین اثر مثبت و معنی‌داری بر افزایش این رنگیزه فتوسنتزی داشت. در تیمار شاهد، مقدار کلروفیل a برابر با ۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود. تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار موجب افزایش آن به ۳/۶ میلی‌گرم شد که بیانگر افزایش ۵/۵۷ درصدی نسبت به شاهد است. بیشترین میزان کلروفیل a در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد (۱۰/۲۵ میلی‌گرم)، معادل افزایش ۱۵۶/۳ درصدی نسبت به شاهد (شکل۴). این افزایش چشمگیر نشان‌دهنده نقش پوتریسین در تحریک سنتز و پایداری کلروفیل a است. افزایش کلروفیل a می‌تواند توانایی برگ‌ها در جذب نور و انتقال انرژی فوتون به مرکز واکنش فتوسنتزی را بهبود بخشد و به ارتقای ظرفیت فتوسنتزی و رشد کلی درخت پسته کمک نماید. به‌ویژه، اثر بهینه در غلظت ۱/۲۵میلی‌مولار نشان می‌دهد که این میزان پوتریسین می‌تواند به‌طور موثری مسیرهای متابولیکی مرتبط با تولید کلروفیل a را فعال نماید.

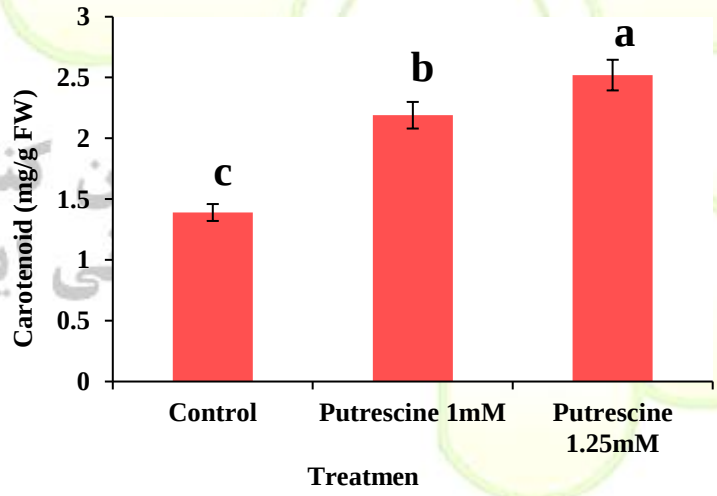
محتوای کلروفیل b برگ پسته رقم اوحدی تحت تأثیر محلول‌پاشی پوتریسین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. مقدار کلروفیل b در تیمار شاهد ۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود. تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار این مقدار را به ۱۴/۲ میلی‌گرم افزایش داد که نشان‌دهنده افزایش ۷۷/۵ درصدی نسبت به شاهد است. بیشترین میزان کلروفیل b در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد (۱۸/۰۲ میلی‌گرم)، معادل افزایش ۱۲۵/۳ درصدی در مقایسه با شاهد. (شکل۵). این نتایج بیانگر آن است که پوتریسین به‌طور مؤثر سنتز و پایداری کلروفیل b را تقویت می‌کند. افزایش کلروفیل b باعث بهبود جذب نور در طول موج‌های مختلف و انتقال انرژی به مرکز واکنش فتوسنتزی می‌شود، که در نهایت ظرفیت فتوسنتزی برگ و رشد کلی درخت پسته را ارتقا می‌دهد. اثر بهینه مشاهده شده در غلظت ۲۵/۱ میلی‌مولار، نشان‌دهنده توان بالای این غلظت در فعال‌سازی مسیرهای متابولیکی مرتبط با تولید کلروفیل b است.

طبق نتایج بدست بدست آمده تیمار پوتریسین در مقایسه با شاهد سبب افزایش رنگیزه های فتوسنتزی شد.. این افزایش‌ها نشان می‌دهد که پوتریسین به‌عنوان یک پلی‌آمین طبیعی، مسیرهای بیوسنتزی رنگیزه‌ها را تحریک می‌کند و فعالیت آنزیم‌های کلیدی مانند فنیل‌آلانین آمونیالیاز (PAL) و دیگر آنزیم‌های مرتبط با سنتز کلروفیل و کاروتنوئیدها را تقویت می‌نماید (Ranjbar, Moradinezhad, & Panahi, 2025; Marino et al., 2023).افزایش کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها می‌تواند کارایی جذب نور و ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها را بهبود دهد، در حالی که افزایش آنتوسیانین علاوه بر نقش حفاظتی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن، می‌تواند پایداری غشاها و سلامت سلولی را ارتقا دهد.(Ferguson, 2011) مطالعات پیشین نیز اثر مثبت پوتریسین بر رنگیزه‌ها و عملکرد فتوسنتزی را در گونه‌های مختلف گیاهی تأیید کرده‌اند؛ برای مثال، Tabur et al. (2024) نشان دادند که پوتریسین مسیرهای مولکولی و بیوشیمیایی را در جو تقویت می‌کند، و Hans et al. (2025) و Gomaa & Ibrahim (2024) اثر آن را بر کیفیت و محتوای رنگیزه میوه‌ها در انبه و انار گزارش کردند. افزایش رنگیزه‌ها همچنین با افزایش توان رشد، میوه‌دهی و کیفیت محصول مرتبط است، همان‌طور که Abd El-Migeed et al. (2013) و Ruiz-

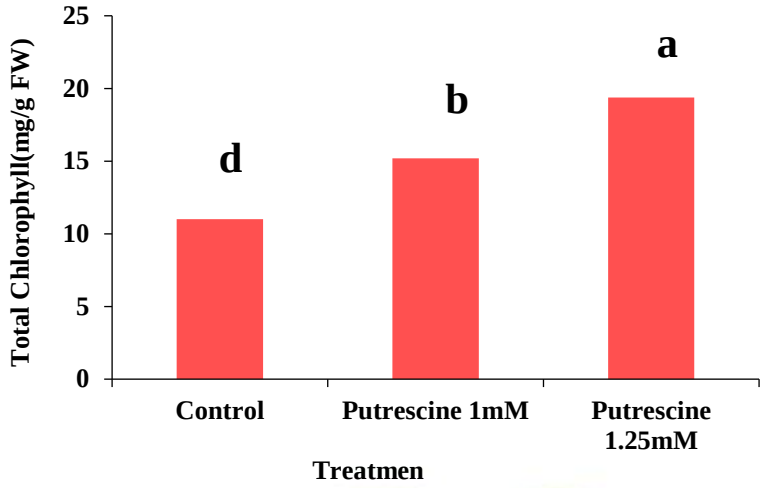
Aracil et al. (2024)در درختان خرما و گیلاس مشاهده کردند. بنابراین، محلول‌پاشی پوتریسین به‌عنوان یک رویکرد مؤثر می‌تواند ظرفیت فتوسنتزی برگ پسته را افزایش داده و با ارتقای رنگیزه‌های فتوسنتزی، رشد و عملکرد فیزیولوژیکی درختان را بهبود بخشد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که استفاده از پوتریسین می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مدیریتی نوین برای افزایش بهره‌وری و کیفیت پسته رقم اوحدی مورد توجه قرار گیرد.



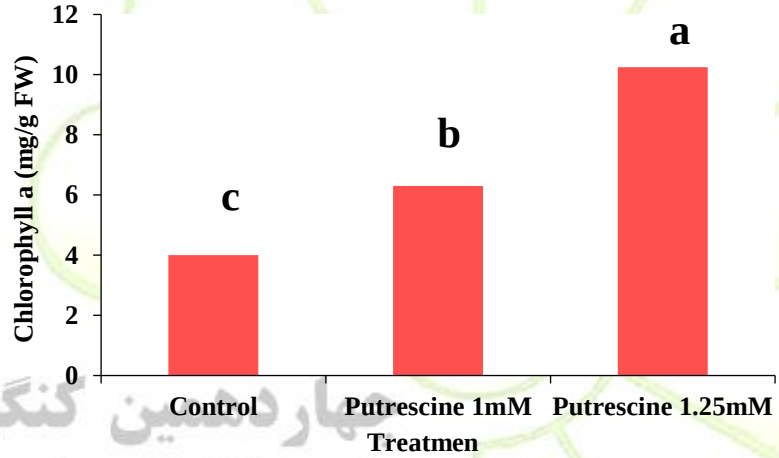
شکل ۱- تأثیر تیمار پوتریسین بر میزان آنتوسیانین برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



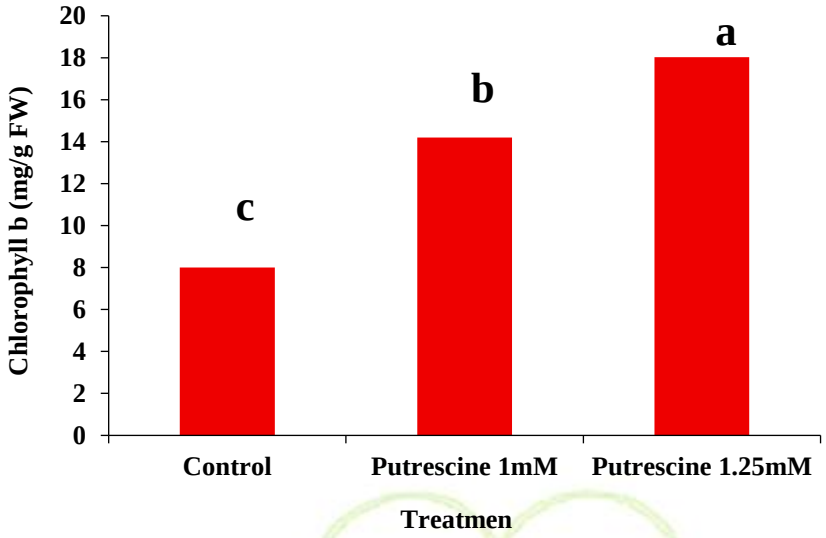
شکل ۲- تأثیر تیمار پوتریسین بر میزان کارتنویید برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۳- تأثیر تیمار پوتریسین بر میزان کلروفیل کل برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۴- تأثیر تیمار پوتریسین بر میزان کلروفیلa برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۴- تأثیر تیمار پوتریسین بر میزان کلروفیلb برگ پسته رقم اوحدی. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

نتیجه‌گیری

محلول‌پاشی پوتریسین ظرفیت فتوسنتزی و محتوای رنگیزه‌های برگ پسته رقم اوحدی را به‌طور معنی‌دار افزایش داد. بیشترین اثر در غلظت ۱/۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد که سنتز کلروفیل‌ها، کاروتنوئید و آنتوسیانین را تقویت نمود و جذب نور و کارایی فتوسنتزی برگ‌ها را بهبود بخشید. یافته‌ها نشان می‌دهند که پوتریسین می‌تواند به‌عنوان یک عامل بیولوژیک مؤثر، رشد، سلامت و بهره‌وری درختان پسته را ارتقا دهد و یک راهبرد مدیریتی نوین برای بهبود کیفیت محصول فراهم نماید.

منابع

Abd El-Migeed, M. M. M., Mostafa, E. A. M. and Ashour, N. E. 2013. Effect of potassium and polyamine sprays on fruit set, fruit retention, yield and fruit quality of Amhat date palm. International Journal of Agricultural Research, 8: 77–86.

Ferguson, L. 2011. Botany and physiology of the pistachio tree. University of California Agriculture and Natural Resources. Retrieved from.

Gomaa, A. M. and Ibrahim, H. F. S. 2024. Fruit quality of "Manfalouty" pomegranate as affected by putrescine and chitosan treatments. Hortscience Journal of Suez Canal University, 13(1): 1–9.

Hans, S., Kour, K., Bakshi, P., Bajaj, K., Sood, K. K., Sinha, B. K. and Shah, A. 2025. Exogenous putrescine application modulates yield and quality attributes of mango (Mangifera indica). Applied Fruit Science, 67: Article 169.

Marino, G., Guzmán-Delgado, P., Santos, E., Adaskaveg, J. A., Blanco-Ulate, B., Ferguson, L., Zwieniecki, M. A. and Fernández-Suela, E. 2023. Interactive effect of branch source–sink ratio and leaf aging on photosynthesis in pistachio. Frontiers in Plant Science, 14: 1194177.

Ranjbar, A., Moradinezhad, F. and Panahi, B. 2025. Roles of micronutrients and plant growth regulators on abiotic stresses management of pistachio trees: A review. Journal of Plant Growth Regulation. Advance online publication.

Ruiz-Aracil, M. C., Valverde, J. M., Beltrà, A., Carrión-Antolí, A., Lorente-Mento, J. M., Nicolás-Almansa, M. and Guillén, F. 2024. Putrescine increases frost tolerance and effectively mitigates sweet cherry (*Prunus avium* L.) cracking: A study of four different growing cycles. Agronomy, 14(1): 23.

Tabur, S., Ozmen, S. and Oney-Birol, S. 2024. Promoter role of putrescine for molecular and biochemical processes under drought stress in barley. Scientific Reports, 14: 19202.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Putrescine: A Novel Strategy to Enhance Photosynthetic Efficiency and Leaf Pigments in *Pistacia vera* L. 'Owhadi'

Zahra Rezazadeh Malekabadi[1] and Zahra Pakkish[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[*]*Corresponding Author: zahrapakkish@uk.ac.ir*

Abstract

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is one of the most important horticultural crops with high economic and nutritional value, and its performance is directly influenced by growth, leaf development, and photosynthetic capacity. Enhancing photosynthetic efficiency and leaf pigment content plays a key role in improving growth, yield, and quality. Polyamines, particularly putrescine, are natural plant growth regulators that can stimulate pigment biosynthesis and enhance photosynthetic performance. The present study aimed to evaluate the effect of foliar-applied putrescine on leaf photosynthetic pigments of 'Owhadi' pistachio in a commercial orchard located in Zangiabad, Kerman. The experiment was conducted as a completely randomized design with three treatments: control and foliar application of putrescine at 1 and 1.25 mM during the nut-filling stage, each with four replications. Leaf samples were collected from the northern and southern branches in August, September, and October, and chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids, and anthocyanin contents were measured. Data were analyzed using SAS software and mean comparison was performed with the LSD test. Results indicated that putrescine significantly increased all pigments, with the highest enhancement observed at 1.25 mM: total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, and anthocyanin increased by 76.2%, 156.3%, 125.3%, 81.3%, and 36.3%, respectively, compared to the control. These increases reflect the stimulation of pigment biosynthetic pathways, improved light absorption, and enhanced photosynthetic capacity of the leaves. The findings suggest that putrescine can act as an effective biostimulant, enhancing growth, physiological performance, and productivity of pistachio trees, representing a novel management strategy to improve product quality.

Keywords: Chlorophyll and Carotenoids, Leaf physiology, Photosynthetic pigments Pistachio, Putrescine.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مروری بر تأثیر نور LED بر بهبود پیوند و رشد نهال‌های خیار (*Cucumis sativus* L.)

فاطمه محمدی دولت‌آباد[۱*]

۱– گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *fatima.mohammadi@ut.ac.ir*

چکیده

تغییرات سریع اقلیمی و افزایش تنش‌های زیستی مانند خشکی، شوری و دما، تولید سبزیجات را به شدت تهدید می‌کند. پیوند در سبزی‌های جالیزی، به‌ویژه خیار، به منظور افزایش مقاومت به بیماری‌ها، بهبود جذب آب و مواد غذایی و ارتقای عملکرد، به‌طور گسترده در تولید گلخانه‌ای استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها موفقیت پیوند و کیفیت نشای پیوندی است که به سازگاری پایه و پیوندک و فرآیند ترمیم بستگی دارد و شرایط استرس‌زا می‌تواند تشکیل اتصال آوندی را مختل کند. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از نور LED با ترکیب غالب قرمز و نسبت ۱۰–۳۰٪ آبی و شدت متوسط ۵۰–۱۰۰ $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ باعث افزایش ۱۵–۲۵٪ بقای نهال، افزایش شاخص کیفیت نهال (DQI) تا ۲۰٪ و بهبود فتوسنتز و رشد ریشه و ساقه می‌شود. نور آبی تحریک تقسیم سلولی، توسعه ریشه و تنظیم هورمون ABA را افزایش می‌دهد، در حالی که نور قرمز رشد ریشه و جذب آب را تقویت می‌کند. شدت نور (PPFD) و مدت زمان نوردهی نیز بر موفقیت پیوند و کیفیت نهال مؤثرند و دوره‌های نوری طولانی‌تر فتوسنتز و تجمع کربوهیدرات را افزایش می‌دهند. استفاده از نور مکمل LED در دوره بهبودی موجب تسریع تشکیل لایه نکروتیک و اتصال آوندی تا ۳۰٪ سریع‌تر می‌شود. این مقاله با جمع‌بندی پژوهش‌های اخیر، شرایط شدت، ترکیب طیفی و مدت نور LED بهینه برای افزایش موفقیت پیوند و بهبود کیفیت نهال‌های خیار را ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی : پایه، پیوند خیار، شاخص‌های فیزیولوژیکی، کیفیت نور و نورLED

مقدمه

خیار (Cucumis sativus L.) به عنوان یکی از مهم‌ترین سبزی‌های جالیزی، به شدت نسبت به بیماری‌ها و شرایط نامساعد محیطی حساس است و موفقیت تولید آن به کیفیت نهال و سلامت پایه و پیوندک وابسته است. پیوند نهال به منظور افزایش مقاومت به بیماری‌ها، بهبود جذب آب و مواد مغذی و ارتقای عملکرد محصول، در تولید گلخانه‌ای به طور گسترده به کار می‌رود. با این حال، موفقیت پیوند مستلزم ترمیم سریع و مؤثر بافت‌ها، تشکیل کالوس و ایجاد اتصال آوندی پایدار است، که تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و شدت و کیفیت نور قرار دارد. مدیریت بهینه نور LED با ترکیب طول موج‌های قرمز و آبی و تنظیم شدت و فتوپریود مناسب، می‌تواند سرعت ترمیم، بقای نهال و کیفیت فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی آن را افزایش دهد. بنابراین، بررسی تأثیر شدت، طیف و مدت نورLED بر مراحل مختلف پیوند خیار برای ارائه پروتکل‌های کاربردی و افزایش موفقیت نهال‌های پیوندی اهمیت ویژه‌ای دارد. نور LED به‌عنوان فناوری نوین در باغبانی، با امکان تولید طول موج‌های مشخص و قابل تنظیم، نقش ویژه‌ای در بهبود رشد و کیفیت گیاهان دارد. این فناوری علاوه بر طول عمر بالا و تولید گرمای کم، قابلیت دستکاری دقیق طیف نوری را فراهم می‌کند و می‌تواند بیان ژن‌های مرتبط با ترمیم بافت، رشد و پاسخ به استرس را تنظیم کند (Paradiso and Proietti, 2022). از آنجا که نور یکی از اصلی‌ترین عوامل تحریک بیان ژن‌های گیاهی است، LED ابزاری کارآمد برای بهینه‌سازی شرایط نوری محسوب می‌شود. با وجود این، تعیین بهترین ترکیب و شدت نور برای گونه‌ها و مراحل مختلف رشدی همچنان نیازمند پژوهش‌های بیشتر است. کیفیت طیف نور از عوامل کلیدی در رشد نهال‌های پیوندی است. نور آبی موجب تحریک تقسیم سلولی، توسعه ریشه و تنظیم هورمون ABA می‌شود، در حالی که نور قرمز رشد ریشه، جذب آب و گسترش اندام‌های رویشی را تقویت می‌کند. ترکیب مناسب این دو طول موج، بهبود کارایی فتوسنتز، افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ارتقای تحمل خشکی را در گیاهان پیوندی فراهم می‌کند. همچنین نور دورقرمز (FR) می‌تواند در کشیدگی ساقه و افزایش شاخص نهال مؤثر باشد و نور UV-A نقش مهمی در تحریک سازوکارهای دفاعی و تغییر زمان گل‌دهی دارد.

شدت نور (PPFD) یکی دیگر از پارامترهای حیاتی است. شدت کم نور می‌تواند باعث کاهش فتوسنتز و تأخیر در بهبود پیوند شود، در حالی که شدت بیش از حد منجر به استرس نوری و افزایش تولید ROS می‌گردد. بنابراین، تنظیم شدت نور متناسب با مرحله بهبود زخم و رشد رویشی ضروری است. مدت زمان نوردهی (فتوپریود) نیز اهمیت بالایی دارد. استفاده از دوره‌های نوری طولانی‌تر می‌تواند فتوسنتز و تجمع کربوهیدرات را افزایش دهد، اما ممکن است تعادل هورمونی گیاه را مختل کند. در مقابل، دوره‌های نوری کوتاه‌تر ضمن کاهش مصرف انرژی، می‌توانند در مراحل اولیه پیوند باعث تمرکز بیشتر متابولیسم روی ترمیم زخم شوند. فرایند پیوند گیاهی شامل سه مرحله اصلی است: نخست تشکیل لایه نکروتیک در محل تماس پایه و پیوندک، سپس تکثیر سلولی و تشکیل کالوس، و در نهایت اتصال آوندی به منظور بازیابی کامل جریان شیره پرورده و خام. تشکیل سریع و مؤثر لایه نکروتیک اهمیت ویژه‌ای در جلوگیری از نشت مواد و ممانعت از ورود عوامل بیماری‌زا دارد و کیفیت آن بر موفقیت نهایی پیوند اثرگذار است. نور مکمل LED با فراهم‌کردن شرایط نوری مطلوب در این مراحل، می‌تواند سرعت و کیفیت ترمیم را افزایش دهد و نرخ موفقیت نهال‌های پیوندی را ارتقا بخشد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که کیفیت طیف نور، شدت تابش و مدت زمان اعمال نور LED اثرات متنوعی بر مراحل مختلف پیوند خیار دارند. این اثرات شامل بهبود رشد رویشی، افزایش مقاومت به تنش، تسریع فرایند ترمیم زخم و بهبود کیفیت نشاهای پیوندی است. با این حال، داده‌های موجود در زمینه تعامل پایه–پیوندک با کیفیت نور و چگونگی پاسخ‌های مولکولی هنوز محدود است. بنابراین، هدف این مقاله مروری، جمع‌بندی پژوهش‌های اخیر و بررسی تأثیر شدت، کیفیت و طول مدت نور LED بر پیوند خیار است، تا در نهایت بتوان پروتکل‌های کاربردی برای افزایش موفقیت و کیفیت نهال‌های پیوندی ارائه داد.

مواد و روش‌ها

این مقاله به صورت مروری نظام‌مند تدوین شد. پایگاه‌هایScopus ، Web of Scienceو Google Scholar با کلیدواژه‌های «grafted cucumber seedlings»، «LED light spectrum»، «supplemental LED cucumber»و «seedling quality» در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ جستجو شدند. مقالاتی انتخاب شدند که:

۱. اثر کیفیت یا شدت نور LED را بر نهال خیار یا خیار پیوندی بررسی کرده باشند.
۲. حداقل یک شاخص مورفولوژیک، فیزیولوژیک یا کیفیتی گزارش کرده باشند.
۳. دارای طراحی آزمایشی مشخص و داده‌های کمی معتبر باشند.

نتایج و بحث

جدول ۱- پژوهش های اخیر پیرامون مدیریت نور LED (شدت، کیفیت و مدت) بر بهبود پیوند و رشد نهال های خیار.

مقاله (سال)	تیمارهای نوری	شدت نور , ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	طیف و نسبت نوری	مرحله کاربرد نور LED در فاز رشد نهال	نتایج اصلی
Yang et al., 2023	شدت‌های مختلف نور	۵۰، ۱۲۰، ۱۹۰، ۲۶۰، ۳۳۰، ۴۰۰	نور سفید	تولید و رشد اولیه نهال (Seedling production)	بهترین رشد و کیفیت نهال در شدت ۲۶۰ $\mu mol\ m^{-2} \cdot s^{-1}$ با دمای C° ۲۶ ؛ بیشینه شاخص کیفیت(DQI) ، افزایش وزن خشک و طول ساقه، بهینه برای تولید نهال سالم و قوی.

Mohammadian et al., 2023a	طیف‌های مختلف R, B, W, G, R:FR, R:B	۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰	R:B ۵۰:۵۰، ۷۰:۳۰	دوره ترمیم و سازگاری پس از پیوند	ترکیب R:B ۷۰:۳۰ در PPFD ۱۰۰ بیشترین وزن خشک ریشه، قطر ساقه و شاخص کیفیت نهال (DQI) را فراهم کرد و تعادل بین رشد سبزینه و فتوسنتز حفظ شد.
Mohammadian et al., 2023b	ترکیب طیف × شدت	۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰	R:FR, R:B	دوره ترمیم و سازگاری پس از پیوند	PPFD بالا (>۲۰۰) بدون نسبت مناسب کاهش بقای نهال را به همراه داشت؛ ترکیب R+B رشد یکنواخت و عملکرد فتوسنتزی بهینه ایجاد کرد.
Mohammadian et al., 2023c	محیط‌های نوری مختلف	۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰	R غالب با B	دوره ترمیم و سازگاری پس از پیوند	ترکیب R غالب با حضور آبی بهترین بقای پیوند، افزایش فتوسنتز و تعادل بین رشد ساقه و ریشه را ایجاد کرد.
Zhong et al., 2024	نور مکمل LED	۵۰–۱۵۰	R+B	دوره ترمیم و سازگاری پس از پیوند	نور R+B باعث تسریع تشکیل لایه نکروتیک و بهبود اتصال عروقی شد؛ افزایش قطر ساقه و استحکام نهال مشاهده شد.
Wang et al., 2022	ترکیب طیف‌های مختلفR+B	-	R:B ۹۰:۱۰، ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰، ۳۰:۷۰	رشد اولیه و توسعه برگ‌ها و ساقه	ترکیب R:B ۹۰:۱۰ بیشترین افزایش فتوسنتز، رشد برگ و ساقه و ارتفاع نهال را فراهم کرد؛ نشان‌دهنده بهینه بودن نسبت بالای R برای رشد اولیه.
Jin et al., 2023	ترکیبR+B	-	R:B ۷۰:۳۰	تولید نهال و تقویت ساختار ساقه	بیشترین قطر ساقه، شاخص کیفیت نهال (DQI) و نرخ فتوسنتز در این ترکیب مشاهده شد؛ رشد و سلامت نهال بهبود یافت.
Lin et al., 2024	شدت‌های مختلف نور	۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰	غالب سفید / R+B	دوره ترمیم و پیوند و بهبود رشد عروق	شدت نور بالاتر بیان ژن‌های مرتبط با تشکیل عروق و رشد بهتر نهال را افزایش داد؛ بهبود ارتباط بین ریشه و ساقه و افزایش بقای پیوند مشاهده شد.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

با توجه به جدول (۱) نتایج محققین نشان می‌دهد که کیفیت نور، شامل ترکیب طیفی و شدت آن، تأثیر قابل توجهی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهان دارد. این تأثیرات از طریق گیرنده‌های نوری خاصی که در گیاهان وجود دارند، مانند فیتوکروم‌ها، کریپتوکروم‌ها و فتوترپین‌ها، اعمال می‌شود. این گیرنده‌ها حتی در شدت‌های پایین نور نیز قادر به شناسایی تغییرات طیفی هستند و پاسخ‌های فیزیولوژیکی مختلفی را در گیاهان ایجاد می‌کنند. شدت نور متوسط ۵۰–۱۰۰ $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ برای دوره بهبودی نهال‌ها مناسب است و رشد ریشه، ساقه و برگ را بهبود می‌بخشد (Mohammadian et al., 2023a, 2023b). شدت‌های پایین ($<25\ \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) موجب کاهش شاخص کیفیت نهال و طول ساقه می‌شوند، در حالی که شدت‌های بسیار بالا ($\geq 200\ \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) ممکن است بقای نهال را کاهش دهند مگر اینکه طیف نور با ترکیب R:FR یا R+B تنظیم شود (Mohammadian et al., 2023b). همچنین طبق جدول (۱) مطالعه یانگ و همکاران نیز نشان داد که شدت نور ($260\ \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) همراه با دمای روزانه ۲۶ °C بهترین رشد و کیفیت نهال را ایجاد می‌کند. این نتایج نشان می‌دهد که شدت بهینه نور وابسته به مرحله رشد است؛ در فاز ترمیم، شدت‌های متوسط بهتر عمل می‌کنند، اما در فاز رشد اولیه می‌توان از شدت‌های بالاتر استفاده کرد.

همچنین ترکیب نور قرمز و آبی با نسبت غالب قرمز (۹۰٪–۷۰٪) و آبی (۱۰٪–۳۰٪) باعث افزایش فتوسنتز، محتوای کلروفیل، شاخص کیفیت نهال (DQI) و رشد ریشه و ساقه می‌شود، در حالی که نور قرمز خالص می‌تواند کارایی PSII و محتوای کلروفیل را کاهش دهد (Mohammadian et al., 2023a; Jin et al., 2023; Wang et al., 2022).

نور سفید یا ترکیب R+B به توسعه مساحت برگ کمک می‌کند، اما برای بقای پیوند و عملکرد فتوسنتزی بهینه، ترکیب R+B ارجح است (Yang et al., 2023; Mohammadian et al., 2023a). نور قرمز رشد طولی برگ‌چه‌ها و ساقه‌ها را تقویت می‌کند و موجب شل شدن ساختار گیاه می‌شود (Wang, 2022) ,همچنین با تغییر فعالیت فیتوکروم‌ها، مورفولوژی نهال‌ها و باز شدن برگچه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کنترل مدت تابش نور قرمز در شب می‌تواند ارتفاع گیاه و زمان گل‌دهی را تنظیم کند. نور دورقرمز نیز موجب نازک شدن برگ‌ها، افزایش طول هیپوکوتیل و افزایش وزن خشک نهال‌ها می‌شود. به طور کلی، کیفیت نور نقش مهمی در شکل‌دهی مورفولوژی گیاه و پاسخ‌های گرایشی ساقه‌ها دارد (Jin et al., 2023). طیف R:FR در کنار R+B به حفظ تعادل بین رشد ساقه و ریشه کمک کرده و از پدیده‌ی کشیدگی بیش از حد جلوگیری می‌کند(Mohammadian et al., 2023b) . از نظر مکانیسمی، این اثرات توسط گیرنده‌های نوری شامل فیتوکروم‌ها (حساس به R و FR)، کریپتوکروم‌ها (حساس به B) و فتوترپین‌ها تنظیم می‌شوند. نور قرمز و قرمزدور مورفولوژی ساقه و برگ را تنظیم کرده و نور آبی تقسیم سلولی و بازشدن روزنه‌ها را تحریک می‌کند. نور مکمل LED با طیف R+B باعث تسریع تشکیل لایه نکروتیک و اتصال عروقی در پیوندهای خیار می‌شود (Zhong et al., 2024).

مطالعات نشان می‌دهند که ترکیب قرمز و آبی (R+B) باعث تغییر بیان ژن‌های مرتبط با سنتز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، سنتز کلروفیل و ترمیم کالوس می‌شود. نور قرمز غالب بیان ژن‌های مرتبط با سنتز آنزیم‌های کاهنده ROS و افزایش مقاومت به استرس اکسیداتیو را بهینه می‌کند، در حالی که نور آبی تقسیم سلولی و تکثیر کالوس را تحریک می‌کند. این پاسخ‌های مولکولی به ویژه در مراحل اولیه پیوند باعث افزایش سرعت تشکیل اتصال آوندی و بقای نهال‌ها به میزان ۲۰ تا ۲۵ درصد می‌شوند (Lin et al., 2024).

تحقیقات نشان می‌دهند که فتوپریود طولانی‌تر (۱۴–۱۶ ساعت) باعث افزایش فتوسنتز، تجمع کربوهیدرات و تأمین انرژی کافی برای رشد ریشه و ساقه می‌شود. با این حال، فتوپریودهای طولانی ممکن است موجب کشیدگی بیش از حد ساقه شوند. دوره‌های کوتاه‌تر نوردهی (۱۰–۱۲ ساعت) در مراحل اولیه پیوند باعث تمرکز بیشتر انرژی گیاه روی ترمیم زخم و تشکیل کالوس می‌شوند بنابراین انتخاب فتوپریود مناسب بسته به مرحله رشد نهال و هدف تولید اهمیت ویژه‌ای دارد (Paradiso and Proietti, 2022).

جدول ۲- پروتکل پیشنهادی نور LED براساس مقالات اخیر برای مراحل مختلف رشد نهال‌های پیوندی خیار.

مرحله رشد / فاز	روزهای تقریبی	شدت نور ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	طیف / نسبت	مدت تابش (ساعت)	اهداف و نتایج مورد انتظار

پس از پیوند	۱–۷	۱۰۰–۵۰	قرمز:آبی = ۷۰:۳۰	۱۲–۱۰	افزایش سرعت تشکیل لایه نکروتیک، تحریک کالوس، بهبود اتصال آوندی، افزایش بقای نهال ۲۰–۲۵٪
سازگاری و آغاز رشد	۷–۱۴	۱۵۰–۱۲۰	قرمز:آبی = ۷۰:۳۰– ۹۰:۱۰	۱۴–۱۲	تقویت قطر ساقه، رشد برگ، توسعه ریشه‌های جانبی، آماده‌سازی برای رشد سریع‌تر
رشد نهال	۱۴–۲۸	۲۶۰–۲۰۰	قرمز:آبی = ۷۰– ۹۰:۱۰–۳۰؛ افزودن دورقرمز در صورت نیاز	۱۶–۱۴	بیشینه شاخص کیفیت نهال(DQI) ، افزایش فتوسنتز، وزن خشک و مساحت برگ، رشد یکنواخت
آماده‌سازی انتقال	پایانی	۲۵۰–۲۰۰	قرمز:آبی = ۸۰:۲۰	۱۴	تولید نهال مقاوم با ساقه مستحکم، ریشه توسعه یافته و توانایی فتوسنتزی بالا برای انتقال به گلخانه

نتیجه‌گیری

جدول پیشنهادی پروتکل نور LED براساس مقالات اخیر، مجموعه‌ای جامع از تأثیر شدت، کیفیت و مدت نور بر رشد و موفقیت پیوند نهال‌های خیار ارائه می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان راهنمای علمی پایه برای مدیریت نور در تولید نهال‌های پیوندی مورد استفاده قرار گیرد. شدت‌های نور بهینه ذکر شده (۵۰–۲۶۰ $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) برای بیشتر مراحل رشد مناسب هستند، اما بسته به ژنتیک پایه و پیوندک، دما و رطوبت محیط ممکن است نیاز به تنظیم جزئی وجود داشته باشد. شدت‌های پایین‌تر (<۲۵ $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) می‌توانند رشد رویشی را محدود کنند، در حالی که شدت‌های بسیار بالا (≥۲۰۰ $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) بدون نسبت طیفی مناسب، ممکن است بقای نهال را کاهش دهند. نسبت طیفی نور اهمیت ویژه‌ای دارد؛ ترکیب قرمز و آبی با نسبت غالب قرمز (۷۰–۹۰٪) و آبی (۱۰–۳۰٪) معمولاً بهترین عملکرد فتوسنتزی، رشد ریشه و ساقه و شاخص کیفیت نهال (DQI) را ارائه می‌دهد، در حالی که نور سفید یا ترکیب R+B می‌تواند مساحت برگ را افزایش دهد اما برای موفقیت پیوند و تشکیل اتصال آوندی، حفظ نسبت بهینه قرمز:آبی ضروری است. همچنین طیف قرمزدور (FR) می‌تواند در فاز رشد سریع نهال به یکنواخت شدن رشد و جلوگیری از کشیدگی بیش از حد ساقه کمک کند. فتوپریود ۱۰–۱۶ ساعت بسته به مرحله رشد و هدف تولید توصیه می‌شود؛ دوره‌های طولانی‌تر انرژی کافی برای رشد ریشه و ساقه فراهم می‌کنند اما ممکن است کشیدگی ساقه ایجاد کنند، در حالی که دوره‌های کوتاه‌تر تمرکز گیاه را بر ترمیم زخم و تشکیل کالوس افزایش می‌دهند. استفاده از نور مکمل LED در مرحله ترمیم موجب تسریع تشکیل لایه نکروتیک و اتصال آوندی تا ۲۰–۲۵٪ سریع‌تر می‌شود و بقای نهال را بهبود می‌بخشد.

با وجود این، شرایط محیطی مانند دما، رطوبت و تهویه نیز باید به دقت کنترل شوند. داده‌های ارائه شده در جدول‌ها می‌توانند به عنوان راهنمای علمی پایه برای مدیریت نور در تولید نهال‌های پیوندی استفاده شوند، اما برای هر شرایط گلخانه‌ای، انجام آزمایش‌های کوچک مقیاس قبل از اعمال گسترده توصیه می‌شود.

منابع

Jin, D., Su, X., Li, Y., Shi, M., Yang, B., Wan, W., Wen, X., Yang, S., Ding, X. and Zou, J. 2023. Effect of red and blue light on cucumber seedlings grown in a plant factory. Horticulturae, 9(2): 124.

Lin, Y., Zhang, L., Wang, T., Li, Y. and Zhang, X. 2024. Influence of LED intensity and spectrum on vascular gene expression in cucumber grafting. Frontiers in Plant Science, 15: 1456.

Mohammadian, M., Aliniaeifard, S., Bekhradi, F. and Lotfi, M. 2023a. LED light spectrum effects on cucumber grafting: Root and shoot quality. Environmental and Experimental Botany, 210: 105456.

Mohammadian, M., Aliniaeifard, S., Bekhradi, F. and Lotfi, M. 2023b. PPFD × spectrum interaction in grafted cucumber seedlings. Environmental and Experimental Botany, 211: 105457.

Mohammadian, M., Aliniaeifard, S., Bekhradi, F. and Lotfi, M. 2023c. Blue-dominant light improves grafted cucumber seedling survival. Scientia Horticulturae, 315: 112953.

Paradiso, R. and Proietti, S. 2022. LED lighting in horticultural crops: A review. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 97(6): 645–661.

Wang, T., Sun, Q., Zheng, Y., Xu, Y., Liu, B. and Li, Q. 2024. Effects of red and blue light on the growth, photosynthesis, and subsequent growth under fluctuating light of cucumber seedlings. Plants, 13(12): 1668.

Yang, H., Li, Y., Zhang, X. and Wang, T. 2023. White LED light intensity effects on cucumber seedlings. Journal of Plant Growth Regulation, 42(3): 567–578.

Zhong, L., Hao, S., Zhai, T. and Zhang, X. 2024. LED spectrum accelerates necrotic layer formation in grafted cucumber. Frontiers in Plant Science, 15: 1890.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A Review on the Effects of LED Light on the Improvement of Grafting and Growth of Cucumber Seedlings (Cucumis sativus L.)

Fatemeh Mohammadi Dowlatabad[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Tehran, Karaj, Iran
Corresponding Author: fatima.mohammadi@ut.ac.ir

Abstract

Rapid climate changes and increasing abiotic stresses such as drought, salinity, and temperature fluctuations severely threaten vegetable production. Grafting in cucurbit vegetables, particularly cucumber, is widely used in greenhouse production to enhance disease resistance, improve water and nutrient uptake, and increase yield. One of the main challenges is grafting success and the quality of grafted seedlings, which depends on rootstock–scion compatibility and the tissue healing process, while stress conditions can disrupt vascular connection formation. Studies have shown that using LED light with a red-dominant spectrum combined with 10–30% blue light at moderate intensity (50–100 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) increases seedling survival by 15–25%, improves the seedling quality index (DQI) up to 20%, and enhances photosynthesis as well as root and shoot growth. Blue light promotes cell division, root development, and ABA regulation, whereas red light enhances root growth and water uptake. Light intensity (PPFD) and duration also significantly affect grafting success and seedling quality, with longer photoperiods increasing photosynthesis and carbohydrate accumulation. Supplemental LED lighting during the healing phase accelerates necrotic layer formation and vascular connection by up to 30%. This review summarizes recent studies and presents the optimal intensity, spectral composition, and duration of LED lighting to enhance grafting success and improve the quality of cucumber seedlings.

Keywords: Cucumber grafting, LED, light quality, Physiological indices, and Rootstock.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و محتوای عناصر غذایی سه رقم انگور

مرجان آشوری[1*] و مهران زند[2]

۱- سازمان جهاد کشاورزی خرم‌آباد، خرم‌آباد ، ایران

۲- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *marjan.ashoori2016@gmail.com*

چکیده

کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI) یکی از راهکارهای مؤثر برای افزایش کارایی مصرف آب و بهبود کیفیت میوه در تاکستان‌ها است. این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری (۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی کامل) بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و عناصر غذایی حبه سه رقم انگور (کشمشی، صاحبی و شرابی) انجام شد. نتایج نشان داد که واکنش ارقام به کم‌آبیاری وابسته به رقم بود. در رقم کشمشی، تیمار ۸۰ درصد موجب افزایش معنی‌دار فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد. در رقم صاحبی، تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد موجب افزایش فنل و فلاونوئید شدند و تیمار ۴۰ درصد نیز افزایش فنل را نشان داد. در رقم شرابی، تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد موجب افزایش فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان شدند. از نظر عناصر غذایی، نیتروژن در ارقام صاحبی و شرابی تحت تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد افزایش یافت، در حالی‌که واکنش فسفر، پتاسیم و کلسیم وابسته به رقم بود. به‌طور کلی، تیمار ۸۰ درصد RDI بهترین تعادل بین صرفه‌جویی در مصرف آب و بهبود کیفیت حبه را ایجاد کرد و به‌عنوان سطح مناسب کم‌آبیاری توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، انگور، فلاونوئید، فنل کل، عناصر غذایی وکم‌آبیاری تنظیم‌شده.

مقدمه

کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید انگور در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. مدیریت آبیاری و استفاده از روش‌های کم‌آبیاری تنظیم‌شده می‌تواند ضمن کاهش مصرف آب، کیفیت میوه را بهبود دهد. کم‌آبیاری تنظیم‌شده در مرحله پس از تغییر رنگ حبه‌ها، بدون کاهش شدید عملکرد، موجب افزایش ترکیبات ثانویه و کیفیت میوه می‌شود. ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت انگور هستند که تحت تأثیر تنش‌رطوبتی قرار می‌گیرند. همچنین جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم تحت تأثیر رطوبت خاک و شرایط آبیاری تغییر می‌کند. با توجه به اهمیت این ترکیبات در کیفیت و بازارپسندی انگور، بررسی واکنش ارقام مختلف به سطوح کم‌آبیاری ضروری است. در انگورهای تازه خوری، استراتژی کم‌آبیاری تنظیم‌شده به‌طورکلی در فاز پس از رنگ‌گیری به‌عنوان‌مثال در شروع بلوغ انجام می‌گیرد زیرا که کاهش آبیاری قبل از این مرحله می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی باعث کاهش اندازه و عملکرد حبه‌ها گردد (Conesa et al. 2015). این مسئله مستلزم افزایش عملکرد در مترمربع برای آب یا به عبارت ساده به دست آوردن محصول بیشتر به ازای حجم معینی از آب است (Dodd, 2009). تأثیر کم‌آبیاری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی حبه‌ها به میزان زیادی وابسته به شرایط اتمسفری و خاک در طول سیکل رویش است (Shellie, 2011).(Rabiei *et al*. (2003) گزارش کردند که در رقم مرلوت کم‌آبیاری تنظیم‌شده در آخر فصل سبب افزایش معنی‌دار فنل کل نسبت به شاهد شد که با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد. در گزارش دیگر کم‌آبیاری در مقایسه با آبیاری کامل کیفیت حبه‌ها را با افزایش محتوی فنل‌کل افزایش داد هرچند که این پاسخ کاملاً وابسته به نوع رقم بوده است (Sofo *et al*.2012). Zarrouk et al. (2016) گزارش کردند که کم‌آبیاری تأثیر معنی‌داری در افزایش ترکیبات فلاونوئیدی انگور رقم آراگونز در دو سال آزمایش دارد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. در این تحقیق میزان نیتروژن وابسته به رقم متفاوت بود. در مقابل، نتایجی از کاهش نیتروژن ارقام انگور تحت تیمار کم‌آبیاری وجود دارد (Zufferey et al., 2017). کاهش فسفر در ارقام انگور تحت تنش خشکی توسط محققین دیگر قبلاً گزارش گردید (Zufferey et al., 2017 و Patakas et al., 2002).

افزایش کلسیم می‌تواند بر الاستیسیته بافت‌ها از طریق تأثیر بر استحکام دیواره‌های سلولی مؤثر باشد از طرف دیگر در مطالعات گذشته نقش سیگنالی کلسیم در گیاهان تحت تنش کمبود آب اثبات شده است (Kudla, 2010).Zuffery et al. (2017) گزارش کردند که کم‌آبیاری در انگور رقم پینوت نویر تأثیر معنی‌داری بر پتاسیم ندارد که با نتایج این تحقیق در مورد رقم کشمشی مطابقت داشت. برخلاف نتایج این پژوهش، گزارش‌های وجود دارد که نشان‌می‌دهد میزان پتاسیم ارقام انگور بعد از تنش‌خشکی به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یافت و آن‌ها علت این امر را مکانیسم جذب فعال این یون دانسته‌اند (Patakas et al. 2002).

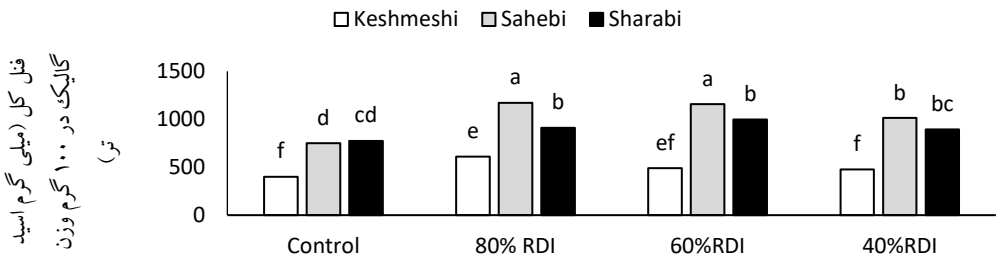
مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۶ در یک باغ تجاری انگور در منطقه کمالوند خرم‌آباد انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل سه رقم انگور (کشمشی، صاحبی و شرابی) و عامل فرعی شامل چهار سطح کم‌آبیاری (۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی) بود. کم‌آبیاری از مرحله تغییر رنگ تا برداشت اعمال شد. فنل کل با روش فولین-سیوکالتیو، فلاونوئید کل با روش آلومینیوم کلراید، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با آزمون DPPH اندازه‌گیری شد. عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم پس از خشک‌کردن و خاکسترگیری نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

فنل کل

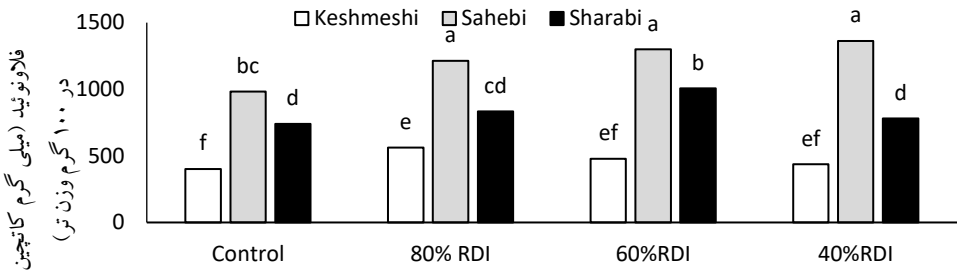
اثر متقابل رقم و کم‌آبیاری بر فنل کل معنی‌دار بود. در رقم کشمشی، تیمار ۸۰ درصد موجب افزایش ۵۲ درصدی فنل نسبت به شاهد شد. در رقم صاحبی، هر سه سطح کم‌آبیاری موجب افزایش فنل شدند. در رقم شرابی، تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد افزایش معنی‌دار فنل ایجاد کردند. افزایش فنل تحت تنش رطوبتی کوتاه‌مدت در بسیاری از مطالعات گزارش شده است.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کم‌آبیاری بر فنل کل انگور، سه رقم کشمشی، صاحبی و شرابی.

فلاونوئید کل

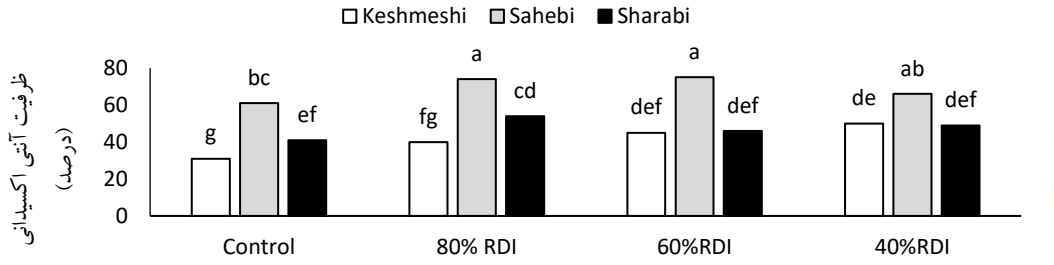
در رقم کشمشی، تیمار ۸۰ درصد موجب افزایش ۴۰ درصدی فلاونوئید شد. در رقم صاحبی، هر سه سطح کم‌آبیاری موجب افزایش فلاونوئید شدند. در رقم شرابی، تیمار ۶۰ درصد بیشترین افزایش را ایجاد کرد. افزایش فلاونوئیدها تحت تنش خشکی به دلیل فعال‌شدن مسیرهای بیوسنتزی مرتبط با رسیدگی گزارش شده است.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کم‌آبیاری بر فلاونوئید انگور، سه رقم کشمشی، صاحبی و شرابی.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

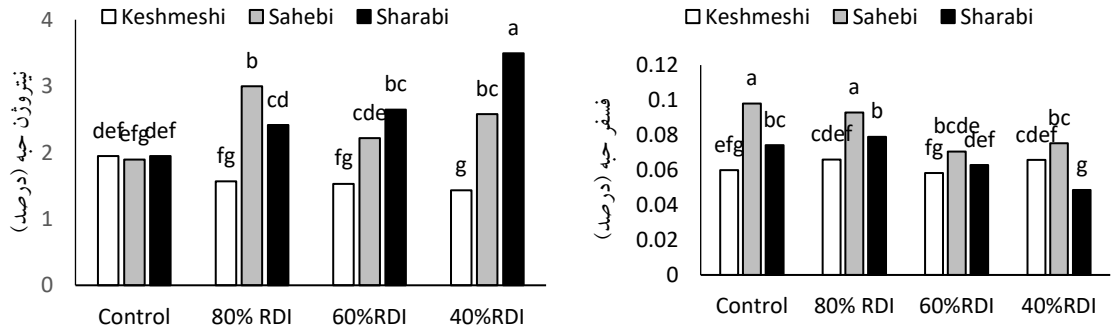
در رقم کشمشی، تیمارهای ۶۰ و ۴۰ درصد موجب افزایش ۴۵ و ۶۱ درصدی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شدند. در رقم صاحبی، تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد افزایش معنی‌دار ایجاد کردند. در رقم شرابی، تیمار ۸۰ درصد بیشترین افزایش را داشت. همبستگی مثبت بین فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان در این پژوهش تأیید شد.

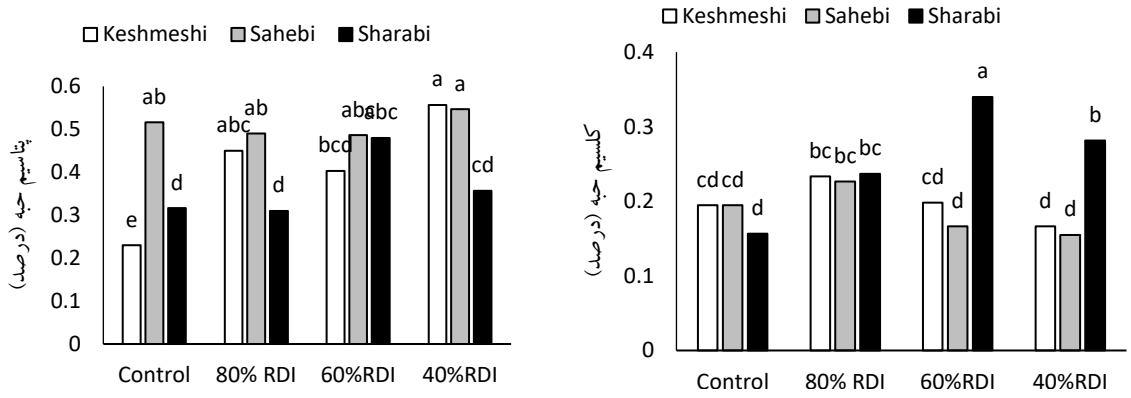


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کم‌آبیاری بر ظرفیت آنتی اکسیدانی انگور، سه رقم کشمشی، صاحبی و شرابی.

عناصر غذایی

نیتروژن در ارقام صاحبی و شرابی تحت تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد افزایش یافت، اما در رقم کشمشی تغییر معنی‌داری نداشت. واکنش فسفر، پتاسیم و کلسیم وابسته به رقم بود؛ در برخی ارقام کاهش و در برخی افزایش مشاهده شد. این تفاوت‌ها به ویژگی‌های ژنتیکی و توانایی جذب عناصر تحت تنش رطوبتی مرتبط است.





شکل ۴– مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کم‌آبیاری بر ظرفیت آنتی اکسیدانی انگور. سه رقم کشمشی، صاحبی و شرابی.

نتیجه‌گیری

در مجموع، تیمار ۸۰ درصد RDI بهترین عملکرد را در افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و حفظ تعادل عناصر غذایی نشان داد. این سطح کم‌آبیاری می‌تواند بدون کاهش کیفیت، مصرف آب را کاهش دهد و برای مدیریت پایدار تاکستان‌ها توصیه می‌شود.

منابع

Conesa, M. R., de la Rosa, J. M., Artés-Hernández, F., Dodd, I. C., Domingo, R. and Pérez-Pastor, A. 2015. Long-term impact of deficit irrigation on the physical quality of berries in ‘Crimson Seedless’ table grapes. Journal of the Science of Food and Agriculture. 95(12): 2510–2520.

Dodd, I. C. 2009. Rhizosphere manipulations to maximize ‘crop per drop’ during deficit irrigation. Journal of Experimental Botany. 60(9): 2454–2459.

Kudla, J., Batistič, O. and Hashimoto, K. 2010. Calcium signals: The lead currency of plant information processing. The Plant Cell. 22(3): 541–563.

Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, K. and Noitsakis, B. 2002. The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines. Plant Science. 163(2): 361–367.

Rabiei, V., Talaie, A., Peterlonger, E., Ebadi, A. and Ahamadi, A. 2003. Effect of late season deficit irrigation on fruit composition in grape (*Vitis vinifera* L.) cv. merlot. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 34: 961–968.

Shellie, K. and Brown, B. 2012. Influence of deficit irrigation on nutrient indices in wine grape (*Vitis vinifera* L.). Agricultural Sciences. 3(2): 268.

Sofo, A., Nuzzo, V., Tataranni, G., Manfra, M., De Nisco, M. and Scopa, A. 2012. Berry morphology and composition in irrigated and non-irrigated grapevine (Vitis vinifera L.). Journal of Plant Physiology. 169(11): 1023–1031.

Tangolar, S. G., Tangolar, S., Tarim, G., Kelebek, H. and Topcu, S. 2015. The effects of bud load and applied water amounts on the biochemical composition of the ‘Narince’ grape variety. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 43(2): 380–392.

Zarrouk, O., Costa, J. M., Francisco, R., Lopes, C. and Chaves, M. M. 2016. Drought and water management in Mediterranean vineyards. Grapevine in a Changing Environment: A Molecular and Ecophysiological Perspective. 38–67.

Zufferey, V., Spring, J. L., Verdenal, T., Dienes-Nagy, Á., Belcher, S., Lorenzini, F., Koestel, C., Rösti, J., Gindro, K., Spangerberg, J. E. and Viret, O. 2017. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange,

berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland. International Journal of Vine and Wine Sciences. 51(1): 37–57.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Regulated Deficit Irrigation on Antioxidant Compounds and Nutrient Content in Three Grape Cultivars

Marjan Ashoori[1*] and Mehran Zand[2]
1. Khorramabad Agricultural Jihad Organization, Khorramabd, Iran
2. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
Corresponding author: marjan.ashoori2016@gmail.com

Abstract

Regulated deficit irrigation (RDI) is considered an effective strategy for improving water-use efficiency and enhancing fruit quality in vineyards. This study aimed to evaluate the effects of different deficit-irrigation levels (100%, 80%, 60%, and 40% of full irrigation requirement) on antioxidant compounds and nutrient content in the berries of three grape cultivars (Keshmeshi, Sahebi, and Shirazi).The results indicated that the cultivars responded differently to deficit irrigation. In the Keshmeshi cultivar, the 80% irrigation level significantly increased total phenolic content and antioxidant capacity. In the Sahebi cultivar, the 80% and 60% treatments enhanced phenolic and flavonoid contents, while the 40% treatment also increased phenolic levels. In the Shirazi cultivar, the 80% and 60% treatments led to increases in phenolics, flavonoids, and antioxidant activity. Regarding nutrient elements, nitrogen content increased in the Sahebi and Shirazi cultivars under the 80% and 60% irrigation levels, whereas the responses of phosphorus, potassium, and calcium varied among cultivars. Overall, the 80% RDI treatment provided the most favorable balance between water savings and berry quality improvement and is recommended as the optimal deficit-irrigation level.

Keywords: Antioxidant activity, Flavonoids, Grape, Nutrient elements, Regulated deficit irrigation, and Total phenolic.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر غلظت‌های مختلف اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت پایه های درختان میوه هسته‌دار (میروبالان و GF677)

علی شاهی قره‌لر[1*] و روح‌اله علی[2]

۱- گروه علوم گیاهی و گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی مشگین شهر، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- شرکت آتیه سازان دشت قزوین، شهرک اک، تاکستان، قزوین، ایران
*نویسنده مسئول: *ashahi.gh@gmail.com; a.shahi@uma.ac.ir*

چکیده

امروزه تکثیر رویشی پایه‌های درختان میوه هسته‌دار به‌عنوان روشی کارآمد برای جلوگیری از گوناگونی ژنتیکی و کاهش زمان تولید مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های دو پایه میروبالان و GF677 انجام شد. نتایج نشان داد تیمار شاهد کمترین میزان ریشه‌زایی را داشت، به‌طوری‌که درصد ریشه‌زایی کمتر از ۱۵ درصد و تعداد و طول ریشه‌ها نیز پایین‌تر از سایر تیمارها بود. کاربرد اکسین موجب افزایش معنی‌دار درصد ریشه‌زایی، تعداد و طول ریشه در هر دو پایه گردید. در غلظت ۱۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، درصد ریشه‌زایی حدود سه برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین مقادیر صفات مورد بررسی در غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد؛ به‌ویژه در پایه میروبالان که درصد ریشه‌زایی به ۶۳٪ رسید و از نظر آماری نسبت به GF677 برتری نشان داد. افزایش غلظت هورمون به ۵۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اثر بازدارنده داشت و موجب کاهش معنی‌دار درصد و طول ریشه‌ها شد؛ به‌طوری‌که این کاهش در GF677 شدیدتر از میروبالان بود. به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که استفاده از اکسین در غلظت بهینه (۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) می‌تواند بهبود معنی‌داری در ریشه‌زایی قلمه‌های این دو پایه ایجاد کند، هرچند تفاوت‌های ژنوتیپی در واکنش به هورمون مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: ازدیاد، پایه، درختان میوه و هورمون های گیاهی.

مقدمه

در حال حاضر، اغلب باغات هلو و شلیل در ایران روی پایه های بذری پیوند شده اند. پایه های بذری بدلیل دسترسی آسان و هزینه های پایین بذر و راحتی تولید جنسی نسبت به تولید رویشی مورد استفاده قرار می گیرند. هرچند که تولید بذر ممکن است سبب هتروژنی و در نتیجه تولید درختان غیریکنواخت بدلیل دخالت دانهٔ گرده در تولید بذر شود، این قضیه در طولانی مدت عملکرد باغ را بشدت تحت تأثیر قرار می دهد. امروزه تلاش بر این است تا با تکثیر رویشی پایه های درختان میوه هسته دار از گوناگونی ژنتیکی جلوگیری شود و زمان تولید کاهش پیدا کند. هر چند، علیرغم مطالعات فراوان روی پایه های هسته داران، هنوز هم اطلاعات در مورد تکثیر کلونی با استفاده از قلمهٔ شاخه محدود می باشد (Mayer et al., 2017). قابلیت ریشه زایی قلمه ها تحت تأثیر چندین عامل از قبیل پیش زمینه ژنتیکی پایه، مدیریت باغبانی آنها و وضعیت تغذیه، سن پایه مادری، فصل قلمه زدن، مقدار درونی مواد ذخیره فتوسنتزی و هورمون ها، نوع قلمه، محیط قلمه ها، بستر ریشه زایی و تیمار هورمونی بافت ها قرار می گیرد (Johnson et al., 2020). علاوه بر آن، تکثیر درختان میوه هسته دار با استفاده از قلمه با چالش واکنش های متفاوت گونه های مختلف جنس *Prunus* و ارقام آنها نسبت به تنظیم کننده های رشد گیاهی می باشد. معمولاً، قلمه های چوب نرم بادام (*Prunus dulcis*) ریشه زایی سختی دارند، در حالیکه در هلو ریشه زایی بیشتر و در هیبریدهای هلو × بادام ریشه زایی بینابین (متوسط) است (Johnson et al., 2020).

ایندول-۳-بوتیریک اسید (IBA) کاربرد فراوانی در ریشه دار کردن قلمه های هلو دارد، زیرا این هورمون نقش بسزایی در افزایش تولید و تعداد ریشه، کیفیت و یکنواختی ریشه ها دارد (Hartmann et al., 2011).

هدف امطالعه حاضر، بهبود ریشه زایی قلمه ها در برخی پایه های اصلاح شده پرکاربرد درختان میوه هسته دار (جی اف ۶۷۷ و میروبالان) بود.

مواد و روش‌ها

مواد مطالعه حاضر شامل پایه های رویشی GF677 و میروبالان بود. قلمه های خشبی پایه های مذکور به طول ۲۰-۲۵ سانتی متر و ضخامت ۷-۱۰ میلی متر در اواسط دی ماه (فصل خواب) از شاخه های یکساله از باغ مادری تهیه شدند. از پرلیت و کوکوپیت (به نسبت ۷۵ پرلیت و ۲۵ کوکوپیت) به عنوان بستر ریشه زایی استفاده شد. پس از تهیه قلمه ها و قبل از کاشت در بستر ریشه زایی، قلمه ها به مدت ۲۴ ساعت در محلول قارچ کش (کاربندازیم) قرار داده شد. از هورمون ریشه زایی ایندول بوتیریک اسید در هار غلظت صفر، ۱۲۵۰، ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر استفاده شد. قلمه ها پس از اعمال تیمار هورمونی سریع (۵ ثانیه) در بستر ریشه زایی با فاصله ۵ سانتی متر از همدیگر قرار داده شدند. پس از قراردهی قلمه ها در بستر ریشه زایی، بستر با نایلون پوشش داده شد (حدود یک متر بالای قلمه ها). صفات مربوط به ریشه زایی (درصد ریشه زایی، تعداد ریشه و طول ریشه) پس از ۱۰ هفته مورد ارزیابی قرار گرفتند. آنالیز داده های آماری: آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی و با سه تکرار (در هر تکرار ۲۵ قلمه) انجام شد. داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده های بدست آمده از بررسی صفات مورد مطالعه (جدول ۱) نشان داد که نوع پایه و تیمار هورمونی در سطوح یک و پنج درصد آماری معنی دار بودند.

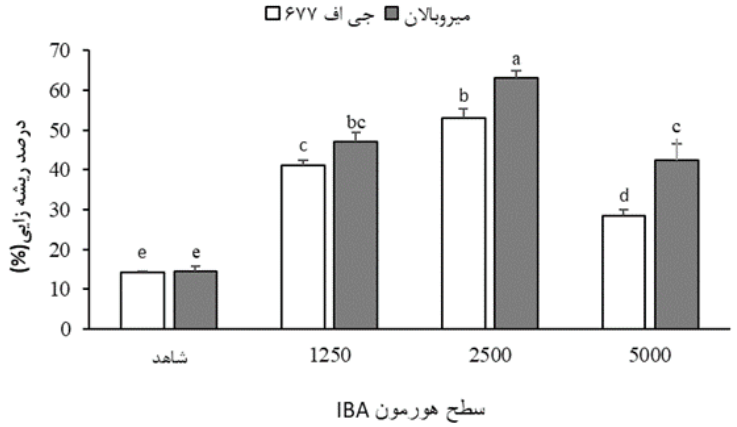
جدول ۱- تجزیه واریانس درصد ریشه زایی، تعداد ریشه و طول ریشه در پایه های مورد مطالعه و سطوح مختلف تیمار اکسین.

متغیر	درجه آزادی	درصد ریشه زایی	تعداد ریشه	طول ریشه
پایه	۱	۳۴۶/۱۸**	۳/۱۵**	۶۴/۰۲*
سطح هورمون	۳	۲۰۰۸/۷۵**	۳۱/۴۴**	۱۵۲۱/۸۹**
هورمون×پایه	۳	۵۰/۶۸*	۱/۵۱**	۸۹/۴۰**
خطا	-	۱۹/۲۷	۰/۱۱	۸/۷۷

** و *: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد آماری.

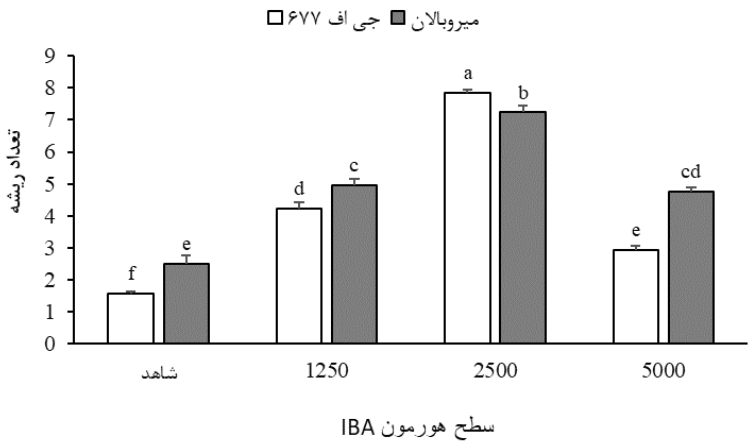
مقایسه میانگین ها نشان داد که در هر دو نوع پایه تیمار اکسین سبب افزایش درصد ریشه زایی می شود. در تیمار شاهد درصد ریشه زایی کمتر از ۱۵ درصد بود (شکل ۱) و تیمار با اکسین سبب افزایش معنی دار درصد ریشه زایی گردید بطوریکه در تیمار ۱۲۵۰ میلی گرم در لیتر، درصد ریشه زایی حدود سه برابر نسبت به شاهد در هر دو پایه افزایش داشت. همچنین در سطح هورمون ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر، بیشترین درصد ریشه زایی در هر دو پایه مشاهده شد، با اینحال بین دو پایه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود داشت و بیشترین درصد ریشه زایی در پایه میروبالان (۶۳٪)مشاهده گردید. افزایش سطح هورمون به ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر سبب کاهش معنی داری در درصد ریشه زایی قلمه ها در هر دو پایه شد که این کاهش در پایه جی اف ۶۷۷ نسبت به میروبالان بیشتر بود. نتایج این مطالعه به وضوح نشان داد که کاربرد هورمون اکسین نقش تعیین‌کننده‌ای در القای ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی هر دو پایه GF677 و میروبالان دارد. افزایش معنی‌دار

درصد ریشه‌زایی در تیمارهای اکسین در مقایسه با شاهد، مطابق با یافته‌های پایه‌ای در فیزیولوژی گیاهی است که اکسین را به عنوان کلید اصلی آغاز فرآیند ریشه‌زایی در قلمه‌های چوبی معرفی می‌کند (Ludwig-Müller, 2022).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف تیمار اکسین بر درصد ریشه زایی قلمه خشبی پایه های جی اف ۶۷۷ و میروبالان.

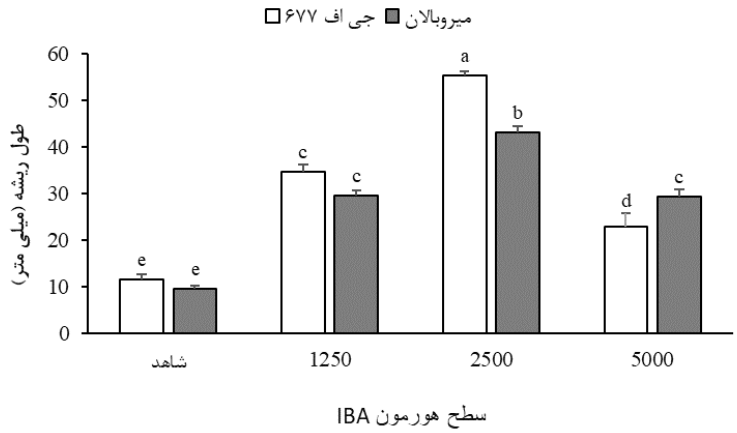
کمترین مقدار تعداد ریشه در تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن در تیمار ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر اکسین در هر دو پایه مشاهده شد (شکل ۲). با اینحال بین پایه ها نیز تفاوت معنی داری وجود داشت، در تیمار شاهد میانگین تعداد ریشه تولید شده در قلمه های پایه میروبالان بیشتر از پایه جی اف ۶۷۷ بود. افزایش سطح هورمون اکسین به ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر اثر کاهشی بیشتری در پایه جی اف ۶۷۷ نسبت به پایه میروبالان داشت. نتایج حاضر نشان داد که کاربرد اکسین باعث افزایش قابل‌توجه تعداد ریشه در قلمه‌ها شد و بیشترین میانگین تعداد ریشه در هر دو پایه در غلظت ۲۵۰۰ mgL^{-1} مشاهده شد، در حالی که تیمار شاهد کمترین مقدار ریشه را داشت. این الگوی افزایش-سپس-کاهش (وابسته به غلظت) با آنچه در بسیاری از گونه‌ها گزارش شده همخوانی دارد: اکسین‌های بر پایه IBA یا NAA محرک قوی پیدایش ریشه نابجا هستند اما اثر آنها وابسته به غلظت بوده و مقادیر بسیار بالا می‌تواند باعث مهار ریشه‌زایی یا تشکیل کالوس شود (Wei et al., 2019).



شکل ۲- اثر سطوح مختلف تیمار اکسین بر تعداد ریشه قلمه خشبی پایه های جی اف ۶۷۷ و میروبالان.

بررسی مقایسه میانگین ها برای صفت طول ریشه نشان داد که در هر دو پایه مورد مطالعه کاربرد هورمون اکسین افزایش معنی داری نسبت به شاهد نشان دادند (شکل ۳). در تیمار ۱۲۵۰ میلی گرم در لیتر تفاوت معنی داری بین پایه ها مشاهده نشد، ولی افزایش سطح هورمون به ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر نشان داد که طول ریشه در پایه جی اف ۶۷۷ اختلاف معنی داری با پایه میروبالان در این سطح دارد،

به طوریکه بیشترین طول ریشه در پایه جی اف ۶۷۷ به دست آمد. در تیمار ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر کاهش معنی داری در طول ریشه ها در هر دو پایه مشاهده شد. هرند این کاهش در پایه جی اف ۶۷۷ نسبت به میروبالان بیشتر بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد هورمون اکسین باعث افزایش معنی‌دار طول ریشه در هر دو پایه نسبت به شاهد شد. این یافته با مطالعات متعددی همخوانی دارد که نشان داده‌اند اکسین‌های مصنوعی مانند IBA و NAA از طریق تحریک تقسیم و طویل شدن سلولی در ناحیه مریستمی و همچنین افزایش سنتز پروتئین‌های دخیل در تشکیل ریشه‌های نابجا، طول ریشه را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهند (Hartmann et al., 2011).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف تیمار اکسین بر طول ریشه قلمه خشبی پایه های جی اف ۶۷۷ و میروبالان.

منابع

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. and Geneve, R. L. 2011. Plant Propagation: Principles and Practices, 8th Edition. Prentice Hall.

Johnson, E. P., Preece, J. E., Aradhya, M. and Gradziel, T. M. 2020. Rooting response of Prunus wild relative semi-hardwood cuttings to indole-3-butyric acid potassium salt (KIBA). Scientia Horticulturae, 263: 109144.

Ludwig-Müller, J. 2022. Auxin and Adventitious Root Formation in Cuttings. In Auxins and Cytokinins in Plant Development, pp. 155–171. Springer, Cham.

Mayer, N. A., Bianchi, V. J., Feldberg, N. P. and Morini, S. 2017. Advances in peach, nectarine and plum propagation. Revista Brasileira de Fruticultura, 39(4): e-355.

Wei, K., Ruan, L., Wang, L. and Cheng, H. 2019. Auxin-induced adventitious root formation in nodal cuttings of *Camellia sinensis*. International Journal of Molecular Sciences, 20(19): 4817.

Effect of Different Auxin Concentrations on Rooting of Hardwood Cuttings of Stone Fruit Rootstocks (Myrobalan and GF677)

Ali Shahi-Gharahlar[1*] and Rouhollah Ali[2]
1. Department of Plant Science and Medicinal Plants, Meshgin Shahr Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Atiyeh Sazan Dasht Qazvin Company, Ak Town, Takestan, Qazvin, Iran
[*]*Corresponding Author: ashahi.gh@gmail.com; a.shahi@uma.ac.ir*

Abstract

Vegetative propagation of stone fruit rootstocks is considered an efficient strategy to prevent genetic variability and to shorten the production period. This study aimed to evaluate the effects of different auxin concentrations on the rooting of cuttings in two rootstocks, Myrobalan and GF677. The results showed that the control treatment exhibited the lowest rooting performance, with less than 15% rooting percentage, and lower root number and root length compared to auxin-treated cuttings. Application of auxin significantly enhanced rooting percentage, root number, and root length in both rootstocks. At 1250 mg·L^{-1}, rooting percentage increased nearly threefold compared to the control. The highest values of the measured traits were obtained at 2500 mg·L^{-1}, particularly in Myrobalan, where rooting percentage reached 63% and was statistically superior to GF677. However, increasing auxin concentration to 5000 mg·L^{-1} had inhibitory effects on rooting, causing a significant reduction in rooting percentage and root length, with GF677 being more negatively affected than Myrobalan. Overall, the findings indicate that auxin application at the optimal concentration of 2500 mg·L^{-1} can markedly improve rooting performance of cuttings in both rootstocks, although genotypic differences in hormonal response were evident.

Keywords: Fruit trees, Plant hormones, Propagation, and Rootstock.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تیمارهای مختلف ساکارز بر برخی صفات فیزیولوژیکی و عملکردی فلفل دلمه‌ای

سپیده حسینی ولشکلایی[1*]، کامبیز مشایخی[1]، سید جواد موسوی‌زاده[1] و وحید اکبرپور[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *sepideh.hosseini91@yahoo.com*

چکیده

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) یکی از مهمترین محصولات گلخانه‌ای است که به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند ویتامین ث، ترکیبات فنولی و کارتنوئیدها دارای ارزش غذایی بالایی است. استفاده از ساکارز خارجی تأثیر مثبتی بر تشکیل، عملکرد و کیفیت میوه‌ی آن دارد. به این منظور پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۲ انجام شد. تیمار ساکارز مورد نیاز در این پژوهش، شامل سه سطح صفر، ۲ و ۳ درصد بود. نتایج پژوهش نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل برگ در تیمار ۳ درصد ساکارز مشاهده شد و همچنین در تیمار ۲ درصد ساکارز حداکثر میزان مواد جامد محلول و ویتامین ث گزارش گردید. در هر سه شاخص، کمترین میزان کلروفیل برگ، مواد جامد محلول میوه و ویتامین ث در تیمار شاهد یا بدون کاربرد ساکارز کمترین مقدار را نشان داد. در تیمارهای بالاتر ساکارز مقادیر مواد جامد محلول و ویتامین ث کاهش پیدا می‌کرد. می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که کاربرد ساکارز در تیمارهای ۲ و ۳ درصد بر شاخص‌های رشدی و کیفی میوه فلفل دلمه‌ای اثرات مثبتی داشته است.

واژه‌های کلیدی: ساکارز، فلفل دلمه‌ای، کلروفیل کل، مواد جامد محلول و ویتامین ث.

مقدمه

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) متعلق به خانواده Solanaceae، یکی از مهمترین سبزی‌های میوه‌دار گلخانه‌ای و بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است (Medal et al., 2011). جنس Capsicum دارای ۳۰ گونه گیاهی است. فلفل یکی از پرطرفدارترین و مهمترین گیاهان زراعی جهان بوده و عطر، طعم و رنگ آن از مهمترین ویژگی‌های آن است که موجب شده است، این محصول به طور گسترده‌ای در محصولات غذایی، به عنوان ادویه و در کاربردهای متنوع دارویی مورد استفاده قرار بگیرد (Kumar et al., 2006). استفاده از محیط‌های کنترل شده مانند گلخانه‌های تولید فلفل دلمه‌ای، به پرورش‌دهندگان این فرصت را می‌دهد که در تمام طول سال و به طور خاص در خارج از فصل، میوه مطلوب تولید کنند. بنابراین تولید بهینه محصول، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کاربرد ترکیباتی مانند ساکارز که از جمله فراوانترین و مهمترین دی ساکارید موجود در گیاهان عالی است و علاوه بر نقش مهم در زندگی گیاه، به صورت تجاری نیز کاربرد دارد، بسیار موثر می‌باشد. در حقیقت ساکارز عمده‌ترین قندی است که در آوند آبکش جابجا می‌شود و از طریق برگ و جوانه‌های در حال رشد جذب می‌گردد (Sauer, 2007). مطالعات پژوهشگران بیانگر این امر است که کاربرد ساکارز خارجی تأثیر مثبتی بر تشکیل میوه و افزایش شاخص‌های کیفی میوه مانند ویتامین ث و مواد جامد محلول میوه دارد (Salehi Molkabadi *et al*., 2021; Van Le et al., 2001; Javanmardi and Emami, 2013). نتایج مصرف برگی ساکارز به‌صورت محلول‌پاشی روی لوبیا و سویا (Martignone and Nakamaya, 1983)، گوجه فرنگی (Wien, 1997)، ترب (Kovacik, 1999) و پسته (Arzani and Hokmabadi, 2002) ذخیره انرژی سلولی و مواد جامد محلول میوه را افزایش می‌دهد. مشایخی و آتشی (۱۳۹۱) در گزارشی روی گوجه فرنگی بیان داشتند که استفاده از تیمار ساکارز به صورت محلول‌پاشی، سبب افزایش میزان کلروفیل برگ گیاه گردید. نتایج پژوهش روی توت فرنگی نیز افزایش غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ با مصرف ساکارز را نشان داد (Mashayekhi and Atashi, 2012). با توجه به اهمیت فلفل دلمه‌ای به عنوان یکی از مهمترین سبزی‌های گلخانه‌ای، استفاده از ساکارز نقش مهمی بر کنترل کیفیت و عملکرد این محصول دارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف دسترسی به بالاترین کیفیت و کمیت این محصول در گلخانه‌ها انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در پاییز سال ۱۴۰۲ و در گلخانه هیدروپونیک سبزی و صیفی شرکت زراعی دشت ناز ساری انجام شد. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار روی فلفل دلمه‌ای رقم وست لند ۲۰۹۰ انجام گرفت. تیمارها شامل ساکارز با سه سطح (صفر، ۲، ۳ درصد) بودند. غلظت بهینه مورد استفاده برای ساکارز با روش Salehi و همکاران (۲۰۲۱) اعمال شد. به این منظور، جهت تهیه محلول ساکارز از پودر ساکارز قابل حل در آب با خلوص ۹۹/۶۷ درصد استفاده شد. بعد از ریشه‌دار شدن بذرها و رسیدن به مرحله دو تا چهار برگی، به منظور ادامه فرایند رشدی گیاه، به گلخانه مجهز به سیستم هیدروپونیک باز با بستر جامد انتقال داده شد و در بسترهای کشت کوکوپیت و تعداد ۴ بوته در هر ظرف کاشت (گروبگ) کشت شدند. پس از ظهور نخستین ساختارهای اندام زایشی (شروع تشکیل گل در بوته‌ها)، محلول‌پاشی ساکارز و اعمال تیمارهای نور تکمیلی انجام شد. محلول‌پاشی ساکارز در ساعات خنک روز (ساعات ۱۶ تا ۱۸) و در فواصل زمانی هفت روز اعمال گردید. گیاهان در طی دوره گل‌دهی و میوه‌دهی، جهت مطالعه و بررسی برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از حدود۶۰ روز و اعمال تیمارهای ساکارز و نور بر نشاها، برخی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمایی اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری کلروفیل کل: بعد از ظهور اولین میوه روی بوته، شدت جذب نور عصاره برگ‌های منتخب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ ثبت شد و بر حسب میلی‌گرم کلروفیل بر حسب گرم وزن تر برگ می‌باشد.

مواد جامد محلول در آب میوه (Total soluble solids: TSS): ابتدا از هر تکرار، ۳ میوه به طور تصادفی انتخاب می‌شوند و مواد جامد محلول کل میوه‌ها به وسیله رفرکتومتر دیجیتالی در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد محاسبه خواهد شد (AOAC, 1990).

ویتامین ث: به منظور ارزیابی محتوای ویتامین ث، از روش تیتراسیون توسط دیکلروفنول ایندوفنول استفاده می‌گردد (Roe et al., 1948). برای انجام محاسبات آماری، از نرم افزار SAS نسخه 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج و یک درصد انجام خواهد شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل (Excel) استفاده شد.

نتایج و بحث

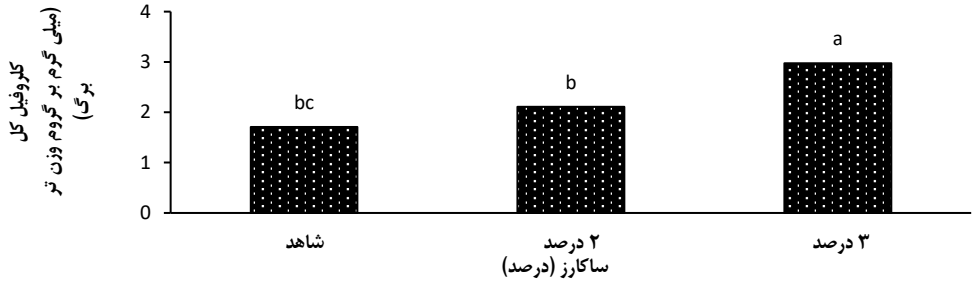
مطابق با جدول ۱، تیمار ساکارز بر شاخص کلروفیل کل، مواد جامد محلول، ویتامین ث در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس اثرات ساکارز بر برخی شاخص‌های رشدی فلفل دلمه‌ای.

		میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل کل	مواد جامد محلول	ویتامین ث
تکرار	۲	۰/۵۲^{ns}	۳/۱۲۳**	۰/۰۰۶*
ساکارز	۲	۰/۳۴**	۱/۳۰**	۰/۰۰۰۱**
خطا	۴	۰/۴۹	۰/۰۵۷	۰/۰۰۰۰۰۰
ضریب تغییرات		۲۶/۲۲	۴/۴۴	۱/۹۹
کل	۸	۳/۷۲	۷/۰۸	۰/۰۱۳

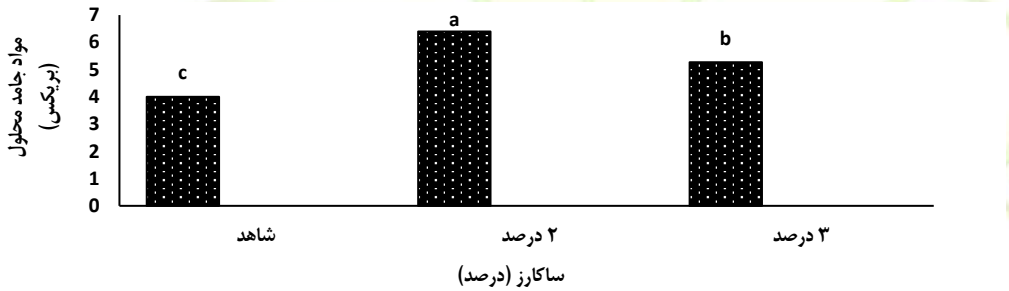
کلروفیل کل: نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف ساکارز بر میزان کلروفیل کل فلفل دلمه‌ای نشان داد که در سطح ۳ درصد ساکارز بیشترین مقدار کلروفیل کل با میانگین ۲/۹۷ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ مشاهده شد و کمترین مقدار کلروفیل نیز در تیمار شاهد گزارش گردید. نتایج پژوهش توسط زاده باقری و همکاران (۱۳۹۰) روی شب بو نشان داد که افزایش غلظت ساکارز تا درصد میزان کلروفیل بیشتری را در گیاه حفظ کرد. همچنین مصطفی و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که استفاده از ساکارز ۱۰ درصد موجب افزایش کلروفیل گردید. در پژوهش دیگری نیز نشان داده شد که کاربرد ساکارز موجب افزایش کلرویفل در برگ گیاه توت فرنگی شد (Mashayekhi and

Atashi, 2012). افزایش میزان کلروفیل در غلظت‌های بالای ساکارز را می‌توان به این علت نتیجه گیری کرد که گیاه نیاز شدید به انرژی به منظور ذخیره مازاد کربوهیدرات یا تبدیل آن به نشاسته دارد که این فرایند انرژی‌خواه است (Guo et a;., 2011).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف ساکارز بر میزان کلروفیل کل برگ فلفل دلمه‌ای.

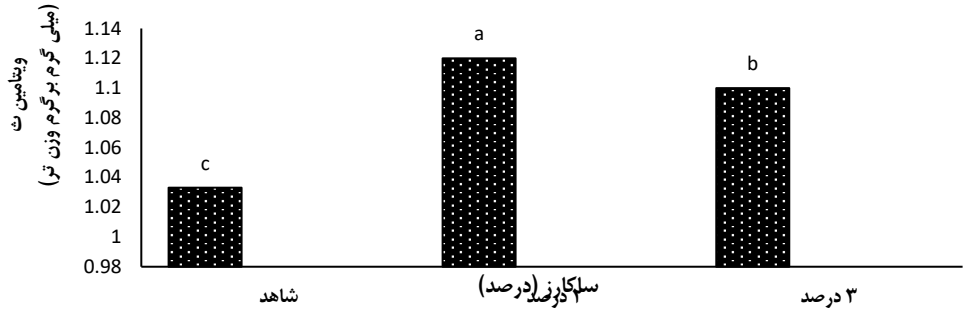
مواد جامد محلول در آب میوه (Total soluble solids: TSS): نتایج شکل ۲ نشان داد که میزان مواد جامد محلول میوه فلفل دلمه‌ای در سطح ۲ درصد بیشترین مقدار بود که میانگین ۶/۴ داشت. تیمار شاهد بدون کاربرد ساکارز نیز کمترین مقدار مواد جامد محلول را دارا بود. نتایج پژوهش روی میوه گلابی نشان داد که کاربرد ۱۰ درصد ساکارز مواد جامد کل میوه گلابی را افزایش داد (Mostafa et al., 2001). در پژوهشی که روی فلفل انجام گرفت نشان داده شد که مصرف دو درصد ساکارز موجب افزایش معنی‌دار مواد جامد محلول در میوه شد (ملک آبادی و قاسمی، ۱۴۰۰).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف ساکارز بر میزان مواد جامد محلول فلفل دلمه‌ای.

ویتامین ث: نتایج نمودار مقایسه میانگین اثرات ساکارز بر میزان ویتامین ث (شکل ۳) نشان داد که بیشترین مقدار ویتامین ث با میانگین ۱/۱۲ میلی گرم بر گرم وزن تر در تیمار ۲ درصد ساکارز مشاهده شد. در حالیکه کمترین میزان ویتامین ث در تیمار شاهد با میانگین ۱/۰۳ میلی گرم بر گرم وزن تر گزارش گردید. معمولاً برگهای بالغ چون مقدار بالایی اسید آسکوربیک دارند و ورودی ندارند به عنوان منبع فیزیولوژیکی برای این ویتامین محسوب می‌شوند. در گوجه فرنگی انتقال اسید آسکوربیک از برگ‌های بالغ به میوه‌های نارس و سبز صورت می‌گیرد (Ntagkas *et al*., 2018). از آنجاییکه گلوکز به عنوان پیش ماده اولیه در مسیر اصلی سنتز اسید آسکوربیک مطرح می‌باشد، بنابراین در برخی گیاهان نظیر کلم بروکلی و گوجه فرنگی اسپری کردن ساکارز موجب افزایش میزان اسید آسکوربیک شده هر چند که در نخود

فرنگی و جو چنین اثری مشاهده نشد. بنابراین تأثیر ساکارز بر میزان ویتامین ث وابسته به نوع گیاه است. نتایج پژوهش روی فلفل دلمه‌ای توسط ملک آبادی و قاسمی (۱۴۰۰) انجام گرفت که افزایش میزان ویتامین ث را نشان داد که با پژوهش حاضر مطابقت دارد.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف ساکارز بر میزان ویتامین ث فلفل دلمه‌ای.

منابع

زاده باقری، م.، سوزنی، م.، صادقی، ح. و جهرمی، ب. ۱۳۹۰. تأثیر تیمارهای مختلف شیمیایی بر دوام عمر و کیفیت گل بریده شب‌بو. فصل‌نامه علمی پژوهشی گیاه و زیست‌بوم، ۲۵: ۶۹-۸۳.

Arzani, K. and Hokmabadi, H. 2002. Effect of some carbohydrates on qualitative and quantitative traits of pistachio nuts CV. Kalleh-Ghovchi. Acta Horticulturae, 594: 291–295.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C.

Girón González, E. 2012. LEDs for general and horticultural lighting. Final Project, Aalto University.

Guo, R. F., Yuan, G. F. and Wang, Q. M. 2011. Effect of sucrose and mannitol on the accumulation of health-promoting compounds and the activity of metabolic enzymes in broccoli sprouts. Scientia Horticulturae, 128: 159–165.

Javanmardi, J. and Emami, S. 2013. Application of sucrose on tomato seedlings improves transplant quality, crop establishment, cold and dark hardiness. Advances in Horticultural Science, 27: 122–126.

Kovacik, P. 1999. Effect of nitrogenous nutrition and succharose foliar application on parameters of radish. Zahradnictvi-Praha, 26: 97–102.

Kumar, S., Kumar, R. and Singh, J. 2006. Cayenne/American pepper (Capsicum species). In: Handbook of Herbs and Spices, Peter, K. V. (Ed.). Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp. 299–312.

Martignone, R. A. and Nakamaya, Y. F. 1983. Foliar fertilization urea and sucrose on soybean. Phyton, 43: 167–178.

Mashayekhi, K. and Atashi, S. 2012. Effect of foliar application of boron and sucrose on biochemical parameters of "Camarosa" strawberry. Journal of Plant Production, 19(4): 157–171.

Medal, J., Bustamante, N., Bredow, E., Pedrosa, H., Overholt, W., Diaz, R. and Cuda, J. 2011. Host specificity of Anthonomus tenebrosus (Coleoptera: Curculionidae), a potential biological control agent of tropical soda apple (Solanaceae) in Florida. Florida Entomologist, 94(2): 214–225.

Roe, J. H., Milles, M. B., Oesterling, M. J. and Damron, C. M. 1948. The determination of diketo-L-gulonic acid, dehydro-L-ascorbic acid and L-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenyl hydrazine method. Journal of Biological Chemistry, 174: 201–208.

Salehi Molkabadi, R., Nezamdoost Darsetani, D. and Ghasemi, K. 2021. The effect of foliar spray of sucrose and certain mineral nutrients on carbohydrates partitioning in radish (Rhaphanus sativus var. sativus). Horticultural Plants Nutrition, 7(1): 79–96. (In Persian).

Wien, H. C. 1997. The physiology of vegetable crops. CABI Publishing, Cambridge, UK, pp. 73–121.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of different sucrose treatments on some physiological and functional traits of Bell pepper

Sepideh Hosseini-Valashkolaei[1*], Kambiz Mashayekhi[1], Seyed Javad Mousavizadeh[1] and Vahid Akbarpou[1]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Corresponding Author: sepideh.hosseini91@yahoo.com

Abstract

Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most important greenhouse crops that has high nutritional value due to its antioxidant compounds such as vitamin C, phenolic compounds, and carotenoids. The use of external sucrose has a positive effect on the formation, yield, and quality of its fruit. For this purpose, a study was conducted in a completely randomized design with three replications in 1402. The sucrose treatment required in this study included three levels: zero, 2, and 3 percent. The results of the study showed that the highest amount of total leaf chlorophyll was observed in the 3 percent sucrose treatment, and also the maximum amount of soluble solids and vitamin C was reported in the 2 percent sucrose treatment. In all three indices, the lowest amount of leaf chlorophyll, fruit soluble solids, and vitamin C was observed in the control treatment or without the use of sucrose. In higher sucrose treatments, the amounts of soluble solids and vitamin C decreased. It can be concluded that the application of sucrose in 2 and 3% treatments had positive effects on growth and quality indices of bell pepper fruit.

Keywords: Bell pepper, Soluble solids, Sucrose, Total chlorophyll, and Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر عمق کاشت بذر بر درصد جوانه‌زنی و رشد رویشی نشای کلم بروکلی

کژال محمدی[۱]، کامران قاسمی[۱*] و رسول لقمان‌پور زرینی[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- گروه مهندسی کشاورزی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: kamranghasemi63@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش، تعیین عمق بهینه کاشت بذر کلم بروکلی بر درصد جوانه‌زنی و رشد نشا است. کاشت بذر در بهترین و مناسب‌ترین عمق از بستر، عامل بسیار مهمی در میزان جوانه‌زنی محسوب می‌گردد. عمق کاشت تعیین‌کننده رطوبت، دما و دسترسی به اکسیژن برای بذر است. ریز بودن بذر کلم بروکلی موجب می‌گردد که ذخایر غذایی محدودی در اختیار گیاهچه قرار گیرد. کاشت در عمق کم ممکن است باعث خشک شدن بذر شود، درحالی‌که کاشت در عمق زیاد باعث می‌شود گیاهچه انرژی زیادی صرف کند تا به سطح خاک برسد و در نتیجه قدرت جوانه‌زنی و استقرار کاهش یابد. در این تحقیق ۵ عمق مختلف کشت (۰/۵، ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ سانتی‌متر) در ۶ تکرار، با ثابت و یکسان نگه داشتن سایر عوامل موثر از جمله نوع بستر، نور، دما و رطوبت، جهت تعیین رابطه عمق با درصد جوانه‌زنی و ارتفاع بوته و در نهایت انتخاب عمق بهینه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بین عمق کاشت و درصد جوانه‌زنی و نیز ارتفاع بوته ارتباط معناداری وجود دارد. همچنین عمق بهینه کاشت برای دست‌یابی به بالاترین درصد جوانه‌زنی و ارتفاع بوته، ۰/۵ و ۱/۵ سانتی‌متر بود. این تحقیق نشان داد با افزایش عمق کاشت، درصد جوانه‌زنی و ارتفاع بوته کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، جوانه‌زنی، عمق کاشت، کلم بروکلی و نشا.

مقدمه

کلم بروکلی (*Brassica oleracea* var. *italica*) از گیاهان مهم خانواده کلم‌ها (Brassicaceae) است، که به‌دلیل ارزش غذایی بالا، یکی از پرکاربردترین و محبوب‌ترین سبزی‌ها بوده و جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی انسان دارد. این گیاه به‌دلیل غنی بودن از ویتامین‌ها، مواد معدنی، فیبر و ترکیبات فیتوشیمیایی فعال، به‌عنوان یک غذای فراسودمند شناخته می‌شود (جعفرپور و همکاران، ۱۳۹۳). تولید سالانه این محصول در ایران برابر ۱۲۰ هزار تن در سطح زیر کشت ۳۲۰۰ هکتار و با عملکرد تقریبی ۳۷ تن بر هکتار می‌باشد. استان‌های خوزستان، اصفهان، فارس، کرمان و گلستان به‌ترتیب با ۳۵، ۲۵، ۱۵، ۱۰ و ۸ درصد بزرگترین تولیدکنندگان این محصول در ایران هستند. همچنین در آمار جهانی نیز، کشورهای چین، آمریکا، ایتالیا و کانادا به‌ترتیب با ۴۸، ۱۰، ۸ و ۶ درصد بزرگترین تولیدکنندگان کلم بروکلی می‌باشند (FAO, 2024).

تولید نشای سالم و قوی یکی از مهم‌ترین مراحل در کشت محصول کلم بروکلی محسوب می‌شود که موفقیت کشت اصلی را تضمین می‌کند. از جمله عوامل مؤثر بر کیفیت نشا، عمق کاشت بذر است. عمق کاشت تعیین‌کننده رطوبت، دما و دسترسی به اکسیژن برای بذر است. بذرهای کلم بروکلی اندازه کوچکی دارند، لذا ذخایر غذایی محدودی در اختیار گیاهچه قرار می‌دهند. کاشت در عمق کمتر از حد مناسب ممکن است باعث خشک شدن بذر شود، همچنین عمق کاشت بیشتر از حد مناسب نیز باعث شود گیاهچه انرژی زیادی صرف کند تا به سطح خاک برسد و در نتیجه قدرت جوانه‌زنی و استقرار کاهش یابد. عمق کاشت بذر یکی از حیاتی‌ترین فاکتورها در تولید نشای سالم و باکیفیت در کلم بروکلی است. این عامل مستقیماً بر سرعت جوانه‌زنی، قدرت استقرار و نرخ بقای نشا تأثیر می‌گذارد (مصطفوی‌راد، ۱۴۰۰). نتایج حاصل از تحقیقی نشان داد که افزایش عمق کاشت از ۰/۵ سانتی‌متر به ۲ سانتی‌متر باعث کاهش قابل توجه شاخص‌های کیفیت نشا

بروکلی مانند شاخص سطح برگ و وزن خشک می‌شود (Rakhsh and Golchin, 2014). در تحقیقی دیگر، محققین دریافتند که در عمق ۳ تا ۴ سانتی‌متری، فشار مکانیکی خاک بر هیپوکوتیل آنقدر زیاد است که مانع از رسیدن بذر به سطح می‌شود و باعث مرگ بذر می‌گردد (Amoli, 2007).

هدف از این پژوهش، تعیین عمق بهینه کاشت بذر کلم بروکلی برای تولید نشای و اثر آن بر قدرت جوانه‌زنی و رشد نشا با استفاده از طرح آماری کاملاً تصادفی است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، عمق کاشت بذر به‌عنوان متغیر مستقل در ۵ تیمار و ۶ تکرار در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی، در شرایط کنترل‌شده ارزیابی شد. در این آزمایش، کلیه عوامل از جمله نور، دما، آبیاری و بستر کاملا کنترل شده و برای تمام تیمارها بصورت ثابت و یکسان در نظر گرفته شد. عملیات آبیاری به‌صورت حجمی و به‌طور منظم و یکسان صورت گرفت. حجم خاک موجود در هر بستر کشت برابر ۴۵ سانتی‌متر مکعب بوده است. در نهایت اندازه‌گیری متغیرهای وابسته تحقیق (قدرت جوانه‌زنی و ارتفاع بوته) در انتهای آزمایش صورت گرفت. عمق‌های مورد آزمایش به‌ترتیب ۰/۵، ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ مورد بررسی قرار گیرد.

درصد جوانه‌زنی (GP) که تعداد بذرهای جوانه‌زده نسبت به کل بذرهای کاشته شده در روز چهاردهم مورد شمارش قرار گرفت. ارتفاع بوته (SH) که از سطح خاک تا انتهای بالاترین برگ گیاهچه با خط‌کش در مرحله ۴ برگی (سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. در نهایت داده‌ها پس از جمع‌آوری، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن ارزیابی شدند.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی بذر: آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان می‌دهد که درصد جوانه‌زنی بذور کلم بروکلی در اعماق ۰/۵ و ۱/۵ سانتی‌متری از سایر اعماق مورد آزمایش این تحقیق بیشتر بوده است (جدول ۱). نتایج مشابهی در مورد تأثیر عمق کاشت بر جوانه‌زنی گیاهان مختلف گزارش شده است، که همراستا با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد (Masilamani et al., 2023).

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف.

تیمارها	۰/۵	۱/۵	۲/۵	۳/۵	۴/۵
میانگین درصد جوانه‌زنی (درصد)	۹۲	۸۳	۷۷	۶۶	۵۸
آزمون دانکن	a	ab	bc	cd	d

ارتفاع بوته: با توجه به نتایج بدست آمده، عمق کاشت در میزان ارتفاع نشای کلم بروکلی در سطح احتمال ۱ درصد بصورت معناداری موثر بوده است. آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که رشد رویشی یا ارتفاع بوته‌های کلم بروکلی در اعماق ۰/۵ و ۱/۵ سانتی‌متری از سایر اعماق مورد آزمایش این تحقیق، به‌طور معنی‌داری بیشتر بوده است و با بیشتر شدن عمق کاشت بذر، میزان این شاخص کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های رستم‌پور و همکاران (۱۴۰۲) در خصوص نقش عمق کاشت بذر بر ارتفاع گیاه هم‌خوانی دارد.

جدول ۲- نتیجه آزمون دانکن (مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته‌ها در تیمارهای مختلف).

تیمارها	۰/۵	۱/۵	۲/۵	۳/۵	۴/۵

میانگین ارتفاع بوته‌ها (سانتی‌متر)	۴/۶۵	۴/۵۱	۳/۷۸	۳	۲/۳۳
آزمون دانکن	a	a	b	c	d

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بین عمق‌های کاشت و درصد جوانه‌زنی ارتباط معناداری وجود دارد. با اضافه شدن عمق کاشت، درصد جوانه‌زنی بذر کلم بروکلی کاهش یافت، لذا بین عمق و درصد جوانه‌زنی رابطه عکس مشاهده گردید. بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمار مربوط به عمق ۰/۵ سانتی‌متری بود. همچنین با افزایش عمق کاشت، ارتفاع بوته کاهش می‌یابد و رابطه معکوس بین عمق کاشت بذر و ارتفاع نیز مشاهده شد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت بهترین عمق کاشت بذر کلم بروکلی با توجه به معیارهای درصد جوانه‌زنی و ارتفاع نشا، بین ۰/۵ و حداکثر ۱/۵ سانتی‌متر می‌باشد.

منابع

جعفرپور، ف.، بخشی، د.، قاسم‌نژاد، م. و حسن‌ساجدی، ر. ۱۳۹۳. اثر پوترسین بر کیفیت پس از برداشت، ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گلچه‌های کلم بروکلی. مجله علوم باغبانی، ۲۸(۳): ۳۰۳–۳۱۱.

رستم‌پور، م.، اکبری، ع. و ساغری، م. ۱۴۰۲. تعیین عمق مناسب کاشت بذر آتریپلکس کانسنس (*Atriplex canescens* (*Pursh*)). نشریه علمی–پژوهشی مرتع و آبخیزداری، ۷۶(۳): ۲۵۳–۲۶۹.

مصطفوی‌راد، م.، آقایی، پ.، نوبهار، ا. و جوادی مجدد، م. ۱۴۰۱. ارزیابی اثر تاریخ نشاکاری بر رشد و عملکرد برخی ارقام کلم بروکلی (Brassica oleracea L.) به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج تحت شرایط اقلیمی گیلان. نشریه روابط خاک و گیاه، ۲۸(۴): ۲۱۳–۲۲۷.

Masilamani, P., Venkatesan, S., Navamaniraj, K. N., Rajarathinam, P., Alagesan, A. and Thiagu, K. 2023. Impact of the orientation of seed placement and depth of its sowing on germination: A review. Journal of Applied and Natural Science, 15(1): 314.

Rakhsh, F. and Golchin, A. 2014. The effect of different levels of nitrogen and copper on yield and nutrients concentrations and nitrate broccoli head (Brassica oleracea). Journal of Horticultural Sciences, 27(4): 453–459.

Investigation of the Effect of Sowing Depth on Germination Percentage and Vegetative Growth of Broccoli Seedlings

Kazhal Mohammadi[1], Kamran Ghasemi[1*] and Rasoul Loghmanpour Zarini[2]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2. Department of Agricultural Engineering, National University of Skills, Tehran, Iran.
[*]*Corresponding Author: kamranghasemi63@gmail.com*

Abstract

The objective of this study was to determine the optimal sowing depth for broccoli (*Brassica oleracea* var . *italica)* seeds to enhance seedling production, specifically evaluating its impact on germination percentage and seedling height. Sowing depth is a critical factor influencing seed performance, as it modulates the availability of moisture, temperature, and oxygen. Due to the small seed size of broccoli, the endosperm provides limited nutrient reserves for the developing seedling. Shallow sowing may lead to seed desiccation, whereas excessive depth increases the energetic cost for the hypocotyl to reach the soil surface, thereby reducing germination vigor and establishment success. In this experiment, five different sowing depths (0.5, 1.5, 2.5, 3.5, and 4.5 cm) were evaluated in six replicates, while other environmental variables, including soil type, light intensity, temperature, and moisture, were kept constant. The results indicated a significant correlation between sowing depth, germination percentage, and seedling height. The optimal sowing depth for achieving the maximum germination rate and plant height was found to be between 0.5 and 1.5 cm. Furthermore, a significant decrease in both germination percentage and seedling height was observed with increasing sowing depth.

Keywords: Broccoli, Germination, Plant Height, Seedling, and Sowing Depth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر مدت‌زمان‌های مختلف خیساندن و غلظت‌های گوناگون نیترات پتاسیم بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر کماکندل(*Dorema ammoniacum*)

فرحناز گرگیج[1] و مهدی خیاط[1*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
*نویسنده مسئول: *mhdkhayat@birjand.ac.ir*

چکیده

کماکندل (Dorema ammoniacum) یکی از گیاهان دارویی ارزشمند ایران است که تکثیر آن به دلیل خواب بذر و جوانه‌زنی نامناسب با محدودیت مواجه است. این پژوهش با هدف بررسی اثر مدت زمان خیساندن و غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم (KNO_3) بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیمی بذرهای باریجه طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ انجام شد. آزمایش در قالب تیمارهای خیساندن بذر به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در محلول‌های ۰، ۲ و ۴ درصد نیترات پتاسیم اجرا گردید. نتایج نشان داد که نیترات پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، میانگین جوانه‌زنی روزانه(MDG) ، میانگین زمان جوانه‌زنی(MGT) ، روز رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن و فعالیت آنزیم‌های آلفاآمیلاز و پراکسیداز داشت. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۴/۸۹ درصد) در تیمار ۴ درصد نیترات پتاسیم و خیساندن ۲۴ ساعته در سال ۱۳۹۹ مشاهده شد، در حالی که بیشترین طول ریشه‌چه (۶۶/۱۵۹ میلی‌متر) در تیمار ۴ درصد نیترات پتاسیم و خیساندن ۴۸ ساعته به دست آمد. همچنین کاربرد نیترات پتاسیم موجب افزایش میانگین جوانه‌زنی روزانه و کاهش معنی‌دار میانگین زمان جوانه‌زنی و روز رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن گردید. فعالیت آلفاآمیلاز از ۷۱/۲ تا ۳۱/۶ واحد در گرم ریشه‌چه در شاهد به ۲۸/۵۱ واحد در گرم ریشه‌چه در تیمارهای نیترات پتاسیم افزایش یافت. فعالیت پراکسیداز نیز از ۶۸/۵ تا ۳۲/۱۰ واحد در گرم ریشه‌چه در شاهد به ۳۱/۷۱ واحد در گرم ریشه‌چه رسید. به طور کلی، خیساندن بذرها در محلول ۴ درصد نیترات پتاسیم به مدت ۴۸ ساعت به عنوان مؤثرترین تیمار برای رفع خواب بذر، افزایش فعالیت آنزیمی و بهبود استقرار گیاهچه در باریجه معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی : آلفاآمیلاز، جوانه زنی، خیساندن، ریشه چه و نیترات پتاسیم.

مقدمه

جنس Dorema شامل شش گونه در ایران است که در میان آن‌ها *Dorema ammoniacum* (وشاق) یک گیاه دارویی بومی و ارزشمند محسوب می‌شود که به دلیل صمغ رزینی خود با نام صمغ آمونیاکی شناخته شده است. این صمغ به طور سنتی به عنوان بادشکن، خلط‌آور، مدر، ضداسپاسم و محرک در درمان اختلالات تنفسی و گوارشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zargari, 1990; Irvani et al., 2010). همچنین میوه (بذر) این گیاه نیز دارای ترکیبات دارویی است (جدول ۱). این گونه در مناطق خشک و نیمه‌خشک آسیای مرکزی، به‌ویژه در ناحیه ایرانی–تورانی، پراکنش دارد و در چندین استان ایران تحت شرایط کم‌بارشی یافت می‌شود (Ghahreman, 1999; Mozaffarian, 2007). این گیاه یک گونه چندساله از خانواده چتریان (Apiaceae) است که تا ارتفاع حدود ۲ متر رشد می‌کند و ریشه‌های آن در فصل بهار و اوایل تابستان صمغ دارویی تولید می‌کنند (Rajani, 2002). خواب بذر یکی از محدودیت‌های اصلی در تکثیر *D. ammoniacum* محسوب می‌شود که موجب جوانه‌زنی کم و نامنظم در شرایط طبیعی و کشت می‌گردد (Zare et al., 2011). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که درصد جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و بنیه گیاه معمولاً ضعیف بوده و به شدت تحت تأثیر دما و تنش خشکی قرار دارد (Naseri et al., 2018). نیترات پتاسیم به طور گسترده به عنوان یک عامل مؤثر در رفع خواب بذر شناخته می‌شود که از طریق تحریک رشد جنین، تنظیم هورمونی و فعال‌سازی آنزیم‌های هیدرولیتیک مانند آلفاآمیلاز، موجب افزایش جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف می‌گردد (Bethke et al., 2007; Matakiadis et al., 2009; Nonogaki, 2014; Alboresi et al., 2005). افزایش فعالیت آنزیمی ناشی از

نیترات، باعث تسهیل بسیج مواد ذخیره‌ای و رشد اولیه گیاهچه می‌شود (Duermeyer et al., 2018). علاوه بر این، سرمادهی مرطوب نیز با تأمین نیاز سرمایی می‌تواند خواب بذر را در بسیاری از گونه‌ها برطرف کند (Agrawal & Dadlani, 1995).

جدول ۱-خواص شیمیایی میوه کماکندل.

Component	Constituents	Percentage	Activities
Essential Oils	(Z)-Ocimenone	~22.3%	Antioxidant activity; Antimicrobial and antifungal activity; Anti-inflammatory and expectorant properties
	(E)-Ocimenone	~18.1%	
	and 29 other compounds	95%	
	β-himachalene, β-chamigrene, β-bisabolene, and hexadecanal	-	
Gum/ Resin	polysaccharides (arabinogalactans) made of galactose, arabinose, rhamnose, glucuronic acid, and 4-O-methyl glucuronic acid	-	

Sources: Adhami et al., 2013; Ramezani et al., 2020.

بنابراین، با توجه به اهمیت دارویی و جوانه‌زنی ضعیف *D. ammoniacum*، مطالعه حاضر اثر مدت زمان خیساندن بذر در محلول‌های نیترات پتاسیم همراه با سرمادهی مرطوب را بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه بررسی نمود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بخش علوم باغبانی، دانشگاه بیرجند، ایران طی سه سال متوالی (۱۳۹۹-۱۴۰۱) انجام شد. بذرهای *Dorema ammoniacum* از حومه بیرجند در استان خراسان جنوبی جمع‌آوری شده و تحت یک آزمایش فاکتوریل شامل غلظت‌های نیترات پتاسیم (۰، ۲ و ۴ درصد) و مدت زمان خیساندن (۲۴ و ۴۸ ساعت) قرار گرفتند. بذرها در محلول‌های مربوطه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد پیش‌تیمار (پرایم) شدند و سپس به مدت ۶۰ روز در پرلیت مرطوب در دمای ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد سرمادهی گردیدند و پس از آن برای جوانه‌زنی به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. رطوبت پرلیت در طول آزمایش به طور مداوم حفظ شد و برای تأمین تهویه مناسب و توزیع یکنواخت رطوبت، نمونه‌ها هر سه روز یک‌بار مخلوط شدند. درصد جوانه‌زنی (Scott et al., 1984)، میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG; Hartmann et al., 1990)، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT; Schelin et al., 2003)، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50}; Heydecker and Wainwright, 1976) و طول ریشه‌چه (Hartmann et al., 1990) اندازه‌گیری شدند. فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز با استفاده از روش رنگ‌سنجی دی‌نیتروسالیسیلیک اسید (DNS) (Miller, 1959) و فعالیت پراکسیداز با آزمون گایاکول (Glick and Maehly, 1955) تعیین گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با شش تیمار و سه تکرار انجام شد. هر تکرار شامل سه کیسه پلاستیکی، هرکدام حاوی ۳۰ بذر بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار GenStat تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج (جدول ۲) نشان داد که نیترات پتاسیم (KNO_3) به طور معنی‌داری موجب افزایش جوانه‌زنی بذر و طول ریشه‌چه در هر سه سال شد، به‌طوری‌که غلظت‌های بالاتر (۲ و ۴ درصد) در تمام موارد و صرف‌نظر از مدت زمان خیساندن، عملکرد بهتری نسبت به شاهد (۰ درصد) داشتند. در سال ۱۳۹۹، بذرهای خیسانده شده به مدت ۲۴ ساعت در محلول ۴ درصد KNO_3 بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۹/۹۴ درصد) و طول ریشه‌چه (۱۱۵/۲۸ میلی‌متر) را نشان دادند، در حالی که افزایش مدت خیساندن به ۴۸ ساعت موجب افزایش بیشتر طول ریشه‌چه تا ۱۵۹/۶۶ میلی‌متر شد که بیانگر آن است که افزایش زمان خیساندن در کنار تیمار نیتراتی، بنیه اولیه گیاهچه را تقویت می‌کند. الگوهای مشابه در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مشاهده شد که نشان‌دهنده تکرارپذیری اثرات تحریک‌کننده نیترات پتاسیم است. بذرهایی که تنها با آب خیسانده

شدند، درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه به‌مراتب پایین‌تری داشتند که بیانگر خواب ذاتی بذر و سرعت پایین بسیج ذخایر غذایی است (Zare et al., 2010; Alboresi et al., 2005). بهبودهای مشاهده‌شده را می‌توان به نقش دوگانه نیترات پتاسیم به عنوان هم منبع غذایی و هم مولکول پیام‌رسان نسبت داد. نیترات قادر است فعالیت آنزیم‌های آلفاآمیلاز و پراکسیداز را تحریک کند و از این طریق هیدرولیز نشاسته و بسیج ذخایر را تسهیل نماید که در نهایت موجب افزایش رشد ریشه‌چه می‌شود (Fincher, 1989; Palmiano & Juliano, 1973; Duermeyer et al., 2018). طول بیشتر ریشه‌چه در تیمار ۴۸ ساعته نشان می‌دهد که زمان تماس طولانی‌تر، جذب مؤثرتر نیترات و فعال‌سازی بیشتر آنزیم‌ها را فراهم می‌کند (Liu et al., 2013; Yan & Chen, 2020). این نتایج با یافته‌های پیشین در غلات، حبوبات و سبزیجات همخوانی دارد، جایی که پرایمینگ با KNO_3 موجب افزایش درصد، سرعت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده است (Basra et al., 1990; Shahi-Gharahlar et al., 2012). نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که نیترات پتاسیم به طور معنی‌داری بر میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG)، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) و روز رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن در طی هر سه سال اثر گذاشته است. بذرهای خیسانده‌شده در محلول‌های نیترات پتاسیم (۲ و ۴ درصد) به طور مداوم میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG) بالاتر و میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) پایین‌تری نسبت به شاهد نشان دادند که بیانگر جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تر است. به عنوان مثال، در سال ۱۴۰۰، خیساندن به مدت ۴۸ ساعت در محلول ۴ درصد KNO_3 موجب بیشترین MDG و MGT نسبتاً پایین (۷/۲۹) شد، در حالی که بذرهای شاهد به زمان بیشتری برای جوانه‌زنی نیاز داشتند.

جدول ۲- اثر مدت زمان خیساندن در غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم بر درصد جوانه‌زنی بذر و طول ریشه‌چه گیاه کماکندل.

Soaking duration	Treatments Potassium Nitrate (%)	Germination (%)	Radicle lengths (mm)
Year		2020	
24 hours	0	61.70b	21.51f
	2	83.31a	98.67d
	4	89.94a	115.28c
48 hours	0	50.08b	35.16e
	2	85.64a	121.35b
	4	88.61a	159.66a
Year		2021	
24 hours	0	56.31c	11.28d
	2	89.68a	85.64b
	4	88.62a	135.28a
48 hours	0	65.82b	37.25c
	2	91.22a	91.35b
	4	89.35a	136.48a
Year		2022	
24 hours	0	69.32ca	30.69d
	2	85.65a	89.66c
	4	88.31a	129.64a
48 hours	0	76.3b	25.35d
	2	89.65a	100.58b
	4	90.19a	136.94a

In each column at each year (2020 or 2021 or 2022), means with similar letters are not significantly different at the 1% probability level according to the LSD test.

جدول ۳- اثر مدت خیساندن بذر در محلول نیترات پتاسیم بر شاخص های MDG، MGT، و روز رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی در گیاه کماکندل.

Treatments Soaking	KNO_3 (%)	MDG	MGT	Day of 50% emergence
Year			2020	
24 hours	0	3.65c	9.52b	15.61a
	2	7.35b	6.35c	5.28b
	4	7.29b	6.38c	5.96b
48 hours	0	2.05d	11.25a	17.21a

	2	10.65a	6.34c	6.31b
	4	11.25a	7.29c	5.28b
Year			2021	
	0	4.25b	10.35a	18.25a
24 hours	2	9.36a	5.35b	5.61d
	4	10.85a	6.31b	7.12c
	0	3.58b	11.58a	16.35b
48 hours	2	10.25a	6.37b	6.37c
	4	10.51a	5.28b	6.92c
Year			2022	
	0	1.28d	14.19a	20.95a
24 hours	2	9.35b	4.25d	6.37c
	4	9.58b	5.11c	6.99c
	0	3.39c	11.28b	18.39b
48 hours	2	8.25b	6.35c	6.34c
	4	13.35a	5.99c	6.77c

Soaking stands for soaking duration; KNO3 stands for potassium nitrate; MDG stands for Mean daily germination; MGT stands for Mean germination time. In each column at each year (2020 or 2021 or 2022), means with similar letters are not significantly different at the 1% probability level according to the LSD test.

جدول ۴- اثر مدت خیساندن بذر در محلول نیترات پتاسیم بر فعالیت آلفا-آمیلاز و پراکسیداز بذر گیاه کماکندل.

	Treatments	α-amylase	Peroxidase
Soaking duration	Potassium Nitrate (%)	(units g^{-1} radicle)	(units g^{-1} radicle)
Year		2020	
	0	3.28c	7.44c
24 hours	2	35.62b	65.82a
	4	33.25b	71.31a
	0	2.71c	9.16c
48 hours	2	49.66a	45.61b
	4	51.28a	55.35a
Year		2022	
	0	6.31b	10.32c
24 hours	2	41.28a	70.15a
	4	38.25a	68.22a
	0	3.25b	5.68c
48 hours	2	41.19a	48.25b
	4	43.58a	49.38b

In each column at each year (2020 or 2022), means with similar letters are not significantly different at the 1% probability level according to the LSD test.

الگوهای مشابه در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ مشاهده شد که نشان‌دهنده تکرارپذیری اثرات تحریک‌کننده نیترات پتاسیم است. به طور کلی، افزایش مدت خیساندن موجب افزایش MDG و کاهش MGT گردید که نشان می‌دهد تماس طولانی‌تر با محلول نیتراتی، فعال‌سازی بهتر آنزیم‌های مرتبط با جوانه‌زنی مانند آلفاآمیلاز و پراکسیداز را فراهم می‌کند؛ آنزیم‌هایی که در بسیج ذخایر غذایی و افزایش رشد ریشه‌چه نقش دارند (Fincher, 1989; Alboresi et al., 2005; Palmiano & Juliano, 1973). همچنین، روز رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن در تیمارهای نیترات پتاسیم به طور معنی‌داری کاهش یافت که نشان‌دهنده تسریع در استقرار گیاهچه است. این نتایج با مطالعات پیشین در غلات، حبوبات و گیاهان دارویی همخوانی دارد که در آن‌ها پرایمینگ با نیترات موجب بهبود سرعت، یکنواختی و بنیه اولیه گیاهچه شده است (Basra et al., 1990; Shahi-Gharahlar et al., 2012; Zare et al., 2010). داده‌های جدول ۴ نشان داد که نیترات پتاسیم به طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های آلفاآمیلاز و پراکسیداز را در ریشه‌چه‌های *Dorema ammoniacum* طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۱ افزایش داد. در غیاب KNO_3 ، فعالیت آلفاآمیلاز بسیار پایین بود که نشان‌دهنده محدودیت در بسیج نشاسته طی جوانه‌زنی اولیه است. در

مقابل، تیمارهای ۲ و ۴ درصد KNO_3 موجب افزایش شدید این آنزیم شدند. افزایش فعالیت آلفاآمیلاز با بهبود جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه همسو بوده و نقش کلیدی این آنزیم را در هیدرولیز نشاسته و تأمین انرژی برای رشد اولیه تأیید می‌کند (Fincher, 1989; Alboresi et al., 2005). فعالیت پراکسیداز نیز در پاسخ به تیمار نیترات افزایش یافت؛ به‌طوری‌که تیمارهای ۲ و ۴ درصد KNO_3 موجب افزایش معنی‌دار POD ریشه‌چه شدند، در حالی که مقادیر شاهد بسیار پایین‌تر بود. پراکسیداز در بازآرایی دیواره سلولی، متابولیسم اکسیداتیو و افزایش تحمل تنش در طی جوانه‌زنی نقش دارد و در نتیجه به خروج ریشه‌چه و افزایش بنیه گیاهچه کمک می‌کند. (Palmiano & Juliano, 1973; Omidiji et al., 2002; Singh et al., 2015). جالب توجه اینکه افزایش مدت زمان خیساندن (۴۸ ساعت) به طور کلی موجب افزایش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز شد، در حالی که پاسخ پراکسیداز (POD) با توجه به غلظت و سال آزمایش تغییرپذیر بود. این موضوع نشان می‌دهد که القای بهینه فعالیت‌های آنزیمی به هر دو عامل دسترسی به نیترات و مدت زمان تماس با محلول بستگی دارد.

منابع

Adhami, H. R., Lutz, J., Kählig, H., Zehl, M. and Krenn, L. 2013. Compounds from gum ammoniacum with acetylcholinesterase inhibitory activity. Scientia Pharmaceutica, 81(3): 793–806.

Agrawal, P. K. and Dadlani, M. (Eds.). 1987. Techniques in Seed Science and Technology. Second Edition. South Asian Publishers, New Delhi, India, pp. 109–113.Alboresi, A., Gestin, C., Leydecker, M. T., Bedu, M., Meyer, C. and Truong, H. N. 2005. Nitrate, a signal relieving seed dormancy in Arabidopsis. Plant, Cell & Environment, 28(4): 500–512.

Basra, A. S., Dhillon-Grewal, R., Kapur, A. and Malik, C. P. 1990. Overcoming germination barriers in Guinea grass seeds. Indian Journal of Plant Physiology, 33: 371–373.

Bethke, P. C., Libourel, I. G. and Jones, R. L. 2006. Nitric oxide reduces seed dormancy in Arabidopsis. Journal of Experimental Botany, 57(3): 517–526.

Duermeyer, L., Khodapanahi, E., Yan, D., Krapp, A., Rothstein, S. J. and Nambara, E. 2018. Regulation of seed dormancy and germination by nitrate. Seed Science Research, 28(3): 150–157.

Fincher, G. B. 1989. Molecular and cellular biology associated with endosperm mobilization in germinating cereal grains. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 40: 305–346.

Ghahreman, A. 1999. Iranian Plant Geography (Flora Iranica Regions). University of Tehran Press, Tehran, Iran.

Glick, D. and Maehly, A. C. 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods of Biochemical Analysis, 10: 9780470110171.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. and Geneve, R. L. 1990. Plant Propagation: Principles and Practices. 5th Edition. Prentice Hall, New Jersey.

Heydecker, W. and Wainwright, H. 1976. Seed dormancy and the control of germination. Biological Reviews, 51(1): 53–76.

Irvani, N., Solouki, M., Omidi, M., Zare, A. R. and Shahnazi, S. J. P. C. 2010. Callus induction and plant regeneration in Dorema ammoniacum D., an endangered medicinal plant. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 100(3): 293–299.

Liu, X., Zhang, H., Zhao, Y. et al. 2013. Auxin controls seed dormancy through stimulation of abscisic acid signaling. PNAS, 110(38): 15485–15490.

Matakiadis, T., Alboresi, A., Tripodi, K. E. et al. 2009. The Arabidopsis ABA-deficient mutant aba2 is hypersensitive to nitrate during seed germination. Journal of Experimental Botany, 60(10): 3199–3211.

Miller, G. L. 1959. Use of dinitro-salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry, 31(3): 426–428.

Mozaffarian, V. 2007. Flora of Iran: Umbelliferae. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Naseri, H., Hosseini, S. A. and Lashkari Sanami, N. 2018. Effect of cooling pre-treatment on germination criteria and drought stress resistance in Dorema ammoniacum. Seed and Plant Certification and Registration Institute Journal, 8(1): 241–251.

Nonogaki, H. 2014. Seed dormancy and germination—emerging mechanisms and new hypotheses. Frontiers in Plant Science, 5: 233.

Omidiji, O., Okpuzor, J. and Otubu, O. 2002. Peroxidase activity of germinating Sorghum bicolor grains: effect of some cations. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(15): 1881–1885.

Palmiano, E. P. and Juliano, B. O. 1973. Changes in the activity of some hydrolases, peroxidase, and catalase in the rice seed during germination. Plant Physiology, 52(3): 274–277.

Rajani, M., Saxena, N., Ravishankara, M. N., Desai, N. and Padh, H. 2002. Evaluation of the antimicrobial activity of ammoniacum gum from Dorema ammoniacum. Pharmaceutical Biology, 40(7): 534–541.

Ramezani, M., Rahimi, R. and Farzaei, M. H. 2020. Chemical composition of fruit essential oils of Dorema ammoniacum from Iran. Journal of Essential Oil Research, 32(4): 321–330.

Schelin, J., Olsson, M. and Persson, H. 2003. Seed germination and dormancy of Picea abies populations from different latitudes. Forest Ecology and Management, 183(1–3): 301–310.

Scott, S. J., Jones, R. A. and Williams, W. A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24(5): 1192–1199.

Shahi-Gharahlar, A., Yavari, A. R., Khayyat, M., Jalali, N. and Farhoudi, R. 2012. Effects of soaking temperature, stratification, potassium nitrate and gibberellic acid on seed germination of loquat trees. Journal of Plant Nutrition, 35(11): 1735–1746.

Singh, K. L., Chaudhuri, A. and Kar, R. K. 2015. Role of peroxidase activity and Ca2+ in axis growth during seed germination. Planta, 242(4): 997–1007.

Yan, A. and Chen, Z. 2020. The control of seed dormancy and germination by temperature, light and nitrate. The Botanical Review, 86(1): 39–75.

Zare, A. R., Solouki, M., Omidi, M., Irvani, N., Abasabadi, A. O. and Nezad, N. M. 2011. Effect of various treatments on seed germination and dormancy breaking in Ferula assa foetida L. (Asafetida), a threatened medicinal herb. Trakia Journal of Sciences, 9(2): 57–61.

Zargari, A. 1990. Medicinal Plants. Vol. 3. Tehran University Press, Tehran, Iran.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

The effect of different soaking durations and various concentrations of potassium nitrate on the germination characteristics of Dorema ammoniacum seeds

Farahnaz Gorgij and[1*]Mehdi Khayyat[1]
1. Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
[*]*Corresponding Author: mhdkhayat@birjand.ac.ir*

Abstract

Dorema ammoniacum (Koma-kandal) is one of the valuable medicinal plants of Iran; however, its propagation is limited due to seed dormancy and poor germination. This study was conducted to investigate the effects of soaking duration and different concentrations of potassium nitrate (KNO_3) on germination characteristics and enzymatic activity of *Dorema ammoniacum* seeds over the years 2020 to 2022. The experiment was designed as seed priming treatments using soaking durations of 24 and 48 hours in solutions containing 0, 2, and 4% potassium nitrate. The results showed that potassium nitrate had a significant effect on germination percentage, radicle length, mean daily germination (MDG), mean germination time (MGT), time to 50% emergence, and the activity of α-amylase and peroxidase enzymes. The highest germination percentage (89.94%) was observed in the treatment with 4% potassium nitrate and 24-hour soaking in 2020, while the greatest radicle length (159.66 mm) was achieved with 4% potassium nitrate and 48-hour soaking. Application of potassium nitrate also increased mean daily germination and significantly reduced mean germination time and time to 50% emergence. α-Amylase activity increased from 2.71–6.31 units g^{-1} radicle in the control to 51.28 units g^{-1} radicle in potassium nitrate treatments. Peroxidase activity also increased from 5.68–10.32 units g^{-1} radicle in the control to 71.31 units g^{-1} radicle under treated conditions. Overall, soaking seeds in 4% potassium nitrate solution for 48 hours was identified as the most effective treatment for breaking seed dormancy, enhancing enzymatic activity, and improving seedling establishment in *Dorema ammoniacum*.

Keywords: Germination, Potassium nitrate, Soaking, Radicle, and α-Amylase.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر آب آبیاری غیرمتعارف بر رشد، پاسخ‌های فیزیولوژیکی-بیوشیمیایی و کیفیت چوب درختان اقاقیا

فرحناز گرگیج[۱] و مهدی خیاط[۱*]

۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

* نویسنده مسئول: *mhdkhayat@birjand.ac.ir*

چکیده

ارزیابی چندساله آبیاری با آب بازیافتی در درختان اقاقیا نشان داد که غلظت عناصر پرمصرف برگ شامل نیتروژن(N) ، فسفر(P) ، کلسیم(Ca) ، منیزیم (Mg) و گوگرد(S) ، و همچنین عناصر ریزمغذی روی (Zn) و بور (B) افزایش یافت غلظت سدیم و کلرید نیز در ریشه‌ها و برگ‌ها افزایش پیدا کرد که بیانگر تجمع بیشتر نمک در گیاه است. غلظت فلزات سنگین شامل سرب(Pb) ، آرسنیک (As) و کادمیم (Cd) افزایش یافت، اما همچنان در سطوحی پایین‌تر از حد سمیت باقی ماند. استفاده از آب بازیافتی موجب افزایش هدایت روزنه‌ای، فعالیت آنزیم پراکسیداز، میزان کربوهیدرات‌ها، کلروفیل، پرولین، ترکیبات فنولی و کیفیت چوب شد، در حالی که فتوسنتز، غلظت دی‌اکسیدکربن بین‌سلولی و محتوای نسبی آب را کاهش داد که این امر نشان‌دهنده بروز تنش اکسیداتیو و فعال شدن سازوکارهای دفاعی سازگاری در گیاه است. نشت یونی در حد متوسط مشاهده شد که این پدیده به‌ویژه در ریشه‌ها بیشتر بود. با وجود این تغییرات فیزیولوژیکی، رشد شاخساره در هر دو تیمار آبیاری افزایش یافت و در شرایط آبیاری با آب بازیافتی به طور مداوم بیشتر بود که این امر پتانسیل استفاده از این منبع آبی را، در صورت پایش مناسب شوری و فلزات، برجسته می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آب بازیافتی ، تبادلات گازی، تجمع عناصر غذایی، چوب صنعتی وکیفیت چوب.

مقدمه

کمبود آب و افزایش تقاضا برای غذا از جدی‌ترین چالش‌های جهانی به شمار می‌روند؛ به‌طوری‌که کشاورزی نزدیک به ۷۰ درصد از برداشت آب شیرین در سطح جهان را به خود اختصاص می‌دهد.(Fito and Van Hulle, 2021) در نتیجه، استفاده از منابع آب غیرمتعارف، از جمله فاضلاب بازیافت‌شده، آب خاکستری، رواناب‌های حاصل از بارندگی، آب زیرزمینی لب‌شور و آب باران جمع‌آوری‌شده، به راهبردی مهم برای آبیاری و مدیریت پایدار منابع آب تبدیل شده است.(Hu and Wu, 2018) در مناظر شهری، آب بازیافتی می‌تواند وابستگی به آب آشامیدنی را کاهش دهد، در حالی که رشد گیاه و کیفیت زیبایی‌شناختی فضای سبز را حفظ می‌کند.(Cabrera et al., 2018) با این حال، استفاده از آن ممکن است موجب افزایش شوری خاک و تجمع یون‌هایی مانند سدیم(Na^+) ، کلرید(Cl^-) ، بور (B) و بی‌کربنات (HCO_3^-)شود؛ ازاین‌رو پایش دقیق کیفیت آب و خاک و انتخاب گونه‌های گیاهی متحمل ضروری است (Gerhart et al., 2006; Cabrera et al, 2018). آب بازیافتی می‌تواند عناصر غذایی ضروری مورد نیاز گیاه را تأمین کند، نیاز به مصرف کود را کاهش دهد، منابع آب شیرین را حفظ نماید و هزینه‌های آبیاری را پایین آورد.(Bedbabis et al., 2010; Jaramillo and Restrepo, 2017) با وجود این، آب بازیافتی ممکن است نمک‌ها، مواد جامد معلق و آلاینده‌های نوظهور را نیز وارد سامانه خاک-گیاه کند (Asano and Levine, 2004; Rizzo et al., 2019). اقاقیا (*Robinia pseudoacacia* L.)درختی لگوم، سریع‌الرشد و متحمل به خشکی و شوری است که به‌طور گسترده در فضای سبز شهری، احیای اکولوژیک، کنترل فرسایش و بازسازی اراضی تخریب‌شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. سازگاری این گونه با شرایط نامساعد محیطی و توانایی آن در بهبود حاصلخیزی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، آن را به گونه‌ای امیدبخش برای آبیاری با آب بازیافتی تبدیل کرده است. بنابراین، در این مطالعه اثرات آبیاری با آب بازیافتی بر رشد، جذب عناصر غذایی، تجمع و انتقال آن‌ها در درختان اقاقیاکشت‌شده در فضای سبز شهری ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر روی درختان پنج‌ساله اقاقیا‌با قطر تاج مشابه، حدود ۱/۲ متر، که در شرایط فضای باز و فضای سبز در زاهدان، ایران، با مختصات جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۸۵ دقیقه طول شرقی کشت شده بودند، طی فصل‌های رشد سال‌های ۲۰۲۱، ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ انجام شد. زاهدان دارای اقلیم بیابانی گرم است که با تابستان‌های بسیار گرم مشخص می‌شود؛ به‌طوری‌که به‌طور میانگین در هر سال ۸۴/۷ روز، دمای بیشینه بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس، معادل ۹۵ درجه فارنهایت، دارد که از این تعداد، حدود ۷ روز دمای بیشینه از ۴۰ درجه سلسیوس، معادل ۱۰۴ درجه فارنهایت، فراتر می‌رود. زمستان‌ها نسبتاً سرد هستند، به‌گونه‌ای که دمای کمینه در حدود ۴۳/۷روز در سال به کمتر از صفر درجه سلسیوس، معادل ۳۲ درجه فارنهایت، می‌رسد. این منطقه همچنین در حدود ۸۱/۳ روز در سال با پدیده غبار یا مه‌دود مواجه است. کاشت در خاک لومی شنی انجام شد که ویژگی‌های آن شامل هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) برابر با ۵۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر، pHبرابر با ۶۲/۸، ماده آلی (OM) معادل ۰/۵ درصد، نیتروژن کل ۰/۱۶ درصد، فسفر ۰/۱۰ درصد، پتاسیم ۰/۴۲ درصد، کلسیم ۰/۳۲درصد، منیزیم ۰/۷۱درصد، بی‌کربنات ۰/۶۴ درصد، سدیم ۰/۵۸ درصد و کلر ۰/۶۱ درصد بود. آبیاری با استفاده از دو منبع آب متفاوت انجام شد: آب شیرین به‌عنوان شاهد و آب بازیافتی. آب شیرین دارای هدایت الکتریکی عصاره اشباع یا ECe برابر با ۱/۱۳ دسی‌زیمنس بر متر، pHبرابر با ۷/۸۶، نیتروژن کل ۴/۵ قسمت در میلیون، فسفر ۳/۱ قسمت در میلیون، کلسیم ۹۸۲ قسمت در میلیون، منیزیم ۱۵۲۰ قسمت در میلیون، سولفات ۲ قسمت در میلیون، بور ۵ قسمت در میلیون، روی ۵/۱ قسمت در میلیون، بی‌کربنات ۱۱۷ قسمت در میلیون، سدیم ۱۸۰ قسمت در میلیون و کلر ۱۱۰ قسمت در میلیون بود و عناصر سرب(Pb) ، آرسنیک (As) و کادمیم (Cd) در آن شناسایی نشدند. آب بازیافتی دارای هدایت الکتریکی عصاره اشباع یا ECe برابر با ۲/۵۰ دسی‌زیمنس بر متر، pHبرابر با ۷/۴۲، نیتروژن کل ۳۵۰ قسمت در میلیون، فسفر ۴۵۸ قسمت در میلیون، کلسیم ۳۵۰۷ قسمت در میلیون، منیزیم ۴۴۱۰ قسمت در میلیون، سولفات ۱۷۹ قسمت در میلیون، بور ۱۱ قسمت در میلیون، روی ۲ قسمت در میلیون، بی‌کربنات ۴۹ قسمت در میلیون، سدیم ۵۸۰ قسمت در میلیون و کلر ۴۰۵ قسمت در میلیون بود و غلظت سرب برابر با ۱/۳ میکروگرم بر لیتر، آرسنیک برابر با ۰/۵ میکروگرم بر لیتر و کادمیم برابر با ۱/۴ میکروگرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. زمان‌بندی آبیاری بر اساس داده‌های واسنجی به‌دست‌آمده با استفاده از روش خشک‌کردن در آون (Black, 1965)و دستگاه صفحه فشاری (Rhoades, 1982) انجام شد تا از بروز تنش آبی در گیاهان جلوگیری شود. در پایان آزمایش، برخی ویژگی‌های شیمیایی منتخب خمیر اشباع خاک (SSP)مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در طول فصل رشد، طول شاخساره (SL)هر گیاه اندازه‌گیری شد. این متغیر طی سه سال متوالی، شامل سال‌های ۲۰۲۱، ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳، ارزیابی شد. قطعات بزرگ برگ و ریشه به‌صورت تصادفی انتخاب و بریده شدند و برای حذف آلودگی‌های سطحی، سه بار به‌طور کامل با آب مقطر شست‌وشو داده شدند. سپس قطعات در ویال‌های درب‌دار حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند و به‌منظور تعیین هدایت الکتریکی اولیه محلول (EC_1)، به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، یعنی ۲۵ درجه سلسیوس، روی شیکر تنظیم‌شده در 100 × g انکوبه شدند. پس از انکوباسیون، ویال‌های حاوی نمونه‌های برگ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس اتوکلاو شدند. پس از سرد شدن نمونه‌ها تا دمای اتاق، اندازه‌گیری دوم هدایت الکتریکی (EC_2)انجام شد. سپس درصد نشت یونی (Ion leakage %)بر اساس روش توصیف‌شده توسط Lutts et al. (1995)محاسبه شد. برای تعیین محتوای نسبی آب (RWC)، دیسک‌های برگی با مساحت ۱/۵ سانتی‌متر مربع جدا شدند و بلافاصله برای به‌دست‌آوردن وزن تر یا جرم تازه (FM)توزین گردیدند. سپس دیسک‌ها به مدت ۴ ساعت در آب مقطر با دمای ۲۵ درجه سلسیوس غوطه‌ور شدند تا وزن آماس‌یافته یا جرم تورژسانس ™تعیین شود؛ پس از آن، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سلسیوس در آون خشک شدند تا وزن خشک یا جرم خشک (DM)به دست آید. درصد محتوای نسبی آب (%) RWCبا استفاده از معادله ارائه‌شده توسط Barrs and Weatherley (1962)محاسبه شد. مقدار کربوهیدرات‌های محلول کل در برگ‌ها و ریشه‌ها بر اساس روش Irigoyen et al. (1992) تعیین شد و برای واسنجی، از گلوکز با غلظت ۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ساخت شرکت Merck، آلمان، به‌عنوان استاندارد استفاده گردید. محتوای کلروفیل (Chl)بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر ($mg\ g^{-1}$ FM)با استفاده از استخراج با استون ۸۰ درصد حجمی/حجمی و دستگاه دستی SPAD-502ساخت شرکت Minolta، اوزاکا، ژاپن تعیین شد. برای استخراج رنگیزه‌ها، ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به ۰/۲۵ گرم از دیسک‌های برگی افزوده شد و مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در 8000 × g سانتریفیوژ گردید. مایع رویی جمع‌آوری شد و با استفاده از استون ۸۰ درصد تا حجم نهایی ۵۰ میلی‌لیتر رقیق گردید. همگن‌سازی بافت برگ تا زمانی ادامه یافت که باقی‌مانده نمونه بی‌رنگ شود. جذب نوری عصاره در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر Shimadzu AA–670ساخت شرکت

Shimadzu، توکیو، ژاپن اندازه‌گیری شد. محلول استون ۸۰ درصد به‌عنوان بلانک استفاده شد. محتوای کلروفیل کل با استفاده از معادله ارائه‌شده توسط Saini et al. (2001) محاسبه شد. محتوای پرولین با استفاده از روش نین‌هیدرین، مطابق با روش توصیف‌شده توسط Bates et al (۱۹۷۳)، تعیین شد و از L-پرولین با دامنه غلظتی ۰ تا ۵۰۰ میکرومول، ساخت شرکت Merck، آلمان، به‌عنوان استاندارد استفاده گردید. نمونه‌های برگ به مقدار۰/۵ گرم وزن تر (FM) در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک آبی ۳ درصد وزنی/حجمی همگن‌سازی شدند و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در 14000 × g سانتریفیوژ گردیدند. به مایع رویی، ۲ میلی‌لیتر محلول نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال افزوده شد و مخلوط به مدت ۱ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس جوشانده شد. سپس واکنش با قرار دادن لوله‌ها در حمام یخ متوقف گردید. پرولین با استفاده از تولوئن استخراج شد و جذب نوری فاز آلی در طول موج ۵۲۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر Shimadzu AA-670 ساخت شرکت Shimadzu، توکیو، ژاپن اندازه‌گیری گردید. غلظت پرولین بر اساس منحنی استاندارد تهیه‌شده با L-پرولین محاسبه شد. محتوای فنول کل در برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته‌ای که در ماه ژوئیه جمع‌آوری شده بودند، با استفاده از روش فولین–سیوکالتو مطابق با Singleton & Rossi (1965) تعیین شد. جذب نوری مخلوط واکنش در طول موج ۷۲۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر Shimadzu AA-670 ساخت شرکت Shimadzu، توکیو، ژاپن اندازه‌گیری شد و نتایج نسبت به منحنی استاندارد بیان گردید. دمای برگ در ماه ژوئیه، با استفاده از یک دماسنج مادون‌قرمز فشرده مجهز به نشانگر لیزری (Extech Instruments, Model 42500, Mini IR Thermometer, USA)، روی جدیدترین برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته اندازه‌گیری شد (Khayyat et al., 2024). برای هر درخت، ۱۰ برگ به‌صورت تصادفی انتخاب شد و برای ثبت دما، دماسنج در فاصله ۵ سانتی‌متری از سطح برگ نگه داشته شد. اندازه‌گیری‌ها در ۵ روز نماینده با آسمان صاف در هر ماه، در فاصله زمانی بین ساعت ۱۰:۳۰ تا ۱۴:۰۰ انجام شد و مقادیر گزارش‌شده بیانگر میانگین این مشاهدات هستند. فعالیت آنزیم‌ها در ماه ژوئیه ارزیابی شد و تمامی مراحل در دمای ۴ درجه سلسیوس انجام گرفت. پهنک‌های برگ به مقدار ۱۰ گرم مطابق با روش Chaitanya et al. (2002) همگن‌سازی شدند. فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD; EC 1.11.1.7) بر اساس روش Putter (1974) و با استفاده از گایاکول به‌عنوان سوبسترا تعیین شد. به‌طور خلاصه، ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی به مخلوط واکنش شامل ۰/۰۵ میلی‌لیتر گایاکول، ۰/۰۳میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن و ۳ میلی‌لیتر بافر فسفات با pH برابر با ۰/۷ افزوده شد. محلول مخلوط شد و افزایش جذب نوری در طول موج ۴۳۶ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر Shimadzu AA-670 ساخت شرکت Shimadzu، توکیو، ژاپن ثبت گردید. زمان لازم برای افزایش جذب نوری به میزان ۰/۱ ثبت شد و فعالیت آنزیم POD با استفاده از ضریب خاموشی محصول دهیدروژناسیون گایاکول در شرایط مشخص‌شده محاسبه گردید. برای ارزیابی کیفیت چوب، چگالی پایه یا چگالی سبز اندازه‌گیری شد که به‌صورت نسبت جرم خشک چوب به حجم سبز یا تازه آن تعریف می‌شود. روش کار مطابق با Swenson and Enquist (2007) به شرح زیر بود: نمونه‌ای از درخت، شامل مغزه چوب یا دیسک چوبی، تهیه شد؛ حجم تازه آن معمولاً با استفاده از روش جابه‌جایی آب اندازه‌گیری گردید؛ سپس نمونه در آون در دمای حدود ۱۰۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد و چگالی با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

حجم تازه یا سبز چوب /جرم خشک چوب =چگالی پایه

پارامترهای تبادل گازی، شامل نرخ فتوسنتز خالص (Pn)، نرخ تعرق (E)، هدایت روزنه‌ای (gs) و غلظت دی‌اکسید کربن بین‌سلولی (Ci)، در زمان ظهر با استفاده از دستگاه قابل‌حمل اندازه‌گیری فتوسنتز (LCi, ADC BioScience Ltd., Great Amwell, England) اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری‌ها طی دوره آزمایش، سه بار انجام شد و مقادیر میانگین گزارش گردید. نمونه خاک و بافت‌های خشک‌شده برگ و ریشه از نظر نیتروژن کل (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، سدیم (Na)، کلر (Cl)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سولفات (S)، بور (B)، روی (Zn)، سرب (Pb)، آرسنیک (As) و کادمیم (Cd) مورد تجزیه قرار گرفتند. نمونه‌ها آسیاب شدند و سپس در بوته چینی، در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۹۰ دقیقه خاکستر گردیدند. خاکستر حاصل در اسید کلریدریک داغ ۲ مولار حل شد، سپس صاف گردید و با آب مقطر تا حجم ۵۰ میلی‌لیتر رقیق شد. غلظت سدیم (Na^+) و پتاسیم (K^+) با استفاده از فلیم‌فتومتر (Corning 405, Cambridge, UK) تعیین شد، در حالی‌که کلرید (Cl^-) با استفاده از روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید (Chapman & Pratt, 1982). نیتروژن کل با روش کجلدال تعیین شد و فسفر به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری گردید (Olsen, 1954). سایر عناصر، شامل کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سولفات/گوگرد (S)، بور (B) و روی (Zn)، با استفاده از اسپکتروفتومتری جذب اتمی (Shimadzu AA-6300, Shimadzu Corp., Tokyo, Japan) تجزیه شدند. غلظت سرب، آرسنیک و کادمیم با استفاده از روش ICP-OES و دستگاه Varian LIBERTY-RL تعیین

شد. آزمایش بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی سازمان‌دهی شد که شامل ۵ تکرار بود؛ هر تکرار شامل ۵ درخت بود و دو تیمار آبیاری، شامل آب شیرین در مقابل آب بازیافتی، در نظر گرفته شد. داده‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس (ANOVA)در نرم‌افزار GENSTAT از نظر آماری تجزیه‌وتحلیل شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)در سطح احتمال $P<0.05$ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

غلظت نیتروژن (N)و فسفر (P)برگ افزایش یافت که نشان‌دهنده بهبود فراهمی عناصر غذایی و کارایی جذب آن‌ها بود؛ این یافته با مطالعات پیشین درباره آبیاری با فاضلاب همخوانی دارد (Qadir et al., 2007; Ayers and Westcot, 1994). کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)و گوگرد (S)نیز به‌طور چشمگیری افزایش یافتند، به‌ویژه منیزیم و گوگرد؛ این موضوع نشان می‌دهد که آب بازیافتی عناصر غذایی ضروری دخیل در سنتز کلروفیل، فعال‌سازی آنزیم‌ها و متابولیسم پروتئین را تأمین کرده است (Mengel and Kirkby, 2001; Tabatabai, 1986).

پتاسیم (K)افزایش کمتری نشان داد و این افزایش تنها در سال ۲۰۲۲ معنی‌دار بود که احتمالاً بازتاب‌دهنده تغییرات فصلی در فراهمی عناصر غذایی است (Rashid et al., 2004). این نتایج با گزارش‌هایی همخوانی دارد که نشان می‌دهند آب بازیافتی می‌تواند به‌عنوان یک منبع آبیاری غنی از عناصر غذایی عمل کند؛ با این حال، برای جلوگیری از تجمع بیش از حد املاح و عناصر، پایش مداوم آن ضروری است (Al-Jamal et al., 2010; Massoud et al., 2009). آب بازیافتی طی هر دو سال، غلظت سدیم (Na)و کلر (Cl)را در ریشه‌ها و برگ‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۲)، در حالی‌که تجمع آن‌ها در خاک در مقایسه با بافت‌های گیاهی کمتر بود. در سال ۲۰۲۱، افزایش غلظت این یون‌ها هم در خاک و هم در بافت‌های گیاهی مشاهده شد؛ در حالی‌که در سال ۲۰۲۲، با وجود معنی‌دار نبودن تفاوت‌ها در خاک، غلظت این یون‌ها در بافت‌های گیاهی افزایش یافت که نشان‌دهنده جذب فعال و انتقال این یون‌ها در گیاه است. پاسخ‌های مشابهی تحت شرایط آبیاری با آب شور و آب بازیافتی گزارش شده است (Qadir et al., 2007; Ashraf and Foolad, 2007). اگرچه درخت اقاقیاافزایش بار نمکی را تحمل کرد، اما تجمع طولانی‌مدت املاح ممکن است فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه و کیفیت خاک را مختل کند؛ بنابراین، ضرورت مدیریت شوری را برجسته می‌سازد (Ayers and Westcot, 1994; Maas and Hoffman, 1977). غلظت روی (Zn)و بور (B)برگ تحت آبیاری با آب بازیافتی به‌طور معنی‌داری بیشتر بود که نقش این آب را به‌عنوان منبعی از ریزمغذی‌های ضروری تأیید می‌کند (Alloway, 2008; Qadir et al., 2007). با این حال، غلظت سرب (Pb)، آرسنیک (As)و کادمیم (Cd)نیز افزایش یافت (جدول ۳)که نشان‌دهنده ورود احتمالی فلزات کمیاب/ردیاب از طریق آب بازیافتی است (Mahar et al., 2016; Li et al., 2013). اگرچه غلظت فلزات پایین‌تر از آستانه‌های سمیت گیاهی باقی ماند، اما آبیاری بلندمدت ممکن است خطرات زیست‌محیطی را افزایش دهد و این موضوع اهمیت پایش منظم را برجسته می‌سازد (Clemens, 2006; Sharma et al., 2016). تحمل گیاه ممکن است شامل جداسازی/واکنهش فلزات، تجمع اسمولیت‌ها، فعال‌سازی سامانه‌های آنتی‌اکسیدانی و تنظیمات متابولیکی باشد؛ همان‌گونه که توسط Cho et al. (2003)توصیف شده است. پاسخ‌های فیزیولوژیکی (جدول۴) نشان داد که آب بازیافتی در هر دو سال، هدایت روزنه‌ای و فعالیت پراکسیداز را افزایش داد، در حالی‌که فتوسنتز و غلظت دی‌اکسید کربن بین‌سلولی به‌طور کلی کاهش یافتند. افزایش فعالیت پراکسیداز نشان‌دهنده فعال‌شدن سامانه‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی در پاسخ به تنش اکسیداتیو ناشی از افزایش شوری و تجمع یون‌ها است (Mittler et al., 2004; Gill and Tuteja, 2010). پاسخ‌های مشابهی در گونه‌های چوبی که در معرض آب آبیاری شور یا غنی از عناصر غذایی قرار گرفته‌اند، گزارش شده است (Farooq et al., 2009; Parida and Das, 2005). این یافته‌ها نشان می‌دهد که آب بازیافتی، تبادل گازی و فرایندهای متابولیکی را تغییر می‌دهد، در حالی‌که پاسخ‌های سازشی به تنش را نیز تقویت می‌کند. محتوای نسبی آب (جدول ۵) تحت آبیاری با آب بازیافتی به‌طور پیوسته کمتر بود که نشان‌دهنده تنش اسمزی خفیف مرتبط با افزایش غلظت سدیم (Na^+)و کلرید (Cl^-)است (Parida and Das,.

جدول ۱- تأثیر آب شیرین و آب بازیافتی بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد در برگ درختان اقاقیا.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	S
			2021			
Fresh	5.3b	3.82b	269.3a	710.4b	1057.1b	2.1b
Reclaimed	66.5a	11.86a	340.2a	1249.1a	3287.5a	62.8a

LSD	15.51	2.038	93.0	141.7	293.2	16.83
F pr.	<0.001	<0.001	0.101	<0.001	<0.001	<0.001
			2022			
Fresh	7.1b	4.70b	300.2b	485.1b	728.1b	2.7b
Reclaimed	64.9a	9.72a	340.4a	1172.1a	1321.4a	46.0a
LSD	8.27	1.982	39.68	135.3	140.6	22.01
F pr.	<0.001	0.002	0.048	<0.001	<0.001	0.005

تمام داده‌ها بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک mg kg−1ارائه شده‌اند.

جدول ۲- تأثیر آب شیرین و آب بازیافتی بر محتوای سدیم و کلر در خاک، ریشه و برگ درختان اقاقیا.

	Soil		Root		Leaf	
Treatment	Na	Cl	Na	Cl	Na	Cl
			2021			
Fresh	5889.3b	6182.6b	15.2b	36.8b	5.80b	9.70b
Reclaimed	6076.1a	6363.2a	37.0a	59.2a	10.86a	14.03a
LSD	150.8	30.87	10.55	13.32	2.345	2.052
F pr.	0.026	<0.001	0.005	0.009	0.004	0.004
			2022			
Fresh	6307.2a	7074.1a	15.1b	39.7b	4.34b	11.0b
Reclaimed	6330.2a	7295.3a	47.6a	77.9a	14.00a	18.6a
LSD	166.5	811.1	27.05	13.27	3.254	5.59
F pr.	0.719	0.493	0.029	0.001	0.001	0.020

تمام داده‌ها بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک mg kg−1 ارائه شده‌اند.

جدول ۳. تأثیر آب شیرین و آب بازیافتی بر محتوای روی، بور، سرب، آرسنیک و کادمیم در برگ درختان اقاقیای سیاه.

Treatment	Zn	B	Pb	As	Cd
			2021		
Fresh	2.44b	2.20b	0.010b	0.008b	0.006b
Reclaimed	3.50a	7.00a	0.580a	0.420a	0.380a
LSD	0.964	1.181	0.3580	0.2322	0.2713
F pr.	0.038	<0.001	0.012	0.008	0.019
			2022		
Fresh	2.68a	1.35b	0.014b	0.034b	0.016b
Reclaimed	3.78a	4.62a	0.398a	0.360a	0.480a
LSD	1.963	0.901	0.2117	0.2461	0.1183
F pr.	0.195	<0.001	0.007	0.021	<0.001

Zn and B presented as mg kg^{-1} dry weight. Pb, As and Cd presented as µg kg^{-1} dry weight.

جدول ۴- تأثیر آب شیرین و آب بازیافتی بر دمای برگ، تبادل گازی و فعالیت پراکسیداز برگ در درختان اقاقیای سیاه.

Treatment	Leaf Temp.	Pn	gS	E	Ci	PXR
			2021			
Fresh	42.72b	8.50a	0.350b	6.37a	314.3a	251.8b
Reclaimed	47.96a	6.74b	0.816a	5.22a	267.3b	409.2a
LSD	2.326	1.264	0.0637	1.160	44.58	39.50
F pr.	0.003	0.018	<0.001	0.051	0.043	<0.001
			2022			
Fresh	41.3a	7.95a	0.428b	6.18a	321.0a	320.6b
Reclaimed	45.5a	8.24a	0.840a	6.77a	268.6b	451.9a
LSD	5.85	1.433	0.0710	1.134	39.73	26.06
F pr.	0.117	0.609	<0.001	0.223	0.022	<0.001

Leaf Temp: leaf temperature (showed as ºC); Pn: photosynthesis (showed as µmol/m^2/s^1); gS: stomatal conductance (showed as mol/m^2/s^1); E: transpiration value (showed as mmol/m^2/s^1); Ci: intercellular CO_2 (showed as µmol/mol^1); PXR: peroxidase (showed as Units mg^{-1} chl min^{-1}).

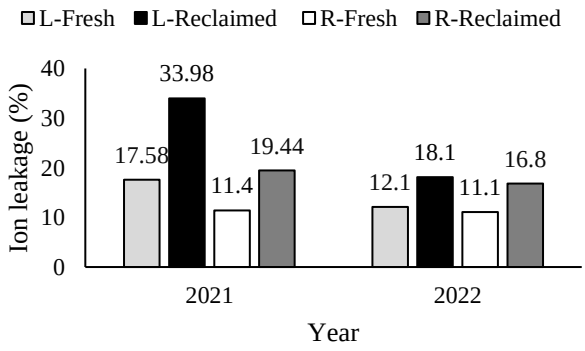
جدول ۵. تأثیر آب شیرین و آب بازیافتی بر محتوای نسبی آب برگ، کربوهیدرات‌های کل، کلروفیل، پرولین، فنول‌ها و چگالی پایه چوب در درختان اقاقیای سیاه.

Treatment	RWC	Carbohydrate	Chlorophyll	Proline	Phenols	Wood density
			2021			
Fresh	70.7a	335.0b	4.52b	272.0b	236.3b	0.57b
Reclaimed	62.8b	417.2a	6.03a	334.4a	329.0a	0.73a
LSD	7.68	48.61	1.291	24.52	38.39	0.092
F pr.	0.046	0.009	0.031	0.002	0.003	0.031
			2022			
Fresh	72.9a	308.5b	4.040b	253.4b	316.8b	0.51b
Reclaimed	58.7b	431.4a	5.620a	360.4a	353.9a	0.76a
LSD	7.58	41.81	0.5369	47.03	22.13	0.057
F pr.	0.007	0.001	0.001	0.003	0.010	0.001

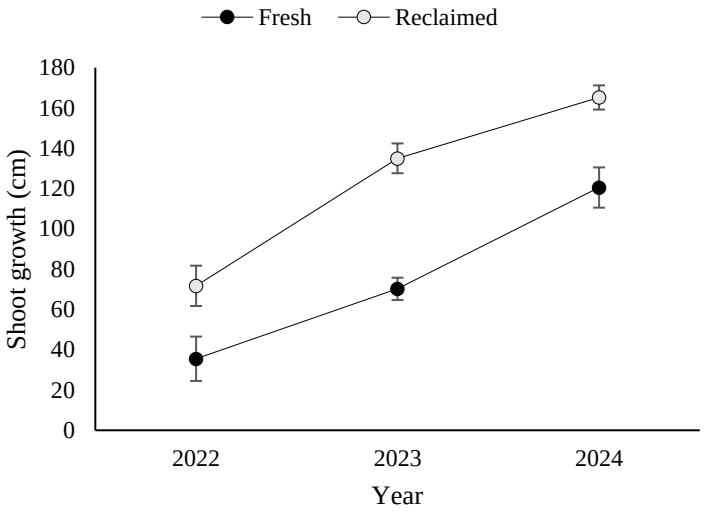
RWC: relative water content (showed as %); Carbohydrate (showed as mg g^{-1} D.W.); Chlorophyll (showed as mg g^{-1} F.W.); Proline (showed as µmol/g F.W.); Phenols (showed as mg g^{-1} D.W.); Wood basic density (showed as g cm^{-1})

با این حال، شاخص‌های کربوهیدرات‌ها، کلروفیل، پرولین، ترکیبات فنولی و کیفیت چوب **(جدول ۵)** به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. افزایش تجمع پرولین و ترکیبات فنولی نشان‌دهنده فعال‌شدن سازوکارهای محافظت اسمزی و آنتی‌اکسیدانی است که آسیب اکسیداتیو را کاهش داده و عملکرد سلولی را حفظ می‌کنند **(Mittler et al., 2004; Gill and Tuteja, 2010; Kasai et al., 1998)**.

افزایش فعالیت پراکسیداز همچنین ممکن است در زیست‌ساخت لیگنین و حفظ یکپارچگی ساختاری چوب تحت شرایط تنش نقش داشته باشد **(Boerjan et al., 2003; Rathgeber et al., 2022; Hacke et al., 2017)**.



شکل ۱- تأثیر آب آبیاری شیرین و آب آبیاری بازیافتی بر نشت یونی برگ **(L)** و ریشه درختان اقاقیای سیاه. مقادیر **LSD** برای نشت یونی برگ در سال‌های **۲۰۲۱** و **۲۰۲۲** به‌ترتیب **۱۳/۳** و **۴۸/۶** است. مقادیر LSD برای نشت یونی ریشه در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ به‌ترتیب ۲۲/۵ و ۵۱/۶ است.



شکل ۲– تأثیر آب آبیاری شیرین و آب آبیاری بازیافتی بر رشد و توسعه شاخه در درختان اقاقیای سیاه. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار (mean ± SD)ارائه شده‌اند.

اندازه‌گیری‌های نشت یونی نشان‌دهنده پاسخ‌های تنشی متوسط بود (شکل ۱). شت یونی برگ در سال ۲۰۲۱ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما در سال ۲۰۲۲ معنی‌دار نبود؛ این امر نشان‌دهنده سازگاری نسبی گیاه در گذر زمان است. در مقابل، نشت یونی ریشه تحت آبیاری با آب بازیافتی به‌طور پیوسته بالاتر باقی ماند که تأیید می‌کند ریشه‌ها تنش یونی و اسمزی بیشتری را تجربه کرده‌اند (Ashraf and Foolad, 2007; Gill and Tuteja, 2010). این نتایج از گزارش‌های پیشین حمایت می‌کند که نشت یونی را به‌عنوان شاخصی حساس برای پایداری غشا تحت تنش شوری معرفی کرده‌اند (Mittler et al., 2004). با وجود تنش فیزیولوژیکی مشاهده‌شده، رشد شاخه (شکل ۲) طی دوره سه‌ساله تحت هر دو تیمار آبیاری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و این رشد به‌طور پیوسته تحت آبیاری با آب بازیافتی بیشتر بود. افزایش رشد احتمالاً به فراهمی بیشتر نیتروژن (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، ماده آلی و ریزمغذی‌ها در آب بازیافتی نسبت داده می‌شود (Qadir et al., 2010; Pedrero et al., 2018). تحریک رشد مشابهی که ناشی از تأمین عناصر غذایی است، در گونه‌های درختی میوه و جنگلی آبیاری‌شده با آب بازیافتی نیز گزارش شده است (Al-Hadithi et al., 2020). اگرچه افزایش غلظت املاح و فلزات سنگین ممکن است به‌طور بالقوه بر متابولیسم گیاه اثر بگذارد (Arduini et al., 1996; Eun et al., 2000)، اقاقیااز طریق فعال‌سازی سامانه‌های آنتی‌اکسیدانی، اثرات رقیق‌سازی ناشی از رشد پرقدرت و تنظیمات فیزیولوژیکی سازشی، تحمل قابل‌توجهی نشان داد. به‌طور کلی، آب بازیافتی ضمن ایجاد تنش خفیف مرتبط با شوری، وضعیت تغذیه‌ای، عملکرد بیوشیمیایی، کیفیت چوب و رشد رویشی را بهبود بخشید. این یافته‌ها نشان می‌دهد که آب بازیافتی می‌تواند به‌عنوان یک منبع ارزشمند جایگزین برای آبیاری فضای سبز شهری و جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گیرد، مشروط بر آنکه شوری، تجمع یون‌ها و غلظت فلزات سنگین به‌دقت پایش شوند (Hamilton et al., 2007).

منابع

Boerjan, W., Ralph, J. and Baucher, M. 2003. Lignin biosynthesis. Annual Review of Plant Biology, 54(1): 519–546.

Cabrera, R. I., Altland, J. E. and Niu, G. 2018. Assessing the potential of nontraditional water sources for landscape irrigation. HortTechnology, 28(4): 436–444.

Chaitanya, K. V., Sundar, D., Masilamani, S. and Ramachandra, R. A. 2002. Variation in heat stress induced antioxidant enzyme activities among three mulberry cultivars. Plant Growth Regulation, 36: 175–180.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1982. Methods of Analysis for Soils, Plants and Water. Chapman Publisher, Riverside, CA, USA.

Cho, M., Chardonnens, A. N. and Dietz, K. J. 2003. Differential heavy metal tolerance of Arabidopsis halleri and Arabidopsis thaliana: a leaf slice test. New Phytologist, 158(2): 287–293.

Clemens, S. 2006. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. Biochimie, 88: 1707–1719.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29: 185–212.

Fito, J. and Van Hulle, S. W. H. 2021. Wastewater reclamation and reuse potentials in agriculture: towards environmental sustainability. Environment, Development and Sustainability, 23: 2949–2972.

Gill, S. S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 909–930.

Khayyat, M., Vazifeshenas, M. R. and Akbari, M. 2024. Leaf temperature and peroxidase activity of bearing pistachio cultivars. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 7(3): 237–248.

Li, H., Yu, H. and Wang, X. 2013. Heavy metal accumulation in plants irrigated with treated wastewater. Environmental Science and Pollution Research, 20: 2549–2557.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Impacts of unconventional irrigation water on the growth, physiological–biochemical responses and wood quality of black locust trees: preliminary findings

Farahnaz Gorgij and[1*]Mehdi Khayyat[1]
1. Department of Horticultural Sciences, and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
[*]*Corresponding Author: mhdkhayat@birjand.ac.ir*

Abstract

Multi-year evaluation of reclaimed water irrigation in Black locust showed increased leaf macronutrients (N, P, Ca, Mg, and S), as well as Zn and B. Sodium and chloride concentrations also increased in roots and leaves, indicating greater salt accumulation. Heavy metals (Pb, As, and Cd) rose but remained below toxic levels. Reclaimed water enhanced stomatal conductance, peroxidase activity, carbohydrates, chlorophyll, proline, phenolics, and wood quality, while reducing photosynthesis, intercellular CO_2 concentration, and relative water content, reflecting oxidative stress and activation of adaptive defense mechanisms. Moderate ion leakage was observed, particularly in roots. Despite these physiological changes, shoot growth increased under both irrigation treatments and was consistently greater with reclaimed water, highlighting its potential use with appropriate salinity and metal monitoring.

Keywords: Gas exchange activity; Nutrient accumulation; Reclaimed water; Timber, and Wood quality.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه خصوصیات فیزیولوژیک-اکولوژیک چندین گونه درختی در فضای سبز شهری

فرحناز گرگیج[1*]
۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
*نویسنده مسئول: *farahnaz.gorgij7169@gmail.com*

چکیده

انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط محیطی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در توسعه و پایداری فضای سبز شهری محسوب می‌شود. به منظور ارزیابی توان اکوفیزیولوژیکی گونه‌های مختلف در شرایط فضای سبز، ویژگی‌های تبادلات گازی، فلورسانس کلروفیل، وضعیت تغذیه معدنی و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی در چهار گونه درختی شامل انار، اقاقیا، نارون و زبان گنجشک طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که انار و زبان گنجشک به طور معنی‌داری دارای بیشترین نرخ فتوسنتز، غلظت CO_2 اتاقک زیرروزنه‌ای و مقادیر بالاتر شاخص Fv/Fm بودند که بیانگر کارایی بیشتر دستگاه فتوسنتزی و تحمل بالاتر این گونه‌ها به شرایط محیطی فضای سبز است. در مقابل، نارون کمترین میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و Fv/Fm را نشان داد که حاکی از حساسیت بیشتر آن به تنش‌های محیطی بود. بررسی عناصر غذایی برگ نشان داد که انار و زبان گنجشک دارای بیشترین غلظت پتاسیم و نسبت K/Na و کمترین تجمع سدیم و کلر بودند، در حالی که نارون بیشترین تجمع یون‌های سدیم و کلر و کمترین نسبت K/Na را داشت. این نتایج بیانگر توانایی بیشتر انار و زبان گنجشک در حفظ تعادل یونی و مقابله با تنش‌های ناشی از شوری و شرایط نامساعد شهری است. همچنین، این دو گونه بالاترین محتوای نسبی آب برگ و کمترین دمای برگ را نشان دادند، در حالی که نارون دارای کمترین محتوای آب برگ، بیشترین نشت الکترولیت و بالاترین دمای برگ بود. در مجموع، نتایج پژوهش نشان داد که انار و زبان گنجشک از نظر ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی، وضعیت تغذیه‌ای و روابط آبی دارای سازگاری بیشتری با شرایط فضای سبز شهری هستند و می‌توانند به عنوان گونه‌های مناسب‌تر برای توسعه پایدار فضای سبز در شرایط مشابه معرفی شوند، در حالی که نارون بیشترین حساسیت را به تنش‌های محیطی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: دمای برگ، عناصر مغذی، فتوسنتز، محتوای نسبی آب برگ و هدایت روزنه‌ای.

مقدمه

فضاهای سبز شهری نقش مهمی در بهبود کیفیت محیط زیست، کاهش اثر جزیره حرارتی شهری، جذب آلاینده‌ها و ارتقای سلامت شهروندان ایفا می‌کنند. موفقیت این فضاها تا حد زیادی به انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط محیطی و تنش‌های رایج شهری وابسته است (Nowak et al., 2014). در محیط‌های شهری، گیاهان به طور هم‌زمان در معرض تنش‌هایی نظیر کمبود آب، شوری خاک، دمای بالا و آلودگی هوا قرار دارند که می‌تواند بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و رشد آنها تأثیر قابل توجهی بگذارد (Gillner et al., 2017).

بررسی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی گیاهان از جمله تبادلات گازی، هدایت روزنه‌ای، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ (Fv/Fm) ، محتوای نسبی آب برگ و وضعیت تغذیه‌ای، اطلاعات ارزشمندی درباره سازوکارهای سازگاری گیاهان با شرایط محیطی فراهم می‌کند (Maxwell and Johnson, 2000). نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی عملکرد گیاه تحت تنش‌های محیطی است و کاهش آنها معمولاً نشان‌دهنده محدودیت در جذب CO_2 و تولید ماده خشک است (Flexas et al., 2004). همچنین نسبت پتاسیم به سدیم (K/Na) به عنوان یکی از شاخص‌های مهم تحمل شوری شناخته شده و توانایی گیاه در حفظ این نسبت با پایداری عملکرد فیزیولوژیکی ارتباط مستقیم دارد (Munns and Tester, 2008). علاوه بر این، محتوای نسبی آب برگ و میزان نشت الکترولیت به ترتیب به عنوان شاخص‌های وضعیت آبی و یکپارچگی غشاهای سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرند و تغییرات آنها می‌تواند بیانگر شدت آسیب ناشی از تنش‌های محیطی باشد (Blum, 2011). در میان گونه‌های مورد استفاده در فضای سبز شهری، درختان انار (Punica granatum L.)، اقاقیا (Robinia pseudoacacia L.) ، نارون (Ulmus spp.) و زبان گنجشک (Fraxinus excelsior L.) از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند،

اما اطلاعات مقایسه‌ای درباره پاسخ‌های اکوفیزیولوژیکی این گونه‌ها در شرایط فضای سبز شهری محدود است. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف مقایسه ویژگی‌های تبادلات گازی، کارایی فتوسنتزی، وضعیت تغذیه‌ای و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل تنش در این چهار گونه در شرایط فضای سبز شهری انجام شد تا گونه‌های مناسب‌تر برای توسعه پایدار فضای سبز معرفی شوند.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر روی درختان انار، اقاقیا، زبان گنجشک و نارون با سن بین ۱۰-۱۵ سال، که در شرایط فضای باز و فضای سبز در زاهدان، ایران، با مختصات جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۸۵ دقیقه طول شرقی کشت شده بودند، طی فصل‌های رشد سال‌های ۱۴۰۰، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. زاهدان دارای اقلیم بیابانی گرم است که با تابستان‌های بسیار گرم مشخص می‌شود؛ به‌طوری‌که به‌طور میانگین در هر سال ۸۴/۷ روز، دمای بیشینه بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس، معادل ۹۵ درجه فارنهایت، دارد که از این تعداد، حدود ۷ روز دمای بیشینه از ۴۰ درجه سلسیوس، معادل ۱۰۴ درجه فارنهایت، فراتر می‌رود. زمستان‌ها نسبتاً سرد هستند، به‌گونه‌ای که دمای کمینه در حدود ۴۳/۷روز در سال به کمتر از صفر درجه سلسیوس، معادل ۳۲ درجه فارنهایت، می‌رسد. این منطقه همچنین در حدود ۸۱/۳ روز در سال با پدیده غبار یا مه‌دود مواجه است. کاشت در خاک لومی شنی انجام شد که ویژگی‌های آن شامل هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) برابر با ۵۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر، pH برابر با ۶۲/۸، ماده آلی (OM) معادل ۰/۵ درصد، نیتروژن کل ۰/۱۶ درصد، فسفر ۰/۱۰ درصد، پتاسیم ۰/۴۲ درصد، کلسیم ۰/۳۲درصد، منیزیم ۰/۷۱درصد، بی‌کربنات ۰/۶۴ درصد، سدیم ۰/۵۸ درصد و کلر ۰/۶۱ درصد بود. آبیاری با استفاده از آب شیرین انجام شد. آب شیرین دارای هدایت الکتریکی عصاره اشباع یا ECe برابر با ۱/۱۳ دسی‌زیمنس بر متر، pH برابر با ۷/۸۶، نیتروژن کل ۴/۵ قسمت در میلیون، فسفر ۳/۱ قسمت در میلیون، کلسیم ۹۸۲ قسمت در میلیون، منیزیم ۱۵۲۰ قسمت در میلیون، سولفات ۲ قسمت در میلیون، بور ۵ قسمت در میلیون، روی ۵/۱ قسمت در میلیون، بی‌کربنات ۱۱۷ قسمت در میلیون، سدیم ۱۸۰ قسمت در میلیون و کلر ۱۱۰ قسمت در میلیون بود. زمان‌بندی آبیاری بر اساس داده‌های واسنجی به‌دست‌آمده با استفاده از روش خشک‌کردن در آون (Black, 1965) و دستگاه صفحه فشاری (Rhoades, 1982) انجام شد تا از بروز تنش آبی در گیاهان جلوگیری شود. در پایان آزمایش، برخی ویژگی‌های شیمیایی منتخب خمیر اشباع خاک (SSP)مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قطعات بزرگ برگ به‌صورت تصادفی انتخاب و بریده شدند و برای حذف آلودگی‌های سطحی، سه بار به‌طور کامل با آب مقطر شست‌وشو داده شدند. سپس قطعات در ویال‌های درب‌دار حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند و به‌منظور تعیین هدایت الکتریکی اولیه محلول (EC_1)، به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، یعنی ۲۵ درجه سلسیوس، روی شیکر تنظیم‌شده در 100 × g انکوبه شدند. پس از انکوباسیون، ویال‌های حاوی نمونه‌های برگ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس اتوکلاو شدند. پس از سرد شدن نمونه‌ها تا دمای اتاق، اندازه‌گیری دوم هدایت الکتریکی (EC_2) انجام شد. سپس درصد نشت یونی (Ion leakage %) بر اساس روش توصیف‌شده توسط Lutts et al. (1995) محاسبه شد. برای تعیین محتوای نسبی آب (RWC)، دیسک‌های برگی با مساحت ۱/۵ سانتی‌متر مربع جدا شدند و بلافاصله برای به‌دست‌آوردن وزن تر یا جرم تازه (FM) توزین گردیدند. سپس دیسک‌ها به مدت ۴ ساعت در آب مقطر با دمای ۲۵ درجه سلسیوس غوطه‌ور شدند تا وزن آماس‌یافته یا جرم تورژسانس تعیین شود؛ پس از آن، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سلسیوس در آون خشک شدند تا وزن خشک یا جرم خشک (DM) به دست آید. درصد محتوای نسبی آب (%) RWC با استفاده از معادله ارائه‌شده توسط Barrs and Weatherley (1962) محاسبه شد. مقدار کربوهیدرات‌های محلول کل در برگ‌ها و ریشه‌ها بر اساس روش Irigoyen et al. (1992) تعیین شد و برای واسنجی، از گلوکز با غلظت ۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ساخت شرکت Merck، آلمان، به‌عنوان استاندارد استفاده گردید. دمای برگ در ماه ژوئیه، با استفاده از یک دماسنج مادون‌قرمز فشرده مجهز به نشانگر لیزری (Extech Instruments, Model 42500, Mini IR Thermometer, USA)، روی جدیدترین برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته اندازه‌گیری شد (Khayyat et al., 2024). برای هر درخت، ۱۰ برگ به‌صورت تصادفی انتخاب شد و برای ثبت دما، دماسنج در فاصله ۵ سانتی‌متری از سطح برگ نگه داشته شد. اندازه‌گیری‌ها در ۵ روز نماینده با آسمان صاف در هر ماه، در فاصله زمانی بین ساعت ۱۰:۳۰ تا ۱۴:۰۰ انجام شد و مقادیر گزارش‌شده بیانگر میانگین این مشاهدات هستند. پارامترهای تبادل گازی، شامل نرخ فتوسنتز خالص (Pn)، نرخ تعرق (E)، هدایت روزنه‌ای (gs)و غلظت دی‌اکسید کربن بین‌سلولی (Ci)، در زمان ظهر با استفاده از دستگاه قابل‌حمل اندازه‌گیری فتوسنتز (LCi, ADC BioScience Ltd., Great Amwell, England)اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری‌ها طی دوره آزمایش، سه بار انجام شد و مقادیر میانگین گزارش گردید. شاخص Fv/Fm

طی دوره آزمایش با استفاده از دستگاه فلورسانس سنج برگ (فلورومتر) (MINI PAM- Walz; Mess-und Regeltechnik) و در دو شرایط تاریکی و روشنایی اندازه‌گیری شد.

نمونه بافت‌های خشک‌شده برگ از نظر پتاسیم (K)، سدیم (Na)، کلر (Cl)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، مورد تجزیه قرار گرفتند. نمونه‌ها آسیاب شدند و سپس در بوته چینی، در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۹۰ دقیقه خاکستر گردیدند. خاکستر حاصل در اسید کلریدریک داغ ۲ مولار حل شد، سپس صاف گردید و با آب مقطر تا حجم ۵۰ میلی‌لیتر رقیق شد. غلظت سدیم (Na^+)و پتاسیم (K^+) با استفاده از فلیم‌فتومتر (Corning 405, Cambridge, UK)تعیین شد، در حالی‌که کلرید (Cl^-)با استفاده از روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید .(Chapman & Pratt, 1982) . سایر عناصر، شامل کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، با استفاده از اسپکتروفتومتری جذب اتمی (Shimadzu AA-6300, Shimadzu Corp., Tokyo, Japan)تجزیه شدند. آزمایش بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی سازمان‌دهی شد که شامل ۵ تکرار بود؛ هر تکرار شامل ۵ درخت بود در نظر گرفته شد. داده‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس (ANOVA)در نرم‌افزار GENSTATاز نظر آماری تجزیه‌وتحلیل شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)در سطح احتمال $P<0.01$ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول ۱ نشان داد که گونه‌های انار و زبان گنجشک در طی سه سال مطالعه بالاترین نرخ فتوسنتز را در مقایسه با اقاقیا و نارون داشتند. به‌طور میانگین، میزان فتوسنتز در انار و زبان گنجشک حدود دو برابر نارون بود که بیانگر ظرفیت بیشتر تثبیت کربن و عملکرد فتوسنتزی بالاتر این دو گونه در شرایط فضای سبز شهری است. فتوسنتز یکی از حساس‌ترین فرآیندهای فیزیولوژیکی به تنش‌های محیطی بوده و کاهش آن معمولاً ناشی از محدودیت‌های روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای در جذب و تثبیت CO_2 است (Flexas et al., 2004) . مقادیر بالاتر CO_2 اتاقک زیرروزنه‌ای (Ci) در انار و زبان گنجشک نسبت به اقاقیا و نارون نشان می‌دهد که محدودیت انتشار CO_2 در این دو گونه کمتر بوده و ظرفیت بیوشیمیایی چرخه کالوین برای تثبیت کربن در سطح مطلوب‌تری حفظ شده است. بر اساس گزارش Flexas و همکاران (۲۰۰۴)، حفظ غلظت بالاتر CO_2 در فضای بین‌سلولی برگ معمولاً با کارایی بیشتر فتوسنتز و کاهش آسیب ناشی از تنش‌های محیطی همراه است. هدایت روزنه‌ای در انار، اقاقیا و زبان گنجشک در اغلب سال‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت، اما نارون به‌طور معنی‌داری هدایت روزنه‌ای کمتری نشان داد. کاهش هدایت روزنه‌ای در نارون احتمالاً به‌عنوان یک راهبرد حفاظتی برای محدود کردن اتلاف آب رخ داده است، اما این سازوکار باعث محدود شدن ورود CO_2 و در نتیجه کاهش فتوسنتز شده است. مطابق یافته‌های Chaves و همکاران (۲۰۰۹)، بسته شدن روزنه‌ها یکی از نخستین پاسخ‌های گیاه به تنش‌های محیطی است که اگرچه موجب حفظ آب می‌شود، اما به کاهش تثبیت کربن نیز منجر خواهد شد. الگوی تعرق نیز تا حد زیادی با تغییرات هدایت روزنه‌ای همخوانی داشت. انار در هر سه سال بیشترین میزان تعرق را نشان داد که همراه با فتوسنتز بالا بود. این وضعیت نشان می‌دهد که انار از راهبرد «مصرف بیشتر آب برای حفظ جذب کربن» استفاده می‌کند. در مقابل، نارون دارای کمترین میزان تعرق بود که احتمالاً ناشی از محدودیت شدید فعالیت روزنه‌ای و کاهش سطح تبادلات گازی است. ارتباط مثبت بین تعرق و فتوسنتز در گونه‌های درختی شهری قبلاً توسط Medrano و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش شده است. یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی سلامت دستگاه فتوسنتزی، نسبت Fv/Fm است که در گیاهان سالم معمولاً در محدوده ۰.۷۸ تا ۰.۸۵ قرار دارد (Maxwell and Johnson, 2000) . در پژوهش حاضر، زبان گنجشک در هر سه سال دارای بیشترین مقدار Fv/Fm (۰/۷۴۴ تا ۰/۸۱۹) بود که نشان‌دهنده سلامت مناسب فتوسیستم II و تحمل بیشتر این گونه به شرایط محیطی فضای سبز شهری است. انار نیز مقادیر نسبتاً بالایی از این شاخص را نشان داد. در مقابل، مقادیر بسیار پایین Fv/Fm در نارون (۰/۲۱۷ تا ۰/۲۵۶) و اقاقیا (۰/۳۲۹ تا ۰/۴۷۵) بیانگر وقوع تنش فتوشیمیایی و کاهش کارایی فتوسیستم II در این گونه‌ها است. کاهش Fv/Fm معمولاً نشانه آسیب به مراکز واکنش فتوسیستم IIو افزایش فشار اکسیداتیو در برگ‌ها است (Baker, 2008). همزمانی مقادیر پایین Fv/Fm با کاهش فتوسنتز در نارون نشان می‌دهد که محدودیت‌های غیرروزنه‌ای نیز در کاهش عملکرد این گونه نقش داشته‌اند. به عبارت دیگر، علاوه بر محدودیت ورودCO_2 ، بخشی از افت فتوسنتز احتمالاً ناشی از آسیب به دستگاه فتوسنتزی و کاهش ظرفیت انتقال الکترون بوده است. این موضوع با نتایج Baker (2008) و Murchieو Lawson (2013) مطابقت دارد که کاهش عملکرد فتوسیستم II را یکی از مهم‌ترین عوامل افت فتوسنتز تحت شرایط تنش معرفی کرده‌اند. در مجموع، نتایج تبادلات گازی و فلورسانس کلروفیل نشان داد که زبان گنجشک و انار دارای توانایی بیشتری در حفظ

عملکرد فتوسنتزی، تبادلات گازی و کارایی فتوشیمیایی تحت شرایط فضای سبز شهری هستند. در مقابل، نارون بیشترین حساسیت را نشان داد و اقاقیا در وضعیت حد واسط قرار گرفت. بنابراین به نظر می‌رسد انار و زبان گنجشک از دیدگاه اکوفیزیولوژیکی گزینه‌های مناسب‌تری برای توسعه فضای سبز در شرایط محیطی مشابه باشند. نتایج مربوط به عناصر غذایی برگ (جدول ۲) نشان داد که بین گونه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت عناصر معدنی وجود داشت و این اختلافات در طول سه سال مطالعه الگوی نسبتاً پایداری را نشان داد. به طور کلی، انار و زبان گنجشک دارای بیشترین غلظت پتاسیم و کمترین تجمع یون‌های سمی سدیم و کلر بودند، در حالی که نارون بیشترین میزان سدیم و کلر و کمترین غلظت پتاسیم را به خود اختصاص داد.

پتاسیم به عنوان مهم‌ترین کاتیون تنظیم‌کننده اسمزی در گیاهان شناخته می‌شود و نقش اساسی در تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها، حفظ تورژسانس سلولی، انتقال مواد فتوسنتزی و فعال‌سازی آنزیم‌های متعدد دارد (Marschner, 2012). در این پژوهش، انار و زبان گنجشک در هر سه سال مطالعه بالاترین غلظت پتاسیم را نشان دادند. این ویژگی احتمالاً یکی از دلایل اصلی حفظ نرخ بالاتر فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در این دو گونه بوده است. ارتباط مثبت بین غلظت پتاسیم و عملکرد فتوسنتزی در بسیاری از مطالعات گزارش شده است، زیرا پتاسیم نقش کلیدی در تنظیم هدایت روزنه‌ای و انتقال CO_2 به بافت‌های فتوسنتزی دارد (Wang et al., 2013). در مقابل، نارون کمترین غلظت پتاسیم را در تمامی سال‌های آزمایش نشان داد. کاهش پتاسیم برگ می‌تواند منجر به اختلال در تنظیم اسمزی، کاهش بازشدگی روزنه‌ها و افت فعالیت فتوسنتزی شود. این موضوع با نتایج جدول تبادلات گازی همخوانی دارد که در آن نارون کمترین میزان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای را نشان داد. بر اساس گزارش Cakmak (2005) ، کمبود پتاسیم یکی از عوامل اصلی کاهش کارایی فتوسنتز و افزایش حساسیت گیاهان به تنش‌های محیطی محسوب می‌شود. غلظت کلسیم در انار به طور معنی‌داری بیشتر از سایر گونه‌ها بود. کلسیم علاوه بر نقش ساختاری در دیواره سلولی، به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه در پاسخ گیاه به تنش‌های محیطی عمل می‌کند و موجب افزایش پایداری غشاهای سلولی می‌شود (White and Broadley, 2003). تجمع بیشتر کلسیم در برگ‌های انار می‌تواند در افزایش مقاومت این گونه به شرایط نامساعد محیطی و حفظ یکپارچگی سلولی نقش داشته باشد. زبان گنجشک نیز در برخی سال‌ها مقادیر نسبتاً بالایی از کلسیم را حفظ کرد که نشان‌دهنده ظرفیت مناسب این گونه برای تنظیم تعادل یونی است. برخلاف پتاسیم و کلسیم، بیشترین غلظت منیزیوم در نارون و اقاقیا مشاهده شد. منیزیوم عنصر مرکزی مولکول کلروفیل است و در انتقال انرژی فتوسنتزی نقش مهمی دارد (Marschner, 2012). با این حال، بالا بودن غلظت منیزیوم در نارون نتوانست موجب بهبود عملکرد فتوسنتزی شود. این موضوع نشان می‌دهد که در شرایط تنش، سایر عوامل محدودکننده نظیر تجمع سدیم و کلر و آسیب‌های فیزیولوژیکی، تأثیر بیشتری بر عملکرد گیاه داشته‌اند. یکی از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش، تفاوت چشمگیر گونه‌ها در تجمع سدیم و کلر بود. نارون در هر سه سال دارای بیشترین غلظت سدیم و کلر برگ بود، در حالی که انار کمترین مقادیر این یون‌ها را نشان داد. تجمع بیش از حد سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی از مهم‌ترین عوامل ایجاد سمیت یونی است که موجب اختلال در جذب عناصر غذایی ضروری، کاهش رشد و آسیب به سیستم فتوسنتزی می‌شود (Munns and Tester, 2008). مقادیر بالای سدیم و کلر در نارون احتمالاً یکی از عوامل اصلی کاهش فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و شاخص Fv/Fm در این گونه بوده است. در شرایط شوری، گیاهان متحمل معمولاً از طریق محدود کردن ورود سدیم به اندام‌های هوایی یا حفظ جذب پتاسیم، تعادل یونی خود را حفظ می‌کنند (Shabala and Pottosin, 2014). نتایج این پژوهش نشان داد که انار و تا حدودی زبان گنجشک از چنین مکانیسمی برخوردار بوده‌اند، زیرا علی‌رغم حضور سدیم در محیط، توانسته‌اند غلظت پتاسیم برگ را در سطح نسبتاً بالایی حفظ کنند.

نسبت K/Na به عنوان یکی از معتبرترین شاخص‌های تحمل شوری شناخته می‌شود و توانایی گیاه در حفظ این نسبت با مقاومت به تنش‌های یونی ارتباط مستقیم دارد (Munns et al., 2020). در مطالعه حاضر، بیشترین نسبت K/Na در انار (۱/۱۴ تا ۱/۶۵) و زبان گنجشک (۰/۷۴ تا ۱/۲۲) مشاهده شد، در حالی که نارون کمترین مقدار این نسبت را در تمام سال‌ها داشت. بالا بودن نسبت K/Na در انار و زبان گنجشک نشان می‌دهد که این گونه‌ها توانایی بیشتری در جذب انتخابی پتاسیم و محدود کردن تجمع سدیم دارند. این ویژگی احتمالاً یکی از عوامل اصلی حفظ فعالیت فتوسنتزی و سلامت دستگاه فتوسنتز در این دو گونه بوده است. در مقابل، نسبت بسیار پایین K/Na در نارون بیانگر برهم خوردن تعادل یونی و حساسیت بیشتر این گونه به شرایط تنش‌زای محیط شهری است. در مجموع، نتایج عناصر غذایی برگ نشان داد که انار و زبان گنجشک از توانایی بیشتری در حفظ تعادل یونی، جذب پتاسیم و محدود کردن تجمع سدیم و کلر برخوردار هستند. این ویژگی‌ها با عملکرد بهتر فتوسنتزی و شاخص‌های فیزیولوژیکی مشاهده شده در جدول ۱ مطابقت دارد. در مقابل، تجمع زیاد سدیم و

جدول ۱- تبادلات گازی و شاخص Fv/Fm در درختان انار، اقاقیا، نارون و زبان گنجشک تحت شرایط فضای سبز.

گونه گیاهی	فتوسنتز ($\mu mol/m^2/s^1$)	تعرق ($mmol/m^2/s^1$)	اتاقک زیر روزنه CO_2 ($\mu mol/mol^1$)	هدایت روزنه ($mol/m^2/s^1$)	Fv/Fm
سال			1400		
انار	7.38a	6.31a	612.84a	0.819a	0.708b
اقاقیا	4.52b	3.58b	435.95b	0.855a	0.475c
نارون	3.31c	2.28c	251.13c	0.341b	0.256d
زبان گنجشک	7.65a	4.18b	617.14a	0.792a	0.819a
سال			1401		
انار	8.67a	6.09a	655.84a	0.774a	0.652a
اقاقیا	4.95c	3.15b	508.31b	0.746a	0.419b
نارون	4.09c	2.10c	210.09c	0.408c	0.249c
زبان گنجشک	6.55b	5.09a	619.38a	0.619b	0.744a
سال			1402		
انار	7.14a	7.10a	672.14a	0.815a	0.719a
اقاقیا	3.28b	4.16b	466.38b	.0733a	0.329b
نارون	3.52b	2.19c	286.34c	0.409b	0.217c
زبان گنجشک	6.91a	4.55b	598.25a	0.719a	0.766a

در هر ستون از هر سال، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۱ درصد معنادار نمی باشند.

جدول ۲- عناصر غذایی موجود در برگ درختان انار، اقاقیا، نارون و زبان گنجشک تحت شرایط فضای سبز.

گونه گیاهی	پتاسیم	کلسیم	منیزیوم	سدیم	کلر	K/Na
سال			1400			
انار	5.34a	1.28a	0.28b	3.24c	5.74c	1.65a
اقاقیا	3.08b	0.28b	0.47a	5.88b	9.15b	0.52b
نارون	1.58c	0.46b	0.58a	8.62a	17.45a	0.18c
زبان گنجشک	4.99a	0.85a	0.29b	4.08b	6.33c	1.22a
سال			1401			
انار	6.41a	1.84a	0.35b	5.61b	7.19c	1.14a
اقاقیا	2.68b	0.61b	0.66a	6.09b	10.38b	0.44b
نارون	2.09b	0.39b	0.51a	9.58a	13.68a	0.22b
زبان گنجشک	5.17a	0.84b	0.64a	4.91c	5.88d	1.05a
سال			1402			
انار	5.68a	1.09a	0.22b	3.58c	5.84d	1.59a
اقاقیا	2.99b	0.35b	0.78a	6.14b	9.35b	0.49b
نارون	2.28b	0.49b	0.85a	8.34a	16.81a	0.27c
زبان گنجشک	4.38a	0.61b	0.37b	5.91b	7.09c	0.74b

در هر ستون از هر سال، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۱ درصد معنادار نمی باشند. میانگین های سدیم و کلر و پتاسیم بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک و میانگین های کلسیم و منیزیوم بر حسب درصد می باشند.

جدول ۳- عناصر غذایی موجود در برگ درختان انار، اقاقیا، نارون و زبان گنجشک تحت شرایط فضای سبز

گونه گیاهی	محتوای نسبی آب برگ (٪)	نشت الکترولیت (٪)	دمای برگ (درجه سلسیوس)
سال		1400	
انار	69.24a	17.47c	33.5c
اقاقیا	71.25a	13.28c	41.7a
نارون	43.66b	39.61a	42.1a
زبان گنجشک	75.68a	20.95b	34.8b

سال		1401	
انار	60.68a	13.84b	30.6d
اقاقیا	65.38a	14.99b	40.1b
نارون	32.88b	49.34a	43.6a
زبان گنجشک	60.85a	14.52b	33.5c
سال		1402	
انار	75.33a	16.94b	34.8b
اقاقیا	40.22b	18.65b	42.3a
نارون	39.52b	35.68a	41.8a
زبان گنجشک	74.19a	21.38b	33.7c

در هر ستون از هر سال، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۱ درصد معنادار نمی باشند.

کلر همراه با کاهش نسبت K/Na در نارون، بیانگر حساسیت بیشتر این گونه به تنش‌های محیطی و کارایی کمتر آن در شرایط فضای سبز شهری است. بنابراین، از دیدگاه تغذیه معدنی و تنظیم یونی، انار و زبان گنجشک مناسب‌ترین گونه‌ها و نارون حساس‌ترین گونه در شرایط این پژوهش ارزیابی می‌شوند.

نتایج جدول ۳ نشان داد که بین گونه‌ها از نظر محتوای نسبی آب (RWC)، نشت الکترولیت و دمای برگ تفاوت‌های معنی‌داری وجود داشت. این شاخص‌ها از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی وضعیت آبی، سلامت غشاهای سلولی و میزان تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی محسوب می‌شوند و می‌توانند توان سازگاری گونه‌های مختلف را در شرایط فضای سبز شهری نشان دهند (Blum, 2011). محتوای نسبی آب برگ به عنوان شاخصی از وضعیت هیدراتاسیون گیاه، بیانگر توانایی گیاه در حفظ آب و تورژسانس سلولی تحت شرایط تنش است (Barrs and Weatherley, 1962). در این پژوهش، زبان گنجشک و انار در اغلب سال‌ها بیشترین مقادیر RWC را نشان دادند. به ویژه در سال ۱۴۰۲، محتوای نسبی آب برگ در انار و زبان گنجشک به ترتیب به ۷۵/۳۳ و ۷۴/۱۹ درصد رسید که به طور معنی‌داری بیشتر از اقاقیا و نارون بود. حفظ محتوای آب بالا در برگ‌ها نشان می‌دهد که این دو گونه دارای توانایی بیشتری در جذب آب، تنظیم اسمزی و کاهش اثرات تنش‌های محیطی هستند. مطالعات نشان داده‌اند که گیاهان متحمل به تنش معمولاً قادرند RWC را در سطوح بالاتر حفظ کنند و از این طریق عملکرد فتوسنتزی خود را پایدار نگه دارند (Blum, 2011). در مقابل، نارون در هر سه سال کمترین مقدار محتوای نسبی آب برگ را داشت و در سال ۱۴۰۱ این مقدار به ۳۲.۸۸ درصد کاهش یافت. چنین کاهش شدیدی در وضعیت آبی برگ نشان‌دهنده اختلال در جذب یا انتقال آب و ناتوانی گیاه در حفظ تورژسانس سلولی است. این نتایج با داده‌های جدول ۱ نیز مطابقت دارد، زیرا همین گونه کمترین میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و شاخص Fv/Fm را نشان داد. بر اساس گزارش Farooq و همکاران (۲۰۰۹)، کاهش محتوای نسبی آب برگ یکی از نخستین نشانه‌های بروز تنش‌های محیطی بوده و معمولاً با افت شدید فتوسنتز و رشد گیاه همراه است. نشت الکترولیت یکی از معتبرترین شاخص‌های ارزیابی سلامت و پایداری غشاهای سلولی محسوب می‌شود. افزایش نشت الکترولیت نشان‌دهنده آسیب غشایی، تخریب ساختارهای سلولی و افزایش نفوذپذیری غشاها در اثر تنش‌های محیطی است (Lutts et al., 1996). در این پژوهش، نارون در تمامی سال‌های مطالعه بیشترین میزان نشت الکترولیت را نشان داد و مقدار آن در سال ۱۴۰۱ به ۴۹.۳۴ درصد رسید. این میزان تقریباً سه برابر مقادیر مشاهده شده در انار و اقاقیا بود و بیانگر آسیب شدید غشاهای سلولی در این گونه است. در مقابل، انار و اقاقیا کمترین میزان نشت الکترولیت را نشان دادند که بیانگر پایداری بیشتر غشاهای سلولی و توانایی بالاتر این گونه‌ها در مقابله با تنش‌های محیطی است. زبان گنجشک نیز اگرچه در برخی سال‌ها نشت الکترولیت بیشتری نسبت به انار داشت، اما مقادیر آن همچنان به طور قابل توجهی کمتر از نارون بود. بر اساس یافته‌های Dionisio-Sese و Tobita (1998) ، گیاهانی که قادر به حفظ یکپارچگی غشاهای سلولی هستند معمولاً تحمل بیشتری نسبت به تنش‌های محیطی از خود نشان می‌دهند. دمای برگ یکی دیگر از شاخص‌های مهم وضعیت فیزیولوژیکی گیاه است و ارتباط مستقیمی با تعرق، وضعیت آبی و کارایی خنک‌کنندگی گیاه دارد (Jones, 2014). نتایج نشان داد که نارون و اقاقیا در تمامی سال‌ها دارای بیشترین دمای برگ بودند، در حالی که انار و زبان گنجشک کمترین دمای برگ را نشان دادند. در سال ۱۴۰۱، دمای برگ نارون به ۴۳.۶ درجه سلسیوس رسید که بالاترین مقدار ثبت شده در بین گونه‌ها بود. افزایش دمای برگ معمولاً نشان‌دهنده کاهش تعرق و محدود شدن انتقال گرمای نهان از سطح برگ است (Jones, 2014). جالب توجه است که گونه‌هایی مانند انار و زبان گنجشک که دارای محتوای نسبی آب بالاتر بودند، دمای برگ پایین‌تری نیز نشان دادند. این موضوع بیانگر آن است که حفظ وضعیت آبی مناسب موجب

تداوم تعرق و در نتیجه خنک شدن سطح برگ شده است. از سوی دیگر، دمای بالای برگ در نارون احتمالاً ناشی از کاهش هدایت روزنه‌ای، محدود شدن تعرق و اختلال در وضعیت آبی گیاه بوده است. این نتایج با یافته‌های جدول ۱ کاملاً همسو است؛ زیرا نارون کمترین میزان تعرق و هدایت روزنه‌ای را نیز نشان داد. بررسی همزمان سه شاخصRWC ، نشت الکترولیت و دمای برگ نشان می‌دهد که انار و زبان گنجشک از توانایی بیشتری برای حفظ وضعیت آبی، پایداری غشایی و تنظیم دمای برگ برخوردار هستند. این ویژگی‌ها احتمالاً نقش مهمی در حفظ فتوسنتز و کارایی فتوسیستم II در این دو گونه داشته است. در مقابل، نارون به دلیل کاهش شدید محتوای آب برگ، افزایش آسیب غشایی و دمای بالای برگ، بیشترین حساسیت را به شرایط محیطی فضای سبز شهری نشان داد. اقاقیا نیز از نظر این صفات در وضعیت حد واسط قرار گرفت، هرچند دمای نسبتاً بالای برگ در این گونه نشان می‌دهد که سازوکارهای خنک‌کنندگی آن به اندازه انار و زبان گنجشک کارآمد نبوده است. در مجموع، نتایج جدول ۳ تأیید می‌کند که انار و زبان گنجشک از دیدگاه روابط آبی، پایداری غشاهای سلولی و تنظیم حرارتی دارای سازگاری بیشتری با شرایط فضای سبز شهری هستند. این یافته‌ها با نتایج تبادلات گازی و تعادل یونی مشاهده شده در جداول ۱ و ۲ مطابقت داشته و بر برتری اکوفیزیولوژیکی این دو گونه نسبت به نارون و تا حدودی اقاقیا تأکید می‌کند.

منابع

Baker, N. R. 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. Annual Review of Plant Biology, 59: 89–113.

Barrs, H. D. and Weatherley, P. E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Sciences, 15: 413–428.

Blum, A. 2011. Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer.

Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168: 521–530.

Chaves, M. M., Flexas, J. and Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress. Annals of Botany, 103: 551–560.

Dionisio-Sese, M. L. and Tobita, S. 1998. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. Plant Science, 135: 1–9.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29: 185–212.

Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G. and Sharkey, T. D. 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. Plant Biology, 6: 269–279.

Gillner, S., Vogt, J., Tharang, A., Dettmann, S. and Roloff, A. 2017. Role of street trees in mitigating effects of climate change in urban environments. Urban Forestry & Urban Greening, 21: 1–10.

Jones, H. G. 2014. Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology. 3rd Edition. Cambridge University Press.

Lutts, S., Kinet, J. M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany, 78: 389–398.

Marschner, P. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd Edition. Academic Press.

Maxwell, K. and Johnson, G. N. 2000. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. Journal of Experimental Botany, 51: 659–668.

Medrano, H., Tomás, M., Martorell, S. et al. 2015. Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions. Plant Science, 238: 1–12.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.

Munns, R., Passioura, J. B., Colmer, T. D. and Byrt, C. S. 2020. Osmotic adjustment and energy limitations to plant growth in saline soil. New Phytologist, 225: 1091–1096.

Murchie, E. H. and Lawson, T. 2013. Chlorophyll fluorescence analysis: a guide to good practice and understanding. Journal of Experimental Botany, 64: 3983–3998.

Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A. and Greenfield, E. 2014. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. Environmental Pollution, 193: 119–129.

Shabala, S. and Pottosin, I. 2014. Regulation of potassium transport in plants under hostile conditions. Physiologia Plantarum, 151: 257–279.

Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. International Journal of Molecular Sciences, 14: 7370–7390.

White, P. J. and Broadley, M. R. 2003. Calcium in plants. Annals of Botany, 92: 487–511.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparative Assessment of Physiological and Ecological Characteristics of Selected Tree Species in Urban Green Spaces

Farahnaz Gorgij[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
[*]*Corresponding Author: Farahnaz.gorgij7169@gmail.com*

Abstract

Selection of plant species adapted to environmental conditions is one of the most important factors determining the success and sustainability of urban green spaces. In order to evaluate the ecophysiological performance of different tree species under urban green space conditions, gas exchange characteristics, chlorophyll fluorescence, mineral nutrient status, and selected physiological traits were investigated in pomegranate (*Punica granatum* L.), black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), elm (*Ulmus* spp.), and ash (*Fraxinus excelsior* L.) during the years 2021–2023. The results showed that pomegranate and ash exhibited significantly higher photosynthetic rates, intercellular CO_2 concentration, and Fv/Fm values, indicating greater photosynthetic efficiency and better tolerance to urban environmental conditions. In contrast, elm showed the lowest photosynthetic rate, stomatal conductance, and Fv/Fm values, suggesting a higher sensitivity to environmental stresses. Leaf nutrient analysis revealed that pomegranate and ash contained the highest potassium concentrations and K/Na ratios, while exhibiting the lowest accumulation of sodium and chloride ions. Conversely, elm accumulated the highest levels of sodium and chloride and showed the lowest K/Na ratio. These findings indicate a superior ability of pomegranate and ash to maintain ionic balance and cope with stress conditions associated with urban environments. Furthermore, these two species exhibited the highest relative water content and the lowest leaf temperature, whereas elm showed the lowest relative water content, the highest electrolyte leakage, and the highest leaf temperature. Overall, the results demonstrated that pomegranate and ash possess greater adaptability to urban green space conditions in terms of eco-physiological characteristics, nutritional status, and water relations. Therefore, these species can be considered more suitable candidates for the sustainable development of urban green spaces under similar environmental conditions, whereas elm exhibited the greatest sensitivity to environmental stress factors.

Keyword: Leaf Temperature, Mineral Nutrients, Photosynthesis, Stomatal Conductance, and Relative Water Content.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر سیلیکات پتاسیم و انبار سرد بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل شاخه بریده ژربرا (*Gerbera jamesonii*) رقم Quote

منصوره حسن‌زاده نعیمی[1*] و شکراله حاجی‌وند[1]

۱-پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *mansoreh.hasanzadeh.naemi@gmail.com*

چکیده

طول عمر پس از برداشت مهمترین عامل افت کیفیت و کاهش دوام پس از برداشت گل شاخه بریده ژربرا می‌باشد.اخیرا ارقام بسیار متنوع ژربرای شاخه بریده از نظر رنگ،شکل گل آذین و کیفیت پس ازبرداشت تولید و در سطح وسیعی در دنیا و از جمله ایران به طور تجاری در حال کشت و عرضه می‌باشند که از نظر نیازهای آب وهوایی عکس‌العمل های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. در مطالعه حاضر اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم شامل غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰ و۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر کیفیت گل‌های شاخه بریده ژربرا و عمر گل‌جایی آن‌ها در شرایط دو نوع انبار سرد خشک و مرطوب بررسی گردید. صفات مورد ارزیابی شامل طول عمر گل‌جایی، میزان آنتوسیانین گلبرگ، شاخص ثبات غشای سلولی و میزان کربوهیدرات محلول گلبرگ بود.نتایج نشان داد که بیشترین عمرگلدانی درانبارسرد را سیلیکات‌پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم‌درلیتر(۲۰ روز)به خود اختصاص داده بود. میزان کربوهیدرات محلول گلبرگ در انبار خشک (mg/g.F.W. ۱/۵۶) نسبت به انبار مرطوب (mg/g.F.W. ۱/۴۱) بیشتر بود همچنین بیشترین میزان شاخص ثبات غشای سلولی در انبار مرطوب مربوط به تیمار سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(dsm^{-1} ۷۷/۶۴) بود. بیشترین میزان آنتوسیانین در انبار مرطوب متعلق به تیمار سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(mg/L ۱/۱۸) و در انبار خشک تیمار سیلیکات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (mg/L ۱/۳۷) میزان آنتوسیانین را بهتر حفظ کرده بود. نتایج این آزمایش نشان داد که سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر توانست در شرایط انبار سرد خشک و مرطوب باعث افزایش طول عمر گلدانی گل شاخه بریده ژربرا شود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، ژربرا، سیلیکات و طول عمر گل‌جایی.

مقدمه

ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesonii* از خانواده Asteraceae، از جمله گل‌های شاخه بریده مهم دنیاست. استفاده از انبارهای سرد خشک و مرطوب و محلول‌های محافظ باعث شده تا هلندی ها بتوانند به روش‌هایی دست پیدا کنند که به طور موثری در نگهداری گل‌های بریده موثر باشد(Khanal et al., 2018). عنصر سیلیسیم پس از اکسیژن دومین عنصر فراوان هم در بخش پوسته زمین و هم در خاک می‌باشد که به صورت سیلیسیک‌اسید در محلول خاک به میزان ۰/۱ تا ۰/۶ میلی‌مولار وجود دارند. گیاهانی که در خاک کشت شده‌اند می‌توانند به سهولت عنصر سیلیسیم را جذب و به صورت SiO_2nH_2O در دیواره‌های سلولی خود ذخیره کنند. سیلیسیم با رسوب در دیواره سلولی و تشکیل لایه سلولز سیلیسیم و پیوند با کلسیم و پکتین مانند کلسیم سبب افزایش استحکام دیواره سلولی و تحمل گیاه در برابر تخریب سلولی ناشی از عوامل بیماری‌زا می‌شود و برخلاف کلسیم، تحرک زیادی در گیاه دارد. یکی از عوامل مهم درافزایش کیفیت گل‌های شاخه بریده پتاسیم ست. پتاسیم در ایجاد فشار تورژسانس و باز و بسته شدن روزنه‌ها، در تجمع و انتقال هیدراتهای کربن تولید شده نقش دارد و تعادل آبی گیاه را کنترل می‌کند و باعث افزایش عمر پس از برداشت می‌شود(Kamenidou et al., 2010) . این پژوهش با هدف بررسی اثر نمک سیلیکات پتاسیم در انبار سرد خشک و مرطوب بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل شاخه بریده ژربرا انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق گل شاخه بریده ژربرا از گلخانه‌ای تجاری اطراف تهران تهیه گردید. گل‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای (۱۸ درجه سانتی‌گراد) در محلول‌های تیماری شامل شاهد(آب مقطر)، شاهد(ساکارز۵٪) و سیلیکات پتاسیم باغلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در

لیتر + ساکارز ۵٪ قرار گرفته سپس گل‌ها از تیمار خارج و به انبار سرد ۴ درجه سانتیگراد منتقل و در آنجا برای حفاظت درون کاغذ سفید مرطوب پیچیده شده وروی آنها سلفون مخصوص کشیده شد و در جعبه‌های مخصوص نگهداری و حمل گل که حاوی چند روزنه برروی دیواره‌های آن جهت گردش وعبور هوا بود به مدت ۶ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. درطول دوره انبار با اسپری آب برروی کاغذ گل‌ها، رطوبت مورد نیاز آنها تامین شد. در انبار سرد مرطوب، بعد از سپری شدن دوره ۶ روزه انبار سرد پوشش سلفونی وکاغذها ازاطراف گل‌ها حذف گردیدند و در اتاق ارزیابی در آب مقطر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و جهت ارزیابی صفات مختلف در روزهای مختلف بعد از انبار نمونه‌گیری از آنها انجام شد. دمای انبار برای یک هفته برروی ۴ درجه سانتی‌گراد وسپس ۲۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. رطوبت نسبی ۷۵٪ بود و طول دوره روشنایی (فتوپریود)۱۲ ساعت بود.

طول عمر گلدانی (Vase life) : عمر پس از برداشت بیانگر تعداد روز از زمان برداشت تا هنگام پیری است . طول عمر پس از برداشت با ایجاد علائمی چون پژمردگی گلبرگ ها، خم شدن گردن گلها و ریزش گلبرگها خاتمه می یابد(Moon-Soo-Cho, 2001).

میزان کربوهیدرات محلول گلبرگ: برای اندازه گیری میزان قندهای محلول، از روش(Irigoyen et al., 1992) و برای تهیه نمودار استاندارد قند، از گلوکز محلولهایی با غلظت ۰-۱-۲-۳-۴-۵-۷ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه و کلیه مراحل آزمایش روی آنها انجام گردید و نهایتا میزان جذب آن در طول موج ۶۲۵ نانومتر بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر قرائت گردید.

مقدار آنتوسیانین گلبرگ: برای اندازه گیری آنتوسیانین گلبرگ از روش (Bariola et al.,1999) استفاده در نهایت میزان جذب محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موجهای ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر قرائت شد و سپس در فرمول زیر قرار گرفت :

میزان آنتوسیانین(mg/L) = A530- 1/4A657

درصد شاخص ثبات غشای سلولی (Membrane stability index): ابتدا گلبرگ‌ها را با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در فالگون ریخته سپس نمونه ها در بن ماری در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت قرار گرفت و پس از خروج نمونه‌ها از بن ماری میزان EC_1 توسط دستگاه EC متر قرائت گردید. بعد فالکون‌ها را ۲۰ دقیقه در اتوکلاو ۱۲۰ درجه سانتیگراد با فشار ½ اتمسفر قرار داده و پس از سرد شدن، میزان EC_2 قرائت و شاخص ثبات با فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{شاخص ثبات غشای سلولی} = \{1-(EC_1/EC_2)\} \times 100$$

نتایج و بحث

طول عمر گلدانی: در اثر اصلی تیمار بیشترین طول عمر گل‌جایی مربوط به تیمار سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۰ روز) بود که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد آب مقطر(۱۴/۸۸ روز) و شاهد ساکارز (۱۷/۱۶ روز) داشت. کمترین میزان طول عمر گل متعلق به تیمار آب مقطر (۱۴/۸۸ روز) بود (جدول شماره۱). طول عمر گل‌ها از روز برداشت محاسبه شده و ۶ روز انبارداری (خشک و مرطوب) در دمای ۴ درجه سانتیگراد نیز جزء طول عمر محاسبه شده است.

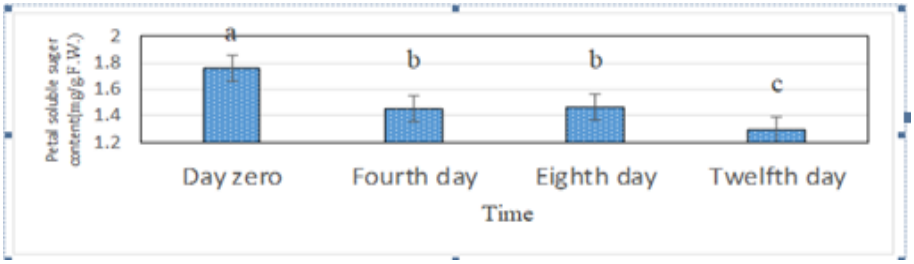
جدول ۱- اثر اصلی تیمار بر روی صفت طول عمر گلدانی گل شاخه بریده ژربرا رقم Quote.

Potassium silicate 100 (mg.L)	Potassium silicate 50 (mg.L)	Potassium silicate 25 (mg.L)	Sucrose	water	
16.66c	20a	18b	17.16bc	14.88d	Vase life (days)

پتاسیم نقش کاتالیزوری داشته و در نقل و انتقال مواد، کنترل تبخیر و تعرق و فعالیتهای آنزیمی نقش دارد و یکی از نقش‌های مهم آن می‌توان به افزایش طول عمر گل‌های شاخه بریده و تشدید فتوسنتز اشاره کرد.(Geerdink et al.,2020) .

کربوهیدرات محلول گلبرگ: در اثر اصلی زمان میزان کربوهیدرات‌های محلول گلبرگ در طول دوره انبار ۴ درجه سانتیگراد به مرور کاهش یافت بطوریکه در روز چهارم (اولین روز بعد از خروج از انبار) برابر با (۱/۴۵ میلی گرم بر گرم وزن تر) بود. و بعد از آن تا روز

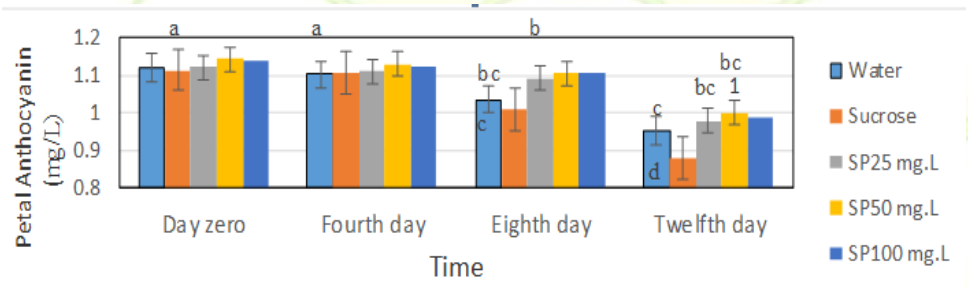
هشتم مقدار کربوهیدرات‌های محلول گلبرگ نسبتا ثابت بود و بتدریج کاهش یافت به طوریکه در روز دوازدهم (۱/۲۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) به کمترین میزان خود رسید(نمودار شماره ۱).



نمودار ۱- اثر اصلی زمان بر کربوهیدرات محلول در گل ژربرا (فاصله بین روز صفر و یک 6 روز دوره انبارداری می‌باشد).

در محلول‌های نگهدارنده که حاوی ساکارز نیز می‌باشند، گل بریده ژربرا می تواند با جذب محلول، قسمتی از انرژی مورد نیاز خود را تامین که این خود باعث افزایش کربوهیدرات محلول می‌شود. کاهش تدریجی تنفس در گل‌ها در هنگام پیری ممکن است به دلیل ذخیره کم پیش ماده‌های تنفسی که عمدتا قندها هستند رخ دهد. قندها به عنوان یک پیش ماده جهت سنتز پروتئین‌ها مصرف می شوند. اضافه نمودن قند به محلول نگهدارنده محیط را برای رشد میکروارگانیسم‌ها مساعد می‌نماید. از این رو قندها اغلب به همراه میکروب‌کش‌ها در محلول نگهدارنده استفاده می‌شوند(Savvas and Ntatsi,2015).

آنتوسیانین گلبرگ: در اثر متقابل زمان و تیمار،بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار سیلیکات پتاسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر(۱/۱۴ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) و کمترین مربوط به تیمار شاهد ساکارز(۱/۱۱ میلی‌گرم بر گرم‌وزن‌تر)بود(نمودار شماره ۲).



نمودار ۲- اثر متقابل تیمار و زمان بر روی غلظت آنتوسیانین گلبرگ در گل شاخه بریده ژربرا رقم Quote.

کارتنوئیدها وآنتوسیانین‌ها دو نوع اصلی از رنگدانه و تشکیل دهنده رنگ‌های متنوع گل‌ها هستند که در جریان نمو و پیری اندام‌های گیاه تغییرات اساسی از خود نشان می‌دهند. با وجود آن که در برخی گل‌ها مقدار آنتوسیانین ثابت باقی می‌ماند ولی تغییرات تدریجی مقدار آن در گل‌های پیر اثبات شده است. تیمار گل‌های لیسیانتوس با سیلیکات پتاسیم باعث افزایش طول عمر گل‌جایی شد و از تجزیه آنتوسیانین جلوگیری کرد که نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج فوق مطابقت دارد(Nikkhah Bahrami et al. 2011).

شاخص ثبات غشای سلولی: در اثر متقابل زمان در انبار بیشترین میزان ثبات غشای سلولی در انبار مرطوب و روز چهارم یعنی اولین روز بعد از ۶ روز انبار ۴ درجه سانتیگراد مشاهده شد و مقدار این صفت در هر دو انبار به مرور زمان کاهش یافت. در مقابل در انبار خشک در طی دوران انبار ۴ درجه سانتیگراد به علت نبودن گل‌ها در آب انسداد آوندی پیش آمده و جذب محلول نداشته و میزان ثبات غشای سلولی کاهش و به (۶۱/۶۷dsm-1) رسید. ثبات غشای سلولی شاخصی است که بیانگر میزان نشت الکترولیتی در طی زمان از غشای سلولی می باشد. هر چه میزان آن کمتر باشد نشان دهنده غیر قابل کنترل بودن ورود و خروج مواد از دیواره سلول می باشد که منجر به پیری و مرگ سلول می گردد. در طی عمر گلدانی گل‌های شاخه بریده باقی ماندن شاخص ثبات غشای سلولی در سطح بالا و یا کاهش اندک آن در طی زمان مطلوب می‌باشد.

کاربرد سیلیکات پتاسیم به عنوان منبع سیلیس در گیاه،موجب تقویت دیواره سلولی و افزایش استحکام بافت‌های گیاهی می‌شود. این امر باعث بهبود جذب آب و کاهش سرعت پژمردگی در گل‌های شاخه‌بریده ژربرا می‌گردد. Ahmadi و همکاران(۲۰۲۳) نشان دادند که تیمار با سیلیکات پتاسیم به طور معنی‌داری طول عمر پس از برداشت گل‌های ژربرا را افزایش می‌دهد و پارامترهایی مانند وزن خشک ساقه،میزان کلروفیل و شاخص کیفیت ظاهری گل را بهبود می‌بخشد.مطالعات اخیر حاکی از آن است نگهداری گل‌های شاخه بریده در دمای پایین حدود ۵-۱ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش سرعت تنفس و رشد میکروارگانیسم‌ها شده و در نتیجه عمر گلدانی گل را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد(Lee et al., 2024). سیلیکات پتاسیم علاوه بر تأثیرات فیزیولوژیکی روی گیاه،خاصیت ضدقارچی و ضدباکتریایی نسبی دارد و می‌تواند به تقویت سیستم ایمنی گیاه کمک کند.استفاده از سیلیکات پتاسیم باعث تقویت دیواره سلولی گیاه می‌شود و همین امر به کاهش نفوذ عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند(Abdel-Kader et al., 2019).بنابراین، به صورت غیرمستقیم در کنترل میکروارگانیسم‌ها مؤثر است.ترکیب تیمار سیلیکات پتاسیم و نگهداری سردخانه‌ای موجب افزایش همزمان مقاومت فیزیولوژیکی و کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها می‌شود و به طور همزمان باعث افزایش طول عمر و حفظ کیفیت ظاهری گل‌های شاخه بریده ژربرا می‌گردد(Rahimi et al., 2025). همچنین گزارش شده است که سیلیکات پتاسیم می‌تواند مقاومت گل را در برابراسترس‌های پس از برداشت، از جمله حمله میکروارگانیسم‌ها، افزایش دهد(Mohammadi & Hosseini, 2022). ترکیب این دو روش باعث می‌شود هم سرعت فرآیندهای متابولیکی کاهش یابد و هم ساختار سلولی گل تقویت شود. این رویکرد چندجانبه در حفظ کیفیت و افزایش عمر گلدانی گل ژربرا موثر است(Zhang et al., 2025). استفاده از این روش‌ها با نتایج تحقیقاتی در سایر گل‌های شاخه بریده مانند گل رز و لیلیوم نیز همخوانی دارد (Kumar et al., 2018).

منابع

Abdel-Kader, M., Mohamed, A. and El-Morshedy, H. 2019. Silicon-induced resistance to plant diseases: A review. Plant Pathology Journal, 35(3): 180–191.

Ahmadi, S., Rezaei, M. and Jafari, H. 2023. Effects of potassium silicate foliar application on vase life and physiological traits of cut Gerbera flowers. Journal of Plant Nutrition, 46(7): 1073–1084.

Geerdinka, G. M., Orsia, B., Tezotto-Ulianab, J. V., Pessoaa, C. O., Fabiana F. Sasakic, C. and Kluge, A. R. 2020. Preharvest silicon treatment improves quality of cut rose stems and maintains postharvest vase life. Journal of Plant Nutrition, 43(10): 1418–1426.

Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugar in nodulated alfalfa plants. Physiologia Plantarum, 84: 55–60.

Kamenidou, S., Cavins, T. J. and Marek, S. 2010. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced Gerbera. Scientia Horticulturae, 123(3): 390–394.

Khanal, A., Khanal, A., Poudel, S. and Sapkota, B. 2018. Postharvest quality and longevity of Gerbera varieties as affected by different floral preservatives. Research & Reviews: Journal of Botany, 7(2): 29–35.

Kumar, A., Singh, B. and Patel, R. 2018. Postharvest treatment effects on cut flowers: A review. Horticultural Reviews, 46: 87–123.

Lee, K., Park, J. and Kim, S. 2024. Influence of cold storage on postharvest longevity and quality of cut Gerbera jamesonii. Postharvest Biology and Technology, 190: 112000.

Mohammadi, A. and Hosseini, S. 2022. Potassium silicate and its role in enhancing postharvest quality of ornamental plants. Horticultural Science & Biotechnology, 97(4): 211–219.

Moon-Soo, Ch., Celikel, F. G., Dodye, L. and Reid, M. S. 2001. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn. Acta Horticulturae, 543: 305–315.

Rahimi, F., Zandi, P. and Ghasemi, A. 2025. Synergistic effects of potassium silicate and cold storage on vase life and microbial control of cut Gerbera flowers. Journal of Agricultural Science and Technology, 27(1): 45–54.

Savvas, D. and Ntatsi, G. 2015. Biostimulant activity of silicon in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 66–81.

Zhang, H., Liu, Y. and Chen, F. 2025. Silver nanoparticles combined with cold storage enhance vase life of cut Gerbera flowers. Journal of Nanobiotechnology, 23(1): 10–18.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of potassium silicate and cold storage on quality and vase life of (*Gerbera jamesonii*) cv. Quote

Mansoreh Hassanzadeh Naemi[1*] and Shokrollah Hajivand[1]
1. Temperate and Cold Climate Fruits Research Institute, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
**Corresponding author: mansoreh.hasanzadeh.naemi@gmail.com*

Abstract:

Postharvest life is the most important factor in the quality loss and postharvest durability of gerbera cut flowers. Recently, many varieties of gerbera cut flowers have been produced and are being cultivated and sold commercially in terms of color, inflorescence shape, and postharvest quality on a large scale in the world, including Iran, which show different reactions in terms of climatic requirements. In the present study, the effect of different concentrations of potassium silicate, including concentrations of 0, 25, 50, and 100 mg/L, on the quality of gerbera cut flowers and their flower shelf life under two types of cold storage conditions: dry and humid. The evaluated traits included flower shelf life, petal anthocyanin content, cell membrane stability index, and petal soluble carbohydrate content. The results showed that the longest pot life in cold storage was related to the 50 mg/L potassium silicate treatment (20 days). The amount of soluble carbohydrate in petals was higher in dry storage (1.56 mg/g.F.W.) than in wet storage (1.41 mg/g.F.W.). The highest cell membrane stability index in wet storage was related to the 50 mg/L potassium silicate treatment (77.64 dsm-1). The highest anthocyanin content in wet storage was related to the 50 mg/L potassium silicate treatment (1.18 mg/L), and in dry storage, the highest anthocyanin content was observed in the 100 mg/L potassium silicate treatment (1.37 mg/L). The results of this experiment showed that 50 mg/L potassium silicate could increase the pot life of gerbera cut flowers in dry and wet cold storage conditions.

Keywords: Anthocyanin, Gerbera, Silicate, and Vase life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی سازگاری وارزیابی تکمیلی در جهت انتخاب نژادگان برتر انجیر جمع اوری شده منطقه (ریجاب) درمنطقه سرپل ذهاب استان کرمانشاه

ابوالمحسن حاجی امیری[1*]، محمد گردکانه[1]، رحمت‌اله غلامی[1] و مرزبان نجفی[1]

۱-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *m.hajiamiri7443@ gmail.com*

چکیده

این پروژه به منظور بررسی۴۹ صفت رویشی و زایشی در ارقام و نژادگان جمع آوری شده انجیر خوراکی و بر انجیر از منطقه ریجاب استان کرمانشاه با استفاده از دستوارالعمل ملی آزمون، تمایز و یکنواختی و پایداری در ارقام انجیر (UPOV) و در ایستگاه تحقیقات زیتون سرپل ذهاب در حال انجام است. بررسی صفات رویشی و زایشی در سال زراعی ۱۴۰۳ نشان داد؛ شروع باز شدن جوانه های انجیر در اوایل فصل بهار بوده و ژنوتیپ شام زود برگ ده ترین و در تاریخ ۱۴۰۳/۱/۵ جوانه های برگ آن باز شدند. میوه بهاره ژنوتیپ ها و ارقام جمع آوری شده در سال زراعی ۱۴۰۳ریزش کردند. شروع رسیدن میوه تابستانه ژنوتیپ شام در تاریخ ۱۴۰۳/۴/۱۸ بود . سایر ژنوتیپ ها شروع رسیدن میوه تابستانه آن ها از ۱۴۰۳/۵/۲ شروع شده و تا ۱۴۰۳/۶/۱۱ در ژنوتیپ خرم آباد ادامه داشت. ژنوتیپ سیاوله و زردله دارای بیشترین مواد جامد محلول با ۲۰ درصد در میوه و ژنوتیپ شام با ۱۵ درصد کمترین مواد جامد محلول در میوه را داشت.

واژه های کلیدی: انجیر، ژنوتیپ و سازگاری.

مقدمه

انجیر یکی از محصولات مهم اقتصادی در دنیا با سطح زیر کشت ۲۹۶۷۵۳ هکتار و با تولید ۱۲۴۲۴۴۹.۰۴ تن بوده که به صورت تازه خوری و خشکبار مصرف می شود. ایران درسال ۲۰۲۲ به همراه کشورهای ترکیه، مصر ، الجزایر، مراکش و اسپانیا از تولیدکنندگان عمده انجیر در دنیا بوده که بیش از۸۷۱ هزار تن تولید میوه انجیر را در اختیار داشته اند (FAO,2022). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی از مجموع۵۱۷۸۴ هکتار انجیر درکشور ۴۴۵۲۵ هکتار درخت بارور با تولید ۱۲۱۲۶۶ تن میوه بوده است. در استان کرمانشاه از مجموع ۶۰۳ هکتار انجیر۵۵۷ هکتار آن درخت بارور با تولید ۶۱۶۱ تن میوه را دارا بوده است (آمارنامه،۱۴۰۲). میوه انجیر یکی از میوه‌های با ارزش غذایی بالا بوده که به صورت تازه و یا خشک شده در دنیا مصرف می‌شود. معرفی خصوصیات میوه برخی از نژادگان انتخابی از لحاظ تولید محصولات خشکباری و تازه خوری و صنایع وابسته باعث گسترش کشت و رونق اقتصادی و اشتغال زایی در منطقه خواهد شد. ساسانی و همکاران(۱۳۸۴) تعداد هشت نژادگان انجیر شامل : منجیفی، شام، باوملی، شماملە، ملک محمدی، سیاوله، زردله و لاشه ای را در منطقه ریجاب معرفی کردند. دندروگرام ترسیم شده از این نژادگان نشان داد؛ که این نژادگان در دو دسته متفاوت قرار دارند. حسن پور و همکاران (۱۳۷۷) در استان فارس ارقام المی، برگ چناری، رونو، سبز، سیاه، شاه انجیر، کشکی، متی را در انجیر ماده خوراکی و ارقام پوزدمبالی و دانه سفید را بعنوان ارقام بر انجیر مخصوص گرده افشانی معرفی کردند. فتاحی و همکاران (۱۳۹۵) ارزیابی تنوع ژنتیکی۱۴۷ نمونه از انجیرهای وحشی غرب ایران را در استانهای کردستان، کرمانشاه و ایلام با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی و نشانگرهای مولکولیISSR وSCOT بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد؛ که غرب ایران دارای ذخایر غنی با تنوع ژنتیکی بالایی برای ژرم پلاسم انجیر می باشد. آکسوی و همکاران (۱۹۹۴) در انتخاب کلونال رقم انجیر ساری لوپ از منطقه آگن کشور ترکیه ۸۶ کلن را مورد ارزیابی قرار دادند. بعضی از کلن ها در همه صفات کیفی شامل میوه های بزرگتر با رنگ پوست کمرنگ تر، بافت نرمتر و دوره بلوغ کمتر انتخاب شدند. آتر و همکاران(۲۰۰۸) به منظور شناسایی ارقام انجیر در شمال غربی مراکش با استفاده از دیسکریپتور مطالعه ای را برروی

صفات برگ و میوه انجام دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که ۴۹ ژنوتیپ مختلف انجیر در مراکش وجود دارد. آن ها بیان کردند؛ شمال مراکش یکی از غنی ترین مراکز تنوع ژنتیکی انجیر را دارا می باشد.

شناسایی و ثبت خصوصیات کمی وکیفی میوه نژادگان انجیر به منظورحفظ ذخایر ژنتیکی و استفاده در برنامه های به نژادی و به باغی در مناطق تولیدی از اهمیت زیادی برخوردار است. با انجام مرحله اول این تحقیق که پروژه شناسایی مقدماتی خصوصیات میوهای نژادگان انجیر در منطقه ریجاب استان کرمانشاه بود. منجر به شناسایی ۹ نژادگان انجیرخوراکی و۳ نژادگان برانجیر گردید. پس ازجمع آوری و کاشت این نژادگان در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو برخی از خصوصیات ۴۹ صفت رویشی و زایشی این نژادگان با استفاده از دستوارالعمل ملی آزمون، تمایز و یکنواختی و پایداری در ارقام انجیر (UPOV) در منطقه نیمه گرمسیر سرپل ذهاب در طی دو سال اندازه گیری گردید (رضوی و همکاران ، ۱۳۸۷).

مواد و روش ها

این پژوهش از سال۱۴۰۲ شروع و به مدت ۲ سال در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو (سرپل ذهاب) به اجرا در آمده است. مواد آزمایشی این پروژه شامل۱رقم منجیفی و ۸ نژادگان انجیر خوراکی و ۳ نژادگان بر انجیر شناسایی وجمع آوری شده در بررسی مقدماتی بودند. که درقالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار دو درخت در ایستگاه تحقیقات زیتون کشت شدند. دراین تحقیق ۹ نژادگان(انجیر خوراکی) شامل؛ منجیفی، شام، باوملی، سیاوله، زردله، شماملە، ملک محمدی، لاشه ای و خرم آباد جمع آوری شده از منطقه ریجاب استان کرمانشاه و یک رقم انجیر خارجی گلابی شکل (که پارتنو کارپ بوده و میوه های بهاره و تابستانه آن بدون گرده افشانی قابل برداشت است). بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. و ۳ نژادگان بر انجیر (گرده افشان) جمع آوری شده از منطقه ریجاب بود. از هر نژادگان ۶ اصله درخت با فواصل ۴× ۵ کشت شده و آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا گردید. در سال زراعی ۱۴۰۳ مراقبت از نهال های کشت شده شامل هرس و سربرداری قبل از شروع رشد و آبیاری و محلول پاشی با کودهای ریز مغذی و مبارزه شیمیایی با کنه کش در حین فصل رشد انجام گردید. کلیه نژادگان بصورت تک تنه تربیت شده و سیستم آبیاری مورد استفاده از نوع قطره ای بود. عملیات تغذیه بر اساس آزمون خاک و برگ با محلول پاشی ریز مغذی ها در سه مرحله در فصل رشد و در سال ۱۴۰۳ انجام گردید. یاداداشت برداری و اندازه گیری صفات رویشی و زایشی بر روی درخت ، شاخه، برگ و میوه با استفاده از دستور العمل ملی آزمون، تمایز و یکنواختی و پایداری در ارقام انجیر (UPOV) انجام شد. یاداشت برداری ۵ صفت مربوط به درخت، ۳ صفت مربوط به شاخه یکساله، ۳ صفت مربوط به جوانه انتهایی،۲ صفت مربوط به شاخه دوساله، ۵ صفت مربوط به برگ،۲۷ صفت مربوط به میوه انجام گردید. ۳ صفت پیش بینی شده بر روی میوه درختان (کاپری فیگ) یا بر انجیر در طی سال ۱۴۰۳ بدلیل عدم وجود زنبور بلاستوفاگا یا گرده افشان در میوه های انجیر بر کاشته شده انجام نشد. صفات مورد بررسی عبارت بودند از: صفات مربوط به درخت شامل عادت رشد درخت، افتادگی شاخه های ثانویه، قدرت شاخه، تعداد پاجوش های پای تنه، تراکم شاخه، صفات مربوط به شاخه یکساله رنگ و طول و تعداد میان گره شاخه یکساله، صفات مربوط به جوانه انتهایی اندازه، نسبت طول به عرض و رنگ جوانه انتهایی صفات مربوط به شاخه دوساله پایک جوانه و گرایش، صفات مربوط به برگ، تیپ غالب، تعداد برگ ها در شاخه و نسبت طول دمبرگ به پهنک، زمان برگ ریزی و زمان شکفتن جوانه انتهایی(برگ دهی) صفات مربوط به میوه، شکل میوه (تابستانه)، اندازه و طول و عرض میوه (بهاره و تابستانه)، وزن میوه (بهاره و تابستانه)، طول گردن میوه (بهاره و تابستانه)، اندازه روزنه و طول دم میوه (بهاره و تابستانه)، رنگ زمینه و روی پوست میوه (بهاره و تابستانه)، رنگ وحفره پالپ (داخل) میوه (بهاره و تابستانه)، میزان شیره و سفتی پوست میوه (بهاره و تابستانه)، اندازه و میزان شفتچه (محصول بهاره و تابستانه)، رگه های برجسته (بهاره و تابستانه)، ترکیدگی پوست و شکفتگی روزنه میوه (بهاره و تابستانه)، تعداد میوه در شاخه و ریزش میوه همراه با دم میوه (بهاره و تابستانه)، سهولت پوست برداری در میوه (بهاره و تابستانه) تیپ های تولید میوه، شروع رسیدگی و تشکیل میوه غیر طبیعی در میوه (بهاره

و تابستانه)، ضریب کارائی عملکرد (برحسب وزن میوه برسانتی مترمربع مساحت مقطع عرضی تنه) و عملکرد میوه در درختان میزان مواد جامد محلول و قند میوه ها در زمان رسیدن میوه اصلی با رفراکتومتر اندازه گیری شدند.

نتایج و بحث

نتایج اندازه گیری صفات در سال ۱۴۰۳ نشان داد؛ که شروع باز شدن جوانه های انجیر در اوایل فصل بهار بوده و ژنوتیپ شام زود برگ ده ترین و در ۱۴۰۳/۱/۵ جوانه های برگ آن باز شد. شروع باز شدن سایر ژنوتیپ ها با چند روز تاخیر ادامه پیدا کرد. شروع رسیدن میوه تابستانه ژنوتیپ شام ۱۴۰۳/۴/۱۸ بود و سایر ژنوتیپ ها شروع رسیدن میوه تابستانه آنها از ۱۴۰۳/۵/۲ شروع شده و تا ۱۴۰۳/۶/۱۱ در ژنوتیپ خرم آباد ادامه داشت. عادت رشد بیش تر درختان ژنوتیپ و ارقام انجیر گسترده بوده و فرم افراشته نیز در بین آن ها مشاهده گردید. انجیر بطور ژنتیکی تولید پاجوش زیاد دارد. درژنوتیپ های مورد بررسی نیز با وجود یک تنه بودن درختان تولید پاجوش ملاحظه گردید. اما تعداد پاجوش تولید شده در رقم منجیفی به مراتب کمتر از سایر ژنوتیپ ها بود. طول و تعداد میان گره در بین ارقام و ژنوتیپ ها با تنوع زیادی مشاهده گردید. در شاخه های دو ساله درختان انجیر بیشتر شاخه ها افراشته و خطی بودند. بیشتر برگ ژنوتیپ و ارقام در شاخه پنج لوپی و تعداد برگ آنها در شاخه زیاد بود. شکل میوه در ارقام خارجی و منجیفی گلابی شکل و در ژنوتیپ های سیاوله و خرم آباد کروی بود. در سایر ارقام پره ای و پیازی بودند. اندازه میوه در رقم خارجی گلابی شکل و شام و باوملی بزرگ بوده و در سایر ارقام و ژنوتیپ ها کوچک و متوسط بود. طول میوه در ارقام و ژنوتیپ ها کوتاه و عرض میوه کوچک و متوسط بود. وزن میوه دررقم خارجی گلابی شکل و ژنوتیپ شام و باوملی بزرگ بوده و در سایر ارقام و ژنوتیپ ها متوسط و کوچک بود. اندازه روزنه میوه در ژنوتیپ شام و باوملی بزرگ و در سایر ارقام و ژنوتیپ ها متوسط و کوچک بود. شکفتگی روزنه در ژنوتیپ باوملی زیاد و در سایر ارقام کم و کوچک بود. ژنوتیپ سیاوله و زردله با ۲۰ درصد دارای بیش ترین مواد جامد محلول در میوه و ژنوتیپ شام با ۱۵ درصد کم ترین مواد جامد محلول در میوه را داشت. رقم منجیفی و ژنوتیپ های شام و باوملی از کیفیت میوه بهتری نسبت به سایر ارقام و زنوتیپ ها برخوردار بودند. در میوه های بهاره و تابستانه ژنوتیپ های بر انجیر در سال ۱۴۰۳فعالیت زنبور بلاستوفاگا مشاهده نگردید.

منابع

بی‌نام. ۱۴۰۲. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم: محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۴۰۰ ص.

جعفری. ۱۳۸۳. اثرات نوع برانجیر روی کمیت و کیفیت انجیر دیم استهبان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، ۸۷ ص.

حسن‌پور اصطهباناتی، ا. ب. ۱۳۷۷. یافته‌های تحقیقاتی انجیر در استان فارس. سازمان کشاورزی استان فارس، ۱۲ ص.

رضوی، و.، ح. زارع و م. فخرایی. ۱۳۸۷. دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در انجیر. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ۵۲ ص.

ساسانی، ش.، ارجی، ع.، حاجی‌امیری، ا. ب. و عزیزی‌نژاد، ر. ۱۳۸۴. شناسایی مورفولوژیکی نژادگان‌های انجیر موجود در منطقه ریژاو کرمانشاه. چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

فتاحی، س. ۱۳۹۵. ارزیابی تنوع ژنتیکی انجیرهای وحشی غرب ایران با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی و نشانگرهای مولکولی. رساله کارشناسی ارشد، پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی، کرمانشاه.

Aksoy, U. 1994. Present status and future prospects of underutilized fruit production in Turkey. First Meeting CIHEAM Cooperative Research Network on Underutilized Fruit Trees, Zaragoza, Spain, p. 84–94.

Ater, M., El Oualkadi, A., Achtak, H., Oukabli, A. and Khadari, B. 2008. Diversity of the local varieties of the fig.

FAOSTAT Agriculture. 2019. Preliminary 2020 data now available for selected countries and products.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Compatibility study and supplementary evaluation for selecting superior fig breeds collected from the (Rijab) region in the Sarpol-e-Zahab region of Kermanshah provinc

Abolmohsen hajiamirii[1*], Mohammad gerdakaneh[1] Rahmatollah gholami[1] and Marzban najafi[1]
1. Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kermanshah, Iran
** Corresponding Author: m.hajiamiri7443@ gmail.com*

Abstract

This project is being conducted at Sarpol-e-Zahab Olive Research Station to investigate 49 vegetative and reproductive traits in some collected edible and fig cultivars and lines using the National Procedure for Testing, Differentiation, Uniformity and Stability in Fig Varieties (UPOV). The studies showed that in the crop yearly 2024; the fig buds started to open in early spring and the Sham genotype was the earliest to leaf out and its leaf buds opened on 24/3/2024 The spring fruit of most genotypes and cultivars fell. The summer fruit of the Sham genotype started to ripen on 8/6/2024. Other genotypes started ripening their summer fruit 23/7/2024 and continued until 11/6/1403 in the Khorramabad genotype. The Siawleh and Zardleh genotypes had the highest soluble solids with 20% in the fruit and the Sham genotype had the lowest soluble solids with 15%.

Keywords: Adaptation, Fig, and Genotype.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه دگر سازگاری و تعیین والد گرده‌دهنده مناسب برای ژنوتیپ امیدبخش 'AL721' بادام

محمد زرین‌بال[1*] و جلیل دژم‌پور[1]

۱ - بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول: *m.zarrinbal@areeo.ac.ir*

چکیده

این مطالعه به‌منظور تشخیص سازگاری دانه گرده هفت رقم تجاری بادام (*Prunus dulcis* Mill.) شامل 'آذر'، 'سهند'، 'فرانیس'، 'A200'، 'آراز'، 'اسکندر' و 'تونو' (والد پدری) با ژنوتیپ امیدبخش 'AL721' (والد مادری) و انتخاب بهترین رقم گرده‌زا برای افزایش درصد تشکیل میوه و کیفیت محصول انجام گردید. درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی و همچنین کیفیت خشک‌میوه و مغز بادام پس از گرده‌افشانی کنترل شده با ارقام گرده‌زا طی دو سال متوالی ارزیابی شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. پلات‌های اصلی شامل اثر سال در دو سطح (دو سال زراعی متوالی) و پلات‌های فرعی شامل اثر رقم در هشت سطح (هفت رقم به‌عنوان والد گرده‌زا و گرده‌افشانی آزاد به‌عنوان شاهد) بودند. همه ارقام گرده‌زای مورد مطالعه با ژنوتیپ 'AL721' از سازگاری دانه گرده برخوردار بودند، ولی بیشترین درصد تشکیل میوه نهایی با استفاده از گرده ارقام 'آذر' ، 'اسکندر' و گرده‌افشانی آزاد (به‌ترتیب ۵۹ ، ۵۶ و ۵۷ درصد) به دست آمد. بیشترین مقادیر وزن خشک‌میوه بادام با گرده ارقام سهند و A200 (به‌ترتیب ۲/۴۸ و ۲/۴۵ گرم) و کمترین این مقادیر با گرده ارقام آراز، آذر و تونو (به‌ترتیب ۱/۸۱، ۱/۸۳ و ۱/۸۴ گرم) حاصل گردید. درصد وزنی مغز با گرده رقم 'آراز' بیشترین (۶۵/۷۳ درصد) و با گرده رقم 'سهند' کمترین (۴۷/۰۸ درصد) مقدار بود. در ژنوتیپ 'AL721' نوع دانه گرده بر طعم مغز بادام موثر نبوده و همه مغزها دارای طعم شیرین بودند. میوه‌های حاصل از دانه گرده ارقام 'آذر'، 'فرانیس' و 'آراز' دارای بیشترین درصد مغزهای سالم (همگی ۹۹ درصد) و کمترین درصد مغزهای پوک (همگی ۱ درصد) بودند. میوه‌های حاصل از دانه گرده ارقام 'A200'، 'فرانیس' و 'آراز' درصد مغزهای چروکیده بیشتری (به‌ترتیب ۱۰، ۱۰ و ۷ درصد) داشتند. این یافته‌ها برای پیشنهاد گرده‌زای مناسب در زمان معرفی رقم جدید و تولید پایدار محصول مفید است.

واژه‌های کلیدی: بادام، تشکیل میوه نهایی، سازگاری دانه گرده، کیفیت خشک‌میوه و مغز.

مقدمه

مطالعه سازگاری دانه گرده و مادگی بین ارقام از جنبه‌های مهم باردهی در درختان میوه معتدله می‌باشد. برای معرفی ارقام جدید، وضعیت خود (نا)سازگاری (Self-(in)compatibility) آنها و همچنین دگر (نا)سازگاری (Cross-(in)compatibility) با ارقام دیگر تعیین می‌شود تا در زمان احداث باغ، با گزینش ارقام مناسب و انجام گرده‌افشانی موفق، تولید محصول تجاری تضمین شود (Zarrinbal et al., 2018). ویژگی خود ناسازگاری با هدف جلوگیری از خود باروری و گرایش به دگر باروری در روند تکاملی گیاهان گلدار توسعه یافته است. مکانیسم شناسایی دانهٔ گرده- مادگی، از رشد لوله گرده‌ای که توسط مادگی به‌عنوان خودی شناخته شده، جلوگیری کرده و از خود باروری گل ممانعت می‌شود (Alonso and Socias i Company, 2005). بادام (*Prunus dulcis* Mill.) که به نظر می‌رسد بومی فلات ایران باشد، در طول جاده ابریشم از آسیای میانه تا اروپا پراکنش یافته است (Socias i Company et al., 2017). بادام، از مهمترین میوه‌های خشک مناطق معتدله بوده و بیشتر ارقام آن خود ناسازگار هستند که برای تولید میوه تجاری به گرده‌افشانی با دانه گرده سازگار نیاز دارند (فلاح و همکاران، ۱۳۹۶). خود ناسازگاری در بادام مانند دیگر گونه‌های جنس پرونوس از نوع گامتوفیتی است که توسط یک مکان ژنی با چندین آلل کنترل می‌شود (Socias i Company et al., 2017). در این نوع ناسازگاری در صورتی که آلل‌های مشابهی در دانه گرده و

مادگی وجود داشته باشند، رشد لوله گرده درون خامه متوقف می‌شود (Zarrinbal et al., 2018). مکان ژنی ناسازگاری هر دو ویژگی خود ناسازگاری و دگر ناسازگاری درختان میوه را کنترل می‌کند. ارقامی که آلل‌های خود ناسازگاری مشابهی دارند، یک گروه دگر ناسازگاری تشکیل می‌دهند که تولیدی باروری یکدیگر را ندارند (Alonso and Socias i Company, 2005). این ارقام برای تولید میوه کافی بایستی با دانه گرده دارای آلل متفاوت و سازگار گرده‌افشانی شوند. گزارشات متعددی از دگر ناسازگاری ارقام بادام گزارش شده است (حسین‌آوا، ۱۳۹۴؛ Alonso and Socias i Company, 2005). اولین بار کستر و همکاران (1994) در کالیفرنیا چند گروه دگر ناسازگار بادام را تعیین کردند. در برنامه‌های به‌نژادی کلاسیک برای تشخیص دگر (نا)سازگاری بین ارقام از مطالعه میوه‌بندی پس از تلاقی‌های کنترل شده در شرایط باغی استفاده می‌شود. برآورد عملکرد درخت و مقایسه بین ارقام گرده‌زا در شرایط واقعی باغ از مزایای این روش نسبت به روش‌های دیگر می‌باشد (Zarrinbal et al., 2018). با این حال، به دلیل اینکه میزان تشکیل میوه تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیولوژیکی درخت و شرایط محیطی در سال‌های مختلف در نوسان می‌باشد، تکرار تلاقی‌های کنترل شده و ارزیابی میوه‌بندی برای حداقل دو سال متوالی توصیه می‌شود. دگر گرده‌افشانی بادام با استفاده از ارقام گرده‌زای انتخابی بر کمیت و کیفیت میوه موثر بوده است (مومن‌پور و همکاران،۱۳۹۰؛ Alizadeh and Arzani, 2014). پژوهش حاضر با هدف تشخیص دگر (نا)سازگاری و انتخاب بهترین والد گرده‌زا برای ژنوتیپ امیدبخش 'AL721' بادام با ارزیابی میوه‌بندی نهایی پس از تلاقی‌های کنترل شده در شرایط باغی و همچنین مطالعه اثر نوع دانه گرده بر ویژگی‌های خشک میوه و مغز انجام گردید.

مواد و روش‌ها

ژنوتیپ امیدبخش 'AL721' که از میان ژنوتیپ‌های بومی جمع‌آوری شده از منطقه شمال غربی ایران طی یک برنامه به‌نژادی بادام گزینش شده است (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۹۹) با ویژگی دیرگلدهی و داشتن پوست کاغذی به عنوان والد گرده‌گیرنده به همراه هفت رقم تجاری شامل 'آذر'، 'سهند'، 'فرانیس'، 'A200'، 'آراز'، 'اسکندر' و 'تونو' با ویژگی دیرگلدهی و صفات مطلوب خشک‌میوه و مغز به عنوان والد گرده‌زا و نیز گرده‌افشانی آزاد والد گرده‌گیرنده بعنوان شاهد در نظر گرفته شدند. درختان ۱۰-۹ ساله روی پایه بذری در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی انتخاب و عملیات باغی یکسانی بر روی آنها انجام گردید. درصد جوانه‌زنی دانه گرده ارقام گرده‌زا با استفاده از روش جاکووامارت (2007) تعیین گردید. برای انجام دگر گرده‌افشانی کنترل شده، درختان گرده‌گیرنده انتخاب و حدود ۱۴ روز قبل از زمان تقریبی باز شدن گل‌ها با استفاده از قفس‌های توری بزرگ ایزوله شدند تا از گرده‌افشانی ناخواسته جلوگیری شود. سه شاخه در جهت‌های مختلف که دارای موقعیت نسبی، تعداد گل و سطح برگ تقریبا مشابهی بودند، از قسمت میانی تاج در هر درخت انتخاب شدند. در مرحله غنچه بسته، گلبرگ‌ها و پرچم‌ها با استفاده از پنس حذف شدند تا گل‌ها اخته شوند (Rasouli and Imani, 2016). گل‌های باز شده و گل‌هایی که قبل از مرحله غنچه بسته بودند نیز حذف شدند. پس از باز شدن گل‌ها و زمانی که کلاله گل آمادگی پذیرش دانه گرده را داشت، دگر گرده‌افشانی مصنوعی با استفاده از گرده رقم مورد نظر توسط قلم مو انجام شده و پس از ۴۸ ساعت تکرار شد تا از گرده‌افشانی گل‌ها اطمینان حاصل شود (Jacquemart, 2007). پس از گذشت دو هفته از گرده‌افشانی، ضمن برداشتن قفس‌های توری، میوه‌بندی اولیه و پس از هشت هفته میوه‌بندی نهایی با شمارش تعداد میوه‌های تشکیل شده و محاسبه نسبت آنها به تعداد گل‌های تلقیح شده به دست آمد (Zarrinbal et al., 2018). برای تعیین پتانسیل باروری ژنوتیپ مادری، گرده افشانی آزاد گل‌ها در شرایط طبیعی در باغ انجام شد و میزان میوه‌بندی اولیه و نهایی به دست آمد (مومن‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). برای مطالعه اثر متازنیا و زنیا در ژنوتیپ گرده‌گیرنده، برخی از ویژگی‌های خشک میوه و مغز بادام شامل طول، عرض، ضخامت (کولیس دیجیتالی) و وزن خشک میوه (ترازوی حساس)، طول، عرض، ضخامت (کولیس دیجیتالی) و وزن مغز (ترازوی حساس)، درصد وزنی مغز، طعم مغز (تست پانل)، درصد مغزهای سالم، چروکیده و پوک مورد مطالعه قرار گرفتند (حسین‌آوا، ۱۳۹۴؛ رسولی و همکاران، ۱۳۹۹). این مطالعه در دو سال متوالی تکرار گردید. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. پلات‌های اصلی شامل اثر سال (دو سال زراعی متوالی) و پلات‌های فرعی شامل اثر رقم (هفت رقم به‌عنوان والد گرده دهنده و گرده‌افشانی آزاد به‌عنوان شاهد) بودند. هر تکرار شامل یک درخت بوده و در هر درخت سه شاخه در جهت‌های مختلف از قسمت میانی تاج درخت و در کل دارای تعداد تقریبا ۳۰۰ گل

انتخاب شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزارهای SPSS ver.20 و MSTATC استفاده شد.

نتایج و بحث

طول دوره گلدهی در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۷ تا ۱۱ روز متغیر بود، ولی آغاز و پایان گلدهی ارقام گرده‌زا با ژنوتیپ گرده‌گیرنده در دو سال متوالی به مدت چهار تا پنج روز همپوشانی داشتند. ارقام 'آذر' و 'تونو' نسبت به سایر ارقام اندکی زودگل‌تر بوده ولی از همپوشانی گلدهی کافی با ژنوتیپ مادری برخوردار بودند (زرین‌بال، ۱۴۰۳). درصد جوانه‌زنی دانه گرده در کشت درون شیشه‌ای ارقام گرده‌زا از ۸۷–۵۹ درصد متفاوت بوده، رقم 'آذر' بیشترین و رقم 'فرانیس' کمترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده را داشتند (داده‌ها نشان داده نشده است) ولی همه ارقام گرده‌زا از درصد جوانه‌زنی دانه گرده قابل قبولی برخوردار بودند. ارقام گرده‌زا در تلاقی با ژنوتیپ گرده‌گیرنده از نظر درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی در سطح احتمال ۱ درصد یا ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سال و نوع رقم گرده‌زا در ژنوتیپ گرده گیرنده 'Al721' برای صفات درصد میوه‌بندی اولیه و نهایی در جدول یک آورده شده است. این ژنوتیپ با گرده ارقام 'آذر' ، 'اسکندر' و همچنین گرده‌افشانی آزاد بیشترین و با گرده ارقام 'فرانیس'، 'تونو' و 'A200' کمترین درصد تشکیل میوه اولیه را دارا بود. همچنین با گرده ارقام 'آذر' ، 'اسکندر' و گرده‌افشانی آزاد بیشترین و با گرده ارقام 'فرانیس' و 'A200' کمترین درصد تشکیل میوه نهایی را داشت (جدول ۱).

جدول ۱– مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه در گل‌های دگر گرده‌افشانی شده ژنوتیپ 'AL721' بادام.

سال × رقم گرده‌زا	تعداد میوه اولیه	درصد تشکیل میوه اولیه	تعداد میوه نهایی	درصد تشکیل میوه نهایی	وضعیت دگر (نا)سازگاری
سال اول × رقم آذر	۷۲/۱۱±۳۳/۰۱ a†	۸۶/۴±۴۸/۹۴ a	۴۴/۸±۶۷/۵۰ ab	۵۳/۵±۲۷/۱۲ bc	دگر سازگار
سال اول × رقم سهند	۶۰/۱۵±۶۷/۰۱ b-d	۷۶/۹±۶۵/۸۵ de	۳۵/۱۲±۶۷/۰۱ d-f	۴۴/۹±۴۷/۸۸ ef	دگر سازگار
سال اول × رقم فرانیس	۶۲/۸±۶۷/۰۲ bc	۶۸/۳±۴۲/۸۷ f	۳۱/۶±۶۷/۰۲ fg	۳۴/۴±۴۷/۱۱ g	دگر سازگار
سال اول × رقمA200	۵۵/۱۰±۶۷/۵۰ de	۷۱/۷±۵۵/۱۴ ef	۲۸/۸±۰۰/۰۰ g	۳۵/۷±۷۷/۱۴ g	دگر سازگار
سال اول × رقم آراز	۶۴/۸±۶۷/۰۲ b	۸۲/۳±۳۶/۳۷ a-c	۳۴/۵±۰۰/۰۰ ef	۴۳/۲±۲۴/۸۲ ef	دگر سازگار
سال اول × رقم اسکندر	۶۴/۱۱±۰۰/۵۳ bc	۸۶/۹±۰۴/۰۹ a	۳۹/۱۰±۰۰/۵۳ c-e	۵۲/۱۱±۱۹/۷۸ b-d	دگر سازگار
سال اول × رقم تونو	۶۳/۹±۶۷/۰۱ bc	۷۹/۵±۶۵/۲۸ b-d	۳۶/۶±۳۳/۵۰ d-f	۴۵/۴±۳۷/۷۳ ef	دگر سازگار
سال اول × گرده‌افشانی آزاد	۶۵/۱۰±۳۳/۰۱ b	۸۴/۷±۸۹/۷۲ ab	۳۹/۷±۶۷/۰۲ b-d	۵۱/۵±۴۹/۷۴ b-d	دگر سازگار
سال دوم × رقم آذر	۶۱/۱۰±۶۷/۰۰ bc	۸۴/۷±۵۰/۹۱ ab	۴۳/۹±۶۷/۰۱ a-c	۵۹/۸±۷۱/۲۳ a	دگر سازگار
سال دوم × رقم سهند	۶۳/۱۰±۰۰/۵۳ bc	۸۲/۵±۵۲/۶۴ a-c	۳۷/۸±۰۰/۵۴ d-f	۴۸/۶±۲۶/۳۷ c-e	دگر سازگار
سال دوم × رقم فرانیس	۶۴/۸±۰۰/۰۰ bc	۷۸/۵±۱۶/۵۰ cd	۳۲/۷±۶۷/۰۲ fg	۳۹/۶±۷۶/۴۰ fg	دگر سازگار
سال دوم × رقمA200	۵۸/۱۲±۶۷/۰۱ c-e	۷۵/۸±۳۳/۱۹ de	۳۱/۹±۶۷/۰۱ fg	۴۰/۷±۴۴/۶۹ fg	دگر سازگار
سال دوم × رقم آراز	۵۵/۶±۰۰/۰۰ e	۷۹/۲±۵۷/۹۳ b-d	۳۲/۴±۳۳/۵۰ fg	۴۶/۳±۷۱/۱۳ de	دگر سازگار
سال دوم × رقم اسکندر	۶۵/۱۱±۳۳/۵۰ b	۸۲/۸±۲۷/۳۰ a-c	۴۵/۱۰±۰۰/۰۰ a	۵۶/۸±۵۳/۳۸ ab	دگر سازگار
سال دوم × رقم تونو	۶۲/۹±۳۳/۵۰ bc	۸۴/۴±۳۰/۹۲ ab	۳۸/۶±۶۷/۰۲ c-e	۵۲/۳±۲۸/۱۵ b-d	دگر سازگار
سال دوم × گرده‌افشانی آزاد	۶۵/۹±۳۳/۵۰ b	۸۳/۴±۱۴/۱۷ a-c	۴۵/۸±۰۰/۰۰ a	۵۷/۴±۱۴/۷۷ ab	دگر سازگار
LDS 1%	۴/۸۷	۵/۰۸	۴/۸۰	۵/۶۰	–

† حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن می‌باشد. میانگین‌ها همراه با خطای استاندارد از میانگین (±SE) ارائه شده‌اند.

ارقام گرده‌زا در تلاقی با ژنوتیپ گرده‌گیرنده از نظر برخی از صفات خشک میوه و مغز بادام شامل طول، عرض، ضخامت و وزن خشک میوه، طول، عرض، ضخامت و وزن مغز، طعم مغز، درصد وزنی مغز، درصد مغزهای سالم، مغزهای چروکیده و مغزهای پوک در سطح احتمال ۱ درصد یا ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند. ژنوتیپ 'AL721' به عنوان والد گرده گیرنده با گرده ارقام 'A200' ، 'فرانیس'

و 'سهند' بیشترین و با گرده ارقام 'آذر'، 'آراز'، 'تونو' و همچنین گرده‌افشانی آزاد کمترین مقادیر طول، عرض، ضخامت و وزن خشک‌میوه را دارا بود (جدول ۲).

جدول ۲– مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه در میوه‌های حاصل از دگر گرده‌افشانی برای ژنوتیپ 'AL721' بادام.

سال × رقم گرده‌زا	طول خشک میوه	عرض خشک میوه	ضخامت خشک میوه	وزن خشک میوه	طول مغز	عرض مغز
سال اول × رقم آذر	۳۰/۱±۴۱/۲۶ h†	۱۸/۰±۹۰/۷۹ hi	۱۳/۰±۹۲/۴۹ de	۱/۰±۹۳/۲۹ c-e	۲۳/۰±۹۰/۷۹ gh	۱۳/۰±۱۰/۳۵ i
سال اول × رقم سهند	۳۱/۱±۷۱/۱۱ f	۲۱/۰±۲۲/۵۰ d	۱۴/۰±۲۵/۲۵ c	۲/۰±۴۰/۲۰ ab	۲۵/۰±۳۱/۸۰ d	۱۶/۰±۶۲/۲۹ a
سال اول × رقم فرانیس	۳۳/۰±۲۸/۶۹ cd	۲۰/۰±۹۹/۵۴ d	۱۵/۰±۰۹/۳۰ a	۲/۰±۳۱/۲۵ b	۲۵/۰±۸۰/۷۴ c	۱۴/۰±۶۲/۴۹ ef
سال اول × رقمA200	۳۴/۰±۲۲/۴۵ a	۲۲/۰±۴۲/۴۵ a	۱۴/۰±۵۶/۲۹ b	۲/۰±۳۵/۳۰ ab	۲۶/۰±۰۱/۹۰ b	۱۵/۰±۲۷/۶۰ d
سال اول × رقم آراز	۳۰/۰±۲۹/۸۰ h	۱۹/۰±۲۲/۶۰ fg	۱۳/۰±۰۲/۳۰ h	۱/۰±۸۷/۲۹ de	۲۳/۰±۵۱/۷۰ i	۱۳/۰±۲۴/۲۳ i
سال اول × رقم اسکندر	۳۲/۰±۹۷/۵۰ de	۲۲/۰±۱۲/۳۰ bc	۱۴/۰±۴۹/۳۹ b	۱/۰±۹۳/۱۹ c-e	۲۴/۰±۳۸/۷۰ e	۱۴/۰±۴۰/۱۵ fg
سال اول × رقم تونو	۳۱/۰±۱۲/۸۹ g	۱۹/۰±۳۷/۵۹ f	۱۴/۰±۱۲/۳۰ cd	۲/۰±۰۵/۱۵ c	۲۴/۰±۰۲/۷۹ fg	۱۳/۰±۸۶/۵۹ h
سال اول × گرده‌افشانی آزاد	۳۰/۱±۴۶/۱۰ h	۱۸/۰±۹۶/۹۰ gh	۱۳/۰±۲۷/۵۸ g	۱/۰±۹۹/۳۹ cd	۲۳/۱±۹۵/۰۰ gh	۱۳/۰±۶۷/۷۰ h
سال دوم × رقم آذر	۳۰/۰±۲۸/۹۰ h	۱۸/۰±۴۸/۴۹ j	۱۳/۰±۷۸/۳۹ e	۱/۰±۸۳/۲۹ e	۲۳/۰±۷۵/۷۰ h	۱۳/۰±۱۵/۲۹ i
سال دوم × رقم سهند	۳۳/۰±۵۶/۴۹ bc	۲۱/۰±۰۷/۳۹ d	۱۴/۰±۰۸/۲۹ cd	۲/۰±۴۸/۲۵ a	۲۵/۰±۲۱/۳۹ d	۱۶/۰±۲۸/۳۰ b
سال دوم × رقم فرانیس	۳۳/۰±۴۹/۶۹ bc	۲۰/۰±۳۷/۴۹ e	۱۵/۰±۲۱/۳۹ a	۲/۰±۳۸/۲۹ ab	۲۵/۰±۷۲/۴۹ c	۱۴/۰±۸۲/۳۰ e
سال دوم × رقمA200	۳۳/۰±۹۱/۸۹ ab	۲۱/۰±۸۷/۴۹ c	۱۴/۰±۲۲/۳۰ c	۲/۰±۴۵/۳۹ a	۲۶/۰±۲۲/۴۴ a	۱۵/۰±۵۷/۳۹ c
سال دوم × رقم آراز	۳۰/۰±۴۱/۳۹ h	۱۹/۰±۴۶/۲۹ f	۱۲/۰±۸۵/۲۰ h	۱/۰±۸۱/۲۵ e	۲۳/۰±۴۲/۲۵ i	۱۳/۰±۳۱/۲۰ i
سال دوم × رقم اسکندر	۳۲/۰±۷۴/۶۴ e	۲۲/۰±۳۵/۴۹ ab	۱۴/۰±۵۱/۳۴ b	۱/۰±۸۶/۲۹ de	۲۴/۰±۲۱/۴۴ ef	۱۴/۰±۲۲/۲۵ g
سال دوم × رقم تونو	۳۱/۰±۰۲/۶۹ g	۱۹/۰±۲۴/۴۹ f	۱۴/۰±۱۵/۳۹ c	۱/۰±۸۴/۳۹ e	۲۳/۰±۸۸/۴۹ gh	۱۳/۰±۶۳/۲۹ h
سال دوم × گرده‌افشانی آزاد	۳۰/۱±۴۱/۱۰ h	۱۸/۰±۶۷/۷۰ ij	۱۳/۰±۵۶/۵۹ f	۱/۰±۹۴/۴۰ c-e	۲۴/۰±۰۳/۴۸ fg	۱۳/۰±۷۱/۳۹ h
LDS 5%	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۲۴

† حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون دانکن می‌باشد. میانگین‌ها همراه با خطای استاندارد از میانگین (±SE) ارائه شده‌اند.

ادامه جدول ۲– مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه در میوه‌های حاصل از دگر گرده‌افشانی برای ژنوتیپ 'AL721' بادام.

سال × رقم گرده‌زا	ضخامت مغز	وزن مغز	درصد وزنی مغز	طعم مغز	درصد مغز سالم	درصد مغز چروکیده	درصد مغز پوک
سال اول × رقم آذر	۷/۰±۰۹/۱۱ gh†	۱/۰±۰۹/۰۷ ef	۵۷/۵±۰۰/۲۱ b-d	شیرین	۹۵/۳±۰۰/۰۰ b	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۵/۳±۰۰/۰۰ a
سال اول × رقم سهند	۷/۰±۸۱/۱۵ ab	۱/۰±۲۲/۱۰ b-d	۵۰/۰±۸۲/۱۴ ef	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۵/۲±۰۰/۰۰ b	۵/۴±۰۰/۰۰ a
سال اول × رقم فرانیس	۷/۰±۲۵/۲۵ e-g	۱/۰±۲۵/۲۴ bc	۵۳/۴±۹۱/۷۸ c-e	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۵/۴±۰۰/۰۰ a
سال اول × رقمA200	۷/۰±۹۵/۳۰ a	۱/۰±۳۵/۲۰ a	۵۷/۱±۱۶/۴۱ b-d	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۱۰/۵±۰۰/۰۰ a	۵/۴±۰۰/۰۰ a
سال اول × رقم آراز	۷/۰±۰۲/۱۵ h	۱/۰±۱۴/۱۳ d-f	۶۱/۲±۳۸/۳۶ ab	شیرین	۹۵/۲±۰۰/۰۰ b	۵/۴±۰۰/۰۰ b	۵/۲±۰۰/۰۰ a
سال اول × رقم اسکندر	۷/۰±۱۰/۱۵ gh	۱/۰±۱۱/۱۰ d-f	۵۷/۰±۸۹/۶۳ b-d	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۵/۴±۰۰/۰۰ a
سال اول × رقم تونو	۷/۰±۵۱/۳۰ cd	۱/۰±۱۸/۱۶ c-e	۵۷/۳±۲۰/۶۲ b-d	شیرین	۹۵/۳±۰۰/۰۰ b	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۵/۳±۰۰/۰۰ a
سال اول × گرده‌افشانی آزاد	۷/۰±۱۸/۵۵ f-h	۱/۰±۱۵/۱۶ c-f	۵۸/۳±۲۹/۳۵ bc	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۵/۴±۰۰/۰۰ b	۵/۴±۰۰/۰۰ a
سال دوم × رقم آذر	۷/۰±۱۹/۲۴ f-h	۱/۰±۰۵/۱۴ f	۵۷/۱±۶۰/۳۹ b-d	شیرین	۹۹/۰±۰۰/۰۰ a	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۱/۰±۰۰/۰۰ b
سال دوم × رقم سهند	۷/۰±۶۳/۱۹ bc	۱/۰±۱۷/۱۵ c-e	۴۷/۱±۰۸/۳۰ f	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۵/۴±۰۰/۰۰ a
سال دوم × رقم فرانیس	۷/۰±۳۴/۱۹ d-f	۱/۰±۲۰/۱۵ b-d	۵۰/۰±۳۴/۰۹ ef	شیرین	۹۹/۰±۰۰/۰۰ a	۱۰/۵±۰۰/۰۰ a	۱/۰±۰۰/۰۰ b
سال دوم × رقمA200	۷/۰±۸۷/۳۰ a	۱/۰±۲۹/۲۵ ab	۵۲/۱±۳۱/۷۷ d-f	شیرین	۹۵/۲±۰۰/۰۰ b	۵/۲±۰۰/۰۰ b	۵/۲±۰۰/۰۰ a
سال دوم × رقم آراز	۷/۰±۱۱/۱۵ gh	۱/۰±۱۸/۰۹ c-e	۶۵/۳±۷۳/۸۹ a	شیرین	۹۹/۰±۰۰/۰۰ a	۷/۲±۰۰/۰۰ ab	۱/۰±۰۰/۰۰ b
سال دوم × رقم اسکندر	۷/۰±۲۱/۲۰ e-h	۱/۰±۱۶/۱۴ c-e	۶۲/۲±۶۵/۱۷ ab	شیرین	۹۸/۱±۰۰/۰۰ a	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۲/۱±۰۰/۰۰ b
سال دوم × رقم تونو	۷/۰±۴۰/۳۰ de	۱/۰±۱۴/۱۵ d-f	۶۲/۵±۶۰/۳۷ ab	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۱/۰±۰۰/۰۰ c	۵/۴±۰۰/۰۰ a
سال دوم × گرده‌افشانی آزاد	۷/۰±۲۸/۲۷ e-g	۱/۰±۱۸/۱۷ c-e	۶۱/۳±۲۲/۷۵ ab	شیرین	۹۵/۴±۰۰/۰۰ b	۵/۴±۰۰/۰۰ b	۵/۴±۰۰/۰۰ a
LDS 5%	۰/۱۸	۰/۰۹	۵/۰۷	–	۲/۴۰	۳/۴۸	۲/۴۰

† حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون دانکن می‌باشد. میانگین‌ها همراه با خطای استاندارد از میانگین (±SE) ارائه شده‌اند.

این ژنوتیپ با گرده ارقام 'A200' و 'سهند' بیشترین و با گرده ارقام 'آراز'، 'اسکندر'، 'تونو' و گرده‌افشانی آزاد کمترین مقادیر طول، عرض، ضخامت و وزن مغز بادام را داشت. درصد وزنی مغز در این ژنوتیپ با گرده رقم 'آراز' بیشترین و با گرده رقم 'سهند' کمترین مقدار بود. نوع دانه گرده بر طعم مغز بادام در ژنوتیپ 'AL721' موثر نبوده و همه مغزها دارای طعم شیرین بودند. میوه‌های حاصل از گرده ارقام 'آذر'، 'فرانیس'، 'آراز' و 'اسکندر' دارای بیشترین درصد مغزهای سالم و کمترین درصد مغزهای پوک بودند. میوه‌های حاصل از گرده ارقام 'A200'، 'فرانیس' و 'آراز' دارای بیشترین درصد مغزهای چروکیده بودند (جدول ۲).

در مطالعه حاضر، با وجود چشمگیر بودن درصد میوه‌بندی اولیه، به دلیل تلقیح ناقص گل‌ها و تشکیل نشدن جنین، ریزش میوه‌چه‌ها مشهود بوده و میوه‌بندی نهایی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت. ریزش اولیه میوه‌چه‌ها سنگین‌ترین ریزش بوده و میوه‌چه‌های ریز و نمو نیافته حاصل از تلقیح ناقص گل‌ها ریزش می‌کنند (Zarrinbal et al., 2018). به علاوه، درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی در ژنوتیپ 'Al721' پس از گرده‌افشانی آزاد که نمایان‌گر پتانسیل باروری آن در شرایط باغی است، طی دو سال متوالی اندکی متفاوت بود که با تغییر دمای هوا، بارندگی، وزش باد و نوسان در فعالیت حشرات گرده‌افشان مرتبط می‌باشد. حسین‌آوا (۱۳۹۴) دگر ناسازگاری چند رقم تجاری بادام را در مناطق مشکین‌شهر و کرج مورد مطالعه قرار داد. پایه‌های مادری شامل ارقام 'آیدین'، 'آراز' و 'صبا' بودند که با دانه گرده ارقام 'A200'، 'آیدین'، 'شاهرود ۲'، 'شکوفه'، 'سهند'، 'آراز'، 'صبا'، 'سوپرنوا' و 'اسکندر' گرده‌افشانی شدند. نتایج نشان داد که بیشترین درصد تشکیل میوه (۲۹/۷۲ درصد) در تلاقی والد پدری 'سهند' با والد مادری 'صبا' به دست آمد. کمترین درصد تشکیل میوه نیز در تلاقی‌های والد پدری 'آراز' با والد مادری 'آیدین'، والد پدری 'A200' با والد مادری 'آراز' و والد پدری 'شکوفه' با والد مادری 'صبا' (به ترتیب ۱۰/۷۱، ۹/۶۵ و ۷/۰۱ درصد) مشاهده گردید. ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز حاصل از تلاقی‌های انجام شده نیز اختلاف معنی‌داری داشتند و در تلاقی‌هایی که رقم 'آیدین' به عنوان والد مادری بود، میوه درشت‌تری به دست آمد. دژم‌پور (۱۳۸۴) در مطالعه اثر دانه گرده بر ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز در چند رقم تجاری بادام شامل 'شکوفه'، 'آذر'، 'فرانیس'، 'یلدا' و 'سهند' با انتخاب والدهای پدری و مادری از ارقامی که دارای میوه با اندازه بزرگ یا کوچک، مغز شیرین یا تلخ، پوسته چوبی نازک یا سخت، ویژگی دیررسی و زودرسی بودند، گزارش نمود که دانه گرده بر ویژگی‌های سفتی پوست میوه، زمان رسیدن، شکل میوه و ابعاد مغز تاثیر معنی‌داری داشته، ولی روی طعم مغز، نحوه جدا شدن میوه از درخت، رنگ مغز و چروکیدگی مغز اثرمعنی‌داری نشان نداد.

تمایل درختان بادام به میوه‌دهی نامنظم و سازگاری اکولوژیکی محدود (Socias i Company, 2017)، اهمیت گرده‌افشانی و تشکیل میوه در آنها را نشان می‌دهد. خود(نا)سازگاری و دگر(نا)سازگاری در بادام مدیریت باغ را با پیچیدگی‌هایی مواجه می‌کند و با توجه به این که معمولا شرایط آب‌وهوایی در طول دوره گلدهی مساعد نمی‌باشد، عدم گرده‌افشانی مناسب یک عامل محدود کننده در تولید میوه به شمار می‌آید (حسین‌آوا، ۱۳۹۴). با توجه به اینکه ژنوتیپ 'Al721' ویژگی خود ناسازگاری دارد (زرین‌بال، ۱۴۰۳)، مطالعه دگر(نا)سازگاری آن با ارقام تجاری و تعیین بهترین والد گرده‌زا قبل از معرفی رقم جدید با تاکید بر همپوشانی زمان گلدهی و سازگاری دانه گرده ضروری بود.

بر اساس نتایج این مطالعه، ارقام 'آذر' و 'اسکندر' بعنوان ارقام گرده‌زای مناسب برای ژنوتیپ 'Al721' پیشنهاد شدند. با وجود اینکه اندازه میوه در بادام می‌تواند تحت تأثیر مدیریت به‌باغی قرار بگیرد، یافته‌ها نشان داد که میوه‌های حاصل از دانه گرده ارقام 'فرانیس' و 'A200' دارای خشک‌میوه و مغز با ابعاد بزرگ‌تر و وزن بیشتری بودند که اثر متازنیا و زنیا در بادام را نشان می‌دهد.

منابع

حسین‌آوا، س. ۱۳۹۴. ارزیابی سازگاری گرده‌افشانی و انتخاب گرده‌زای مناسب برای ارقام تجاری بادام. به‌نژادی نهال و بذر، ۳۱(۱): ۹۴-۷۷.

دژم‌پور، ج. ۱۳۸۴. تعیین و مقایسه بهترین تلقیح کننده و تأثیر دانه گرده روی خصوصیات میوه ارقام بادام. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. انتشارات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۴۴ صفحه.

رسولی، م.، جعفری‌طائمه، ع.، رحمتی‌جنیدآباد، م. و جنتی‌زاده، ع. ع. ۱۴۰۱. ارزیابی سازگاری گرده‌افشانی و انتخاب گرده‌زای مناسب برای رقم تجاری بادام شاهرود ۱۲. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۵(۲): ۱۴۱–۱۵۴.

زرین‌بال، م.، فتحی، ح.، دژم‌پور، ج. و موسوی‌زاده، س. ع. ۱۳۹۹. ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز برخی از رقم‌ها و نژادگان‌های بادام شمال‌غرب ایران. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۱(۴): ۳۹۵–۴۱۴.

زرین‌بال، م. ۱۴۰۳. مطالعه خود (نا)سازگاری و تعیین مناسب‌ترین والد گرده‌دهنده برای چهار ژنوتیپ امیدبخش بادام. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. انتشارات مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی. شماره فروست در سامانه فیپاک ۶۶۰۸۶. ۶۱ صفحه.

فلاح، م.، ایمانی، ع.، شرفی، ی. و رسولی، م. ۱۳۹۶. بررسی سازگاری گرده و مادگی تلاقی دی‌آلل بادام با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت و درصد تشکیل میوه. نخستین کنفرانس بین‌المللی و دهمین کنگره ملی علوم باغبانی ایران. ۱۳–۱۶ شهریور ۱۳۹۶. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.

مومن‌پور، ع.، عبادی، ع.، ایمانی، ع. و رحیمی، ع. ر. ۱۳۹۰. بررسی اثر خود و دگر گرده‌افشانی روی کمیت و کیفیت میوه برخی از ژنوتیپ‌های خود سازگار بادام. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۸(۴): ۷۳–۸۹.

Alizadeh, S. and Arzani, K. 2014. Xenia in almonds: pollen source effect on characteristics of some Iranian late-blooming almonds and their self-incompatibility. Journal of Nuts, 5(1): 33–38.

Alonso JM and Socias i Company R. 2005. Self-incompatibility expression in self-compatible almond genotypes may be due to inbreeding. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130: 865–869.

Jacquemart AL. 2007. Methods for determining compatibility and pollinator efficiency in temperate fruit species. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, 1(1): 26–38.

Kester DE, Gradziel TM and Micke WC. 1994. Identifying pollen incompatibility groups in California almond cultivars. Journal of American Society for Horticultural Science, 119(1): 106–109.

Rasouli, M. and Imani, A. 2016. Effect of supplementary pollination by different pollinizers on fruit set and nut physicochemical traits of ‘Supernova’, a self-compatible almond. Fruits, 71(5): 299–306.

Socias i Company R, Alonso JM, Kodad O and Gradziel Th M. 2017. Almond, in: Badenes ML and Byrne DH. (Eds.), Fruit breeding. Springer, New York, pp. 697–728.

Zarrinbal, M., Soleimani, A., Baghban kohnehrouz, B. and Dejampour, J. 2018. Self-compatibility in some apricot (Prunus armeniaca L.) genotypes. Crop Breeding Journal, 8(1-2): 49–59.

Study of cross-compatibility and introduction of appropriate pollinizer for 'AL721' almond promising genotype

Mohammad Zarrinbal[1*] and Jalil Dejampour[1]

1. Agricultural and Horticultural Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

**Corresponding Author : m.zarrinbal@areeo.ac.ir*

Abstract

This study was conducted to determine the pollen compatibility of seven almond (*Prunus dulcis* Mill.) cultivars, including 'Azar', 'Sahand', 'Fragness', 'A200', 'Araz', 'Iskandar' and 'Tuono' (Male parents), in crossing with the 'AL721' promising genotype (Female parent) and to select the suitable pollinizer to ensure fruit set and fruit quality. The percentage of initial and final fruit set, as well as some traits of nut and kernel were evaluated after controlled pollination for two consecutive years. The experiment was done as a split plot in the form of a randomized complete block design in three replications. The main plots included the effect of year on two levels (two years) and the subplots included the effect of pollinizers on eight levels (seven cultivars as pollinizers and open pollination as control). All of the studied pollinizers had pollen compatibility with the 'AL721', but the highest percentage of final fruit set was achieved when it was pollinated with 'Azar' and 'Iskandar' cultivars and open pollination (59%, 56% and 57%, respectively). The highest values of almond nut weight were obtained with pollens from 'Sahand' and 'A200' cultivars (2.48 and 2.45 grams, respectively), and the lowest values were obtained with pollen from 'Araz', 'Azar', and 'Tuono' cultivars (1.81, 1.83, and 1.84 grams, respectively). The weight percentage of kernels was high (65/73%) with pollens from 'Araz' and low (47/08%) with the pollens from 'Sahand'. For the 'AL721' genotype, the type of pollen had no effect on the taste of kernels, so all the kernels had a sweet taste. Fruits produced from pollens of 'Azar', 'Fragness', 'Araz' and 'Iskandar' had the highest percentage (99%, for all) of complete kernels and the lowest percentage (1%, for all) of empty kernels. Fruits produced from pollens of 'A200', 'Fragness' and 'Araz' had the highest percentage (10%, 10% and 7%, respectively) of wrinkled kernels. These findings are useful for recommend the appropriate pollinizers to introduce a new cultivar and to sustainable production of the crop.

Key words: Almond, Final fruit set, Pollen compatibility, Shell, and kernel quality.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر بسترهای مختلف کشت بر خصوصیات مورفولوژیک و تولید پیازچه در گیاهچه بذری آماریلیس (*Hippeastrum* spp)

پروانه تقی‌دوست[1*] و سمیه سفیدگر شاکلائی[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *Parvanetaghidust@gmail.com*

چکیده

گیاه آماریلیس یک گیاه سوخدار است که بصورت گلدانی و شاخه بریده و همچنین در فضای سبز نیز کاربرد دارد و به روش سنتی از طریق تولید پیازچه و کشت بذر تکثیر می شود و جهت گلدهی، دوره رشدی طولانی دارد. به همین دلیل این پژوهش جهت تعیین بهترین بستر کشت برای رشد گیاهچه‌های بذری این گیاه انجام شد تا دوره رشد گیاه کوتاه‌تر شود. یکی از روش‌های مناسب برای رسیدن به عملکرد بهینه استفاده از بسترهای معدنی و آلی به عنوان بستر کشت گیاهان زینتی می‌باشد و یکی از ضرورت‌های توسعه کشت گیاهان زینتی یافتن بسترهای کشت مناسب برای تولید و پرورش آن‌ها می‌باشد. این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی، در ۸ تیمار و ۳ تکرار، جهت بررسی مناسب‌ترین بستر کشت گیاه آماریلیس، در دانشگاه گیلان انجام شد. تیمارها شامل ۸ بستر کشت مختلف ۱) خاک رس + پرلیت به نسبت ۱:۱، ۲) پرلیت + کوکوپیت به نسبت ۱:۱، ۳) کوکوپیت، ۴) پرلیت + خاکبرگ به نسبت ۱:۱، ۵)خاک رس + خاک سوزنی برگ به نسبت ۱:۱، ۶) پرلیت + ورمی کمپوست به نسبت ۱:۱، ۷) کوکوپیت + ورمی کمپوست به نسبت ۱:۱، ۸) پرلیت بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بسترهای کشت در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0.05$) بر ویژگی‌های مورفولوژیک معنی‌دار شدند که بیانگر وجود اثرات مثبت بسترها بر همه صفات می‌باشد. بیشترین تعداد برگ (۴/۱۱ عدد در بوته)، ارتفاع برگ (۱۸/۷۹ سانتی‌متر)، عرض برگ (۰/۹۶ سانتی‌متر) و قطر پیازچه (۱/۰۱ سانتی‌متر) در تیمار خاک رس + خاک سوزنی برگ مشاهده گردید. بنابراین بستر کشت خاک رس + خاک سوزنی برگ برای بهبود خصوصیات کمی و کیفی نشاء گیاه آماریلیس در دوره رویشی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آماریلیس، پرلیت، کوکوپیت و قطر پیازچه.

مقدمه

گیاه هیپستروم (Hippeastrum × hybridum) با نام علمی آماریلیس (Amaryllis)، یکی از گیاهان پیازی می‌باشد که در اکثر نقاط دنیا به عنوان یک گیاه با ارزش زینتی عرضه می‌شود. گیاهی است از خانواده آماریلیداسه(Amaryllidaceae)و جنس هیپستروم(*Hippeastrum*)،بومی آمریکای مرکزی و جنوبی؛ این جنس بیش از ۷۵ گونه دارد (خرازی و همکاران، ۱۳۹۶). این گیاه در کشورهای هلند، آفریقای جنوبی و ایالات متحده در مقیاس تجاری پرورش داده می‌شود(Wilmot and Laubscher, 2019). بر اساس گزارش‌های اداره بازرگانی سوئد، در سال ۲۰۰۹، جزو ۱۰ گل برتر شاخه بریده دنیا مطرح گردید. (خرازی و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین در همان سال با فروش ۳۶ پوند(در سال)در هلند، رتبه نهم را در بین گل‌های شاخه بریده هلند به خود اختصاص داد و براساس طبقه بندی اتحادیه اروپا، به عنوان هشتمین گل شاخه بریده مهم مطرح گردید (خرازی و همکاران، ۱۳۹۶).

آگاهی از شرایط مطلوب رشد گیاهان از قبیل نور، تهویه، دما، نوع رقم و خاک در افزایش عملکرد گیاهان نقش مهمی دارند. در این میان استفاده از بستر کاشت مناسب نیز نقش بسیار مهمی در فراهم آوردن شرایط مطلوب جهت رشد گیاهان گلدانی دارد (خلج و همکاران، ۱۴۰۱). برای تولید با کیفیت این گیاه به عنوان گیاه گلدانی یا شاخه بریده، بستر کشت گیاه باید مورد توجه تولیدکننده قرار گیرد. بسیاری از تولیدکنندگان معتقد هستند که بسیاری از مشکلات هنگام تولید، همبستگی زیادی با کیفیت بسترهای کشت دارند، در نتیجه تولیدکنندگان اغلب بسترهای کشت متفاوتی را آزمایش می‌کنند تا یکی از مواردی را که برای تولید آن محصول بهتر است انتخاب کنند. از این رو، یک

محیط رشد ایده‌آل به اولین و مهترین نیاز برای کشت موفق هر گیاه تبدیل شده است (El-Naggar and El-Nasharty, 2009). یکی از روش‌های مناسب برای رسیدن به عملکرد بهینه و تولید گل‌های با کمیت و کیفیت بازارپسند، استفاده از بسترهای معدنی و آلی به عنوان بستر کشت گیاهان زینتی می‌باشد. امروزه در سیستم‌های کشت بدون خاک از بسترهای کشت معدنی و آلی متنوعی در سطح جهان استفاده می‌شود. بستر کشت مطلوب علاوه بر داشتن خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک، قیمت نسبتا ارزان، در دسترس بودن و پایدار بودن آن‌ها مورد توجه بوده و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد (خلج و همکاران، ۱۴۰۱). امروزه از مواد متفاوتی به‌عنوان بستر کاشت گیاهان به ویژه گیاهان زینتی استفاده می‌گردد. بستر مطلوب باید دارای خصوصیاتی مانند ظرفیت نگهداری مناسب آب، تهویه کافی، زهکشی خوب و ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی داشته و همچنین نباید هیچ گونه تاثیر مضری بر گیاه داشته باشد (ترکاشوند و همکاران، ۱۳۹۲). مواد استفاده شده به عنوان بستر کاشت می‌تواند یک ماده آلی (کوکوپیت، پوست درخت، پیت ماس و یا مواد آلی دیگر) و یا یک ماده غیر آلی مانند پرلیت، ورمی کولیت، ماسه، زئولیت و پوکه صنعتی باشد. همچنین بسترها ممکن است به تنهایی یا همراه با هم استفاده گردند (خلج و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به اهمیت بسترهای کشت در کیفیت و عملکرد گیاه و عدم وجود مطالعات کافی در زمینه تاثیر بسترهای کشت مختلف در گیاه آماریلیس، این پژوهش انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر جهت بررسی مناسب‌ترین بستر کشت تولید و پرورش گیاهچه آماریلیس، به صورت طرح کاملا تصادفی با ۸ تیمار و ۳ تکرار و برای هر تکرار۳ مشاهده، در تیر ماه ۱۴۰۳در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. تیمارها شامل ۸ بستر کشت مختلف ۱) خاک رس + پرلیت به نسبت ۱: ۱، ۲) پرلیت + کوکوپیت به نسبت ۱:۱، ۳) کوکوپیت، ۴) پرلیت + خاکبرگ به نسبت ۱:۱، ۵)خاک رس + خاک سوزنی برگ به نسبت ۱:۱، ۶) پرلیت + ورمی کمپوست به نسبت ۱:۱، ۷) کوکوپیت + ورمی کمپوست به نسبت ۱:۱، ۸) پرلیت بودند.

بذر گیاه آماریلیس رنگ قرمزاز کپسول‌های رسیده برداشت شدند و در تیر ماه ۱۴۰۳در بستر کاشت پرلیت با زهکشی مناسب در گلخانه ای با شرایط دمایی ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد کشت شدند. جوانه زنی بذر پس از ۴ هفته انجام شد و گیاهچه‌های سبزشده به گلدان‌هایی با ۸ بستر کشت مختلف منتقل شدند. آبیاری گلدان‌ها با توجه به پایش هر روزه رطوبت بستر کشت، برای گلدان انجام شد. کوددهی براساس عرف تولید کننده‌های گیاهان مشابه، پس از کشت در تیمارها اعمال شد. در پایان آزمایش (پس از ۹ ماه)، صفات مورفولوژیک قطر پیازچه، تعداد برگ ،ارتفاع و عرض برگ گیاهچه ها اندازه‌گیری شد. میانگین قطر پیازچه با استفاده از کولیس بر حسب میلی‌متر، ارتفاع و عرض برگ بر حسب سانتی‌متر و با استفاده از خط کش اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و همچنین مقایسه میانگین داده‌های آزمایش با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد.

نتایج و بحث

اثر نوع بستر کشت بر تعداد، ارتفاع و عرض برگ گیاهچه آماریلیس

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر بستر کشت بر تعداد، ارتفاع و عرض برگ گیاهچه آماریلیس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد برگ ۴/۱۱ در بوته، ارتفاع ۱۸/۷۹ سانتی‌متر و عرض برگ ۰/۹۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار خاک رس + خاک سوزنی برگ بود (جدول ۲). گیاهچه‌های رشد یافته در بستر خاک رس + خاک سوزنی برگ در مقایسه با گیاهچه های رشد یافته در بستر پرلیت دارای ارتفاع، تعداد و عرض برگ بیشتری بودند که به ترتیب ۹۰، ۱۰۵ و ۹۲ درصد نسبت به بستر کشت پرلیت بیشتر بود (شکل ۱) (جدول ۲). خاک سوزنی برگ به علت ماده آلی بالا و pH پایین موجب بهبود ساختار خاک و کاهش pH بستر کشت خاک رس + خاک سوزنی برگ شده که منجر به افزایش رشد رویشی گیاهچه گردید (زرافشار و همکاران، ۱۳۹۹). ترکیب این دو بستر (خاک رس + خاک سوزنی برگ) با فراهم آوردن شرایط رشد و نمو گیاه (ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر، مواد آلی بالاو ظرفیت نگهداری مناسب آب در خاک) موجب جذب بهتر آب و مواد غذایی توسط گیاه شد (شکل ۱)(جدول ۲) و در نتیجه ویژگی رویشی

گیاه مانند تعداد، ارتفاع و عرض برگ در آن نسبت به بسترهای دیگر بهتر شده است (Marschner, 2012). در آزمایشی استفاده از خاک برگ + ماسه توانست به طور موثری موجب بهبود خصوصیات کیفی گل آماریلیس در دوره رشد رویشی برای استفاده از آن به عنوان گل شاخه بریده یا گیاه گلدانی استفاده شود (El-Naggar and El-Nasharty, 2009). النجار و الناشاراتی (۲۰۰۹) گزارش کردند که بستر کشت خاک برگ یا بستر کشت خاک برگ همراه با ماسه، بهترین بستر کشت جهت تکثیر گیاه آماریلیس با کیفیت مطلوب می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفت برگ.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		تعداد برگ	ارتفاع برگ	عرض برگ
تیمار	۷	۱/۵۴**	۳۱/۵۳***	۰/۰۷**
خطا	۱۶	۰/۲۷۳	۱/۴۹	۰/۰۱
ضریب تغییرات		۱۸	۸/۳۶	۱۳/۰۹

*** و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ و ۱ درصد

جدول ۲- اثر نوع بستر کشت بر تعداد، ارتفاع و عرض برگ گیاهچه آماریلیس.

تیمارها	تعداد برگ (در بوته)	ارتفاع برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)
خاک رس + پرلیت	b۲/۶۶	c۱۰/۵۴	de۰/۶۲
پرلیت + کوکوپیت	b۲/۶۶	b۱۴/۵۵	bcd۰/۷۲
کوکوپیت	a۳/۸۸	a۱۸/۰۱	ab۰/۸۹
پرلیت + خاکبرگ	b۲/۵۵	b۱۴/۰۶	abc۰/۸۵
خاک رس + خاک سوزنی برگ	a۴/۱۱	a۱۸/۷۹	a۰/۹۶
پرلیت + ورمی‌کمپوست	b۲/۷۷	a۱۶/۸۵	a۰/۹
کوکوپیت + ورمی‌کمپوست	b۲/۵۵	b۱۴/۳۱	dc۰/۶۹
پرلیت	b۲	c۹/۸۶	e۰/۵۰

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

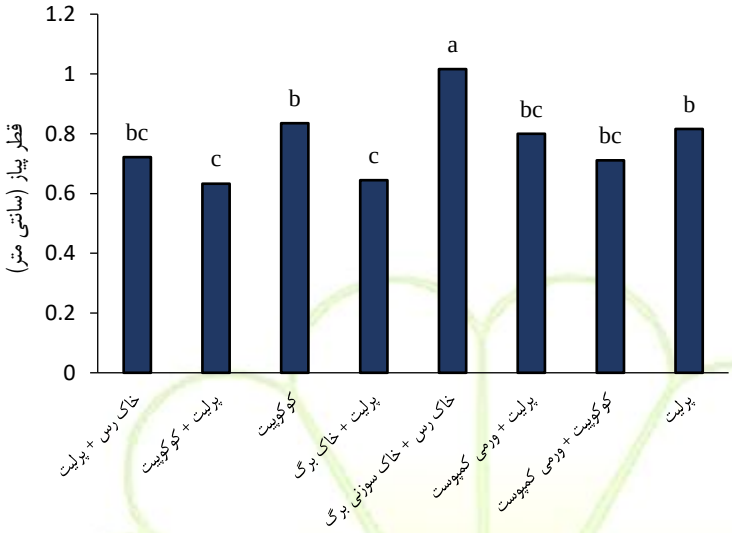


شکل ۱- الف) گیاهچه رشد یافته در بستر پرلیت ب) گیاهچه رشد یافته در بستر خاک رس+ خاک سوزنی برگ.

اثر نوع بستر کشت بر قطر پیازچه گیاه آماریلیس

مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۲) نشان داد که بیشترین قطر پیاز به میزان ۱/۰۱ سانتی‌متر از کاربرد خاک رس + خاک سوزنی برگ حاصل شد که ۲۳ درصد نسبت به بستر کشت پرلیت بیشتر بود. (شکل ۱). خاک رس به تنهایی به دلیل بافت سنگین، بستر مناسبی برای رشد گیاه نمی‌باشد، ولی ترکیب خاک رس با خاک سوزنی برگ به دلیل متعادل ساختن pH، EC و عناصر غذایی می‌تواند ترکیب مناسبی

برای رشد گیاه باشد (زرافشار و همکاران، ۱۳۹۹). بستر حاوی خاک رس + خاک سوزنی برگ به دلیل داشتن pH اسیدی که مورد نیاز گیاه آماریلیس است باعث افزایش رشد گیاه در این بستر شده است. Agusto et al. (2002) بیان کردند که سوزنی برگان باعث افزایش اسیدیته خاک می‌شوند. بدیهی است که تغییرات pH خاک موجب تغییراتی در جذب نیتروژن و فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جذب مواد غذایی توسط گیاهان می‌شود.



شکل ۲- اثر نوع بستر کشت بر قطر پیازچه گیاهچه آماریلیس.

منابع

ترکاشوند، ع.م.، دلجوی توحیدی، ط.، هاشم آبادی، د. و کاویانی، ب. ۱۳۹۲. اثر بسترهای مختلف کشت و روش‌های کوددهی بر خصوصیات رشد و عملکرد گل مینا چمنی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۲۱ (۵): ۱۰۹-۹۶.

خرازی، س.م.، تهرانی‌فر، ع.، نعمتی، س.ح. و باقری، ع. ۱۳۹۶. تاثیر موقعیت فلس و نوع بستر کشت در تولید پیازچه به روش فلس جفتی در گیاه آماریلیس (*Hippeastrum* × *johnsonii*) نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۱ (۱):۲۰۰-۱۹۰.

خلج، م.، عظیمی، م. و یوسفبیگی، ا. ۱۴۰۱. اثر بسترهای مختلف کشت بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک، بیوشیمیایی و جذب عناصر غذایی پرمصرف در دوره رشد رویشی گل نسرین (*Hippeastrum* spp.). تولیدات گیاهی، ۴۵(۴)، ۵۱۹-۵۳۱.

زرافشار، م.، روستا، م.ج.، متینی‌زاده، م.، بردبار، س.ک.، عنایتی، ک.، کوچ، ی.، نگهدار صابر، م. و عباسی، ع. ۱۳۹۹. مقایسه میزان ذخیره کربن و نیتروژن در خاک کاربری‌های جنگل دست‌کاشت، جنگل طبیعی و اراضی کشاورزی آبخیز دشت ارژن در استان فارس. بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ۱۶(۸):۱۷۲-۱۶۵.

Agusto, L., Jacques, R., Binkely, D. and Roth, A. 2002. Impacts of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Annals of Forest Science, 59: 233–253.

El-Naggar, A.H. and El-Nasharty, A.B. 2009. Effect of growing media and fertilization on growth, flowering, bulbs productivity and chemical constituents of Hippeastrum vittatum Herb. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 6: 360–371.

Marschner, H. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 651 p.

Wilmot, C.M. and Laubscher, C.P. 2019. Flowering initiation in Amaryllis belladonna. Acta Horticulturae, 1237: 137–144.

Effect of different growing media on morphological characteristics and Bulblet production of Amaryllis (*Hippeastrum ssp*.)

Parvane taghidoust[1*] and Somaye Sefidgar Shahkolaie[2]
1. Department of Horticultural Science, Agriculture Faculty, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Department of Soil Science, Agriculture Faculty, University of Guilan, Rasht, Iran
[*]*Corresponding Author: Parvanetaghidust@gmail.com*

Abstract

The ideal growing medium has become the first and most important prerequisite for the successful cultivation of any plant. One of the best ways to achieve optimal performance is to use mineral and organic substrates as a substrate for growing ornamental plants. Amaryllis is produced commercially as cut flowers, pot plants or propagation material (bulb), as well as gardening and in landscaping. One of the important requirements in the production of horticultural products to achieve high yield and good quality, especially in the case of ornamental plants, is the plant cultivation media. This experiment was conducted in a completely randomized design with 8 treatments and 3 replications in the University of Guilan. The applied treatments were included the type of substrate at 8 different levels, 1) clay + perlite, 2) perlite + coco peat, 3) coco peat, 4) perlite + leaf soil, 5) clay + coniferous soil, 6) perlite + vermicompost, 7) coco peat + vermicompost, 8) perlite. The results indicated that there is a significant difference among substrates. It seems that the medium of clay + coniferous soil improves the morphological characteristics of Amaryllis (Hippeastrum spp.). The maximum amount of leaf number per plant (4.11), plant height (18.79), leaf width (0.96) and bulblet diameter (1.01) significantly increased in substrates clay + coniferous soil. Therefore, clay + coniferous soil substrate is recommended to improve the quantitative and qualitative characteristics of Amaryllis during the vegetative period.

Keywords: Amaryllis, Bulblet Diameter, Coco-peat, Perlite, and Solo-Peat.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مختلف مورفولوژیکی گل، برگ و میوه در زیتون

زری رضایی[۱]، احمدرضا دادرس[۲*] و معصومه جمال‌امیدی[۱]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- ایستگاه تحقیقات زیتون طارم، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *a.dadras@areeo.ac.ir*

چکیده

زیتون (*Olea europaea* L.) به عنوان یک محصول با ارزش غذایی و اقتصادی، به طور گسترده در مناطق مختلف جهان کشت می‌شود. در ایران، استان زنجان، به‌ویژه شهرستان طارم، از مناطق مهم تولید زیتون با کیفیت بالا محسوب می‌گردد. شناسایی ارقام برتر زیتون، گامی اساسی در راستای بهبود تولید و افزایش صادرات این محصول است و بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، به‌ویژه صفات گل، میوه و برگ، نقشی کلیدی در این زمینه ایفا می‌کند. نظر به اهمیت بررسی همبستگی بین صفات مختلف در شناسایی روابط معنی‌دار و بهبود درک معماری ژنتیکی گیاه و انتخاب صفات کلیدی در برنامه‌های به‌نژادی، پژوهش حاضر با هدف تعیین روابط بین صفات مختلف فنولوژیکی و زراعی در ۳۶ ژنوتیپ زیتون در قالب یک طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۲ در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم اجرا شد. نتایج تجزیه ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد که بین طول و قطر میوه، وزن میوه و قطر آن، و همچنین وزن هسته با طول و قطر میوه همبستگی مثبت و قوی وجود دارد. در مقابل، نسبت گوشت به هسته همبستگی مثبت متوسطی با ابعاد میوه نشان داد. همبستگی مثبت قوی بین ابعاد و سطح برگ نیز مشاهده گردید. نکته قابل توجه، وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول گل آذین و عملکرد درخت، در کنار عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین سایر صفات مورفولوژیکی منفرد (به جز طول میوه که همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد) و عملکرد درخت بود که بر پیچیدگی این صفت مهم اقتصادی تأکید می‌ورزد و ضرورت بررسی‌های بیشتر با در نظر گرفتن عوامل متعدد محیطی مؤثر بر عملکرد ارقام مختلف زیتون را آشکارتر می‌سازد. این یافته‌ها می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی زیتون برای انتخاب غیرمستقیم ژنوتیپ‌های برتر با در نظر گرفتن ویژگی‌های مطلوب میوه و برگ مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌های به‌نژادی، صفات کمی و عملکرد.

مقدمه

زیتون گیاهی از خانواده Oleaceae و از جنس *Olea* است. خانواده اولئاسه ۳۰ تا ۳۵ جنس و حدود ۶۰۰ گونه دارد که اکثرا در مناطق گرمسیری دنیا پراکنده‌اند و به صورت درختان زینتی و صنعتی هستند و فقط گونه زیتون *Olea europaea* دارای میوه خوراکی است. استان زنجان، به ویژه شهرستان طارم، به عنوان یک منطقه کلیدی برای کشت زیتون در ایران محسوب می‌شود و سطح زیر کشت قابل توجهی به این محصول اختصاص یافته است. شرایط اکولوژیکی این منطقه، شامل خاک و آب و هوا، نقش مهمی در تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی زیتون‌های تولید شده ایفا می‌کند (Ziarati and Tosifi, 2014). زیتون در کنار مزه ی فوق العاده اش، دارای خواص شگفت انگیز و ارزش غذایی بالا نیز می باشد، که همین امر می تواند باعث بالا رفتن میزان تقاضای این محصول در سراسر جهان شود. علاوه بر این امروزه مواد آرایشی- بهداشتی و هم چنین داروهای زیادی نیز از این محصول تولید می شود. تقاضای جهانی، بازار رو به رشد و کشت مقرون به صرفه ی این محصول باعث شده است، تا به یکی از گزینه های مناسب برای تولید و صادرات بدل شود (Hussain et al., 2021). در ایران زیتون در استان هایی همچون گیلان، گلستان، زنجان، سمنان، قزوین و فارس به وفور تولید شده و از کیفیت بالایی نیز برخوردار است. زیتون ایران علاوه بر تجارت داخلی، به کشورهای همسایه همچون روسیه، عراق، ترکیه، کشورهای حاشیه خلیج فارس و ارمنستان صادر می شود.

اولین گام در شناسایی ارقام، شناسایی موفولوژیک آن ها است، زیرا این ویژگی ها به راحتی قابل اندازه گیری بوده و کاربرد علمی فراوان دارند. ویژگی‌های مورفولوژیکی برای شناسایی ارقام ضروری هستند و به انتخاب زیتون‌های باکیفیت برای بازارهای داخلی و بین‌المللی کمک می‌کنند (Gharbi and Hammami, 2019) اگرچه خصوصیات مورفولوژیکی تحت تاثیر عوامل محیطی و زراعی هستند، اما اولین و مهمترین مرحله برای توصیف و طبقه بندی خزانه ژنی به شمار می آیند.

عبادی و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی به بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه رگرسیون برخی صفات در ۳۰ رقم زیتون ایرانی و خارجی با استفاداه از صفات کمی و کیفی پرداختند. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ارقام زیتون و شناسایی بهترین ارقام، ۳۰ رقم کاشته شده زیتون مرکب از ۲۷ رقم وارداتی و ۳ رقم بومی ایران در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم از لحاظ صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند و نتایج تجزیه همبستگی صفات نشان دهنده وجود همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری در برخی از صفات مهم بود.

احمد و همکاران (Ahmad et al., 2023) اظهار داشتند عملکرد بهینه گیاهان، به ویژه در گونه‌های ارزشمندی همچون زیتون، ارتباط تنگاتنگی با ساختار کلی گیاه، ویژگی‌های برگ که نقش کلیدی در فتوسنتز دارند، و تغییرات ریزساختاری داخلی دارد. زیتون به عنوان یک درخت مقاوم به خشکی و با ارزش اقتصادی بالا به دلیل تولید روغن، تحت تأثیر شرایط محیطی متغیر، سازوکارهای ساختاری و عملکردی خاصی را بروز می‌دهد. از این رو، بررسی دقیق صفات مورفولوژیکی و آناتومیکی مختلف این گیاه و تعیین همبستگی آن‌ها با عملکرد و اجزای آن، از اهمیت بسزایی برخوردار است. همچنین شناسایی ارقامی که با دارا بودن ویژگی‌های ساختاری مطلوب، عملکرد بالاتری را در شرایط مختلف نشان می‌دهند، می‌تواند راهکارهای مؤثری را برای بهبود بهره‌وری و مدیریت باغات زیتون ارائه دهد.

تحلیل ضرایب همبستگی، امکان شناسایی روابط معنی‌دار بین صفات مختلف را فراهم می‌کند. این امر، زمینه را برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه‌تر در خصوص انتخاب غیرمستقیم ارقام برتر بر مبنای صفات تسهیل می‌نماید (Perween et al., 2020). در این راستا پژوهش حاضر با هدف بررسی ارتباطات موجود بین صفات مختلف فنولوژیکی و زراعی از طریق ضرایب همبستگی صورت گرفت تا بتوان صفات کلیدی و مؤثر در عملکرد نهایی را تعیین کرد و از آنها در فرآیند گزینش بهره برد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی پژوهش حاضر شامل ۳۶ ژنوتیپ زیتون بود که در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم در استان زنجان با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۳۵۰ متر انجام شد.

نمونه های برگ و گل آذین ژنوتیپ‌های زیتون در اواخر فروردین ماه ۱۴۰۲ و نمونه های میوه در اوایل شهریور سال ۱۴۰۲، از کلکسیون ایستگاه تحقیقات زیتون طارم جمع‌آوری شد.

صفات مختلف از جمله تعداد گل آذین در شاخه، تعداد گل کامل در شاخه، میانگین تعداد گل در ۵ گل آذین، میانگین تعداد میوه تشکیل شده در ۵ گل آذین، طول میوه، قطر میوه، وزن میوه، وزن هسته، نسبت گوشت به هسته، طول گل آذین، سطح برگ، محیط برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد روزنه ها، و عملکرد درخت مورد ارزیابی قرار گرفت. برای محاسبه و ترسیم نمودار هیت مپ ضرایب همبستگی از محیط برنامه‌نویسی R و بسته ggplot2 استفاده شد.

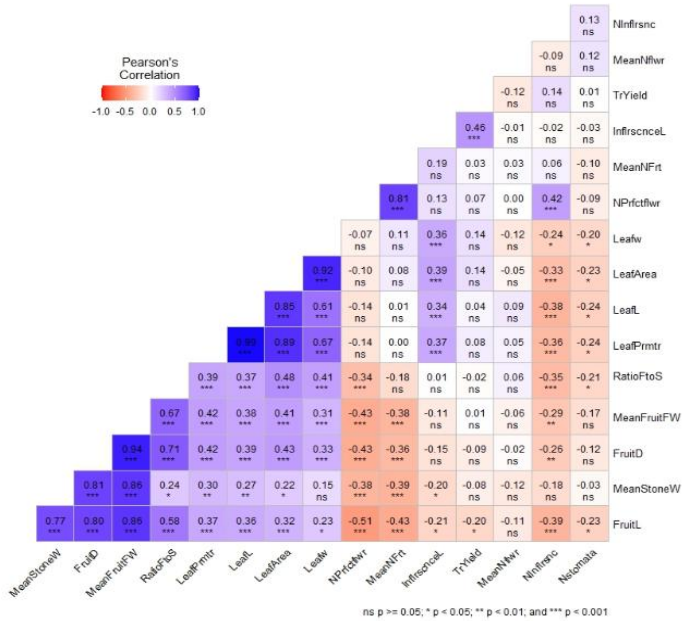
نتایج و بحث

در راستای ارزیابی چگونگی و ماهیت ارتباط بین صفات مختلف مورفولوژیکی برگ و میوه و عملکرد زیتون، مطالعه حاضر به بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های کمی اندازه‌گیری شده پرداخت. در حقیقت این تحقیق در پی تعیین الگوهای همبستگی موجود بین صفات برگ و میوه زیتون به منظور درک بهتر و شناسایی صفات کلیدی مؤثر در عملکرد و کیفیت میوه زیتون می‌باشد. نتایج بررسی همبستگی بین کلیه صفات مورد بررسی بر اساس ضرایب همبستگی پیرسون در شکل ۱ ارائه شده است.

بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مختلف مورفولوژیکی برگ و میوه در زیتون نشان داد که بین طول میوه و قطر میوه ($r = 0.80, p < 0.001$) همبستگی مثبت و بسیار قوی وجود داشت، به این معنی که میوه‌های بلندتر واجد قطر بیشتری بودند که این امر می‌تواند بر میزان روغن و کارایی استخراج آن تأثیر بگذارد (Blazakis et al., 2024). همچنین، وزن میوه همبستگی مثبت و قوی با قطر میوه ($r = 0.94, p < 0.001$) نشان داد، که حاکی از آن است که میوه‌های قطورتر معمولاً وزن بیشتری داشتند. به طور مشابه، وزن هسته با طول میوه ($r = 0.77, p < 0.001$) و قطر میوه ($r = 0.81, p < 0.001$) همبستگی مثبت و قوی نشان داد، که بیانگر این مطلب است که میوه‌های بزرگ‌تر، هسته‌های سنگین‌تری نیز داشتند. در مقابل، نسبت گوشت به هسته همبستگی متوسطی با وزن هسته ($r = 0.24, p < 0.05$)، طول میوه ($r = 0.58, p < 0.001$) و قطر میوه ($r = 0.71, p < 0.001$) نشان داد. صفت تعداد گل کامل در شاخه با صفت میانگین تعداد میوه تشکیل شده در ۵ گل آذین همبستگی مثبت و قوی را ($r = 0.81, p < 0.001$) نشان داد که می توان تحلیل نمود که هرچه تعدادگل کامل بیشتر در شاخه وجود داشته باشد، تعداد میوه تشکیل شده بیشتر و در نهایت تاثیر اصلی بر میزان عملکرد خواهد داشت.

این امر می‌توان تأیید کننده این حقیقت باشد که ژنوتیپ‌هایی با هسته‌های کوچک‌تر، نسبت گوشت به هسته بالاتری دارند، که این صفت به عنوان یک شاخص کیفیت در زیتون شناخته می‌شود. در ارتباط با صفات برگ، همبستگی مثبت و بسیار قوی بین سطح برگ و عرض برگ ($r = 0.92, p < 0.001$) و همچنین بین طول برگ و عرض برگ ($r = 0.61, p < 0.001$) مشاهده شد که البته این روابط فیزیولوژیکی دور از انتظار نبود و نشان‌دهنده این مطلب هستند که ابعاد برگ ارتباط نزدیکی با سطح آن دارند. در ارتباط با صفات برگ، احمد و همکاران (Ahmad et al., 2023) همبستگی مثبت بین سطح برگ و ضخامت برگ مشاهده نمودند که نشان می‌دهد برگ‌های بزرگ‌تر ممکن است ساختار ضخیم‌تری داشته باشند و احتمالاً توانایی آن‌ها را در تحمل تنش‌های محیطی افزایش دهد. اما نکته قابل توجه در نتایج بررسی ضرایب همبستگی در این مطالعه این است که، همبستگی معنی‌دار قوی بین عملکرد درخت و هیچ یک از صفات منفرد مورد بررسی مشاهده نشد، که احتمالاً نشان‌دهنده پیچیدگی تعیین عملکرد و تأثیر عوامل متعدد بر آن است با این حال، مطالعات نشان داده‌اند که برخی ارقام پرمحصول مانند 'ارلیک' دارای ویژگی‌های مورفولوژیکی خاصی از جمله وزن بالای هسته هستند(Ahmad et al., 2023) .

در مجموع، بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورفولوژیکی برگ و میوه در ژنوتیپ‌های زیتون مورد مطالعه، روابط معنی‌دار و مهمی را نشان داد. همبستگی‌های قوی و مثبت بین ابعاد مختلف میوه (طول، قطر، وزن) و وزن هسته، و همچنین بین ابعاد و سطح برگ، بیانگر ارتباطات ساختاری و رشدی بین این صفات است. در مقابل، همبستگی مثبت متوسط بین نسبت گوشت به هسته و صفات مرتبط با اندازه میوه، می‌تواند تاکیدکننده اهمیت انتخاب ژنوتیپ‌هایی با میوه‌های بزرگ‌تر برای دستیابی به کیفیت بالاتر میوه باشد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول گل آذین و عملکرد درخت، در کنار عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین سایر صفات مورفولوژیکی منفرد (به جز طول میوه که همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد) و عملکرد درخت بود که بر پیچیدگی این صفت مهم اقتصادی تأکید می‌ورزد و ضرورت بررسی‌های بیشتر با در نظر گرفتن عوامل متعدد محیطی مؤثر بر عملکرد ارقام مختلف زیتون را آشکارتر می‌سازد. بنابراین این نتیجه می‌تواند لزوم در نظر گرفتن عوامل متعدد بر روی عملکرد را نشان دهد. این یافته‌ها می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی زیتون برای انتخاب غیرمستقیم ژنوتیپ‌های برتر با در نظرگرفتن ویژگی‌های مطلوب میوه و برگ مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۱– ضرایب همبستگی بین صفات مختلف مورد بررسی در بین ژنوتیپ‌های زیتون.

Ninflrsnc: تعداد گل آذین در شاخه، NPrfctflwr: تعداد گل کامل در شاخه، MeanNflwr: میانگین تعدادگل در ۵ گل آذین، MeanNFrt: میانگین تعداد میوه تشکیل شده در ۵ گل آذین، FruitL: طول میوه، FruitD: قطر میوه، MeanFruitFW: وزن میوه، MeanStoneW: وزن هسته، RatioFtoS: نسبت گوشت به هسته، InflrscnceL: طول گل آذین، LeafArea: سطح برگ، LeafPrmtr: محیط برگ، LeafL: طول برگ، Leafw: عرض برگ، Nstomata: تعداد روزنه ها، TrYield: عملکرد درخت.

منابع

عبادی، ر.، بی‌همتا، م. ر. و بهمنی، ر. ۱۳۹۷. بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه رگرسیون برخی صفات در ۳۰ رقم زیتون ایرانی و خارجی با استفاده از صفات کمی و کیفی. علوم باغبانی ایران، ۴۹(۴): ۸۵۸–۸۴۵.

Ahmad, I., Hameed, M., Fatima, S., Ahmad, M.S.A., Ahmad, F., Mehmood, A., Basharat, S.N.M., Asghar, A., Shah, S.M.R. and Ahmad, K.S. 2023. Morpho-anatomical determinants of yield potential in Olea europaea L. cultivars belonging to diversified origin grown in semi-arid environments. PLOS ONE, 18(6): e0286736.

Blazakis, K.N., Stupichev, D., Kosma, M., El Chami, M.A.H., Apodiakou, A., Kostelenos, G.C. and Kalaitzis, P. 2024. Discrimination of 14 olive cultivars using morphological analysis and machine learning algorithms. Frontiers in Plant Science, 15: 1441737.

Gharbi, I. and Hammami, M. 2019. Olive (Olea europaea L.) oil. In: Springer, Cham, pp. 405–417.

Hussain, S.Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T. and Bhat, T.A. 2021. Olive (Olea europaea L.): Morphology, taxonomy, composition and health benefits. Springer, Cham, pp. 117–129.

Manolikaki, I., Sergentani, C., Tul, S. and Koubouris, G. 2023. Introducing three-dimensional scanning for phenotyping of olive fruits based on an extensive germplasm survey. Plants, 11(11): 1501.

Perween, S., Kumar, A., Adan, F. and Danish, M.D. 2020. The inter-relationship among yield and yield attributing traits of rice (Oryza sativa L.) under irrigated condition through correlation coefficient studies and path analysis. International Journal of Chemical Studies, 8: 1409–1414.

Ziarati, P. and Tosifi, S. 2014. Comparing some physical and chemical properties of green olive (*Olea europaea* L.) in Iran association with ecological conditions. The International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 4(2).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Pearson correlation analysis of different morphological traits of flower leaf and fruit in olive

Zari Rezaei[1], Ahmad Reza Dadras[2*] and Masoumeh Jamal Omidi[1]
1. Department of Biology, Faculty of Science، Payame Noor University, Tehran, Iran
2. Olive Research Station of Tarom, Crop and Horticultural Science Research Department, Zanjan Agricultural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran
Corresponding Author: a.dadras@areeo.ac.ir

Abstract

Olive (*Olea europaea* L.), as a nutritionally and economically valuable crop, is widely cultivated in various regions worldwide. In Iran, Zanjan province, particularly Tarom city, is considered a significant area for high-quality olive production. Identifying superior olive cultivars is a fundamental step towards improving production and increasing the export of this product, and the investigation of morphological characteristics, especially fruit and leaf traits, plays a crucial role in this regard. Given the importance of examining the correlation between different traits in identifying significant relationships and enhancing the understanding of plant genetic architecture and the selection of key traits in breeding programs, the present study aimed to determine the relationships between various phenological and agronomic traits in 36 olive genotypes under a completely randomized design with three replications in the year 2023 at the Tarom Olive Research Station. The results of the Pearson correlation coefficient analysis showed a strong positive correlation between fruit length and diameter, fruit weight and diameter, and also between stone weight and fruit length and diameter. Conversely, the flesh-to-stone ratio exhibited a moderate positive correlation with fruit dimensions. A strong positive correlation was also observed between leaf dimensions and leaf area. A noteworthy point is the presence of a positive and significant correlation between inflorescence length and tree yield, alongside the absence of a significant correlation between other individual morphological traits (except for fruit length, which showed a negative and significant correlation) and tree yield. This highlights the complexity of this important economic trait and further emphasizes the necessity for more extensive investigations considering the multiple environmental factors affecting the yield of different olive cultivars. These findings can be utilized in olive breeding programs for the indirect selection of superior genotypes by considering desirable fruit and leaf characteristics.

Keywords: Breeding programs, Quantitative traits, Yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی و مقایسه مورفولوژی برگ و عملکرد ارقام زیتون ایرانی و خارجی

زری رضایی[۱]، احمدرضا دادرس[۲*]، معصومه جمال‌امیدی[۱] و عزیزاله عبداللهی[۲]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- ایستگاه تحقیقات زیتون طارم، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *a.dadras@areeo.ac.ir*

چکیده

درخت زیتون (*Olea europaea* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان چوبی چندساله مناطق مدیترانه‌ای و خاورمیانه است که در ایران نیز از دیرباز کشت می‌شده و دارای اهمیت اقتصادی و زراعی بالایی است. این پژوهش با هدف ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی برگ و عملکرد میوه در برخی از ارقام زیتون بومی و وارداتی، با استفاده از روش‌های پردازش تصویر و تحلیل آماری، در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم در سال ۱۴۰۲ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل ۱۰ رقم زیتون ایرانی و خارجی بودند که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مورد اندازه‌گیری شامل طول، عرض، محیط و سطح برگ از طریق نرم‌افزار Digimizer و عملکرد درخت ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر همه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<.01$)، که بیانگر تنوع ژنتیکی قابل توجه بین آن‌هاست. رقم زردگلوله از نظر صفات مورفولوژیکی برگ مانند طول، عرض، سطح و محیط برگ برتری داشت، در حالی‌که رقم کنسروالیا بیشترین عملکرد میوه (۱۱۳ کیلوگرم در درخت) را نشان داد و با سایر ارقام اختلاف معنی‌داری داشت. ضریب تغییرات پایین در صفات موفولوژی برگ، نشان‌دهنده دقت اندازه‌گیری‌ها در استفاده از روش پردازش تصویر بود. در مجموع بر اساس نتایج، دو رقم زردگلوله و کنسروالیا به‌عنوان ارقام برتر از لحاظ صفات بررسی‌شده در منطقه طارم شناسایی شدند. این مطالعه نشان داد که می‌توان از ترکیب تکنیک‌های پردازش تصویر با روش‌های کلاسیک در اندازه‌گیری و شناسایی ارقام زیتون و در نهایت بکارگیری در برنامه‌های به‌نژادی و توسعه باغات بهره‌برداری نمود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌های به‌نژادی، پردازش تصویر و سطح برگ.

مقدمه

درخت زیتون (*Olea europaea* L.) یکی از کهن‌ترین گیاهان کشت‌شده در تاریخ بشر محسوب می‌شود که خاستگاه آن بنا بر دیدگاه‌های مختلف، به مناطق آسیایی یا حوزه مدیترانه‌ای نسبت داده شده است (مقصودی، ۱۳۹۴). شواهد باستان‌شناسی و تاریخی، از جمله آثار به‌جای‌مانده از باغ‌های زیتون در دوران ساسانیان و گزارش‌هایی از قرن سیزدهم میلادی، بر وجود دیرینه این گیاه در ایران نیز دلالت دارند (مقصودی، ۱۳۹۴). برخی پژوهشگران با استناد به پراکنش گونه‌های وحشی زیتون مانند *Olea ferruginea* و *Olea aucheri* در نواحی کوهستانی زاگرس و جنوب کشور، ایران را نیز یکی از خاستگاه‌های احتمالی زیتون می‌دانند. زیتون‌کاری در ایران عمدتاً در مناطق شمالی شامل استان‌های گیلان، گلستان و زنجان و همچنین در جنوب کشور در استان‌های خوزستان و فارس انجام می‌شود. در سطح جهانی، کشورهای حوزه مدیترانه از جمله اسپانیا، ایتالیا و یونان، سهم عمده‌ای از تولید زیتون و روغن زیتون را به خود اختصاص داده‌اند؛ به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۸-۲۰۱۷ اتحادیه اروپا با تولید ۲۱۸۸ هزار تن، ۶۵ درصد از کل تولید جهانی روغن زیتون را به خود اختصاص داد (IOC, 2019). این تنوع جغرافیایی و اقلیمی در کشت زیتون، منجر به ظهور طیف وسیعی از ارقام با ویژگی‌های مورفولوژیکی متفاوت شده است که بررسی و مقایسه آن‌ها، به‌ویژه در میان ارقام بومی و وارداتی، می‌تواند نقش مؤثری در اصلاح، گزینش و به‌زراعی این گیاه ارزشمند ایفا نماید.

بررسی موفولوژیکی و عملکرد ارقام مختلف زیتون، چه ایرانی و چه خارجی، از اهمیت بسزایی برخوردار است؛ چرا که این بررسی به درک تنوع ژنتیکی، میزان سازگاری و پتانسیل عملکرد این ارقام کمک شایانی می‌کند. ویژگی‌های مورفولوژیکی زیتون، از جمله اندازه برگ، و خصوصیات عملکرد، اطلاعات ارزشمندی در مورد سازگاری و بهره‌وری ارقام مختلف در شرایط محیطی گوناگون ارائه می‌دهند. برای مثال، مطالعه احمد و همکاران (Ahmad et al., 2023) نشان دادند که رقم ارلیک از نظر صفات مرتبط با عملکرد مانند ارتفاع گیاه و وزن دانه برتری دارد، در حالی که رقم حمدی در اندازه و وزن میوه برجسته است. همچنین، در پژوهش دیگری بررسی‌های تنوع ژنتیکی از طریق نشانگرهای ریخت‌شناسی در زیتون نشان داد که ارقام محلی دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند که آن‌ها را از ارقام وارداتی متمایز می‌کند و منابع ژنتیکی جدیدی برای برنامه‌های اصلاح نژاد فراهم می‌آورد (نظامیوند چگینی و همکاران، ۱۳۹۴).

امروزه، روش‌های خودکار با استفاده از پردازش تصویر و یادگیری ماشین برای تشخیص کارآمد ارقام زیتون بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی توسعه یافته‌اند که دقت و کارایی شناسایی ارقام را افزایش می‌دهند (Blazakis et al., 2024). مطالعات همچنین نشان داده‌اند که تمرکز بر صفات مورفولوژیکی به همراه توجه به عوامل محیطی و تأثیر آن‌ها بر این صفات نیز مهم است. پایین بودن تأثیر محیط بر برخی صفات، همانطور که با تفاوت کم بین ضرایب فنوتیپی و ژنوتیپی نشان داده شده است، حاکی از نقش مهم‌تر عوامل ژنتیکی در بیان صفات است (Lal et al., 2017). این امر بر اهمیت ادغام ملاحظات ژنتیکی و محیطی در استراتژی‌های اصلاح نژاد و کشت زیتون تأکید می‌کند. بر این اساس، هدف از این مطالعه، ارزیابی و مقایسه دقیق ویژگی‌های مورفولوژیکی برگ با استفاده از پردازش تصویر و عملکرد درخت در تعدادی از ارقام منتخب زیتون ایرانی و خارجی و تعیین برترین آنها بر اساس صفات مورد مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی پژوهش حاضر شامل ۱۰ رقم زیتون ایرانی (زرد، روغنی و زردگلوله) و خارجی (نبالی، بلیدی، مانزانیلا د سویلا، لچن د گرانیدا، آمیگدالولیا، ابوسطل و کنسروالیا) بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم در استان زنجان با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۳۵۰ متر انجام شد. نمونه های برگ در اواخر فروردین ماه ۱۴۰۲ و عملکرد درخت در آبان سال ۱۴۰۲، از کلکسیون ایستگاه تحقیقات زیتون طارم جمع‌آوری و اندازه‌گیری شد.

صفات مختلف شامل عملکرد درخت و همچنین صفات مرتبط با موفولوژی برگ از جمله طول برگ، عرض برگ، سطح برگ، محیط برگ، با استفاده از تصویربرداری از برگ‌ها و انتقال به نرم‌افزار مبتنی بر پردازش تصویر به نام Digimizer مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از ثبت داده‌ها، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مرتبط با مورفولوژیکی برگ و عملکرد ارقام مختلف ایرانی و خارجی زیتون، در جدول ۱ ارئه شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارقام مختلف زیتون

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد درخت	طول برگ	عرض برگ	سطح برگ	محیط برگ
بلوک	۲	۱۹/۶۰	۳/۷۱	۰/۳۲	۷۸۶/۲۷	۱۷/۴۹
ژنوتیپ	۹	۱۲۰۵/۵۷**	۳۲۶/۹۵**	۱۰/۱۲**	۵۹۵۹۸/۹۱**	۱۵۵۰/۴۷**
خطا	۱۸	۱۰۷/۶۴	۱۷/۹۵	۱/۰۶	۳۹۶۹/۷۵	۶۹/۳۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۶/۷۹	۶/۹۶	۵/۲۷	۶/۸۷	۶/۰۳

مطابق نتایج اختلاف بین ارقام برای همه صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده وجود تنوع قابل توجه از لحاظ این صفات در بین ارقام مورد مطالعه و پتانسیل بالای انتخاب ارقام برتر با ویژگی‌های مطلوب را برای برنامه‌های به نژادی و کشت در مناطق

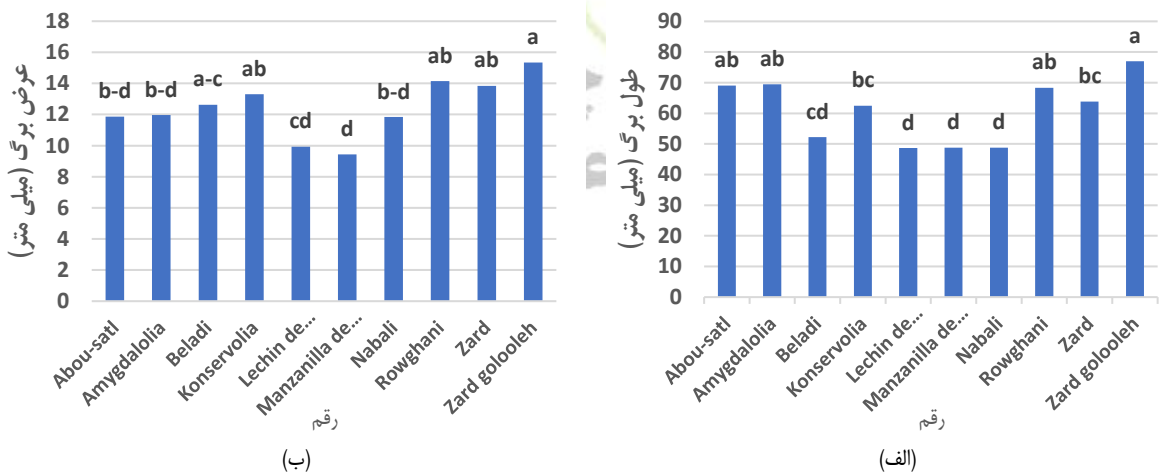
مختلف است. ضریب تغییرات پایین برای اکثر صفات برگ، می‌تواند بیانگر دقت و صحت اندازه‌گیری‌ها و یکنواختی نسبی داده‌ها در استفاده از تکنیک پردازش تصویر باشد.

نتایج مقایسه میانگین آزمون توکی در سطح ۵ درصد در شکل ۱ الف تا ی ارائه شده است. بر اساس نتایج، بیشترین طول برگ (۷۶/۹۴ میلی‌متر) مربوط به رقم زردگلوله بود که با بسیاری از ارقام تفاوت معنی‌داری نشان داد، در حالی که کمترین طول برگ در ارقام نبالی، مانزانیلا د سویلا، لچن د گرانیدا، (با طول حدود ۴۸ میلی‌متر) و سپس بلیدی با طول ۵۲/۲۳ میلی‌متر مشاهده شد. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام باشد. نتایج مشابهی در مطالعه نظامیوند چگینی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است که در آن ارقام مختلف دارای اندازه برگ متفاوتی نسبت به هم بودند. در مورد عرض برگ نیز ارقام زردگلوله با بیشترین عرض برگ (۱۵/۳۴ میلی‌متر)، زرد و روغنی و سپس کنسروالیا و بلیدی در گروه بالاتر قرار گرفتند، در حالی که کمترین عرض برگ به رقم مانزانیلا د سویلا (۹/۴۳ میلی‌متر) و بعد از آن به رقم لچن د گرانیدا (۹/۹۳ میلی‌متر) اختصاص داشت.

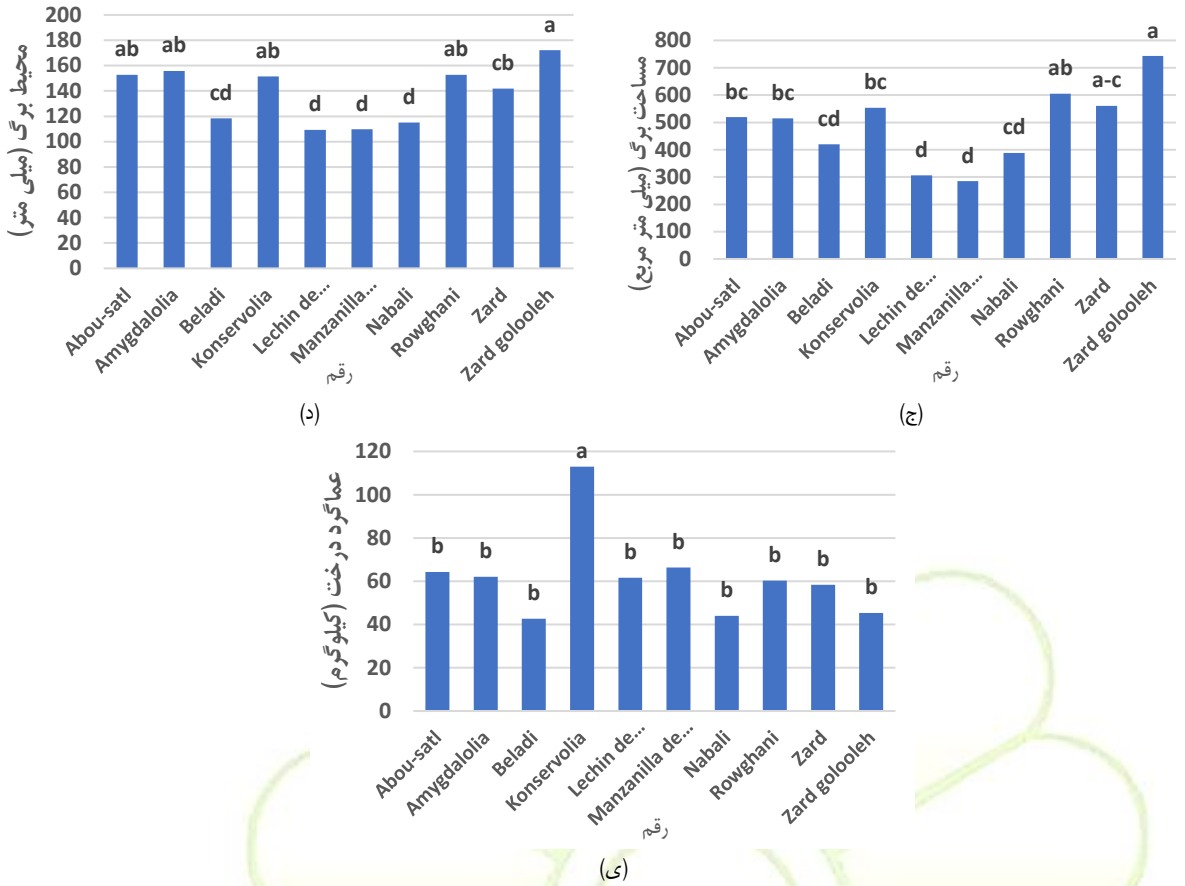
بالاترین مقدار محیط (۱۷۲/۲۱ میلی‌متر) و سطح برگ (۷۴۲/۷۶ میلی‌متر مربع) نیز در رقم زردگلوله مشاهده شد و کمترین مقادیر این دو صفت نیز به دو رقم مانزانیلا د سویلا، لچن د گرانیدا، تعلق داشت. این دو شاخص معمولاً با هم همبستگی داشته و نشان‌دهنده پتانسیل فتوسنتزی گیاه هستند (Lal et al., 2017). همچنین موفولوژی برگ مثل طول، عرض، محیط و مساحت برگ می‌تواند با کارایی تبخیر و تعرق و نیز سازگاری به شرایط محیطی مرتبط باشد.

رقم کنسروالیا با عملکرد ۱۱۳ کیلوگرم میوه در درخت بیشترین عملکرد را در میان ارقام مورد بررسی نشان داد و با سایر ارقام اختلاف معنی‌داری داشت. بالا بودن عملکرد در این رقم ممکن است ناشی از سازگاری بهتر با شرایط اقلیمی منطقه طارم یا ویژگی‌های فیزیولوژیکی مؤثرتر باشد. نتایج با یافته‌های احمد و همکاران (Ahmad et al., 2023) هم‌خوانی دارد که برتری برخی ارقام در شرایط خاص اقلیمی را گزارش کرده‌اند. در راستای اهمیت ارزیابی صفات مورفولوژیکی در شناسایی و انتخاب ارقام برتر زیتون، بلازاکیس و همکاران (Blazakis et al., 2024) نشان دادند که ترکیب داده‌های مورفولوژیکی و تکنیک‌های پردازش تصویر می‌تواند ابزار دقیق و مناسبی برای تشخیص و انتخاب ارقام مطلوب باشد.

IrSHS



(الف) (ب)



شکل ۱– مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام مختلف زیتون. حروف مشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف غیرمعنی‌دار بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد می‌باشد

با توجه به نتایج این پژوهش، تنوع قابل توجه بین ارقام زیتون از نظر صفات مورفولوژیکی برگ و عملکرد میوه، نشان‌دهنده ظرفیت بالای انتخاب و به‌نژادی در این گونه است. به‌ویژه، برتری رقم زردگلوله در صفات مربوط به برگ و رقم کنسروالیا در عملکرد میوه، قابل توجه بود. همچنین می‌توان اذعان داشت ترکیب داده‌های حاصل از پردازش تصویر با ارزیابی‌های آماری دقیق، ابزار مؤثری برای شناسایی ارقام برتر فراهم کرده و می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی و مدیریتی باغات زیتون مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

مقصودی، ش. ۱۳۹۴. زیتون. انتشارات آقای کتاب. ۲۱۲ صفحه.

نظامیوند چگینی، م.، سمیع‌زاده لاهیجی، ح.ا.، رمضانی ملک‌رودی، م. و محسن‌زاده گلفزانی، م. ۱۳۹۴. بررسی تنوع ژنتیکی چهار رقم زیتون از طریق نشانگرهای ریخت‌شناختی. به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی، ۳(۲): ۲۰۱–۲۱۴.

Ahmad, I., Hameed, M., Fatima, S., Ahmad, M. S. A., Ahmad, F., Mehmood, A., Basharat, S. N. M., Asghar, A., Shah, S. M. R. and Ahmad, K. S. 2023. Morpho-anatomical determinants of yield potential in *Olea europaea* L. cultivars belonging to diversified origin grown in semi-arid environments. PLOS ONE, 18(6): e0286736.

Blazakis, K. N., Stupichev, D., Kosma, M., El Chami, M. A. H., Apodiakou, A., Kostelenos, G. C. and Kalaitzis, P. 2024. Discrimination of 14 olive cultivars using morphological analysis and machine learning algorithms. Frontiers in Plant Science, 15: 1441737.

IOC (International Olive Council). 2019.

Lal, S., Sharma, O. C. and Singh, D. B. 2017. Genetic diversity and character association analysis based on pomological traits in olive (*Olea europaea* L.). Journal of Applied and Natural Science, 9(3): 1551–1556.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation and comparison of leaf morphology and fruit yield in Iranian and foreign olive cultivars

Zari Rezaei[1], Ahmad Reza Dadras[2*], Masoumeh Jamal Omidi[1] and Azizollah Abdollahi[2]

1. Department of Biology, Faculty of Science. Payame Noor University, Tehran, Iran, respectively.

2. Olive Research Station of Tarom, Crop and Horticultural Science Research Department, Zanjan Agricultural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran, respectively.

Corresponding Author: a.dadras@areeo.ac.ir

Abstract

The olive tree (*Olea europaea* L.) is one of the most important perennial woody plants native to the Mediterranean and Middle Eastern regions and has been cultivated in Iran since ancient times due to its high economic and agricultural significance. This study was conducted to evaluate leaf morphological traits and fruit yield in selected native and imported olive cultivars using image processing techniques combined with statistical analyses. The experiment was carried out at the Tarom Olive Research Station during 2023 in a randomized complete block design (RCBD) with three replications, involving 10 Iranian and foreign olive cultivars. Traits measured included leaf length, width, perimeter, and area (assessed through Digimizer image analysis software) as well as tree fruit yield. Analysis of variance revealed significant differences among cultivars for all traits studied (P<0.01), indicating considerable genetic diversity. The 'Zard golooleh' cultivar exhibited superior performance in leaf morphological traits such as length, width, area, and perimeter, whereas the 'Konservolia' cultivar showed the highest fruit yield (113 kg per tree), significantly outperforming the other cultivars. The low coefficients of variation observed in leaf morphology traits highlighted the precision and reliability of image processing techniques in trait measurement. Overall, based on the results, 'Zard golooleh' and 'Konservolia' were identified as the most promising cultivars under the agro-climatic conditions of the Tarom region. This study demonstrates the effectiveness of integrating image-based techniques with conventional methods for the evaluation and identification of olive cultivars, offering valuable applications in breeding programs and orchard development.

Keywords: Breeding programs, Image processing and Leaf area.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر محلول‌پاشی برگی گابا بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) رقم Natalya

فائزه برق[۱]، زهره جبارزاده[۱*] و جعفر امیری[۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

*نویسنده مسئول: *z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir*

چکیده

آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) یکی از گل‌های شاخه‌بریده مهم در صنعت گلکاری است که به دلیل عمر پس از برداشت زیاد و زیبایی گل‌ها مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از ترکیبات زیستی مانند گاما-آمینوبوتیریک اسید می‌تواند روشی مؤثر برای بهبود رشد و کیفیت این گیاه باشد. گابا یک اسید آمینه غیرپروتئینی است که نقش کلیدی در تنظیم رشد گیاه، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و بهبود فرآیندهای فیزیولوژیک دارد. این پژوهش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی گابا بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه آلسترومریا رقم Natalya در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه سطح تیمار گابا (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) در سه تکرار اجرا شد. تیمارها به‌صورت محلول‌پاشی برگی هر دو هفته یک‌بار به‌مدت دو ماه و در مرحله رشد رویشی انجام گرفت. دو هفته پس از آخرین محلول‌پاشی، صفات مورفولوژیک شامل طول و قطر جوانه گل، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و نیز شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که گابا در بهبود کلیه صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری داشت. تیمارهای ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار باعث افزایش معنی‌دار در طول و قطر جوانه نسبت به شاهد شدند و بین آن‌ها تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. با این حال، تیمار ۱ میلی‌مولار بیشترین تأثیر را بر سطح برگ، افزایش زیست‌توده و نیز شاخص کلروفیل داشت. این اثرات احتمالاً ناشی از نقش گابا در تنظیم متابولیسم نیتروژن، افزایش کارایی فتوسنتز و تحریک تقسیم و توسعه سلولی است. بنابراین، محلول‌پاشی گابا با غلظت ۱ میلی‌مولار می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر در بهبود صفات رشدی و کیفیت تجاری آلسترومریا معرفی شود.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، شاخص کلروفیل، قطر و طول غنچه گل، کاربرد برگی، گاما-آمینوبونریک اسید، وزن تر و خشک برگ.

مقدمه

آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*)، متعلق به خانواده‌ی آلسترومریاسه (Alstroemeriaceae) است. این جنس شامل بیش از ۲۰۰ گونه‌ی مختلف است که عمدتاً در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری آمریکای جنوبی، به‌ویژه در کشورهای پرو، شیلی و برزیل، پراکنده هستند (Finot *et al.*, 2018). از نظر گیاه‌شناسی، آلسترومریا گیاهی علفی و چندساله است که از طریق ریزوم تکثیر می‌یابد (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۹۱). این گیاه توانایی زیادی در سازگاری با شرایط محیطی مختلف دارد و به‌دلیل مقاومت نسبی در برابر بیماری‌ها و آفات، در صنعت گل‌کاری و تولید گل‌های شاخه‌بریده بسیار ارزشمند است. علاوه بر این، آلسترومریا به دوره‌ی گل‌دهی طولانی معروف است که آن را به یکی از گزینه‌های محبوب در صنعت گل‌های زینتی تبدیل کرده است (Finot *et al.*, 2018).

گاما-آمینوبوتیریک اسید (GABA) یک ترکیب غیرپروتئینی است که در گیاهان به عنوان یک تنظیم‌کننده متابولیکی و پیام‌دهنده، در تنظیم رشد گیاهان و فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند پاسخ به تنش‌ها، تعادل یونی و متابولیسم سلولی عمل می‌کند (Gramazio et al., 2020). گابا در پاسخ به تنش‌های محیطی، تنظیم رشد و نمو و بهبود کیفیت گلدهی در گیاهان زینتی نقش مهمی دارد (Jin et al., 2023) و با تنظیم فعالیت آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم نیتروژن، کارایی جذب و مصرف نیتروژن را افزایش داده و از طریق تحریک تقسیم و توسعه سلولی، رشد طولی اندام‌ها و زیست‌توده گیاه را بهبود می‌بخشد (Barbosa et al., 2010). گابا با تسریع جوانه‌زنی بذر، بهبود الگوی رشد ریشه و افزایش ظرفیت فتوسنتزی، موجب بهینه‌سازی رشد گیاه و افزایش تولید ماده خشک می‌شود (Li et al., 2021). در گل زینتی

پروانش (Catharanthus roseus L.) تیمار ۰/۵ میلی‌مولار گابا بیشترین تأثیر را بر وزن تر و خشک گیاه، تعداد گره‌ها، شاخه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها و قطر گل داشت (بیانلو و همکاران، ۱۳۹۸). باتوجه به موارد فوق، هدف کلی پژوهش، بررسی اثرات کاربرد برگی گابا بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گل آلسترومریا و تعیین غلظت مناسب آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش، رقم Natalya آلسترومریا (Alstroemeria hybrida) استفاده گردید. این پژوهش بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه غلظت گابا (صفر، ۰/۵ و ۱میلی‌مولار) با سه تکرار، هر تکرار شامل سه گلدان و در هر گلدان یک گیاه در گلخانه انجام گرفت. کاربرد گابا در مرحله‌ی رشد رویشی، دو ماه بعد از کاشت ریزوم به صورت محلول‌پاشی برگی هر دو هفته یکبار روی همه گیاهان به مدت دو ماه انجام شد. طی دوره‌های رشد و گلدهی دمای گلخانه در روز ۲۷-۲۴و در شب ۲۲-۱۸درجه سانتیگراد، و رطوبت نسبی ۶۵-۴۵ درصد بود. اثر غلظت‌های مختلف گابا بر شاخص‌هایی نظیر قطر و طول غنچه، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و شاخص کلروفیل بررسی شد.

اندازه‌گیری شاخص‌ها: در این پژوهش دو هفته بعد از اتمام اعمال تیمارها، اندازه‌گیری‌های مورفولوژیکی انجام شد. قطر و طول غنچه‌ها با کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ و وزن تر و خشک برگ از برگ‌های بالغ میانی استفاده شد و تعداد سه برگ از هر ساقه مورد بررسی قرار گرفت. سطح برگ توسط سطح‌سنج دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر برگ، برگ‌ها پس از برداشت، بلافاصله توسط ترازوی دیجیتالی و با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند. برای تعیین وزن خشک برگ، نمونه‌ها، در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ساعت قرار گرفتند و به کمک ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شدند. شاخص کلروفیل از برگ های بالغ میانی و با استفاده از دستگاه SPAD انجام شد. تجزیه داده‌ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

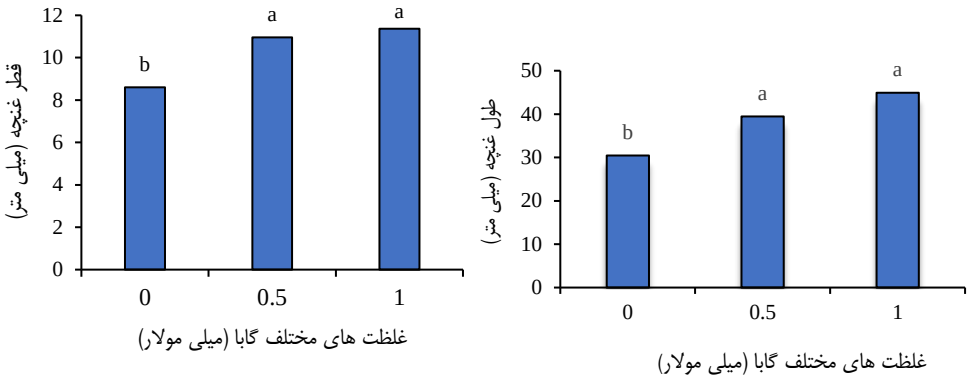
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر معنی‌داری تأثیر اسید آمینه گابا بر قطر و طول غنچه، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و شاخص کلروفیل می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گل آلسترومریا در اثر کاربرد گابا.

منابع تغییرات	درجه	میانگین مربعات				
	آزادی	قطر غنچه	طول غنچه	سطح برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	شاخص کلروفیل
گابا	۲	*۶/۷۴	**۱۶۰/۳۷	**۷۰۱۷۴/۳۳	**۰/۰۰۶۵	**۰/۰۰۰۰۸۰۳	۱۲۹/۳۷**
اشتباه آزمایشی	۶	۰/۸۴	۱۳/۶۲	۴۸۹۷/۲۲	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۰۰۲۵	۱/۳۷۸
ضریب تغییرات (درصد)	-----	۸/۸۹	۹/۶۴	۷/۱۲	۸/۱۰۴	۴/۵۶	۳/۲۳۸

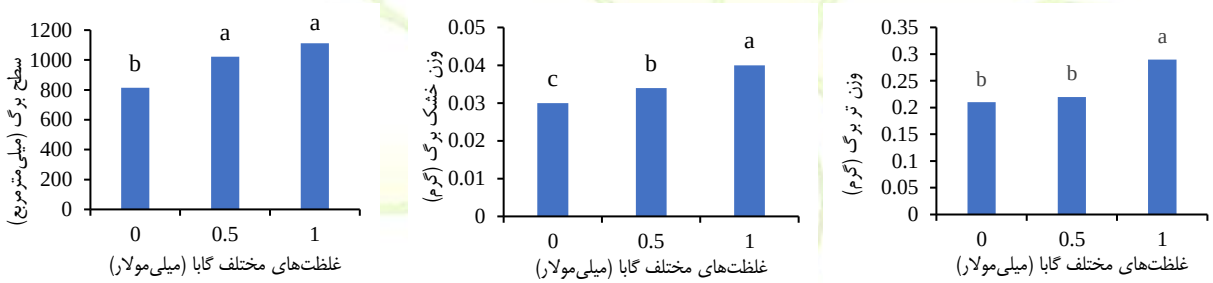
** و*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱و ۵ درصد

قطر و طول غنچه: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد گابا باعث افزایش قطر و طول غنچه گل شد. لازم به ذکر است که هر دو غلظت به کار برده شده در این پژوهش، قطر و طول غنچه را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند و بین غلظت های ۰/۵ و ۱ میلی مولار آن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).



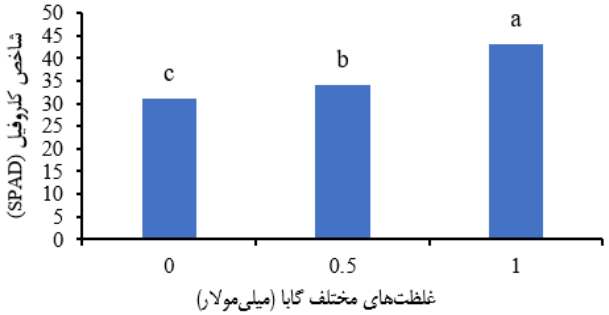
شکل ۱- تاثیر غلظت های مختلف گابا بر قطر و طول غنچه آلسترومریا رقم Natalya. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین میانگین‌ها با آزمون توکی می‌باشد.

سطح برگ و وزن تر و خشک برگ: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد گابا باعث افزایش سطح برگ شد و هر دو غلظت گابا در این شاخص موثر واقع شدند و توانستند سطح برگ را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهند. محلول‌پاشی گابا وزن تر و خشک برگ را هم تحت تاثیر قرار داد. با افزایش غلظت گابا، میزان وزن تر و خشک گابا نیز افزایشی شد، به طوری که با افزایش غلظت گابا تا یک میلی‌مولار، افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک برگ نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف گابا بر سطح برگ و وزن تر و خشک برگ آلسترومریا رقم Natalya. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار
در سطح ۵ درصد بین میانگین‌ها با آزمون توکی می‌باشد.

شاخص کلروفیل: نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که محلول‌پاشی گابا باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ‌های آلسترومریا شد و با افزایش غلظت گابا، شاخص کلروفیل افزایش یافت؛ طوری که در غلظت یک میلی‌مولار آن، به بیشترین میزان خود رسید (شکل ۳).



شکل ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف گابا بر شاخص کلروفیل آلسترومریا رقم Natalya. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین میانگین‌ها با آزمون توکی می‌باشد.

همان‌طور که در پژوهش حاضر مشاهده شد، کاربرد برگی گابا در آلسترومریا شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه را بهبود بخشید و با توجه به شکل‌های ۱، ۲ و ۳، غلظت یک میلی‌مولار آن موثرتر عمل کرد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تاثیر گابا در رشد و نمو گیاهان می‌تواند به دلیل برهمکنش آن با فیتوهورمون‌ها و تغییر در توازن متابولیسم کربن به نیتروژن باشد. گابا بر بیان برخی ژن‌های کدکننده هورمون‌های گیاهی اثر مثبت گذاشته و باعث افزایش بیان آنها شده و با این کار، بیوسنتز آنها را افزایش می‌دهد (Hijaz et al., 2018)، بنابراین می‌توان انتظار داشت که باعث افزایش رشد گیاه شود. از سویی دیگر، گابا با دخالت بر مکانیسم‌های فتوسنتزی (افزایش عملکرد فتوسنتزی، ظرفیت تبادل گازی و افزایش فعالیت فتوسیستم I و II) باعث افزایش سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌شود (Vijayakumari and Puthur, 2016). مطابق با نتایج پژوهش حاضر، در پژوهش Deewatthanawong و همکاران (۲۰۱۰) روی ژیپسوفیل (*Gypsophila paniculata*) و همچنین در پژوهش بیانلو و همکاران (۱۳۹۸) روی پروانش، افزایش رشد و نمو گیاهان در اثر کاربرد گابا گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از بهبود ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی آلسترومریا نظیر قطر و طول غنچه، وزن تر و خشک برگ، سطح برگ و نیز شاخص کلروفیل با کاربرد گابا می‌باشد. در بین غلظت‌های مختلف گابا، غلظت یک میلی‌مولار آن موثرتر عمل کرد.

منابع

بیانلو، الف.، اعلایی، م. و ثانی خانی، م. ۱۳۹۸. تأثیر ترکیبات گاما آمینوبوتریک اسید، هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر برخی از پاسخهای مورفوفیزیولوژیکی و ویژگی آنتی اکسیدانی گیاه پروانش .*Catharanthus roseus* L. (G.DON). نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۰(۴): ۱۰۰۸-۹۹۳.

قاسمی قهساره، م. و کافی، م. ۱۳۹۴. گلکاری علمی و عملی. انتشارات مولف. صص،۷۹۴-۷۹۳.

Barbosa, J. M., Singh, N. K., Cherry, J. H. and Locy, R. D. 2010. Nitrate uptake and utilization is modulated by exogenous γ-amino-butyric acid in *Arabidopsis thaliana* seedlings. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 443–450.

Deewatthanawong, R., Rowell, P. and Watkins, C. 2010. γ-Amino butyric acid (GABA) metabolism in CO_2 treated tomatoes. Postharvest Biology and Technology, 57: 97–105.

Finot, V. L., Baeza, C., Ruiz, E., Toro, O. and Carrasco, P. 2018. Towards an integrative taxonomy of the genus *Alstroemeria* (Alstroemeriaceae) in Chile: A comprehensive review. In: Selected studies in biodiversity, Chapter 12, pp. 229–265.

Gramazio, P., Takayama, M. and Ezura, H. 2020. Challenges and prospects of new plant breeding techniques for GABA improvement in crops: tomato as an example. Frontiers in Plant Science, 11: 577980.

Hijaz, F., Nehela, Y. and Killiny, N. 2018. Application of gamma-aminobutyric acid increased the level of phytohormones in *Citrus sinensis*. Planta, 249: 1–10.

Jin, Y., Zhi, L., Tang, X., Chen, Y., Hancock, J. T. and Hu, X. 2023. The function of GABA in plant cell growth, development and stress response. Phyton-International Journal of Experimental Botany, 92(8): 2211–2225.

Li, L., Dou, N., Zhang, H. and Wu, Ch. 2021. The versatile GABA in plants. Plant Signaling and Behavior, 16(3): e1862565.

Vijayakumari, K. and Puthur, T. 2016. γ-Aminobutyric acid (GABA) priming enhances the osmotic stress tolerance in *Piper nigrum* L. plants subjected to PEG induced stress. Journal of Plant Growth Regulation, 24(6): 102–115..

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Foliar Application of GABA on Some Morphophysiological Traits of *Alstroemeria hybrida* cv. Natalya

Faezeh Bargh[1], Zohreh Jabbarzadeh[1*] and Jafar Amiri[1]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

[*]Corresponding Author: *z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir*

Abstract

Alstroemeria hybrida is one of the most important cut flowers in the floriculture industry due to its attractive appearance and long postharvest vase life. The application of bioactive compounds such as γ-aminobutyric acid (GABA) may serve as an effective approach to enhancing the growth and quality of this ornamental species. GABA is a non-protein amino acid that plays a critical role in regulating plant growth, improving physiological processes, and enhancing tolerance to environmental stresses. This study aimed to evaluate the effects of foliar application of GABA on selected morphophysiological traits of Alstroemeria 'Natalya' under greenhouse conditions. The experiment was conducted in a completely randomized design with three GABA concentrations (0, 0.5, and 1 mM) and three replications. Treatments were applied via foliar spraying once every two weeks for two months during the vegetative growth stage. Two weeks after the final application, morphological parameters including bud length and diameter, leaf area, fresh and dry weights of leaves, as well as chlorophyll index were measured. The results showed that GABA had a significant positive effect on all assessed traits. Both 0.5- and 1-mM treatments significantly increased bud length and diameter compared to the control, with no significant difference between the two concentrations. However, the 1 mM treatment exerted the most pronounced effects on leaf area, biomass accumulation, also chlorophyll index. These improvements are likely attributed to GABA's role in regulating nitrogen metabolism, enhancing photosynthetic efficiency, and promoting cell division and expansion. Therefore, foliar application of 1 mM GABA may be considered a promising strategy for improving growth attributes and commercial quality in Alstroemeria production.

Keywords: Bud diameter and length, Chlorophyll index, Foliar application, Fresh and dry weight of leaf, γ-Aminobutyric acid, Leaf area

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی پلی آمین‌ها بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گل رز (*Rosa Hybrids*) رقم black baccara

محمدرضا اسماعیل‌خان زندی[1] و الهام دانائی[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران
*نویسنده مسئول: *dr.edanaee@iau.ac.ir*

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور ارزیابی اثر پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و آنزیمی گل‌های رز رقم black baccarat در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، سه تکرار و مجموع ۶۳ گلدان انجام شد. تیمارها شامل پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به‌عنوان شاهد بود. محلول‌پاشی گلدان‌ها دو مرتبه در طی دو هفته پس از استقرار قلمه‌های یکسان و سالم در بستر انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان وزن تر گل و شاخص ثبات غشاء سلول در تیمار اسپرمین ۱۰۰ میلی‌مولار و بیشترین میزان وزن خشک گل، محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌مولار بود. بیشترین و کمترین ماندگاری گل روی بوته با ۱۰/۷ و ۶/۴ روز به‌ترتیب در تیمار اسپرمین ۱۰۰ میلی‌مولار و شاهد به‌دست آمد. لذا، با توجه به نتایج حاصل از تحقیق می‌توان محلول‌پاشی پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین را برای بهبود خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گل رز رقم black baccara توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، اسپرمین و پوتریسین و رز.

مقدمه

رز با نام علمی *Rosa hybrid* عضوی از خانواده رزاسه(Rosaceae) است. در این خانواده حدود ۱۰۷ جنس و ۳۱۰۰ گونه وجود دارد، حدود ۷۰ جنس از خانواده رز به عنوان گیاهان زینتی، خوراکی و دارویی شناخته شده‌اند (Sedigheh et al., 2023). امروزه پلی آمین‌ها نقش مهمی در متابولیسم گیاهان برعهده دارند. پلی آمین‌های رایج شامل پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین هستند که در همه سلول‌های گیاهی یافت می‌شود. این ترکیبات، پلی کاتیون‌های آلی با وزن مولکولی پایین و با گروه‌های نیتروژنی آلفاتیک هستند که دارای حلقه‌های هیدروکربنی متفاوت به همراه دو یا تعداد بیشتری از گروه‌های آمینی می‌باشند که بطور گسترده در موجودات زنده در غلظت بالایی تجمع می‌یابند و در محدوده وسیعی از فرآیندهای رشد و نمو، شامل تقسیم سلولی، رویان‌زایی، ریخت‌زایی، گلدهی، رسیدن میوه‌ها، تکوین ریشه، تأخیر پیری، پایداری غشاها، جمع آوری رادیکال‌های فعال و تحمل تنش‌های مختلف مشارکت دارند (Takahashi *et al*, 2010). اعلایی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش کردند که اثر اسپرمین (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر) بر صفات وزن تر و خشک بوته، ارتفاع، تعداد گل، محتوای نسبی آب، محتوای کلروفیل، کاروتنوئید و فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد و بر صفت تعداد برگ در سطح احتمال پنج درصد در گیاه پروانش، معنی‌دار بود. همچنین استفاده از اسپرمیدین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) سبب بهبود وزن تر و خشک گل‌ها، کارتنوئید گلبرگ، کربوهیدرات کل، ویتامین ث، فنل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدان کل، پروتئین و عمر انباری گل‌های همیشه بهار شد (Soroori et al., 2021). کاربرد پوترسین (صفر، ۴ و ۸ میلی‌مولار) در پس از برداشت ژربرا موجب بهبود عمر گلجایی، وزن‌تر نسبی، جذب محلول، مواد جامد محلول، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز شد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین، با توجه به پژوهش‌های انجام شده در مورد نقش پلی آمین‌ها بر بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی در گیاهان، هدف از انجام این تحقیق بررسی نقش محلول‌پاشی پلی آمین‌ها در شرایط پیش از برداشت بر بهبود شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی و آنزیمی گل رز رقم black baccarat است.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق: این تحقیق در گلخانه کلینک گل و گیاه شهرداری منطقه ۱۲ واقع در شهرستان تهران بوستان شهر به اجراء در آمد. محلول‌پاشی پیش از برداشت گل‌های رز رقم black baccara با سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) تحت لیسانس شرکت Sigma طی دو مرتبه در دو هفته پس از استقرار قلمه‌های یکسان و سالم در بستر انجام شد. تحقیق حاضر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۷ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۳ گیاه، در مجموع ۶۳ گلدان اجرا شد. گلدان بدون محلول‌پاشی به‌عنوان شاهد بود.

صفات مورد ارزیابی: وزن تر بلافاصله پس از برداشت و وزن خشک پس از ۷۲ ساعت قرارگیری در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد، با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ مطابق روش Danaee and Abdossi (2021) توزین شد. شاخص ثبات غشاء سلول به روش Allahverdizadeh and Danaee (2023) طبق رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

رابطه (۱)	**شاخص ثبات غشاء سلول = { (EC2 / EC1) - 1}× ۱۰۰**
رابطه (۲)	**آنتوسیانین گلبرگ=A $_{530\ nm}$-1/4 A$_{657\ nm}$**
رابطه (۳)	**کلروفیل کل برگ = 20/2(A$_{645\ nm}$) + 8/02 (A$_{663\ nm}$) + (V1000×10)**

A: میزان جذب نور V: حجم استون نهایی

محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ با روشDareini و همکاران (۲۰۱۴) طبق رابطه ۲ و ۳، محاسبه و برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر بیان گردید.

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در طول موج ۵۶۰ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر و مدت زمان ماندگاری گل‌ها روی بوته از زمان باز شدن گل‌ها تا پژمردگی یا ریزش آن‌ها، محاسبه و برحسب روز بیان شد (Soroori et al., 2021).

این تحقیق به‌صورت طرح آماری کاملاً تصادفی با هفت تیمار، سه تکرار و هر تکرار حاوی سه گیاه و در مجموع ۶۳ گلدان انجام شد. آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS23 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ و ۱٪ انجام گردید.

نتایج و بحث

نشان داد که بیشترین و کمترین وزن تر گل با ۱۴/۱۸ و ۷/۹۶ گرم به‌ترتیب در تیمارهای اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد بود. بیشترین و کمترین وزن خشک گل با ۴/۶۵ و ۲/۱۷ گرم به‌ترتیب در تیمارهای اسپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد به‌دست آمد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین شاخص ثبات سلول در تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۸۰/۱۷ درصد) و کمترین در تیمار شاهد (۵۱/۸۳ درصد) بود. همچنین بیشترین و کمترین محتوای آنتوسیانین گلبرگ با ۰/۳۶۶۸ و ۰/۰۹۵۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌ترتیب در تیمارهای اسپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد به‌دست آمد. بیشترین و کمترین محتوای کلروفیل کل برگ با ۲۶/۲۳۱۵ و ۱۸/۳۹۹۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌ترتیب در تیمارهای اسپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد بود. تیمارهای اسپرمین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد با ۶۴/۹۷ و ۳۵/۵۶ واحد آنزیم در گرم وزن تر، بیشترین و کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را داشتند (جدول ۱).

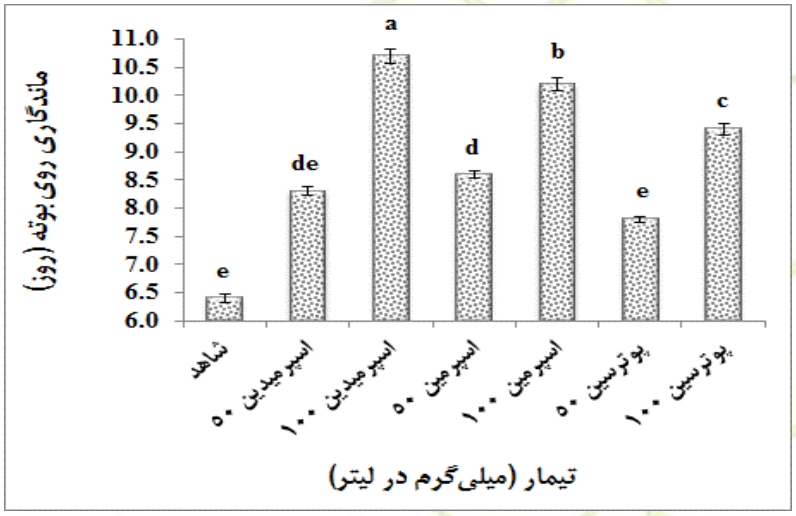
جدول ۱- اثر محلول‌پاشی پیش از برداشت پلی آمین‌ها بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گل رز.

اسپرمیدین، اسپرمین و پوترسین (میلی‌گرم در لیتر)	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	شاخص ثبات غشاء سلول (درصد)	آنتوسیانین گلبرگ (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل برگ (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	سوپراکسید دیسموتاز (واحد آنزیم در گرم وزن تر)

شاهد	۷/۹۶^{g}	۲/۱۷^{f}	۵۱/۸۳^{f}	۰/۰۹۵۱^{g}	۱۸/۳۹۹۰^{f}	۳۵/۵۶^{g}
اسپرمیدین ۵۰	۱۲/۱۶^{d}	۲/۸۳^{d}	۶۳/۰۳^{de}	۰/۱۸۰۸^{e}	۲۱/۸۷۶۶^{d}	۴۴/۷۴^{e}
اسپرمیدین ۱۰۰	۱۴/۱۸^{a}	۴/۰۳^{b}	۸۰/۱۷^{a}	۰/۳۲۴۵^{b}	۲۴/۵۵۴۲^{b}	۶۰/۸۳^{b}
اسپرمین ۵۰	۱۱/۴۹^{e}	۳/۰۸^{cd}	۶۶/۳۹^{d}	۰/۲۳۲۴^{d}	۲۳/۳۴۴۰^{c}	۵۱/۵۴^{d}
اسپرمین ۱۰۰	۱۳/۳۸^{b}	۴/۶۵^{a}	۷۶/۷۳^{b}	۰/۳۶۶۸^{a}	۲۶/۲۳۱۵^{a}	۶۴/۹۷^{a}
پوترسین ۵۰	۱۰/۵۸^{f}	۲/۵۲^{e}	۶۰/۳۳^{e}	۰/۱۵۳۲^{f}	۲۰/۹۹۴۹^{e}	۳۹/۱۰^{f}
پوترسین ۱۰۰	۱۲/۸۳^{c}	۳/۵۴^{c}	۷۱/۲۴^{c}	۰/۲۹۸۸^{c}	۲۴/۴۵۸۹^{b}	۵۵/۸۵^{c}

حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P\leq 0.05$ است

ماندگاری گل روی بوته: مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ماندگاری گل‌های رز روی بوته در تیمار اسپرمین ۱۰۰ میلی‌مولار (۱۰/۷ روز) و کمترین در تیمار شاهد (۶/۴ روز) بود (شکل ۱).



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی پیش از برداشت پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین بر ماندگاری گل‌های رز رقم black baccara روی بوته (حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P\leq 0.05$ است).

در این تحقیق محلول‌پاشی پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین در پیش از برداشت در غلظت‌های مناسب موجب بهبود وزن تر و خشک گل، درصد ثبات غشاء سلول، محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و ماندگاری گل‌های رز روی بوته شد. تحقیقات متعددی نیز نشان داده است که پلی‌آمین‌ها با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و پلی‌کاتیونی موجب پایداری و انسجام غشاهای سلولی می‌شوند. همچنین با حذف رادیکال‌های آزاد، تنظیم کانال‌های یونی و افزایش میزان انرژی سلول با تحریک سنتز ATP در رشد و نمو گیاه موثرند (Baniasadi et al., 2018). آنها با اتیلن، پیش ماده مشترکی به نام S- آدنوزیل متیونین دارند که از این طریق با سنتز اتیلن رقابت می‌نمایند و به‌عنوان ترکیبات ضدپیری نیز شناخته می‌شوند (Sood and Nagar, 2008). یافته‌های تحقیق با دستاوردهای Soroori و همکاران (2021) در گل همیشه بهار و محمدی و همکاران (۱۳۹۹) در گل ژربرا همخوانی داشت.

نتیجه‌گیری

بطورکلی نتایج تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین در پیش از برداشت سبب بهبود خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی گل رز رقم black baccara شد. بطوری که بیشترین میزان وزن تر گل و شاخص ثبات غشاء سلول در تیمار اسپرمین ۱۰۰ میلی‌مولار و بیشترین میزان وزن خشک گل، محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌مولار به‌دست آمد. بیشترین و کمترین ماندگاری گل روی بوته با ۱۰/۷ و ۶/۴ روز به‌ترتیب در تیمار

اسپرمین ۱۰۰ میلی‌مولار و شاهد بود. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان محلول‌پاشی پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین را برای بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک و فعالیت آنزیمی گل رز رقم black baccara پیشنهاد کرد.

منابع

اعلایی، م.، کرمی‌زرندی، ز.، ارغوانی، م و. ف، صالحی. ۱۴۰۰. مطالعه اثر اسپرمین در شرایط تنش شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه پروانش (*Chatarantus roseus* L). نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۲(۳): ۵۶۴-۵۳۳.

محمدی، م.، میترا اعلائی، م. و م، صیدی. ۱۳۹۹. تأثیر کاربرد پس از برداشت پوترسین بر عمر ماندگاری ارقام گل بریده ژربرا (Stanza و Pink Elegance). مجله پژوهش های گیاهی، ۳۳(۳): ۷۶۹-۷۵۹.

Allahverdizadeh, S. and Danaee, E. 2023. Effect of humic acid and vermicompost on some vegetative indices and proline content of *Catharanthus roseus* under low water stress. Environment and Water Engineering, 9(1): 141–152.

Baniasadi, F., Saffari, V. R. and Maghsoudi Moud, A. A. 2018. Physiological and growth responses of *Calendula officinalis* L. plants to the interaction effects of polyamines and salt stress. Scientia Horticulturae, 234: 312–317.

Danaee, E. and Abdossi, V. 2021. Effect of foliar application of iron, potassium, and zinc nano-chelates on nutritional value and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). Food and Health, 4(4): 13–20.

Dareini, H., Abdossi, V. and Danaee, E. 2014. Effect of some essential oils on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii* cv. Sorbet). European Journal of Experimental Biology, 4(3): 276–280.

Sedigheh, R., Hossein, Z., Nikbakht, A. and Sabzalian, M. R. 2023. Biochemical characteristics, yield and quality of 'Jumilia' rose grown under different light sources in the greenhouse condition. Journal of Plant Production Research, 30(3): 1–19.

Sood, S. and Nagar, P. K. 2008. Post-harvest alterations in polyamines and ethylene in two diverse rose species. Acta Physiologiae Plantarum, 30(2): 243–248.

Soroori, S., Danaee, E., Hemmati, K. and Ladan Moghadam, A. R. 2021. Metabolic and enzymatic responses of *Calendula officinalis* L. to foliar application of spermidine, citric acid and proline under drought stress in a post-harvest condition. Journal of Agricultural Science and Technology, 23(6): 1339–1353.

Effect of polyamine spraying on some morphophysiological and enzymatic characteristics *Rosa Hybrids* cv. black baccara

Mohammad Reza Esmaeilkhan Zandi[1] and Elham Danaee[1*]
1. Department of Horticulture, Ga.C., Islamic Azad University, Garmsar, Iran
Corresponding Author: dr.edanaee@iau.ac.ir

Abstract

The present study was conducted to evaluate the effect of putrescine, spermine and spermidine on some morphological, physiological and enzymatic characteristics of *Rosa Hybrids* cv. black baccara in a completely randomized design with seven treatments, three replications and a total of 63 pots. The treatments included putrescine, spermine and spermidine at concentrations of 50 and 100 mg/L and distilled water as a control. The pots were sprayed twice within two weeks after the establishment of identical and healthy cuttings in the substrate. The results showed that the highest flower fresh weight and cell membrane stability index were in spermine 100 mM treatment and the highest flower dry weight, petal anthocyanin content, total leaf chlorophyll and superoxide dismutase enzyme activity were in spermidine 100 mM treatment. The highest and lowest flower longevity on the plant was 10.7 and 6.4 days, respectively, in spermine 100 mM and control treatments. Therefore, according to the results of the study, foliar spraying of putrescine, spermine and spermidine can be recommended to improve the morphophysiological and enzymatic characteristics of *Rosa Hybrids* cv. black baccara.

Keywords: Putrescine, *Rosa hybrida*, Spermidine, Spermine.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر فنیل‌آلانین و سلنیوم بر شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاهی آلسترومریا رقم Inca Toto

محمد سعید ذوالفقاری[۱] و الهام دانائی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران
*نویسنده مسئول: *dr.edanaee@iau.ac.ir*

چکیده

پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی پیش از برداشت فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم بر کیفیت پس از برداشت گل‌های آلسترومریا رقم Inca Toto در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، سه تکرار و مجموع ۶۳ گلدان انجام شد. تیمارها شامل فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم هر کدام در سطوح ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) بودند. محلول‌پاشی طی سه نوبت با فاصله یک هفته انجام شد، به‌گونه‌ای که آخرین نوبت حدود یک هفته پیش از برداشت گل‌ها بود. صفاتی نظیر وزن تر و خشک گل، شاخص ثبات غشاء سلول، شکوفایی، ارتفاع گیاه، محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ و ماندگاری گل روی بوته مورد ارزیابی قرارگرفتند. نتایج نشان داد تیمار نانوسلنیوم ۲۵ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را بر افزایش وزن تر و خشک گل و درصد ثبات غشاء سلول داشت. تیمار فنیل‌آلانین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش شکوفایی، ارتفاع گیاه و ماندگاری گل‌های آلسترومریا روی بوته شد، در حالی‌که فنیل‌آلانین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در بهبود محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ داشت. لذا، با توجه به نتایج حاصل از پژوهش می‌توان محلول‌پاشی فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم را برای بهبود شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاهی آلسترومریا رقم Inca Toto توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آلسترومریا، سلنیوم، فنیل‌آلانین و ماندگاری گل روی بوته.

مقدمه

آلسترومریا (*Alstroemeria spp.*) گیاهی از خانواده *Alstroemeriaceae*، علفی و چندساله است که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات گلکاری در دنیا شناخته می‌شود. این گیاه به‌دلیل ویژگی‌هایی مانند تنوع رنگی و ارقام مختلف، زیبایی و طول عمر طولانی گل‌ها، جایگاه ویژه‌ای در تجارت جهانی دارد (Aros et al., 2019). آلسترومریا یکی از ده گل پرتقاضا در بازارهای تجاری است، ولی مشکلاتی نظیر زرد شدن زودهنگام برگ‌ها، ریزی گلبرگ‌ها و عدم استحکام کافی ساقه، از جمله چالش‌هایی هستند که کیفیت این گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Bridgen et al., 2009). فنیل‌آلانین، یکی از اسیدهای آمینه مهم در گیاهان است که به‌طور مستقیم در بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه دخالت دارد و در فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی گیاه از جمله مقاومت به تنش‌ها و تقویت سیستم دفاعی گیاه موثر است (ثانی‌خانی و همکاران، ۱۳۹۹). سلنیوم به‌عنوان یک عنصر شبه‌فلز در گیاهان نقش آنتی‌اکسیدانی دارد. اگرچه سلنیوم در غلظت‌های بالا برای گیاه سمی است، اما در غلظت‌های پایین می‌تواند اثرات مثبتی بر رشد، عملکرد و کیفیت محصولات گیاهی داشته باشد (بیانوند و همکاران، ۱۴۰۱). در پژوهشی اثر استفاده از سلنیوم با چهار سطح شاهد (صفر)، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر بر صفات مورفولوژیک گل همیشه بهار بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین قطر گل، تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن خشک بوته و شاخص سبزینگی در تیمار محلول‌پاشی ۳ گرم در لیتر بود (عینی‌نرگسه و همکاران، ۱۴۰۰). بیانوند و همکاران (۱۴۰۱) تأثیر محلول‌پاشی سلنات سدیم (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میکرومولار) بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه سلوی زینتی بررسی کردند و نتایج نشان داد که در غلظت‌های ۱ و ۱/۵ میکرومولار، ارتفاع گیاه، سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ و شاخص ثبات غشاء سلول افزایش یافت. همچنین بررسی اثر فنیل‌آلانین و تریپتوفان (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه هندوانه ابوجهل نشان داد که تیمارهای فنیل‌آلانین و تریپتوفان تاثیر معنی‌داری بر طول بوته، وزن تر و خشک پیکره رویشی، محتوای کلروفیل، میزان فنل و فلاونویید کل داشتند (ثانی‌خانی و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین،

با توجه به پژوهش‌های انجام شده در مورد نقش فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم بر بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی در گیاهان، هدف از انجام تحقیق بررسی نقش محلول‌پاشی فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم برای بهبود شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاهی آلسترومریا رقم Inca Toto است.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش: پژوهش حاضر در گلخانه‌ای تجاری واقع در شهرستان کرج با دمای بین ۱۶ تا ۱۸ درجه‌سانتی‌گراد، رطوبت نسبی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد، انجام شد. تیمارها شامل فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم (هر کدام در سطوح ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) بودند. محلول‌پاشی در سه مرحله و با فاصله یک هفته انجام شد، به طوری که آخرین محلول‌پاشی حدود یک هفته پیش از برداشت گل‌ها صورت گرفت در زمانی که جوانه‌های گل به طور جزئی باز شده و رنگ آن‌ها نمایان شده بود.

صفات مورد ارزیابی: وزن تر بلافاصله پس از برداشت و وزن خشک پس از ۷۲ ساعت قرارگیری در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد، با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ مطابق روش Danaee and Abdossi (2021) توزین شد. درصد شکوفایی گل‌ها براساس تعداد گل‌های شکوفا و غنچه‌ها و ارتفاع گیاه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. شاخص ثبات غشاء سلول به روش Allahverdizadeh and Danaee (2023) طبق رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

رابطه (۱)	$\text{شاخص ثبات غشاء سلول} = \{1 - (EC_1 / EC_2)\} \times 100$	.
رابطه (۲)	$\text{آنتوسیانین گلبرگ} = A_{530\ nm} - 1/4\ A_{657\ nm}$	
رابطه (۳)	$\text{کلروفیل کل برگ} = 20/2(A_{645\ nm}) + 8/02\ (A_{663\ nm}) + (V1000 \times 10)$	

A: میزان جذب نور V: حجم استون نهایی

محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ با روش Dareini و همکاران (2014) طبق رابطه ۲ و ۳، محاسبه و برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر بیان گردید.

ماندگاری گل روی بوته: مدت زمان ماندگاری گل‌ها روی بوته از زمان باز شدن گل‌ها تا پژمردگی یا ریزش آن‌ها، محاسبه و به صورت روز بیان شد (Soroori et al., 2021).

این پژوهش به‌صورت طرح آماری کاملاً تصادفی با هفت تیمار، سه تکرار و هر تکرار حاوی سه گیاه و در مجموع ۶۳ گلدان انجام شد. آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS23 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ و ۱٪ انجام گردید.

نتایج و بحث

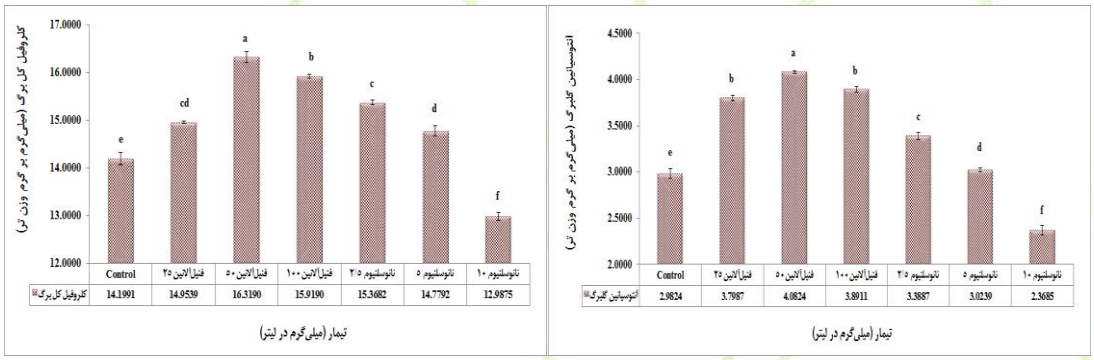
شاخص‌های رویشی: نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین وزن تر گل با ۳۱/۴۹ و ۲۳/۵۱ گرم به‌ترتیب در تیمارهای نانوسلنیوم ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر و نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین و کمترین وزن خشک گل با ۵/۰۸ و ۳/۵۶ گرم به‌ترتیب در تیمارهای نانوسلنیوم ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر و نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین شاخص ثبات سلول در تیمار نانوسلنیوم ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر (۸۳/۷۶ درصد) و کمترین در تیمار نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (۶۵/۱۴ درصد) بود. همچنین بیشترین و کمترین شکوفایی با ۷۷/۲۴ و ۶۸/۵۷ درصد به‌ترتیب در تیمارهای فنیل آلانین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار فنیل آلانین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۹۳/۲۶ سانتیمتر) و کمترین در تیمار نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (۸۷/۲۵ سانتیمتر) بود (جدول ۱).

جدول ۱- اثر محلول‌پاشی پیش از برداشت فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم بر شاخص‌های رشد آلسترومریا رقم Inca Toto.

فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم (میلی‌گرم در لیتر)	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	شاخص ثبات غشاء سلول (درصد)	شکوفایی (درصد)	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)
شاهد	۲۶/۰۳^{d}	۴/۰۲^{e}	۷۲/۹۱^{e}	۷۱/۶۳^{f}	۸۹/۰۴^{e}
فنیل‌آلانین ۲۵	۲۸/۵۰^{c}	۴/۳۱^{d}	۷۸/۱۳^{c}	۷۵/۱۳^{c}	۹۱/۴۵^{c}
فنیل‌آلانین ۵۰	۲۹/۷۸^{bc}	۴/۴۹^{c}	۸۱/۰۷^{b}	۷۶/۴۵^{b}	۹۲/۶۳^{b}
فنیل‌آلانین ۱۰۰	۳۰/۵۵^{b}	۴/۸۲^{b}	۸۲/۱۸^{ab}	۷۷/۲۴^{a}	۹۳/۲۶^{a}
نانوسلنیوم ۲/۵	۳۱/۴۹^{a}	۵/۰۸^{a}	۸۳/۷۶^{a}	۷۴/۹۱^{d}	۹۱/۰۵^{cd}
نانوسلنیوم ۵	۲۷/۱۸^{e}	۴/۱۷^{e}	۷۵/۴۳^{d}	۷۴/۱۳^{e}	۹۰/۵۷^{d}
نانوسلنیوم ۱۰	۲۳/۵۱^{f}	۳/۵۶^{f}	۶۵/۱۴^{f}	۶۸/۵۷^{g}	۸۷/۲۵^{f}

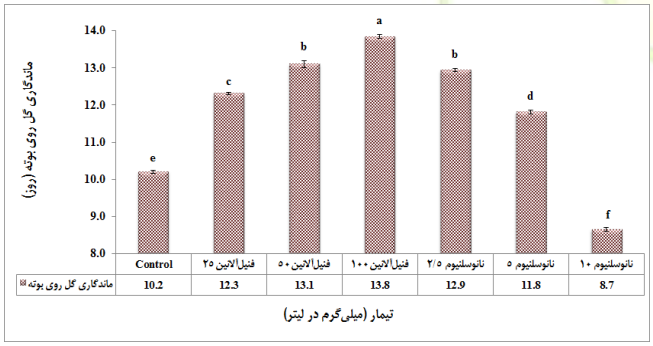
حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$ است.

آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ: نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین محتوای آنتوسیانین گلبرگ با ۴/۰۸۲۴ و ۲/۳۶۵۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌ترتیب در تیمارهای فنیل آلانین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. بیشترین و کمترین محتوای کلروفیل کل برگ با ۱۶/۳۱۹۰ و ۱۲/۹۸۷۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌ترتیب در تیمارهای فنیل آلانین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بود (شکل ۱).



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی پیش از برداشت فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم بر محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ آلسترومریا رقم Inca Toto (حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$ است).

ماندگاری گل روی بوته: مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ماندگاری گل‌های آلسترومریا روی بوته در تیمار فنیل آلانین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۳/۸ روز) و کمترین در تیمار نانوسلنیوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (۸/۷ روز) بود (شکل ۲).



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی پیش از برداشت فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم بر ماندگاری گل‌های آلسترومریا رقم Inca Toto روی بوته (حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$ است).

در این پژوهش کاربرد فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم در غلظت‌های مناسب موجب بهبود وزن تر و خشک گل، درصد ثبات غشاء سلول، درصد شکوفایی، ارتفاع گیاه، محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ و ماندگاری گل‌های آلسترومریا روی بوته شد. تحقیقات نیز نشان داده است که سلنیوم با افزایش جذب پتاسیم از طریق اکسین می‌تواند سبب طویل شدن سلول و ایجاد پتانسیل اسمزی لازم برای جذب آب و در نتیجه ایجاد فشار تورژسانس سلول شود که سبب گسترش سلول می‌گردد. افزایش غلظت سلنیوم تا مقدار مشخصی با افزایش قابل توجه محتوای سلنیوم در محصولات مختلف موجب افزایش عملکرد گیاهان از طریق حفاظت از کلروفیل می‌گردد (بیانوند و همکاران، ۱۴۰۱). اسیدهای آمینه نیز در رشد و تمایز سلول‌های گیاهی نقش داشته و با ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها و محتوای کلروفیل رابطه نزدیکی دارند. بنابراین، به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم با افزایش محتوای کلروفیل و در نتیجه تأثیر بر فتوسنتز موجب بهبود رشد و نمو، وزن تر و خشک گیاه، شاخص ثبات غشاء سلول، شکوفایی و ارتفاع گیاه، افزایش رنگریزه‌های گیاهی و در مجموع رشد و نمو و عملکرد گیاهان می‌گردند (ثانی‌خانی و همکاران، ۱۳۹۹).

نتیجه‌گیری

بطورکلی نتایج پژوهش نشان داد محلول‌پاشی پیش از برداشت با فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم موجب بهبود شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاهی آلسترومریا رقم Inca Toto شد. بطوری که بیشترین وزن تر و خشک گل و درصد ثبات غشاء سلول در تیمار نانوسلنیوم ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین درصد شکوفایی، ارتفاع گیاه و ماندگاری گل‌های آلسترومریا روی بوته در تیمار فنیل آلانین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. بیشترین محتوای آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ در تیمار فنیل آلانین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان محلول‌پاشی فنیل‌آلانین و نانوسلنیوم را جهت بهبود شاخص‌های رشد و رنگریزه‌های گیاهی آلسترومریا رقم Inca Toto پیشنهاد کرد.

منابع

بیرانوند، ف.، زاهدی، ب. و رضایی‌نژاد، ع.ا. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه سلوی زینتی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۱(۴۷): ۳۲۳–۳۳۹.

ثانی‌خانی، مح.، اکبری، آ. و خیری، ع.ا. ۱۳۹۹. اثر فنیل‌آلانین و تریپتوفان بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis L.*). فرآیند و کارکرد گیاهی، ۹(۳۵): ۳۱۷–۳۲۷.

عینی‌نرگسه، ح.، بهنام‌فر، ک.، جعفرنژادی، ع.م. و ابدالی‌مشهدی، ع.ر. ۱۴۰۰. محلول‌پاشی سلنیوم و روی برای بهبود رشد و عملکرد همیشه‌بهار (Calendula officinalis L.) در شرایط آب‌وهوایی اهواز. یازدهمین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و منابع طبیعی پایدار.

Allahverdizadeh, S. and Danaee, E. 2023. Effect of humic acid and vermicompost on some vegetative indices and proline content of *Catharanthus roseus* under low water stress. Environment and Water Engineering, 9(1): 141–152.

Aros, D., Suazo, M., Rivas, C., Zapata, P., Ubeda, C. and Bridge, M. 2019. Molecular and morphological characterization of new interspecific hybrids of *Alstroemeria* originated from *A. caryophylleae* scented lines. Euphytica, 1–12.

Bridgen, M. P., Kollman, E. E. and Lu, C. 2009. Interspecific hybridization of *Alstroemeria* for the development of new ornamental plants. Acta Horticulturae, 836: 73–78.

Danaee, E. and Abdossi, V. 2021. Effect of foliar application of iron, potassium, and zinc nano-chelates on nutritional value and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). Food and Health, 4(4): 13–20.

Effects of Phenylalanine and Selenium on Growth Parameters and Pigment Composition of Alstroemeria (cv. Inca Toto)

Mohammad Saeed Zolfaghari[1] and Elham Danaee[1*]
1. Department of Horticulture, Ga.C., Islamic Azad University, Garmsar, Iran
Corresponding Author: dr.edanaee@iau.ac.ir

Abstract

The study aimed to investigate the effects of pre-harvest foliar application of phenylalanine and nano-selenium on the postharvest quality of Alstroemeria flowers, cultivar 'Inca Toto'. The experiment was conducted in a completely randomized design with seven treatments, three replications, and a total of 63 pots. The treatments included phenylalanine and nano-selenium each at concentrations of 25, 50, and 100 mg/L, along with a control (no foliar application). Foliar spraying was carried out three times at one-week intervals, with the final application approximately one week before flower harvest. Parameters evaluated included fresh and dry flower weight, cell membrane stability index, flowering, plant height, petal anthocyanin content, total leaf chlorophyll content, and flower longevity on the plant. The results indicated that the 25 mg/L nano-selenium treatment had the greatest effect on increasing fresh and dry flower weight and cell membrane stability percentage. The 100 mg/L phenylalanine treatment enhanced flowering, plant height and the longevity of Alstroemeria flowers on the plant, while the 50 mg/L phenylalanine treatment had the most significant effect on improving petal anthocyanin content and total leaf chlorophyll. Therefore, based on the findings, foliar application of phenylalanine and nano-selenium is recommended to improve growth indices and pigment content in Alstroemeria 'Inca Toto'.

Keywords: Alestromeria, Flower longevity on plant, Nano-selenium and Phenylalanine.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اندازه گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم در۹ رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina*) در شرایط آب و هوایی تهران

سمیه کدخدائی[۱*]، کاظم ارزانی[۱]، عباس یداللهی[۱]، قاسم کریم‌زاده[۲] و حمید عبداللهی[۳]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- گروه ژنتیک و به نژادی گیاهی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *kadkhodaei.somaye@gmail.com*

چکیده

گلابی یکی از مهمترین میوه‌های دانه‌دار در جهان شناخته می‌شود. به‌طور کلی می‌توان ارقام گلابی تجاری را به دو گروه اروپایی (*Pyrus communis* L.) و آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) تقسیم کرد. در این پژوهش به بررسی مقدار نیتروژن ، فسفر و پتاسیم موجود در برخی از ارقام گلابی آسیایی در شرایط آب و هوایی تهران پرداخته شده است. میزان عناصر اندازه گیری شده شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم اختلاف معنی دار بین ارقام را نشان می‌دهد. بیشترین میزان نیتروژن در رقم KS8، بیشترین میزان فسفر در رقم KS14 و بیشترین میزان پتاسیم در رقم KS9 و KS14 مشاهده گردید. مقدار عناصر در ارقام مختلف متفاوت بود. باتوجه به اینکه ارقام گلابی آسیایی مورد بررسی در سه گروه زودرس، میان رس و دیررس قرار می گیرند میزان عناصر موجود در میوه ارقام از نظر زمان برداشت نیز ممکن است مرتبط باشد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، فسفر، گلابی آسیایی، نیتروژن.

مقدمه

گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) یکی از میوه‌هایی است که مصرف آن از گذشته در نواحی شرق آسیا مورد توجه بوده است و به خاطر کیفیت خوب این میوه مصرف آن به‌سرعت در حال افزایش است. ارقام شرقی که با اسم ژاپنی Nashi نیز شناخته شده‌اند، در چین و ژاپن کشت می‌گردند و در خارج از آسیا نیز در کشت آن ها در حال گسترش است (Arzani, 2017) . گلابی های آسیایی با نام علمی مشابه *P. pyrifolia* و یا *P. serotina* نیز گزارش می گردند که از نظر اقتصادی و تجاری دارای اهمیت می باشند Kadkhodaei, et al., 2021).

توجه به میزان مواد معدنی و عناصر غذایی ماکرو و میکرو از اهمیت برخوردار است، لازم به ذکر است عناصر ماکرو شامل: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم و منیزیم و عناصر میکرو شامل: آهن، منگنز، روی، مس، بور و مولیبدن می‌باشند. بطوریکه نیتروژن در گیاهان غلظت بالایی دارد و از عوامل مهم رشد است و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد. آمونیوم و نیترات منابع عمده ازت آلی هستند که به وسیله ریشه گیاهان جذب می‌شوند. ازت در بیوستز اسید آمینه و پروتئین نقش دارد. همچنین فسفر یکی از عناصر پرمصرف است که دارای نقش‌های متعددی در ساختار سلولی گیاهان است. این عنصر در ساختمان اسیدهای نوکلئیک و فسفولیپیدها شرکت دارد و در متابولیسم انرژی دارای نقش کلیدی است (Hawkesford et al., 2012).

پتاسیم نقش زیادی در تغییرات فشار تورژسانس درون سلول‌های روزنه دارد، بالا رفتن غلظت این عنصر در این سلول‌ها به جذب آب از سلول‌های پیرامون و به همراه آن افزایش‌ها تورژسانس سلول روزنه و در نتیجه به باز شدن روزنه ها منجر می‌شود (Shabala, 2003). هدف از انجام این پژوهش بررسی و اندازه گیری میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در۹ رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina*) در شرایط آب و هوایی تهران می باشد.

مواد و روش‌ها

در سال ۱۳۷۷،تعدادی پیوندک ارقام اصلاح شدهٔ گلابی آسیایی به نام‌های، KS6، KS7، KS8، KS9،KS10، KS11، KS12 ، KS13و KS14 برای اولین بار در قالب طرح ملی سازگاری گلابی آسیایی با شرایط آب و هوایی ایران، توسط دکتر کاظم ارزانی استاد گروه مهندسی علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس از کشور بلژیک به ایران وارد و بر روی پایهٔ دانهال‌های گلابی اروپایی پیوند شدند (ارزانی ، ۱۳۷۹).

پژوهش حاضر بر روی میوه های ارقام گلابی آسیایی در باغ کلکسیون درختان میوه گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس در سال باغی ۱۳۹۸ انجام شد. آماده سازی نمونه ها شامل شستشو،خشک و آسیاب کردن می باشد. میوه ها ابتدا با آب معمولی سپس بااسید هیدرو کلریک۰/۱ مول و سپس دوباره با آب مقطر شستشو گردید. نمونه گیاه به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۰درجه سانتیگراد خشک و سپس آسیاب شد.

نمونه آسیاب شده از الک ۰/۵میلی متری عبور داده شد و میزان عناصر غذایی شامل ازت، فسفر ، پتاس ،کلسیم و منیزیم با توجه به روش های آزمایشگاهی معتبر اندازه گیری گردید (کدخدایی، ۱۴۰۰).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس برای اندازه گیری عناصر میوه دوازده رقم گلابی اروپایی و آسیایی ، از بین عناصر اندازه گیری شده شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس و بور در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار بررسی و مطالعه شدند. نتایج در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی دار است (جدول۱) .

جدول ۱– تجزیه واریانس عناصراندازه گیری شده ارقام مورد بررسی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
رقم	۱	N	P	K
خطا	۴	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۵**
کل	۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۰۵
CV%		۱۱/۵۱	۱۶/۱۸	۲/۱۶

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

نتایج مقایسه میانگین‌ها برای آزمایش‌های میزان عناصر اندازه گیری شده شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم اختلاف معنی دار بین ارقام را نشان می‌دهد. گروه بندی و مقایسه میانگین‌ها بین گروه‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ صورت گرفت (جدول۱). بیشترین مقدار نیتروژن در ارقام KS8 (۰/۴۴) و کمترین مقدار آن در رقم KS13 (۰/۱۸) وجود داشت. بیشترین میزان فسفر در رقم KS14 (۰/۲۴) و بیشترین میزان پتاسیم در ارقام KS14 وKS9 (۱/۱۶و۱/۱۵) بود (جدول۲).

جدول ۲– مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژی کارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلابی.

رقم	P	K	N
KS6	۰/۲۳±۰/۰۲ab	۱/۱۳±۰/۰۰۸ab	۰/۲۸±۰/۰۰۸bc
KS7	۰/۱۹±۰/۰۱abc	۱/۰۷±۰/۰۰۸c	۰/۳۴±۰/۰۲b
KS8	۰/۱۹±۰/۰۱abc	۱/۱۳±۰/۰۱ab	۰/۴۴±۰/۰۳a
KS9	۰/۲۲±۰/۰۱ab	۱/۱۶±۰/۰۱a	۰/۲۶±۰/۰۲c
KS10	۰/۱۹±۰/۰۲abc	۱/۰۹±۰/۰۰۵bc	۰/۲۹±۰/۰۰۸bc
KS11	۰/۱۹±۰/۰۱abc	۱/۱۳±۰/۰۱ab	۰/۲۴±۰/۰۲cd
KS12	۰/۲۱±۰/۰۲abc	۱/۱۴±۰/۰۰۸ab	۰/۳±۰/۰۱bc

KS13	۰/۲۳±۰/۰۲ab	۱/۱۳±۰/۰۰۸ab	۰/۱۸±۰/۰۰۸d
KS14	۰/۲۴±۰/۰۱a	۱/۱۵±۰/۰۱a	۰/۳۰±۰/۰۱bc

میانگین‌های دارای حرف لاتین مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪با هم ندارند و در یک گروه قرار می‌گیرند.

چنین گزارش شده است که غلظت مناسب نیتروژن می تواند باعث بهبود رنگ، طعم و اندازه میوه شود (Brunetto et al., 2015) و پتاسیم روی اندازه میوه ، سفتی ، رنگ ، اسیدیته و TSS آب میوه و رایحه آن تأثیر می‌گذارد. همچنین عدم تعادل در نسبت K:Ca در گیاه باعث ایجاد لکه چوب پنبه ای در میوه گلابی رقم'D' Anjou شد(Brunetto et al., 2015). قبلاً مقدار این عنصر بیشتر از سایر عناصر مورد مطالعه در گلابی بود .(Chen et al., 2007) وجود K تحت تنش باعث افزایش عملکرد فتوسیتم II ، بیوسنتز کلروفیل ، فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان می شود (Shahid et al. 2019). غلظت مناسب نیتروژن می تواند باعث بهبود رنگ، طعم و اندازه میوه شود (Brunetto et al., 2015). پتاسیم بر اندازه میوه، سفتی، رنگ، اسیدیته و TSS آب میوه و عطر آن تأثیر می‌گذارد. عدم تعادل در نسبت K:Ca در گیاه می‌تواند باعث ایجاد لکه چوب پنبه‌ای در رقم 'D Anjou شود (Brunetto et al., 2015).

نتیجه‌گیری کلی این مطالعه نشان می‌دهد که میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ارقام مختلف گلابی آسیایی تفاوت‌های معنی داری دارد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ اختلافات قابل توجهی را در این عناصر میان ارقام مختلف نشان داد. به ویژه، ارقام KS8 و KS14 دارای بیشترین میزان نیتروژن و پتاسیم بودند، در حالی که رقم KS13 کمترین مقدار نیتروژن را داشت. این تفاوت‌ها به وضوح نشان‌دهنده اهمیت تاثیرات تغذیه‌ای و ترکیب عناصر بر کیفیت گلابی هستند. نتایج همچنین حاکی از آن است که غلظت مناسب نیتروژن می‌تواند بهبود رنگ، طعم و اندازه میوه را تسهیل کند، در حالی که پتاسیم به شدت بر ویژگی‌های مختلف میوه مانند اندازه، سفتی، رنگ، اسیدیته و عطر تأثیرگذار است. عدم تعادل در نسبت پتاسیم به کلسیم (K\:Ca) نیز می‌تواند به مشکلاتی مانند لکه‌های چوب پنبه‌ای در میوه‌ها منجر شود.

در نهایت، این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیبات معدنی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم نقش مهمی در بهبود کیفیت گلابی دارند و در انتخاب و پرورش ارقام گلابی باید به ترکیب صحیح این عناصر توجه ویژه‌ای شود تا عملکرد و کیفیت بهینه حاصل گردد.

منابع

ارزانی، ک ۱۳۷۹. وارد نمودن مطالعات ازدیادی و قرنطینه ای بر روی برخی از ارقام گلابی آسیایی (*Pyrus serotina*) در ایران. دومین کنگره علوم باغبانی ایران، ۳۱–۲۹ شهریور، کرج، خلاصه مقالات،۴۵ ص.

کدخدائی، س. ۱۴۰۰ بررسی مورفولوژیک، بیوشیمیایی و سیتولوژیک ژنوتیپ امید بخش A95 و مقایسه آن با ارقام مهم گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) و آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.). رساله دکتری گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

Arzani, K. 2017. The national Asian pear (Pyrus serotina Rehd.) project in Iran: Compatibility and commercial studies of introduced cultivars. First International Horticultural Science Conference of Iran, September 4–7, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran, Abstracts Book, P-67 (215): 192.

Brunetto, G., Melo, Gewellington Bastos de Melo, M., Quartieri, M. and Tagliavini, M. 2015. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear, and apple. Revista Brasileira de Fruticultura, 37(4): 1089–1104.

Chen, J., Wang, Z., Wu, J., Wang, Q. and Hu, X. 2007. Chemical compositional characterization of eight pear cultivars. Journal of Food Chemistry, 104: 268–275.

Kadkhodaei, S., Arzani, K., Yadollahi, A., Karimzadeh, G. and Abdollahi, H. 2021. Genetic diversity and similarity of Asian and European pears (Pyrus spp.) revealed by genome size and morphological traits prediction. International Journal of Fruit Science, 21(1): 619–633.

Hawkesford, M., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, J., Skrumsager Moller, I. and White, P. 2012. Functions of macronutrients. In: Marschner's mineral nutrition of higher plants, ed. Marschner, P., Academic Press, London, U.K., pp. 135–189.

Shabala, S. 2003. Regulation of potassium transport in leaves: From molecular to tissue level. Annals of Botany, 92: 627–634.

Shahid, M., Saleem, M. F., Saleem, A., Raza, M. A. S., Kashif, M., Shakoor, A. and Sarwar, M. 2019. Exogenous potassium-instigated biochemical regulations to confer terminal heat tolerance in wheat. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 19(1): 137–147.

.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Measurement of nitrogen, phosphorus, and potassium in the 9 Asian pear (Pyrus serotine) cultivars under Tehran environmental conditions

Somayeh Kadkhodaei[1*], Kazem Arzani[1], Abbas Yadollahi[1], Ghasem Karimzadeh[2] and Hamid abdollahi[3]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Department of Plant Breeding and Genetics, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3.Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Corresponding Author: kadkhodaei.somaye@gmail.com

Abstract

Pear is known as one of the most important stone fruits in the world. In general, pears can be divided into two groups: European and Asian pears. In this study, the amount of nitrogen, phosphorus, and potassium in Asian pear cultivars under the climatic conditions of Tehran was investigated. The amount of measured nutrients including nitrogen, phosphorus, and potassium showed significant differences between cultivars. The highest amount of nitrogen was observed in the KS8 cultivar, the highest amount of phosphorus in the KS14 cultivar, and the highest amount of potassium in the KS9 and KS14 cultivars. The measured mineral content varied among the different cultivars may be related to the cultivar and the time of harvest.

Keywords: Potassium, phosphorus, Asian pear, Nitrogen.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اهمیت و الزامات تکنیک "سرشاخه‌کاری" در تولید تجاری و پایدار محصول در باغ‌های سنتی بادام

محمد کاوند[*1]

۱- موسسه تحقیقات و ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *kavand59@gmail.com*

چکیده

درخت بادام با سیستم ریشه های عمیق متحمل به خشکی و آهک بالای خاک است. از این رو در اقلیم ایران با تابستان‌های گرم و خشک و آفتاب فراوان سازگاری مناسبی دارد؛ لذا کشت و پرورش آن در ایران از ارزش اقتصادی، اکولوژی، تغذیه ای و اشتغال‌زایی بالایی برخوردار است. از جمله مسائل و چالش‌های پیش روی صنعت تولید بادام در ایران تکثیر بذری درختان بادام در باغ های سنتی موجود است که غالبا زودگل و با خطر سرما زدگی گل‌ها در بهار مواجه هستند، همچنین محصول تولیدی غیر یکنواخت و غالبا درصدی از درختان دارای بادام با طعم مغز تلخ هستند، که سبب کاهش کیفیت محصول تولیدی شده است. از جمله راه‌کارهای تجاری سازی و مولد سازی تولید محصول بادام در باغ‌های سنتی موجود در کشور استفاده از تکنیک جوان سازی و تعویض تاج درختان زودگل و دارای مغز تلخ و بی کیفیت و جایگزینی تاج آنها با ارقام پر محصول، دیرگل، دارای مغز با کیفیت است. با استفاده از سرشاخه‌کاری در طی مدت دو تا سه سال تاج درختان با ارقام دیرگل و با قابلیت تولید محصول تجاری بادام جایگزین می‌گردد. در این بررسی به منظور افزایش آگاهی جامعه باغداران و کارشناسان بخش کشاورزی مراحل تعویض تاج و الزامات جهت انجام موفقیت آمیز پیوند سرشاخه‌کاری درختان بادام با هدف ارتقاء تولید محصول پایدار و تجاری در باغ‌های بادام سنتی به تفصیل شرح داده شده است.

کلید واژه: باغ های سنتی، سرشاخه کاری، پیوند تاجی، پیوندک.

مقدمه

درخت بادام (*Prunus dulcis* Miller) دارای ریشه های مخروطی و عمیق که متحمل به خشکی و آهک بالای خاک است. از این رو در اقلیم ایران با تابستان‌های گرم و خشک، آفتاب فراوان و در خاک های کم عمق سازگار است (ایمانی، ۱۳۷۹). لذا کشت و پرورش آن از ارزش اقتصادی، اکولوژی، تغذیه ای و اشتغال‌زایی بالایی در این مناطق برخوردار است. از جمله مسائل و چالش‌های پیش روی صنعت تولید بادام در ایران می توان به تکثیر بذری درختان موجود در باغ های سنتی بادام اشاره نمود که سبب کاهش کمیت و کیفیت محصول تولیدی می شود (ایمانی ۱۳۹۹). تفرق صفات حاصل از تکثیر بذری سبب اخلال در مدیریت دوره گلدهی و عوامل موثر در گرده افشانی گل‌ها شده و در نهایت فرایند تشکیل میوه در باغ‌های بادام و همچنین مقدار محصول تولیدی را از لحاظ کمیت و کیفیت شدیدا تحت شعاع قرار داده است. همچنین بسیاری از درختان موجود در باغ‌های سنتی بادام اغلب از ژنوتیپ‌های زودگل هستند، که از سرمای دیررس بهاره خسارت قابل توجهی می‌بینند (ایمانی، ۱۳۹۹). همچنین درصدی از درختان موجود در باغ‌های سنتی بادام دارای بادام با مغز تلخ می‌باشند، که سبب کاهش کیفیت و ارزش محصول تولیدی در کشور شده است و از قابلیت صادرات آن کاسته است. از اهداف تولید تجاری بادام در کشور ایجاد شرایط تولید پایدار محصول، افزایش عملکرد در واحد سطح و تولید محصول با کیفیت است؛ که با استفاده از ارقام بادام دیرگل و با محصول با کیفیت قابل دستیابی است (ایمانی، ۱۳۹۹؛ دژم‌پور، ۱۳۹۹). از جمله راهکارهای تبدیل و جایگزینی درختان کم بازده موجود در باغ های سنتی با ارقام تجاری و پر محصول بادام استفاده از تکنیک تعویض تاج درختان با روش" سرشاخه کاری" است. که با استفاده از این روش تاج درختان بادام طی دو تا سه سال با درختان دارای صفات مطلوب و دارای محصول تجاری جایگزین می‌شوند. در این بررسی به منظور افزایش آگاهی جامعه باغداران و کارشناسان بخش کشاورزی مراحل تعویض تاج و شرایط لازم برای انجام موفقیت آمیز تکنیک سرشاخه کاری درختان بادام با هدف ارتقاء تولید محصول پایدار و اقتصادی در باغ‌های بادام سنتی شرح داده شده است. از جمله اهداف

سرشاخه کاری باغ های بادام تعویض تاج درختان دارای محصول بادام با طعم تلخ، بی کیفیت و زودگل با ارقام تجاری و دیرگل است؛ زیرا درختان سرشاخه کاری شده در مقایسه با کاشت نهال در مدت زمان کمتری به تولید محصول اقتصادی می‌رسند. روش های متفاوتی از انواع پیوند اسکنه، تاجی، نیمانیم و قاشی برای تغییر رقم تاج درختان بادام استفاده می‌شود. که انتخاب روش پیوند بسته به زمان انجام پیوند، سن درخت مادری، روش پیوند، مهارت پیوند زن، آب و هوای منطقه بستگی دارد (سلیمانی و حسنی، ۱۳۹۷). در این تحقیق بر روش پیوند تاجی و قاشی در درخت بادام تاکید گردیده است.

الزامات موفقیت آمیز تکنیک پیوند تاجی در بادام:

برای موفقیت پیوند تاجی رعایت برخی از نکات الزامی است که به طور خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است. رعایت سازگاری پایه و پیوندک، شناخت خصوصیات پومولوژیکی ارقام تجاری و دیرگل بادام، استفاده از ارقام گرده افشان کننده، تهیه پیوندک بادام در زمان مناسب و از باغ‌های مادری سالم و اصیل، بسته بندی و نگه داری پیوندک در مکان مناسب، آماده سازی پایه، انجام پیوند در زمان متناسب با شرایط دمایی و رطوبت بهینه، حفاظت محل پیوند و پیوندک‌ها از شرایط و عوامل نامساعد محیطی، مهار شاخه‌های حاصل از رشد پیوندک، پیشگیری از آلودگی محل پیوند با شانکر باکتریایی و قارچی و تربیت و هدایت شاخه های حاصل از رشد پیوندک جهت تشکیل تاج درخت از جمله مواردی موفقیت در پیوند تاجی است (سلیمانی و حسنی، ۱۳۹۷). که در این مقاله عوامل موثر مورد بررسی قرار گرفته است. به طور کلی پیوند درون گونه‌ای ارقام مختلف بادام *dulcis* از جنس *Prunus* از درصد سازگاری و موفقیت بالایی بین گونه‌ها و ارقام برخوردار است به همین دلیل ارقام تجاری بادام روی پایه های بذری بادام تلخ و شیرین به طور کلی سازگار هستند، و مشکلی از لحاظ ناسازگاری تاکنون گزارش نشده است، لذا به طور وسیعی در نهالستان‌های کشور استفاده می‌گردد (دژم‌پور، ۱۳۹۹).

شاخص‌های لازم در تهیه پیوندک مناسب بادام

پیوندک‌های بادام الزاما باید از درختان مادری دارای اصالت ژنتیکی و از ارقام دیرگل، تجاری و با عملکرد بالا انتخاب شوند. به سبب اینکه درختان بادام میزبان بیمارهای ویروسی (بیماری جاروک بادام) و شانکر باکتریایی و قارچی هستند، و امکان شیوع و انتقال بیماری از طریق پیوندک به پایه های پیوند شده بالاست (صالحی، م. معتمدی، ا. ۱۳۹۷)؛ لذا پیوندک‌ها باید از منبع درختان سالم و عموما از درختان موجود در باغ مادری مورد تایید وزارت جهاد کشاورزی که سلامت و اصالت آنها محرز است تهیه گردند. پیوندک مناسب برای انجام پیوند تاجی بادام شامل شاخه‌های یکساله است. در هنگام برداشت پیوندک، شاخه دارای قطر مناسب، جوانه‌های متورم، برجسته و با ذخیره کافی از مواد غذایی و در مرحله انتهایی از برطرف شدن خواب فیزیولوژیک جوانه‌ها باشند. غالبا شاخه های پیوندک بهتر است در حدود ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر طول و با ضخامت ۶-۷ میلی‌متر باشند. زمان برداشت و تهیه شاخه های پیوندک بهتر است قبل از بیدار شدن جوانه ها (در فصل خواب درخت در شرایط کرج در بهمن ماه) بعد از برطرف شدن نیاز سرمایی جوانه‌ها تهیه گردند. نکته مهم آن است که در زمان تهیه پیوند جوانه‌های پیوندک در خواب باشد، زیرا بررسی‌ها نشان داده است، جوانه‌هایی که از لحاظ فیزیولوژی فعال و متورم شده‌اند از قابلیت گیرایی بسیار کمی برخوردار هستند. زیرا مدت زمان لازم برای تشکیل بافت کالوس و ایجاد عناصر آوندی در محل اتصال پایه و پیوندک کم و انتقال آب و مواد غذایی در بین آنها صورت نمی‌پذیرد. لذا موفقیت در پیوند بهتر است استفاده از پیوندک‌های دارای جوانه خواب، انجام پیوند در زمان مناسب و حفاظت و پوشش محل پیوندک و پیوندک‌ها به منظور کاهش شرایط نامساعد محیطی ضرروی است.

جدول ۲- پارامترها و شاخص‌های موثر در انتخاب و تهیه پیوندک و عوامل موثر در انجام موفقیت امیز پیوند تاجی جهت تعویض تاج درختان بادام.

پارامتر های و آیتم‌های موثر	شاخصه های قابل بررسی
انتخاب رقم	ارقام دیرگل، محصول تجاری، عملکرد بالا، تحمل به تنش های محیطی سرما و گرما و خشکی، سلامت و اصالت و دارای گواهی قرنطینه
رقم گرده افشان / گرده زا	همزمانی زمان گلدهی رقم گرده‌افشان متناسب با رقم اصلی و تجاری، حداقل رقم گرده افشان دارای محصول تجاری باشد

اندازه و کیفیت فیزیکی پیوندک‌ها	شاخه های پیوندک یکساله، طول پیوندک (۵۰-۳۰) سانتیمتر، ضخامت ۷۰-۶۰ میلیمتر، جوانه‌های متورم رشد یافته، برجسته, دارای ذخیره کافی از مواد غذایی باشد.
زمان تهیه پیوندک	نیمه دوم بهمن ماه، در مناطق گرمسیر در دی ماه قبل از برطرف شدن کامل نیاز سرمایی و بیدار شدن فیزیولوژیک جوانه های پیوندک
بسته بندی پیوندک و نگه داری	در دسته های ۱۰۰ تایی با لیبل مشخصات رقم، در کیسه‌های کنفی یا نخی قرار گرفته و با پلاستیک سلفون پوشش داده شده تا نسبت به از دست دهی رطوبت ایزوله شده در دمای ۱-۲ درجه سانتیگراد با رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵٪ در یخچال یا سردخانه نگه‌داری می شوند.
ضدعفونی پیوندک	قبل از قرار دادن پیوندک‌ها در سردخانه می توان با سموم قارچ کش همانند کاپتان و کاربندازیم کیسه یا پارچه کنفی را ضدعفونی نمود
زمان انجام پیوند و آماده سازی پایه	دو تا سه هفته قبل از گلدهی برای پایه های باریک با قطر (۲-۷) سانتیمتر از پیوند اسکنه و برای درختان با قطر بالاتر همزمان با زمان گلدهی درخت تا یک ماه بعد از گلدهی از پیوند تاجی استفاده می‌شود.
پیوند قاشی	در درختان بادام با محیط پایه (۵- ۱) سانتیمتر استفاده از پیوند قاشی استفاده می شود. غالبا همزمان با فعالیت پوست دهی پایه (زمان گلدهی تا اواخر اردیبهشت ماه) از پیوند قاشی استفاده می شود. غالبا بعد از سربرداری پایه هایی که سال قبل پیوند موفقیت آمیز نداشته اند، روی نرک‌ها و تنه جوش‌ها قابل استفاده است. در نهال-های بذری و باغ های اراضی شیب دار از پیوند بادام در شهریورماه و مهرماه یا در ابتدای فصل رشد سال بعد روی پایه می توان از روش پیوند قاشی استفاده کرد.

زمان مناسب انجام پیوند، آماده سازی و سربرداری درختان پایه بادام

زمان پیوند بستگی به نوع پیوند (اسکنه، تاجی، نیمانیم و قاشی) دارد. اصول کلی بر این است که پوست پایه و لایه زاینده از لحاظ فیزیولوژیکی دارای رشد فعال باشد، تا سلول‌های کامبیومی پوست درخت در واکنش به زخم ایجاد شده قادر به ساخت سلول‌های پارانشیمی باشند، سلول‌های پارانشیمی لازمه ترمیم زخم و ایجاد پل پینه‌ای مابین پوست پایه و پیوندک است. سلول‌های بافت پینه‌ای بین پایه و پیوندک در انتقال آب و مواد غذایی و هورمون‌های تنظیم کننده رشد جوانه‌های پیوندک نقش دارند. به طور کلی هر زمان جوانه‌های درخت متورم شود، از لحاظ فیزیولوژیکی درخت قادر به پوست دهی است. لذا سلول‌های مریستمی لایه زاینده قادر به تکثیر و ایجاد سلول‌های پارانشیمی و ایجاد پل بافت پینه ای است.

زمان مناسب برای پیوند اسکنه‌ای و نیمانیم غالبا دو هفته قبل از گلدهی تا ابتدای تورم جوانه‌ها که پوست پایه به تنه چسبیده و لغزندگی کمتری نسبت به آن در زمان گلدهی برخوردار است، انجام می شود. در درختان هسته دار منجمله بادام فرایند گلدهی همزمان با فرایند پوست دهی است. زمان مناسب برای انجام پیوند تاجی و قاشی همزمان با شروع گلدهی درخت تا یک ماه بعد از گلدهی درخت و بستگی به دمای هوا و رطوبت خاک منطقه دارد (Gustafson, W. A. Morrissey, T.M. 2003). عموما در درختان هسته‌دار اگر زمان پیوند در ابتدای فصل رشد باشد، به دلیل شرایط مساعد محیطی که دمای هوا پایین‌تر و رطوبت نسبی بالاتر هوا از درصد موفقیت بالاتری برخوردار است. گیرایی و درصد موفقیت پیوند در درختان جوان بادام بالاتر از درختان مسن است. در درختان مسن لازم است تا شاخه پرستار برای فعالیت و تغذیه ریشه در راستای تسهیل جذب آب و عناصر معدنی توسط ریشه در درخت نگه‌داشته شود. نکته مهمی که در پیوند سرشاخه کاری در درختان مسن باید توجه داشت غالبا پوست و شاخه‌های اصلی آلوده به قارچ یا باکتری های ایجاد کننده بیماری شانکر هستند، لذا احتمال آلودگی محل پیوند زیاد است. بنابراین باید تمهیدات بهداشتی لازم برای ان لحاظ شود. درختان بادام جوان با قطر تنه (۱۰ -۵) سانتیمتر غالبا از ۵۰ سانتیمتری بالای تنه از سطح خاک سربرداری می‌شود. اگر علائم شانکر روی پوست تنه درختان جوان وجود داشت از ۱۰ سانتیمتری زیر محل زخم شانکر سربرداری صورت می‌پذیرد، تا منبع آلودگی باکتریایی و قارچی از محل پیوند دور گردد. بعد از انجام برش وسایل تمیز و ضدعفونی گردد تا در برش‌های بعدی درختان سالم و محل پیوندک را آلوده ننماید. بعد از برش قسمت‌هایی از پوست که آسیب دیده است با چاقوی تیز پرداخت شده و جدا می‌شوند.

سربرداری تنه درخت نزدیک سطح خاک (۵۰سانتیمتر) به دلیل اینکه سطح کمتری در معرض نور مستقیم آفتاب است، کمتر در معرض حمله آفات چوبخوارها قرار می‌گیرد. مزیت دیگر برش کوتاه تنه درخت و نزدیک به سطح خاک سبب مهار راحت تر شاخه‌های حاصل از رشد پیوندک می شود. با جایگذاری و فرو بری چوب‌های قیم در خاک سبب مهار سریع‌تر و محکم‌تر آنها می‌گردد. سربرداری درختان از ارتفاع بالاتر ۱ تا ۱.۵ متر تنه از سطح خاک، معمولا این ریسک وجود دارد که تنه درخت بادام به طور مستقیم در مقابل نور مستقیم قرار خواهد گرفت، با توجه به پوست سیاه‌رنگ تنه سبب افزایش دمای تنه و در نتیجه مورد حمله آفات چوب‌خوار و پوست‌خوار قرار خواهد گرفت و سبب از بین رفتن درخت می گردد. همچنین پیوند در ارتفاع بالای تنه درخت سبب می شود پیوندک‌های تازه رشد یافته بیشتر در معرض فشار باد قرار گیرند که احتمال شکستن محل پیوندک وجود دارد. در صورت سربرداری تنه درخت بالاتر از ۵۰ سانتیمتری سطح خاک، نگه داری شاخه پرستار برای تغذیه ریشه و جذب آب و عناصر معدنی و همچنین رنگ نمودن تنه به منظور کاهش دمای پوست درخت و جلوگیری از حمله آفات چوب‌خوار ضرروری است. درختان با قطر تنه زیاد غالبا ۲ تا ۳ بازو سربرداری می‌شوند، یک یا دو شاخه پرستار روی تاج غالبا در جهت جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب بعد از ظهر روی درخت نگه داشته می شود.

برش و جایگذاری پیوندک بادام

شاخه پیوندک بادام که در محل پیوند زیر پوست قرار می گیرد، مطلوب است که حداقل دارای (۷ تا ۱۰ عدد) جوانه با طول پیوندک ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر و با ضخامت ۰.۷ سانتیمتر باشد. تعداد جوانه در گیرایی پیوند نقش مهمی دارد، زیرا با تولید هورمون‌های تنظیم کننده رشد سبب تشکیل بافت پینه‌ای و بافت‌های آوندی در محل اتصال پیوند می‌گردند. اما در طول فصل رشد تعدادی از شاخه های رشد یافته تنک و برداشته می‌شوند. طول پیوندک‌ها برای انجام پیوند تاجی مطلوب است علاوه بر برش مورب ۵ تا ۷ سانتیمتری ابتدای پیوندک که زیر پوست قرار می‌گیرد، حداقل ۴-۶ جوانه سالم نیز روی پیوندک وجود داشته باشد. مهم است که برش مورب ابتدای پیوندک صاف و فاقد موج و پرزدار نباشد، تا اتصال و ارتباط کافی بین لایه زاینده پوست پایه و پیوندک با واسطه سلول‌های پارانشیمی برقرار شود. در شاخه‌های با پوست ظخیم پایه، قبل از جایگذاری پیوندک در زیر پوست هم راستا با عرض برش مورب پیوندک شکاف‌هایی به صورت عمودی در پوست پایه به اندازه سطح برش خورده پیوندک ایجاد می‌شود. در اغلب موارد پوست پایه یک برش موازی از یک طرف پوست ایجاد می گردد، و پیوندک در زیر پوست قرار می گیرد (شکل۱). برش و شکاف‌های عمودی در پوست پایه به تعداد پیوندک‌هایی که قرار است جایگذاری شود، در پوست پایه زده می‌شود. هر چه تعداد پیوندک بالاتر باشد، زخم ناشی از سربرداری زودتر ترمیم می یابد لذا غالبا به ازاء هر ۵ سانتیمتر محیط محل برش، یک شاخه پیوندک در زیر پوست شاخه قرار می‌گیرد. بعد از برش پیوندک با نوک چاقو لبه پوست محل برش را کمی بلند نموده و پیوندک را در زیر پوست در موازات برش عمودی جایگذاری کرده و محل برش را با نوارهای پیوند سلفون، چسب ۵ سانتی متری یا چسب برزنتی چند لایه بسته و محکم می‌گردد. همچنین قبل از جایگذاری پیوندک زیر پوست شاخه می توان با پلاستیک سلفون محل پوست را بست تا میزان آسیب به پوست کاهش یابد. بستن محل پیوند باید به گونه‌ای باشد که پیوندک ها در اتصال کامل با تنه قرار گیرند، به طوری‌که اگر بخواهیم پیوندک را از محل برش خارج کنیم به سختی خارج گردد.



شکل ۱- تعداد ۵ تا ۷ عدد پیوندک در زیر پوست تنه جایگذاری می‌شود (A, B, C). روی تنه و محل پیوند با نایلون سلفون پیچیده شده و برای اتصال محکم‌تر پیوندک با پوست پایه چسب برزنتی اطراف پیوندک زده می‌شود (D, E)، با سلفون روی چوب و محل برش و محل اتصال پایه و پیوندک نسبت به رطوبت ایزوله و محافظت می شود، پیوندک ها می توانند با نوار پارافیلم نسبت به رطوبت محافظت گردند (F)، سه هفته بعد از پیوند پوشش خاک اره و فوم به تدریج کنار زده می شود تا جوانه ها در معرض نور قرار داده شوند (G).

حفاظت محل پیوند و پیوندک

از عوامل بسیار مهم در گیرایی و موفقیت پیوند سرشاخه‌کاری محافظت محل پیوند و پیوندک در مقابل شرایط نامساعد محیطی است. جلوگیری از کاهش رطوبت پیوندک ها و ایجاد شرایط رطوبتی و دمایی مناسب کالوس دهی تا زمانی که جوانه های پیوندک شروع به رشد می نمایند، الزامی است. این امر در روزهای ابتدایی بعد از انجام پیوند که هنوز اتصال آوندی بین پایه و پیوندک از طریق پل پینه‌ای شکل نگرفته، مهم است. لذا حفاظت محل پیوند با خاک اره مرطوب و پوشش روزنامه و نایلون شرایط محیطی را از لحاظ تغییرات دمایی و رطوبت مناسب برای گیرایی پیوند مناسب می نمایند. برای استفاده از خاک اره ابتدا از زیر محل پیوند با استفاده از فوم های سه میلی متری، روزنامه یا کارتن فضای قیف مانندی را در محل پیوند ایجاد می‌شود. سپس داخل آن را از خاک اره مرطوب پر می‌شود تا محل پیوند و پیوندک ها را خاک اره بپوشاند. در مکان‌های بادخیز روی خاک اره را با نوارهای سلفون می‌پوشانند تا رطوبت خاک اره از دست نرود، تقریبا دو هفته بعد از شروع رشد جوانه‌های پیوندک خاک اره را به تدریج کنار زده تا جوانه ها شروع به رشد نمایند. در مناطق گرم روی محل پوشش را نباید پوشاند، زیرا سبب افزایش دما سبب بروز تنش گرمایی می شود. اما محل پیوند و نصف ارتفاع پیوندها را می توان تا پایان فصل رشد با خاک اره مرطوب محافظت نمود این امر به ترمیم محل زخم کمک بالایی می‌نماید.

مهار شاخه های پیوندک در مقابل فشار باد و آسیب مکانیکی

در طول فصل رشد انجام عملیات حذف پاجوش‌ها، مهار و هدایت شاخه‌های پیوندک، تنک نمودن شاخه‌های پیوندک، مبارزه با آفت شته، رنگ تنه درختان پیوندک شده، پوشاندن محل پیوند با محلول بردوفیکس برای جلوگیری از حمله قارچ و باکتری های بیماری‌زا ایجاد کننده شانکر خصوصا قبل از شروع فصل زمستان از جمله اقدامات موثر در سرشاخه‌کاری و محافظت از پیوندک‌ها در باغ است. رشد شاخه حاصل از پیوندک بعد از گیرایی پیوند بسیار سریع است. از طرفی بافت کالوس و پینه‌ای که اتصال پایه و پیوندک را سبب شده دارای بافت تردی است و از قدرت اتصال ضعیفی به تنه برخوردار و با کوچک‌ترین فشار ناشی از باد شکسته می‌شود. بنابراین در دهه اول خرداد که رشد پیوندک‌ها قابل توجه است علاوه بر پاچوش گیری با بستن چوب‌هایی در اطراف تنه یا شاخه کل شاخه‌های پیوندک را مهار می‌نمایند تا تکانه های ناشی از فشارهای مکانیکی از باد را تحمل نمایند. غالبا رشد شاخه‌های پیوندک بسته به محل سربرداری دارای ارتفاع بالای یک متر و تا دو متر هم می‌رسد، لذا باید در هنگام مهار از چوب هایی که قابلیت تحمل وزن و از ارتفاع کافی برای مهار پیوندک در فصل رشد برخوردار باشد استفاده نمود. برای مهار از دو تا سه چوب اطراف پیوندک در اطراف تنه و بستن دو قسمت چوب موازی روی تنه با کمک سیم های مفتولی نرم استفاده نمود. قیم پیوندک ها تا سال آینده در اطراف پیوندک باقی می‌مانند تا در زمستان فشار ناشی از باد و برف را نیز تحمل نمایند.

تشکیل تاج از شاخه های پیوندک درختان سرشاخه کاری شده

درصد موفقیت و گیرایی پیوند در درخت بادام نسبتا بالا است، لذا تعداد شاخه‌هایی که از جوانه های روی پیوندک تولید می‌شود نسبتا زیاد است. سرعت رشد زیاد شاخه‌های حاصل از جوانه های روی پیوندک، منجر به تولید شاخه‌های نسبتا بلند و متراکم می شود، که نه تنها نیاز است که مهار شوند بلکه شاخه‌های به موازات هم برای نور با هم رقابت می نماید. اگر تربیت نگردند میزان تشکیل شاخه‌های فرعی و اسپورهای بارده کمتری به دلیل رقابت برای نور در پیوندک شکل می‌گیرد. یک یا دو شاخه از پیوندک‌ها را با زاویه ۴۵ تا ۶۵ درجه (شاخه‌هایی در جهت ساعت ۱۰ صبح و ۲ بعد از ظهر) را در تاج درخت به عنوان شاخه‌های لیدر یا پیشاهنگ انتخاب می نمایند. بقیه شاخه ها را با سرزنی کوچک نگه داشته تا انرژی و مواد فتوسنتزی به شاخه های پیشاهنگ انتقال داده شود. شاخه های پیشاهنگ در طول فصل

رشد قیم می شوند تا در اثر فشار باد و افزایش طول شاخه شکسته نگردند. جوانه های روی شاخه‌های پیشاهنگ در طول سال اول و دوم تشکیل شاخه‌های فرعی و اسپورهای بارده می‌دهند.

پیشگیری از بیماری شانکر در محل پیوند

هرگونه عملیات باغداری که به پوست درخت آسیب وارد نماید، همانند تربیت، هرس، سرشاخه کاری و ایجاد زخم های کوچک و بزرگ در تنه و شاخه پتانسیل ایجاد آلودگی و نفوذ عامل بیماری قارچی یا باکتری های مولد شانکر یا زخم تنه و شاخه را در درختان میوه منجمله درخت بادام فراهم می‌نمایند. شانکر زخمی در بافت پوست است که توسط قارچ یا باکتری در تنه یا شاخه ایجاد می‌شود، غالبا عامل بیماری به صورت زنده یا Epiphyte در روی آن چرخه زندگی خود را تکمیل می‌نماید. به هنگام شرایط بارندگی، نقل و انتقال مکانیکی توسط هرس، پیوند و بوسیله حمله آفات و حشرات از محلی به محل دیگر انتشار می‌یابد. آلودگی شانکر به آهستگی در درخت انتشار می‌یابد ولی ریشه کنی بیماری به سختی از باغ پایان می‌پذیرد. عامل‌های ایجاد کننده شانکر در درختان جوان و مسن شامل قارچ‌های (Botryosphaeria , Ceratocystis, Cystospore) و باکتری (Pseudomonas syringae) است. عامل ایجاد کننده بیماری شانکر با رشد زیر پوست سبب تخریب بافت پوست و آوندهای آبکش شده و سبب اختلال در نقل و انتقال آب و مواد غذایی، کاهش عملکرد و خشک شدن تنه و شاخه‌های اصلی و فرعی درخت می‌شود. مدیریت بیماری در درجه اول رعایت بهداشت باغ شامل استفاده از بردوفیکس و ترکیبات مسی، ضدعفونی وسایل هرس و پیوند، جلوگیری از آسیب مکانیکی به پوست درخت، پیشگیری از آلودگی بیماری به درخت با هرس به موقع، حذف شاخه‌های آلوده، پوشاندن محل آلودگی با چسب باغبانی، تقویت و تغذیه درخت با آب و مواد غذایی، انجام هرس و پیوند بعد از سرمای سخت زمستان و در هوای خشک و پوشاندن محل پیوند با بردوفیکش و معدوم نمودن شاخه‌های آلوده از باغ از جمله راهکارهای مدیریت بیماری شانکر می‌باشد (امانی فر، ۱۳۹۷). بعد از گیرایی پیوند تعداد زیادی شاخه‌های نو رسته حاصل از رشد جوانه های پیوند به طور فشرده با سرعت رشد زیاد در تاج درخت رشد می نماید. پوشش محافظ پیوند هم شاخه‌ها را به صورت دسته ای در کنار و نزدیک هم قرار می‌دهد. با گرم شدن هوا در بهار و به محض مساعد شدن دما زمینه مناسبی برای رشد و تغذیه شته‌ها از سطح برگ و شاخه‌های پیوندک فراهم می‌نماید. انواع مختلفی از جنس‌های شته از برگ‌های بادام تغذیه می‌نمایند که مهمترین آنها شته سبز هلو بنام (*Myzus persicae* Sulzer) که در اغلب مناطق وجود دارد. با افزایش دما جمعیت شته‌ها به طور تساعدی در سطح برگ افزایش می‌یابد با تغذیه از سطح برگ و نوک شاخه‌ها و ترشح عسلک عملا فتوسنتز و رشد شاخه پیوندک‌ها مختل می‌گردد. در نتیجه در اثر تغذیه شته شاخه‌ها کوتاه، جوانه انتهایی دفرمه و رشد متوقف می‌شود. خطر دیگر حضور شته در روی پیوندک احتمال زیاد آلودگی پیوندک‌ها به ویروس‌های گیاهی است که ناقل آنها به گیاه میزبان شته‌ها هستند. استفاده از سموم شته کش و صابون‌های گیاهی در این امر موثر است. انجام مدیریت آبیاری و تغذیه پیوندک‌ها از اصول موفقیت در سرشاخه‌کاری است، تغذیه مناسب سبب رشد قوی طولی و قطری شاخه‌ها شده پوست دهی پایه پیوندک‌ها و تشکیل بافت چوب خصوصا در محل پیوند و پوشیده شدن محل پیوند در سر شاخه به خوبی صورت می پذیرد. با کودهای پتاسیم و سیلیکات پتاسیم در طول فصل رشد با استفاده از کود آبیاری و محلول‌پاشی رشد قطری پیوندک‌ها را بیشتر و قوی‌تر می‌نماید در نتیجه مقاومت به بیماری بیشتر می‌شود.

منابع

سلیمانی، ا. و حسنی، د. ۱۳۹۷. سرشاخه‌کاری درختان گردو. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، نشریه فنی تالار ترویج.

ایمانی، ع. ۱۳۷۹. اصلاح بادام. ترجمه. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

ایمانی، ع. ۱۳۹۹. نگرشی بر روند صنعت بادام‌کاری در ایران. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، نشریه فنی تالار ترویج.

دژم‌پور، ج. ۱۳۹۹. خصوصیات پایه‌های مناسب بادام در شرایط مختلف آب‌وهوایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، نشریه فنی تالار ترویج.

امانی‌فر، ن. ۱۳۹۷. دستنامه بیماری‌های باکتریایی و قارچی بادام. مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، نشریه فنی تالار ترویج.

دژم‌پور، ج. ۱۳۹۹. معرفی چند رقم بادام خارجی برای شرایط آب‌وهوایی آذربایجان. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، نشریه فنی تالار ترویج.

صالحی، م. و معتمدی، ا. ۱۳۹۷. بیماری جاروک بادام. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، نشریه فنی تالار ترویج.

Gustafson, William A. and Morrissey, T.M. 2003. Chip Budding: An Old Grafting Technique for Woody Plants With Rediscovered Advantages for Nebraska". Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension. Paper 1736.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The importance of the "Top Working Technique" in commercial and sustainable crop production in traditional almond orchards

Mohammad kavand[1*]
1. Seed and plant certification and registration institute, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: kavand59@gmail.com*

Abstract

Iran's almond production faces challenges due to traditional seed-propagated orchards, which are often dominated by early-flowering varieties susceptible to spring frost damage. Additional issues include inconsistent yields and a high proportion of trees producing bitter-tasting nuts, collectively reducing product quality. To address these challenges, rejuvenation techniques such as Top-Working technique have emerged as a key strategy for revitalizing traditional orchards. By grafting late-flowering, high-yielding varieties with superior nut quality onto existing rootstocks, farmers can achieve commercial production within two to three years. This study details the stages of Top working technique for almond trees, providing practical guidance to enhance awareness among gardeners and horticultural experts. The aim is to promote sustainable and commercial almond production in traditional orchards.

Key word: Top Working, Traditional Orchard, Bark Grafting.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی سازگاری و مقایسه برخی از ارقام پسته در استان چهار محال و بختیاری (مرحله اول رشد رویشی)

بابک مدنی[۱]، علی تاج‌آبادی‌پور [۲] و امین میرشکاری[۳]*

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
۲- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، رفسنجان، ایران
۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
*نویسنده مسئول: *a_mirshekari@yu.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی سازگاری و مقایسه ارقام پسته در شهرستان سامان استان چهار محال و بختیاری تعداد ۸ رقم ماده پسته شامل کلون اکبری، کلون احمد آقایی، فندقی، احمداقایی، اکبری، کله قوچی، عباسعلی دامغان و بادامی سفید، مورد بررسی قرار گرفتند . پایه های (بذری بادامی ریز زرند)که به حد کافی رشد کرده بودند تهیه و در زمین اصلی کشت شدند. به منظور اطمینان از وجود گرده کافی در زمان گلدهی یک ردیف از مجموعه ای از ارقام نر زودگل، متوسط گل و دیر گل در جهت عمود بر باد غالب منطقه و بالا دست ارقام اصلی پیوند زده شدند تا بتواند حداکثر هم‌پوشانی را با ارقام ماده موجود ایجاد نماید. در مرحله اول خصوصیات رویشی مانند رشد رویشی شاخه، قطر تنه، قطر تاج، ارتفاع درخت، تعداد برگهای ۳ یا ۵ برگچه ای ثبت ویادداشت گردید. در نهایت صفات اندازه گیری شده ارقام مختلف مورد آنالیز آماری قرار گرفتند. نتایج این پروژه نشان دادکه در سال ۱۴۰۳ تفاوت معنی‌دار در تمامی صفات اندازه‌گیری شده بین ارقام وجود دارد. کمترین ارتفاع درخت مربوط به رقم فندقی بود در حالی‌که بیشترین میزان مربوط به کلون احمد آقایی بود. بیشترین میزان قطر تاج مربوط به کلون اکبری و احمد آقایی بود و کمترین مربوط به فندقی وعباسعلی دامغان بود. همچنین کمترین مقدار قطر تنه مربوط به بادامی سفید، عباسعلی دامغان وکلون اکبری بود. بیشترین طول شاخه مربوط به فندقی و کمترین مربوط به عباسعلی دامغان و احمد آقایی بود. همچنین کمترین تعداد برگ مربوط به ارقام عباسعلی دامغان، احمد آقایی و کله قوچی بود.

کلمات کلیدی: پسته، سازگاری، رقم و رشد.

مقدمه

پسته یکی از مهمترین محصولات کشاورزی کشور است که از جنبه های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی اهمیت فوق العاده ای دارد. ایران به عنوان مهم‌ترین کشور تولیدکننده و صادرکننده پسته، دارای بزرگترین ذخایر ژنتیکی پسته می‌باشدکه در دنیا بی نظیر می‌باشد. در دو دهه اخیر کشت این محصول بطورچشمگیری افزایش یافته است که عمدتا به دلیل صادرات این محصول با ارزش و همچنین درآمد بیشتر آن نسبت به سایر محصولات بوده است. لازم است قبل از ایجاد باغات پسته، علاوه بر جمع آوری اطلاعات دقیق پیرامون شرایط آب و هوایی، خاک وآب منطقه موردنظر، نسبت به انتخاب رقم و شناخت کامل آن از لحاظ خصوصیات مرفولوژی، فیزیولوژی و خواص کمی و کیفی محصول و سایرخصوصیات (مقاومت به شوری، خشکی، آفات و بیماریها و...) اقدام لازم انجام گیرد. لذا با توجه به تنوع ارقام پسته و اینکه هرکدام دارای صفات و ویژگی‌های خاصی می‌باشند، بایستی بر حسب شرایط موجود بهترین رقم یا ارقام مناسب را که دارای بیشترین بازده اقتصادی باشند، انتخاب کرد. امروزه با توسعه کاشت پسته در اکثر مناطق کشور، بخصوص مناطقی که شرایط محیطی مساعدی برای کشت و کار و تولید اقتصادی محصول نداشته اند و از طرفی تغییرات جوی و اقلیمی که زمین در سالهای اخیر، تولید محصول در مناطق را نیز دچار اختلال کرده است و کاهش کمیت و کیفیت محصول را بدنبال دارد. تغییرات آب و هوایی اخیر مسبب ایجاد مشکلات عدیده‌ای از جمله عدم تامین نیاز سرمایی، عدم ریزش نزولات آسمانی در طول پاییز و زمستان و نوسانات شدید دمایی حاصل از آن، نوسانات دوره‌ای دما در زمان تورم جوانه‌های گل، افزایش و کاهش ناگهانی دما در زمان گرده‌افشانی و تلقیح گل‌ها در بسیاری از مناطق پسته‌خیز

کشور و در نهایت کاهش قابل توجه‌ای در کمیت و کیفیت محصول گردیده است. ارزیابی و شناسایی ارقام و ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط اقلیمی اخیر کشور جهت جلوگیری و کاهش احتمالی خسارت در سال‌های پیش رو امری ضروری و از اولویت‌های برنامه اصلاحی پسته در مناطق پسته خیز کشور می‌باشد. جهت افزایش راندمان تولید و افزایش کیفیت محصول بررسی راهکارهای مقابله با اثرات سوء عوامل محیطی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به تغییرات آب و هوایی در سالهایی اخیر در مناطق پسته کاری، نمی توان ارقام محدود تجارتی موجود را توصیه نمود. از طرفی خصوصیات ویژه ارقام جدید، ضرورت بررسی تحقیقاتی سازگاری آنها الزامی است که در صورت تحقق این امر بر اساس شرایط اقلیمی مناطق موردنظر، ارقام مناسب توصیه شوند تا سرمایه گذاری انجام شده قابل توجیه و درآمدزا باشد. بنابراین قبل از احداث باغ‌های تجاری لازم است تا خصوصیات مرفولوژیکی، فنولوژیکی هر یک از ارقام تجاری ، بومی، جدید و امید بخش مورد بررسی قرار گیرد. خصوصیات مورفولوژیکی ۲۰ رقم پسته ماده ایران در رفسنجان مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد مهم‌ترین خصوصیاتی که در بین ارقام تفاوت زیادی داشتند شامل قدرت رشد درخت، عادت رشد، زمان گلدهی، طول و عرض برگ، درصد برگ‌های سه و پنج برگچه‌ای و طول وعرض و شکل برگچه انتهایی، زمان رسیدن میوه طول و عرض خوشه میوه، تعداد انشعابات اولیه خوشه میوه، رنگ پوست سبز، طول و عرض و وزن پسته، درصد خندانی و پوکی، زاویه اتصال میوه به دم میوه می‌باشد. نتایج این بررسی نشان داد ارقام بادامی زودرس و رضایی زودرس با هم و ارقام اوحدی، فندقی غفوری و راور شماره یک نیز با هم شباهت زیادی داشتند (تاج آبادی پور و همکاران ۱۳۷۶). نتایج بررسی بر روی زمان و طول دوره گلدهی، درصد جوانه زنی گرده۴۲ فنوتیپ نر پسته در استان کرمان نشان می‌دهد گلدهی ارقام نر زودتر از ارقام ماده می‌باشد. زمان گلدهی ارقام نر از نیمه فروردین تا نیمه اردیبهشت ماه متفاوت است. ارقام N-11، N-1، R-20، R-27، K-39 دارای کوتاه‌ترین زمان گلدهی و ارقام N-8، N-3، R-24، R-21، K-40، K-42 دارای طولانی‌ترین دوره گلدهی هستند. زمان گلدهی به شدت تحت تاثیر شرایط آب وهوایی منطقه است. درصد جوانه زنی گرده تازه بر روی محیط کاشت حاوی ۱٪ آگار و ۱۰٪ ساکارز در ارقام مختلف بین ۹۵/۲۳- ۶۱/۵۹ درصد متفاوت بود (اسماعیل پور، ۱۳۷۷). فرگوسن، (۱۳۷۸) گزارش کرد درصد خندانی در ارقام مختلف متفاوت است و در ارقام برونتی، اسفاکس و ترابونلا درصد خندانی کمتر از ارقام کرمان و لاسن است. بنابراین بررسی‌های ژنتیکی در این خصوص لازم است و آزمایشات اولیه اثر ژنوتیپ‌های نر و ماده را در درصد خندانی میوه ثابت کرده است. ناخندانی پسته مربوط به میزان باردهی درخت است و هرچه محصول درخت بیشتر باشد، درصد خندانی کاهش می یابد زیرا این پدیده رابطه نزدیکی با زمان رسیدن میوه دارد و انتخاب زمان دقیق برداشت نقش عمده ای در کاهش ناخندانی پسته دارد. درصد پوکی ارقام مختلف متفاوت و معنی دار است(اسماعیل پور، ۱۳۷۹). ارقام سیف الدینی (۳۹/۱٪)، کله قوچی (۳۴/۵٪) و سیریزی (۳۳/۳٪) دارای حداکثر پوکی و ارقام فندقی ۴۸ (۴/۹٪)، ابراهیمی(۶۵/۴٪)، خنجری دامغان (۶/۵٪)، جندقی (۷/۲٪) و احمد آقایی (۷/۷٪) دارای کمترین درصد پوکی هستند. ارقام اوحدی و اکبری به ترتیب ۲۱/۵٪ و ۱۱/۳٪ پوکی داشتند. نتایج بررسی‌ها بر روی میزان سال آوری نشان میدهد ارقام مختلف دارای شدت سال آوری متفاوتی هستند و برخی ارقام دارای اختلاف معنی دارهستند. ارقام احمدآقایی(۰/۷۴)، سفید پسته نوق ایتالیایی (۰/۷۳) و فندقی زودرس (۰/۶۸) دارای بیشترین شدت سال آوری هستند و ارقام جندقی (۰/۰۶)، شاه پسند (۰/۱) و ایتالیایی ۱۴/) دارای کمترین شدت سال آوری هستند. ارقام اکبری، کله قوچی و اوحدی به ترتیب دارای شدت سال آوری ۰/۵۲، ۰/۴۴، ۰/۴۸ می‌باشند که از نظر آماری با احمد آقایی کاملا معنی‌دار هستند (اسماعیل پور، ۱۳۷۸). هرچه شدت سال آوری به عدد یک نزدیکتر باشد، اختلاف محصول تولیدی در دو سال متوالی بیشتر و هرچه به صفر نزدیکتر باشد اختلاف محصول دو سال متوالی کمتر است.

اهداف این پروژه عبارت بودند از:

۱-بررسی مقدماتی سازگاری پسته با شرایط آب و هوایی شهرستان سامان

۲-تعیین ارقام مناسب برای منطقه

۳-در اختیار قرار دادن نتایج حاصل از این پروژه به منظور ترویج و توصیه کشت ارقام مناسب در بین باغداران منطقه مورد اجرا

مواد و روش‌ها

۱-محل اجرا و مواد گیاهی

سامان در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۹ دقیقه الی ۳۲ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه الی ۵۱ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. این منطقه دارای آب و هوای سرد و معتدل است. به طور متوسط سالیانه ۳۱۷ میلی‌متر بارندگی دارد و دمای متوسط سالیانه آن ۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این منطقه به طور مجزا ۲ فصل سرد و معتدل دارد که فصل سرمای آن از ماه آبان آغاز و به مدت ۶ ماه ادامه می‌یابد و فصل معتدل آن از اردیبهشت ماه شروع می‌شود. میانگین نم نسبی معادل ۳۱ درصد است؛ که باعث نوسان شدید درجه حرارت در طول شبانه روز سالانه می‌شود در ماه‌های زمستان اتفاق می‌افتد به طوری که ۲۸ روز از ماه دی، درجه حرارت به زیر صفر می‌رسد. این پروژه با مشارکت بخش خصوصی در یکی ار باغات شهرستان سامان اجرا شد. به منظور بررسی سازگاری و مقایسه ارقام پسته در شهرستان سامان استان چهار محال و بختیاری تعداد ۸ رقم ماده پسته شامل کلون اکبری، کلون احمد آقایی، فندقی، احمداقایی، اکبری، کله قوچی، عباسعلی، بادامی سفید،مورد بررسی قرار گرفتند.

۲-روش اجرا

ارقام منتخب روی پایه‌های بذری که به حد کافی رشد کرده اند پیوند زده شدند. به منظور اطمینان از وجود گرده کافی در زمان گلدهی یک ردیف از مجموعه ای از ارقام نر زودگل، متوسط گل و دیر گل در جهت عمود بر باد غالب منطقه و بالا دست ارقام اصلی پیوند زده شدند تا بتواند حداکثر هم‌پوشانی را با ارقام ماده موجود ایجاد نماید. مراقبت‌های لازم از نهال‌های پیوندی به عمل آمد تا به خوبی رشد کنند. پیوندک ارقام توسط دفتر امور میوه های سردسیری و خشک و پژوهشکده پسته تامین شد. عملیات لازم در جهت تقویت نهال‌های ارقام مختلف از قبیل تغذیه، پاجوش گیری، کنترل علف‌های هرز، آبیاری و هرس بین ارقام به صورت یکنواخت انجام شد.

۳-صفات مورد اندازه گیری:

در سال ۱۴۰۳ فاکتورهای رویشی از قبیل طول شاخه، قطر تنه (با کولیس)، قطر تاج(با متر)، ارتفاع درخت(با متر)، تعداد برگهای ۳ یا ۵ برگچه ای، ثبت و یادداشت شد.

۴-تجزیه و تحلیل آماری

پژوژه در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری نتایج شامل تجزیه واریانس (Anova)، و کلیه آنالیزها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج

نتایج این پروژه نشان دادکه در سال ۱۴۰۳ تفاوت معنی‌دار در تمامی صفات اندازه‌گیری شده بین ارقام وجود دارد. کمترین ارتفاع درخت مربوط به رقم فندقی بود در حالی‌که بیشترین میزان مربوط به کلون احمد آقایی بود. بیشترین میزان قطر تاج مربوط به کلون اکبری و احمد آقایی بود و کمترین مربوط به فندقی وعباسعلی دامغان بود. همچنین کمترین مقدار قطر تنه مربوط به بادامی سفید، عباسعلی دامغان وکلون اکبری بود. بیشترین طول شاخه مربوط به فندقی و کمترین مربوط به عباسعلی دامغان و احمد آقایی بود. همچنین کمترین تعداد برگ مربوط به ارقام عباسعلی دامغان، احمد آقایی و کله قوچی بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات رویشی ۸ رقم پسته.

رقم	صفات				
	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر تاج(سانتی‌متر)	قطر تنه (سانتی‌متر)	طول شاخه (سانتی‌متر)	تعداد برگ

بادامی سفید	۱۲۱/۱۶ab*	۱۲۱/۶c	۳/۲۳bc	d۱۶/۶	ab۱۳/۰
عباسعلی دامغان	۱۲۵/۶ab	۶۲/0d	۲/۵۴c	e۷/۶	c۷/۰
فندقی	۷۵/۶c	۷۴/۰d	۴/10ab	a۳۳/۶	ab۱۳/۳
کلون اکبری	۱۲۵/۶ab	۱۴۹/۰ab	۲/۱۱c	bc۲۲/۶	b۱۱/۶
کلون احمد آقایی	۱۳۷/۳a	۱۴۱/۶b	۴/۵5a	b۲۴/۰	ab۱۳/۰
اکبری	۱۳۵/۰ab	۱۱۰/۰c	۴/۳۱ab	cd۱۸/۳	a۱۶/۰
احمد آقایی	۱۳۰/۶ab	۱۶۱/۶a	a۴/۷۰	d۱۷/۳	c۷/۰
کله قوچی	۱۱۵/۰b	۱۴۲/۶b	ab۳/۸۲	e۷/۶	c۶/۳

*حروف مشترک در هر ستون عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد دانکن را نشان می‌دهند

منابع

اسماعیل‌پور، ع. ۱۳۷۷. بررسی، شناسایی و جمع‌آوری ارقام نر پسته. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۴ صفحه.

اسماعیل‌پور، ع. ۱۳۷۹. بررسی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ۲۸ رقم پسته در شرایط رفسنجان. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۹ صفحه.

تاج‌آبادی‌پور، ع. و محمدصانعی شریعت‌پناهی، م. ۱۳۷۶. شناسایی ارقام پسته ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

فرگوسن، ل. ۱۳۷۸. کشت و تولید پسته. ترجمه محمود درویشیان. انتشارات مؤسسه فرهنگی نشر آیندگان.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

.Studying the compatibility and comparison of some pistachio cultivars in Chaharmahal and Bakhtiari province (first stage: vegetative growth)

Babak Madani[1], Ali Tajabadi Pour[2] and Amin Mirshekari[3*]
1. Horticultural Sciences Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shahrekord, Iran
2. Pistachio research center, Horticultural Research Institute, Rafsanjan, Iran
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Yasouj, Iran
Corresponding Author: a_mirshekari@yu.ac.ir

Abstract

In order to investigate the compatibility and comparison of pistachio cultivars in Saman, Chaharmahal and Bakhtiari Province, 8 female pistachio cultivars including Akbari clone, Ahmad Aghaei clone, Fandoghi, Ahmad Aghaei, Akbari, Kaleh Ghochi, Abbas Ali Damghan, and Badami Sefid were studied. Rootstocks (Bozder Badami Riz Zarand) that had grown sufficiently were prepared and planted in the field. In order to ensure sufficient pollen at the time of flowering, a row of a set of early-flowering, mid-flowering and late-flowering male cultivars was grafted perpendicular to the prevailing wind of the area and upstream of the main cultivars to create maximum overlap with the existing female cultivars. In the first stage, vegetative characteristics such as branch growth, trunk diameter, crown diameter, tree height, number of 3- or 5-leaflet leaves were recorded and noted. Finally, the measured traits of different cultivars were statistically analyzed. The results of this project showed that in 1403 there was a significant difference in all measured traits between cultivars. The lowest tree height was related to the Fandoghi cultivar, while the highest was related to the Ahmad Aghaei clone. The highest crown diameter was related to the Akbari and Ahmad Aghaei clones, and the lowest was related to Fandoghi and Abbas Ali Damghan. Also, the lowest trunk diameter was related to Badami Sefid, Abbas Ali Damghan, and the Akbari clone. The longest branch length was related to Fandoghi and the shortest to Abbasali Damghan and Ahmad Aghaei. Also, the lowest number of leaves was related to Abbasali Damghan, Ahmad Aghaei and Kale Ghochi cultivars.

Key words: Adaptability, Cultivar, Growth, Pistachio.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر زمان حلقه‌برداری بر شاخص‌های زایشی و مقدار ماده خشک شاخه و ریشه کیوی‌فروت رقم هایوارد

ابراهیم عابدی قشلاقی[۱*]، معصومه کیااشکوریان[۲]، محمدعلی شیری[۲]، فرهنگ رضوی[۳]، طاهره رئیسی[۲]، ابراهیم فرزام[۱] و حسین طاهری[۲]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

۲- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

*نویسنده مسئول: *e.abedi@areo.ir*

چکیده

حلقه‌برداری، به عنوان یک عمل به‌باغی می‌تواند با دستکاری کربوهیدرات تاک‌ها، رشد و نمو، تشکیل میوه، رشد و کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار دهد. این پژوهش برای ارزیابی زمان حلقه‌برداری بر برخی شاخص‌های زایشی و مقدار ماده خشک شاخه و ریشه کیوی‌فروت رقم هایوارد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی آستارا انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار در ۳ تکرار طی سال‌های ۱۴۰۳-۱۴۰۲ اجرا شد. نتایج نشان داد درصد شکفتن جوانه، جوانه‌های شکفته بارور، تشکیل میوه، شاخص‌باروری، باروری واقعی، ماده خشک شاخه تحت تأثیر اثرات ساده سال آزمایش و زمان حلقه‌برداری قرار گرفت. از بین این صفات، درصد شکفتن جوانه، درصد تشکیل میوه و مقدار ماده خشک ریشه علاوه بر اثرات ساده سال و تیمار، تحت‌تأثیر برهمکنش سال و تیمار بود. بیشترین شاخص‌باروری و باروری واقعی در زمان حلقه‌برداری ۱۵ شهریور مشاهده شد. بیشترین ماده خشک شاخه در زمان حلقه‌برداری ۳۰ خرداد همزمان با رشد سریع میوه و کمترین مقدار ماده خشک شاخه در حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت همزمان با نمو گل‌ها مشاهده شد. بیشترین مقدار ماده خشک ریشه در زمان حلقه‌برداری اواخر تیرماه سال دوم و کم‌ترین مقدار آن زمان حلقه‌برداری ۱۵ شهریور سال اول مشاهده شد. بیشترین درصد تشکیل میوه سال دوم در زمان حلقه‌برداری ۱۵ اردیبهشت ماه مشاهده شد و با زمان‌های مختلف حلقه‌برداری سال اول اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین، زمان حلقه‌برداری بر تشکیل میوه سال اول اثر معنی‌داری نشان نداد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می توان با انجام حلقه‌برداری تنه در اواسط اردیبهشت تا اواخر آن درصد تشکیل میوه را به طور معنی‌دار درتاک‌های کیوی‌فروت رقم هایوارد افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تشکیل میوه، باروری واقعی و شاخص باروری.

مقدمه

شرایط نامساعد محیطی مانند بارندگی زیاد در دوره گلدهی باعث افزایش رطوبت نسبی، خنک شدن هوا، کند شدن فعالیت زنبورهای عسل و کاهش گرده‌افشانی می‌شود. قوه نامیه دانه‌های گرده و قدرت باروری تخم‌زا تحت تأثیر وضعیت تغذیه‌ای تاک می‌باشد و کمبود عناصر ذخیره‌ای در گیاه سبب تشکیل گل‌های ناقص و با قدرت باروری کم‌تر می‌شود. حلقه‌برداری به عنوان یک عمل به‌باغی، انتقال رو به پایین مواد فتوسنتزی مانند کربوهیدرات و برخی ترکیبات مانند اکسین را مختل می‌کند و با دستکاری روابط منبع-مصرف تاک‌ها، گلدهی، تشکیل میوه، رشد و کیفیت میوه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Rana et al., 2023). زمان حلقه‌برداری اثرات متفاوتی در تشکیل گل سال بعد و کیفیت میوه‌های سال جاری دارد. حلقه‌برداری تنه در تابستان یا پاییز ممکن است گل‌دهی بیش‌تر را در بهار سال بعد ترغیب کند. ازحلقه‌برداری پاییزی معمولاً در سایر درختان میوه برای تحریک گل‌دهی استفاده می‌شود (Goren et al., 2004). حلقه‌برداری در دوره قبل از گلدهی مانع حرکت مواد فتوسنتزی به ریشه شده و باعث تقویت شکوفه‌های گل در حال نمو خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان آستارا اجرا شد. حلقه‌برداری تاک‌های کیوی‌فروت با فاصله زمانی دو هفته‌ای از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریورماه در مراحل مختلف فنولوژی در ارتفاع نیم متری تنه از سطح زمین در ۹ تیمار زمانی و شاهد (بدون حلقه‌برداری) انجام شد. در انجام حلقه‌برداری، پوست تنه به عرض نیم سانتی‌متر اطراف تنه حذف شد.

برای تعیین درصد تشکیل میوه، ابتدا تعداد گل‌های چهار شاخه زمستان‌گذران علامت‌گذاری شده در چهار جهت تاک که بطور تصادفی انتخاب شده‌اند در زمان گلدهی شمارش شده و سه تا چهار هفته بعد از ریزش گلبرگ‌ها دوباره مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص باروری (Fertility index) میانگین نسبت تعداد گل‌های تشکیل شده به شاخساره‌های بارور بوده، در حالیکه باروری واقعی (Real Fertility) میانگین تعداد گل تشکیل شده به تعداد جوانه‌های باقی‌مانده بعد از هرس زمستان است. برای محاسبه مقدار ماده خشک شاخه، نمونه‌های یکسان و یکنواخت از شاخه‌های زمستان‌گذران تاک‌های تیمار شده و شاهد موقع هرس زمستانه انتخاب و در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند تا به وزن ثابت برسند. سپس درصد ماده خشک آن‌ها براساس وزن تر و خشک آن‌ها محاسبه شد. برای محاسبه مقدار ماده خشک ریشه، نمونه‌برداری ریشه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری اطراف یک متری از تنه تاک‌ها در زمستان انجام و بعد از شستن گل و لای آنها و توزین وزن تر همانند شاخه‌ها در آون خشک شده و درصد ماده خشک آنها محاسبه شد.

تجزیه آماری کلیه داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح پایه کامل‌های تصادفی به صورت تجزیه مرکب با استفاده از نرم‌افزار آمار SAS9 انجام گرفت و مقایسه میانگین تیمارها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تمام صفات اندازه‌گیری شده تحت‌تأثیر سال‌های آزمایش قرار گرفت. درصد جوانه‌های شکفته بارور، تشکیل میوه، شاخص‌باروری، باروری واقعی، ماده خشک شاخه در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود (جدول ۱). کیوی‌فروت الگوی تناوب باردهی دارد و عملکرد {"XE عملکرد"} زیاد تاک در یک سال، محصول {"XE عملکرد"} سال بعد را از طریق کاهش تعداد گل‌های تشکیل شده روی شاخساره‌ها کاهش می‌دهد (Brantley et al., 2019). بنابراین،کاهش شاخص‌های زایشی در سال دوم می‌تواند نتیجه سال‌آوری و محصول زیاد سال قبل باشد. علاوه‌براین، بارندگی مداوم و کاهش دما در دوره گلدهی سال دوم باعث شد که فعالیت زنبورهای عسل برای گرده‌افشانی کم شود و تشکیل میوه حدود ۵۰ درصد کاهش پیدا کند (جدول ۱).

مقایسه میانگین نتایج دوساله آزمایش نشان داد که شاخص باروری و باروری حقیقی به ترتیب با ۷/۹۵ و ۴/۶۵ در تیمار زمانی آخر (۱۵ شهریور) بیشترین بود. این دو شاخص نشان دهنده تعداد گل‌های تشکیل شده روی شاخساره‌های جاری است. تیمارهای حلقه‌برداری اواخر تابستان که مانع انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها می‌شود همزمان با مرحله گل‌انگیزی در کیوی‌فروت است (عابدی قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین افزایش مواد فتوسنتزی در جوانه‌ها باعث افزایش فرمان گلدهی برای سال بعد خواهد بود. پاسخ‌های مثبت به حلقه‌برداری آخر تابستان در کیوی‌فروت مشهود است و افزایش گل‌دهی تا ۰/۵ گل در هر جوانه زمستانی ثبت شده است (Currie *et al.*, 2018). نتایج این پژوهش با نتایج انجام شده روی سایر درختان میوه که از حلقه‌برداری اواخر تابستان و پاییز برای تحریک گل‌دهی استفاده می‌شود، مطابقت دارد (Goren *et al.*, 2004).

در مقایسه میانگین اثر برهمکنش سال و تیمار زمان حلقه‌برداری بر درصد تشکیل میوه، زمان حلقه‌برداری بر تشکیل میوه سال اول اثر معنی‌داری نداشت اما بیشترین درصد تشکیل میوه سال دوم در تیمار حلقه‌برداری ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت ماه مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات ساده سال و زمان حلقه‌برداری بر مقدار ماده خشک شاخه و برخی شاخص‌های زایشی کیوی‌فروت رقم هایوارد.

Treatments تیمارها	Fertile bud break جوانه‌های شکفته بارور (٪)	Fertility index شاخص باروری (FI)	Real fertility باروری واقعی(RF)	Cane dry matter ماده خشک شاخه (٪)
		سال Year		
اول (2023)	^{a}۹۶/۶۹	۷/۴۶^{a}	۴/۴۸^{a}	۵۰/۸۰^{a}
دوم (2024)	^{b}۸۹/۰۶	۶/۷۴ ^{b}	۳/۲۱ ^{b}	۳۹/۴۹ ^{b}
		زمان حلقه‌برداری Girdling date		
شاهد	۹۳/۹۱ ^{ab}	۷/۰۷^{ab}	۳/۸۷^{ab}	۴۶/۱۶ ^{ab}
۱۵ اردیبهشت	۸۸/۶۵ ^{d}	۶/۷۰^{b}	۳/۲۹^{b}	۴۱/۲۹^{d}
۳۰ اردیبهشت	۹۳/۶۱ ^{ab}	۷/۵۴^{ab}	۴/۰۸^{ab}	۴۳/۳۴ ^{cd}
۱۵خرداد	۹۱/۷۷ ^{bc}	۷/۹۶^{a}	۴/۰۸^{ab}	۴۵/۹۰ ^{ab}
۳۰ خرداد	۹۱/۳۵ ^{bc}	۶/۶۶^{b}	۳/۸۷^{ab}	۴۷/۴۸ ^{a}
۱۵ تیر	۸۹/۲۶^{d}	۶/۵۸^{b}	۳/۶۳^{b}	۴۵/۰۰ ^{bc}
۳۰ تیر	۹۵/۶۲ ^{a}	۶/۷۱^{b}	۳/۸۳^{ab}	۴۴/۳۶ ^{bc}
۱۵مرداد	۹۶/۲۴ ^{a}	۷/۰۵^{ab}	۳/۶۵^{b}	۴۶/۱۷ ^{ab}
۳۰ مرداد	۹۱/۵۹ ^{bc}	۶/۷۶^{b}	۳/۴۶^{b}	۴۴/۱۵ ^{bc}
۱۵ شهریور 05	۹۶/۷۱ ^{a}	۷/۹۵^{a}	۴/۶۵^{a}	۴۳/۶۴ ^{bc}

†میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند.

اگرچه زمان آغازیدن و تمایزیابی زایشی مریستم، ژنتیکی است و در ارقام مختلف کیوی‌فروت متفاوت است، اما به‌وسیله عوامل محیطی مختلف به‌ویژه مدت و زمان دماهای سرد و گرم پاییز-زمستان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Okie and Blackburn, 2011). زمان تمایزیابی جوانه گل و نمو اندام‌های مختلف آن در ارقام توموری و هایوارد برای شمال کشور از اواخر اسفند و اوایل فروردین قبل از شکفتن جوانه‌ها آغاز می‌شود و تا آغاز شکفتن کاسبرگ‌ها ادامه دارد (عابدی قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین، نمو گل کیوی‌فروت ممکن است با عدم دسترسی به ذخایر کربوهیدرات در بهار محدود شود و درصد تشکیل میوه کاهش پیدا کند (عابدی قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین، حلقه‌برداری در این مرحله از فنولوژی تاک‌ها، حرکت رو به پایین مواد فتوسنتزی را متوقف می‌کند و منجر به تجمع کربوهیدرات در جوانه‌های زایشی در حال نمو شده و باعث افزایش قدرت باروری گل‌ها می‌شود.

بیشترین ماده خشک شاخه در زمان حلقه‌برداری ۳۰ خرداد مشاهده شد (جدول ۱). در این مرحله از فنولوژی تاک‌ها، برگ‌های کیوی‌فروت بالغ شده و تولید و صادر کننده مواد فتوسنتزی هستند و با عمل حلقه‌برداری تنه مواد فتوسنتزی حاصل به سمت شاخه‌ها و میوه‌های در حال نمو هدایت می‌شوند و در شاخه‌ها ذخیره شده و در زمان نمونه‌برداری بیشترین مقدار را نشان دادند. کمترین مقدار ماده خشک شاخه در حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت همزمان با نمو گل‌ها مشاهده شد (جدول ۱). در این مرحله از رشد هنوز برگ‌ها به اندازه کامل خود نرسیده‌اند و مصرف‌کننده هستند و همچنین تقاضا گل‌های در حال نمو زیاد است لذا حلقه‌برداری در این مرحله سبب کاهش مواد فتوسنتزی شاخه‌ها شده است.

در مقایسه میانگین اثر برهمکنش سال و تیمار زمان حلقه‌برداری، بیشترین درصد تشکیل میوه سال دوم در زمان حلقه‌برداری ۱۵ اردیبهشت ماه مشاهده شد و با زمان‌های مختلف تیمار حلقه‌برداری سال اول اختلاف معنی‌داری نشان نداد. زمان حلقه‌برداری بر تشکیل میوه سال اول اثر معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین درصد تشکیل میوه با ۱۵ درصد درزمان حلقه‌برداری ۳۰ تیرماه سال دوم آزمایش مشاهده شد. در مقایسه میانگین اثر برهمکنش سال و تیمار زمان حلقه‌برداری بر مقدار ماده خشک ریشه، علاوه بر تاک‌های شاهد در سال اول، طی دو سال کمترین مقدار ماده خشک ریشه در تیمار زمان حلقه‌برداری ۱۵ شهریور مشاهده شد (جدول ۲). بهبود محل حلقه‌برداری معمولاً

طی یک دوره ۴-۶ هفته‌ای اتفاق می‌افتد (عابدی قشلاقی، ۱۴۰۰). از آنجایی که در اواخر تابستان- اوایل پاییز رشد مجدد ریشه‌ها آغاز می‌شود (Black, 2012)، لذا حلقه‌برداری و ممانعت از حرکت مواد فتوسنتزی به سمت ریشه‌ها و رشد آنها، مقدار مواد ذخیره‌ای ریشه‌ها را کاهش داد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری بر مقدار ماده خشک ریشه و برخی شاخص‌های زایشی کیوی‌فروت رقم هایوارد.

سال	زمان حلقه‌برداری	تشکیل میوه (٪)	جوانه‌های شکفته (٪)	ماده خشک ریشه (٪)
۲۰۲۳	شاهد	۷۳/۰۸ a	۶۰/۹۱ abcd	۱۸/۶۴ f
	۱۵ اردیبهشت	۷۰/۶۴ a	۶۰/۰۹ abcd	۲۲/۵۴ abc
	۳۰ اردیبهشت	۷۶/۳۸ a	۵۶/۱۷ defg	۲۱/۵۷ a-f
	۱۵خرداد	۷۶/۹۲ a	۶۱/۰۵ abcd	۲۰/۸۵ a-f
	۳۰ خرداد	۷۸/۳۱ a	۶۲/۵۱ abcd	۲۱/۰۲ cdef
	۱۵ تیر	۷۷/۳۴ a	۶۵/۰۷ abc	۱۹/۵۳ ef
	۳۰ تیر	۷۰/۴۳ a	۶۵/۰۱ ab	۱۹/۱۸ ef
	۱۵مرداد	۷۱/۳۱ a	۶۵/۵۰ a	۱۹/۷۱ def
	۳۰ مرداد	۶۶/۹۰ a	۵۹/۹۲ abcd	۱۹/۸۷ def
	۱۵ شهریور	۶۹/۳۶ a	۵۸/۸۵ bcde	۱۹/۳۶ ef
۲۰۲۴	شاهد	۲۹/۶۷ cd	۴۹/۱۳ h	۲۲/۳۱ abcd
	۱۵ اردیبهشت	۷۴/۳۳ a	۴۶/۰۲ h	۲۱/۸۹ a-e
	۳۰ اردیبهشت	۴۸/۳۳ b	۴۶/۴۵ h	۲۱/۱۳ a-f
	۱۵خرداد	۴۲/۰۰ bc	۴۸/۹۷ h	۲۲/۶۳ abc
	۳۰ خرداد	۱۵/۰۰ d	۵۶/۶۶ defg	۲۲/ ۹۲ abc
	۱۵ تیر	۲۴/۶۷ cd	۵۷/۹۸ cdef	۲۳/۴۸ ab
	۳۰ تیر	۲۷/۶۷ cd	۵۱/۱۸ fgh	۲۳/۹۹ a
	۱۵مرداد	۲۵/۳۳ cd	۵۰/۴۶ gh	۲۰/۳۴ bf
	۳۰ مرداد	۳۹/۰۰ bc	۵۲/۱۲ efgh	۲۳/۲۹ ab
	۱۵ شهریور	۳۲/۳۳ bc	۶۱/۱۴ abcd	۲۰/۲۰ cdef

† میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می توان با انجام حلقه‌برداری تنه در ارتفاع نیم متری از سطح زمین در بهار در مرحله قبل از گلدهی، در محدوده زمانی اواسط اردیبهشت تا اواخر آن، درصد تشکیل میوه را به طور معنی‌دار در کیوی‌فروت رقم هایوارد افزایش داد. همچنین با حلقه‌برداری اواخر تابستان (۱۵ شهریور) شاخص باروری و باروی واقعی را بهبود بخشید.

منابع

ابدی قشلاقی، ا. ۱۴۰۰. استفاده از روش‌های به‌باغی به منظور افزایش اندازه میوه کیوی‌فروت با هدف صادرات. نشریه فنی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، ۳۰ ص.

عابدی قشلاقی، ا.، ربیعی، و.، قاسمی، م.، فتاحی مقدم، ج. و رضوی، ف. ۱۳۹۶. بررسی تمایزیابی جوانه‌ها در کیوی رقم‌های هایوارد و توموری. علوم باغبانی، ۳۱(۲): ۴۱۲-۴۲۴.

عابدی قشلاقی، ا.، قاسمی، م.، فتاحی مقدم، ج. و داداش‌زاده، ب. ۱۳۹۸. بررسی زمان گل‌انگیزی در کیوی رقم‌های هایوارد و توموری. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۰(۳): ۳۰۹–۳۲۰.

Black, M. Z. 2012. The kiwifruit (*Actinidia* sp.) vine root system: Responses to vine manipulations. University of Waikato, Hamilton, New Zealand.

Brantley, A. K., Spiers, J. D., Thompson, A. B., Pitts, J. A., Kessler, J. R. Jr., Wright, A. N. and Coneva, E. D. 2019. Effective pollination period of *Actinidia chinensis* 'AU Golden Sunshine' and *A. deliciosa* 'AU Fitzgerald' kiwifruit. HortScience, 54(4): 656–660.

Goren, R., Huberman, M. and Goldschmidt, E. 2004. Girdling: Physiology and horticultural aspects. Horticultural Reviews, 30: 1–36.

Currie, M. B., Patterson, K. J., Snelgar, W. P. and Blattmann, P. 2018. Girdling kiwifruit vines for commercial advantage: Opportunities and risks. Acta Horticulturae, 1218: 405–412.

Okie, W. R. and Blackburn, B. 2011. Increasing chilling reduces heat requirement for floral budbreak in peach. HortScience, 46: 245–252.

Rana, V. S., Zarea, S. E., Sharma, S., Rana, N., Kumar, V. and Sharma, U. 2023. Differential response of the leaf fruit ratio and girdling on the leaf nutrient concentrations, yield, and quality of nectarine. Journal of Plant Growth Regulation, 42: 2360–2373.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Girdling Timing on Reproductive Traits and Dry Matter Content in Canes and Roots of Hayward Kiwifruit Cultivar

Ebrahim Abedi Gheshlaghi[1*], Masoumeh KiaEshkorian[2], Mohammad Ali Shiri[2], Farhang Razavi[3], Tahereh Raisi[2], Ebrahim Farzam[1] and Hossein Taheri[2]

1. Horticulture Crops Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran
2. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticulture Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran

Corresponding Author: e.abedi@areo.ir

Abstract

Girdling, as a horticultural technique, influences vine growth, fruit set, fruit development, and quality by altering carbohydrate distribution. This study evaluated the timing of girdling on reproductive traits and dry matter content in the canes and roots of Hayward kiwifruit cultivar in Astara research station. Conducted over two years (2023-2024), the experiment used a factorial randomized block design with 10 treatments and three replications. The results showed that the percentage of budbreak, fertile bud break, fruit set, fertility index, real fertility, and cane dry matter were affected by the simple effects of the year of the experiment and the time of girdling. Among these traits, the percentage of budbreak, the percentage of fruit set, and the amount of root dry matter were affected by the interaction of year and treatment, in addition to the simple effects of year and treatment. The highest fertility index and real fertility were observed at the time of girdling on September 5th. The highest cane dry matter was observed at the time of girdling on June 20th, coinciding with rapid fruit growth, and the lowest amount of cane dry matter was observed in on May 5th girdling, coinciding with flower development. The highest amount of root dry matter was observed at the time of girdling in July 20th of the second year, and the lowest amount was observed at the time of girdling on September 5th of the first year. The highest percentage of fruit set in the second year was observed at the time of girdling on May 5th, and it did not show a significant difference with different times of the first year. Moreover, the time of girdling did not show a significant effect on fruit set in the first year. According to the results of this research, Overall, girdling between May 5 and May 20 can significantly improve fruit set in Hayward kiwifruit vines.

Keywords: Fertility index, Fruit set, Real fertility.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی سر شاخه‌کاری ارقام تجاری پسته در باغات استان خراسان رضوی

عبدالحمید شرافتی[1*]، مجیدطاهریان[1]، مهرنوش اسکندری تربقان[2] و مهدی قاسمی تولایی[3]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۳- ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی فیض‌آباد، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *hamidsherafati47@gmail.com*

چکیده

ارقام ناسازگار یکی از دلایل پایین بودن عملکرد در باغات پسته کشور است. هدف از این آزمایش ارزیابی سرشاخه‌کاری سه رقم تجاری پسته اکبری، احمدآقایی و بادامی‌سفید در ۳ منطقه بجستان، گناباد و مشهد بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هر تکرار ۵ درخت انجام شد. درصدگیرایی پیوند، طول و قطر رشد سالانه، تعداد شاخه جانبی روی شاخه دو ساله، ارتفاع و عرض درخت، تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی و شاخه جانبی، تعداد خوشه و عملکرد برای هر رقم (۱۴۰۳-۱۴۰۰) ثبت گردید. نتایج سال اول نشان داد که درصدگیرایی پیوند در دو رقم اکبری و بادامی‌سفید با حدود ۹۰ درصد، بیشتر از رقم احمدآقایی با حدود ۷۶ درصد بود. در سال دوم رشد شاخه سال‌جاری در رقم بادامی‌سفید در منطقه مشهد با ۷۸/۶۰ سانتی‌متر بیش‌تر از رقم احمدآقایی با ۵۴/۶۰ سانتی‌متر در منطقه مشهد بود. در سال سوم جوانه گل روی درختان سرشاخه‌کاری شده مشاهده شد. بیش‌ترین تعداد جوانه گل روی شاخه انتهایی ۵/۷۲ در رقم اکبری منطقه گناباد و کم‌ترین با ۰/۴۴ در رقم بادامی سفید منطقه گناباد بدست آمد. نتایج سال چهارم نشان داد که بیش‌ترین عملکرد تر در رقم بادامی‌سفید در منطقه مشهد با ۳۴۶۴ گرم بود و کم‌ترین در رقم بادامی سفید و در منطقه گناباد با ۹۹ گرم بدست آمد. در مجموع، بیش‌ترین رشد رویشی و عملکرد برای منطقه مشهد رقم بادامی سفید، و برای مناطق بجستان و گناباد، رقم احمدآقایی بود.

واژه‌های کلیدی: پسته، جوانه گل، رشد شاخه انتهایی، سرشاخه‌کاری و عملکرد.

مقدمه

سرشاخه‌کاری پیوندی است که در زمین اصلی و روی درختان چند ساله به عنوان پایه با هدف تعویض رقم قبلی با یک رقم تجاری جدید و یا اهداف خاص صورت می‌گیرد. این روش از دیرباز تا به حال در بسیاری از درختان میوه همانند سیب (Grigoorian, 2002)، پسته (Kaska and Caglar, 1995)، درختان هسته‌دار (Rathore, 1991) و درختان گردو (Gautam and Banyal, 2005) مرسوم بوده است (Rezaee et al., 2015).

در مطالعه انجام شده توسط رفیعی و همکاران (۱۳۹۸) درختان کله‌قوچی پیوند شده روی پایه اوحدی با سن ۲۱ سال سربرداری شدند و ارقام کله‌قوچی، اوحدی، اکبری و احمدآقایی روی پایه (اوحدی) و میان پایه (کله‌قوچی) پیوند شدند. نتایج نشان داد که ارقام اوحدی، احمدآقایی و کله‌قوچی، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان گیرایی پیوند نداشتند. استفاده از میان پایه سبب کاهش تعداد برگ تمام ارقام در سال اول گردید. در سال دوم نیز به جز رقم کله‌قوچی، تعداد برگ سایر ارقام پسته با کاربرد میان پایه کاهش پیدا کرد. براساس مطالعه انجام شده در صنعت پسته در ترکیه، درختان در ۲ تا ۳ سال طی سرشاخه‌کاری به بار نشستند (Ak et al. 2015).

هدف از این پژوهش این بود که مشخص شود کدام یک از ارقام تجاری پسته اکبری، احمدآقایی و بادامی سفید فیض‌آباد در ۳ منطقه بجستان، گناباد و مشهد، که روی رقم فندقی سرشاخه‌کاری شده‌اند، از بیشترین رشد رویشی، زایشی و عملکرد برخوردارند و می توانند جایگزین رقم فندقی شوند.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این آزمایش، باغات پسته رقم فندقی در هر منطقه انتخاب شدند و با استفاده از پیوند شکمی، سرشاخه‌کاری انجام گردید. برای هر رقم شامل اکبری، احمدآقایی و بادامی‌سفید، ۳ تکرار و در هرتکرار ۵ درخت که از نظر رشد و موقعیت در وضعیت مناسب و تقریباً در شرایط یکنواخت قرار داشتند انتخاب شدند.

فاکتورهای مورد بررسی پس از سرشاخه‌کاری برای رشد رویشی و زایشی به شرح ذیل محاسبه و ثبت گردید: درصد گیرایی پیوند، طول شاخه حاصل از رشد پیوند بر حسب سانتی‌متر، قطر شاخه حاصل از رشد پیوند با کولیس بر حسب میلی‌متر، شعاع گسترش تاج بر حسب سانتی‌متر، تعداد جوانه گل زایشی روی شاخه حاصل از پیوند و تعداد جوانه گل ریزش‌کرده روی شاخه سال جاری که شمارش و ثبت گردید. برای بررسی عملکرد، خوشه ها پس از برداشت توزین شده و به عنوان عملکرد کل درخت ثبت گردید و در نهایت داده‌های مربوطه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS آنالیز شد .

نتایج و بحث

براساس نتایج بدست آمده، اثر مکان بر درصد گرفتن پیوند در سطح ۵ درصد و بر رشد شاخه پیوندی در سال اول در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده بود. اثر تیمار (رقم) بر درصد گرفتن پیوند در سطح ۵ درصد ولی بر رشد شاخه پیوندی معنی‌دار نبود. هر دو صفت درصد گرفتن پیوند و رشد شاخه پیوندی تحت تأثیر رقم در مکان در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده بود. براساس نتایج بدست آمده، بیش‌ترین درصد گرفتن پیوند با ۹۴/۷۵ درصد در منطقه گناباد و کم‌ترین با ۷۶/۲۴ مربوط به منطقه بجستان بود.

در سال چهارم اثر مکان اجرای پروژه بر صفت عرض درخت، طول و قطر شاخه سالجاری، تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی و شاخه جانبی، تعداد خوشه در درخت و عملکرد در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر رقم بر ارتفاع درخت، عرض درخت، طول شاخه سالجاری، در سطح ۱ درصد و بر بقیه صفات اثر معنی‌داری مشاهده نگردید. اثر رقم در مکان بر صفات عرض درخت، طول شاخه سالجاری، قطر شاخه سالجاری، تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و بر سایر صفات معنی‌دار نبودند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به سال چهارم (۱۴۰۳) پروژه سرشاخه‌کاری در سه رقم و در سه مکان

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع درخت	عرض درخت	طول شاخه سال جاری	قطر شاخه سال جاری	تعداد جوانه گل در شاخه انتهایی	تعداد شاخه جانبی روی شاخه دو ساله	تعداد جوانه گل روی شاخه جانبی	تعداد خوشه روی درخت	عملکرد
مکان	۲	۴۵۶/۰۸^{ns}	۳۱۹۲۱/۴۲**	۳۳۲/۴۲**	۱۴/۶۹**	۱۴/۳۳**	۰/۵۷^{ns}	۱۵/۷۱**	۱۵۱۲۰/۲۶*	۱۸۸/۳۳۶۱**
بلوک (مکان)	۱۲	۵۹۳/۷۰	۹۶۲/۵۶^{ns}	۸۹/۵۸^{ns}	۲/۵۶*	۲/۱۷^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۱۹۷۳/۱۳^{ns}	۲۸۰۰۵۱۰/۳۱^{ns}
رقم	۲	۹۹۳۸/۲۸**	۱۶۳۵۲/۱۵**	۶۴۹/۱۵**	۰/۰۱^{ns}	۱۱/۹۵^{ns}	۲/۰۵^{ns}	۴/۵۴^{ns}	۸۴۳/۸۰^{ns}	۵۴۳۷۹۷۷/۶۹^{ns}
رقم × مکان	۴	۸۱۲/۹۵^{ns}	۲۸۸۲/۸۸*	۱۶۴/۵۵*	۲/۵۴*	۱۴/۲۱*	۰/۸۹^{ns}	۲/۴۸^{ns}	۱۹۲۸/۸۶^{ns}	۵۵۹۳۳۰۲/۰۲^{ns}
خطا	۲۴	۴۵۴/۴۰	۸۷۲/۳۶	۵۵/۷۵	۰/۹۱	۳/۸۸	۰/۶۸	۲/۰۹	۳۰۱۶/۴۰	۲۹۵۱۶۱۷/۷

ns، * و **؛ به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد

بیش‌ترین تعداد جوانه گل با میانگین ۴/۳۸ عدد متعلق به منطقه مشهد بود و با دو منطقه دیگر آزمایش اختلاف آنها معنی‌دار بود. براساس مطالعه انجام شده حدود ۳۹ درصد از واریانس بین ژنوتیپ‌های پسته مورد مطالعه مربوط به صفات تعداد جوانه گل روی شاخه جانبی، تعداد شاخه جانبی و قطر آن رو طول شاخه انتهایی بود (شرافتی و همکاران، ۱۴۰۲). بنابراین توانایی تولید شاخه جانبی در سرشاخه‌کاری بسیار اهمیت دارد. براساس نتایج بدست آمده، قدرت شاخه‌زایی جانبی، وابسته به شرایط آب و هوایی بود. به طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی با میانگین ۷/۴۷ عدد متعلق به رقم بادامی سفید و در منطقه مشهد بدست آمد و کم‌ترین تعداد هم متعلق به رقم بادامی سفید و در

منطقه گناباد ثبت شد. منطقه مشهد تقریباً در همه صفات مورد بررسی (رویشی، زایشی و عملکرد) بالاتر از دو منطقه دیگر بود. در مجموع بین ۳ رقم، رقم بادامی سفید بیش‌تر از احمدآقایی و احمدآقایی بیش‌تر از اکبری رشد رویشی (ارتفاع و عرض) داشتند ولی در صفات زایشی و عملکرد اختلاف معنی‌داری بین ۳ رقم مشاهده نشد. در این آزمایش مشخص شد که در سال چهارم که در حقیقت سال اول باردهی بود، رقم بادامی سفید در منطقه مشهد و بعد از آن رقم احمدآقایی در منطقه بجستان از بیش‌ترین عملکرد برخوردار بودند.

منابع

رفیعی، ی. اسدی قارنه، ح. و قاسمی، م. ۱۳۹۸. تأثیر رقم و میان پایه بر درصد گیرایی و ویژگیهای رویشی برخی ارقام تجاری پسته. مجله علوم و فناوری پسته. جلد ۴، شماره ۸. ۷۴-۶۱.

شرافتی، ع. طاهریان، م. و هاشمی نسب، ح. ۱۴۰۲. مطالعه خصوصیات رویشی و میوه‌دهی ژنوتیپهای امید بخش پسته(*Pistacia vera* L.) در شرایط آب و هوایی خراسان رضوی. مجله علوم و فناوری پسته، ۷ (۱۲)، ۷۱-۴۲.

Ak, B. E., Karadag, S. and Sakar, E. 2015. Pistachio production and industry in Turkey: Current status and future perspective. Proceedings of the XVI GREMPA Meeting on Almonds and Pistachios, 12–14.

Gautam, D. R. and Banyal, A. 2005. Suitability of shoot portion and methods of summer budding/grafting in top working of walnut. Acta Horticulturae, 705: 319–323.

Grigoorian, V. 2002. Physiology of grafting and grafting methods. Iranian Society for Horticultural Science Press, Iran.

Kaska, N. and Bilgen, A. M. 1988. Top working of wild pistachios in Turkey. In: Grassely, C. (Ed.), Programme de recherche Agrimed. Rapport EUR 11557, pp. 317–325.

Rathore, D. C. 1991. Walnuts. In: Mirta, S. K. and Rathore, D. C. (Eds.), Temperate fruits. New Delhi, India, pp. 377–414.

Rezaee, R., Hasani, D. and Vahdati, K. 2015. Determination and evaluation of the best top working method for inferior walnut trees in West Azerbaijan. JCPP, 5(15): 1–11.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the top working of commercial cultivars on pistachio orchards in Khorasan Razavi province

Abdolhamid Sherafati[1*], Majid Taherian[1], Mehrnoosh Eskandari Torbaghan[2] and Mahdi Ghasemi Tavallaei[3]

1. Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2. Soil and Water Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
3. Faizabad Agricultural Research and Education Station, Mashhad, Iran

Corresponding Author: hamidsherafati47@gmail.com

Abstract

Incompatible cultivars is one of the reasons low yield in the country's pistachio orchards. The purpose of this experiment was the top working of three commercial pistachio cultivars Akbari, Ahmad Aghaei and Badami-Sefid in three regions of Bajestan, Gonabad and Mashhad, which was carried out in a completely randomized design with three replications and 5 trees in each replication. The grafting percentage, annual growth length and diameter, number of lateral branches on two-year-old branches, tree height and width, number of flower buds on terminal branches and lateral branches, number of cluster and yield were recorded for each cultivar (2021-2024). The results of the first year showed that the grafting percentage in the two cultivars Akbari and Badami-Sefid was about 90%, higher than the Ahmad-Aghaei cultivar with about 76% ($p<0.01$). In the second year, the growth of the current year's branch in the Badami-Sefid cultivars in the Mashhad region was 78.60 cm higher than the Ahmad-Aghaei cultivars in the Mashhad region with 54.60 cm. In the third year, flower buds were observed on grafted trees. The greatest number of flower buds on the terminal branch was 5.72 in the Akbari cultivars in Gonabad region and the lowest was 0.44 in the Badami Sefid cultivars in Gonabad region. The results of the fourth year showed that the highest fresh yield was obtained in the Badami-Sefid cultivars in the Mashhad region with 3464 grams, and the lowest was obtained in the Badami-Sefid cultivars in the Gonabad region with 99 grams. Overall, the highest vegetative growth and yield for the Mashhad region was the Badami Sefid cultivars, and for the Bajestan and Gonabad regions, the Ahmad Aghaei cultivars.

Keywords: Flower bud, Pistachio (*Pistacia vera* L.), Terminal branch growth, Top working, Yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

انتخاب بهترین ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده برای ارقام بومی پسته خراسان رضوی

عبدالحمید شرافتی[1*] و مهرنوش اسکندری تربقان[2]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *hamidsherafati47@gmail.com*

چکیده

این آزمایش با هدف شناسایی بهترین ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده برای ارقام پسته بومی خراسان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تیمار رقم در سه سطح شامل پسته قرمز، بادامی‌سفید فیض‌آباد و دانشمندی و ژنوتیپ‌های گرده‌هنده در سه سطح شامل ژنوتیپ‌های زودگل با شماره‌های، B3R27T19، B1R1T4 وB4R1T17 برای رقم پسته قرمز (زودگل)، سه ژنوتیپ نر متوسط گل، B4R21T1، B3R49T16و B1R17T17 برای رقم متوسط گل بادامی سفید فیض‌آباد؛ از سه ژنوتیپ نر دیرگل، B1R17T12، B2R49T10 و B3R49T4 برای گرده‌افشانی رقم دانشمندی (دیرگل) همراه با تیمار شاهد (گرده‌افشانی آزاد) با چهار تکرار به مدت سه سال ۱۴۰۳-۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد اجرا شد. نتایج بدست آمده نشان داد که ژنوتیپ گرده‌دهنده شماره ۱ با کد B3R27T19 و شماره ۳، با کد B4R1T17 به ترتیب با میانگین ۱۴/۲۳ و ۹/۵۹، به ترتیب بیشترین و کمترین دانه میوه در خوشه را در رقم پسته قرمز تولید کردند. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که ژنوتیپ شماره ۲، با حدود ۲۹ دانه در خوشه در رقم بادامی سفید فیض‌آباد اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌های گرده دهنده داشت. ژنوتیپ گرده دهنده شماره ۱، با ۱۱/۶ دانه در خوشه، بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها موجب تولید میوه در رقم دانشمندی شد. در مجموع برای رقم پسته قرمز، ژنوتیپ نر زودگل شماره ۱، با کد B3R27T19، برای رقم بادامی سفید فیض‌آباد، ژنوتیپ نر متوسط گل شماره ۲، با کد B3R49T16 و برای رقم دانشمندی، ژنوتیپ نر دیرگل شماره ۲، با کد B2R49T10، به عنوان بهترین گرده دهنده معرفی می‌شوند

واژه‌های کلیدی: ژنوتیپ‌های نر، گرده‌افشانی، درصد پوکی، اونس، عملکرد.

مقدمه

پسته گیاهی دوپایه بوده که گل‌های نر و ماده آن روی شاخه‌های یک‌ساله درختان مجزا تشکیل می‌شود. باد عامل اصلی گرده‌افشانی درختان پسته است و بنابراین چنانچه گرده کافی در زمان گلدهی درختان ماده موجود نباشد، گلها یا ریزش می‌کنند یا در اثر پارتنوکارپی میوه‌های پوک تولید می‌شود (Martinez, and Maria,1994).

بنابراین گرده‌افشانی نقش مهمی در تولید محصول پسته داشته و گرده‌افشانی نامناسب از مهم‌ترین عوامل افزایش میوه‌های پوک و کاهش عملکرد پسته در کشور می‌باشد. تأمین گرده کافی و مناسب از جمله مسائلی است که اکثر باغداران پسته به اهمیت آن واقف نیستند.

در اکثر باغات پسته خراسان نسبت درخت نر به ماده رعایت نگردیده و حدوداً به ازاء هر ۱۵۰ تا ۱۸۰ درخت ماده یک درخت نر وجود دارد (شرافتی، ۱۳۹۵).

هدف از این پژوهش شناسایی و انتخاب بهترین ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده برای سه رقم پسته بومی خراسان رضوی بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی درختان ۲۰ ساله از سه رقم دانشمندی، بادامی سفید و پسته قرمز به مدت سه سال (۱۴۰۱-۱۴۰۳) در ایستگاه تحقیقات پسته خراسان رضوی (فیض‌آباد) اجرا شد.

برای گرده‌افشانی رقم پسته قرمز (زود گل) از سه ژنوتیپ نر زودگل با شماره‌های B4R1T17، B1R1T4، B3R27T19، برای رقم متوسط گل بادامی سفید از سه ژنوتیپ نر متوسط گل B1R17T17، B3R49T16، B4R21T1، و برای گرده‌افشانی رقم دانشمندی (دیرگل) از سه ژنوتیپ نر دیرگل B3R49T4، B2R49T10، B1R17T12، استفاده شد. یکی دیگر از تیمارها گرده‌افشانی آزاد بود. این آزمایش روی سه درخت در هر کرت و در مجموع روی دوازده درخت به عنوان چهار تکرار و در هر درخت روی چهار شاخه (در چهار جهت جغرافیایی) اجرا شد. ابتدا به منظور جلوگیری از ورود دانه گرده ناخواسته، روی شاخه‌ها با کیسه‌هایی از پارچه پوشانده شد. سپس در زمان باز شدن گل‌های درختان نر، دانه گرده آنها جمع‌آوری و روی چهار شاخه از هر درخت از ارقام ماده، دانه گرده سه ژنوتیپ همزمان، پاشیده شد .

۲۰ تا ۳۰ روز پس از گرده‌افشانی، تعداد میوه تشکیل شده در هر خوشه شمارش شد. در زمان گلدهی، شرایط گلدهی مانند شروع گلدهی، اوج گلدهی و پایان گلدهی یادداشت شد. در زمان رسیدگی میوه‌ها، تعداد میوه در خوشه، وزن تر و خشک میوه، تعداد میوه پوک (درصد پوکی)، درصد ریزش میوه، درصد خندانی، طول میوه و مغز و اونس پسته محاسبه و یادداشت گردید. در نهایت داده‌های مربوطه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری MSTAC آنالیز شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین صفات نشان داد که در رقم پسته قرمز، اثر سه ژنوتیپ گرده دهنده بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار شده بود. ژنوتیپ گرده‌دهنده B3R27T19 با میانگین ۱۴/۲۳ دانه در خوشه، بیشترین و ژنوتیپ B4R1T17 با میانگین ۹/۵۹ دانه در خوشه کمترین تأثیر را بر تعداد پسته در خوشه داشت. همچنین کمترین درصد پوکی با ۱۳ درصد نیز در ژنوتیپ B3R27T19 و بیشترین با ۲۸/۷۵ درصد در تیمار گرده‌افشانی آزاد (شاهد) بدست آمد. از طرف دیگر بیشترین درصد خندانی با ۸۷/۶۷ درصد در ژنوتیپ B3R27T19 و کمترین با ۷۴/۹۲ در تیمار گرده‌افشانی آزاد (شاهد) مشاهده گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای اثر گرده‌افشانی با سه ژنوتیپ نر و گرده‌افشانی آزاد در رقم پسته قرمز.

رقم	ژنوتیپ گرده دهنده	تعداد میوه در خوشه	وزن خوشه (گرم)	پوکی (درصد)	خندانی (درصد)	طول میوه (میلیمتر)	اونس
پسته قرمز	B3R27T19	۱۴/۲۳^{a}	۵۲/۶۷^{a}	۱۳/۰۰^{d}	۸۶/۶۷^{a}	۱۶/۲۹^{c}	۳۵/۳۵^{a}
پسته قرمز	B1R1T4	۱۳/۱۳^{b}	۴۸/۲۸^{b}	۲۰/۰۰^{b}	۸۲/۵۰^{b}	۱۶/۹۶^{b}	۳۳/۴۲^{c}
پسته قرمز	B4R1T17	۹/۵۹^{b}	۴۷/۱۴^{b}	۱۸/۲۵^{c}	۸۷/۸۸^{a}	۱۷/۶۴^{a}	۳۴/۵۰^{b}
پسته قرمز	گرده‌افشانی آزاد (شاهد)	۱۲/۵۴^{b}	۳۴/۸۸^{c}	۲۸/۷۵^{a}	۷۴/۹۲^{c}	۱۶/۶۴^{bc}	۳۳/۲۵^{c}

حرف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۲، ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده برای رقم بادامی سفید، در سطح یک درصد بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری نشان دادند. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که ژنوتیپ شماره ۲ با حدود ۲۹ دانه در خوشه اختلاف معنی‌داری

با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. همچنین این ژنوتیپ بیشترین وزن خوشه و کمترین درصد پوکی را داشت و با سایر ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده اختلاف معنی‌داری نشان داد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای اثر گرده‌افشانی با سه ژنوتیپ نر و گرده‌افشانی آزاد در رقم بادامی سفید.

رقم	ژنوتیپ گرده دهنده	تعداد میوه در خوشه	وزن خوشه (گرم)	پوکی (درصد)	خندانی (درصد)	طول میوه (میلیمتر)	اونس
بادامی سفید فیض‌آباد	B1R17T17	۲۱/۷۳۸^{b}	۱۰۷/۲^{c}	۱۴/۱۷^{c}	۸۷/۲۵^{ab}	۲۰/۳۸^{bc}	۳۲/۴۲^{a}
بادامی سفید فیض‌آباد	B3R49T16	۲۴/۱۱۴^{a}	۱۳۴/۰^{a}	۱۴/۰۸^{c}	۸۶/۰۰^{b}	۲۱/۰۰^{a}	۳۱/۰۸^{b}
بادامی سفید فیض‌آباد	B4R21T1	۲۲/۰۰۳^{b}	۱۲۲/۸^{b}	۱۶/۳۳^{b}	۸۸/۳۳^{a}	۲۰/۹۰^{ab}	۳۰/۲۵^{c}
بادامی سفید فیض‌آباد	گرده افشانی آزاد (شاهد)	۲۰/۱۲۰^{b}	۷۸/۶^{d}	۲۴/۰۸^{a}	۷۴/۴۲^{c}	۱۹/۹۲^{c}	۲۸/۵۵^{bc}

حرف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

بر طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳، اثر ژنوتیپ‌های گرده دهنده بر تمامی صفات مورد مطالعه در رقم دانشمندی، در سطح یک درصد معنی‌دار شده بود. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد میوه در خوشه با ۱۴/۶دانه متعلق به ژنوتیپ شماره ۱ بود و بین سه منبع گرده دهنده دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. از طرفی کمترین درصد پوک با ۱۳/۴ در ژنوتیپ گرده دهنده شماره ۳ بدست آمد؛ و بیشترین که ۲۶/۵ درصد بود در تیمار شاهد حاصل شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای اثر گرده‌افشانی با سه ژنوتیپ نر و گرده‌افشانی آزاد در رقم دانشمندی.

رقم	ژنوتیپ گرده دهنده	تعداد میوه در خوشه	وزن خوشه (گرم)	پوکی (درصد)	خندانی (درصد)	طول میوه (میلیمتر)	اونس
دانشمندی	B3R49T4	۱۴/۶۵۸^{a}	۵۷/۴۰^{b}	۲۲/۵۸^{b}	۸۶/۶۷^{a}	۲۰/۳۸^{b}	۲۸/۵۰^{a}
دانشمندی	B2R49T10	۱۲/۲۰۱^{b}	۷۲/۳۱^{a}	۱۵/۵۸^{c}	۸۵/۸۳^{a}	۲۱/۴۲^{a}	۲۶/۰۸^{b}
دانشمندی	B1R17T12	۱۲/۶۸۴^{b}	۵۷/۹۱^{b}	۱۳/۴۲^{d}	۸۷/۵۸^{a}	۲۰/۱۶^{b}	۲۳/۰۲^{c}
دانشمندی	گرده‌افشانی آزاد (شاهد)	۱۲/۵۹۴^{b}	۴۶/۸۱^{c}	۲۶/۵۰^{a}	۶۸/۸۸^{b}	۲۱/۰۴^{a}	۲۳/۳۳^{c}

حرف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

گرده‌افشانی یکی از عوامل مهم در مدیریت باغ‌های پسته است. بنابراین اطمینان از گرده‌افشانی مناسب برای تولید محصول اقتصادی ضروری است. به طور کلی تأثیر گرده‌افشانی مناسب روی صفات درصد تشکیل میوه در خوشه، درصد میوه‌های پوک (در اثر جنین ناقص) و درصد خندانی میوه بسیار بارز است (Riazi and Rahemi, 1996 و Ferguson and Haviland, 2016، فرهادی و شریفانی، ۱۳۹۹). یکی از صفات بسیار مهم تشکیل میوه در هر خوشه است که تأثیر بسزایی بر عملکرد دارد. در این آزمایش مشخص شد که بین ۳ ژنوتیپ گرده دهنده که برای گرده افشانی ۳ رقم ماده مورد استفاده قرار گرفت، در صفت تعداد میوه در خوشه اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. به این ترتیب که نوع منبع دانه گرده (ژنوتیپ گرده دهنده) اختلاف معنی‌داری در تشکیل میوه داشتند که با نتایج Ranjbar Kabootarkhani and et al, 2024 و Riazi And Rahemi, 1996، مطابقت داشت. یکی از صفات مهم دیگر در این آزمایش میوه‌های پوک بود. این صفت به طور مستقیم تحت تأثیر گرده‌افشانی قرار دارد. اولین میوه‌های پوک، زمان میوه‌نشینی تشکیل می‌شود که مربوط است به حالتی که در آن گرده‌افشانی انجام می‌شود ولی لوله گرده به تخمک نمی‌رسد؛ و یا اینکه لوله گرده زمانی به تخمک می‌رسد که تخمک از بین رفته است؛ در این حالت لقاح صورت نمی‌گیرد و میوه‌ها پوک می‌شوند Ferguson and Haviland 2016 و Dehghani Shuraki and Sedgley, 1994. بنابراین پوکی ارتباط مستقیمی با گرده‌افشانی دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که در هر ۳ رقم مورد مطالعه، نوع منبع دانه گرده (ژنوتیپ) در درصد میوه پوک با هم اختلاف معنی‌دار داشتند.

منابع

شرافتی، ع. ۱۳۹۵. پسته‌کاری کاربردی (چالش‌ها و راهکارها). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

فرهادی، ح، و شریفانی، م. ۱۳۹۹. بررسی اثر گرده افشانی مصنوعی گرده اینتگریما بر برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه پسته رقم فندقی(*Pistacia vera* L.) در استان خراسان. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۴(۳): ۴۵۰-۴۳۹.

Dehghani Shuraki, Y. and Sedgley, M. 1994. Effect of pistil age and pollen parents on pollen tube growth and fruit production of pistachio. Horticultural Science, 69: 1019–1027.

Ferguson, L. and Haviland, D. R. 2016. Pistachio production manual. University of California Agriculture and Natural Resources Publication, 334 pp.

Ranjbar Kabootarkhani, M., Alizadeh, M., Seifi, E., Zeinalinezhad, K., Tajabadipour, A. and Esmaeilizadeh, M. 2024. Evaluation of xenia and metaxenia in pistachio (*Pistacia vera* L.) following pollination with different pollen sources. Journal of Nuts, 15(4): 319–332.

Riazi, G. H. and Rahemi, M. 1996. Effects of selected pistachio pollen on development and quality of pistachio nuts of three commercially grown cultivars. Journal of Plant Nutrition, 19(3–4): 635–641.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Selection of the best pollinizer genotypes for native pistachio cultivars of Khorasan-Razavi

Abdolhamid Sherafati[1*] and Mehrnoosh Eskandari Torbaghan[2]
1. Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2. Soil and Water Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
Corresponding Author: hamidsherafati47@gmail.com

Abstract

This experiment aimed to identify the best pollinzer genotypes for Khorasan native pistachio cultivars in a randomized complete block design with two cultivar treatments at three levels including Ghermez Pistachio, Badame-sefid Feizabad and Daneshmandi and pollinzer genotypes at three levels including early flowering genotypes with numbers B3R27T19, B1R1T4 and B4R1T17 for the Ghermez Pistachio cultivar (early flowering), three medium flowering male genotypes, B4R21T1, B3R49T16 and B1R17T17 for the medium flowering Badame-sefid Feizabad; Three late-flowering male genotypes, B1R17T12, B2R49T10 and B3R49T4, were used for pollination of Daneshmandi (late-flowering) cultivar along with control treatment (open pollination) with four replications for three years from 2023 to 2025 at Feizabad Pistachio Research Station. The results showed that pollinzer genotype number 1 with code B3R27T19 and number 3 with code B4R1T17 produced the highest and lowest nuts in per cluster in the Ghermez Pistachio cultivar with an average of 14.23 and 9.59, respectively. Comparison of the averages of the studied traits showed that genotype number 2, with about 29 nuts in per cluster in the Badame-sefid Feizabad cultivar, had a significant difference with other pollinizer genotypes. Pollinizer genotype number 1, with 11.6 nuts in per cluster, produced more nuts in Daneshmandi cultivar than other genotypes. Overall, for the Ghermez Pistachio cultivar, the early flowering male genotype number 1, with code B3R27T19, for the Badame-sefid Feizabad cultivar, the medium flowering male genotype number 2, with code B3R49T16, and for the Daneshmandi cultivar, the late flowering male genotype number 2, with code B2R49T10, are introduced as the best pollinators.

Keywords: % Blank, Male genotypes, Ounce, Pollination, Yield

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی عملکرد کمی برخی ارقام تجاری انار در شرق مازندران (مطالعه موردی بهشهر)

یحیی تاجور[۱*]، محمدعلی شیری[۱]، سمانه راهب[۱] و سمیه شاه‌نظری[۱]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *yahyataj80@gmail.com*

چکیده

انار یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های کشت شده در ایران می‌باشد که تنوع بالایی برای آن گزارش شده است. این پژوهش به‌منظور بررسی خصوصیات کمی کیفی میوه در شش رقم انار (یوسف خانی، ملس ممتاز ساوه، شیرین ساوه، آلک، شیرین گل و سیاه) در بهشهر انجام شد. میوه‌های انار در مرحله رسیدگی کامل برداشت و صفات مورد نظر بر اساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. در بین ارقام مورد بررسی بیشترین میانگین وزن و حجم میوه در رقم یوسف خانی ثبت شد. این در حالی بود که در صفت چگالی میوه تفاوت آماری در شش رقم مورد بررسی مشاهده نشد. از نظر ضخامت پوست (با میانگین ۳/۴۲ میلی‌متر) رقم شیرین گل در جایگاه آماری برتر قرار داشت. در صفت وزن صد آریل (با میانگین ۵۲/۹۵ گرم) رقم انار سیاه در جایگاه بالاتر قرار داشت. در تاج میوه از نظر طول (با میانگین ۱۹/۷۶ میلی‌متر) و عرض (عرض یک با میانگین ۱۸/۴۸ و عرض دو با میانگین ۱۸/۵۸ میلی‌متر) بیشترین مقدار این صفات در رقم آلک ثبت گردید.

واژه‌های کلیدی: انار، ژنوتیپ و عملکرد.

مقدمه

اکثر گیاه‌شناسان منشاء انار (*Punica granatum* L.) را قفقاز، سواحل دریای خزر و ارتفاعات زاگرس عنوان کرده‌اند (پروین و همکاران، ۱۳۹۶) که در استان مازندران غالب نمونه‌های درختان بومی آن در نواحی شرق استان موجود می‌باشد (ادبی‌فیروزجایی و همکاران، ۱۳۹۲). لذا می‌توان اینگونه عنوان داشت که یکی از مهم‌ترین درختان میوه بومی ایران، انار است (حسامی و همکاران، ۱۳۹۳) بطوریکه که ویژگی‌های منحصربه فرد این گیاه یعنی سازگاری با شرایط متفاوت آب و هوایی، قابلیت کشت در خاک‌های سنگین تا سبک، تحمل شوری آب (ضیاتباراحمدی و همکاران، ۱۴۰۲)، تحمل به کم‌آبی و تنوع ژنتیکی باعث شده در محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی کشور، قابلیت کشت و کار داشته باشد (Vazifeshenas et al., 2009). با توجه به سابقه وجود انار وحشی در استانهای شمالی و ورود برخی ارقام تجاری در منطقه، در مورد سازگاری ارقام و ژنوتیپ های تجاری انار وارد شده در استان مازندران مطالعه‌ی چندانی انجام نشده است. بر این اساس طبق انعقاد قراردادی فی مابین پژوهشکده مرکبات و میوه‌هابی نیمه گرمسیری با سازمان جهادکشاورزی استان مازندران (به شماره قرارداد ۷۸۴۲۱/ب/۱۴۰۱ مورخ ۲۳ مرداد ۱۴۰۱) ، در پژوهشی عملکرد کمی برخی ارقام تجاری انار در شرق مازندران (بهشهر) مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد پژوهش باغ ۱۹ هکتاری انار در شرق استان مازندران شهرستان بهشهر (رستمکلا به بندرامیرآباد – روستای قره تپه) بود. در این پروژه میوه درختان ۱۲ ساله شش رقم یوسف خانی، ملس ممتاز ساوه، شیرین ساوه، آلک، انار سیاه در کنار رقم بومی شیرین‌گل مورد مطالعه قرار گرفت. ردیف کاشت درختان مورد نظر ۴ (بین ردیف) در ۳ (روی ردیف) متر بوده است. آبیاری باغ بصورت نواری قطره‌ای بود. در این پروژه ارقام مورد نظر بر اساس، صفات طول، عرض، وزن، حجم و چگالی میوه ، وزن و ضخامت پوست، وزن و طول آریل و طول و عرض تاج میوه، مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌های حاصل از این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانش شد. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه نیز از طریق آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

طول، عرض، وزن، حجم و چگالی میوه

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد رقم یوسف خانی در صفات وزن (۵۵۳/۵۷ گرم) طول (۹۵/۶۰ میلی‌متر)، عرض ۱(۹۷/۵۱ میلی‌متر)، عرض ۲ (۱۰۲/۳۰ میلی‌متر) و حجم (۵۷۶/۲۲ سانتی‌متر مکعب) برتری آماری داشت. این در حالی است که در صفات ذکر شده، رقم انار سیاه و به دنبال آن شیرین‌گل در پایین ترین مقدار عددی بودند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات طول، عرض، وزن، حجم و چگالی میوه در برخی از ارقام تجاری انار در شرق مازندران.

ارقام	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلی‌متر)	عرض ۱ میوه (میلی‌متر)	عرض ۲ میوه (میلی‌متر)	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب)	چگالی میوه (گرم بر سانتی متر مکعب)
یوسف خانی	a*۴۵۳/۵۷	a۹۵/۶۰	a۹۷/۵۱	a۱۰۲/۳۰	a۴۷۲/۲۲	a۰/۹۶
ملس ممتاز ساوه	b۳۶۹/۷۱	b۸۲/۴۵	b۸۶/۶۷	b۸۸/۴۶	b۳۶۸/۲۲	a۰/۹۷
شیرین ساوه	c۲۴۹/۶۱	c۷۲/۴۱	b۷۸/۷۳	bc۷۸/۷۹	c۲۶۱/۴۴	a۰/۹۵
آلک	b۳۶۲/۰۴	b۸۱/۲۵	b۸۷/۰۷	b۸۸/۴۵	b۳۶۴/۰۰	a۰/۹۹
شیرین گل	c۱۷۳/۰۰	cd۶۶/۳۰	c۶۸/۷۴	cd۶۹/۶۴	d۱۷۲/۷۸	a۱/۰۰
سیاه	c۱۵۴/۹۹	d۶۲/۵۰	c۶۵/۸۷	d۶۶/۶۵	d۱۵۸/۳۳	a۰/۹۷

* حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

وزن و ضخامت پوست، وزن و طول آریل میوه

مقایسه میانگین وزن پوست میوه نشان داد که به ترتیب بیشترین (۲۰۷/۹۸ گرم) و کمترین (۵۵/۲۰ گرم) مقدار این صفت متعلق به رقم یوسف‌خانی و شیرین‌گل بود. در ضخامت پوست میوه به ترتیب بیشترین (۳/۲۴ میلی‌متر) و کمترین (۲/۵۶ میلی‌متر) مقدار در رقم شیرین‌گل و انار سیاه ثبت گردید. بیشترین میانگین وزن ۱۰۰ دانه آریل (۵۲/۹۵ گرم) نیز در رقم سیاه و کمترین میانگین (۳۱/۲۳ گرم) این صفت در آلک مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- اثر ژنوتیپ بر صفات وزن، ضخامت پوست میوه، وزن و طول آریل در برخی ارقام تجاری انار در شرق مازندران.

ارقام	وزن پوست میوه (گرم)	ضخامت پوست میوه (میلی‌متر)	وزن ۱۰۰ دانه آریل (گرم)	طول آریل (میلی‌متر)
یوسف خانی	a*۲۰۷/۹۸	ab۳/۲۴	ab۴۷/۴۱	a۱۱/۴۱
ملس ممتاز ساوه	b۹۳/۶۸	ab۳/۷۰	bc۳۹/۰۷	a۱۱/۳۳
شیرین ساوه	bc۷۸/۷۵	ab۳/۲۱	bc۳۸/۹۵	a۱۱/۲۴
آلک	b۱۰۱/۲۶	ab۳/۳۳	c۳۱/۲۳	a۹/۹۰
شیرین گل	c۵۵/۲۰	a۳/۴۲	bc۴۰/۷۵	a۱۰/۹۷
سیاه	bc۷۳/۶۶	b۲/۵۶	a۵۲/۹۵	a۱۱/۸۹

* حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

در ارزیابی صفت ضخامت پوست میوه ملاحظه شد رقم سیاه کمترین میانگین را داشت. در صفت وزن آریل رقم سیاه و به دنبال آن یوسف‌خانی در مرتبه بالاتر بوده است.

طول و عرض تاج میوه

در ارقام مورد نظر بیشترین میزان عرض ۱ و ۲ تاج میوه در رقم آلک ثبت گردید. این در حالی بود که سایر ارقام مورد مطالعه از نظر صفات عرض تاج میوه در سطح آماری مشابه بودند. در صفت طول میوه، نیز همه ارقام در جایگاه آماری مشابه قرار داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر شاخص کمی تاج میوه در برخی ارقام تجاری انار در شرق مازندران.

ارقام	طول تاج (میلی‌متر)	عرض ۱ تاج (میلی‌متر)	عرض ۲ تاج (میلی‌متر)
یوسف خانی	a*۲۰/۳۰	ab۱۷/۴۹	ab۱۷/۳۸
ملس ممتاز ساوه	a۱۹/۷۸	b۱۴/۱۹	ab۱۴/۲۱
شیرین ساوه	a۲۰/۳۹	b۱۴/۱۶	b۱۳/۸۲
آلک	a۱۹/۷۶	a۱۸/۴۸	a۱۸/۵۸
شیرین گل	a۱۹/۴۸	b۱۳/۵۱	b۱۳/۴۲
سیاه	a۱۸/۳۷	ab۱۶/۱۷	ab۱۶/۱۸

* حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

یکی از مسائل مطرح در انار کاری کشور بحث آلودگی به کرم گلوگاه می باشد. از این رو میتوان اینگونه استنباط داشت که فضای باز و امکان ورود راحت تر آفت به درون تاج میتواند در احتمال بیشتر آلودگی به کرم گلوگاه مطرح باشد. از این رو می‌توان اینگونه استنباط داشت که در این پژوهش میانگین عرض ۱و ۲ تاج میوه آلک در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه بیشتر بوده که شاید شرایط برای ورود و آلودگی به کرم گلوگاه در این رقم را بیشتر مهیا نماید.

منابع

ادبی‌فیزوزجایی، م.، زمانی، ذ.ا. و فتاحی مقدم. م.ر. ۱۳۹۲. مطالعه تنوع ژنوتیپ‌های انار وحشی و تجاری شمال ایران با استفاده از صفات مورفولوژیکی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۰(۳): ۱۰۹-۹۱.

پروین، م.، ضیاییان، ع.ح. و دستفال، م. ۱۳۹۶. برهمکنش میکوریزا، کودآلی و پتاسیم بر عملکرد و خصوصیات کیفی انار (*Punica granatum L.*). نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)،۳۱(۳): ۳۳۹-۳۲۹.

حسامی، ع.ا.، پورقیومی، م.ر. و ساریخانی خرمی، س. ۱۳۹۳. اثر هرس و تغذیه بر برخی خصوصیات کمی و کیفی انار (*Punica granatum L.*) رقم رباب. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸(۲): ۱۸۴-۱۷۷.

ضیاتبار احمدی، س.ر.، سیفی، ا.، وارسته، ف.، اکبرپور، و. ۱۴۰۲. ارزیابی تحمل به شوری قلمه‌های برخی از ژنوتیپ‌های وحشی، ارقام محلی و تجاری انار در شرایط گلخانه‌ای. تولیدات گیاهی، ۴۶(۲): ۱۴-۱.

Vazifeshenas, M.R., Khayyat, M., Jamalian, S. and Samadzadeh, A.R. 2009. Effects of different scion-rootstock combinations on vigor, tree size, yield and fruit quality of three Iranian cultivars of pomegranate. Fruits, 64: 343-349.

Quantitative performance evaluation of some commercial pomegranate cultivars in Eastern Mazandaran (Behshahr case study)

Yahya Tajvar[1*], Mohammad Ali Shiri[1], Samaneh Raheb[1], Somayyeh Shahnazari[1]
1. Department of Genetic and Breeding, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
Corresponding Author: yahyataj80@gmail.com

Abstract

The pomegranate is one of the oldest cultivated fruits in Iran, and its diversity has been reported. This study was conducted to investigate the quantitative and qualitative characteristics of the fruit in six pomegranate cultivars (Yousef Khani, Malas Momtaz Saveh, Shirin Saveh, Alak, Shirin Gol and Siyah) in Behshahr. Pomegranate fruits were harvested at the fully ripe stage and the desired traits were measured based on standard methods. Among the cultivars studied, the highest average fruit weight and volume were recorded in the Yousef Khani cultivar. However, no statistical difference was observed in the fruit density trait among the six cultivars studied. Regarding skin thickness (with an average of 3.42 mm), the Shirin Gol cultivar was in the top statistical position. In the trait of 100 aril weight (with an average of 52.95 g), the Siyah cultivar was in the top position. In the fruit crown, the highest values of these traits were recorded in the Alak cultivar in terms of length (with an average of 19.76 mm) and width (first width 18.48 mm and second width 18.58 mm).

Keywords: Genotype, Pomegranate, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی عملکرد کمی و کیفی برخی ارقام بلوبری در غرب مازندران

یحیی تاجور[۱*]، محمدعلی شیری[۱]، سمانه راهب[۱] و سمیه شاه‌نظری[۱]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *yahyataj80@gmail.com*

چکیده

استان مازندران به دلیل شرایط اقلیمی، قابلیت کشت و پرورش برخی محصولات نیمه گرمسیری را داشته که یکی از محصولات بلوبری می‌باشد که در سال‌های اخیر مورد توجه کارشناس و تولیدکنندگان حوزه باغبانی استان بوده است. از این رو در این پژوهش چهار رقم بلوبری Duke ، Misty Eliott، وLegcy به صورت گلدانی در فضای بیرون حاوی بستر کشت پیت ۲۵ ٪ و خاک باغچه ۷۵ ٪ مورد مطالعه قرار گرفتند. شاخص‌های گیاهی مورد بررسی در این پژوهش شامل وزن میوه، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته میوه (TA)، شاخص رسیدگی (TSS/TA)، فنل کل، ویتامین ث و آنتوسیانین کل وده است.تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر ژنوتیپ بر صفات وزن میوه، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، شاخص رسیدگی (TSS/TA)، میزان فنل کل، ویتامین ث و آنتوسیانین کل تاثیر معنی‌دار داشت. این در حالی بود در صفت pH عصاره میوه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تفاوت آماری مشاهده نشد. با توجه به داده‌های این پژوهش می‌توان اینگونه استنباط داشت که رقم لگسی (در مقایسه با سه رقم دیگر) در فضای بیرون در شرایط بستر کشت کنترل شده گلدانی، عملکرد کمی و کیفی بهتر داشته است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، بلوبری، مازندران.

مقدمه

یکی از چالشهای مهم مرکبات کاری استان مازندران وقوع یخبندان است (تاجور و طاهری، ۱۴۰۰). لذا در نواحی با خطر ریسک تنش مذکور، برخی از باغدارن تمایل به پرورش بلوبری دارند که نسبت به مرکبات در برابر تنش دمای پایین متحمل‌تر می‌باشد. از این رو در سالهای اخیر توسط افراد حقیقی و ارگانهای حقوقی، تعدادی از ارقام بلوبری وارد کشور شد. تمامی بلوبری‌ها به زهکش خوب، خاک اسیدی با رطوبت فراوان نیاز دارند(Retamales and Hancock, 2012). با توجه به ویژگی‌های بیان شده برای بلوبری و نظر به شرایط آب و هوایی و خاک، کشت و تولید این محصول در برخی از نقاط کشور همچون استان‌های گیلان و مازندران، امکان‌پذیر می‌باشد. با توجه به کوچک شدن اراضی کشاورزی در شمال، فرم رشد محدود ارقام بلوبری و بالا بودن ارزش اقتصادی آن، موجب گرایش تولیدکنندگان به پرورش این گیاه شده است. ولیکن مهم‌ترین گام در توسعه کشت محصول جدید و وارداتی در کشور، مطالعه سازگاری آن می‌باشد. لذا پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری بر اساس قرارداد پژوهشی منعقد شده (به شماره قرارداد ۷۸۴۲۱/ب/۱۴۰۱ مورخ ۲۳ مرداد ۱۴۰۱) با سازمان جهادکشاورزی استان مازندران واکنش کمی و کیفی محصول برخی از ارقام بلوبری را دز در شرایط استان مازندران مورد مطالعه قرار داد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش چهار رقم بلوبری Duke، Eliott Misty، وLegcy به صورت گلدانی (سطل ۱۲) در فضای بیرون حاوی بستر کشت پیت ۲۵ ٪ و خاک باغ ۷۵ ٪ در شرایط شهرستان نور (غرب استان مازندران) مورد مطالعه قرار گرفتند. شاخص‌های گیاهی مورد بررسی در این پژوهش شامل وزن میوه، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) ، شاخص رسیدگی، pH عصاره، فنل کل (Gunduz

et al., 2015)، ویتامین ث (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۴۰۰) و آنتوسیانین کل (Moura et al., 2017) بوده است. این پژوهش در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت. آنالیز داده‌ها از طریق برنامه SAS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

وزن میوه

بیشترین و کمترین میانگین صفت وزن میوه ۱/۸۲ و ۱/۲۱ گرم بوده که به ترتیب در ارقام لگسی و دوک ثبت گردید (جدول ۱). وزن میوه متاثر از دو عامل ژنوتیپ و اثر محیط می باشد. لذا میتوان اینگونه استنباط داشت که در شرایط محیطی مازندران رقم لگسی در مقابل ژنوتیپهایی دیگر نیاز سرمایی کمتری داشته که توانسته در شرایط فضای بیرون با تامین نیاز سرمایی به رشد مطلوب دسترسی داشته باشد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و pH میوه برخی ارقام بلوبری.

ارقام	وزن میوه (گرم)	TA (درصد)	TSS (درجه بریکس)	TSS/TA	pH
Duke	c*۱/۲۱	b۰/۷۰	c۱۱/۴۰	c۱۵/۴۰	a۳/۳۰
Legacy	a۱/۸۲	c۰/۶۰	a۱۵/۹۰	a۳۵/۰۰	a۳/۵۰
Elliott	c۱/۳۱	a۱/۴۰	a۱۶/۰۰	d۱۱/۸۰	a۳/۲۰
Misty	b۱/۶۵	b۰/۷۱	b۱۳/۳۴	b۱۹/۰۱	a۲/۹۳

* حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، شاخص رسیدگی و pH عصاره

در تجزیه واریانس صفات اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و شاخص رسیدگی تفاوت معنی دار مشاهد شد. این در حالی است که تیمار ژنوتیپ بر صفت pH عصاره تاثیر معنی‌دار نداشت. بر این اساس در مقایسه میانگین داده‌های شاخص اسیدیته قابل تیتراسیون، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار این صفت ۱/۴ و ۰/۶ درصد بوده که در رقم الیوت و لگسی ثبت گردید. این در حالی بوده که رقم دوک (با میانگین ۰/۷ درصد) و میستی (با میانگین ۰/۷۱ درصد) در صفت اسیدیته قابل تیتراسیون در جایگاه آماری مشابه یعنی b قرار داشتند. مقایسه میانگین داده مواد جامد محلول ارقام بلوبری مورد مطالعه نشان داد که در صفت مذکور رقم الیوت و لگسی به ترتیب با میانگین ۱۶ و ۱۵/۹ درصد در رتبه آماری مشابه a قرار داشتند. این در حالی بود که کمترین میانگین مواد جامد محلول در این پژوهش ۱۱/۴ درصد بوده که در رقم دوک مشاهده گردید. در صفت شاخص رسیدگی نیز مشاهده شد بیشترین میانگین ۳۵ و کمترین مقدار ۱۱/۴ بوده که به ترتیب در رقم لگسی و الیوت ثبت شد (جدول ۱). در توجیه برتری رقم لگسی در شاخص رسیدگی میتوان اینگونه استنباط داشت که رقم مذکور به دلیل رشد زودتر توانسته در شرایط بیرون فرصت برای فتوسنتز و قندگیری بهتر را برای خود فراهم کرده که در کنار افزایش مواد قندی با تجزیه ترکیبات اسیدی و کاهش این مقدار در خود، موجب افزایش شاخص رسیدگی در خود شود.

فنل کل، ویتامین ث و آنتوسیانین کل

تجزیه واریانس داده‌های صفات فنل کل، ویتامین ث و آنتوسیانین، نشان از تاثیر معنی‌دار عامل ژنوتیپ بر این صفات داشت. بر این اساس مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در صفت فنل کل بیشترین و کمترین میانگین ۲۵۹۹ و ۲۰۴۹ میکروگرم بر گرم وزن تازه عصاره میوه بوده که به ترتیب در ژنوتیپ لگسی و دوک ثبت شد. در صفت ویتامین ث ملاحظه شد بیشترین و کمترین مقدار این شاخص ۲۱/۴۴ و ۱۹/۱۱ و بیشترین و کمترین میانگین آنتوسیانن اندازه گیری شده ۲۴۶ و ۲۲۴ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم عصاره تازه میوه بوده که ژنوتیپ‌های لگسی و دوک اندازه‌گیری گردید (جدول ۲). ترکیبات فنولی، ویتامین ث و آنتوسیانین از خواص غذا دارو و ارزش بلوبری محسوب شده (Kalt et al, 2003) که تحت تاثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی متغییر می‌باشد (Connor et al, 2002).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات فنل کل، ویتامین ث و آنتوسیانین در برخی بلوبری.

ارقام	فنل کل (میکروگرم گالیک اسید بر گرم وزن تازه)	ویتامین ث (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه)	آنتوسیانین کل (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه)
Duke	c*۲۰۴۹	c۱۹/۱۱	c۲۲۶
Legacy	a۲۵۹۹	a۲۱/۴۴	a۲۴۶
Elliott	c۲۰۱۱	d۱۸/۵۷	d۲۱۴
Misty	b۲۴۱۷	b۲۰/۰۸	b۲۳۷

*حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

منابع

تاجور، ی.، طاهری، ح. ۱۴۰۰. مطالعه و تحلیل یخبندان مرکبات استان مازندران درسال ۱۳۹۹. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، ۲۴ ص.

فتاحی مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا.، طاهری، ح. و نجفی، ک. ۱۴۰۰. ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و حسی و ترکیب‌های زیست‌فعال نارنگی خرم در زمان برداشت و درطول انبارداری به عنوان یک رقم معرفی شده جدید. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد ۲۲، شماره ۱، صفحات: ۵۴-۴۱.

Connor, A.M., Luby, J.J., Tong, C.B.S., Finn, C.E. and Hancock, J.F. 2002. Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science, 12(7): 89–97.

Gunduz, K., Sedat, S. and Hancock, J. [Year not provided]. Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics. Journal of Food Composition and Analysis, 38: 69–79.

Kalt, W., Lawand, C., Ryan, D.A.J., McDonald, L.E., Donner, H. and Forney, C.F. 2003. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. Journal of the American Society for Horticultural Science, 128: 923–917.

Moura, G.C., Vizzotto, M., Picolotto, L. and Antunes, L.E.C. 2017. Production, physical-chemical quality and bioactive compounds of 'Misty' blueberry fruit under different pruning intensities. Revista Brasileira de Fruticultura, 39: 1–6.

Retamales, J. and Hancock, J. 2012. Blueberries. CAB International, 323 p.

Evaluation of quantitative and qualitative performance of some blueberry cultivars in Western Mazandaran

Yahya Tajvar[1*], Mohammad Ali Shiri[1], Samaneh Raheb[1] and Somayyeh Shahnazari[1]
1. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
Corresponding Author: yahyataj80@gmail.com

Abstract

Due to its climatic conditions, Mazandaran province can cultivate some subtropical crops, and blueberry is one of the crops that have attracted the attention of experts and producers in the province's horticultural sector in recent years. Therefore, in this study, four blueberry cultivars, Duke, Eliott, Misty, and Legacy, were studied in pots outdoors in a 25% peat substrate and 75% garden soil. The plant characteristics studied in this study included fruit weight, total soluble solids (TSS), fruit acidity (TA), maturity index (TSS/TA), total phenols, vitamin C, and total anthocyanins. Analysis of variance of the data showed that the genotype had a significant effect on the traits of fruit weight, TSS, TA, TSS/TA, total phenols, vitamin C, and anthocyanins. However, no statistical difference was observed in the pH trait of the fruit extract of the studied genotypes. According to the data from this study, it can be concluded that the Legacy cultivar (compared to the other three cultivars) had better quantitative and qualitative performance outdoors under more controlled pot cultivation conditions.

Keywords: Blueberry, Climate, Mazandaran.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر محلول‌پاشی پوترسین بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) رقم Amatista

معصومه بیرنگ محبی[۱]، زهره جبارزاده[۱*] و جعفر امیری[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی پوترسین بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) رقم Amatista- آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار پوترسین (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار) در سه تکرار انجام شد. محلول‌پاشی از سه ماه پس از کاشت ریزوم آغاز شد و به مدت دو ماه، هر دو هفته یک‌بار انجام گردید. صفاتی مانند قطر ساقه گلدهنده، وزن تر و خشک ساقه گلدهنده، کلروفیل کل و آنتوسیانین اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای پوترسین بر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. بر اساس نتایج، محلول‌پاشی پوترسین باعث افزایش معنی‌دار قطر ساقه گلدهنده نسبت به شاهد شد، به‌طوری‌که بین غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در صفات وزن تر و خشک ساقه گلدهنده، تیمارهای پوترسین، عملکرد بهتری نسبت به شاهد داشتند و در برخی موارد، غلظت ۲ میلی‌مولار مؤثرتر بود، در برخی صفات نیز اختلاف معنی‌داری بین غلظت ۱ و ۲ میلی‌مولار پوترسین مشاهده نشد. همچنین، پوترسین باعث افزایش میزان کلروفیل و آنتوسیانین برگ شد. در کلروفیل، غلظت ۲ میلی مولار آن و در آنتوسیانین هر دو غلظت پوترسین تاثیر معنی داری در پارامترهای مذکور داشتند. بهبود این صفات احتمالاً به نقش پوترسین در تحریک تقسیم سلولی، سنتز پروتئین، تثبیت غشاها، افزایش محتوای کلروفیل و بهبود عملکرد فتوسنتزی مرتبط است. همچنین، توانایی بیشتر در جذب عناصر غذایی از طریق تأثیر بر رشد ریشه می‌تواند به افزایش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی منجر شود. نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی پوترسین به‌ویژه در غلظت‌های ۲ میلی‌مولار می‌تواند موجب بهبود ویژگی‌های رشدی آلسترومریا شود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، پلی‌آمین، کاربرد برگی، کلروفیل، وزن تر و خشک ساقه گلدهنده.

مقدمه

آلسترومریا با نام علمی .Alstroemeria hybrida L ، از خانواده Alstroemeriaceae می‌باشد. جنس Alstroemeria یکی از زیباترین جنس‌های خانواده خود است که بیش از ۶۰ گونه و ۱۹۰ رقم دارد. این گیاه چندساله، علفی و ریزوم‌دار است (ناصری و ابراهیمی گروی، ۱۳۸۱). گل‌آذین آلسترومریا ساده یا مرکب است که به‌صورت سمپودیال منشعب می‌شوند. رنگ گل‌ها از زرد تیره تا صورتی، بنفش، قرمز و ... متفاوت است. نقاط سیاه در پایه‌ی گلبرگ‌ها علامت تجاری آلسترومریا می‌باشد (Dole and Wilkins, 2004). از مهم‌ترین تاثیرات پلی‌آمین‌ها بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان، تاثیر برسنتز پروتئین، تقسیم سلولی، جوانه‌زنی، رشد و نمو گل را می‌توان نام برد (Amorim et al., 2017; Mustafavi et al., 2018). تاثیر کاربرد پلی‌آمین‌های پوترسین و اسپرمین در غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گل شاخه بریده زنبق (Iris hollandica) رقم Blue Magic توسط مرتضوی و همکاران (۱۴۰۰) بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که کاربرد پوترسین و اسپرمین، عمر گلجایی و قطر گل و نیز میزان آنتوسیانین را افزایش دادند و بیشترین تأثیر مربوط به تیمار پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار بود. باتوجه به موارد اشاره شده، هدف کلی پژوهش، بررسی اثرات محلول‌پاشی پوترسین بر ویژگی‌های گلدهی و بیوشیمیایی گل آلسترومریا و تعیین غلظت مناسب آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه غلظت پوترسین (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار) با سه تکرا ر و هر تکرار شامل سه گیاه انجام شد. کاربرد پوترسین سه ماه بعد از کاشت ریزوم به صورت محلول‌پاشی هر دو هفته یکبار و به مدت دو ماه انجام شد. در طول دوره آزمایش، گلدان‌ها با محلول غذایی تغذیه شدند. طی دوره آزمایش، دمای گلخانه در روز ۲۱–۱۸ و دمای شب نیز ۱۳–۱۰ درجه سانتی‌گراد، شدت نور ۴۰۰–۵۰۰ $\mu mol/m^2/s$ و رطوبت ۷۰–۶۰ درصد بود. در این پژوهش، اثر غلظت‌های مختلف پوترسین بر شاخص‌هایی مانند قطر ساقه، وزن تر و خشک ساقه گلدهنده، کلروفیل کل و آنتوسیانین بررسی شد. قطر ساقه با کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر، پس از ساقه گلدهنده، بلافاصله توسط ترازوی دیجیتالی و با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن شدند. برای تعیین وزن خشک ساقه گلدهنده، نمونه‌ها، در آون با دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و به کمک ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شدند. لازم به ذکر است که کلروفیل برگ با روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) و آنتوسیانین برگ با روش Wagner (۱۹۷۹) اندازه گیری شد. تجزیه داده‌ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، نشان دهنده معنی‌داری تاثیر پوترسین بر قطر ساقه‌گلدهنده و وزن تر و خشک برگ و ساقه گلدهنده در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد (جدول ۱).

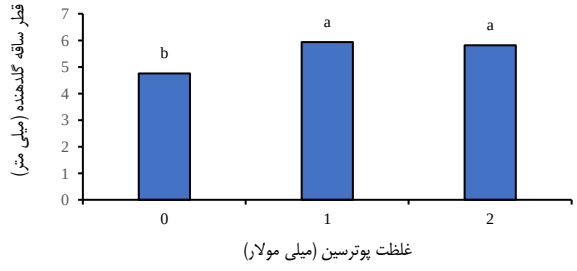
جدول ۱– نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیکی آلسترومریا رقم Amatista با محلول‌پاشی پوترسین.

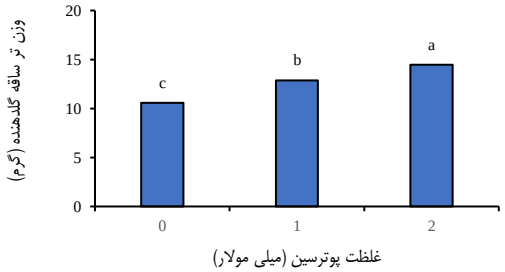
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		قطر ساقه گلدهنده	وزن تر ساقه گلدهنده	وزن خشک ساقه گلدهنده	کلروفیل کل	آنتوسیانین برگ
پوترسین	۲	۱/۲۴**	۱۳/۱۱**	۰/۱۵*	۲۳/۹۷۶**	۷/۳۹۷**
خطا	۶	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۶	۱/۹۳۱	۰/۶۴۳
ضریب تغییر	-------	۲/۳۳	۱/۴۸	۴/۵۳	۲۹/۱۴	۱۳/۰۴

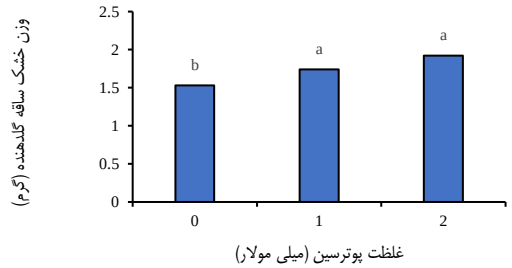
**و *: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

قطر و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد پوترسین باعث افزایش قطر و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده شد. نکته جالب توجه این که هر دو غلظت پوترسین، در افزایش مذکور تاثیر مثبت داشتند. در قطر و وزن خشک ساقه گلدهنده، هر دو غلظت مورد استفاده (۱ و ۲ میلی‌مولار پوترسین) و در وزن تر ساقه گلدهنده، فقط غلظت ۱ میلی‌مولار آن موثر واقع شد (شکل ۱).



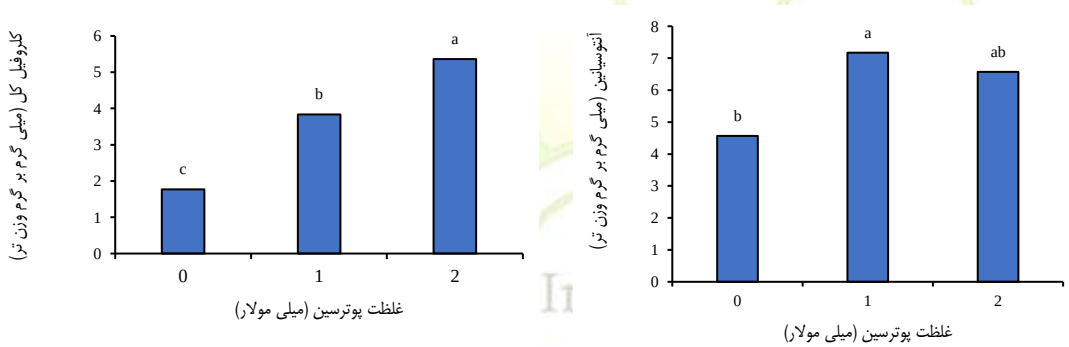




شکل ۱- تاثیر غلظت های مختلف پوترسین بر قطر و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده آلسترومریا رقم Amatista. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین میانگین‌ها با آزمون توکی می‌باشد.

کلروفیل کل و آنتوسیانین برگ

همان‌طور که شکل ۳ نشان می‌دهد؛ کاربرد برگی پوترسین، کلروفیل کل و آنتوسیانین برگ را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد. در کلروفیل کل، غلظت ۲ میلی‌مولار و در آنتوسیانین، هر دو غلظت ۱ و ۲ میلی مولار آن موثر واقع شدند و اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های پوترسین به کار برده شده مشاهده نشد (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف پوترسین بر میزان کلروفیل کل و آنتوسیانین برگ آلسترومریا رقم Amatista. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین میانگین‌ها با آزمون توکی می‌باشد.

در پژوهش حاضر، محلول‌پاشی آلسترومریا با پوترسین به ویژه در غلظت ۱ میلی‌مولار، موجب بهبود ویژگی‌های گلدهی شد. پوترسین با فعال‌سازی ژن‌های چرخه سلولی و افزایش سنتز پروتئین و اسیدهای نوکلئیک، تقسیم سلولی و رشد پارانشیم ساقه را تحریک کرده و قطر ساقه را افزایش می‌دهد (Amorim et al., 2017). همچنین، پوترسین با تنظیم آنزیم‌های تقویت‌کننده دیواره سلولی و تعامل با هورمون‌های اکسین و سیتوکینین، تمایز بافت‌های آوندی را بهبود می‌بخشد (Xu, 2015). تثبیت غشاهای تیلاکوئیدی و کلروپلاست‌ها باعث افزایش کلروفیل و فتوسنتز، و در نتیجه افزایش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی می‌شود. علاوه بر این، پوترسین با افزایش سطح ریشه و توانایی جذب عناصر، رشد بهتر و تجمع پروتئین‌ها را تسهیل می‌کند. در نهایت، حفظ پایداری غشاها و فشار تورژسانس توسط پوترسین، رشد حجمی سلول‌ها و افزایش وزن تر گیاه را ممکن می‌سازد (Mustafavi et al., 2018; Zhu et al., 2020). علاوه بر موارد فوق، پوترسین با افزایش بیان ژن‌های کلیدی مسیر بیوسنتز آنتوسیانین مانند PAL و DFR و بهبود فعالیت آنزیم‌های مرتبط، سنتز و تجمع آنتوسیانین را تقویت می‌کند (Heydari et al., 2023). همچنین، پوترسین با تثبیت ساختار غشاء کلروپلاست و تحریک بیان ژن‌های مرتبط با بیوسنتز کلروفیل، از جمله گلوتالدهید-۳-فسفات دهیدروژناز (GluTR) وCHLH ، باعث افزایش سطح کلروفیل کل می‌شود (Li et al., 2015). این فرآیندها حتی در شرایط فاقد تنش نیز عملکرد فتوسنتزی را بهبود داده و منجر به رشد بهتر گیاه می‌شوند.

منابع

مرتضوی، س.ه.، ارغوانی، م.، حسن‌پور اصیل، م. و خیری، ع.ا. ۱۴۰۰. اثر پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گل شاخه بریدنی زنبق (*Iris hollandica* 'Blue Magic'). مجله علوم باغبانی ایران، ۵۲(۲): ۲۸۰-۲۶۹.

Amorim, T.L., Medeiros, D.C., Oliveira, A.S., Paes, A.R., Júnior, W.S. and Moreira, D.A. 2017. Gibberellin and polyamines in plant growth, development and postharvest senescence of ornamental plants – a review. Amazonian Journal of Plant Research, 1(1): 1–13.

Dole, J.M. and Wilkins, H.F. 2004. Floriculture: Principles and Species. Prentice Hall, N.J., USA, 1022 p.

Heydari, F., Raji, M.R., Nejad, A.R., Aalifar, M. and Mumivand, H. 2023. Spermine mitigates the adverse effects of water deficit by strengthening antioxidant enzymes and anthocyanin pathway-related gene expressions. Industrial Crops and Products, 200: 116910.

Mustafavi, S.H., Badi, H.N., Sekara, A., Mehrafarin, A., Janda, T., Ghorbanpur, M. and Rafiee, H. 2018. Polyamines and their possible mechanisms involved in plant physiological processes and elicitation of secondary metabolites. Acta Physiologiae Plantarum, 40(6): 1–19.

Li, J., Hu, L., Zhang, L., Pan, X. and Hu, X. 2015. Exogenous spermidine is enhancing tomato tolerance to salinity–alkalinity stress by regulating chloroplast antioxidant system and chlorophyll metabolism. BMC Plant Biology, 15: 1–17.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350–382.

Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanin in protoplasts. Plant Physiology, 64: 88–93.

Xu, L. 2015. The effect of polyamine on flower bud differentiation and bud germination of Chrysanthemum. Shandong Agricultural University, 2: 31–36.

Zhu, H., Tian, W. and Zhu, X. 2020. Ectopic expression of GhSAMDC1 improved plant vegetative growth and early flowering through conversion of spermidine to spermine in tobacco. Scientific Reports, 10: 1–10.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران
IrSHS

Effect of Putrescine Foliar Application on Some Morphophysiological Traits of *Alstroemeria hybrida* cv. Amatista

Masoumeh Birang Mohebbi[1], Zohreh Jabbarzadeh[1*] and Jafar Amiri[1]
1.Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[*]*Corresponding author: z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir*

Abstract

To investigate the effect of foliar application of putrescine on selected morphophysiological traits of *Alstroemeria hybrida* 'Amatista', a greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design with three putrescine treatments (0, 1, and 2 mM) and three replications. Foliar spraying commenced three months after rhizome planting and continued for two months at two-week intervals. Traits including flowering stem diameter, fresh and dry weight of flowering stems, total chlorophyll content, and anthocyanin concentration were measured. Analysis of variance revealed that putrescine treatments had a significant effect on all evaluated traits. Foliar application of putrescine significantly increased stem diameter compared with the control, with no significant difference between 1- and 2-mM concentrations. In terms of fresh and dry stem weight, putrescine-treated plants outperformed the control, with 2 mM being more effective in some traits, whereas in others, no significant difference was observed between 1 and 2 mM. Putrescine application also enhanced leaf chlorophyll and anthocyanin content, with 2 mM showing a significant effect on chlorophyll and both concentrations having a significant effect on anthocyanin. These improvements are likely associated with the role of putrescine in stimulating cell division, enhancing protein synthesis, stabilizing membranes, increasing chlorophyll content, and improving photosynthetic performance. Additionally, enhanced nutrient uptake through improved root growth may contribute to higher fresh and dry biomass of aerial parts. Overall, the results suggest that foliar application of putrescine, particularly at 2 mM, can effectively enhance the growth characteristics of Alstroemeria.

Keywords: Anthocyanin, polyamine, Foliar application, Chlorophyll, Fresh and dry stem weight.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

روش‌های شکستن رکود بذر در جمعیت‌های مختلف گونه بومی داغداغان(*Celtis caucasica* Willd.)

حبیب قائدی[۱]، نعمت‌اله اعتمادی[۱*]، مهدیه غلامی[۱] و رحیم امیری‌خواه[۲]
۱- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، اصفهان، ایران
۲-دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *etemadin@iut.ac.ir*

چکیده

درخت داغداغان (*Celtis caucasica* Willd.) یکی از گونه‌های بومی متحمل به خشکی که به‌عنوان یک درخت فضای سبز مورد توجه است. با این حال، اطلاعات محدودی در زمینه تولید و تکثیر این گونه‌ی ارزشمند وجود دارد. لذا این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر پیش تیمارهای مختلف فیزیکی و فیزیولوژیک بر شکستن رکود بذر جمعیت‌های مختلف این گونه در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. در این مطالعه، میوه‌ها از سه منطقه مختلف زاگرس (شهرکرد، دهاقان و وانشان) جمع‌آوری شدند. بذرها در معرض تیمارهای خراش‌دهی با سولفوریک اسید غلیظ به مدت ۱۰ و۲۰ دقیقه و خراش‌دهی مکانیکی قرار گرفتند و سپس بذرهای تیمار شده به هدف شکستن رکود فیزیولوژیک بذر با جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم درلیتر به مدت ۲۴ ساعت و سرمادهی مرطوب به مدت ۲ و ۴ ماه تیمار شدند. در مجموع ۱۶ سطح تیمار حاصل و به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. درصد جوانه‌زنی بذر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین تیمارهای مورد بررسی، تیمار خراش‌دهی مکانیکی بیشترین درصد جوانه‌زنی (۶۱٪) را در هر سه جمعیت داشت و جمعیت وانشان از بیشترین میزان جوانه‌زنی بذر (۶۷٪) برخوردار بود. افزایش مدت زمان سرمادهی از ۲ ماه به ۴ ماه سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی بذر در هر سه جمعیت شد. سایر تیمارها تأثیری بر شکستن رکود بذر در این جمعیت نداشتند. به طور کلی، براساس نتایج بدست آمده در این پژوهش، نوع رکود در بذر داغداغان را می‌توان به‌طور عمده در نتیجه وجود پوسته سخت بذر دانست که مانع از جوانه‌زنی بذر و ایجاد رکود فیزیکی در بذر می‌شود. بهترین روش برای شکستن رکود بذر استفاده از روش خراش‌دهی مکانیکی و کاشت سریع بذر است. همچنین، استفاده از چینه سرمایی به مدت ۴ ماه در شکستن رکود بذر داغداغان موثر بود.

واژه‌های کلیدی: چینه‌سرمایی، جوانه‌زنی، خراش‌دهی، درخت داغداغان، رکود بذر.

مقدمه

کمبود آب در سال‌های اخیر یکی از اصلی‌ترین چالش‌های مناطق شهری به‌ویژه در مناطق مرکزی کشور بوده است و این چالش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده نگهداری و توسعه فضای سبز در اکثر نقاط کشور به شمار می‌رود (امیری‌خواه، ۱۴۰۰). بنابراین، لزوم برنامه‌ریزی و طراحی فضاها و مناظر سبز متناسب با شرایط کنونی و استفاده از گیاهان سازگار و بومی جهت دستیابی به فضای سبز پایدار را ضروری ساخته است (خواجه الدین، ۱۳۸۱). یکی از گونه‌های بومی جنس *Celtis*، داغداغان یا تادار با نام علمی (*C. caucasica* Willd)، گونه‌ای زیبا و متحمل به خشکی است که طول عمر آن ممکن است به ۱۰۰۰ سال برسد. این گونه از معدود گونه‌های بومی است که در چهار منطقه رویشی (جنگل‌های شمال ایران، ارسباران، زاگرس و ایرانی تورانی) به دلیل سازگاری بالا به شرایط سخت محیطی و مقاومت به آفات و امراض به صورت طبیعی رشد می‌کند (خاتم زاده، ۱۳۶۷). ازدیاد از طریق بذر یکی از مؤثرترین روش‌های ازدیاد گیاهان هست که به میزان گسترده‌ای کاربرد دارد (Kester et al., 2014). جهت ازدیاد تجاری گونه‌های گیاهی وجود رکود در بذر یک مانع مهم است. بنابراین، دستیابی به روش‌های مؤثر در برطرف‌کردن رکود بذر در گونه‌های دارای رکود از اهمیت زیاد برخوردار می‌باشد (Alamgir and Hossain, 2005). بااین‌حال، نوع رکود بذر و تیمارهای مؤثر در گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت می‌باشد که نیازمند انجام پژوهش‌های متعدد و رفع این چالش در یک گونه خاص می‌باشد (Kester et al., 2014). گونه‌های جنس *Celtis* به طور رایج از طریق بذر تکثیر

می‌شوند. بذر گونه‌های این جنس به علت داشتن پوسته‌ی سفت و سخت دارای رکود فیزیکی بوده و جذب آب، تبادلات گازی و نور به سختی صورت می‌گیرد، همچنین دارای رکود فیزیولوژیک می‌باشد به همین دلیل تاخیر در جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد (Willan, 1986). در بررسی های گذشته تاثیر مثبت تیمارهای مختلف خراش دهی و سرمادهی مرطوب بر جوانه زنی بذر گونه های مختلف جنس *Celtis* گزارش گردید (Guney et al., 2018; Abduljaber, et al., 2019). در بررسی Abduljaber, et al., (2019)، روی بذر گونه *C. tournifurtii* بهترین درصد جوانه‌زنی (۴۶٪) در تیمار سرمادهی مرطوب به مدت ۳ ماه، خراش‌دهی مکانیکی و تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک بدست آمد. در بررسی Negi (2023) منشا بذر و تیمار با جیبرلیک اسید ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر را در بذر گونه *C. australis* تحت تأثیر قرار داد.

این پژوهش با هدف مقایسه تأثیر تیمارهای مختلف خراش‌دهی و سرمادهی مرطوب بر رفع رکود بذر و بهبود جوانه‌زنی جمعیت‌های مختلف گونه بومی داغداغان (تادار) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا رویشگاه‌های داغداغان شناسایی و سه جمعیت از این گونه در منطقه دهاقان استان اصفهان (۳۱.۹۱۸۲۳۰ درجه شمالی، ۵۱.۶۲۴۰۱۶ درجه شرقی)، شهرکرد استان چهارمحال بختیاری (۳۲.۳۴۴۵۳۵ درجه شمالی ، ۵۱.۰۵۶۳۷۴ درجه شرقی) و روستای وانشان شهرستان گلپایگان استان اصفهان (۳۳.۳۵۴۰۱۶ درجه شمالی ، ۵۰.۳۲۷۳۷۲ درجه شرقی) انتخاب شدند. پس از جمع‌آوری و آماده‌سازی بذرها، ضدعفونی سطحی آنها درون محلول هیپوکلریت سدیم (وایتکس ۵ درصد) به مدت ۵ دقیقه انجام شد و با آب مقطر استریل شستشو گردیدند. سپس تیمارهای مختلف خراش‌دهی (اسکاریفه) و سرمادهی مرطوب (استراتیفه) بر روی آن‌ها اعمال گردد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل تیمار با ۴ سطح تیمار خراش‌دهی (شاهد، خراش‌دهی مکانیکی، سولفوریک اسید غلیظ (۹۶٪) به مدت ۱۰ دقیقه، سولفوریک اسید غلیظ (۹۶٪) به مدت ۲۰ دقیقه) و چهار سطح چینه‌سرمایی (۰، جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، چینه‌سرمایی ۲ ماه و چینه‌سرمایی ۴ماه) به صورت تکی و ترکیب باهم بود. بنابراین، تیمارهای مختلف بذر در ۱۶ سطح اعمال گردید. فاکتور دوم شامل سه جمعیت از داغداغان بود. جهت خراش‌دهی بذر از سولفوریک اسید غلیظ (۹۶٪) به مدت زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه و خراش‌دهی مکانیکی به کمک ابزار مناسب (سنباده) استفاده شد. سپس بذرها در معرض زمان‌های مختلف سرمادهی به مدت ۰، ۲ و ۴ ماه در سردخانه با دمای ۵-۴ درجه سلسیوس و تیمار جیبرلیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. پس از اعمال تیمارهای مختلف، بذرها به تفکیک تیمار و تکرار در ظروف مناسب به تعداد ۳۰ بذر در هر تکرار کشت و در انکوباتور نگهداری شدند. در طول آزمایش، تعداد بذرهایی که جوانه زدند (طول ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر رشد کردند) به طور روزانه شمارش شد درصد جوانه‌زنی نهایی از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید (Negi , 2023).

$$\text{درصد جوانه زنی نهایی (\%)} = \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در پایان آزمایش}}{\text{تعداد کل بذرهای کشت شده}} \times 100$$

داده‌های حاصل از آزمایش در نرم‌افزار Excel وارد گردید. پس از بررسی نرمال بودن آن‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. مقایسه میانگین‌های سطوح تیمار با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که از بین ترکیبات تیماری مختلف خراش‌دهی و سرمادهی مرطوب به کار رفته در هر سه جمعیت فقط بذور تیمار شده با سطوح ۱- خراش‌دهی مکانیکی، ۲- خراش‌دهی مکانیکی همراه با جیبرلیک اسید، ۳- سرمادهی مرطوب دو ماهه و ۴- سرمادهی مرطوب ۴ ماهه قادر به جوانه‌زنی بودند و در بقیه سطوح هیچ بذر جوانه زده‌ای ثبت و مشاهده نشد. جمعیت وانشان از بالاترین درصد جوانه‌زنی (۴۶/۹ درصد) برخوردار بود که نسبت به دو جمعیت بومی دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد. همچنین، نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر سطوح مختلف تیماری قرار گرفت به‌طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر (۶۰/۶۷ درصد) مربوط به تیمار خراش‌دهی

مکانیکی بود. مقایسه میانگین برهمکنش بین جمعیت و تیمار نشان داد که الگوی تغییر در درصد جوانه‌زنی جمعیت‌های مورد مطالعه در سطوح مختلف تیمار تا حدودی مشابه بود به‌طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی در هر جمعیت در بذرهای تیمار شده با خراش‌دهی مکانیکی مشاهده شد و کمترین میزان جوانه‌زنی بذر در بذرهای سرمادهی شده به مدت ۲ ماه حاصل شد. کاربرد جیبرلیک اسید همراه با خراش‌دهی مکانیکی ضمن اینکه افزایشی در جوانه‌زنی بذر نسبت به خراش‌دهی مکانیکی ایجاد نکرد سبب کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی در دو جمعیت دهاقان و شهرکرد نسبت به خراش‌دهی مکانیکی گردید. سرمادهی مرطوب بذر به مدت ۴ ماه فقط در جمعیت دهاقان با تیمار خراش‌دهی مکانیکی میزان جوانه‌زنی بذر یکسانی ایجاد کرد و در دو جمعیت دیگر درصد جوانه‌زنی کمتری نسبت به تیمار خراش‌دهی مکانیکی داشتند.

جدول ۱-اثر برهمکنش جمعیت و تیمار رفع رکود بر درصد جوانه‌زنی بذر (٪) داغداغان.

تیمار	جمعیت دهاقان	جمعیت شهرکرد	جمعیت وانشان	میانگین
سرمادهی مرطوب ۲ ماهه	۶/۰f	۵/۰f	۶/۰f	۵/۶۷C
سرمادهی مرطوب ۴ ماهه	۵۴/۰bcd	۵۱/۰cde	۵۱/۰cde	۵۲/۰B
خراش‌دهی مکانیکی	۵۴/۰bcd	۶۱/۰abc	۶۷/۰a	۶۰/۶۷A
خراش‌دهی مکانیکی+ جیبرلیک اسید	۴۰/۹۵e	۴۶/۸de	۶۳/۴۴ab	۵۰/۳۹B
میانگین	۳۸/۷۴B	۴۰/۹۵B	۴۶/۹A	

میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) ندارند.

براساس نتایج این پژوهش، بذرهای هر سه جمعیت مورد مطالعه بدون تیمار بذر (شاهد) قادر به جوانه‌زنی نبودند که نشان دهند وجود رکود در بذر این گونه درختی است. مشابه با این نتایج، وجود رکود در گونه‌های مختلف *Celtis* در بررسی‌های گذشته به اثبات رسید (Guney et al., 2018; Abduljaber, et al., 2019; Negi. 2023). همچنین، نتایج نشان داد که از اعمال تیمارهای مختلف خراش‌دهی بر جوانه‌زنی بذر گونه مورد بررسی نتایج متفاوتی حاصل شد. خراش‌دهی با سولفوریک اسید غلیظ در هر دو زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه تأثیری در جوانه‌زنی بذر هر سه جمعیت ایجاد نکرد به طوری‌که هیچ بذر تیمار شده‌ی قادر به جوانه‌زنی نبود. استفاده از روش مکانیکی جهت رفع رکود و خراش‌دهی بذر داغداغان روش موثری بود به طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر در هر سه جمعیت مورد مطالعه در تیمار خراش‌دهی مکانیکی مشاهده شد. در تطابق با این نتایج، Abduljaber, et al., (2019) مشاهده کردند که بهترین درصد جوانه‌زنی (۴۶٪) در بذر گونه *C. tournifurtii* در تیمار خراش‌دهی مکانیکی مشاهده شد که با نتایج این بررسی همخوانی دارد. به هرحال، ترکیب تیمار خراش‌دهی مکانیکی با تیمارهای شکستن رکود فیزیولوژیک نتایج متفاوتی حاصل شد. به طوری‌که، بذرهای خراش‌دهی مکانیکی شده و سپس سرمادهی شده به مدت ۲ و ۴ ماهه قادر به جوانه‌زنی نبودند که ممکن است درنتیجه تاثیر مستقیم رطوبت و دمای پایین بر لپه‌های حاوی چربی زیاد بذر به مدت زمان طولانی باشد. از طرفی، تیمار خراش‌دهی مکانیکی همراه با تیمار جیبرلیک اسید تأثیر مثبتی در افزایش درصد جوانه‌زنی بذر در مقایسه خراش‌دهی مکانیکی نداشت. در هر سه جمعیت مورد مطالعه افزایش دوره سرمادهی مرطوب به ۴ ماه سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر گردید. در تطابق با این نتایج، تیمار سرمادهی مرطوب به مدت ۳ ماه سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر *C. australis* شد (Abduljaber, et al., 2019). همچنین، بنی‌اسدی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که چینه‌سرمایی به مدت ۹۰ و ۱۲۰ روز تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گونه *C. caucasica* داشت که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. با این حال، در این مطالعه نتایج نشان داد که تیمار خراش‌دهی مکانیکی بر شکستن رکود بذر هر سه جمعیت در مقایسه با تیمار چینه سرمادهی ۴ ماهه اثر بیشتری نشان داد و بذرهای چینه‌سرمایی‌شده به مدت ۲ ماه به میزان خیلی کمی قادر به جوانه‌زنی بودند. به طور کلی، با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، نوع رکود در بذر داغداغان را عمدتاً در نتیجه وجود پوسته سخت بذر دانست که مانع از جوانه‌زنی بذر و ایجاد رکود فیزیکی در بذر می‌گردد. بهترین روش برای شکستن رکود بذر استفاده از روش مکانیکی و کاشت سریع بذر است. همچنین، استفاده از چینه سرمایی به مدت ۴ ماه در شکستن رکود بذر داغداغان موثر بود.

منابع

امیری خواه، ر. ۱۴۰۰. اثر اشعه گاما بر ویژگی‌های چمنی و تحمل به خشکی در برخی از ژنوتیپ‌های گراس چمانواش بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.). رساله دکتری، دانشگاه صنعتی اصفهان.

بنی اسدی، ف.، فرهمند، ه. و بنی اسدی، ر. ۱۳۹۳. اثر تیمارهای آب گرم، سولفوریک اسید و چینه سرمایی بر جوانه‌زنی بذر داغداغان (*Celtis Caucasica*). اولین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران، کرج.

خاتم زاده، م. ۱۳۶۷. فلور ایران، شماره ۴، خانواده Ulmaceae. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. تهران.

خواجه الدین، ج. ۱۳۸۱. شناسایی و معرفی گونه‌های گیاهی مناسب فضای سبز شهر اصفهان. گزارش نهایی طرح. سازمان پارک‌ها و فضای سبز اصفهان.

Abduljabar, K.A., Mahdi, H.S., Yaseen, D.F., Mergye, Z. and Youseef, S. 2019. Effect of pre-sowing treatments on seed germination and seedling emergence of Celtis tournefortii lam. Kurdistan region of Iraq. JOU, 22: 121-132.

Alamgir, M. and Hossain, M.K. 2005. Effect of pre-sowing treatments on Albizia procera(Roxb.) Benth seeds and initials development of seedlings in the nursery. J. For. Environ. Sci, 3: 53-60..

Güney, D., Turna, İ. and Atar, F. 2018. The effects of different pretreatments on germination of Mediterranean hackberry (*Celtis australis* L.) seeds. Biol. Biodivers. Conserv. 11: 61-67.

Kester, D.E., Fred, T., Geneve, R.L. and Hartmann, H.T. 2014. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice-Hall, Inc.

Negi, S. 2023. Effect of provenance and pre-sowing treatment on seed germination of Celtis australis under laboratory condition In Garhwal Himalaya. Ph.D. Thesis, College of Forestry, Ranichauri, India.

Willan, R.L., 1986. A Guide to Forest Seed Handling. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Methods for breaking seed dormancy of the different populations of native Caucasian Hackberry (*Celtis caucasica* Willd.)

Habib Ghaedi[1], Nematollah Etemadi[1*], Mahdiyeh Gholami[1] and Rahim Amirikhah[2]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]*Corresponding Author: etemadin@iut.ac.ir*

Abstract

Caucasian Hackberry (*Celtis caucasica* Willd.) is a drought-resistant native plant that noteworthy as an urban green space tree. In any case, there is limited information regarding the production and propagation of this valuable species. Therefore, this research was conducted with the aim of evaluating the effects of various physical and physiological pretreatments on breaking the seed dormancy of different populations of this species under laboratory condition. In this study, fruits were collected from three different seed sources (Shahre-Kord, Dehaghan, and Vaneshan) from the Zagros region. Seeds were subjected to treatments of scarification with concentrated sulfuric acid for 10 and 20 minutes and mechanical scarification. Then, the treated seeds underwent treatments to break their physiological dormancy, including soaking in 100 mg/L GA_3 for 24 h and cold stratification for 2 and 4 months. In total, 16 treatment levels were obtained, which were executed as a factorial experiment in a completely randomized design with 4 replications. Germination percentage were evaluated. Among the treatments examined, the mechanical scarification treatment had the highest germination percentage (61%) in all three populations, and the Vaneshan population had the highest seed germination rate (67%). Increasing the duration of cold stratification from 2 months to 4 months led to an increase in germination percentage in all three populations. Other treatment levels did not show any effect on seed dormancy breaking in this species. In general, based on the results obtained in this study, the type of dormancy in the seeds of Caucasian Hackberry is mainly attributed to the presence of a hard seed coat, which prevents seed germination and causes physical dormancy in the seeds. The best method for breaking seed dormancy is the use of mechanical methods and rapid seed planting. Additionally, the use of a 4-month cold stratification was effective in breaking the seed dormancy of Caucasian Hackberry.

Keywords: Caucasian hackberry, Seed dormancy, Seed germination, Scarification, Stratification.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر بسترهای مختلف کشت بر درصد زنده‌مانی و صفات رشدی نهال‌های گونه بومی افرا کوهی (*Acer monspessulanum*)

پرنیا بهاری[۱]، نعمت‌اله اعتمادی[۱*] و رحیم امیری‌خواه[۲]
۱- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، اصفهان، ایران
۲-دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *etemadin@iut.ac.ir*

چکیده

توسعه فضای سبز شهری باید با درنظر گرفتن شرایط اقلیمی، محدودیت منابع آبی و استفاده از گونه‌های گیاهی بومی هر منطقه انجام شود. بهره‌گیری از گیاهان بومی به‌دلیل سازگاری طبیعی با محیط، کاهش هزینه‌های نگهداری و حذف چالش‌های ناشی از گونه‌های غیر بومی، رویکردی مؤثر برای دستیابی به فضای سبز پایدار است. افرا کوهی یا کیکم (*Acer monspessulanum* L.) یکی از گونه‌های بومی ایران و مقاوم به خشکی است که قابلیت بالقوه‌ای برای جایگزینی با گونه‌های پر نیاز به آب در طراحی فضای سبز شهری دارد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت بر زنده‌مانی و صفات رشدی نهال‌های کیکم در نهالستان بود. بذرهای افرا کوهی یا کیکم از رویشگاه طبیعی آن در منطقه چاروسا (زاگرس، استان کهگیلویه و بویراحمد) جمع‌آوری شده و پس از تیمار چینه‌سرمایی (دما ۴ درجه سلسیوس به مدت ۳ ماه)، در چهار نوع بستر شامل خاک:خاکبرگ:شن در نسبت‌های ۱:۱:۲ و ۲:۱:۲ (اصلاح‌شده خاک رویشگاه)، ماسه خالص و ترکیب خاک و شن (نسبت ۱:۱) بودند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ سطح تیمار بستر کاشت در چهار تکرار و ده گلدان برای هر تیمار اجرا شد. درصد زنده‌مانی، ارتفاع نهال و طول ریشه به‌عنوان صفات رشدی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بستر سوم (ماسه) به‌طور معنی داری موجب افزایش رشد طولی، افزایش طول ریشه و بالاترین درصد زنده‌مانی نسبت به سایر تیمارها شد. نتایج این تحقیق نشاندهنده تأثیر مثبت بافت سبک و زهکش مناسب ماسه بر توسعه اندام هوایی و زیرزمینی و استقرار موفق نهال‌های کیکم در شرایط نهالستانی بود.

واژگان کلیدی: بستر کشت، رشد نهال، زنده‌مانی، کیکم، گونه بومی.

مقدمه

توسعه فضای سبز شهری باید بر پایه استفاده از گیاهان بومی هر منطقه باشد، چرا که این گیاهان با شرایط اقلیمی سازگارند، نیاز به آزمون و خطا ندارند و با هزینه کمتر پایداری فضای سبز را ممکن می‌سازند (Roohollahi et al.2010). یکی از گونه‌های سازگار به شرایط اقلیمی و مقاوم به خشکی، افرا است که در فضای سبز استفاده می شود. افرا گونه‌های مختلفی دارد که یکی از گونه های بومی کشور ما کیکم است. از این گونه می توان در سطح شهر به جای گونه های ناسازگار با مصرف آب بالا استفاده نمود. درخت کیکم با نام علمی Acer monspessulanum ، یک گونه درختی خزان کننده بومی منطقه مدیترانه است که از جنوب غرب اروپا تا شمال آفریقا و کشورهای غرب آسیا از جمله ایران پراکنش دارد (ثابتی، ۱۳۹۵). این گونه بومی کشور به خوبی با تغییرات اقلیمی سازگار است و مقاومت بالایی در برابر خشکی دارد که این ویژگی بارز، آن را به درختی امیدوارکننده برای استفاده در مناظر شهری تبدیل کرده است.

بستر مناسب رشد یکی از فاکتورهای مهم در تولید نهال مناسب در گونه‌های درختی است. بسترهای کشت با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی متفاوت، تأثیر مستقیمی بر جذب آب و مواد مغذی و در نتیجه رشد گیاه دارند؛ بنابراین، انتخاب بستری متعادل و سازگار با اقلیم و نوع گیاه، نقش کلیدی در تأمین پایداری و سلامت گیاه ایفا می‌کند (Buragienė et al. 2024). در آزمایشی چهار محیط رشد بر پایه پرلیت (۱۰۰٪)، پیت (۵۰٪) + پرلیت (۵۰٪) و خاک اره ریز (۱۰۰٪) با استفاده از خاک به عنوان شاهد بر روی درخت انجیر (Ficus carica. L) مورد آزمایش قرار گرفتند نتایج نشان داد استفاده از پیت + پرلیت و پرلیت منجر به افزایش رشد گیاه و کیفیت نهاهای انجیر کشت شده است (Ertan and Ertan 2010). در یک مطالعه پنج‌ساله، تیمارهای مالچ تراشه چوب، کمپوست و کود معدنی موجب بهبود

ویژگی‌های خاک و افزایش قابل‌توجه رشد درختان Acer rubrum و Betula nigra شدند (Brown and Scott 1984). همچنین در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که استفاده از بسترهای مبتنی بر کمپوست در تولید نهال‌های 'Cornus alba 'Elegantissima و Acer campestre 'Elsrijk' در گلدان، بدون اثر منفی بر زیست‌توده و تبادلات گازی برگ طی دو سال امکان‌پذیر است. بسترها شامل ترکیب‌های متفاوتی از پیت ماس، کمپوست ضایعات فضای سبز، الیاف خام و پوکه معدنی بودند و یک تیمار کنترل نیز با ترکیب پیت ماس و پوکه به‌کار رفت (Ferrini and Nicese 2005). در یک مطالعه، دو واریته از سرو سفید شمالی (Thuja occidentalis L.) شامل 'Smaragd' و 'Columna'، به همراه گونه شمشاد اروپایی (Buxus sempervirens L.) و گونه فورسیتیا (Forsythia × intermedia) در پنج نوع بستر کشت مختلف شامل خاک معمولی، کمپوست، ورمی‌کمپوست، پیت و ترکیبی از این بسترها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که هر گونه و واریته واکنش متفاوتی نسبت به بسترهای کشت داشتند. به طور کلی، بیشترین رشد و کیفیت نهال‌ها در بیشتر گونه‌ها و واریته‌ها در بسترهای ورمی‌کمپوست و کمپوست حاصل شد. با این حال، برخی نهال‌ها از جمله Thuja occidentalis 'Smaragd' در تمامی بسترهای مورد آزمایش رشد مشابهی از خود نشان دادند. (Cvjetković et al. 2022). با توجه به عدم وجود اطلاعات در مورد بستر مناسب برای رشد دانهال‌های افرا کوهی یا کیکم، این پژوهش به منظور تعیین بستر کشت مناسب تولید نهال در گونه مورد نظر انجام شد.

روش انجام آزمایش

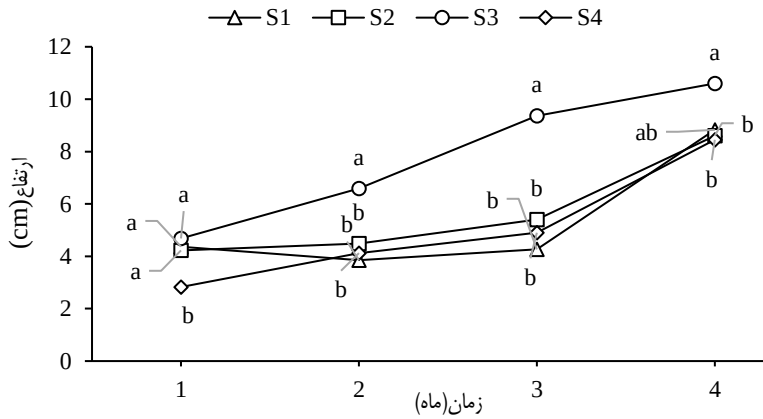
نمونه‌های بذر کیکم در مرداد ماه سال ۱۴۰۲ از رویشگاه طبیعی (سلسله جبال زاگرس_منطقه چاروسا استان کهگیلویه و بویر احمد) جمع آوری شدند و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. بعد از اعمال تیمار چینه سرمایی(دما ۴ درجه سلسیوس به مدت ۳ ماه)، کاشت بذرها در فروردین ماه در گلخانه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد در بستر های مختلف در گلدان‌هایی پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتی متر و ارتفاع ۳۰ سانتی متر کشت شدند. آزمایش در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در ۴ تکرار و هر ماده آزمایشی شامل ۱۰ گلدان اجرا شد. بسترها شامل چهار نوع مخلوط خاکی ازجمله ۱- خاک: خاکبرگ: شن به نسبت(۱:۱:۲)، ۲-خاک: خاکبرگ: شن به نسبت (۲:۱:۲) (تغییر یافته خاک رویشگاه در منطقه چاروسا)، ۳- بستر کشت ماسه و ۴- خاک و شن به نسبت (۱:۱) می باشد. در طول آزمایش، درصد زنده‌مانی نهال، خصوصیات نهال‌ها شامل ارتفاع و طول ریشه مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از بررسی نرمال بودن داده های بدست آمده، تجزیه واریانس داده‌ها با کمک نرم افزار آماری Statistix v.8 انجام شد و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

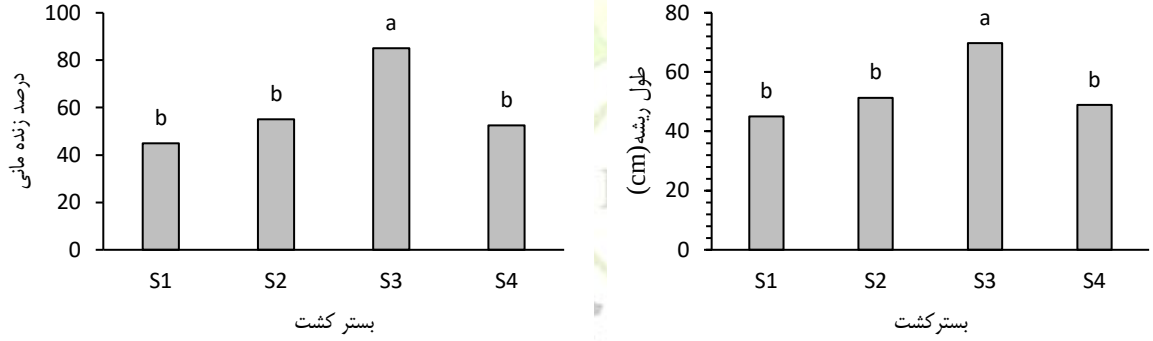
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نوع بستر کشت بر خصوصیات مورد ارزیابی شامل ارتفاع نهال ($p<0.01$)، طول ریشه ($p<0.05$) و درصد زنده‌مانی ($p<0.05$) تاثیر معنی‌داری داشت. بیشترین میزان ارتفاع نهال (۱۰/۶ سانتی متر) در بستر سوم (ماسه) مشاهده شد، که نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت این بستر در افزایش رشد طولی گیاه است. در مقابل، بسترهای ترکیبی شامل خاک، خاکبرگ و شن به‌ویژه ترکیب اول، کمترین میزان رشد را نشان دادند (نمودار ۱). این نتایج بیانگر نقش مؤثر بافت و ترکیب فیزیکی بستر در توسعه رویشی نهال‌هاست. همچنین، بیشترین ارتفاع ریشه در بستر سوم (ماسه) مشاهده شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (نمودار ۲). این یافته بیانگر تأثیر مثبت بستر ماسه‌ای بر رشد زیرزمینی گیاه است و نشان می‌دهد که بافت سبک و زهکش مناسب این بستر، شرایط بهتری را برای توسعه‌ی ریشه فراهم کرده است (نمودار ۲). علاوه بر این، درصد زنده‌مانی گیاهان در بستر سوم به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود که نشان‌دهنده‌ی شرایط مناسب‌تر این بستر برای استقرار و بقای گیاه است. همسو با نتایج این مطالعه، در دو گیاه زینتی چوبی *Thuja occidentalis* 'Smaragd' و *Prunus cistena*) تأثیر مثبت بستر با تهویه و زهکش مناسب بر رشد و عملکرد مشاهده شد (Meisl et al. 2013). همچنین، تاثیر مثبت بستر سبک و با تهویه مناسب (پرلیت) بر رشد نهال‌های انجیر مشاهده گردید که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد (Ertan and Ertan 2010).

با توجه به پتانسیل بالای گونه‌ی کیکم در تحمل خشکی و سازگاری با شرایط اقلیمی ایران، به‌ویژه در مناطق کم‌آب، انتخاب بستر مناسب می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت تولید نهال و موفقیت کاشت در فضای سبز شهری ایفا کند. براساس یافته‌های این پژوهش،

نوع بستر کشت تأثیر قابل‌توجهی بر زنده‌مانی و رشد نهال‌های کیکم (*Acer monspessulanum*) در شرایط نهالستانی دارد. در میان تیمارهای مورد بررسی، بستر ماسه‌ای (بستر سوم) بافتی سبک و زهکشی مناسبی فراهم کرد که موجب بهبود رشد طولی نهال‌ها، افزایش طول ریشه و ارتقای درصد زنده‌مانی شد.



نمودار ۱– تاثیر بستر های مختلف بر میزان ارتفاع نهال کیکم. در هر زمان، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.



نمودار ۲– تاثیر بستر های مختلف بر درصد زنده مانی و طول ریشه در نهال کیکم. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

منابع

ثابتی،ح. ۱۳۹۵. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه یزد،۸۵۰ص.

Brown, D.A. and Scott, H.D. 1984. Dependence of crop growth and yield on root development and activity. In: Barber, S.A. and Bouldin, D.R. (Eds.), Roots, Nutrient, Water Influx and Plant Growth. Soil Science Society of America, pp. 101–136.

Buragienė, S., Lekavičienė, K., Adamavičienė, A., Vaiciukevičius, E. and Šarauskis, E. 2024. The influence of an innovative bioproduct on soil and substrate characteristics during strawberry cultivation. Agriculture, 14(4): 537.

Cvjetković, B., Janjatović, V. and Topić, A. 2022. Substrate influence on the quality of seedlings of ornamental trees produced in pots. Reforesta, 13: 48–61.

Ferrini, F. and Nicese, F.P. 2005. Effect of compost-based substrates on growth and leaf physiology of Acer campestre and Cornus alba potted plants. Advances in Horticultural Science, 19: 76–80.

Irin, U., Ertan, E. and Ertan, B. 2010. Growth substrates and fig nursery tree production. Scientia Agricola, 67(6): 633–638.

Meisl, T., Dubský, M., Šrámek, F. and Nečas, T. 2013. The effect of clay amendment on substrate properties and growth of woody plants. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 60(8): 163–170.

Roohollahi, I., Kafi, M. and Naderi, R. 2010. Drought reaction and rooting characteristics in response to plant growth regulators on Poa pratensis cv. Barimpala. International Journal of Food, Agriculture and Environment, 8: 257–288.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of the different substrates on survival rate and growth characteristics of seedlings in native *Acer monspessulanum*.

Parnia Bahari[1], Nematollah Etemadi [1*], Rahim Amirikhah[2]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]*Corresponding Author: etemadin@iut.ac.ir*

Abstract

The development of urban landscapes must be carried out with due consideration of climatic conditions, limitations of water resources, and the use of native plant species in each region. Employing native species, owing to their natural adaptation to the environment, reduced maintenance costs, and avoidance of problems caused by non-native plants, is an effective approach to achieving sustainable urban landscapes. Montpellier maple (*Acer monspessulanum*), a native species of Iran and characterized by drought tolerance, has significant potential to replace high-water-consuming species in urban landscape design. The present study aimed to evaluate the effects of different growing media on the survival and growth characteristics of Montpellier maple seedlings in the nursery. Seeds of *A. monspessulanum* were collected from their natural habitat in the Charusa region (Zagros Mountains, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province) and, after stratification at 4 °C for three months, were sown in four types of growing media, including soil:leaf mold:sand in the ratios of 1:1:2 and 2:1:2 (modified natural soil), sand, and a soil-sand mixture (1:1). The experiment was conducted in a completely randomized design with four substrate treatments, four replications, and ten pots per treatment. Survival rate, seedling height, and root length were measured as growth traits. The results indicated that the third substrate (sand) significantly increased shoot growth, root length, and survival rate compared to the other treatments. These findings highlight the positive influence of the light texture and proper drainage of sand on the development of both aerial and underground organs and on the successful establishment of *A. monspessulanum* seedlings under nursery conditions.

Keywords: *Acer monspessulanum*, Substrate, Native species, Seedling growth, Survival rate

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر بنزیل آدنین و هیومیک اسید بر بهبود صفات کمی و کیفی رز سامورایی

خدیجه همتی گل سفیدی[۱]، نعمت‌اله اعتمادی[۱*]، مریم حقیقی[۱]، بهاره دانشمند[۱] و زهرا معینی‌فر[۱]
۱- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *etemadin@iut.ac.ir*

چکیده

رز (*Rosa hybrida*) ، یک گیاه زینتی مهم در صنعت گل‌های شاخه بریده است. چالش اصلی در تولید تجاری این گل، کاهش عملکرد و کیفیت آن است. به همین دلیل، افزایش کیفیت و بهبود شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آن اهمیت زیادی دارد. عوامل محیطی، تغذیه‌ای و تنظیم‌کننده‌های رشدی بر کیفیت و عملکرد این گل تأثیرگذار هستند. استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سیتوکینین‌ها و مواد آلی نظیر هیومیک اسید می‌تواند موجب افزایش عملکرد و بهبود رشد گیاه شود. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی بنزیل آدنین(BA) و هیومیک اسید بر خصوصیات کمی وکیفی رز رقم سامورایی در شرایط کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در یک گلخانه تجاری اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل بنزیل آدنین در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و هیومیک اسید در دو سطح (۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. نتایج نشان داد که هیومیک اسید و بنزیل آدنین باعث افزایش وزن تر گیاه می‌شوند. کاربرد هم‌زمان این دو ماده تأثیر قابل‌توجهی در بهبود عملکرد گل رز داشت و در صفاتی مانند افزایش تعداد گل، وزن تر شاخه و میزان آنتوسیانین گلبرگ معنی‌دار بود. بر اساس یافته‌های این پژوهش، تعداد گل تولید شده و وزن تر ساقه گل‌دهنده افزایش یافت، اما میزان آنتوسیانین گلبرگ‌ها کاهش پیدا کرد. در نتیجه، استفاده از بنزیل آدنین و هیومیک اسید در مدیریت تولید گل رز شاخه بریده می‌تواند گزینه‌ای مؤثر برای افزایش عملکرد و کیفیت باشد و به کاهش هزینه‌های تولیدکنندگان کمک کند.

واژه‌های کلیدی : بنزیل آدنین، عملکرد گیاهی،کیفیت گل بریده، گل رز شاخه بریده، هیومیک اسید.

مقدمه

گل رز (*Rosa spp.*)، از خانواده Rosaceae ، گلی بسیار محبوب و با ارزش اقتصادی بالا در صنعت گل‌های شاخه بریده است (نیکبخت و اشرفی،۱۳۸۶). عملکرد پایین و کیفیت نامطلوب از چالش‌های اصلی تولید آن هستند که با بهینه‌سازی شرایط و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد قابل جبران هستند عوامل محیطی نظیر دما، نور، رطوبت، بستر و تهویه بر کیفیت رز تأثیرگذارند. رز برای عملکرد بالا به نور کافی نیاز دارد؛ کمبود نور منجر به کاهش شاخه‌های گل‌دهنده و افزایش شاخه‌های کور شده، که عملکرد و کیفیت را پایین می‌آورد (Nazari,2017). از این رو، یافتن تنظیم‌کننده‌های(Zamski et al., 1985) رشد و روش‌های کاربردی برای تولید مداوم جوانه‌ها و شاخه‌های جدید، به دلیل هزینه بالای تعویض بوته و نور تکمیلی، برای پرورش‌دهندگان گلخانه‌ای بسیار سودمند است (Jayroe-Cournoyer & Newman, 1995).

سیتوکینین‌ها، هورمون‌های رشد گیاهی که تقسیم سلولی و رشد و نمو را افزایش داده و غالبیت انتهایی را کاهش می‌دهند. تاریکی این هورمون‌ها را غیرفعال می‌کند (Mortensen & Fjeld, 1998) ، اما سیتوکینین خارجی می‌تواند رشد جوانه‌ها را در نور کم احیا کند (Corot et al., 2017). بنزیل آدنین(BA) ، نوعی سیتوکینین است که تأثیر مثبتی بر افزایش شاخه‌های پایگاهی، کاهش شاخه‌های کور، افزایش عملکرد و کیفیت گل رز دارد (Ohkawa, 1984).

طبق گزارش‌ها ارائه شده، هیومیک اسید نیز اثر هورمونی و توانایی تسهیل کردن رشد گیاه را دارد. پاسخ‌های نسبتاً زیادی درباره بهبود جذب موادغذایی و اثرات هورمونی با محلول‌پاشی هیومیک اسید به دست آمده است. هیومیک اسید یک منبع طبیعی امیدوارکننده است که می‌تواند به عنوان جایگزینی برای کودهای مصنوعی برای افزایش تولید محصول و کیفیت آن استفاده شود. اثر مستقیم آن مانند فعالیت‌های آنزیمی و نفوذپذیری غشا و اثر غیرمستقیم آن بر تغییر ساختار خاک و افزایش در جذب مواد مغذی معدنی ثابت شده است (Chang et al., 2012).

این پژوهش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین و هیومیک اسید بر عملکرد کمی و شاخص‌های کیفی گل رز رقم سامورایی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل چهار گیاه، در بستری از کوکوپیت و پرلیت (۲۰:۸۰) در گلخانه تجاری رایان رز واقع در استان اصفهان صورت گرفت. بوته‌ها روزانه با محلول غذایی هوگلند تغذیه شدند و شرایط محیطی شامل رطوبت نسبی ۵۰٪، شدت نور ۳۰۰۰۰ لوکس، و دمای روز/شب به ترتیب ۱۷/۲۴ درجه سلسیوس تنظیم شد. پس از هرس ژاپنی در آذرماه، محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین BA (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) سه بار با فواصل ۱۵ روز و محلول پاشی هیومیک اسید (۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از دی ماه تا برداشت تجاری انجام شد. در نهایت در زمان برداشت صفات تعداد شاخه گل، وزن تر شاخه، میزان کلروفیل کل و آنتوسیانین گلبرگ‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۴ و مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده نشان داد که تعداد گل تولید شده، وزن تر شاخه گل، و غلظت رنگیزه آنتوسیانین گلبرگ در رز سامورایی به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمار سایتوکنین و هیومیک اسید قرار رفت (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تاثیر محلول پاشی سایتوکنین و هیومیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی رز.

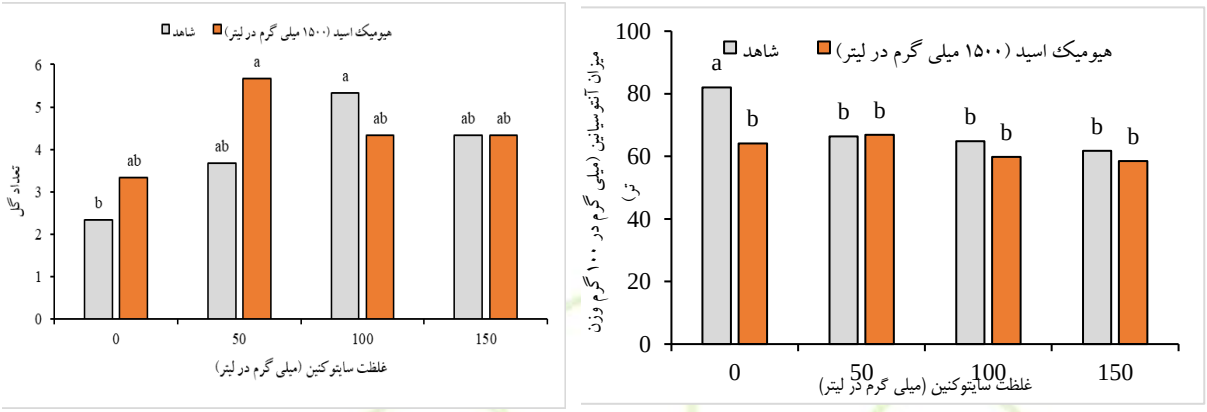
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن تر شاخه	تعداد گل	کلروفیل کل	آنتوسیانین
سایتوکنین	۳	۱۱۰/۲**	۵/۰۰**	۱۰/۲	۱۹۵**
هیومیک اسید	۱	۶۲۴**	۱/۵۰ns	۹/۷۹	۲۴۶**
سایتوکنین×هیومیک اسید	۳	۵۳۵**	۲/۵۰*	۵	۹۵/۶*
خطا	۱۶	۱۴/۹	۰/۷۱	۳/۶۸	۲۳/۷
ضریب تغییرات		۴/۷۸	۲۰/۱۹	۱۲/۳	۷/۴۳

**، * و n.s به ترتیب نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

نتایج نشان داد که تیمار شاهد کم‌ترین میزان گل را داشت. بررسی اثر متقابل نشان داد که در تیمار شاهدBA ، افزودن هیومیک اسید به افزایش معنی‌دار تعداد گل منجر شد. بیشترین تعداد گل (۵/۵) در تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر BA در ترکیب با هیومیک اسید و سپس در تیمار بنزیل آدنین با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده گردید. این نتایج با گزارش‌های قبلی مبنی بر افزایش گلدهی در زنبق (Lee, 2007)، سوسن (Sharma et al., 2009)، و گل آهار (روحی و همکاران،۱۳۹۲) با استفاده از سیتوکینین همسو است.

بنزیل آدنین(BA) در غلظت‌های مختلف بر میزان آنتوسیانین گل‌های رز سامورایی تأثیر معنی‌داری دارد؛ بیشترین آنتوسیانین در تیمار شاهد (صفر میلی‌گرم بر لیتر) دیده شد و با افزایش غلظتBA ، میزان آنتوسیانین کاهش یافت. این نشان می‌دهد مصرف زیاد BA می‌تواند سنتز آنتوسیانین را کم کند. هیومیک اسید ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز به طور معنی‌داری آنتوسیانین را نسبت به شاهد کاهش داد. همچنین، کاربرد همزمان هیومیک اسید با BA در تمام سطوح، به کاهش بیشتر آنتوسیانین منجر شد که نشان‌دهنده اثر منفی تجمعی این دو ماده بر تولید آنتوسیانین است. این نتایج با برخی مطالعات (کلاته جاری و همکاران، ۱۳۸۷) که نشان می‌دهند سیتوکینین می‌تواند آنتوسیانین را افزایش دهد، متفاوت است. بالاترین وزن تر با 150میلی‌گرم BA در لیتر به‌دست آمد، در حالی که تیمار شاهد و غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم BA تفاوت معنی‌داری نداشتند .هیومیک اسید ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز به‌طور معنی‌داری وزن تر ساقه را افزایش داد که

نشان‌دهنده اثر مثبت آن بر رشد اندام‌های هوایی است. بهترین نتیجه از ترکیب BA 150 میلی‌گرم در لیتر با هیومیک اسید ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. سیتوکینین از جمله (BA) با تحریک رشد، افزایش تقسیم سلولی، تحریک نمو کلروپلاستو بهبود فتوسنتز از طریق کاهش مقاومت روزنه‌ای و افزایش جذب دی‌اکسید کربن، وزن تر گیاه را افزایش می‌دهد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶) که این نتایج با یافته‌های آزمایش مطابقت دارد.



(الف) (ب)

شکل ۱- اثر برهمکنش کاربرد هورمون بنزیل آدنین و هیومیک اسید بر تعداد گل (الف) و میزان آنتوسیانین گلبرگ گل رز رقم سامورایی(ب) . برای هر صفت، ستون های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۲- اثر برهمکنش کاربرد هورمون بنزیل آدنین و هیومیک اسید بر وزن تر ساقه گل دهنده گل رز رقم سامورایی. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

طبق نتایج حاصل از این آزمایش، تیمار بنزیل آدنین و هیومیک اسید باعث بهبود شاخص‌هایی از جمله افزایش تعداد گل و وزن تر شاخ گل شد. بنابراین کاربرد محلول پاشی بنزیل ادنین به همراه هیومیک اسید جهت افزایش عملکرد گل رز رقم سامورایی پیشنهاد می گردد.

منابع

روحی، و.، اسماعیلی، س.، شیران، ب. و محمدخانی، ع. ۱۳۹۲. بررسی اثرات کلریدکلسیم، هورمون های جیبرلین و بنزیل آدنین بر خصوصیات کمی، کیفی و طول عمر گل آهار (*Zinnia elegans* J.). علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۷: ۴۴۴ – ۴۵۲.

قیسوندی، ر.، مطلوب ی، م. و زارع نهندی، ف. ۱۳۹۳ .تأثیر تنظیم‌کننده رشد فورکلرفنورون (CPPU) بر ویژگی‌های کمی وکیفی گل رز بریدنی رقم آوالانش (*Rosa hybrida* .cv Avalanche). نشریه روابط خاک و گیاه، ۵: ۱۴۷ –۱۵۵.

کلاته جاری، س.، خلیقی، ا.، مراد ی، ف. و فتاحی مقدم، م. ۱۳۸۷. اثر سیتوکینین‌ها، ساکارز و HQS-8 بر کیفیت و طول عمر گل‌های شاخه بریده رز رقم .Red Gant مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۳۹: ۱۲۵-۱۳۵.

نیکبخت، ع. و اشرفی، ن. ا. ۱۴۰۰. اصول علمی و عملی پرورش گل‌های شاخه بریده. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، اصفهان.

Chang, L., Wu, Y., Xu, W., Nikbakht, A. and Xia, Y. 2012. Effects of calcium and humic acid treatment on the growth and nutrient uptake of Oriental lily. African Journal of Biotechnology, 11(9): 2218–2222.

Corot, A., Roman, H., Douillet, O., Autret, H., Perez-Garcia, M.D., Citerne, S., Bertheloot, J., Sakr, S., Leduc, N. and Demotes-Mainard, S. 2017. Cytokinins and abscisic acid act antagonistically in the regulation of the bud outgrowth pattern by light intensity. Frontiers in Plant Science, 8: 1724.

Jayroe-Cournoyer, L. and Newman, S.E. 1995. Stimulation of basal and axillary bud formation of container-grown hybrid tea roses. Journal of Environmental Horticulture, 13(1): 47–50.

Lee, A.K. 2007. Development of floral organ and physiochemical changes of cut Iris hollandica 'Blue Magic' according to plant growth regulators and storage temperature. The Journal of the Korean Society of International Agriculture, 19.(۲)

Mortensen, L.M. and Fjeld, T. 1998. Effects of air humidity, lighting period and lamp type on growth and vase life of roses. Scientia Horticulturae, 73(4): 229–237.

Ohkawa, K. 1984. Effects of benzyladenine on bud break of roses. Scientia Horticulturae, 24(3–4): 379–383.

Sharma, P., Sharma, Y.D. and Gupta, Y.C. 2009. Effect of paclobutrazol and benzyl adenine on Oriental lily hybrids. Journal of Horticultural Sciences, 4(2): 128–133.

Zamski, E., Oshri, S. and Zieslin, N. 1985. Comparative morphology and anatomy of axillary buds along a rose shoot. Botanical Gazette, 146(2): 208–212.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Benzyl adenine and humic acid on improving quantitative and qualitative traits of 'Samourai' Rose.

Khadije Hemmati Gelsefidi[1], Nematollah Etemadi[1*], Maryam Haghighi[1], Bahareh Daneshmand [1] and Zahra Moeinifar[1]

1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Corresponding Author: etemadin@iut.ac.ir

Abstract

The rose, *Rosa hybrida*, is an important ornamental plant in the cut flower industry. The main challenge in its commercial production is the reduction in yield and quality. Therefore, improving quality and enhancing its morphological and physiological indices are of great importance. Environmental, nutritional, and growth regulators significantly affect the quality and performance of this flower. The use of plant growth regulators such as cytokinin and organic materials like humic acid can lead to increased yield and improved plant growth. This research was conducted to investigate the effect of foliar application of benzyl adenine (BA) and humic acid on the quantitative and qualitative characteristics of Samurai rose under soilless cultivation conditions. The experiment was conducted factorially in a completely randomized design in a commercial greenhouse. The experimental treatments included benzyl adenine at four levels (0, 50, 100, and 150 mg per liter) and humic acid at two levels (0 and 1500 mg per liter). The results showed that humic acid and benzyl adenine increase fresh weight. The simultaneous application of these two substances had a significant impact on improving the performance of the rose, and it was meaningful in traits such as increasing the number of flowers, the fresh weight of the branches, and the anthocyanin content of the petals. As a result of this experiment, the number of flowers produced and the fresh weight of the flowering stems increased, but the anthocyanin content of the petals decreased. Based on the findings of this research, the use of benzyl adenine and humic acid in managing the production of cut roses can be an effective option for increasing yield, quality, and reducing costs for producers.

Keywords: Benzyladenine, Cut flower quality, Cut rose, Humic acid, Plant performance.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر اسیدسالیسیلیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی کلم پیچ زینتی تحت تنش شوری

سروش تفاخری[۱]، سمیه طایفه[۱*]، حسین مرادی[۱]، پروین اسدی[۱] و فاطمه سهرابی[۱]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

*نویسنده مسئول: *somaye.tayefeh1388@gmail.com*

چکیده

رقم کلم پیچ زینتی (*Brassica oleracea var. Acephala*) به دلیل تنوع رنگی، فرم جذاب و مقاومت به شرایط نامساعد محیطی، گیاهی پرکاربرد در فضای سبز شهری است. شوری خاک، یکی از تنش‌های غیرزیستی مهم، با ایجاد اختلالات فیزیولوژیک، رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند. این پژوهش با هدف بررسی اثر اسیدسالیسیلیک (SA) بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی کلم پیچ زینتی تحت تنش شوری انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. تیمارها شامل اسیدسالیسیلیک (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و تنش شوری (۰، ۲/۵ و ۱۲/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر) بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل شوری و اسیدسالیسیلیک بر کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح یک درصد و بر فنل و فلاونوئید در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اسیدسالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر، کلروفیل a را ۱۹۵ درصد و کلروفیل b را ۶۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین، بیشترین کاروتنوئید و فلاونوئید در شوری ۱۲/۵ میلی‌موس و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدسالیسیلیک مشاهده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل نیز تحت تأثیر این تیمارها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این نتایج نشان‌دهنده نقش اسیدسالیسیلیک در تقویت سیستم دفاعی گیاه، بهبود متابولیسم رنگدانه‌ها و افزایش مقاومت به شوری است. کاربرد اسیدسالیسیلیک می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود عملکرد کلم پیچ زینتی در شرایط تنش‌زا و گسترش استفاده از آن در فضای سبز مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد.

کلمات کلیدی: اسید سالیسیلیک، تنش شوری، فنل، کلم پیچ زینتی.

مقدمه

کلم پیچ زینتی (Brassica oleracea var. Acephala) از خانواده شب‌بو(Brassicaceae) ، به دلیل تنوع رنگ برگ‌ها، فرم ظاهری جذاب، و دوام بالای اندام‌های هوایی، یکی از گیاهان زینتی پرکاربرد در طراحی فضای سبز شهری و باغ‌ها محسوب می‌شود. این گیاه به‌ویژه در فصل زمستان، که گزینه‌های گیاهی محدود هستند، به دلیل مقاومت بالا به شرایط نامساعد محیطی مانند سرما و خشکی، جایگاه ویژه‌ای در زیباسازی فضاهای شهری دارد (Taqizadah and Solgi, 2014). کلم پیچ زینتی گیاهی دوساله است، اما معمولاً به‌صورت یک‌ساله کشت می‌شود و به دلیل توانایی تحمل تنش‌های محیطی، گزینه‌ای مناسب برای مناطق با اقلیم‌های چالش‌برانگیز است (Shannon and Grieve, 1999). شوری خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که با تجمع نمک‌های محلول، به‌ویژه سدیم کلرید، در خاک یا آب آبیاری، رشد و عملکرد گیاهان را در سراسر جهان محدود می‌کند. این تنش با ایجاد تنش اسمزی، سمیت یونی، و اختلالات تغذیه‌ای، فرایندهای فیزیولوژیک گیاه مانند فتوسنتز، تنفس، و متابولیسم رنگدانه‌ها را مختل می‌کند (Sharma, 2023; Arora, 2019). در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، شوری چالشی جدی برای کشاورزی پایدار است، زیرا عملکرد محصول را کاهش داده، زمین‌های قابل کشت را محدود کرده و دسترسی به آب باکیفیت را دشوار می‌سازد (FAO, 2020). برای کاهش اثرات منفی شوری، استفاده از محرک‌های زیستی مانند سیلیکون و اسیدسالیسیلیک مورد توجه قرار گرفته است. سیلیکون به‌صورت اسید سیلیسیک در خاک وجود دارد و با تقویت دیواره سلولی، بهبود یکپارچگی غشاها، و افزایش مقاومت به تنش‌های غیرزیستی مانند شوری و خشکی، عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد (Brahma et al., 2020). اسیدسالیسیلیک نیز با تنظیم پاسخ‌های فیزیولوژیک، از جمله افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش سمیت یونی، به گیاهان کمک می‌کند تا در شرایط تنش بهتر عمل کنند (Shwethakumari et al., 2021). پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که

اسیدسالیسیلیک صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک کلم پیچ زینتی و گیاهان مشابه را در شرایط شوری بهبود می‌بخشد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین، کاربرد اسیدسالیسیلیک و جیبرلیک اسید در کلزا باعث افزایش نسبت وزن برگ(LWR) ، سطح برگ(LAR) ، و سطح ویژه برگ (SLA) و بهبود تعادل یونی (افزایش پتاسیم و کاهش سدیم) شده است (نظری‌بیگی و ناصری، ۱۳۹۳). در مطالعه‌ای دیگر، اسیدسالیسیلیک جوانه‌زنی تربچه را در شرایط شوری بهبود بخشید (قنبری و همکاران، ۱۳۹۰) و در شب‌بو نیز باعث افزایش پارامترهای رشد، محتوای پروتئین، و آب نسبی برگ شد (عبدالمحمدی و همکاران، ۱۳۹۷). این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سیلیکون و اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک، و عملکرد کلم پیچ زینتی تحت تنش شوری انجام شده است. نتایج این مطالعه می‌تواند راهکارهایی برای افزایش مقاومت این گیاه زینتی در برابر شوری و گسترش کاربرد آن در فضای سبز شهری، به‌ویژه در مناطق با محدودیت‌های محیطی، ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. دو فاکتور شامل اسیدسالیسیلیک (۰، ۱۰۰، و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و تنش شوری (۰، ۲/۵، و ۱۲/۵میلی‌موس بر سانتی‌متر) بررسی شدند.۵۴ نشای کلم پیچ زینتی (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) در مرحله چهاربرگی تهیه و به‌صورت جفتی در ۲۷ گلدان (حاوی خاک لوم، پرلیت، و کوکوپیت) کاشته شدند. پس از یک ماه، محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در پنج نوبت (هر سه روز یک‌بار) طی دو هفته انجام شد. تنش شوری با محلول کلرید سدیم نیز پس از دو هفته، در پنج نوبت طی دو هفته اعمال شد. همچنین تغذیه بصورت محلول هوگلند انجام گرفت. اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH بود. فنل کل از روش معرف فولین سیوکالتیو و رنگدانه‌های فتوسنتزی از روش (Carter and Knapp, 2001) اندازه‌گیری شد. همچنین فلاونویید کل برگ از طریق آلومینیوم کلرید و استات پتاسیم بوده است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و تنش شوری بر کلروفیل b، کاروتنوئید و کلروفیل a در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. تنش شوری به‌تنهایی بر کلروفیل b و کاروتنوئید در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، اما بر کلروفیل a تأثیری نداشت. اسیدسالیسیلیک بر تمام رنگیزه‌ها (کلروفیل a، b و کاروتنوئید) در سطح ۱٪ اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل شوری و اسیدسالیسیلیک بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۱٪) و فنل و فلاونوئید (۵٪) معنی‌دار بود. تنش شوری بر تمام صفات فیتوشیمیایی (ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل و فلاونوئید) در سطح ۱٪ اثر معنی‌دار داشت، اما اسیدسالیسیلیک تنها بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۱٪) اثر معنی‌دار نشان داد و بر فنل و فلاونوئید بی‌تأثیر بود (جدول ۱).

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) رنگیزه‌های فتوسنتزی و صفات فیتوشیمیایی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنویید	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	فنل	فلاونویید
تنش شوری	۲	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۵**	۰/۰۷**	۰/۳۳**	۰/۰۰۶**	۰/۰۶**
اسیدسالسلیک	۲	۰/۵۳**	۰/۰۶**	۰/۰۲**	۰/۱۸**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}
شوری*اسیدسالسلیک	۴	۲/۳*	۰/۰۷**	۰/۰۴**	۱/۹۱**	۰/۰۰۲*	۰/۰۲*
خطا	۱۶	۰/۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۷/۰۸	۱۴/۳۷	۱۶/۰۶	۱۱/۵۳	۲۶	۱۹

** ، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

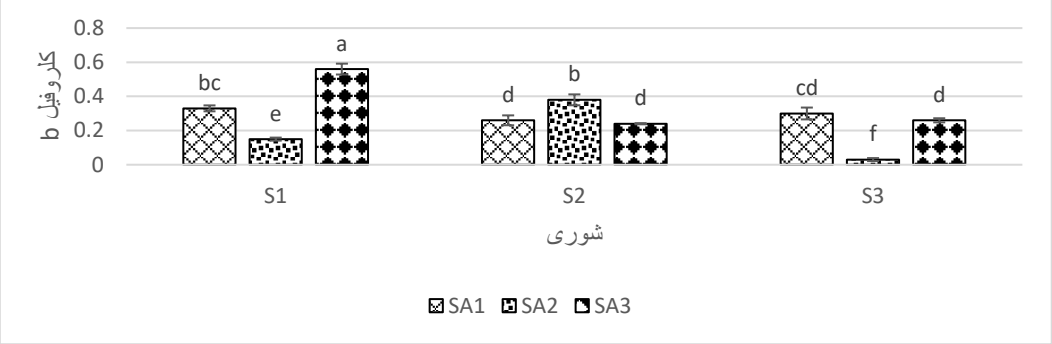
کلروفیل a و b

نتایج نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر، کلروفیل a را ۱۹۵٪ و کلروفیل b را ۶۵٪ نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۱ و ۲). مرتضوی و همکاران (۱۳۹۵) و فریدالدین و همکاران (۲۰۰۳) نیز افزایش کلروفیل در

کلم پیچ زینتی و خردل با کاربرد اسیدسالیسیلیک را گزارش کردند. این اثر احتمالاً به نقش اسیدسالیسیلیک در بهبود فتوسنتز و فرایندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی مرتبط است (Karlovic et al., 2004).



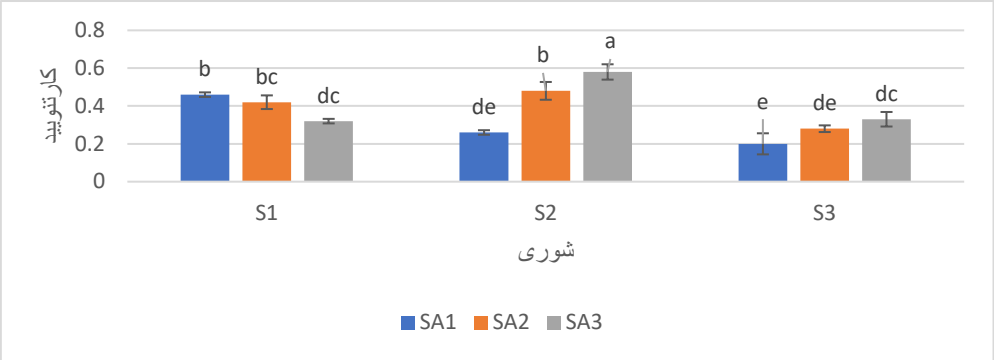
شکل ۱- اثر متقابل تنش شوری و اسیدسالسلیک برمیزان کلروفیل **a** کلم پیچ زینتی.



شکل ۲- اثر متقابل تنش شوری و اسیدسالسلیک بر میزان کلروفیل b کلم پیچ زینتی.

کاروتنویید

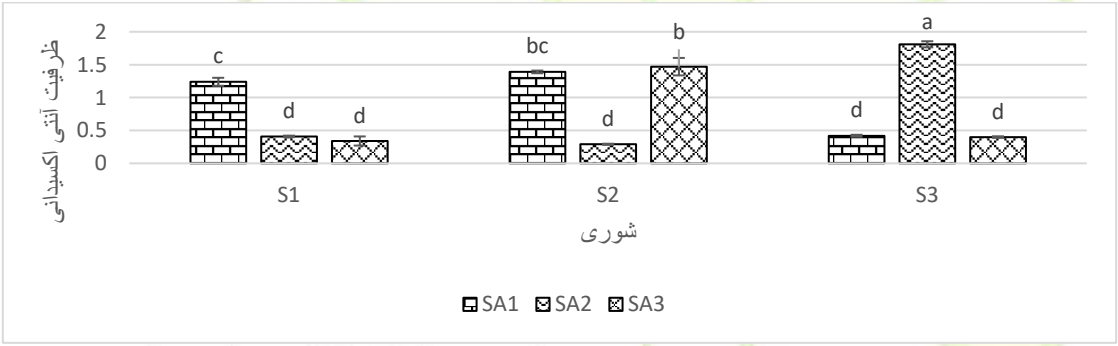
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید در کلم پیچ زینتی با تیمار اسیدسالیسیلیک (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد (شکل ۳). غفاری و تدین (۱۳۹۸) و دانشمند و همکاران (۱۳۹۳) نیز افزایش کاروتنوئید در سویا و گلرنگ تحت تنش شوری با کاربرد اسیدسالیسیلیک را گزارش کردند. این افزایش به نقش محافظتی کاروتنوئیدها در کاهش تنش اکسیداتیو از طریق خنثی‌سازی اکسیژن تک‌یاخته و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها نسبت داده می‌شود، که نشان‌دهنده اهمیت اسیدسالیسیلیک در تقویت دفاع گیاه در برابر شوری است (Koyro, 2006).



شکل ۳- اثر متقابل تنش شوری و اسیدسالسلیک بر کاروتنویید کلم پیچ زینتی.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در کلم پیچ زینتی با تیمار اسیدسالیسیلیک (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در شوری ۱۲/۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۴). اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۳) و یوسفیان و همکاران (۱۳۹۱) نیز افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در کلم بروکلی و ذرت علوفه‌ای با کاربرد اسیدسالیسیلیک را گزارش کردند. این اثر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز نسبت داده می‌شود که گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مانند پراکسید هیدروژن را خنثی کرده و از آسیب اکسیداتیو به سلول‌ها جلوگیری می‌کنند (بیرام‌زاده و حبیبی، ۱۳۹۲).

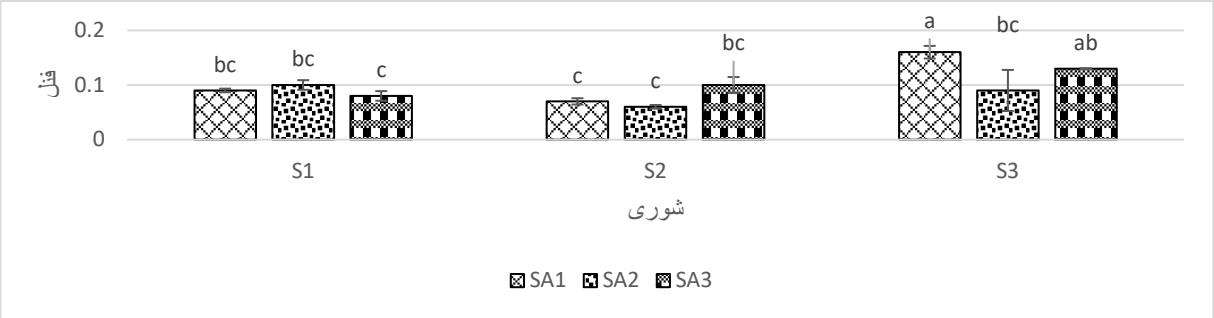


شکل ۴- اثر متقابل تنش شوری و اسیدسالسلیک بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کلم پیچ زینتی.

علوم باغبانی ایران

فنل

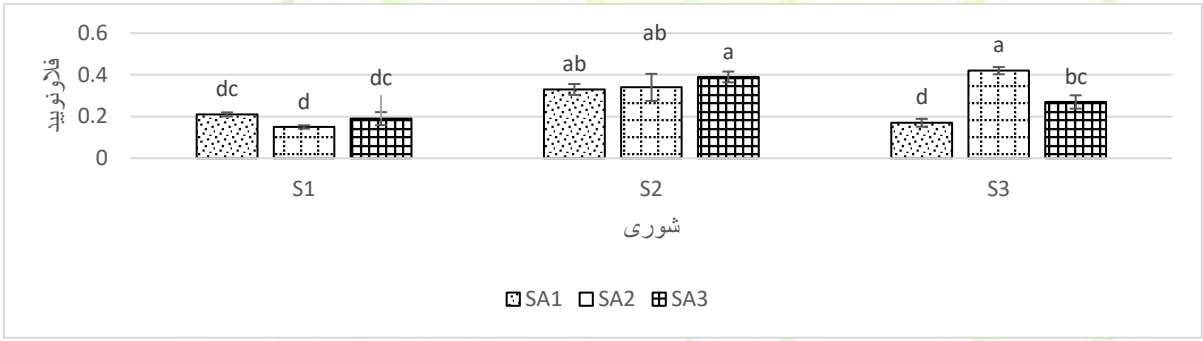
نتایج نشان داد که شوری ۱۲/۵ دسی زیمنس بر متر محتوای فنل را ۷۷٪ نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۵). اسیدسالیسیلیک، به‌عنوان یک ترکیب فنلی و تنظیم‌کننده رشد، با تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی و افزایش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با بیوسنتز فنل‌ها (مانند پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز)، محتوای فنل را در شرایط تنش شوری افزایش می‌دهد. اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که اسیدسالیسیلیک (۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار) تولید سولفورافان را در کلم بروکلی تحت شوری افزایش داد، که به فعال‌سازی مقاومت اکتسابی سیستمیک (SAR) و بهبود متابولیسم فنلی نسبت داده شد. همچنین، صفری و همکاران (۱۳۹۶) افزایش معنی‌دار محتوای فنل در وتیورگرس تحت تنش کم‌آبی با اسیدسالیسیلیک (۱ و ۲ میلی‌مولار) را گزارش کردند، به‌ویژه در شرایط تنش شدید.



شکل ۵-اثر متقابل تنش شوری و اسیدسالسلیک بر فنل کلم پیچ زینتی

فلاونویید

نتایج نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید در کلم پیچ زینتی با تیمار اسیدسالیسیلیک (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در شوری ۱۲/۵ دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد. مطالعات نشان می‌دهند که اسیدسالیسیلیک محتوای فلاونوئیدها را در گیاهان تحت تنش شوری افزایش می‌دهد (شکل ۶). محققان گزارش کردند که اسیدسالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) در گندم محتوای فلاونوئیدها را افزایش داده و آسیب اکسیداتیو را کاهش داد (Khalil et al., 2018). همچنین، در دیگر آزمایشات نشان داد که اسیدسالیسیلیک با فعال‌سازی مسیر فنیل‌پروپانوئید و افزایش بیان ژن‌های CHS و F3H، سنتز فلاونوئیدها را تقویت کرد. این افزایش، با تحریک آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (مانند سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز)، از سلول‌ها در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) محافظت می‌کند (Ghasemzadeh et al., 2016).



شکل ۶- اثر متقابل تنش شوری و اسیدسالسلیک بر فلاونویید کلم پیچ زینتی.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد اسیدسالیسیلیک به‌طور مؤثری مقاومت کلم پیچ زینتی به تنش شوری را بهبود می‌بخشد. تیمار اسیدسالیسیلیک با غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، به‌ویژه در شرایط شوری ۲/۵ و ۱۲/۵میلی‌موس بر سانتی‌متر، باعث افزایش معنی‌دار رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیلa ، b)، کاروتنوئید و ویژگی‌های فیتوشیمیایی (فنل، فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی) شد. این اثرات به دلیل نقش اسیدسالیسیلیک در تقویت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی، کاهش تنش اکسیداتیو، و بهبود متابولیسم گیاه است. نتایج این مطالعه تأیید می‌کند که اسیدسالیسیلیک می‌تواند به‌عنوان محرک زیستی مؤثری برای کاهش اثرات منفی شوری و افزایش کیفیت و عملکرد کلم پیچ زینتی در شرایط تنش‌زا استفاده شود. این یافته‌ها راهکارهای عملی برای پرورش گیاهان زینتی مقاوم در مناطق خشک و نیمه‌خشک ارائه می‌دهد و کاربرد کلم پیچ زینتی را در فضای سبز شهری تقویت می‌کند.

منابع

اسفندیاری ا.، بابالار م.، هاشمی ج. و مستوفی ی. ۱۳۹۳. تاثیر اسیدسالیسیلیک و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و آنتی‌اکسیدان‌های فراسودمند در جوانه‌های کلم بروکلی. نشریه علوم باغبانی، ۲۸(۳): ۳۹۸-۳۸۸.

بیرام‌زاد خ ز.، و حبیبی ق. (۱۳۹۳، فروردین‌ماه). کاربرد اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات ناشی از شوری آب در ختمی زینتی. مقاله ارایه شده در اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار همدان شهید مفتح.

دانشمند ف.، آروین م ج. و کرامت ب. ۱۳۹۳. تغییرات ایجاد شده توسط سالیسیلیک اسید در گیاه گلرنگ تحت تنش شوری. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۷(۲): ۲۰۴-۲۱۴.

صفری م.، ارغوانی م. و خیری ع. ۱۳۹۶. اثر سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های موفوفیزیولوژیکی وتیورگرس تحت شرایط تنش کم آبی. بەزراعی کشاورزی، ۱۹(۳): ۵۹۱-۶۰۳.

غفاری ح. و تدین م ر. ۱۳۹۸. اثر محلول‌پاشی پرولین و اسیدسالیسیلیک بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی سویا تحت شرایط با آبیاری با آب شور. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸(۲۹): ۱۲۵-۱۳۸

مرتضوی ن.، خدابندلو ف.و عظیمی م ح. ۱۳۹۵. تاثیر غلظت‌های مختلف سایکوسل و سالسلیک اسید بر صفات مورفوفزیولوژیکی کلم پیچ زینتی. علوم باغبانی، ۳(۴):۵۹۶-۵۹۰.

یوسفیان م ر.، خورسندی ف.، شمس ر. و قاسمی پورافشار م. (۱۳۹۱، مهرماه). بررسی فعالیت اسیدسالیسیلیک بر برخی از فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاه ذرت علوفه‌ای تحت تنش شوری. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

Arora, N.K. 2019. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. Environmental Sustainability, 2: 95–96.

Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in Brassica juncea. Photosynthetica, 41: 281–284.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Challenges in Agriculture. FAO.

Ghasemzadeh, A., Ashkani, S., Baghdadi, A., Pazoki, A., Jaafar, H.Z. and Rahmat, A. 2016. Improvement in flavonoids and phenolic acids production and pharmaceutical quality of sweet basil (Ocimum basilicum L.) by ultraviolet-B irradiation. Molecules, 21(9): 1203.

Karlovic, K., Vrsek, I., Sindrak, Z. and Zidovec, V. 2004. Influence of growth regulators on the height and number of inflorescence shoots in the chrysanthemum cultivar Revert. Agriculturae Conspectus Scientificus, 69: 63–66.

Khalil, N., Fekry, M., Bishr, M., El-Zalabani, S. and Salama, O. 2018. Foliar spraying of salicylic acid induced accumulation of phenolics, increased radical scavenging activity and modified the composition of the essential oil of water-stressed Thymus vulgaris L. Plant Physiology and Biochemistry, 123: 65–74.

Koyro, H.W. 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of potential cash crop halophyte (*Plantago coronopus* L.). Environmental and Experimental Botany, 56: 136–149.

Brahma, R., Ahmed, P. and Choudhury, M. 2020. Silicon nutrition for alleviation of abiotic stress in plants: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(4): 1374–1381.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 43: 439–463.

Shanks, J.B. 1972. Chemical control of growth and flowering in hibiscus. HortScience, 7: 574.

Shannon, M.C. and Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae, 78(2): 5–38.

Sharma, M.K. 2023. Plant stress: Salt stress and mechanisms of stress tolerance. Current Agriculture Research Journal, 11(2): 380–400.

Shwethakumari, U., Pallavi, T. and Prakash, N.B. 2021. Influence of foliar silicic acid application on soybean (Glycine max L.) varieties grown across two distinct rainfall years. Plants, 10(6): 116.

Taghizadeh, M. and Solgi, M. 2014. Introduction of commercial protocol for in vitro propagation of ornamental cabbage (Brassica oleracea L.). Horticultural Sciences, 45(4): 475–484.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Salicylic Acid on Photosynthetic Pigments and Phytochemical Characteristics of Ornamental Cabbage under Salinity Stress

Soroush Tafakhari[1], Somayeh Tayefeh[1*], Hossein Moradi[1], Parvin Asadi[1] and Fateme Sohrabi[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
Corresponding Author: somaye.tayefeh1388@gmail.com

Abstract

Ornamental cabbage (*Brassica oleracea* var. *Acephala*), valued for its diverse leaf colors, attractive form, and resilience to adverse environmental conditions, is widely used in urban green space and garden design. Soil salinity, a major abiotic stress, limits plant growth and performance by inducing osmotic stress, ionic toxicity, and nutritional imbalances. This study aimed to investigate the effects of salicylic acid (SA) on photosynthetic pigments and phytochemical traits of ornamental cabbage under salinity stress. The experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with three replicates in a greenhouse at Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. Treatments included salicylic acid (0, 100, and 200 mg/L) and salinity stress (0, 2.5, and 12.5 mM/cm). Results showed that the interaction of salinity and salicylic acid significantly affected chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, and antioxidant capacity at a 1% probability level, and phenolic and flavonoid contents at a 5% level. Salicylic acid at 200 mg/L under 2.5 dS/m salinity increased chlorophyll a by 195% and chlorophyll b by 65% compared to the control. The highest carotenoid and flavonoid contents were observed at 12.5 mM/cm salinity with 100 mg/L salicylic acid. Antioxidant capacity and phenolic content also significantly increased under these treatments. These findings highlight the role of salicylic acid in enhancing plant defense systems, improving pigment metabolism, and increasing salinity tolerance. The application of salicylic acid can be an effective strategy to improve the performance of ornamental cabbage under stress conditions, promoting its use in urban landscaping in arid and semi-arid regions.

Keyword: Ornamental cabbage, Salinity stress, Salicylic acid, Phenol .

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر فرآیند رسیدن بر میزان گلوکز، فروکتوز و ساکارز دو توده ملون

الناز سلیمانی‌فرد[1*]، کامبیز مشایخی[1]، سیدجواد موسوی‌زاده[1] و مهدی زارعی[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
*نویسنده مسئول: *elnazsoleimany@gmail.com*

چکیده

ملون‌ها طیف گسترده‌ای از ترکیبات زیست‌فعال (به‌ویژه قند) را فراهم می‌کنند که کیفیت تغذیه‌ای رژیم‌های غذایی را بهبود می‌بخشند. این مطالعه با هدف بررسی روند تجمع و محتوای گلوکز، فروکتوز و ساکارز در طول مراحل مختلف رشد و نمو میوه ملون دو توده ایرانی انجام شد. میزان گلوکز، فروکتوز و ساکارز با استفاده از تکنیک کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) تعیین شد. یافته‌های این آزمایش نشان داد که، غلظت گلوکز، فروکتوز و ساکارز در مراحل مختلف رسیدن میوه در هر دو توده به‌طور معنی‌داری متفاوت است. با پیشرفت رسیدن میوه، سطوح گلوکز و فروکتوز روند افزایشی از خود نشان دادند، به‌طوری‌که طی ۳۰ روز پس از تشکیل میوه به حداکثر میزان خود رسیدند، اما پس از آن تا پایان دوره برداشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. در مقابل، محتوای ساکارز با پیشرفت رشد میوه به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت. علاوه‌بر رسیدگی، میزان گلوکز، فروکتوز و ساکارز به‌طورمعنی‌داری تحت تأثیر توده قرار گرفت. مطابق با نتایج، بیشترین گلوکز و فروکتوز در 'چاقرچه' ثبت گردید، در حالی‌که 'زامچه' بیشترین ساکارز را به‌خود اختصاص داد. در مرحله رسیدگی کامل، قند غالب شناسایی شده در هر دو توده، ساکارز و پس از آن فروکتوز و گلوکز بود. با توجه به داده‌ها، درجه رسیدگی و توده، پارامترهای اصلی و مهم کنترل‌کننده ترکیب قند در میوه‌های ملون می‌باشند. هم‌چنین این پژوهش بینش علمی در مورد زمان برداشت برای به حداکثر رساندن ارزش غذایی و بازارپسندی دو توده ملون ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز، بلوغ، تجمع قند، چاقرچه، زامچه.

مقدمه

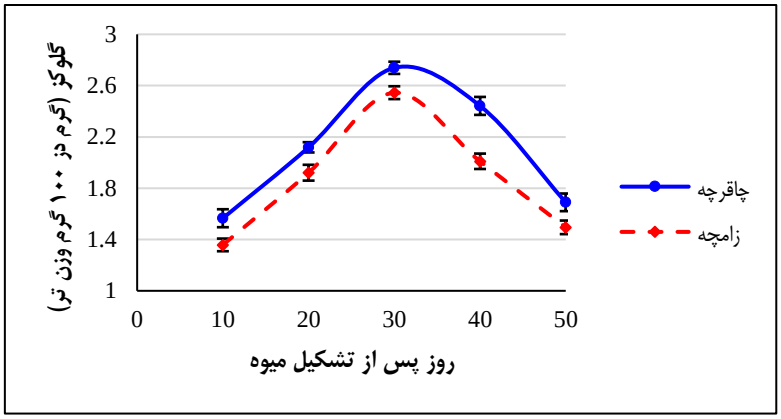
ملون (*Cucumis melo* L.) یکی از میوه‌های مهم تجاری خانواده کدوئیان است، که به‌طور گسترده در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری مانند ایران کشت می‌شود. ملون‌ها به‌دلیل طعم منحصر به‌فرد و میوه شیرین خود که با محتوای قند بالا مشخص می‌شود، بسیار مورد توجه هستند (Burger and Schaffer, 2007). از این‌رو، غلظت قند یکی از مهم‌ترین پارامترها در رابطه با تعیین کیفیت و بازارپسندی میوه‌های ملون می‌باشد (Villanueva et al., 2004). ترکیبات قندی در میوه‌های ملون عمدتاً شامل ساکارز (دی‌ساکارید)، گلوکز و فروکتوز (مونوساکارید) است که بین انواع مختلف ملون بسیار متفاوت است (Li et al., 2006). از سوی دیگر، میزان قند در میوه‌های ملون با متابولیسم کربوهیدرات‌های حاصل از فعالیت فتوسنتزی که طی دوره رشد و نمو از برگ به میوه منتقل می‌شوند، ارزیابی می‌شود (Dai et al., 2011). بنابراین، تعداد روزهایی که میوه به گیاه متصل بوده است در ارزیابی میزان تأمین مواد فتوسنتزی برای میوه ملون نقش دارد. هم‌چنین، نوع قند مستقیماً بر اجزای طعم میوه ملون، مانند شیرینی، تأثیر می‌گذارد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که، ترکیبات قندی میوه ملون توسط یک فرآیند متابولیکی طی مراحل رسیدن میوه کنترل می‌شود (Burger and Schaffer, 2007). براین اساس، الگوی تجمع قند در طی دوره رشد و نمو میوه ملون به‌دلیل اهمیت آن در کیفیت میوه، بسیار مورد توجه زیادی است. با توجه به این‌که انواع مختلف ملون در مناطق مختلف ایران کشت می‌شود، اما تاکنون گزارشات کمی در مورد ترکیبات قندی این گونه‌ها طی دوره رسیدن میوه وجود دارد. از طرفی، چنین داده‌هایی به انتخاب رقم برای تولید تجاری جهت برآوردن تقاضای بازار کمک خواهد کرد. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی و مقایسه ترکیبات قندی میوه دو توده ملون ایرانی ('زامچه' و 'چاقرچه') طی دوره رشد و نمو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

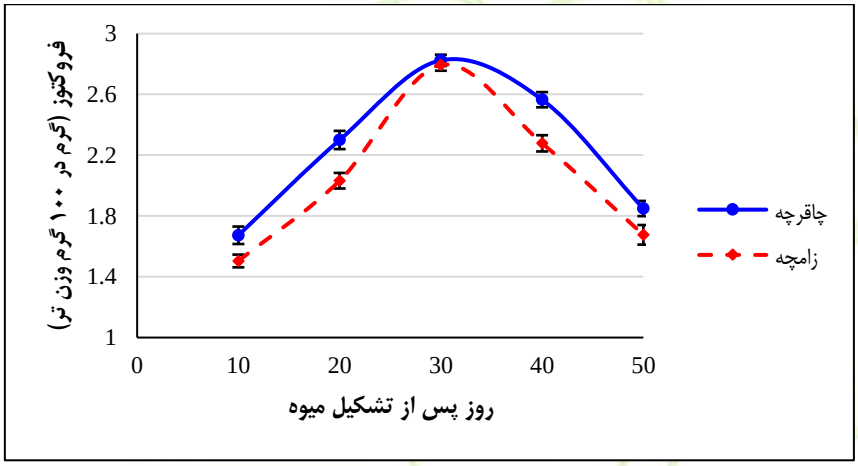
این تحقیق روی توده‌های 'زامچه' و 'چاقرچه' در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبدکاووس اجرا گردید. بدین‌منظور، بذور توده‌های مورد نظر در اواسط فروردین‌ماه در سینی‌های پلاستیکی در گلخانه کشت و پس از تولید ۲ الی ۴ برگ حقیقی، گیاهچه‌ها به مزرعه منتقل شدند. گیاهچه‌های هر توده در چهار ردیف ۵۰ متری، با فاصله نیم متر روی ردیف و ۲ متر بین ردیف‌ها کشت شدند. گیاهان تحت آبیاری قطره‌ای و روش‌های استاندارد کشت (مانند هرس، تنک کردن، کوددهی و غیره) جهت تولید میوه تجاری پرورش داده شدند. به‌منظور دستیابی به نمونه‌های همگن، تقریباً ۵۰۰ گل در مرحله گلدهی کامل برای هر توده علامت‌گذاری و گرده‌افشانی شدند. میوه‌های در حال رشد در پنج مرحله مختلف رشد و نمو شامل: ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ روز پس از تشکیل میوه (با فواصل ۱۰ روز یک‌بار) برداشت شدند. در هر زمان نمونه‌برداری، میوه‌ها براساس اندازه، شکل، رنگ پوست و عدم وجود لکه به‌صورت دستی جمع‌آوری و بلافاصله پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس میوه‌ها با آب جاری شسته و کاملاً تمیز شدند. پوست با استفاده از یک چاقوی استیل ضدعفونی شده به‌طور یکنواخت از میوه جدا شد. سپس گوشت میوه‌ها به قطعات مناسب خرد شده و برای آنالیز استفاده شدند. تمام معرف‌ها، حلال‌ها و استانداردهای مورد استفاده برای آنالیز از درجه معرف تحلیلی (مرک، دارمشتات، آلمان) بودند. اندازه‌گیری میزان گلوکز، فروکتوز و ساکارز در گوشت میوه‌ها با استفاده از تکنیک کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) به روش ویلانوئوا و همکاران (Villanueva et al., 2004) با کمی تغییر انجام شد. از گلوکز، فروکتوز و ساکارز به‌عنوان استاندارد برای بدست آوردن منحنی‌های کالیبراسیون HPLC جهت تعیین مقدار هر قند استفاده شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. عامل‌های مورد بررسی شامل زمان برداشت (۵ زمان) و توده (۲ توده) بودند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ آنالیز و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

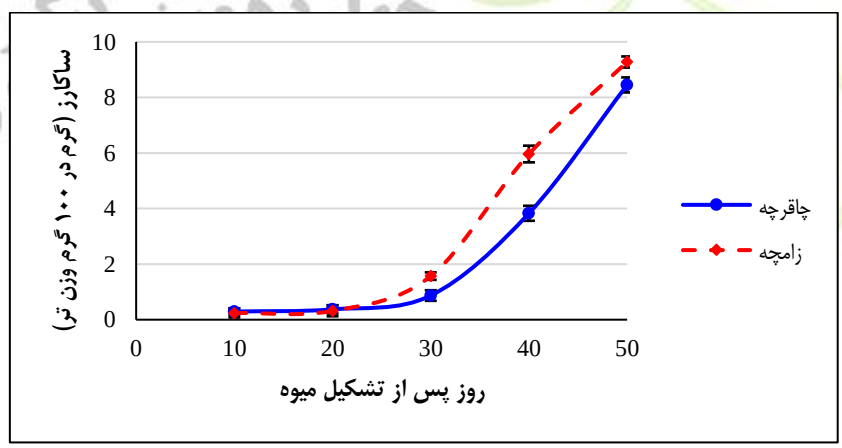
داده‌های مربوط به تغییرات میزان گلوکز و فروکتوز دو توده ملون طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. طی دوره رشد و نمو میوه، تفاوت معنی‌داری در میزان گلوکز و فروکتوز هر دو توده مشاهده شد. در هر دو توده ملون، میزان گلوکز و فروکتوز از ۱۰ تا ۳۰ روز پس از تشکیل میوه به سرعت افزایش یافتند، اما پس از آن تا پایان دوره برداشت روند نزولی از خود نشان دادند. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط سایر محققان برای انواع مختلف ملون مطابقت دارد (Villanueva et al., 2004, Long et al., 2004; Zhang and Li, 2004; Beaulieu and Lea, 2007; Barzegar et al., 2015). هم‌چنین، دو توده ملون مورد بررسی از نظر میزان گلوکز و فروکتوز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در آخرین تاریخ برداشت (۵۰ روز پس از تشکیل میوه)، میزان گلوکز و فروکتوز برای 'چاقرچه' به‌ترتیب ۱/۶۹ و ۱/۸۴ (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) ثبت شد، در حالی‌که این مقادیر برای 'زامچه' به‌ترتیب ۱/۴۹ و ۱/۶۷ (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) بدست آمد. تحقیقات اخیر نیز اختلاف معنی‌داری بین انواع مختلف ملون از نظر میزان گلوکز و فروکتورگزارش نمودند (Villanueva et al., 2004; Barzegar et al., 2015)، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. با توجه به شکل ۳، میزان ساکارز با پیشرفت رشد و نمو میوه در هر دو توده ملون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این افزایش از ۳۰ روز پس از تشکیل میوه شروع و با سرعت ثابتی تا پایان دوره برداشت ادامه داشت، در حالی‌که در ۳ تاریخ نمونه‌برداری اولیه، سطوح بسیار پایینی از میزان ساکارز تعیین شد. این تغییرات در محتوای ساکارز طی دوره رسیدن میوه با داده‌های قبلاً گزارش شده مطابقت دارد (Villanueva et al., 2004; Long et al., 2004; Beaulieu and Lea, 2007; Burger and Schaffer, 2007; Dai et al., 2011; Barzegar et al., 2015). هم‌چنین، تفاوت معنی‌داری بین دو توده ملون از نظر میزان ساکارز در طول دوره رسیدن میوه وجود داشت. طی دوره رشد و نمو میوه، غلظت ساکارز برای 'زامچه' از ۰/۲۳ تا ۹/۲۷ (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) و برای 'چاقرچه' از ۰/۲۹ تا ۸/۴۵ (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)ثبت گردید. مطالعات قبلی گزارش نمودند که بین انواع مختلف ملون از نظر میزان ساکارز اختلاف معنی‌داری وجود دارد (Villanueva et al., 2004; Burger and Schaffer, 2007; Barzegar et al., 2015)، که با نتایج حاضر مطابقت دارد.



شکل ۱- تأثیر فرآیند رسیدن بر میزان گلوگز در میوه دو توده ملون. (علامت بار (I) نشان دهنده میزان اشتباه استاندار میانگین (SEM) می‌باشد).



شکل ۲- تأثیر فرآیند رسیدن بر میزان فروکتوز در میوه دو توده ملون. (علامت بار (I) نشان دهنده میزان اشتباه استاندار میانگین (SEM) می‌باشد).



شکل ۳- تأثیر فرآیند رسیدن بر میزان ساکارز در میوه دو توده ملون. (علامت بار (I) نشان دهنده میزان اشتباه استاندار میانگین (SEM) می‌باشد).

تغییرات کیفی و کمی ترکیبات قندی در طول رشد و نمو میوه به یک مجموعه فعالیت آنزیمی، به‌ویژه اسید اینورتاز و ساکارز فسفات سنتاز نسبت داده می‌شود (Lester et al. 2001; Villanueva et al., 2004; Burger and Schaffer, 2007; Dai et al., 2011). آنزیم اسید اینورتاز، تبدیل ساکارز به هگزوزها یعنی گلوکز و فروکتوز را کاتالیز می‌کند. در مقابل، ساکارز فسفات سنتاز آنزیمی است که واکنش

سنتز ساکارز را کاتالیز می‌کند (McCollum et al., 1988). فعالیت این آنزیم‌های مسئول سنتز و تجزیه ساکارز در مراحل مختلف رسیدن میوه متفاوت است. در مراحل اولیه رشد و نمو میوه، فعالیت اسید اینورتاز نسبتاً زیاد بوده، در حالی‌که فعالیت ساکارز نسبتاً کم می‌باشد. در حالی‌که با پیشرفت رسیدن میوه، فعالیت اسید اینورتاز کاهش و فعالیت ساکارز فسفات سنتاز افزایش می‌یابد (Lester et al. 2001; Villanueva et al., 2004; Burger and Schaffer, 2007; Dai et al., 2011; Barzegar et al., 2015). نتایج نشان داد که، ترکیبات قندی هر دو توده ملون به مرحله بلوغ میوه بستگی دارد. در هر دو توده، روند تجمع گلوکز، فروکتوز و ساکارز طی دوره رشد و نمو میوه نسبتاً مشابه بود. غلظت گلوکز و فروکتوز طی ۳ تاریخ اولیه نمونه‌برداری روند افزایشی داشتند، در حالی‌که پس از آن با نزدیک شدن به رسیدن میوه کاهش یافتند. افزایش سطح گلوکز و فروکتوز در مراحل اولیه رشد میوه ممکن است به‌دلیل فعالیت بالای اسید اینورتاز باشد که منجر به هیدرولیز ساکارز به هگزوزها می‌شود (Villanueva et al., 2004). در مقابل، محتوای ساکارز با پیشرفت رسیدن میوه افزایش یافت. این افزایش احتمالاً مربوط به افزایش فعالیت ساکارز فسفات سنتاز همراه با کاهش فعالیت اسید اینورتاز بود (Burger and Schaffer, 2007). در مطالعه حاضر، سطوح گلوکز، فروکتوز و ساکارز به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر توده قرار گرفتند. بیشترین گلوکز و فروکتوز در 'چاقرچه' ثبت گردید، در حالی‌که 'زامچه' بیشترین ساکارز را به‌خود اختصاص داد. مشخص شده است که، گونه‌های ملون شیرین علاوه‌بر محتوای بالای ساکارز دارای میزان گلوکز و فروکتوز بالا نیز می‌باشد (Burger and Schaffer, 2007). در مرحله رسیدگی کامل، قند غالب شناسایی شده در هر دو توده، ساکارز و پس از آن فروکتوز و گلوکز بود. براین اساس، هر دو توده ملون را می‌توان به‌عنوان ملون‌های شیرین با الگوی تجمع بالای ساکارز طبقه‌بندی کرد.

منابع

Barzegar, T., Delshad, M., Kashi, A.K., Mauve, C. and Ghashghaie, J. 2015. Sugar accumulation pattern and contents in developing fruits of two Iranian melon cultivars. Iranian Journal of Plant Physiology, 5(3): 1353–1359.

Beaulieu, J.C. and Lea, J.M. 2007. Quality changes in cantaloupe during growth, maturation, and in stored fresh-cut cubes prepared from fruit harvested at various maturities. Journal of the American Society for Horticultural Science, 132(5): 720–728.

Burger, Y. and Schaffer, A.A. 2007. The contribution of sucrose metabolism enzymes to sucrose accumulation in Cucumis. Journal of the American Society for Horticultural Science, 132: 704–712.

Dai, N., Cohen, S., Portnoy, V. et al. 2011. Metabolism of soluble sugars in developing melon fruit: a global transcriptional view of the metabolic transition to sucrose accumulation. Plant Molecular Biology, 76: 1–18.

Lester, G.E., Arias, L.S. and Gomez-Lim, M. 2001. Muskmelon fruit soluble acid invertase and sucrose phosphate synthase activity and polypeptide profiles during growth and maturation. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126: 33–36.

Li, Z., Yao, L., Yang, Y. and Li, A. 2006. Transgenic approach to improve quality traits of melon fruit. Scientia Horticulturae, 108: 268–277.

Long, R.L., Walsh, K.B., Rogers, G. and Midmore, D.J. 2004. Source-sink manipulation to increase melon (Cucumis melo L.) fruit biomass and soluble sugar content. Australian Journal of Agricultural Research, 55: 1241–1251.

McCollum, T.G., Huber, D.J. and Cantliffe, D.J. 1988. Soluble sugar accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development. Journal of the American Society for Horticultural Science, 113: 399–403.

Villanueva, M.J., Tenorio, M.D., Esteban, M.A. and Mendoza, M.C. 2004. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. Food Chemistry, 87: 179–185.

Influence of Ripening Process on Glucose, Fructose and Sucrose Contents of Two Melon

Elnaz SoleimanyFard[1*], Kambiz Mashayekhi[1], Seyed Javad Mousavizadeh[1] and Mehdi Zarei[2]
1. Department of Horticulture Science, Faculty of Plant Production, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran
2. Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
Corresponding Author: elnazsoleimany@gmail.com

Abstract

Melons provide a wide range of bioactive compounds (particularly sugar) that improve the nutritional quality of diets. This study aimed to monitor the evolution of sugar accumulation pattern and concentrations (glucose, fructose and sucrose) during melon fruit development stages in two Iranian accessions. The levels of glucose, fructose and sucrose were determined by using a high-performance liquid chromatography (HPLC) technique. The findings of this experiment confirmed that concentrations of glucose, fructose and sucrose differs across different fruit ripening stages in both accessions. As the ripening proceeded, concentrations of glucose and fructose incremented substantially, reaching peaks at 30 days after set fruit, but afterward reduced dramatically. In contrast, sucrose content increased significantly with the advance in fruit development. In addition to ripeness, the levels of glucose, fructose and sucrose were significantly affected by accession. According to results, 'Zamcheh' exhibited higher sucrose level, while lower glucose and fructose contents than 'Chaghercheh'. At full maturation stage, the predominant sugar identified in both accessions was sucrose followed by fructose and glucose. Overall, the degree of maturity and the accession are the major factors controlling the sugar composition of melon fruits. Also, this research provides practical insights into harvest timing for maximizing the marketability and nutritional value of melon fruit.

Keywords: Sugar accumulation, HPLC analysis, Maturation, Zamcheh, Chaghercheh.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

روند تجمع و محتوای رنگ‌دانه‌های دو توده ملون در مراحل مختلف رشد

الناز سلیمانی‌فرد[1*]، کامبیز مشایخی[1]، سیدجواد موسوی‌زاده[1] و مهدی زارعی[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
*نویسنده مسئول: *elnazsoleimany@gmail.com*

چکیده

رنگ گوشت میوه یکی از مهم‌ترین عوامل جذابیت و کیفیت میوه‌های ملون است که می‌تواند میزان بازارپسندی و مقبولیت آن توسط مصرف‌کنندگان را تعیین کند، و هم‌چنین به‌عنوان شاخص زمان برداشت میوه‌های ملون نیز عمل می‌کند. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر فرآیند رسیدن بر محتوای کلروفیل، کاروتنوئید و فلاونوئید کل در گوشت میوه دو توده ملون می‌باشد. نتایج نشان داد که، میزان کلروفیل، کاروتنوئید و فلاونوئید کل طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه در هر دو توده به‌طور معنی‌داری تغییر می‌کند. طی دوره رسیدن میوه، محتوای کلروفیل کل به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت، در حالی‌که غلظت کاروتنوئید و فلاونوئید کل با رشد و نمو میوه به‌طور قابل توجهی افزایش یافتند. هم‌چنین، بین دو توده ملون مورد بررسی از نظر میزان کلروفیل، کاروتنوئید و فلاونوئید کل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین غلظت کاروتنوئید و فلاونوئید کل در زامچه ثبت شد، در حالی‌که چاقرچه بیشترین میزان کلروفیل کل را به‌خود اختصاص داد. در مرحله رسیدگی کامل رنگدانه‌های غالب شناسایی شده در هر دو توده ملون، به‌ترتیب فلاونوئید، کاروتنوئید و کلروفیل بود. مطابق با نتایج بدست آمده، تاریخ برداشت و نوع توده از عوامل مهم تعیین‌کننده میزان رنگدانه‌ها در میوه‌های ملون می‌باشند. در مجموع، اطلاعات این مطالعه مبنایی علمی برای رنگ گوشت میوه ملون ارائه می‌دهد که می‌تواند برای مطالعات بیشتر در تعیین کیفیت میوه، توسعه صنعت فرآوری میوه و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و مطلوب ملون برای کشت تجاری مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: دوره رسیدن، فلاونوئید، کاروتنوئید، کلروفیل وملون.

مقدمه

ملون (*Cucumis melo* L.) یک میوه مهم اقتصادی در ایران است، که به‌صورت تازه‌خوری یا فرآوری شده مانند آب‌میوه مصرف می‌شود. زمانی‌که میوه می‌رسد، رنگ گوشت آن می‌تواند بسته به رقم میوه ملون، سفید، سبز، زرد و نارنجی باشد (Hermanns et al., 2020). رنگ گوشت میوه‌های ملون عمدتاً توسط عملکرد جامع رنگدانه‌های مختلف مانند کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها تعیین می‌شود که باعث می‌شود گوشت میوه رنگ‌های مختلفی داشته باشد (Burger et al., 2009). از سوی دیگر، یکی از تغییراتی که میوه ملون در طول دوره رشد و نمو متحمل می‌شود، رنگ گوشت است که مربوط به تغییرات در فراوانی رنگدانه‌ها است (Li et al., 2025). مسیرهای تجمع رنگدانه‌ها شامل بیوسنتز، تخریب و ذخیره پایدار طی دوره رشد و نمو میوه دقیقاً توسط هورمون‌های گیاهی، عوامل ژنتیکی و محیطی کنترل می‌شوند که همگی بر میزان و ترکیب رنگدانه‌ها تأثیر می‌گذارند (Hermanns et al., 2020). رنگدانه‌ها نه تنها به‌دلیل نقش حیاتی که در گیاهان دارند، بلکه به‌دلیل ضروری بودن برای تغذیه و سلامت انسان، بسیار مورد توجه هستند (Li et al., 2025).

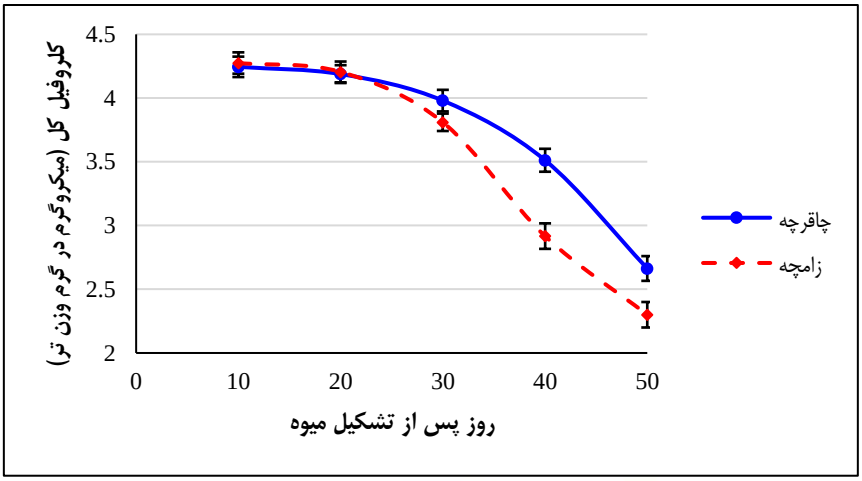
از این‌رو، الگوهای تجمع و محتوای رنگدانه‌ها در طول دوره رسیدن میوه ملون به‌دلیل اهمیت آن‌ها در جذابیت بصری و ارزش غذایی میوه، بسیار مورد توجه است. از طرفی تاکنون، هیچ گزارشی در مورد تغییرات محتوای رنگدانه‌ها طی دوره رشد و نمو میوه‌های ملون در ایران وجود ندارد. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی روند تجمع و محتوای کلروفیل، کاروتنوئید و فلاونوئید کل گوشت میوه دو توده ملون در پنج مرحله مختلف رشد و نمو میوه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

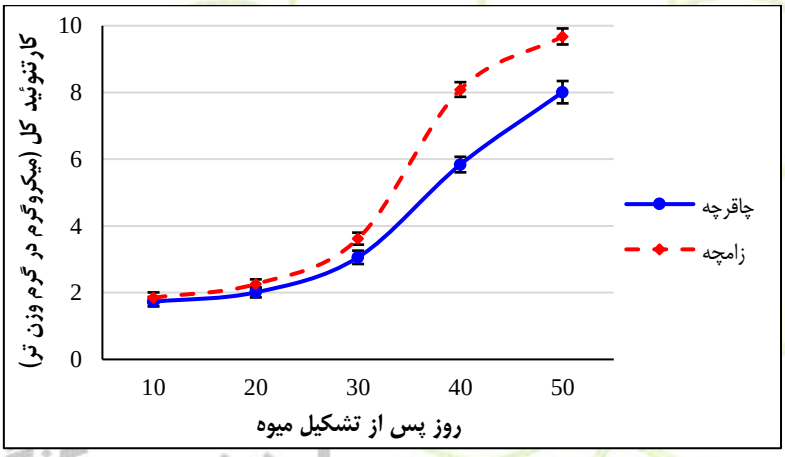
این تحقیق روی توده‌های 'زامچه' و 'چاقرچه' در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبدکاووس اجرا گردید. بدین‌منظور، بذور توده‌های مورد نظر در اواسط فروردین‌ماه در سینی‌های پلاستیکی در گلخانه کشت و پس از تولید ۲ الی ۴ برگ حقیقی، گیاهچه‌ها به مزرعه منتقل شدند. گیاهچه‌های هر توده در چهار ردیف ۵۰ متری، با فاصله نیم متر روی ردیف و ۲ متر بین ردیف‌ها کشت شدند. گیاهان تحت آبیاری قطره‌ای و روش‌های استاندارد کشت (مانند هرس، تنک کردن، کوددهی و غیره) جهت تولید میوه تجاری پرورش داده شدند. به‌منظور دستیابی به نمونه‌های همگن، تقریباً ۵۰۰ گل در مرحله گلدهی کامل برای هر توده علامت‌گذاری و گرده‌افشانی شدند. میوه‌های در حال رشد در پنج مرحله مختلف رشد و نمو شامل: ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ روز پس از تشکیل میوه (با فواصل ۱۰ روز یک‌بار) برداشت شدند. در هر زمان نمونه‌برداری، میوه‌ها براساس اندازه، شکل، رنگ پوست و عدم وجود لکه به‌صورت دستی جمع‌آوری و بلافاصله پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس میوه‌ها با آب جاری شسته و کاملاً تمیز شدند. پوست با استفاده از یک چاقوی استیل ضدعفونی شده به‌طور یکنواخت از میوه جدا شد. سپس گوشت میوه‌ها به قطعات مناسب خرد شده و برای آنالیز استفاده شدند. تمام معرف‌ها، حلال‌ها و استانداردهای مورد استفاده برای آنالیز از درجه معرف تحلیلی (مرک، دارمشتات، آلمان) بودند. کلروفیل و کاروتنوئید کل به روش تادامور و همکاران (Tadamor et al., 2010) با استفاده از اسپکتروفتومتر (Cecil Instr. Ltd., Cambridge, UK) اندازه‌گیری و نتایج به‌صورت میکروگرم در گرم وزن تر بیان شدند. فلاونوئید کل به روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیم تعیین و نتایج به‌صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گزارش شد (Chang et al., 2002). این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. عامل‌های مورد بررسی شامل زمان برداشت (۵ زمان) و توده (۲ توده) بودند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ آنالیز و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

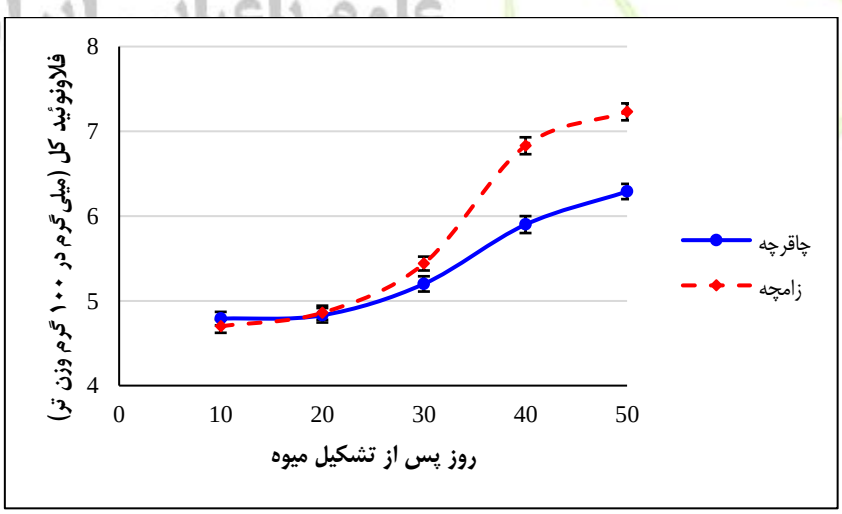
نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که، میزان کلروفیل کل با پیشرفت رشد و نمو میوه در هر دو توده ملون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت است. طی دوره رسیدن، میزان کلروفیل کل در 'چاقرچه' از ۴/۲۴ به ۲/۶۶ (میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) و در 'زامچه' از ۴/۲۷ به ۲/۳۰ (میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) کاهش یافت (شکل ۱). نتایج مشابه این پژوهش توسط چایوت و همکاران (Chayut et al., 2015) گزارش شده است. مطابق با شکل ۲، میزان کاروتنوئید کل طی دوره رشد و نمو میوه در هر دو توده ملون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که مقادیر آن برای 'چاقرچه' از ۱/۷۳ تا ۸/۰۱ (میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) و برای 'زامچه' از ۱/۸۵ تا ۹/۶۸ (میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) متغیر بود. این تغییرات در میزان کاروتنوئید کل طی دوره رسیدن میوه با داده‌های گزارش شده قبلی مطابقت دارد (Li et al., 2025). هم‌چنین، طی دوره رسیدن میوه افزایش معنی‌داری در غلظت فلاونوئید کل در هر دو توده ملون مشاهده شد، که این مقادیر برای 'چاقرچه' از ۴/۷۹ تا ۶/۲۹ (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) و برای 'زامچه' از ۴/۷۰ تا ۷/۲۳ (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) ثبت گردید (شکل ۳). روند مشابهی توسط ذوالفقار و همکاران (Zulfikar et al., 2020) نیز گزارش شده است. با توجه به داده‌های بدست آمده، تفاوت معنی‌داری بین دو توده ملون مورد بررسی از نظر میزان کلروفیل، کاروتنوئید و فلاونوئید کل گوشت میوه نیز مشاهده شد. بیشترین غلظت کاروتنوئید و فلاونوئید کل در 'زامچه' ثبت شد، در حالی‌که 'چاقرچه' بیشترین میزان کلروفیل کل را به‌خود اختصاص داد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). تحقیقات اخیر نیز اختلاف معنی‌داری بین انواع مختلف ملون از نظر کلروفیل کل (Chayut et al., 2015)، کاروتنوئید کل (Li et al., 2025) و فلاونوئید کل (Zulfikar et al., 2020) گزارش نمودند که، با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.



شکل ۱- روند تجمع و میزان کلروفیل کل طی دوره رسیدن میوه در دو توده ملون. (علامت بار (I) نشان دهنده میزان اشتباه استاندار میانگین (SEM) می‌باشد).



شکل ۲- روند تجمع و میزان کارتنوئید کل طی دوره رسیدن میوه در دو توده ملون. (علامت بار (I) نشان دهنده میزان اشتباه استاندار میانگین (SEM) می‌باشد).



شکل ۳- روند تجمع و میزان فلاونوئید کل طی دوره رسیدن میوه در دو توده ملون. (علامت بار (I) نشان دهنده میزان اشتباه استاندار میانگین (SEM) می‌باشد).

نتایج این آزمایش تأیید کرد که رنگ گوشت میوه می‌تواند بسته به مرحله رشد تغییر کند. گرومت و همکاران (Grumet et al., 2007) اظهار داشتند که، تغییر رنگ در طول دوره رسیدن میوه ملون نتیجه تخریب کلروفیل و تجمع سایر رنگدانه‌ها است. در هر دو توده، تغییر رنگ گوشت میوه برای اولین بار در ۳۰ روز پس از تشکیل میوه به‌صورت بصری مشاهده شد که همزمان با تغییرات آشکار در غلظت کلروفیل، کاروتنوئید و فلاونوئید کل در گوشت میوه بود. این نتایج با مطالعات قبلی مطابقت دارد (Chayut et al. 2015; Li et al., 2025). طی دوره رشد و نمو میوه، کلروفیل‌ها تخریب می‌شوند، در حالی‌که کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها در گوشت میوه تجمع می‌یابند و این پدیده به‌ویژه در مراحل پایانی رسیدن میوه مشهود است. تجزیه کلروفیل‌ها و تجمع کاروتنوئیدها در طول رشد و نمو میوه ممکن است به‌دلیل تبدیل کلروپلاست‌ها به کروموپلاست‌ها باشد (Wu et al., 2020). علاوه‌بر این، تجمع کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها در طول رسیدن میوه می‌تواند توسط ژرانیل‌ژرانیل یروفسفات (GGPP) تنظیم شود، که یک سوبسترای مستقیم برای بیوسنتز این رنگدانه‌ها است (Hermanns et al., 2020). بر این اساس، می‌توان گفت که کلروفیل در مقایسه با کاروتنوئید رفتاری معکوس داشته است. فلاونوئیدها به‌طور گسترده به‌عنوان رنگدانه‌های کلیدی مسئول رنگ‌های قرمز، بنفش و آبی (آنتوسیانین‌ها)، سفید و زرد کم‌رنگ (فلاونول‌ها و فلاون‌ها) و زرد (چالکون‌ها) در گیاهان شناخته می‌شوند، که از مسیر فنیل‌پروپانوئید تولید می‌شوند (Tadmor et al., 2010). اولین محصول در مسیر بیوسنتز فلاونوئید، چالکون نارینجنین است که به‌عنوان ستون فقرات فلاونوئید برای تولید همه فلاونوئیدها در نظر گرفته می‌شود (alcone Ferreyra et al., 2012). هم‌چنین، چالکون نارینجنین یک رنگدانه فلاونوئیدی اصلی است که در بسیاری از گیاهان به رنگ زرد کمک می‌کند (Tadmor et al., 2010). با رسیدن میوه، تجمع فلاونوئیدها با افزایش رنگ زرد در گوشت دو توده همراه است. این احتمالاً به‌دلیل تجمع چالکون نارینجنین است که نتیجه بیان بیش از حد ژن‌های 4CL، C4H و CHS و هم‌چنین بیان بسیار پایین ژن CHI در طول دوره رسیدن میوه است (Wu et al., 2020). براساس این یافته‌ها، رنگ گوشت میوه به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر توده قرار گرفت. نرخ‌های مختلف تغییر رنگ گوشت در هر دو توده مربوط به تغییرات در تخریب کلروفیل و سنتز کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها است.

منابع

Burger, Y., Paris, H.S., Cohen, R., Katzir, N., Tadmor, Y., Lewinsohn, E. and Schaffer, A.A. 2009. Genetic diversity of Cucumis melo. In: Horticultural Reviews, pp. 165–198.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10: 178–182.

Chayut, N., Yuan, H., Ohali, S., Meir, A., Yeselson, Y., Portnoy, V., Zheng, Y., Fei, Z., Lewinsohn, E., Katzir, N., Schaffer, A.A., Gepstein, S., Burger, J., Li, L. and Tadmor, Y. 2015. A bulk segregant transcriptome analysis reveals metabolic and cellular processes associated with Orange allelic variation and fruit β-carotene accumulation in melon fruit. BMC Plant Biology, 15: 274.

Falcone Ferreyra, M.L., Rius, S.P. and Casati, P. 2012. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. Frontiers in Plant Science, 3: 1–15.

Grumet, R., Katzir, N.L., Little, H.A., Portnoy, V. and Burger, Y. 2007. New insights into reproductive development in melon (*Cucumis melo* L.). International Journal of Plant Developmental Biology, 1(2): 253–264.

Hermanns, A.S., Zhou, X., Xu, Q., Tadmor, Y. and Li, L. 2020. Carotenoid pigment accumulation in horticultural plants. Horticultural Plant Journal, 6(6): 343–360.

Li, J., Ren, D., Lin, T., Yan, W., Su, Z., Zhang, K., Xu, L., Ma, G. and Zhu, P. 2025. Gibberellin-dependent pulp pigmentation in CPPU-induced parthenocarpic melon fruit: Insights from metabolome and transcriptome analysis. Scientia Horticulturae, 339: 113851.

Tadmor, Y., Burger, J., Yaakov, L., Feder, A., Libhaber, S.E., Portnoy, V., Meir, A. et al. 2010. Genetics of flavonoid, carotenoid, and chlorophyll pigments in melon fruit rinds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58: 10722–10728.

Wu, M., Xu, X., Hu, Z., Liu, Y., Cao, H., Chan, H., Gong, Z., Yuan, Y., Luo, Y., Feng, B., Li, Z. and Deng, W. 2020. SlMYB72 regulates the metabolism of chlorophylls, carotenoids, and flavonoids in tomato fruit. Plant Physiology, 183: 854–868.

Zulfikar, M., Widya, F.S., Wibowo, W.A., Daryono, B.S. and Widiyanto, S. 2020. Antioxidant activity of melon fruit (Cucumis melo L. 'GMP') ethanolic extract. The 6th International Conference on Biological Science, ICBS 2019, AIP Conference Proceedings, 2260: 040029-1–040029-5.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Pigments Accumulation Patterns and Contents of Two Melon Accessions in Different Developmental Stages

Elnaz SoleimanyFard[1*], Kambiz Mashayekhi[1], Seyed Javad Mousavizadeh[1] and Mehdi Zarei[2]
1. Department of Horticulture Science, Faculty of Plant Production, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran
2. Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
Corresponding Author: elnazsoleimany@gmail.com

Abstract

The pulp color is one of the most important factors for appeal and quality of melon fruits that can determinant the degree of marketability and acceptability by the consumers, besides serving as an indicator of the harvest time of melon fruits. Thus, this research assessed influence of ripening process on total chlorophyll, carotenoids and flavonoids concentrations in pulp fruit of two melon accessions. Our results showed that the contents of total chlorophyll, carotenoids and flavonoids changed significantly with the stages of fruit development in both accessions. Throughout fruit ripening period, total chlorophyll levels were decreased dramatically. Whereas, total carotenoids and flavonoids concentrations were incremented markedly, as the fruit developed and matured. On the other hand, obvious differences in total chlorophyll, carotenoids and flavonoids contents were revealed among the two accessions. 'Zamcheh' showed higher total carotenoids and flavonoids concentrations, while lower total chlorophyll contents than 'Chaghercheh'. At full maturation stage, the predominant pigment identified was flavonoid followed by carotenoid and chlorophyll in both accessions. According to data, the kind of accession and date of harvest are the important factors determining the pigments contents in melon fruits. Finally, the information in this study provide a basis of pulp color in melon that can be useful for further studies to determination of the fruit quality, developing fruit processing industry and selection of superior desirable melon genotypes for bringing to commercial cultivation.

Keywords: *Cucumis melo* L., Carotenoid, Chlorophyll, Flavonoid, Ripening period.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغذیه برگی خرما با کود سیلیسیم در شرایط خاک شور؛ پاسخ عملکردی، فیزیولوژیکی و ارزیابی اقتصادی

رحمان یوسفی[1*]، محمدرضا پورقیومی[1]، سید سمیح مرعشی[1] و سید ناصر موسوی[1]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *r.yousefi66@areeo.ac.ir*

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی کود سیلیسیم (منبع کودی سیلیس حاوی ۷۰ درصد SiO_2) بر میزان عملکرد، برخی صفات فیزیولوژیکی و نیز ارزیابی اقتصادی کاربرد آن روی درختان بارده خرما رقم برحی در شرایط شوری بالای خاک اجرا شد. تیمارهای محلول‌پاشی سیلیسیم شامل عدم محلول‌پاشی (T1)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار دو مرحله (T2)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار سه مرحله (T3)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار دو مرحله (T4)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار سه مرحله (T5)، محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار دو مرحله (T6) و محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار سه مرحله (T7) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان عملکرد نخل خرما در تیمار T6 به مقدار ۸۹/۶۸ کیلوگرم و کمترین آن در تیمارهای T3 و T1 (شاهد) به ترتیب با مقادیر ۶۶/۴۰ و ۶۹/۷۵ کیلوگرم ثبت گردید که این اختلاف عملکردی به لحاظ آماری معنی‌دار بوده است. تیمارهای سیلیسیم سبب کاهش معنی‌دار نشت الکترولیت برگ نسبت به تیمار شاهد شدند به‌گونه‌ای که بیشترین میزان نشت الکترولیت برگ در تیمار شاهد به میزان ۲۳/۹۴ درصد و کمترین مقدار آن در تیمار T6 به مقدار ۲۰/۳۶ درصد ثبت گردید. در خصوص محتوای آب نسبی برگ نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت، به‌گونه‌ای که بیشترین مقدار محتوای آب نسبی برگ در تیمارهای T5، T7 و T6 مشاهده گردید که بین این سه تیمار اختلاف معنی‌دار نبود، اما با کمترین مقدار محتوای آب نسبی برگ مربوط به تیمار شاهد (T1) اختلاف معنی‌دار داشتند. ارزیابی اقتصادی کاربرد تیمارها نشان داد که نرخ بازده ناخالص (rGM) برای تیمار T6 نسبت به تیمار شاهد ۲۷/۷۶ درصد به‌دست آمد که نسبت به سایر تیمارها دارای بیشترین نرخ بازده ناخالص بوده است. در مجموع محلول‌پاشی کود سیلیسیم توانسته باعث بهبود عملکرد و صفات فیزیولوژیکی نخل خرما شود و کاربرد آن به لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: محتوای آب نسبی برگ، نرخ بازده ناخالص، نشت الکترولیت، نخل خرما.

مقدمه

بخش قابل توجهی از زمین‌های زراعی جهان تحت تأثیر نمک‌ها قرار دارند که سبب ایجاد مشکلات شوری و سدیمی‌شدن در این مناطق می‌شود (هادی و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از اثرات مهم شوری ایجاد نارسایی‌های گوناگون تغذیه‌ای است که باعث آسیب رساندن به رشد و نمو گیاه می‌شود. این نارسایی‌ها ممکن است به دلیل اثرهای منفی شوری بر قابلیت جذب عناصر غذایی و یا ایجاد رقابت بین یون‌ها برای جذب، انتقال و توزیع در اندام‌های مختلف گیاه باشد. نتایج مطالعات انجام‌شده در مورد شوری و تغذیه گیاهی این نکته را روشن کرده که شوری باعث کاهش جذب و انباشت عناصر غذایی در گیاه می‌شود (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۹). نخل خرما (*Phoenix dactylifera L.*) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک است به گونه‌ای که بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۱ رتبه سوم سطح بارور محصولات باغی مربوط به خرما با مقدار ۹/۲ درصد از کل سطح بارور باغ‌های کشور بوده و رتبه چهارم میزان تولید محصولات باغبانی در کشور نیز مربوط به خرما با تولید حدود ۱/۵ میلیون تن و سهم ۶/۳ درصدی از کل میزان تولید محصولات باغبانی بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲). افزایش سطوح شوری آب، پارامترهای رشدی گیاه خرما مانند ارتفاع گیاه، محیط (قطر) گیاه، تعداد برگ و طول برگ را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد و مقادیر آن با افزایش میزان شوری آب کاهش می‌یابد (Hossain et al., 2007). مکانیسم‌های این اثر منفی ممکن است؛ اثرات اسمزی محدودکننده جذب آب و عناصر غذایی، اثر یونی خاص یون‌های سدیم و کلر،

عدم تعادل تغذیه‌ای و ممانعت از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تعرق، واکنش و انفعال انرژی، سوخت و ساز عناصر غذایی و استفاده از انرژی بالا در تنظیم اسمزی باشد (Al-Rasbi, 2010). سیلیسیم اثرات تنش‌هایی مانند خشکی و شوری را با اثر بر رشد برگ، ساقه و دیگر مکانیسم‌های گیاهی کاهش می‌دهد (Ma et al., 2004). Aal and Karetha (2022) اثر محلول‌پاشی برگی محرک‌های زیستی و سیلیسیم را بر تشکیل میوه و ریزش میوه انبه رقم کسار (Kesar) مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از منابع سیلیکات پتاسیم و ارتوسیلیسیک اسید در غلظت‌های ۰/۲ درصد استفاده شد. نتایج آن‌ها نشان داد که بیشترین میوه‌بندی و کمترین ریزش میوه با کاربرد سیلیکات پتاسیم ۰/۲ درصد به دست آمد و برای بهبود میوه‌بندی کاربرد این ماده توصیه گردید. Vijayan et al., (2021) در مطالعه‌ای روی اثر سیلیکات پتاسیم بر عملکرد، جذب مواد غذایی و کیفیت میوه موز گزارش نمودند که بیشترین عملکرد و کیفیت میوه (مواد جامد محلول، قندکل و احیاء)، جذب مواد غذایی و پروتئین برگ با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیسیم به‌دست آمد. در بین تیمارهای محلولپاشی نیز بیشترین عملکرد و کیفیت میوه با کاربرد سیلیسیم ۱ درصد طی دو مرتبه محلولپاشی به‌دست آمد. Haical (2017) در پژوهشی غلظت‌های مختلف کود سیلیکات پتاسیم (۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) را طی یک تا سه مرحله روی درختان خرما محلول‌پاشی کرد و گزارش نمود که کاربرد کود سیلیسیم باعث بهبود تمامی صفات رشدی، ترکیبات معدنی، وزن خوشه، عملکرد و صفات کمی و کیفی میوه خرما نسبت به تیمار شاهد شد و به‌منظور بهبود عملکرد و کیفیت میوه خرما رقم زغلول، محلولپاشی ۰/۱ درصد سیلیکات پتاسیم طی دو مرحله (قبل از گرده‌افشانی دستی و بعد از تشکیل میوه) را توصیه نمود. Badran (2016) طی تحقیقی اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و سیلیسیم را روی عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم زغلول تحت شرایط خاک‌های شنی مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق سیلیسیم از منبع سیلیکات پتاسیم در غلظت ۰/۵ درصد طی سه مرحله (اوایل آوریل، می و ژوئن) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد که بهترین عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه خرما (وزن میوه، قطر میوه، وزن گوشت میوه، مواد جامد محلول و محتوای قند میوه) با کاربرد ترکیبی عصاره جلبک دریایی در غلظت ۴ درصد و سیلیسیم در غلظت ۰/۵ درصد به‌دست آمد. هدف این تحقیق با هدف بررسی اثرات محلول‌پاشی کود سیلیسیم بر میزان عملکرد نخل خرمای رقم برحی و برخی صفات فیزیولوژیکی برگ و نیز ارزیابی اقتصادی موثربودن تیمارها صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کاربرد کود سیلیسیم بر میزان عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی خرمای رقم برحی در شرایط خاک با شوری بالا این تحقیق به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار در پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری کشور روی ۲۱ اصله نخل خرمای بارور ۱۵ ساله رقم برحی انجام شد. تیمارهای محلول‌پاشی (کل تاج درخت) شامل عدم کاربرد کود سیلیسیم (T1)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار در دو مرحله؛ (سه هفته قبل از شروع گرده افشانی و اواخر مرحله حبابوک) (T2)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار در سه مرحله؛ (سه هفته قبل از شروع گرده افشانی، اواخر مرحله حبابوک و اواخر مرحله کیمری) (T3)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار در دو مرحله؛ (سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی و اواخر مرحله حبابوک) (T4)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار در سه مرحله؛ (سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی، اواخر مرحله حبابوک و اواخر مرحله کیمری) (T5)، محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار در دو مرحله؛ (سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی و اواخر مرحله حبابوک) (T6) و محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار در سه مرحله؛ (سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی، اواخر مرحله حبابوک و اواخر مرحله کیمری) (T7) بودند. متوسط شوری خاک نخلستان نیز حدود ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر (۲/۵ برابر شوری حد آستانه شروع کاهش عملکرد نخل خرما یعنی ۴ دسی‌زیمنس بر متر) بود. اعمال تیمارها طی دو سال متوالی (۱۴۰۱-۱۳۹۹) تکرار شد و در هر سال، میزان عملکرد، نشت الکترولیت برگ (EL) و میزان آب نسبی برگ (RWC) اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه میزان عملکرد، در زمان برداشت محصول، وزن تمامی خوشه‌های یک درخت با کمک ترازوی دیجیتالی با قابلیت توزین حداکثر ۳۰ کیلوگرم و دقت ۱۰ گرم اندازه‌گیری شد و عملکرد به‌دست آمد. میزان آب نسبی برگ با استفاده از Yamasaki and Dillenburg (۱۹۹۹) از طریق فرمول زیر محاسبه گردید. در این رابطه FW وزن تر نمونه، TW وزن تورژسانس نمونه و DW وزن خشک نمونه می‌باشد.

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

درصد نشت الکترولیت برگ با استفاده از روش لیندن و پالونن (Linden and Palonen, 2000) و قرائت هدایت الکتریکی نمونه‌ها شامل L1 (هدایت الکتریکی اولیه نمونه‌ها قبل از اتوکلاو) و L2 (هدایت الکتریکی ثانویه نمونه‌ها بعد از اتوکلاو) از طریق رابطه زیر محاسبه شد.

$$EL = \frac{L1}{L2} \times 100$$

داده‌ها پس از آزمون نرمالیته و بررسی نرمال‌بودن داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه 9.1.3) به‌صورت مرکب تجزیه واریانس شدند و میانگین تیمارهای مورد آزمایش با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. برای ارزیابی اقتصادی تیمارها، از آنجا که محاسبه هزینه‌های مشترک بین تیمارها، تأثیری بر نتایج تجزیه و تحلیل اقتصادی تیمارها به‌منظور تعیین مناسب‌ترین تیمار از بعد اقتصادی نداشت، لذا در ارزیابی اقتصادی این تحقیق از تکنیک بودجه‌بندی جزئی (Partial Budjeting) و معیار بازده ناخالص (Gross Margin) که با کنارگذاشتن هزینه‌های مشترک بین تیمارها، از درآمدها و هزینه‌های متغیر بین تیمارها برای تجزیه و تحلیل بهره می‌گیرد، استفاده شد. در این تکنیک، به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین شیوه (تیمار) از لحاظ اقتصادی از رابطه زیر استفاده گردید (سلطانی و نجفی، ۱۳۸۵؛ کوپاهی، ۱۳۸۲):

$$\Delta GMi = GMi - GMc$$

در این رابطه، GMi بازده ناخالص حاصله در نتیجه اعمال شیوه i (تیمار)، GMc بازده ناخالص تیمار شاهد و ΔGMi تغییرات بازده ناخالص حاصله در نتیجه اعمال شیوه i (تیمار) نسبت به تیمار شاهد می‌باشد. بر این اساس، مناسب‌ترین شیوه (تیمار) مورد مطالعه از لحاظ اقتصادی، شیوه‌ای است که تغییرات بازده ناخالص حاصل از اعمال آن، مثبت بوده و بیشترین مقدار را به خود اختصاص دهد. همچنین، نرخ بازده ناخالص هر یک از تیمارها نسبت به تیمار شاهد (rGM) با استفاده از رابطه زیر و متغیرهای ذکر شده تعیین گردید (Shirvanian and Fathi-Sadabadi. 2012) و تیماری که دارای بالاترین میزان و نرخ بازده ناخالص بوده، به‌عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

$$rGM = \frac{GMi - GMc}{GMc} \times 100$$

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) محلول‌پاشی تیمارهای سیلیسیم بر عملکرد محصول خرمای رقم برحی در شرایط خاک شور در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌دار داشته است. اثر سال نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان عملکرد در تیمار T6 به مقدار ۸۹/۶۸ کیلوگرم و کمترین مقدار آن در تیمارهای T3 و شاهد (T1) به ترتیب با مقادیر ۶۶/۴۰ و ۶۹/۷۵ کیلوگرم ثبت گردید که این اختلاف عملکردی به لحاظ آماری معنی‌دار بوده است (جدول ۲). بنابراین محلول‌پاشی کود سیلیسیم باعث افزایش معنی‌دار عملکرد میوه نسبت به شاهد گردید. در تحقیقی که توسط فکری و همکاران (۲۰۲۰) روی خرمای رقم برحی صورت گرفت کاربرد سیلیسیم سبب افزایش ویژگی‌های کمی میوه (وزن میوه، قطر میوه) و عملکرد میوه خرما در شرایط تنش شوری شد. Haical (۲۰۱۷) نیز طی انجام تحقیقی در خصوص اثر کاربرد سیلیسیم بر رشد و میوه‌دهی خرمای رقم زغلول در مصر، گزارش داد که کاربرد سیلیسیم سبب افزایش وزن خوشه، عملکرد، وزن میوه، قطر میوه و وزن گوشت میوه گردید. Abdel-Hak و همکاران (۲۰۲۲) طی تحقیقی اثر سیلیسیم و سلنیوم را روی میوه‌نشینی، عملکرد و کیفیت میوه خرما رقم سلمی (Selmy) مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که کاربرد سیلیسیم سبب افزایش درصد میوه‌نشینی، درصد میوه‌های باقی‌مانده روی درخت، عملکرد و وزن خوشه در نخل خرما گردیده است. نتایج این تحقیق با نتایج گزارشات ذکر شده مطابقت دارد. سیلیسیم متابولیسم دی‌اکسید کربن را تنظیم‌کرده و در نتیجه کارآیی تثبیت دی‌اکسیدکربن را توسط گیاهان افزایش می‌دهد و در نهایت منجر به بهبود فتوسنتز در گیاه و افزایش عملکرد و کیفیت میوه حتی در شرایط تنش می‌شود (Cherif and Belanger, 1992). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر تیمارهای سیلیسیم بر نشت الکترولیت و محتوای آب نسبی برگ در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌دار داشته است. در مورد محتوای آب نسبی برگ علاوه بر اثر تیمار، اثر سال نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). کاربرد تیمارهای سیلیسیم سبب کاهش معنی‌دار نشت الکترولیت برگ نسبت به تیمار شاهد شد، به‌گونه‌ای که بیشترین میزان نشت الکترولیت برگ در تیمار شاهد به میزان ۲۳/۹۴ درصد و کمترین مقدار آن در تیمار T6 به مقدار ۲۰/۳۶ درصد به‌دست

آمد که بین آنان به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). درخصوص محتوای آب نسبی برگ نیز مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر آن بود که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد و بیشترین مقدار محتوای آب نسبی برگ در تیمارهای T5، T7 و T6 مشاهده گردید (به ترتیب با مقادیر ۸۱/۸۸، ۸۰/۷۳ و ۸۰/۴۱ درصد) که بین این سه تیمار اختلاف معنی‌دار نبود، اما با کمترین مقدار محتوای آب نسبی برگ مربوط به تیمار شاهد (T1) با مقدار ۷۶/۰۸ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۲). نشت الکترولیت یکی از شاخص‌هایی است که نشانگر حفظ تمامیت غشای سلولی در شرایط تنش می‌باشد. در شرایط تنشی بعضی از قسمت‌های فسفولیپیدهای دولایه‌ای و ساختار غشاء به ساختار منفذردار تبدیل می‌شود و نشت مواد رخ می‌دهد. وقوع تنش باعث افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و کاهش پایداری غشای سلول در گیاهان می‌شود و میزان صدمه به غشاهای سلولی بر اثر تنش از طریق اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها سنجیده می‌شود (میرجلیلی، ۱۳۸۴). بنابراین شاخص نشت الکترولیت به عنوان توانایی غشای سلولی در کنترل ورود و خروج یون‌ها، به‌منظور تعیین میزان خسارت و آسیب به بافت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kaya et al., 2006). محتوای آب نسبی برگ نیز شاخصی برای بیان وضعیت آبی در گیاه است که فعالیت‌های متابولیکی در بافت‌ها را بازتاب می‌کند (Kaya et al., 2006). کنترل محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش قسمتی از فرآیند تحمل به‌شمار می‌رود، بدین ترتیب که میزان آب نسبی و املاح با کمک هم میزان فشار تورژسانس را مشخص می‌کند (قربانی جاوید و همکاران، ۱۳۸۵). کاربرد سیلیسیم در این تحقیق منجر به افزایش محتوای آب نسبی برگ و نیز کاهش میزان نشت الکترولیت شده است. سیلیسیم در دیواره سلول‌ها رسوب‌کرده و با ماکروملکول‌های آلی شامل سلولز، پکتین، گلیکوپروتئین‌ها و لیگنین ترکیب‌شده و ترکیبات کلوئیدی بی‌شکل را با سطح جذب بالا تشکیل می‌دهد. به‌واسطه این ویژگی ذرات سیلیسیم بر خصوصیات مرطوب بودن لوله‌های آوند چوبی و میزان انتقال آب اثرگذار بوده و باعث افزایش کارآیی مصرف آب و افزایش فشار تورژسانس برگ می شود (Kaya et al., 2006) و با بهبود وضعیت آبی گیاه، محتوی آب نسبی برگ را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی بین آب و سیلیکاژل (SiO_2-nH_2O) در اپیدرم سلول‌ها، ملکول‌های آب به آسانی قادر به خروج از سطح برگ نیستند، بنابراین سیلیسیم با کاهش تعرق و افزایش کارآیی مصرف آب باعث نگهداری و حفظ آب بیشتر می‌شود (Sacala, 2009). میزان دیفرولیک و فرولیک اسید پلی‌ساکاریدهای زمینه‌ای که به عنوان باندهای عرضی پلی ساکاریدهای زمینه‌ای نقش مؤثری در کاهش انعطاف‌پذیری دیواره سلول از طریق ایجاد اختلال در فرآیند تجزیه آنزیمی پلی‌ساکاریدهای زمینه‌ای دارند (Fry, 1986) با کاربرد سیلیسیم کاهش می‌یابند، بنابراین به نظر می‌رسد که سیلیسیم از طریق کاهش باندهای عرضی فنولیک اسیدی پلی‌ساکاریدهای زمینه‌ای باعث افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلول و نیز اندازه سلول می‌شود (Hossain et al., 2007).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد سیلیسیم بر عملکرد محصول، نشت الکترولیت و محتوای آب نسبی برگ.

		میانگین مربعات		
منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد محصول	نشت الکترولیت	محتوی نسبی آب برگ
سال	۱	۷۵۸۹/۵۶**	۶/۴۷۰ns	۳۵۰/۱۵**
خطا	۴	۷۳/۷۹	۱/۰۹۴	۳/۹۲
تیمار	۶	۳۳۳/۷۶**	۱۰/۳۳**	۳۵/۳۰۵**
تیمار* سال	۶	۱۱۶/۵۲ns	۱/۸۹ns	۳/۵۶۵ns
خطا	۲۴	۵۱/۱۲	۲/۳۵	۶/۷۶۴
کل	۴۱	-	-	-
ضریب تغییر	-	۹/۶۳	۶/۸۳	۳/۳۱

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns عدم معنی‌داری.

جدول ۲- اثرات کاربرد سیلیسیم بر عملکرد، نشت الکترولیت و محتوای آب نسبی برگ.

تیمارهای سیلیسیم	عملکرد (کیلوگرم)	نشت الکترولیت (٪)	محتوی آب نسبی برگ (٪)
T1	۶۹/۷۵bc	۲۳/۹۴a	۷۶/۰۸c

T2	۷۲/۷۸bc	۲۳/۵۲a	۷۶/۲۹c
T3	۶۶/۴۰c	۲۳/۳۲a	۷۶/۳۷c
T4	۷۱/۴۲bc	۲۲/۵۹ab	۷۸/۲۵bc
T5	۷۳/۵۶bc	۲۲/۱۹abc	۸۱/۸۸a
T6	۸۹/۶۸a	۲۰/۳۶c	۸۰/۴۱ab
T7	۷۶/۰۱b	۲۱/۱۲bc	۸۰/۷۳ab

میانگین‌هایی با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

ارزیابی اقتصادی پروژه

ارزیابی اقتصادی این پروژه نشان داد که نرخ بازده ناخالص (rGM) برای تیمار T6 (محلول‌پاشی ۳ در هزار سیلیس طی دو مرحله؛ سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی و اواخر مرحله حبابوک) نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی کود سیلیسیم) ۲۷/۷۶ درصد به‌دست آمد که نسبت به باقی تیمارها {نرخ بازده ناخالص برای باقی تیمارها نسبت به تیمار شاهد شامل T2 (۳/۷۶ درصد)، T3 (۵/۶۶- درصد)، T4 (۱/۷۰ درصد)، T5 (۴/۴۲ درصد) و T7 (۷/۷۶ درصد) حاصل شد.} دارای بیشترین نرخ بازده ناخالص بوده است (جدول ۳). این بدان معنی است که صرفنظر از هزینه‌های مشترک برای تمامی تیمارها، با اعمال تیمار T6 و در نظر داشتن هزینه‌های متغیر مربوط به آن، درآمد نخلدار ۲۷/۷۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش پیدا می‌کند.

جدول ۳- ارزیابی اقتصادی تیمارهای کاربرد سیلیسیم (بر مبنای یک هکتار نخیلات با ۱۵۶ اصله نخل خرمای رقم برحی).

تیمارها	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درآمد* (ریال در هکتار)	هزینه‌های متغیر** (ریال در هکتار)	بازده ناخالص (GM) (ریال در هکتار)	نرخ بازده ناخالص (rGM) (درصد)
T1	۱۰۸۸۱	۴۳۵۲۴۰۰۰۰۰	۰	۴۳۵۲۴۰۰۰۰۰	۰
T2	۱۱۳۵۳/۶۸	۴۵۴۱۴۷۲۰۰۰	۲۴۹۹۲۰۰۰	۴۵۱۶۴۸۰۰۰۰	۳/۷۶
T3	۱۰۳۵۸/۴۰	۴۱۴۳۳۶۰۰۰۰	۳۷۴۸۸۰۰۰	۴۱۰۵۸۷۲۰۰۰	-۵/۶۶
T4	۱۱۱۴۱/۵۲	۴۴۵۶۶۰۸۰۰۰	۲۹۹۸۴۰۰۰	۴۴۲۶۶۲۴۰۰۰	۱/۷۰
T5	۱۱۴۷۵/۳۶	۴۵۹۰۱۴۴۰۰۰	۴۴۹۷۶۰۰۰	۴۵۴۵۱۶۸۰۰۰	۴/۴۲
T6	۱۳۹۹۰/۰۸	۵۵۹۶۰۳۲۰۰۰	۳۴۹۷۶۰۰۰	۵۵۶۱۰۵۶۰۰۰	۲۷/۷۶
T7	۱۱۸۵۷/۵۶	۴۷۴۳۰۲۴۰۰۰	۵۲۴۶۴۰۰۰	۴۶۹۰۵۶۰۰۰۰	۷/۷۶

* درآمد برای هر تیمار از حاصلضرب عملکرد آن تیمار درمتوسط قیمت یک کیلوگرم خرمای برحی در باغ در سال ۱۴۰۲ (۴۰۰۰۰۰ ریال) محاسبه شد.
** هزینه‌های متغیر شامل هزینه‌های خرید کود سیلیسیم و محلول‌پاشی آن برای هر تیمار صرفنظر از هزینه‌های مشترک برای همه تیمارها می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد کود سیلیسیم به صورت محلول‌پاشی در شرایط شوری بالای خاک در نخلستان، اثرات مثبتی بر میزان عملکرد و صفات فیزیولوژیکی نخل خرما رقم برحی دارد. به استناد نتایج این پژوهش می‌توان محلول‌پاشی ۳ در هزار کود سیلیسیم در دو مرحله (T6)؛ مرحله اول سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی و مرحله دوم در اواخر مرحله حبابوک را به‌عنوان یک گزینه مطلوب و دارای توجیه اقتصادی در نظر داشت.

منابع

آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۱، جلدسوم: گزارش محصولات باغی، قارچ و گلخانه ای. ۱۴۰۲. معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهاد کشاورزی، ۴۰۱ صفحه.

خوشگفتارمنش، ا. ۱۳۸۹. مباحث پیشرفته در تغذیه گیاه. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۸۳ صفحه.

سلطانی، غ. و نجفی، س. ب. ۱۳۸۵. اقتصاد کشاورزی. ویراست سوم. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی. تهران، ۳۰۰ صفحه.

قربانی جاوید، م.، ف مرادی، ف.، اکبری، غ. و الله‌دادی، ا. ۱۳۸۵. نقش برخی متابولیت‌ها در ساز و کار تنظیم اسمزی در یونجه یکساله برگ بریده (*Medicago laciniata* (L.) Mill) در تنش خشکی. مجله علوم زراعی ایران، ۸(۲): ۹۰-۱۰۵.

کوپاهی، م. ۱۳۸۲. اصول اقتصاد کشاورزی. چاپ هشتم. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، ۴۹۶ صفحه.

میرجلیلی، ع. ۱۳۸۴. گیاهان در محیط‌های تنش‌زا. انتشارات نوربخش. ۲۳۰ صفحه.

هادی، ه.، سید شریفی، ر. و نامور، ع. ۱۳۹۵. محافظ‌های گیاهی و تنش‌های غیرزیستی. انتشارات دانشگاه ارومیه، ۳۴۱ صفحه.

Aal, J.M. and Karetha, K.M. 2022. Effect of foliar application of biostimulants and silicon on fruit set and drop of mango (Mangifera indica L.) cv. Kesar. The Pharma Innovation Journal, 11(10): 591–595.

Abdel-Hak, R.S., Thabet, A.Y.I., Mostafa, E.A.M. and Saleh, M.M.S. 2022. Silicon and selenium impact on fruit set, yield and fruit quality of Selmy date palms grown under sandy soil conditions. Middle East Journal of Agriculture Research, 11(2): 537–544.

Al-Rasbi, S.A.R. 2010. Evaluation of the growth of date palm seedlings irrigated with saline water in Sultanate of Oman. Doctoral dissertation, University of Kassel, Germany.

Badran, M.A. 2016. Effect of spraying seaweed extracts and silicon on yield and fruit quality of Zaghloul date palms grown under sandy soil conditions. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 47(5): 165–174.

Cherif, M. and Belanger, R.R. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress Pythium ultimum on Long English cucumber. Plant Disease, 76(10): 1008–1011.

Fry, S.C. 1986. Cross-linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. Annual Review of Plant Physiology, 37: 165–186.

Haikal, A.M.E. 2017. The impact of silicon on growth and fruiting of Zaghloul date palms. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 48(5): 158–166.

Hossain, M.T., Soga, K., Wakabayashi, K., Kamisaka, S., Fujii, S., Yamamoto, R. and Takayuki, H. 2007. Modification of chemical properties of cell walls by silicon and its role in regulation of the cell wall extensibility in oat leaves. Journal of Plant Physiology, 164: 385–393.

Kaya, C., Tuna, L. and Higgs, D. 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water stress condition. Journal of Plant Nutrition, 29: 1469–1480.

Linden, L. and Palonen, P. 2000. Relating freeze-induced electrolyte leakage measurements to lethal temperature in red raspberry. Journal of the American Society for Horticultural Science, 25(4): 429–435.

Ma, C.C., Li, Q.F., Gao, Y.B. and Xin, T.R. 2004. Effects of silicon application on drought resistance of cucumber plants. Soil Science and Plant Nutrition, 50: 623–632.

Sacala, E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. Journal of Elementology, 14(3): 619–630.

Shirvanian, A. and Fathi-Sadabadi, M. 2012. Economic study of cotton marketing in Darab district. Proceedings of the 1st International Conference on Science, Industry and Trade of Cotton, Gorgan, Iran.

Vijayan, A., Sriramachandrasekharan, M.V., Manivannan, R. and Shakila, A. 2021. Effect of silicon through potassium silicate on yield, nutrient uptake and quality of Grand Naine banana. Asian Journal of Agriculture and Food Sciences, 9(3): 91–98.

Yamasaki, S. and Dillenburg, L.R. 1999. Measurements of leaf relative water content in Araucaria angustifolia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 11(2): 69–75.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Foliar Nutrition of Date Palm with Silicon Fertilizer in Saline Soil Conditions: Yield, Physiological Response, and Economic Evaluation

Rahman Yousefi[*1], Mohammadreza Pourghayoumi[1], Seyyed Samih Marashi[1] and Seyyed Naser Mousavi[1]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
Corresponding Author: r.yousefi66@areeo.ac.ir

Abstract

This study aimed to examine the effect of silicon foliar spray on yield, various physiological traits, and the economic viability of its application on bearing date palm trees of the 'Barhee' cultivar under high soil salinity. The silicon foliar spray treatments included: no application of foliar spray (T1), foliar spraying with a concentration of 0.1% in two stages (T2), foliar spraying with a concentration of 0.1% in three stages (T3), foliar spraying with a concentration of 0.2% in two stages (T4), foliar spraying with a concentration of 0.2% in three stages (T5), foliar spraying with a concentration of 0.3% in two stages (T6) and foliar spraying with a concentration of 0.3% in three stages (T7). The results showed that the highest yield of date palm was observed in treatment T6, with 68.89 kg, while the lowest yields were recorded in treatments T3 and T1 (control), with 66.40 kg and 69.75 kg, respectively. This difference in yield was statistically significant. Silicon treatments significantly reduced leaf electrolyte leakage compared to the control; the highest electrolyte leakage was observed in the control (23.94%) and the lowest in T_6 (20.36%). Regarding leaf relative water content (RWC), significant differences were also found among treatments: T_5, T_7, and T_6 showed the highest values, which did not differ significantly from each other, but all were significantly higher than the control (T_1). The economic evaluation of the treatments showed that the gross margin rate (rGM) for treatment T6 was 27.76% compared to the control, making it the highest gross margin among all the treatments. Overall, foliar application of silicon fertilizer improved both yield and physiological traits of date palms, and its application is economically justifiable.

Keywords: Date palm, Electrolyte leakage, Gross margin rate, Leaf relative water content.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تنوع فنولوژیکی بادام ایرانی و نقش آن در برنامه‌های اصلاحی

علی ایمانی[1*]، سید هاتف قریشی‌راد[2]، علی محمدی ترکاشوند[2]، رضا عزیزی‌نژاد[2] و راهله ابراهیمی[2]

۱- پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندها، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *imani_a45@yahoo.com*

چکیده

بادام یکی از اساسی‌ترین محصولات باغی ایران است که به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود، مانند مقاومت در برابر شرایط خشکسالی و ارزش غذایی و سلامتی، از دیرباز مورد توجه باغداران ایرانی بوده است. این تحقیق در ایستگاه‌های تحقیقات باغبانی کرج (HRS) در شرایط محیطی مشابه برای بررسی ویژگی‌های کیفی و کمی مربوط به ویژگی‌های فنولوژیکی ارقام و ژنوتیپ‌های بادام انجام شد. درختان این ارقام و ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر تکرار دو درخت از هر رقم و ژنوتیپ کاشته شدند. برای اندازه‌گیری صفات کمی مربوط به گل‌ها، ۱۰ درخت از هر رقم و ژنوتیپ به طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شدند. صفات کیفی مربوط به صفات مورفولوژیکی ارقام و ژنوتیپ‌ها نیز با استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره ثبت شد. در این تحقیق مشخص شد که ژنوتیپ‌ها در تمام صفات فنولوژیکی تنوع گسترده‌ای دارند. برای مثال، از نظر ویژگی‌های گل، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده شد. بنابراین بیشترین اندازه گل، تعداد پرچم و طول مادگی به ترتیب متعلق به ژنوتیپ ها (A2-18) ۴.۶ سانتی‌متر(، A۱۰-۱) ۳۵.۱۳ و ژنوتیپA ۱۰-۱ (۲.۵ سانتی‌متر) و همچنین کمترین اندازه گل، تعداد پرچم و طول مادگی به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌هایA ۱۴-۱) ۲.۷۳ سانتی‌متر(، A۱۴-۱) ۱۴.۶۶۷ (و A ۱۲-۱ (۱ سانتی‌متر) بود. در مورد زمان گلدهی، ۵۰ رقم و ژنوتیپ بادام به گروه‌های زودگل تا دیرگل طبقه‌بندی شدند. همچنین، نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تجزیه خوشه‌ای نشان داد که تجزیه و تحلیل مورفولوژیکی می‌تواند اطلاعات قابل اعتمادی در مورد تنوع در ارقام و ژنوتیپ‌های بادام ارائه دهد. این کار می‌تواند گامی اساسی در بررسی و گنجاندن صفات مهم مرتبط با فنولوژی گلدهی در برنامه‌های اصلاحی و بهبود ژرم‌پلاسم بادام باشد.

واژه‌های کلیدی: بادام، ژنوتیپ، رقم، گل، گیاه، رشد.

مقدمه

بادام از خانواده Rosaceae یکی از مهمترین آجیل‌های بومی جنوب شرقی و آسیای مرکزی است، اما امروزه در سراسر جهان در مناطق گرم و خشک مدیترانه‌ای (Casas et al., ۲۰۱۱) و ایالات متحده به عنوان بزرگترین کشور تولیدکننده بادام در جهان کشت می‌شود. باغ‌های تجاری بادام حتی در مناطق نیمه‌گرمسیری مانند مراکش و جنوب پرو نیز توسعه یافته‌اند (Pérez-Sánchez et al., ۲۰۲۱). بادام به دلیل دانه خوراکی آن (مغز) کشت می‌شود که برای مصرف مستقیم و برای محصولات و شیرینی‌های مبتنی بر بادام استفاده می‌شود (Oručević and Aliman, 2018). در سال ۲۰۲۰، تولید جهانی بادام ۴۱۴۰۰۴۳ تن متریک بود (Anonymous, 2023a). ایران با تولید ۱۶۴۳۴۸ هزار تن بادام، پس از ایالات متحده (۲۳۷۰۰۲۱ تن)، اسپانیا (۴۱۶۹۵۰ تن) و استرالیا (۲۲۱۸۸۶ تن) قرار دارد. ترکیه (۱۵۹۱۸۷ تن) و مراکش (۱۳۴۴۳۶ تن) در رتبه‌های بعدی قرار دارند (Anonymous, 2023a). از حدود ۷۰۰۰۰۰ تن آجیل تولید شده در ایران، ۱۸ درصد به بادام اختصاص دارد که پس از گردو و پسته (هر کدام با ۳۹ درصد سهم) بیشترین سهم را از این گروه محصول دارد (Anonymous, 2023b). بادام یکی از درختان میوه بومی مناطق معتدل فلات ایران است (ایمانی، ۲۰۱۹). از سوی دیگر، خطر سرمای دیررس بهاره همیشه در این مناطق یک تهدید محسوب می‌شود، به همین دلیل دیرگل‌دهی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اصلاحی در بادام است (ایمانی و همکاران، ۲۰۱۹). زمان گلدهی تابعی از نیاز سرمایی است و یک صفت ارثی است که به راحتی قابل انتقال است و بسیاری از برنامه‌های اصلاح نژاد و انتخاب بر روی آن صفت متمرکز شده‌اند (رسولی و همکاران، ۲۰۱۲؛ گاوات و همکاران، ۲۰۱۳). زمان واقعی گلدهی بسته به

سال و بسته به دمای قبل و حین گلدهی متفاوت است. توالی گلدهی در بین ژنوتیپ‌های مختلف تقریباً ثابت است، اما زمان گلدهی ممکن است به دلیل تفاوت در نیاز سرمایی برای غلبه بر استراحت و نیاز گرمایی برای شروع گلدهی تغییر کند. زمان گلدهی صفتی با وراثت‌پذیری کمی است (وارگاس و رومرو، ۲۰۰۱). دانستن زمان گلدهی گونه‌ها و واریته‌های درون گونه برای دستیابی به ترکیبات کاشت واریته‌های مختلف که بهترین شانس گرده افشانی را ایجاد می‌کنند یا خسارت ناشی از سرمازدگی را در باغ کاهش می‌دهند، مهم است. همچنین، اطلاعات مربوط به فنولوژی گلدهی در باغ‌ها مهم است، به عنوان مثال، کیفیت گل به رشد نسبی مادگی و توانایی تشکیل میوه اشاره دارد (Sociasi Company and gradzail, 2017). در بادام، عرض تخمدان با رشد تخمک و عقیمی یا باروری گل مرتبط است (Bernad and Sociasi Company, 1995). بنابراین، عرض تخمدان می‌تواند به عنوان یک شاخص مورفولوژیکی باروری یا عقیمی گل استفاده شود. همچنین، موقعیت نسبی کلاله‌ها و بساک‌ها، که امکان خودگرده افشانی طبیعی گل‌ها و در نتیجه خودگرده افشانی طبیعی را تعیین می‌کند، نقش مهمی در کیفیت گل ارقام خودسازگار ایفا می‌کند (Godini et al., 1992; Sociasi Company et al., 2004). بنابراین، آگاهی از زمان گلدهی برای تولید محصول و حفاظت از گیاهان و همچنین برای تعیین بهترین زمان برای قرار دادن کندوهای زنبور عسل در باغ برای گرده افشانی بسیار مهم است. با وجود این، شروع گلدهی و دوره گلدهی ارقام یک گونه خاص نه تنها به نوع رقم بستگی دارد، بلکه تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی نیز قرار می‌گیرد (Sociasi Company and gradzail, 2017; Imani, 2019). آگاهی از فنولوژی گلدهی در اصلاح میوه مهم است. نه تنها دانستن زمان گلدهی ارقام جدید مهم است، بلکه تغییر در زمان گلدهی از نظر اصلاح نیز قابل توجه است (Gradziel and Martínez-Gómez, 2013; Dicenta et al., 2016). علاقه به توسعه ارقام دیرگل به دلیل جلوگیری از سرمای دیررس بهاره در حال افزایش است (Imani et al., 2009). دانستن رابطه بین صفات پومولوژیکی و فنولوژیکی مرتبط با عملکرد درخت که باید در طول فرآیند اصلاح بادام بهبود یابد، بسیار مهم است (Sánchez-Pérez et al., 2014). زیرا از یک سو، انتخاب صفتی که بتوان از آن برای تخمین ظهور یا عدم ظهور سایر صفات مؤثر استفاده کرد، کارایی هر برنامه اصلاحی را تعیین می‌کند. از سوی دیگر، اگر همبستگی معنی‌داری بین صفات وجود داشته باشد، فرآیند انتخاب غیرمستقیم و زودهنگام صفات مورد نظر تسهیل می‌شود (Sorkheh et al., ۲۰۱۰). این امر در جداسازی نتاج یا در مورد صفاتی که ظهور آنها تا بلوغ درخت به تأخیر می‌افتد، شایان توجه است (Sorkheh et al., 2010; Rasouli et al., 2012; Dicenta et al., 2016). ترکیب مشاهدات فنوتیپی با روش‌های آماری چند متغیره مانند تحلیل عاملی برای تشخیص ژنوتیپ‌های امیدبخش و تعیین مهم‌ترین صفات متمایزکننده آن‌ها استفاده می‌شود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه‌های تحقیقات باغبانی کرج برای تجزیه و تحلیل ویژگی‌های کیفی و کمی ارقام و ژنوتیپ‌های بادام در شرایط محیطی مشابه انجام شد. درختان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کاشته شدند و اندازه‌گیری‌ها روی ۱۰ گل انتخاب شده به صورت تصادفی از هر رقم و ژنوتیپ انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از تجزیه واریانس و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین صفات کمی انجام شد. صفات کیفی مورفوفنولوژیکی نیز ثبت و با استفاده از تجزیه و تحلیل تک متغیره تجزیه و تحلیل شدند. آمار پایه، شامل مقادیر حداکثر و حداقل، میانگین‌ها و ضرایب تغییرات، برای هر صفت محاسبه شد. از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای شناسایی صفاتی که بیشترین تنوع را بین ارقام داشتند و بیشترین تأثیر را بر جداسازی آنها در مجموعه داده‌ها داشتند، استفاده شد. نمودارهای پراکندگی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار آماری PAST (Hammer et al., 2001) ایجاد شدند.

نتایج و بحث

الف) گل‌ها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات فنولوژیکی گل نشان داد که تأثیر ژنوتیپ بر تمام صفات اندازه‌گیری شده از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱)

عرض مادگی	طول مادگی	طول پرچم	تعداد پرچم	عرض کاسبرگ	طول کاسبرگ	عرض گلبرگ	طول گلبرگ	اندازه گل	درجه ازادی	منبع

ژنوتیپ	۴۹	77.022 1**	70.905 **	21.736 **	1.8218 **	1.4451 **	55.591 **	0.001 72 0**	12.35 7**	0.971 69 **
خطا	۹۵	0.38	0.064	0.087	0.0103	0.0036	0.135	0.001 794	0.070	0.000 88
کل	۱۴ ۶	0.064								

*و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار هستند.

اندازه گل

اندازه گل نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در اندازه گل در بین جمعیت مورد مطالعه وجود دارد (جدول ۱). ژنوتیپ AK10 بزرگترین اندازه گل را داشت، در حالی که ژنوتیپ AK22 کوچکترین اندازه را داشت (جدول ۲). مطالعات وراثت قبلی نشان داده است که گل‌های بزرگ بر گل‌های کوچک در درختان بادام غالب هستند (Bernad and Sociasi Company, 1995; Sociasi Company and Gradziel, 2017). گل‌های کوچک، به ویژه در ارقام دیرگل، ممکن است بیشتر در معرض آسیب سرمازدگی باشند زیرا نوک کلاله قبل از باز شدن کامل گل قابل مشاهده است..(Sociasi Company and Gradziel, 2017)

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی ارقام بادام و ژنوتیپ‌های منتخب.

Genotype	size flower (mm)	Genotype	Petal width (mm)	Genotype	Petal length (mm)	Genotype	septal length (mm)
A10	45.667a	A10	17.66a	A10	20.66a	A44	6.99a
A11	45.33ab	A21	16.96b	A41	20.03a	A43	6.99a
A50	44.99ab	A39	15.99bc	A44	19.99a	A24	6.99a
A39	44.99ab	A22	15.04cd	A31	19.96a	A32	6.99a
A28	44.97ab	A43	15.03cd	A43	18.03b	A21	6.96a
A15	44.67ab	A41	14.99d	A48	17.99b	A46	6.03b
A13	43.600bc	A4	14.99d	A15	17.96b	A7	6.03b
A24	42.33c	A26	14.96d-h	A5	17.100c	A39	5.99b
A5	42.03c	A24	14.96d-h	A4	17.03c	A37	5.99b
A47	39.99de	A15	14.96d-h	A30	16.99c	A28	5.99b
A44	39.99de	A2	14.93 d-i	A32	16.99c	A50	5.99b
A43	39.99de	A11	14.89d-j	A13	16.99c	A36	5.99b
A30	39.99de	A3	14.86 d-j	A17	16.99c	A31	5.99b
A35	39.96e	A33	13.99 h-k	A18	16.99c	A22	5.99b
A33	39.96e	A17	13.99 f-k	A11	16.93c	A14	5.96b
A31	39.96e	A27	13.96 e-k	A7	16.93c	A47	5.96b
A32	39.96e	A13	13.92jk	A3	16.833cd	A17	5.96b
A18	39.96e	A6	13.84k	A6	16.73cd	A6	5.89b
A17	39.96e	A20	12.33l	A2	16.00 cd	A5	5.33c
A6	39.84e	A19	12.33l	A33	15.99 cd	A45	5.033d
A7	39.66e	A1	12.04l-o	A35	15.99 cd	A38	5.03d
A4	39.63e	A50	11.99lm	A23	15.99 cd	A23	5.03cd
A3	39.32e	A40	11.99lm	A19	15.98 cd	A49	5.03cd
A2	38.31e	A16	11.99lm	A20	15.33ef	A2	5.00cd
A20	36.00f	A28	11.96lm	A49	15.03f	A41	4.99cd
A46	34.99fg	A29	11.96lm	A40	14.99f	A33	4.99cd
A45	34.99fg	A32	11.96lm	A46	14.99f	A26	4.99cd
A40	34.99fg	A9	11.66l-o	A42	14.99f	A20	4.99cd
A42	34.99fg	A7	11.33m-o	A45	14.99f	A48	4.99cd
A1	34.99fg	A5	11.33m-o	A36	14.99f	A40	4.99cd
A48	34.99fg	A23	11.06m-p	A34	14.98f	A30	4.99cd
A36	34.99fg	A30	11.03 m-p	A1	14.98f	A35	4.99cd
A16	34.99fg	A47	11.03 m-p	A27	14.96f	A1	4.99cd
A12	34.98fg	A49	11.03 m-p	A29	14.96f	A34	4.99cd
A37	34.98fg	A25	10.96o-q	A26	14.96f	A16	4.99cd
A27	34.98fg	A12	10.96 n-q	A25	14.96f	A11	4.99d
A8	34.67fg	A45	10.33 p-r	A21	14.96f	A29	4.96d
A21	34.67gh	A48	10.33 p-r	A16	14.96f	A25	4.96d
A23	34.65gh	A38	10.33 p-r	A12	14.93f	A10	4.96
A25	33.31gh	A44	10.33 p-r	A9	14.92f	A27	4.96d
A49	33.03gh	A46	10.33 p-r	A8	14.66f	A13	4.96d

A29	31.66hi	A34	10.04 p-t	A14	13.66g	A19	4.96d
A26	31.65hi	A42	10.03 q-s	A37	11.96h	A18	4.96d
A14	30.93i	A35	10.03 q-s	A38	10.33i	A3	4.93d
A38	29.99i	A18	9.99 q-t	A50	1.99j	A8	4.93d
A34	29.98i	A14	9.90 r-t	A39	1.99j	A4	4.93d
A9	29.64i	A8	9.86 r-t	A28	1.99j	A42	3.99e
A41	3.95j	A36	9.33 s-t	A47	1.99j	A9	3.96e
A19	3.97j	A37	9.03t	A22	1.98j	A15	3.96e
A22	3.98j	A31	1.03u	A24	1.96j	A12	3.93e

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی ارقام بادام و ژنوتیپ‌های منتخب.

Genotype	Septal width (mm)	Gnotype	Stamen number	Gnotype	Stamen row (mm)	Gnotype	Pistil length (mm)	Gnotype	Thicknes of pistil (mm)
A47	4.99a	A35	34.99a	A7	2.10a	A20	16.99a	A3	3.03a
A32	4.99a	A12	34.66a	A5	2.03a	A4	15.73a	A7	3.03a
A43	4.99a	A7	31.00b	A6	2.03a	A3	15.33bc	A1	3.00a
A29	4.99a	A49	30.66bc	A4	2.03a	A21	15.33bc	A22	2.99a
A21	4.96a	A4	30.66bc	A37	2.03a	A7	15.33bc	A23	2.99a
A14	4.90a	A20	30.66bc	A3	2.03a	A39	14.99bc	A37	2.99a
A7	4.10b	A33	30.66bc	A20	2.03a	A35	14.99bc	A27	2.99a
A5	4.03b	A41	30.66bc	A34	2.03a	A47	14.99bc	A49	2.99a
A45	4.03b	A39	30.66bc	A22	2.03a	A40	14.99bc	A25	2.99a
A39	3.99b	A40	30.66bc	A1	2.03a	A33	14.99bc	A47	2.99a
A20	3.99b	A37	30.66bc	A50	2.03a	A43	14.99bc	A39	2.99a
A38	3.997	A38	30.66bc	A49	2.03a	A38	14.99bc	A30	2.99a
A50	3.99b	A19	30.66bc	A48	2.03a	A41	14.99bc	A36	2.99a
A48	3.99b	A29	30.66bc	A47	2.03a	A22	14.99bc	A11	2.99a
A44	3.99b	A18	30.66bc	A46	2.03a	A1	14.99bc	A45	2.99a
A46	3.99b	A47	30.66bc	A44	2.03a	A15	14.99bc	A44	2.99a
A19	3.99b	A16	30.66bc	A43	2.03a	A30	14.99bc	A43	2.99a
A24	3.99b	A15	30.66bc	A42	2.03a	A19	14.99bc	A6	2.96a
A16	3.99b	A17	30.66bc	A41	2.03a	A17	14.99bc	A4	2.96a
A30	3.99b	A24	29.65c	A40	2.03a	A24	14.99bc	A5	2.06b
A6	3.99b	A3	29.65c	A39	2.03a	A14	14.99bc	A2	2.03b
A18	3.99b	A8	29.65c	A38	2.03a	A31	14.99bc	A9	1.99b
A1	3.99b	A2	25.36d	A36	2.03a	A11	14.99bc	A8	1.99b
A22	3.99b	A5	25.36d	A33	2.03a	A10	14.90bc	A34	1.99b
A4	3.99b	A50	25.36d	A32	2.03a	A2	14.66c-f	A17	1.99b
A26	3.99b	A45	25.36d	A30	2.03a	A44	13.99e-g	A38	1.99b
A35	3.99b	A43	25.36d	A29	2.03a	A29	13.99d-g	A33	1.99b
A27	3.99b	A21	25.36d	A28	2.03a	A5	13.84fg	A31	1.99b
A28	3.99b	A11	25.36d	A27	2.03a	A45	13.70g	A10	1.99b
A17	3.99b	A30	25.36d	A45	2.03a	A6	13.66g	A29	1.99b
A31	3.03c	A27	25.36d	A35	2.03a	A37	11.99h	A16	1.99b
A23	3.03c	A32	25.36d	A18	2.03a	A34	11.99h-k	A28	1.99b
A49	3.03c	A28	25.36d	A17	2.03a	A27	11.99h	A24	1.99b
A41	3.03c	A25	25.36d	A16	2.03a	A23	11.99h	A20	1.99b
A36	3.03c	A14	25.36d	A15	2.03a	A28	11.96h	A18	1.99b
A42	3.03c	A46	25.36d	A13	2.03a	A46	11.96h	A15	1.99b
A33	3.03c	A23	25.36d	A12	2.03a	A12	11.93h	A13	1.99b
A40	3.03c	A10	25.36d	A23	2.03a	A13	11.89h-n	A12	1.99b
A8	3.03c	A13	25.36d	A10	2.03a	A49	11.03n-q	A48	1.99b
A15	3.03c	A6	25.36d	A9	2.03a	A26	10.99k-q	A41	1.99b
A37	3.03c	A1	19.99e	A19	2.03a	A16	10.99j-q	A26	1.99b
A2	3.03c	A34	19.99e	A14	2.03a	A25	10.99i-q	A19	1.99b
A25	3.03c	A22	19.99e	A8	2.03a	A36	10.96q	A50	1.99b
A13	3.03c	A42	19.99e	A31	2.03a	A42	10.33qr	A42	1.99b
A9	3.03c	A48	19.99e	A25	2.03a	A48	10.33qr	A14	1.99b
A3	3.03c	A31	19.99e	A24	2.03a	A50	10.03r	A40	1.99b
A12	3.03c	A36	19.99e	A21	2.03a	A32	9.99r	A46	1.99b
A10	3.03c	A26	19.99e	A2	2.03a	A18	9.96r	A35	1.16b
A11	3.03c	A9	19.99e	A11	2.03a	A9	9.96r	A32	1.03b
A34	1.98d	A44	14.99f	A26	2.03a	A8	9.66r	A21	1.03b

تعداد پرچم‌ها

تعداد پرچم‌ها نتایج ارائه شده در جدول ۱، همانطور که نشان داده شده است، نشان‌دهنده تغییرات قابل توجه در تعداد پرچم‌های مشاهده شده در بین جمعیت بادام مورد مطالعه است. به طور خاص، ژنوتیپ‌های AK12 و AK35 بیشترین تعداد پرچم را نشان دادند، در حالی که ژنوتیپ AK44 کمترین تعداد را داشت (جدول ۲). فراوانی پرچم‌ها در هر گل برای ژنوتیپ‌های خودسازگار مزیتی است زیرا گرده افشانی را تسهیل می‌کند و گرده کافی برای لقاح را تضمین می‌کند. علاوه بر این، این ژنوتیپ‌ها و ارقام می‌توانند به عنوان گرده افشان‌های مؤثر برای ژنوتیپ‌های خودسازگار که چرخه‌های گلدهی مشابهی دارند، عمل کنند و در نتیجه هرگونه مشکل مربوط به ناسازگاری متقاطع را کاهش دهند(Sociasi Company, 1990; Imani, 2022) .

طول مادگی

طول مادگی نتایج جدول ۱ نشان دهنده تفاوت معنی داری در طول مادگی در بین جمعیت های بادام مورد مطالعه است. ژنوتیپ های AK4و AK20 طولانی ترین طول مادگی را نشان دادند، در حالی که AK42 و AK48 کوتاه ترین طول مادگی را داشتند (جدول ۲). طول کوتاه تر مادگی در ارقام بادام، به ویژه در گونه های خودگرده افشان، گرده افشانی را تسهیل می کند. در بادام، طول کوتاه تر مادگی و موقعیت پایین تر کلاله، رسیدن گرده به مقدار کافی به کلاله را آسان تر می کند و به گرده افشانی موفقیت آمیز کمک می کند(Weinbaum, 1985; Yi et al., 2006)

ضخامت مادگی

ضخامت مادگی جدول ۱ نشان دهنده تنوع قابل توجهی در ضخامت مادگی در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه است. جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌هایAK12 ، AK14، AK16 و AK18 بزرگترین قطر مادگی ۰.۳ سانتی‌متر را نشان دادند، در حالی که اکثر ژنوتیپ‌ها قطر کمتری ۰.۲ سانتی‌متر داشتند. تحقیقات نشان می‌دهد که قطر بزرگتر مادگی در بادام در طول گلدهی، احتمال تشکیل میوه موفق را افزایش می‌دهد(Bernad and Socias i Company, 1995)

فراوانی صفات مهم و جالب در برنامه‌های اصلاح بادام

در این مطالعه، فراوانی صفات مهم و جالب در اصلاح بادام نشان داد که ۷۲ درصد از ارقام انتخاب شده، باردهی متناوب ندارند، بنابراین می‌توان انتظار داشت که سالانه محصول ثابتی داشته باشیم. همچنین، ۴۸ درصد از ارقام نیمه ایستاده و ۴۲ درصد دیگر پراکنده هستند که این امر باعث می‌شود ژنوتیپ‌های مناسبی برای عملیات برداشت و نگهداری انتخاب شوند. از سوی دیگر، عادت باردهی، که ۲۸ درصد از آنها از نوع اسپور و ۷۲ درصد بقیه از نوع مختلط هستند و در این تحقیق، نوع مختلط غالب‌تر است، ۵۸ درصد پربار و ۴۲ درصد از ژنوتیپ‌های دیگر بسیار پربار و متوسط بارور هستند که نشان دهنده عملکرد نسبتاً مطلوب و متعادل است. شصت و دو درصد از ژنوتیپ‌ها دیرگل، ۶ درصد دیرگل تا گلدهی اضافی و ۲ درصد گلدهی اضافی، به منظور انتخاب ارقام امیدبخش و مطلوب که مهمترین ویژگی آنها تحمل و فرار از سرمازدگی دیررس بهاره و کاهش خسارت سرمازدگی و دستیابی به محصول مطلوب و پایدار و ایجاد باغ‌های بادام پایدار در مناطق سردسیر است. ۲۴ درصد از ارقام، متوسط تا دیرگل، ۴ درصد متوسط تا متوسط گل و ۲ درصد زودگل تا متوسط گل هستند که جهت‌گیری انتخاب ارقام امیدبخش و مطلوب را برای کشت در مناطقی که خطر سرمازدگی وجود ندارد (مناطق نیمه گرمسیری) نشان می‌دهد. بنابراین، صفات ژنتیکی دیرگل و متناوب باردهی، تیپ باردهی مخلوط، هیپانتیوم نارنجی خالص، کلاله و بساک در یک سطح و رنگ سفید گل‌ها با بیشترین فراوانی در جمعیت مورد مطالعه بادام مشاهده شد. برخی از صفات، مانند جوانه مضاعف، می‌توانند ارتباط مستقیمی با عملکرد بالای ارقام بادام داشته باشند.

در بادام، جوانه‌های گل معمولاً منفرد هستند. به این معنی که هر جوانه گل یک مادگی دارد، اما در برخی ارقام مانند تونو یا نسل‌های بعدی این رقم، هر جوانه گل قبل از متورم شدن، شبیه یک جوانه واحد است و وقتی باز می‌شود، درون هر جوانه گل دو جوانه وجود دارد. جالب است که در برخی موارد، دو مادگی درون هر جوانه گل ظاهر می‌شود که به این ترتیب بر راندمان عملکرد ارقام تأثیر می‌گذارد

آمار توصیفی برای صفات متغیر گل در ۵۰ ژنوتیپ بادام

همچنین از آمار توصیفی برای تعیین شاخص‌های بین صفات، شامل شاخص تنوع، حداکثر، حداقل، ضریب تغییر واریانس، انحراف معیار و میانگین صفات استفاده شد. و نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که بالاترین شاخص تنوع متعلق به طول گلبرگ با ۳۴.۳۹ درصد و پس از آن اندازه گل با ۲۴.۴۸ درصد است. در همین حال، کمترین شاخص تنوع شامل طول کاسبرگ با ۱۴.۶۰ درصد است. بنابراین، هرچه شاخص تنوع بالاتر باشد، کارایی انتخاب برای آن صفت بیشتر است.

جدول ۵- شاخص تنوع، حداکثر، حداقل، ضریب تغییر واریانس، انحراف معیار و میانگین صفات بادام.

Variable	Mean	SE Mean	StDev	Variance	Coef Var	Minimum	Maximum	Diversity index (%)
Flower size	35.850	0.719	8.777	77.034	24.48	3.960	46.800	24.48
Petal length	14.367	0.403	4.942	24.419	34.39	1.900	21.000	34.39
Petal width	12.209	0.220	2.696	7.269	22.08	1.000	18.000	22.08
Sepal length	5.3774	0.0645	0.7852	0.6165	14.60	3.8000	7.0000	14.60
Sepal width	3.6983	0.0569	0.6945	0.4823	18.78	2.0000	5.0000	18.77
Stamen number	26.316	0.357	4.376	19.152	16.63	14.990	35.000	16.62
Stamen row	1.9959	0.00345	0.0422	0.00178	2.12	1.8800	2.3000	2.11
Pistil length	13.358	0.166	2.035	4.143	15.24	9.000	17.000	15.23
Pistil width	2.3213	0.0467	0.5718	0.3270	24.63	1.0000	3.1000	24.63

نتیجه‌گیری

در این تحقیق مشخص شد که ژنوتیپ‌ها در تمام صفات فنولوژیکی تنوع گسترده‌ای داشتند. به طوری که بیشترین اندازه گل، تعداد پرچم و طول مادگی به ترتیب از ۴.۶ سانتی‌متر (A2-18)، ۳۵.۱۳ (A1-10) و ۲.۵ سانتی‌متر) ژنوتیپ(A1-10) تا کمترین اندازه گل ۲.۷۳ سانتی‌متر(A1-14) ، تعداد پرچم ۳۴.۶۶ (A1-14) و طول مادگی ۱ سانتی‌متر (A1-12) بود. از نظر زمان گلدهی، ۵۰ رقم و ژنوتیپ بادام در گروه‌های زودگل تا دیرگل طبقه‌بندی شدند. همچنین، نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تجزیه خوشه‌ای (Cluster Analysis) نشان داد که تجزیه ریخت‌شناسی-فنولوژیکی می‌تواند اطلاعات قابل اعتمادی در مورد تنوع ژنوتیپ‌های بادام ارائه دهد. این کار می‌تواند گامی مهم در بررسی و دخالت دادن صفات مهم مرتبط با فنولوژی گلدهی در برنامه‌های اصلاحی و بهبود ژرم‌پلاسم بادام باشد.

منابع

ایمانی، ا. (۱۳۹۸). صنعت بادام در ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (تات). ۴۳ صفحه.

کشت قارچ و محصولات گلخانه‌ای. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران،۴۰۰ صفحه.

Anonymous. 2019. Protocol for tests on distinctness, uniformity and stability: Prunus dulcis (Mill.) D.A. Webb. Document TG/56/4 Corr. Rev., UPOV, Geneva.

Anonymous. 2022. UN Food and Agriculture Organization, Corporate Statistical Database (FAOSTAT). 2020. Retrieved 17 May 2022.

Anonymous. 2023a. FAO Statistical Data.

Anonymous. 2023b. Statistical Year Book of Agricultural Crops. 3rd Volume: Orchard.

Bernad, D. and Socias i Company, R. 1995. Characterization of some self-compatible almonds. II. Flower phenology and morphology. HortScience, 30(2): 321–324.

Casas, A.P., Salas-Huetos, A. and Salas-Salvadó, J. 2011. Mediterranean nuts: Origins, ancient medicinal benefits and symbolism. Public Health Nutrition, 14: 2296–2301.

De Giorgio, D. and Stelluti, M. 1995. Evaluation of germplasm collection of almond (*Prunus amygdalus* Batsch) through a multivariate analysis. Agricoltura Mediterranea, 125: 341–353.

Mitteroecker, P., Cheverud, J.M. and Pavlicev, M. [year not provided]. Multivariate analysis of genotype-phenotype association. Genetics, (4): 1345–1363.

Dicenta, F., Egea, J., Ortega, E., Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., Rubio, M., Martínez-García, P.J., Gómez, E.M., del Cueto, J., Sánchez-Prudencio, A. and Cremades, T. 2016. Almond breeding: Important issues and challenges for research. In: Kodad, O., López-Francos, A., Rovira, M. and Socias i Company, R. (Eds.), XVI GREMPA Meeting on Almonds and Pistachios. Zaragoza: CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, 119: 23–28.

Gavăt, C., Dumitru, L.M. and Carețu, G. 2013. Present and perspective of almond in southeastern Romania. Scientific Papers. Series B, Horticulture, LVII: 201–203.

Godini, A., de Palma, L. and Palasciano, M. 1992. Role of self-pollination and reciprocal stigma/anthers position on fruit set of eight self-compatible almonds. HortScience, 27: 887–889.

Gradziel, T.M. and Martínez-Gómez, P. 2013. Almond breeding. In: Janick, J. (Ed.), Plant Breeding Reviews. Wiley-Blackwell, New York, Vol. 37, pp. 207–258.

Kodad, O., Estopañán, G., Juan, T. and Socias i Company, R. 2013. Genetic diversity in an almond germplasm collection: Application of a chemometric approach. Acta Horticulturae, 976: 237–242.

Imani, A. 2022. Almond production experience in Iran compared to other countries in the world. Horticultural Sciences Research Institute (HSRI) Publications, p. 114.

Melhaoui, R., Addi, M., Houmy, N., Abid, M., Mihamou, A., Serghini-Caid, H., Sindic, M. and Elamrani, A. 2019. Pomological characterization of main almond cultivars from the North Eastern Morocco. International Journal of Fruit Science, 19: 413–422.

Pérez-Sánchez, R. and Morales-Corts, M.R. 2021. Agromorphological characterization and nutritional value of traditional almond cultivars grown in the Central-Western Iberian Peninsula. Agronomy, 11: 1238.

Rasouli, M., Fattahi Moghadam, M.R., Zamani, Z., Imani, A. and Ebadi, A. 2012. A study of the phenotypic diversity of some almond cultivars and genotypes, using morphological traits. Iranian Journal of Horticultural Science, 43(4): 357–370.

Oručević, A. and Aliman, J. 2018. The phenology of flowering and ripening of almond cultivars Nonpareil, Texas, Ferraduel and Genco in Herzegovina. International Journal of Plant & Soil Science, 21(3): 1–9.

Sánchez-Pérez, R., Del Cueto, J., Dicenta, F. and Martínez-Gómez, P. 2014. Recent advancements to study flowering time in almond and other Prunus species. Frontiers in Plant Science, 5: 334.

Socias i Company, R. 1990. Breeding self-compatible almonds. Plant Breeding Reviews, 8: 313–338.

Socias i Company, R., Alonso, J.M. and Gómez Aparisi, J. 2004. Fruit set and productivity in almond as related to self-compatibility, flower morphology and bud density. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 79: 754–758.

Sorkheh, K., Shirana, B., Khodambashi, M., Moradi, H., Gradziel, T.M. and Martínez-Gómez, P. 2010. Correlations between quantitative tree and fruit almond traits and their implications for breeding. Scientia Horticulturae, 125: 323–331.

Vargas, F.J. and Romero, M.A. 2001. Blooming time in almond progenies. Options Méditerranéennes, 56: 29–34.

Weinbaum, S.A. 1985. Role of natural self-pollination in self-fruitfulness of almond. Scientia Horticulturae, 27: 295–302.

Yi, W., Law, S.E., McCoy, D. and Wetzstein, H.Y. 2006. Stigma development and receptivity in almond (Prunus dulcis). Annals of Botany, 97(1): 57–63.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Phenological diversity of Iranian Almond and its involvement in breeding programs

Ali Imani[1*], Seyed Hatef Ghoreyshi Rad[2], Ali Mohamadi Torkashvand[2], Reza Azizinezhad[2] and Raheleh Ebrahimi[2]

1. Temperate Fruit Research Center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Almond is one of the most essential horticultural fruit crops of Iran, which has been the focus of Iranian growers for a long time due to its unique characteristics, such as being resistant to drought conditions and having nutritional and health value. This research was conducted at Karaj Horticulture Research Stations (HRS) in the same environmental conditions to investigate the qualitative and quantitative characteristics related to the phenological characteristics of almond cultivars and genotypes. The trees of these cultivars and genotypes were planted in a randomized complete block design in three replications and in each replication two trees of each cultivar and genotype. To measure the quantitative traits related to flowers, 10 of them in each cultivar and genotypes were randomly selected and measured. Qualitative traits related to morphological traits of cultivars and genotypes were also recorded using Multivariate analysis. In this research, it was found that the genotypes had a wide diversity in all phenological traits. For example, in terms of flower characteristics, a significant difference was observed at the statistical level of 1% between the studied cultivars and genotypes. So the highest flower size, number of stamens, and length of pistils belong to A2-18 (4.6 cm), A1-10 (35.13), and genotype A1-10 (2.5 cm), respectively, and also less the flower size, number of stamens, and pistil length belonged to genotypes A1-14 (2.73 cm), A1-14 (14.667), and A1-12 (1 cm), respectively. Regarding flowering time, 50 cultivars and genotypes of almonds were classified into early to late flowering groups. Also, the results of PCA and cluster analysis showed that morphological analysis can provide reliable information on the variability in almond cultivars and genotypes. This work can be an essential step in considering and involving important traits related to flowering phenology in breeding programs and the improvement of almond germplasm.

Keywords: Almond, Cultivar, Flower, Genotype, Growth, Plant.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر سیستم‌های مختلف کشت خاکی و بدون خاک بر صفات مورفولوژیک و عملکرد اسطوخدوس

سهیلا علیزاده[۱]، محمد جواد نظری دلجو[۱]*، نبی خضری‌نژاد[۱]، کامیار لاهیجانی[۱]، سیران فارابی[۱]، هیوا اسپوکه[۱] و شهین حمزه-زاده[۱]

۱- دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندها، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

*نویسنده مسئول: *mj.nazarideljou@iau.ac.ir*

چکیده

اسطوخدوس به دلیل ارزش دارویی و عطر متمایز، از گیاهان مهم در صنایع داروسازی و آرایشی- بهداشتی محسوب می‌شود. با توجه به محدودیت‌های کشت خاکی از جمله تنش‌های آبی و تغذیه‌ای، سیستم‌های نوین کشت بدون خاک به‌عنوان راهکاری برای افزایش کمیت و کیفیت محصول مطرح شده‌اند. این پژوهش با هدف بررسی واکنش‌های مورفولوژیک و عملکرد گیاه اسطوخدوس (*Lavandula officinalis*) در دو سیستم کشت خاکی و بدون خاک انجام شد. قلمه‌های اسطوخدوس پس از ضدعفونی با محلول قارچ‌کش، در گلدان‌های ۴ لیتری حاوی بستر خاکی (لومی-رسی) و بدون خاک (مخلوط پرلایت و کوکوپیت با نسبت حجمی مساوی) در محیط کنترل شده (گلخانه) در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار کشت شدند. نتایج نشان داد که سیستم کشت بدون خاک تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی، حجم ریشه و سطح برگ داشت. به‌طوری‌که وزن تر و خشک برگ در کشت بدون خاک به ترتیب ۴۳۶ و ۱۳۲ درصد بیشتر از کشت خاکی بود. همچنین، وزن تر و حجم ریشه در این سیستم به‌طور چشمگیری افزایش یافت، هرچند وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری نداشت. علاوه بر این، سطح برگ در کشت بدون خاک حدود ۱۱ برابر بیشتر از کشت خاکی بود. این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم کشت بدون خاک با فراهم نمودن محیط مناسب برای توسعه ریشه و جذب بهتر عناصر غذایی و در نتیجه بهبود رشد رویشی و افزایش عملکرد، گزینه مناسبی برای تولید اسطوخدوس در گلخانه است. با این حال، برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر به‌ویژه بررسی کارایی سیستم کشت بدون خاک، بررسی‌های تکمیلی تاثیر سیستم کشت بدون خاک بر ترکیبات ثانویه و اسانس گیاه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بیوماس، سیستم کشت، کشت گلخانه‌ای، گیاهان دارویی، هایدروپونیک.

مقدمه

اسطوخدوس (*Lavandula officinalis*) به‌عنوان یکی از گیاهان زینتی و دارویی با ارزش اقتصادی بالا، به دلیل کاربردهای گسترده در صنایع دارویی، آرایشی و عطرسازی، مورد توجه پژوهشگران و تولیدکنندگان قرار گرفته است (Baser and Buchbauer, 2015). این گیاه به دلیل ویژگی‌های زیستی مانند مقاومت به خشکی و نیاز کم به مواد مغذی (Hassiotis et al., 2014)، گزینه‌ای مناسب برای کشت در سیستم‌های مختلف کشاورزی محسوب می‌شود. با این حال، انتخاب سیستم کشت مناسب می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد، بیوماس و خصوصیات مورفولوژیک این گیاه داشته باشد. کشت خاکی به دلیل سادگی و هزینه اولیه کمتر مهمترین روش کشت در تولید محصولات زراعی و باغی محسوب می‌شود. لیکن در دهه‌های اخیر، توجه به سیستم‌های کشت بدون خاک به دلیل مزایایی نظیر بهره‌وری بالاتر آب، کنترل دقیق‌تر شرایط تغذیه‌ای و کاهش مشکلات خاک‌محور (Savvas and Passam, 2002) افزایش یافته است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که سیستم کشت می‌تواند صفات کمی و کیفی گیاهان دارویی را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دهد. درهمین راستا، پژوهش‌های انجام‌شده بر روی ریحان (*Ocimum basilicum*) نشان‌دهنده افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه در سیستم هیدروپونیک در مقایسه با کشت خاکی بوده است (Sgherri et al., 2010). با این حال، اطلاعات محدودی در مورد واکنش اسطوخدوس به سیستم‌های مختلف کشت، به‌ویژه در محیط‌های کنترل‌شده مانند گلخانه، وجود دارد. این در حالی است که محیط گلخانه‌ای با کنترل عوامل محیطی نظیر دما، رطوبت و نور می‌تواند بهینه‌سازی رشد و عملکرد گیاه را تسهیل کند (Gruda, 2019). با توجه به منابع محدود آبی در ایران، و راندمان پایین تولید

در سیستم‌های کشت سنتی از جمله کشت خاکی، مهمترین هدف این آزمایش، بررسی واکنش مورفولوژیک اسطوخدوس به سیستم‌های مختلف کشت و بررسی پتانسیل بیوماس تولیدی این گیاه در کشت بدون خاک در مقایسه با کشت خاکی بود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی گیاهان و بسترهای کشت

قلمه‌های اسطوخدوس (*Lavandula officinalis*) از مرکز گیاهان دارویی زرین گیاه ارومیه تهیه شدند. برای جلوگیری از آلودگی‌های قارچی، اندام‌های هوایی و ریشه قلمه‌ها بلافاصله پس از برداشت با محلول قارچ‌کش ضدعفونی شدند. سپس، قلمه‌ها به گلدان‌های ۴ لیتری حاوی بستر خاکی (لومی-رسی) و بستر بدون خاک (مخلوط حجمی برابر پرلایت و کوکوپیت) منتقل شدند. پس از استقرار گیاهان (حدود ۱۵ روز پس از انتقال به گلدان)، تغذیه و آبیاری بر اساس نوع بستر کشت آغاز شد. کودآبیاری گیاهان کشت شده در بسترهای بدون خاک، با محلول غذایی هوگلند و آرنون (۱۹۵۰) با هدایت الکتریکی (EC) ۲.۵ دسی‌سیمنس بر متر به‌صورت روزانه در سه نوبت (صبح، ظهر، و عصر) اعمال شد. در مقابل بسترهای خاکی، صرفا با آب معمولی آبیاری شدند. برای جلوگیری از کمبودهای احتمالی عناصر معدنی در بستر خاکی، تمامی گیاهان در ابتدای آزمایش با محلول رقیق‌شده هوگلند ($^1/_4$ غلظت با EC برابر ۰.۶ دسی‌سیمنس بر متر) کودآبیاری شدند. شرایط محیطی گلخانه شامل دمای روزانه ۲۶ درجه سلسیوس، دمای شبانه ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ درصد حفظ شد.

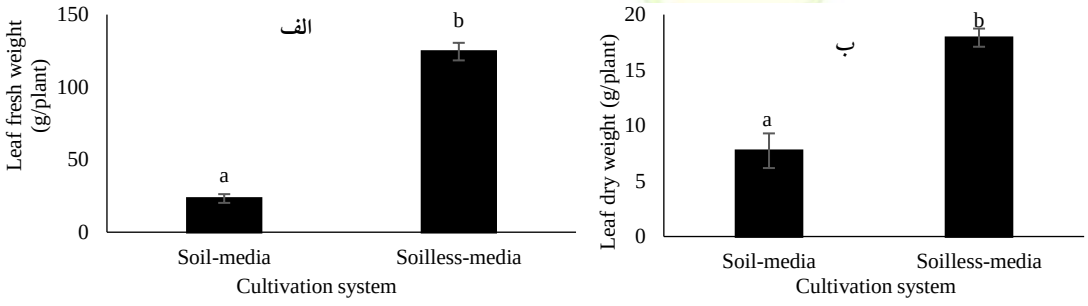
در پایان دوره آزمایش و در مرحله گلدهی گیاهان، صفات مورفولوژیک و بیوماس مورد ارزیابی قرار گرفتند. گیاهان برداشت‌شده به بخش‌های اندام‌های هوایی و ریشه تقسیم شدند. وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه بلافاصله پس از برداشت با ترازوی دیجیتال با دقت ۰.۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. حجم ریشه با روش جابجایی آب (استفاده از استوانه مدرج) اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (LI-COR LI-3000C) تعیین گردید.

طرح آزمایشی و تجزیه داده‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با دو تیمار (کشت خاکی و بدون خاک) و سه تکرار انجام شد. هر تکرار شامل پنج گلدان بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۴ تجزیه و تحلیل شدند، و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

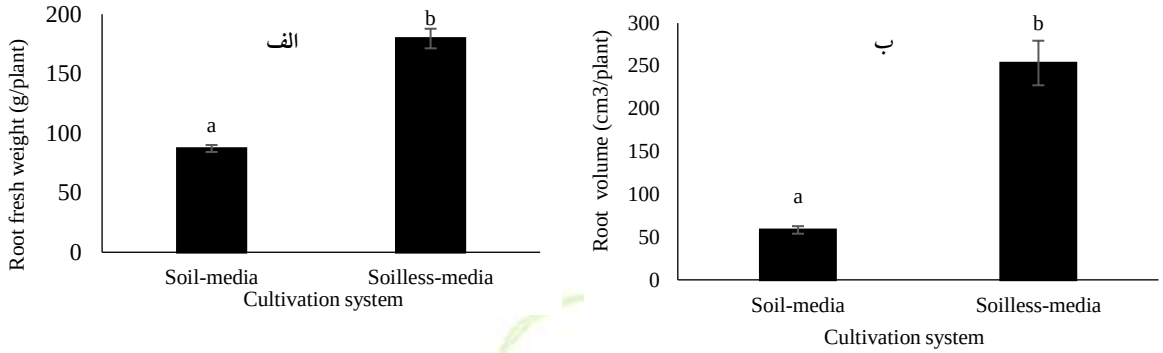
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر تاثیر معنی‌دار سیستم کشت بر صفات مورد بررسی بود. همان‌طوری‌که که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد بیشترین وزن تر (۱-الف) و خشک (۱-ب) برگ به عملکرد در گیاهان پرورش یافته در سیستم کشت بدون خاک در مقایسه با بستر خاکی بدست آمد. به‌عبارتی، سیستم کشت بدون خاک به‌ترتیب منجر به افزایش ۴۳۶ و ۱۳۲درصد وزن تر و خشک در مقایسه با کشت خاکی شدند.



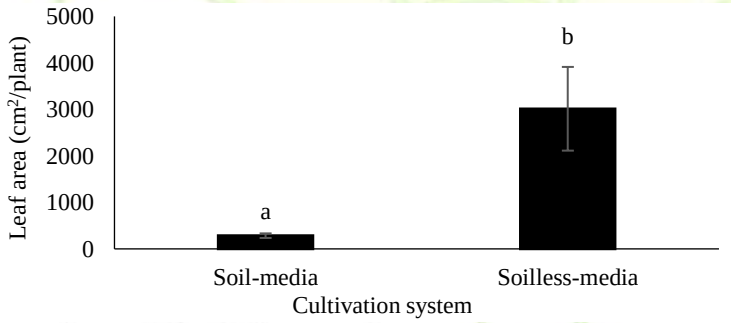
شکل ۱- وزن تر (الف) و خشک (ب) برگ اسطوخدوس تحت تاثیر سیستم‌های مختلف کشت.

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده معنی‌داری وزن تر و حجم ریشه به سیستم کشت بود. هرچند وزن خشک ریشه بطور معنی‌داری تحت تاثیر سیستم کشت قرار نگرفت. همانطور که در شکل‌های ۲ الف و ب مشاهده می‌شود وزن تر و حجم ریشه در کشت بدون خاک به‌طور چشمگیری در مقایسه با کشت خاکی بیشتر است.



شکل ۲- وزن تر ریشه (الف) و حجم ریشه (ب) برگ اسطوخدوس تحت تاثیر سیستم‌های مختلف کشت.

سطح برگ یکی دیگر از پارمترهای مهم و موثر در ظرفیت فتوسنتزی و همچنین بیوماس گیاه در سیستم کشت بدون خاک بیشتر بود. برهمین اساس، سطح برگ در بوته در بستر بدون خاک حدود ۱۱ برابر بستر خاکی بود (شکل ۳).



شکل ۳- سطح برگ اسطوخدوس تحت تاثیر سیستم‌های مختلف کشت.

نتایج این مطالعه نشان داد که سیستم کشت بدون خاک به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش ۴۳۶ درصدی وزن تر برگ و ۱۳۲ درصدی وزن خشک برگ در مقایسه با کشت خاکی شده است. این یافته‌ها با مطالعات پیشین که برتری سیستم‌های هیدروپونیک را در تأمین بهینه آب و عناصر غذایی تأیید می‌کنند، همسو است. در سیستم‌های بدون خاک، دسترسی گیاه به عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و پتاسیم که نقش کلیدی در رشد رویشی دارند، افزایش می‌یابد. همچنین، کنترل دقیق pH و EC در این سیستم‌ها از تنش‌های تغذیه‌ای جلوگیری کرده و بهینه‌سازی فتوسنتز را به دنبال دارد (Resh, 2022).

افزایش معنی‌دار وزن تر و حجم ریشه در کشت بدون خاک نشان‌دهنده توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای در این سیستم است. این امر می‌تواند ناشی از تهویه مناسب محیط ریشه و کاهش مقاومت مکانیکی خاک در مقایسه با بسترهای سنتی باشد (Gashgari et al., 2018). با این حال، عدم تفاوت معنی‌دار در وزن خشک ریشه بین دو سیستم ممکن است نشان‌دهنده آن باشد که کشت بدون خاک اگرچه باعث افزایش جذب آب و رشد سلولی می‌شود، اما لزوماً بر تجمع مواد خشک در ریشه تأثیر نمی‌گذارد. مشاهده افزایش ۱۱ برابری سطح برگ در کشت بدون خاک، گویای ظرفیت بالاتر این سیستم در بهبود فرآیندهای فتوسنتزی و تولید بیوماس است. سطح برگ بیشتر مستقیماً با جذب نور و کارایی فتوسنتز مرتبط است و می‌تواند توضیح‌دهنده برتری عملکرد در سیستم‌های بدون خاک باشد. این نتایج با یافته‌های محققانی

که گزارش کرده‌اند کشت بدون خاک با کاهش تنش‌های محیطی (مانند کم‌آبی و شوری)، توسعه برگ را تسهیل می‌کند، همخوانی دارد (Conversa et al., 2021).

به‌طور کلی، این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم کشت بدون خاک با تأمین بهینه منابع و کاهش تنش‌های محیطی، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای افزایش تولید گیاهان دارویی اسطوخدوس مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، برای تعمیم‌پذیری نتایج، پیشنهاد می‌شود تأثیر این سیستم بر ترکیبات ثانویه مؤثر (مانند اسانس‌ها) نیز بررسی شود. همچنین، مقایسه اقتصادی دو سیستم از جنبه هزینه‌های راه‌اندازی و نگهداری می‌تواند به تصمیم‌گیری نهایی کمک کند.

منابع

Baser, K.H.C. and Buchbauer, G. 2009. Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. CRC Press.

Conversa, G., Bonasia, A., Lazzizera, C. and Elia, A. 2021. Soilless cultivation system, electrical conductivity of nutrient solution, and growing season on yield and quality of baby-leaf oak-leaf lettuce. Agronomy, 11(6): 1220.

Gashgari, R., Alharbi, K., Mughrbil, K., Jan, A. and Glolam, A. 2018. Comparison between growing plants in hydroponic system and soil-based system. In: Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering. ICMIE, Madrid, Spain, 18: 1–7.

Gruda, N.S. 2019. Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. Agronomy, 9(6): 298.

Hassiotis, C.N., Ntana, F., Lazari, D.M., Poulios, S. and Vlachonasios, K.E. 2014. Environmental and developmental factors affect essential oil production and quality of Lavandula angustifolia during flowering period. Industrial Crops and Products, 62: 359–366.

Passam, H. (Ed.). 2002. Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications, Athens, pp. 15–23.

Passam, H.C. 2002. Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications, Athens, pp. 15–23.

Resh, H.M. 2022. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. CRC Press.

Sgherri, C., Cecconami, S., Pinzino, C., Navari-Izzo, F. and Izzo, R. 2010. Levels of antioxidants and nutraceuticals in basil grown in hydroponics and soil. Food Chemistry, 123(2): 416–422.

.

Effect of Different Soil-Based and Soilless Cultivation Systems on Morphological Response and Performance of Lavender (*Lavandula officinalis*)

Soheila Alizadeh[1], Mohammad Javad Nazarideljou[1*], Nabi Khazrinejad[1], Kamyar Lahijani[1], Seyran Farabi[1], Hiva Aspoukeh[1] and Shahin Hamzehzadeh[1]

1. Institute of Agriculture, Water, Food, and Nutraceuticals, Mah.C., Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

[*]Corresponding Author: mj.nazarideljou@iau.ac.ir

Abstract

Lavender (*Lavandula officinalis*) is considered an important medicinal plant in pharmaceutical and cosmetic industries due to its therapeutic value and distinctive fragrance. Given the limitations of soil-based cultivation, including water and nutritional stresses, modern soilless cultivation systems have emerged as a solution to enhance both yield quantity and quality. This study investigated the morphological responses and growth performance of lavender plants under two cultivation systems: soil-based (loamy-clay substrate) and soilless (1:1 v/v perlite-cocopeat mixture). Sterilized lavender cuttings were planted in 4-liter pots under controlled greenhouse conditions using a completely randomized design with three replications. Plants in the soilless system were irrigated with Hoagland nutrient solution (EC=2.5 dS/m), while the soil-based system received regular water. Results demonstrated that the soilless cultivation system significantly increased fresh (436%) and dry (132%) shoot weight, root volume, and leaf area compared to soil cultivation. Although no significant difference was observed in root dry weight, the soilless system remarkably enhanced fresh root weight (3.2-fold) and root volume. Notably, leaf area in the soilless system was approximately 11 times greater than in soil cultivation. These findings indicate that soilless cultivation, by providing optimal conditions for root development and nutrient uptake, significantly improves vegetative growth and biomass production in greenhouse-grown lavender. However, complementary studies are recommended to evaluate the system's effects on secondary metabolites and essential oil composition for comprehensive assessment of cultivation efficiency.

Keywords: Biomass, Cultivation system, Greenhouse production, Medicinal plants, Hydroponics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات سه رقم گرده دهنده خرما بر میوه‌نشینی خرمای رقم سویدانی

سید سمیح مرعشی[1*]

۱- پژوهشکده خرما و میوه های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *samihmarashi@gmail.com*

چکیده

رقم سویدانی یکی از مرغوب‌ترین ارقام خرمای ایران و بومی منطقه شادگان در استان خوزستان است که در منطقه اهواز میوه‌نشینی پایینی دارد. به منظور مطالعهٔ اثرات سه رقم گرده دهندهٔ خرما یعنی غنامی، سمسماوی و وردی بر میوه‌نشینی این رقم، آزمایش حاضر در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تیمار (ارقام گرده دهنده) و ۴ بلوک در منطقه اهواز اجرا گردید. آزمایش شامل ۱۲ اصله نخل یکسان (به عنوان واحدهای آزمایشی) بود که تحت شرایط مشابه رشد یافته بودند. حدود سه روز بعد از باز شدن طبیعی اولین غلاف‌ها، همه غلاف‌ها در هر نخل در یک زمان گرده‌افشانی شدند. پنج، ده و پانزده هفته پس از گرده‌افشانی، درصدهای میوه‌های بذردار (میوه‌نشینی)، میوه‌های بدون بذر و گلها و میوه‌های ریزش یافته محاسبه گردید. نتایج نشان داد که هیچ گونه اختلاف معنی‌داری میان ارقام گرده دهنده از نظر تأثیر بر درصدهای میوه‌نشینی، میوه‌های بدون بذر و گلها و میوه‌های ریزش یافته در رقم سویدانی وجود ندارد. با توجه به این که گرده‌افشانی گلهای سویدانی با گرده همهٔ ارقام نر آزمایش شده، به میوه‌نشینی مطلوب منجر شد، همهٔ این ارقام با رعایت شیوه و زمان گرده‌افشانی به کار رفته در این تحقیق، برای گرده‌افشانی خرمای رقم سویدانی قابل توصیه هستند. با وجود این، ریزش بیش از اندازه میوه در مراحل مختلف رشد، به عنوان عامل اصلی میوه‌نشینی پایین این رقم در منطقه اهواز، مشکلی است که باید علل و راههای حل آن در تحقیقات آینده مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: خرمای رقم سویدانی، رقم گرده‌دهنده خرما و میوه‌نشینی.

مقدمه

سویدانی یکی از مرغوب‌ترین ارقام خرمای کشور و بومی منطقهٔ شادگان در استان خوزستان است. میوهٔ آن در مرحلهٔ خرما، خشک، شیرین و بسیار دلچسب است و به راحتی قابل حمل و نقل بوده و برای نگهداری به مدت طولانی مناسب می‌باشد (هاشم‌پور، ۱۳۷۸). اما میوه‌نشینی اندک رقم سویدانی در منطقهٔ اهواز از مشکلات عمده‌ای است که در اکثر سالها، حتی اگر همهٔ عملیات باغی براساس آخرین یافته‌های علمی صورت گیرد، مشاهده می‌گردد. از سوی دیگر، مشخص شده است که گرده‌های تولید شده توسط نخل‌های نر متفاوت از نظر ژنتیکی، قوهٔ نامیه (زیوایی) (viability) متفاوتی دارند. به طوری که، استفاده از گردهٔ با قوه نامیهٔ بالا ضامن میوه‌نشینی بهتر و به دنبال آن عملکرد قابل قبول خواهد بود. به عبارت دیگر، کاربرد گرده کافی تضمین کنندهٔ میوه‌نشینی خوب نیست مگر آن که گرده مورد استفاده زیوا بوده و از درصد جوانه‌زنی بالایی برخوردار باشد. به علاوه، ارقام مختلف نر از نظر کیفیت گرده، میزان گرده تولیدی در یک غلاف و اندازه دانه گرده بسیار متفاوت هستند (Zaid, 1999). آزمایش‌های متعددی در زمینهٔ بررسی اثرات ارقام مختلف گرده دهندهٔ خرما روی میوه‌نشینی، ریزش گل و میوه، عملکرد، خواص کمی و کیفی و زمان رسیدن میوه خرما انجام شده است (سماوی اوزی، ۱۳۷۸، Helail and El-Kholey, 2000، Muhtaseb and Ghanim, 2006، Shafique et al., 2011، Zargari et al., 2023 و Kadri et al., 2024). بنابراین، با توجه به این که گرده‌افشانی مصنوعی برای بارور شدن مطلوب گلها و میوه‌نشینی کافی در خرما ضروری است و رقم گرده دهنده نیز یک عامل مهم مؤثر بر کارایی گرده‌افشانی و میوه‌نشینی می باشد (Zaid, 1999)، پژوهش حاضر روی رقم سویدانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تیمار که مهمترین ارقام گرده دهنده (نر) خرمای استان خوزستان با نامهای غنامی، سمسماوی و وردی بودند و ۴ بلوک (تکرار)، در منطقه اهواز اجرا گردید. آزمایش شامل ۱۲ اصله نخل بارور یکسان (به عنوان واحدهای آزمایشی) از رقم سویدانی بود که تحت شرایط مشابه در کلکسیون ذخایر توارثی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در اهواز نگهداری شده بودند. عملیات باغی به طور یکسان و بر طبق آخرین یافته‌های تحقیقاتی برای همهٔ درختان آزمایشی اجرا گردید. حدود سه روز بعد از باز شدن طبیعی اولین غلاف‌ها، همه غلاف‌ها در هر نخل در یک زمان گرده‌افشانی شدند. در حقیقت، گرده‌افشانی از حدود ۱۷ روز قبل تا ۳ روز بعد از شکاف خوردن طبیعی غلاف‌ها صورت گرفت. شیوهٔ گرده‌افشانی عبارت از قرار دادن چهار خوشه‌چهٔ نر خشک شدهٔ جدید با اندازهٔ متوسط (خوشه‌چه‌ها برای حدود هفت تا ده روز در یک اتاق خنک و تاریک نگهداری شده بودند) در میان خوشه‌چه‌های هر گل‌آذین ماده بود. پنج، ده و پانزده هفته بعد از گرده‌افشانی، ۱۰ خوشه‌چه از هر نخل (با انتخاب ۵ خوشه از هر نخل و چیدن ۲ رشته از هر خوشه) نمونه‌برداری شد و درصدهای میوه‌های بذردار (میوه‌نشینی)، میوه‌های بدون بذر و گلها و میوه‌های ریزش یافته (ریزش گل و میوه) مطابق فرمولهای زیر محاسبه گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های داده‌ها، با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.4 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

تعداد جای خالی (گل و میوه ریزش یافته) + تعداد میوه بدون بذر + تعداد میوه بذردار = تعداد کل گلها

۱۰۰ × (تعداد کل گلها / تعداد میوه بذردار) = درصد میوه‌نشینی

۱۰۰ × (تعداد کل گلها / تعداد میوه بدون بذر) = درصد میوه بدون بذر

۱۰۰ × (تعداد کل گلها / تعداد جای خالی گل و میوه) = درصد ریزش گل و میوه

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها روی صفات بررسی شده در هر سه مرحلهٔ ۵، ۱۰ و ۱۵ هفته پس از گرده‌افشانی، شامل درصد میوه‌نشینی، درصد میوه‌های بدون بذر و درصد گلها و میوه‌های ریزش یافته نشان داد که هیچ گونه اختلاف معنی‌داری میان ارقام نر از نظر تأثیر بر این صفات وجود ندارد (جدول‌های ۱ و۲). لازم به ذکر است که همهٔ میوه‌های بدون بذر (غیر قابل مصرف) شمارش شده در ۵ هفته پس از گرده‌افشانی، حدود ۱ تا ۲ هفته بعد ریزش نمودند و هنگام ثبت صفات در ۱۰ و ۱۵ هفته پس از گرده‌افشانی، هیچ گونه میوهٔ بدون بذری دیده نشد. بدین ترتیب، داده‌برداری‌ها در این دو مرحله تنها به درصد میوه‌های بذردار (میوه‌نشینی) و درصد گلها و میوه‌های ریزش یافته منحصر بود و ضمناً با توجه به یکسان بودن نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها روی این دو صفت در هر یک از مراحل داده‌برداری مزبور، تنها نتایج مربوط به درصد میوه‌نشینی ارایه گردید. نتایج تحقیق حاضر با نتایج حاصل از گرده‌افشانی رقم خرمای دگلت‌نور با گرده ارقام نر مشابه (Marashi and Pezhman, 2010) مطابقت دارد. پیش از این گزارش شده بود که برخی ارقام خرما با بعضی از ارقام نر در مقایسه با ارقام نر دیگر، درصد میوه‌نشینی و عملکرد بهتر و درصد میوه بدون بذر و یا ریزش کمتری نشان می‌دهند (سماوی اوزی، ۱۳۷۸، Zaid, 1999، Shafique et al., 2011، Zargari et al., 2023 و Kadri et al., 2024).

جدول ۱ـ نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات داده‌برداری شده در ۵، ۱۰ و ۱۵ هفته پس از گرده‌افشانی.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد میوه‌نشینی۱§	درصد میوه بدون‌بذر۱	درصد ریزش گل و میوه۱	درصد میوه‌نشینی۲	درصد میوه‌نشینی۳
بلوک (نخل)	۳	۱/۶۰۵ ns	۲۵/۵۵۵ ns	۳۹/۶۱۵*	۲۶/۱۰۷ ns	۶/۱۲۳ns
تیمار (رقم گرده‌دهنده)	۲	۱۳/۹۲۸ ns	۳۰/۳۰۷ ns	۷/۲۸۵ns	۱۴/۶۵۴ ns	۹/۶۴۰ ns
خطای آزمایش	۶	۲۷/۲۰۴	۱۹/۹۳۶	۶/۶۷۴	۲۶/۷۱۴	۵/۷۳۳

* : معنی‌دار در سطح ۵٪ ns : غیر معنی‌دار. § : اعداد ۱، ۲ و ۳ بیانگر مرحلهٔ داده‌برداری صفات یعنی به ترتیب ۵ ، ۱۰ و ۱۵ هفته پس از گرده‌افشانی است.

جدول ۲ـ تأثیر رقم گرده دهنده بر صفات داده‌برداری شده در ۵، ۱۰ و ۱۵ هفته پس از گرده‌افشانی.

رقم گرده دهنده	درصد میوه‌نشینی۱§	درصد میوه بدون بذر۱	درصد ریزش گل و میوه۱	درصد میوه‌نشینی۲	درصد میوه‌نشینی۳
غنامی	۶۰/۵ a	۱۹/۵a	۲۰/۰ a	۳۵/۹ a	۱۲/۵a
سمسماوی	۵۸/۱ a	۲۰/۷ a	۲۱/۲ a	۳۳/۴ a	۱۰/۵ a
وردی	۵۶/۸ a	۲۴/۸ a	۱۸/۴ a	۳۲/۲ a	۱۳/۶ a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند. § : اعداد ۱، ۲ و ۳ بیانگر مرحلهٔ داده‌برداری صفات یعنی به ترتیب ۵ ، ۱۰ و ۱۵ هفته پس از گرده‌افشانی است.

برخی محققان بر این عقیده‌اند که بین ارقام نر و مادهٔ مختلف سازگاری متفاوتی وجود دارد. با وجود این، بسیاری از محققان هیچ گونه ناسازگاری بین کلونها (Interclonal incompatibility) مشاهده نکرده‌اند و میوه‌نشینی‌های به دست آمده همواره رضایت بخش بوده است (Zaid, 1999). به علاوه، بروز برخی تفاوتها در درصدهای میوه‌نشینی، میوه‌های بدون بذر و ریزش گل و میوه در اثر گرده‌افشانی با گردهٔ ارقام نر مختلف در تحقیقات گذشته، به تفاوت احتمالی میان ارقام نر از نظر عواملی مانند قوهٔ نامیه و درصد جوانه زنی گرده، سرعت رشد لولهٔ گرده و میزان و کیفیت دانهٔ گردهٔ تولیدی، نسبت داده شده است (Zaid, 1999 و Shafique et al., 2011). با توجه به این که گرده‌افشانی گلهای رقم سویدانی با گردهٔ همهٔ ارقام نر آزمایش شده در این تحقیق، علی رغم تبدیل شدن بخشی از گلها به میوه‌های بدون بذر، به استناد منابع علمی (Zaid, 1999) به میوه‌نشینی مطلوب منجر گردید و شیوه و زمان گرده‌افشانی نیز همانند سایر عملیات باغی، برای کلیه این ارقام یکسان اجرا شد، به نظر می‌رسد هیچ گونه ناسازگاری میان ارقام گرده دهندهٔ آزمایش شده و رقم خرمای سویدانی، وجود ندارد و یا میان این ارقام از نظر عوامل فوق الذکر تفاوتی دیده نمی‌شود. بر اساس نتایج این تحقیق، اگرچه کاهش درصد میوه‌های بدون بذر می‌تواند به افزایش میوه‌نشینی رقم سویدانی منتهی شود اما به علت پایین بودن درصد این میوه‌ها درمقایسه با میوه‌های بذردار و ریزش کامل آنها در ۶ تا ۷ هفته اول رشد، که به عنوان بخشی از ریزش طبیعی معمول میوه در ارقام خرما قابل اغماض است، نمی‌تواند عامل تعیین کنندهٔ مهمی در میوه‌نشینی این رقم باشد. اما ریزش بیش از اندازه (غیرعادی) میوه که تا مراحل پایانی رشد میوه ادامه دارد، به عنوان عامل اصلی میوه‌نشینی پایین رقم سویدانی در منطقهٔ اهواز (جدول۲ و شکل۱)، مطرح است که به از بین رفتن بخش اعظم محصول درخت در مراحل مختلف پیش از برداشت منجر می‌شود و باید علل و راههای حل آن در تحقیقات آینده مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۱– ریزش شدید میوهٔ سویدانی، خوشه‌چهٔ تنک در مرحلهٔ کیمری (راست) و خوشه‌های تنک در مرحلهٔ خارک (چپ) **منابع**
سماوی اوزی، ح. ۱۳۷۸. بررسی اثرات دانه گرده ارقام مختلف خرما بر خواص کمی و کیفی هلیلی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. بندرعباس: انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان.

منابع

هاشم پور، م. ۱۳۷۸. گنجینه خرما. جلد اول (کلیات). چاپ اول . تهران: نشر آموزش کشاورزی.

Helail, B.M. and El-Kholey, L.A. 2000. Effect of pollen grain sources on palm fruiting and date quality of Hallawy and Khadrawy date palms. Annals of Agricultural Sciences, 38: 479–494.

Kadri, K., Jemni, M., Mesnoua, M., Sharma, S.S., Malik, A.A., Makhlouf, S. and Elsafy, M. 2024. Study on the effects of pollen sources on the agronomic, biochemical, mineral, and pomological traits of date palm (Phoenix dactylifera L.) cv. 'Deglet Nour' fruits in Degache Oases (Tunisia). Genetic Resources and Crop Evolution, 71: 3721–3733.

Marashi, S.S. and Pezhman, H. 2010. Effects of five date pollinizing cultivars on fruit set of Deglet Noor dates. 4th International Date Palm Conference, Abu Dhabi, UAE.

Muhtaseb, J. and Ghanim, H. 2006. Effect of pollen source on productivity, maturity and fruit quality of 'Hayyani' date palm. Journal of Applied Horticulture, 8: 170–172.

Shafique, M., Khan, A.S., Malik, A.U., Shahid, M., Rajwana, I.A., Saleem, B.A., Amin, M. and Ahmad, I. 2011. Influence of pollen source and pollination frequency on fruit drop, yield and quality of date palm (Phoenix dactylifera L.) cv. Dhakki. Pakistan Journal of Botany, 43(2): 831–839.

Zaid, A. 1999. Date Palm Cultivation. FAO Technical Bulletin No. 156, FAO Publications, Rome.

Zargari, H., Talaie, A., Dehghani Shurki, Y. and Abdossi, V. 2023. Effect of pollen source on fruit set, yield, and physical properties of tissue culture-derived and offshoot-derived date palm, cv. 'Barhi' and 'Piarom'. International Journal of Horticultural Science and Technology, 10(4): 445–462.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Three Date Pollinizing Cultivars on Fruit Set of Sowaidani Dates

Seyyed Samih Marashi[1*]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahwaz, Iran
Corresponding Author: samihmarashi@gmail.com

Abstract

The Sowaidani cultivar is one of the most desirable date cultivars of Iran native to Shadegan region in Khouzestan province having low fruit set in Ahwaz region. In order to study the effects of three date pollinizers i.e. Ghannami, Semesmawi and Wardi on fruit set of this cultivar, the present experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 treatments (date pollinizers) and 4 blocks in Ahwaz region. The experiment consisted of 12 equal palms (as experimental units) grown under the same conditions. About three days after nutural opening of the first spathes, all of the spathes in each palm were pollinated at the same time. Five, ten and fifteen weeks after pollination, the percentages of seeded fruits (fruit set), seedless fruits and dropped flowers and fruits were calculated. The results showed that there were no significant differences between the tested date pollinizers in affecting the percentages of fruit set, seedless fruits and dropped flowers and fruits of Sowaidani dates. Considering that pollination of Sowaidani flowers by pollen of all of the tested male cultivars, resulted in good fruit set, all of these cultivars are recommendable for pollinating Sowaidani dates using the pollination maner and time applied in the present study. However, excessive fruit drop during different growth stages, as the main factor for low fruit set of this cultivar in Ahwaz region, is the problem of which reasons and related solutions should be studied in future researches.

Keywords: Date pollinizing cultivars, Fruit set, Sowaidani dates.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر امواج فراصوت بر ریشه‌دهی و برخی خصوصیات رویشی قلمه‌های رزماری در شرایط کنترل شده

فاطمه ایمانی[1*]، آیناز بیرامی[1] و علی رضایی[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *imani_f@modares.ac.ir*

چکیده

رزماری (*Rosmarinus officinalis* L) از خانواده‌ی نعناعیان، گیاهی دارویی، خشبی، چندساله و همیشه‌سبز است که تکثیر آن عمدتاً از طریق قلمه‌زنی انجام می‌شود. یکی از چالش‌های اصلی در فرآیند تکثیر، ارتقاء درصد و کیفیت ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر امواج فراصوت بر بهبود فرآیند ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری طراحی و اجرا شد. در این مطالعه، قلمه‌ها تحت تیمارهای صوتی با فرکانس ۴۰ کیلوهرتز و توان ۱۰۰ وات برای مدت‌زمان‌های ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ ثانیه قرار گرفتند. پس از گذشت سه ماه، شاخص‌های مورفولوژیک از جمله درصد ریشه‌دهی، تعداد و طول ریشه، تعداد برگ و برگچه، طول و قطر ساقه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار فراصوت به‌ویژه در مدت زمان ۲۴۰ ثانیه موجب افزایش معنی‌دار درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه‌ها و برخی صفات رویشی گردید. اگرچه اختلاف آماری معنی داری در طول و قطر ساقه مشاهده نشد، اما روند افزایشی در طول ساقه با افزایش مدت زمان تیمار به‌طور واضحی قابل مشاهده بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که امواج فراصوت می‌تواند از طریق افزایش نفوذپذیری غشای سلولی، تسهیل انتقال مواد و تحریک ترشح هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، به بهبود فرآیند ریشه‌زایی کمک کند. بر این اساس، استفاده از فناوری فراصوت به‌عنوان یک روش نوین، مؤثر و کم‌هزینه در تکثیر غیرجنسی رزماری پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: امواج فراصوت ، رزماری، رشد رویشی، ریشه‌زایی.

مقدمه

رزماری یک گیاه معطر، همیشه‌سبز و چندساله از خانواده نعناعیان است (del Bano *et al*., 2003). این گیاه علاوه بر کاربردهای متنوع در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی، به‌واسطه دارا بودن خواص درمانی متعدد نظیر فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی و ضدالتهابی، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. از این‌رو، تکثیر مؤثر و سریع آن، به‌ویژه برای تولید انبوه در سطح تجاری، اهمیت بسزایی دارد. رزماری از طریق بذر، قلمه و خوابانیدن هوایی قابل تکثیر است، اما روش رایج و معمول در تکثیر این گیاه، ازدیاد غیرجنسی و از طریق قلمه‌زنی می‌باشد که به‌دلیل سادگی، هزینه‌ی پایین و امکان حفظ خصوصیات ژنتیکی پایه مادری، دارای مزایای چشمگیری است (مجنون‌حسینی و دوازده‌امامی، ۱۳۸۶). در تکثیر رویشی، ویژگی‌های مطلوب پایه مادری به‌راحتی به نسل بعد منتقل می‌شود و از تفرق صفات که در تکثیر جنسی رخ می‌دهد، جلوگیری می‌گردد. با این وجود، درصد پایین ریشه‌زایی و سرعت کم تشکیل ریشه از جمله محدودیت‌های این روش محسوب می‌شوند.

در سال‌های اخیر، به‌منظور بهبود راندمان ریشه‌دهی، استفاده از روش‌های نوین و جایگزین مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از این روش‌ها، بهره‌گیری از امواج فراصوت به‌عنوان تکنیکی فیزیکی، غیرتهاجمی و فاقد استفاده از مواد شیمیایی می‌باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که امواج فراصوت با افزایش نفوذپذیری غشای سلولی، تحریک فعالیت آنزیم‌ها و تسهیل انتقال مواد، می‌توانند موجب بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی در گیاهان شوند. برای نمونه، رسولی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که استفاده از امواج فراصوت به‌عنوان پیش‌تیمار بذرهای سرخارگل، موجب افزایش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز و در نتیجه افزایش قندهای محلول گردید. همچنین، اشجعی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که اعمال تیمار فراصوت به مدت ۹۰ ثانیه با فرکانس ۱۳۰ کیلوهرتز، بدون ایجاد تغییر در ساختار اسیدهای چرب روغن دانه کنجد، منجر به افزایش راندمان استخراج و بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن شد. بر این اساس، استفاده از امواج

فراصوت به‌منظور ارتقاء درصد ریشه‌دهی قلمه‌های رزماری می‌تواند به‌عنوان رویکردی نوین، مؤثر و ایمن در جهت بهبود فرآیند تکثیر این گیاه با ارزش دارویی مطرح شود، که در این تحقیق به بررسی این موضوع پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آذرماه سال ۱۴۰۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. برای انجام آزمایش، قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری از گیاهان مادری سالم برداشت شده و به طول ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر آماده‌سازی شدند. قلمه‌ها ابتدا در آب مقطر قرار داده شدند تا از آسیب به سلول‌ها جلوگیری شود. سپس، تیمار با امواج فراصوت در فرکانس ۴۰ کیلوهرتز و توان ۱۰۰ وات به مدت زمان‌های مختلف (۰ به‌عنوان شاهد، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ ثانیه) انجام شد. پس از انجام تیمار فراصوت، قلمه‌ها در بستر کاشت متشکل از کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۱:۱ کشت شدند و در شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۰ درصد نگهداری شدند. پس از سه ماه از قلمه‌زنی و اعمال تیمار، داده‌ها جمع‌آوری شدند.شاخص های ریشه زایی شامل درصد ریشه زایی، طول ریشه، تعداد شاخه های فرعی ریشه، وزن تر وخشک ریشه اندازه گیری شدند و همچنین پارامترهای رشدی قلمه‌ها شامل قطر و طول ساقه، تعداد برگ و تعداد برگچه نیز مورد بررسی قرار گرفتند.درصد ریشه زایی در تمامی تیمارها ۱۰۰٪ بود، به طوری که همه قلمه ها در هرتیمار موفق به ریشه دهی شدند. سپس، داده‌های به‌دست‌آمده به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند، برای انجام مقایسات میانگین‌ها نیز از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

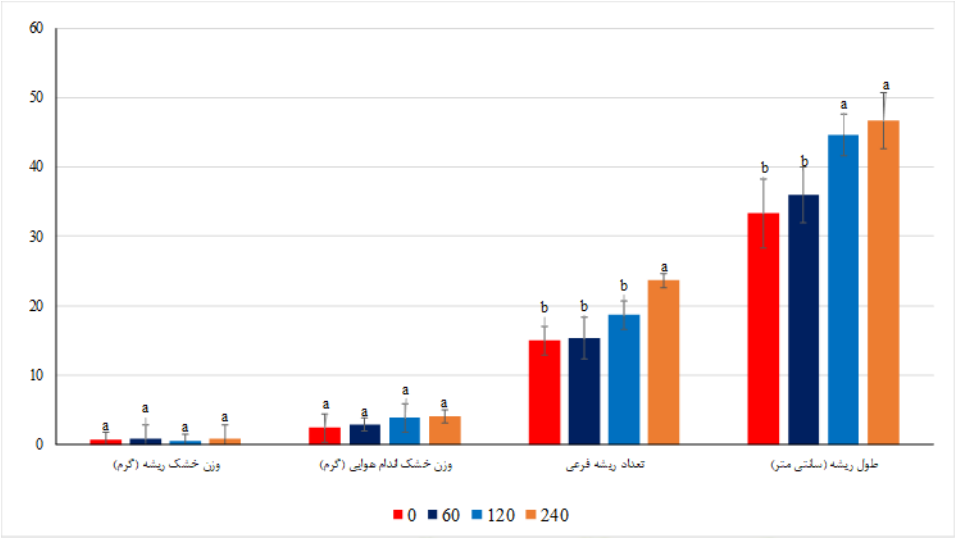
به‌طور کلی، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ریشه زایی صد در صد بود از جدول ۱ و شکل ۱،تیمارهای مختلف سونیکاسیون تأثیرات مثبتی بر برخی شاخص‌های رشد اندام هوایی نشان دادند، اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری میان تیمارها مشاهده نشد. تیمار شاهد دارای بیشترین قطر ساقه، تیمار ۱۲۰ ثانیه سونیکاسیون بیشترین تأثیر را بر افزایش طول ساقه، وتیمار ۲۴۰ ثانیه نیز بیشترین تاثیر را بر تعداد برگ و تعداد برگچه نشان داد. همچنین، در این تیمار تعداد برگ‌ها و برگچه‌ها نیز افزایش یافت که این مورد نشان‌دهنده بهبود شرایط رشدی در نتیجه اعمال تیمار فراصوت بود.

جدول ۱- تأثیر زمان‌های مختلف سونیکاسیون بر ویژگی‌های مختلف رزماری.

زمانهای سونیکاسیون	فطر ساقه (میلیمتر)	طول ساقه (سانتیمتر)	تعداد برگ	تعداد برگچه
شاهد (بدون سونیکاسیون)	۳/۶۶a	۱۸/۶۶a	۱۰۳/۶۷c	۷/۶۶c
۶۰ ثانیه سونیکاسیون	۳/۵۰a	۲۱/۳۳a	۱۳۶/۶۷bc	۱۲/۰۰b
۱۲۰ ثانیه سونیکاسیون	۳/۳۳a	۲۵/۰۰a	۱۷۱/۰۰ab	۱۴/۰۰ab
۲۴۰ ثانیه سونیکاسیون	۳/۳۶a	۲۳/۳۳a	۲۰۵/۶۷a	۱۵/۰۰a

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار آماری بین گروه‌ها هستند .

در نمودار ۱ روند تغییرات صفات مختلف مانند طول ریشه، تعداد ریشه فرعی، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه تحت تأثیر سونیکاسیون قابل مشاهده است، اما با توجه به مقادیر میانگین‌های دارای حروف مشترک که براساس آزمون LSD نشان داده شدند، تفاوت‌های آماری معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد برای صفات وزن خشک اندام هوایی و ریشه مشاهده نشد.



شکل ۱- تاثیر زمان های مختلف سونیکاسیون بر ریشه زایی و برخی صفات رویشی رزماری در شرایط گلخانه ای.

روند افزایشی در برخی ویژگی‌ها مانند تعداد ریشه فرعی و وزن خشک اندام‌های هوایی در تیمارهای سونیکاسیون مشاهده شد که می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مثبت امواج فراصوت در بهبود فرآیند ریشه‌زایی و رشد رویشی باشد. به‌ویژه، تیمار ۲۴۰ ثانیه به‌طور کلی بهترین نتیجه را در مقایسه با سایر تیمارها ارائه داد. این یافته‌ها مشابه مطالعات پیشین هستند که نشان می‌دهند امواج فراصوت می‌توانند با افزایش نفوذپذیری غشای سلولی و تحریک فعالیت آنزیم‌ها، رشد گیاهان را بهبود بخشند (رسولی و همکاران، ۱۳۹۸؛ اشجعی و همکاران، ۲۰۱۸). با این حال، در این مطالعه، علیرغم مشاهده روندهای مثبت، نیاز به بررسی‌های بیشتر در شرایط مختلف، زمان‌های طولانی‌تر یا فرکانس‌های متفاوت احساس می‌شود تا به نتایج قطعی‌تری در خصوص تأثیر امواج فراصوت بر ریشه‌زایی و رشد رویشی رزماری دست یابیم. به‌طور خلاصه، اگرچه تیمار با امواج فراصوت موجب بهبود نسبی در ویژگی‌های ریشه‌زایی و صفات رویشی شد، اما به دلیل عدم تفاوت معنی‌دار آماری، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده، با استفاده از تیمارهای مختلف و شرایط محیطی گوناگون، اثرات امواج فراصوت بر ریشه‌زایی رزماری به‌طور دقیق‌تر مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

اشجعی، اسحاق،. اسدالهی. ۲۰۱۸. کاربرد پیش تیمار اولتراسونیک در استخراج روغن دانه کنجد و بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی آن. مجله علوم و صنایع غذایی ایران،۱۴(۷۳)،۶۱-۷۰

رسولی، قلی پور، جهان بین، اصغری. ۲۰۱۹. تأثیر امواج فراصوت بر جوانه‌زنی، فعالیت آنزیم‌های آلفاآمیلاز و آنتی‌اکسیدان، قندها و کلروفیل در سرخارگل. پژوهش‌های تولید گیاهی،۲۶(۳)،۲۱-۳۶.

مجنون حسینی، ن. و داوزده امامی، س.، ۱۳۸۶. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه ای. انتشارات دانشگاه تهران،۳۰۰صفحه.

Del Bano, M.J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-García, O., Del Rio, J.A., Ortuño, A. and Gerard, D. 2003. Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of Rosmarinus officinalis: Antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(15): 4247–4253.

The effect of ultrasonic waves on rooting and some vegetative characteristics of rosemary cuttings under controlled conditions

Fatemeh Imani[1*], Aynaz Beyrami[1] and Ali Rezaei[1]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Corresponding Author: imani_f@modares.ac.ir

Abstract

Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) is a medicinal, woody, perennial and evergreen plant from the mint family, which is mainly propagated by cuttings. One of the main challenges in the propagation process is to improve the percentage and quality of rooting of cuttings. This study was designed and implemented with the aim of investigating the effect of ultrasonic waves on improving the rooting process of semi-woody cuttings of rosemary. In this study, cuttings were subjected to acoustic treatments with a frequency of 40 kHz and a power of 100 watts for periods of 60, 120 and 240 seconds. After three months, morphological indices including rooting percentage, number and length of roots, number of leaves and leaflets, length and diameter of stem were evaluated. The results showed that ultrasonic treatment, especially for a period of 240 seconds, significantly increased the percentage of rooting, number of roots and some vegetative traits. Specifically, the rooting percentage in the 240-second treatment reached more than 85%, while in the control group this value was only 60%. Although no statistically significant difference was observed in stem length and diameter, an increasing trend in stem length with increasing treatment time was clearly visible. The results of this study indicate that ultrasonic waves can help improve the rooting process by increasing cell membrane permeability, facilitating the transport of substances, and stimulating the secretion of plant hormones such as auxin. Accordingly, the use of ultrasonic technology is suggested as a new, effective, and low-cost method in asexual propagation of rosemary.

Keywords: Ultrasonic waves, Rosemary, Rooting, Vegetative growth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پاسخ‌های رشدی زنجبیل به کوددهی تلفیقی و تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات

فاطمه ایمانی[۱]، محمّدتقی عبادی[۱*] و محسن فرهادپور[۲]

۱-گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *mt.ebadi@modares.ac.ir*

چکیده

زنجبیل (*Zingiber officinale*) از جمله گیاهان دارویی ارزشمند است که کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی و دارویی دارد. فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد بهینه گیاهان محسوب می‌شود و کمبود آن می‌تواند موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه گردد. استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات، از جمله سودوموناس، می‌تواند جذب فسفر را بهبود بخشیده و رشد گیاه را افزایش دهد. این پژوهش با هدف بررسی اثر تلقیح ریزوم‌های زنجبیل رقم چینی با باکتری‌های حل‌کننده فسفات در ترکیب با کوددهی محلول‌پاشی (حاوی ۵۰٪ فسفر و ۱۰۰٪ نیتروژن و پتاسیم) انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل کوددهی بدون تلقیح، تلقیح با سویه‌های سودوموناس A و B، و ترکیب این دو سویه همراه با کوددهی بودند. ریزوم‌ها پیش از کاشت به‌مدت یک ساعت با سوسپانسیون باکتریایی تلقیح شدند و در طول دوره‌ی ۸ ماهه، هر دو هفته یک‌بار محلول کودی دریافت کردند. صفاتی از جمله طول و قطر ساقه، تعداد ساقه و برگ، و وزن تر و خشک ریزوم‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تیمار سودوموناس B بیشترین وزن تر (۱۲۰.۸ گرم)، وزن خشک ریزوم (۱۷.۸ گرم)، تعداد ساقه (۱۲ عدد) ،تعداد برگ (۱۶۵ عدد) وشاخص سبزینگی (۲۰.۲) را ایجاد کرد، در حالی‌که بیشترین طول ساقه (۸۵ سانتی‌متر) و قطر ساقه (۹.۷۰ میلی‌متر) در تیمار سودوموناس A مشاهده شد. به‌طور کلی، تلقیح ریزوم‌های زنجبیل با باکتری سودوموناس B همراه با محلول‌پاشی کود NPK، باعث بهبود شاخص‌های رشدی و افزایش عملکرد گیاه شد.

واژه‌های کلیدی : کود بیولوژیک، زنجبیل، ریزوم و رشد.

مقدمه

زنجبیل (*Zingiber officinale*) متعلق به خانواده‌ی Zingiberaceae است که شامل حدود ۵۲ جنس و ۱۸۶۵ گونه می‌باشد (Maarten et al., 2016). منشأ اصلی زنجبیل، جنوب شرقی آسیاست، اما امروزه به‌صورت تجاری در بسیاری از نواحی گرمسیری جهان کشت می‌گردد (Abeykera et al., 2005). بخش قابل استفاده‌ی این گیاه، ریزوم یا ساقه‌ی زیرزمینی آن است که در سطح جهانی به‌عنوان ادویه و طعم‌دهنده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sanwal et al., 2010).

با وجود کاربردهای گسترده‌ی زنجبیل، بهینه‌سازی تولید آن با چالش‌هایی همراه است که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، تأمین مناسب عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاه می‌باشد. فسفر، پس از نیتروژن، دومین عنصر ضروری برای رشد گیاهان است و در فرآیندهای کلیدی مانند متابولیسم، انتقال انرژی و سنتز ترکیبات زیستی نقش دارد. کمبود فسفر، به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد، می‌تواند منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاه شود. یکی از راهکارهای مؤثر برای رفع این محدودیت، استفاده از کودهای زیستی فسفاته حاوی میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات است. این باکتری‌ها، معروف به باکتری‌های حل‌کننده فسفات (PSB)، قادرند فسفر نامحلول موجود در خاک را به فرم قابل جذب برای گیاهان تبدیل کنند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که کاربرد این باکتری‌ها می‌تواند رشد و عملکرد گیاهان را بهبود بخشد. به‌عنوان نمونه، پژوهش نقدی بادی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که استفاده از کودهای زیستی حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات، موجب بهبود معنادار عملکرد کمی و کیفی گیاهان شده است. همچنین، در تحقیق دیگری از همین گروه(۱۳۹۱) افزایش عملکرد گیاه گاوزبان در اثر کاربرد این کودها گزارش شده است. مطالعه‌ی Dinesh و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان داد که استفاده از PSB در گیاه زردچوبه موجب افزایش فسفر قابل جذب در خاک و بهبود عملکرد ریزوم گردید.

بر این اساس، به‌کارگیری باکتری‌های حل‌کننده فسفات در کنار مصرف هدفمند کودهای ماکرو، می‌تواند به‌عنوان رویکردی پایدار جهت ارتقاء تغذیه‌ی فسفری و افزایش عملکرد گیاهان دارویی نظیر زنجبیل مطرح گردد. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تلقیح ریزوم‌های زنجبیل با باکتری‌های حل‌کننده فسفات، همراه با محلول‌پاشی کودهای حاوی فسفر، نیتروژن و پتاسیم، بر برخی شاخص‌های رشدی و عملکرد ریزوم این گیاه طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف بررسی اثر تلقیح ریزوم‌های گیاه زنجبیل با باکتری‌های حل‌کننده فسفات از جنس سودوموناس (*Pseudomonas*) سویه‌های A و B، در ترکیب با محلول‌پاشی کودهای ماکرو حاوی فسفر، نیتروژن و پتاسیم، به‌صورت آزمایش گلدانی در شرایط گلخانه‌ای دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا گردید. طرح آزمایش به‌صورت کاملاً تصادفی با پنج تیمار شامل چهار تیمار اصلی و یک شاهد، در سه تکرار انجام شد. تیمارهای اعمال‌شده به این شرح بودند: ۱) تلقیح ریزوم‌ها با باکتری سویه A همراه با محلول‌پاشی کود؛ ۲) تلقیح ریزوم‌ها با باکتری سویه B همراه با محلول‌پاشی کود؛ ۳) تلقیح هم‌زمان ریزوم‌ها با دو سویه A و B همراه با محلول‌پاشی کود؛ ۴) کاربرد محلول‌پاشی کود بدون تلقیح باکتریایی؛ ۵) تیمار شاهد (فاقد تلقیح و کوددهی).

برای آماده‌سازی بستر کشت، از خاک سبک با بافت لومی–شنی استفاده شد و گیاهان در کیسه‌های رشد کشت گردیدند. شرایط کنترل‌شده گلخانه شامل دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حدود ۵۰ درصد بود. تلقیح ریزوم‌ها با سوسپانسیون باکتریایی به‌مدت یک ساعت پیش از کاشت انجام شد. محلول‌پاشی کودها حاوی ۵۰ درصد فسفر و ۱۰۰ درصد نیتروژن و پتاسیم، به‌صورت دو هفته یک‌بار در طی دوره رشد هشت‌ماهه صورت گرفت. در پایان دوره رشد، صفات رشدی شامل طول و قطر ساقه، تعداد برگ، تعداد ساقه، وزن تر و وزن خشک ریزوم‌ها و شاخص سبزینگی اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست‌آمده برای تجزیه و تحلیل آماری گردآوری و ثبت گردید تا اثر تیمارها بر رشد و عملکرد زنجبیل مورد ارزیابی قرار گیرد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر اکثر صفات رشدی، تفاوت‌های معنی‌داری در سطح آماری وجود داشت. به‌منظور بررسی دقیق اختلاف بین تیمارها، میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارها بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه زنجبیل.

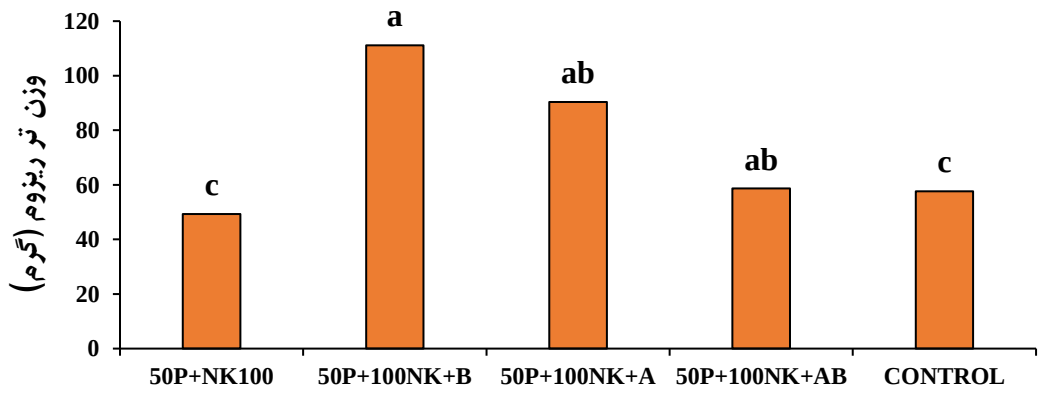
تیمار	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	قطر ساقه (میلی متر)	تعداد ساقه	تعدادبرگ	وزن تر ریزوم (گرم)	وزن خشک ریزوم (گرم)	شاخص سبزینگی
50P+NK100	۶۱/۳۳^{c}	۳/۳۹^{d}	۳/۳۳^{b}	۵۴^{b}	۴۹/۲۷^{c}	۷/۱۶^{b}	۱۲/۳۰^{c}
50P+100NK+B	۶۸^{bc}	۷/۵۹^{b}	۱۱^{a}	۱۴۲^{a}	۱۱۱/۲۰^{a}	۱۵^{a}	۱۹/۴۰^{a}
50P+100NK+A	۸۲/۵^{a}	۹/۴۸^{a}	۵/۵^{b}	۸۲/۵^{b}	۹۰/۳۵^{ab}	۱۰/۹^{ab}	۱۶/۴۵^{ab}
50P+100NK+AB	۷۵^{ab}	۸/۴۵^{ab}	۵^{b}	۵۷/۶۷^{b}	۵۸/۶۷^{bc}	۹/۱۷^{b}	۱۶/۲۶^{ab}
CONTROL	۵۷/۶۶^{c}	۵/۷۴^{c}	۳/۳۳^{b}	۴۳/۳۳^{b}	۵۷/۶۶^{c}	۹/۲۳^{b}	۱۴/۱۶^{bc}

در هر ستون حروف مختلف نشان دهنده معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

بر اساس یافته‌ها، تیمار تلقیح با سودوموناس سویه B همراه با کوددهی ترکیبی، عملکرد بهتری در برخی صفات رشدی نشان داد. در این تیمار، بیشترین تعداد ساقه (۱۲ عدد)، بیشترین تعداد برگ (۱۶۵ برگ)، بشترین شاخص سبزینگی (۲۰.۲) و بیشترین وزن تر ریزوم (۱۲۰.۸ گرم) به‌دست آمد. با این حال، وزن خشک ریزوم (۱۷.۸ گرم) در این تیمار اگرچه بالاتر از سایر تیمارها بود، ولی از نظر آماری تفاوت

معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر نشان نداد. در مقابل، تیمار تلقیح با سودوموناس سویه A بیشترین تأثیر را بر ارتفاع ساقه (۸۵ سانتی‌متر) و قطر ساقه (۹.۷ میلی‌متر) داشت که نشان‌دهنده نقش این سویه در بهبود برخی جنبه‌های رشدی گیاه است.

برای ارزیابی تأثیرات تیمارها بر شاخص‌های رشدی گیاه زنجبیل، مقایسه میانگین وزن تر ریزوم در تیمارهای مختلف را نمایش می‌دهد شکل ۱. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، تیمار سودوموناس سویه B همراه با کوددهی ترکیبی، بیشترین میانگین وزن تر ریزوم را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد.



شکل ۱ : مقایسه میانگین وزن تر ریزوم در تیمارهای مختلف

نتایج این پژوهش نشان داد که تلقیح ریزوم گیاه زنجبیل با باکتری‌های حل‌کننده فسفات، به‌ویژه سویه B، در ترکیب با کوددهی تلفیقی شامل ۵۰ درصد فسفر و ۱۰۰ درصد نیتروژن و پتاسیم، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های رشدی و عملکرد این گیاه داشت. بیشترین مقادیر وزن تر و خشک ریزوم، تعداد برگ و تعداد ساقه در تیماری مشاهده شد که از سودوموناس B به‌همراه کوددهی شیمیایی استفاده شده بود. این اثرات مطلوب می‌تواند به توانایی این سویه باکتری در حل فسفر نامحلول خاک و تولید ترکیبات محرک رشد نظیر هورمون‌های گیاهی مرتبط باشد.

یافته‌های این مطالعه با گزارش‌های پیشین هم‌راستا است. به‌عنوان نمونه، نقدی بادی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای بر روی گیاه سنبل‌الطیب به نتایج مشابهی دست یافتند و تأثیر مثبت باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر رشد و عملکرد گیاه را گزارش کردند. همچنین، Dinesh و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی بر روی گیاه زردچوبه نشان دادند که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجب افزایش دسترسی فسفر قابل جذب در خاک و در نتیجه افزایش عملکرد ریزوم‌ها گردید. در این تحقیق همچنین مشاهده شد که سویه سودوموناس A در افزایش ارتفاع و قطر ساقه مؤثرتر عمل کرده است. این تفاوت در عملکرد بین سویه‌های باکتریایی احتمالاً به ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متفاوت آن‌ها و نحوه تعامل با گیاه میزبان مربوط می‌شود. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت انتخاب سویه‌های مؤثر و سازگار با شرایط کشت برای دستیابی به حداکثر کارایی زیستی است. در مقابل، تیمار شاهد که بدون تلقیح باکتریایی و کوددهی شیمیایی بود، کمترین مقادیر را در کلیه صفات مورد ارزیابی نشان داد. این امر بر نقش کلیدی کاربرد ترکیبی کودهای زیستی و شیمیایی در بهبود رشد و عملکرد گیاهان دارویی نظیر زنجبیل تأکید دارد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش بیانگر آن است که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات در کنار مدیریت صحیح تغذیه‌ای، می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مؤثر و پایدار برای افزایش رشد و عملکرد زنجبیل در شرایط گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

نقدی‌بادی، ح.، امیدی، ح.، و رضازاده، ش. ۱۳۹۱. تغییرات مورفولوژیک، زراعی و فیتوشیمیایی گاوزبان (*Borago officinalis* L.) تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی، ۱۱(۴۲)، ۱۴۵–۱۵۶.

نقدی‌بادی، ح.، لطفی‌زاد، م.، قوامی، ن.، مهرآفرین، ع.، و خاوازی، ک. ۱۳۹۲. پاسخ عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis* L.) به کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفره. فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۲(۴۶)، ۲۵–۳۷.

Abeysekera, W.K.S.M., Illeperuma, C.K., Amunugoda, P.N.R.J. and Wijeratnam, S.W. 2005. Comparison of ginger varieties dried at different temperatures for oil and oleoresin contents. Department of Food Science & Technology, Faculty of Agriculture, University of Peradeniya, Sri Lanka, 42: 34–42.

Dinesh, R., Srinivasan, V., Praveena, R., Subila, K.P., George, P., Das, A. and Haritha, P. 2022. Exploring the potential of P-solubilizing rhizobacteria for enhanced yield and quality in turmeric (Curcuma longa L.). Industrial Crops and Products, 189: 115826.

Jabborova, D., Enakiev, Y., Sulaymanov, K., Kadirova, D., Ali, A. and Annapurna, K. 2021. Plant growth-promoting bacteria Bacillus subtilis promote growth and physiological parameters of Zingiber officinale Roscoe. Horizon e-Publishing Group, 8(1): 66–71.

Maarten, J.M. and James, W. 2016. The number of known plant species in the world and its annual increase. Phytotaxa, 261(3): 201–217.

Sanwal, S.K., Rai, N., Singh, J. and Buragohain, J. 2010. Antioxidant phytochemicals and gingerol content in diploid and tetraploid clones of ginger (Zingiber officinale Roscoe). Scientia Horticulturae, 124(2): 280–285.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Ginger Growth Responses to Integrated Fertilization and Inoculation with Phosphate-Solubilizing Bacteria

Fatemeh Imani[1], Mohammad-Taghi Ebadi[1*] and Mohsen Farhadpour[2]
1. Department of Horticulture science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran
Corresponding Author: mt.ebadi@modares.ac.ir

Abstract

Ginger (*Zingiber officinale*) is a valuable medicinal plant widely used in the food and pharmaceutical industries. Phosphorus is one of the essential nutrients for optimal plant growth, and its deficiency can lead to reduced growth and yield. The use of phosphate-solubilizing bacteria, such as *Pseudomonas* species, can enhance phosphorus uptake and promote plant growth. This study aimed to investigate the effects of inoculating Chinese ginger rhizomes with phosphate-solubilizing *Pseudomonas* strains in combination with foliar fertilization (containing 50% phosphorus and 100% nitrogen and potassium). The experiment was conducted as a factorial arrangement in a completely randomized design with three replications. Treatments included fertilization without inoculation, inoculation with *Pseudomonas* strains A and B, and their combination along with fertilization. Prior to planting, rhizomes were inoculated with bacterial suspensions for one hour and received foliar fertilizer every two weeks over an 8-month period. Traits such as stem length and diameter, number of stems and leaves, and fresh and dry rhizome weights were measured. Results showed that the *Pseudomonas* B treatment produced the highest fresh weight (120.8 g), dry rhizome weight (17.8 g), stem number (12), and leaf number (165), while the longest stem (85 cm) and the largest stem diameter (9.70 mm) were observed in the *Pseudomonas* A treatment. Overall, inoculation of ginger rhizomes with *Pseudomonas* B combined with NPK foliar fertilization improved growth indices and enhanced plant performance.

Keywords: Biofertilizer, Ginger, Growth, Rhizome.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر مواد آلی مختلف در بستر کاشت و کود شیمیایی بر غلظت عناصر غذایی در نهال‌های پاپایا

عباس میرسلیمانی[1*]، مهسا خاکی[1] و مهدی نجفی قیری[2]
۱- بخش تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران
۲- بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران
*نویسنده مسئول: *soleiman@shirazu.ac.ir*

چکیده

پاپایا (*Carica papaya* L.) میوه‌ای گرمسیری با ارزش غذایی بالا و کشت گسترده در سطح جهان است. تولید موفق این گیاه به استقرار مناسب نهال‌ها وابسته است که تحت تأثیر بستر کاشت و مدیریت تغذیه قرار دارد. در این پژوهش، اثر بسترهای آلی مختلف شامل پیت نخل، ورمی‌کمپوست، کوکوپیت و بقایای ریشه شیرین‌بیان، همراه با سطوح مختلف کود شیمیایی (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد) بر رشد نهال‌های پاپایا بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار اجرا گردید و صفات رشدی و غلظت عناصر غذایی برگ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که افزودن مواد آلی به طور معنی‌داری ویژگی‌های بستر را تغییر داد؛ ورمی‌کمپوست و بقایای ریشه شیرین‌بیان سبب افزایش هدایت الکتریکی بستر شدند، در حالی که کوکوپیت موجب کاهش pH و فراهمی فسفر گردید. اثر کود شیمیایی به نوع بستر وابسته بود؛ به گونه‌ای که پیت نخل و بقایای ریشه شیرین‌بیان در تمامی سطوح کوددهی موجب افزایش زیست‌توده شدند، در حالی که کوکوپیت پاسخ دوگانه‌ای نشان داد؛ به طوری که در غلظت‌های ۰/۲ تا ۰/۴ درصد موجب تحریک رشد، اما در غلظت ۰/۶ درصد سبب کاهش رشد شد. ورمی‌کمپوست بدون نیاز به مصرف کود اضافی، تغذیه متعادلی را فراهم کرد، در حالی که استفاده از کوکوپیت مستلزم مدیریت دقیق عناصر غذایی به منظور جلوگیری از بروز سمیت بود. بررسی پویایی عناصر غذایی نیز نشان‌دهنده برهم‌کنش‌های اختصاصی بسترها بود؛ به طوری که در بستر حاوی ورمی‌کمپوست، غلظت پتاسیم افزایش یافت، در حالی که در کوکوپیت به دلیل پدیده آنتاگونیسم یونی، غلظت کلسیم کاهش پیدا کرد. این یافته‌ها نقش اساسی کیفیت مواد آلی را در تعدیل کارایی کودها نشان می‌دهد و بیانگر آن است که بهینه‌سازی ترکیب بستر و کود، به‌ویژه استفاده از پیت نخل یا بقایای ریشه شیرین‌بیان همراه با کوددهی متوسط، می‌تواند عملکرد نهال‌های پاپایا را در راستای تولید پایدار در نهالستان‌ها بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: بستر ورمی‌کمپوست، pH بستر، پاپایا، فراهمی عناصر غذایی، کوکوپیت، مواد آلی اصلاح‌کننده.

مقدمه

پاپایا (*Carica papaya* L.) یکی از میوه‌های گرمسیری با خواص تغذیه‌ای و دارویی فراوان است که سرشار از ویتامین‌های A ، B، C و K، عناصر معدنی نظیر پتاسیم (K) ، آهن(Fe) ، کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) و نیز ترکیبات زیست‌فعال با خواص ضدمیکروبی و تقویت‌کننده سیستم ایمنی می‌باشد (Kumar et al., 2024; Vij & Prashar, 2015). سطح زیر کشت جهانی این محصول طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ به طور قابل توجهی افزایش یافته و از ۴۲۵۰۰۲ هکتار به ۵۰۳۲۵۵ هکتار رسیده است که بیانگر ارزش اقتصادی بالای آن در سطح جهانی است (FAOSTAT, 2022). تولید موفق پاپایا به استقرار مناسب و رشد مطلوب نهال‌ها وابسته است، زیرا رشد اولیه گیاه تأثیر مستقیمی بر توسعه سیستم ریشه، قدرت رویشی و عملکرد نهایی آن دارد(Fatria et al., 2021) . دستیابی به رشد بهینه نهال‌ها مستلزم استفاده از بسترهای کشت مناسب و مدیریت صحیح تغذیه است. در این راستا، استفاده از بسترهای ترکیبی آلی و معدنی، مانند کمپوست، کوکوپیت و زغال سبوس برنج، از طریق بهبود رشد ریشه، افزایش جذب عناصر غذایی و ارتقای ظرفیت نگهداری آب، می‌تواند عملکرد نهال‌ها را بهبود بخشد(Dayeswari et al., 2017) . فراهمی عناصر غذایی، به ویژه نیتروژن(N) ، فسفر (P) و پتاسیم(K) ، نقش اساسی در فرآیندهای فتوسنتز و تجمع زیست‌توده گیاهی ایفا می‌کند، هرچند پاسخ گیاه به این عناصر بسته به نوع بستر کشت متفاوت است (Marschner, 2012). برای مثال، Fatria و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که استفاده از بسترهای غنی‌شده با کمپوست موجب بهبود معنی‌دار رشد نهال‌های پاپایا می‌شود. با این حال، برهم‌کنش میان ترکیب بسترهای کشت و سطوح مختلف کوددهی، به‌ویژه در مورد برخی

اصلاح‌کننده‌های آلی کمتر مورد استفاده، هنوز به‌خوبی شناخته نشده است. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بسترهای کشت مختلف شامل پیت نخل، ورمی‌کمپوست، بقایای ریشه شیرین‌بیان و کوکوپیت، همراه با سطوح متفاوت کود شیمیایی، بر رشد نهال‌های پاپایا انجام شد. هدف نهایی این مطالعه، شناسایی مناسب‌ترین ترکیب بستر و کود برای تولید نهال در نهالستان است. نتایج این پژوهش می‌تواند در تدوین فرمولاسیون‌های پایدار بستر کشت، بهبود کیفیت نهال‌ها و افزایش موفقیت انتقال آن‌ها به مزرعه مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

بذرهای پاپایا (*Carica papaya* cv. Red Lady) به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شده و سپس به مدت دو ماه در بستر پرلیت- کوکوپیت (۱:۱، حجمی) کشت شدند. پس از آن، دانهال‌ها با ۵ تا ۷ برگ و ارتفاع حدود ۱۵ سانتی‌متر به گلدان‌های یک لیتری حاوی محیط‌های کشت مختلف شامل (SP) خاک + پرلیت، (SPP) خاک + پرلیت + پیت نخل، (SPV) خاک + پرلیت + ورمی‌کمپوست، (SPC) خاک + پرلیت + کوکوپیت و (SPL) خاک + پرلیت + بقایای ریشه شیرین‌بیان منتقل شدند. پس از استقرار نهال‌ها، تیمارهای کودی در چهار سطح (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد) اعمال گردید. هشت هفته پس از اعمال تیمارها، وزن تر ریشه، ساقه و برگ‌ها با استفاده از ترازوی الکترونیکی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و وزن خشک آن‌ها تعیین گردید. برگ‌های خشک‌شده آسیاب و در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر شدند. پس از انحلال خاکستر در اسید، غلظت فسفر در عصاره به روش رنگ‌سنجی زرد، غلظت کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون کمپلکسومتری با استفاده از EDTA (اتیلن‌دی‌آمین تترااستیک اسید) تعیین گردید. همچنین غلظت آهن ، منگنز ، روی و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی(AAS مدل PG 990 ، شرکت PG Instruments Ltd.، انگلستان) اندازه‌گیری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار اجرا شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای توکی (Tukey's HSD) در سطح احتمال ۵ درصد ($p < 0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

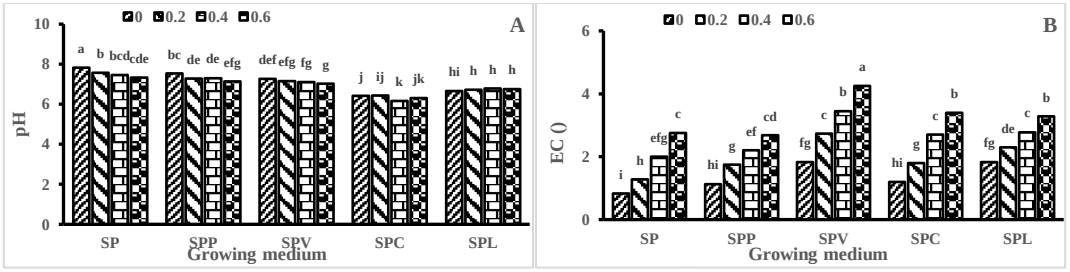
افزودن مواد آلی سبب کاهش معنی‌دار pH بستر شد، به‌طوری‌که pH در تیمار کوکوپیت از ۷/۸۲ به ۶/۴۲ کاهش یافت (شکل A۱). این کاهش احتمالاً ناشی از آزاد شدن اسیدهای آلی طی فرآیند تجزیه مواد آلی است. اثر کود در بسترهای حاوی مواد آلی ناچیز بود که احتمالاً به ظرفیت تبادل کاتیونی بالای این مواد و توانایی آن‌ها در بافری کردن pH مربوط می‌شود (Dayeswari et al., 2017) .

ورمی‌کمپوست و بقایای ریشه شیرین‌بیان هدایت الکتریکی (EC) بستر را تا ۱۲۰ درصد افزایش دادند (شکل B۱) که بیانگر محتوای بالاتر نمک‌های محلول در این مواد است. همچنین، کاربرد کود موجب افزایش بیشتر EC (تا ۲۳۱/۳ درصد) شد که نشان‌دهنده برهم‌کنش قوی بین نوع بستر و کود است. استفاده از کوکوپیت غلظت فسفر برگ را تا ۸/۳۴ درصد کاهش داد (شکل A۲) که احتمالاً ناشی از تثبیت فسفر در این بستر است(Singh et al., 2016) . در مقابل، کاربرد کود در تیمارهای پیت نخل و بقایای ریشه شیرین‌بیان، در دزهای بهینه، فراهمی فسفر را ۲۵ تا ۳۰/۹ درصد افزایش داد. ورمی‌کمپوست به‌طور ذاتی مقادیر بیشتری پتاسیم فراهم کرد (۲/۳۵ تا ۳/۳۴ درصد)، در حالی که کاربرد کود به صورت هم‌افزا باعث افزایش غلظت پتاسیم در تیمارهای کوکوپیت و پیت نخل شد (شکل B۲).

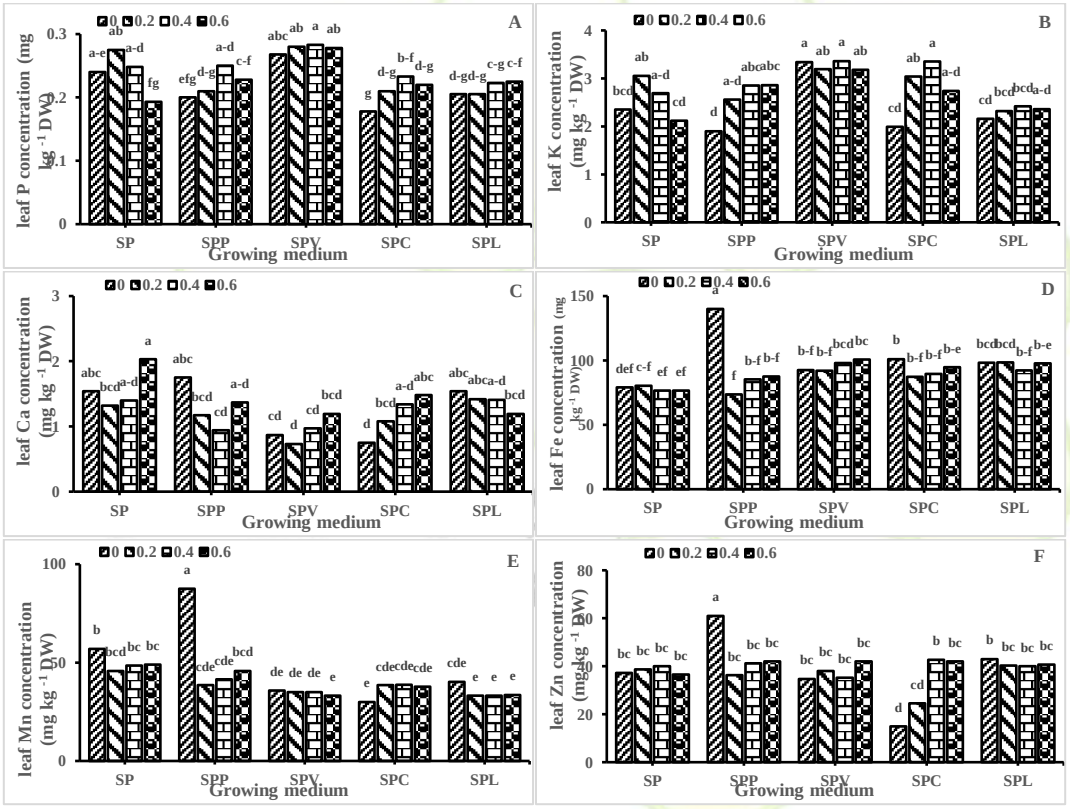
کاربرد کوکوپیت غلظت کلسیم را به شدت کاهش داد (۱۰۵/۳ درصد) (شکل C۲) که احتمالاً ناشی از آنتاگونیسم یون K^+ با Ca^{2+} است. علاوه بر این، مصرف مقادیر بالای کود در تیمارهای ورمی‌کمپوست (SPV) و بقایای ریشه شیرین‌بیان (SPL) نیز سبب کاهش بیشتر کلسیم شد. غلظت آهن در بستر ورمی‌کمپوست در حضور کود افزایش یافت (شکل D۲) که احتمالاً به دلیل کلاته شدن آهن توسط اسیدهای آلی است، در حالی که غلظت منگنز در اثر افزودن مواد آلی کاهش یافت شکل E۲) که می‌تواند ناشی از تثبیت میکروبی این عنصر باشد (Li et al., 2021). همچنین، پیت نخل غلظت روی را افزایش داد، در حالی که کوکوپیت موجب کاهش آن شد (شکل F۲).

این نتایج نشان می‌دهد که مدیریت عناصر غذایی باید متناسب با نوع بستر انجام شود، زیرا مواد آلی مختلف از طریق برهم‌کنش‌های شیمیایی، میکروبی و فیزیکی، به‌طور متفاوتی بر فراهمی عناصر غذایی اثر می‌گذارند. کاربرد کود به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک

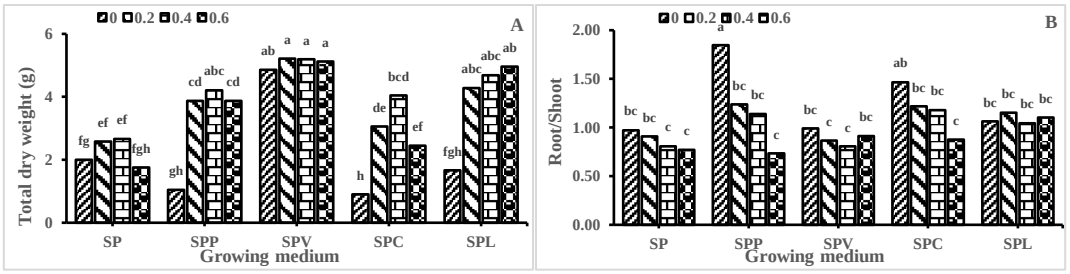
کل گیاه نداشت، اما هنگامی که با پیت نخل یا بقایای ریشه شیرین‌بیان همراه شد، تمامی سطوح کوددهی به طور یکسان موجب افزایش زیست‌توده شدند (شکل A۳)، در حالی که در تیمار ورمی‌کمپوست پاسخ معنی‌داری به کود مشاهده نشد. کوکوپیت اثر دوگانه‌ای نشان داد؛ به‌طوری‌که مصرف ۰/۲ تا ۰/۴ درصد کود باعث افزایش رشد شد، اما غلظت ۰/۶ درصد رشد را کاهش داد که احتمالاً ناشی از سمیت در سطوح بالای کود است.



شکل ۱– تأثیر ترکیبات آلی و کود شیمیایی بر pH و هدایت الکتریکی (EC) بستر کشت. حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0.05$) است.



شکل ۲– تأثیر ترکیبات آلی و کود شیمیایی برغلظت عناصر غذایی برگ دانهالهای پاپایا. حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0.05$) است.



شکل ۳- تأثیر ترکیبات آلی و کود شیمیایی بر وزن تر و خشک و نسبت ریشه به شاخساره دانهالهای پاپایا. حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0.05$) است.

استفاده از مواد آلی به تنهایی (بدون کاربرد کود) نتوانست رشد گیاه را بهبود بخشد و حتی کوکوپیت موجب کاهش زیست‌توده شد. نسبت ریشه به اندام هوایی در اثر کوددهی در تیمارهای پیت نخل و کوکوپیت با دز بالای کود کاهش یافت، اما در تیمارهای ورمی‌کمپوست و بقایای ریشه شیرین‌بیان تقریباً ثابت باقی ماند که بیانگر الگوهای متفاوت تخصیص مواد فتوسنتزی در بسترهای مختلف است.

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که کیفیت ماده آلی نقش تعیین‌کننده‌ای در کارایی کودها دارد. ورمی‌کمپوست توانست تغذیه‌ای متعادل برای نهال‌های پاپایا فراهم کند، در حالی که استفاده از کوکوپیت مستلزم مدیریت دقیق کوددهی است تا از بروز اثرات بازدارنده بر رشد جلوگیری شود.

منابع

Dayeswari, D., Rayaprolu, S. and Jone, A. 2017. Effect of potting media on seed germination, seedling growth and vigour in TNAU Papaya Co. 8 (*Carica papaya* L.). International Journal of Pure & Applied Bioscience, 5(3): 505–512.

FAOSTAT. Available online.

Fatria, D., Sparta, A., Emilda, D., Hariyanto, B., Budiyanti, T., Martias, M. and Istianto, M. 2021. Seedling growth analysis of papaya cultivated on several planting media enriched by plant growth promotor microbes. Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture, 36(2): 283–294.

Kumar, S.S., Gayathri, T., Krishnakumar, K. and John, M. 2024. Antioxidant potential and mineral elemental profiling of young and mature fruit and leaf of Carica papaya L. cultivar 'Red Lady'. Journal of Trace Elements and Minerals, 100166.

Li, H., Santos, F., Butler, K. and Herndon, E. 2021. A critical review on the multiple roles of manganese in stabilizing and destabilizing soil organic matter. Environmental Science & Technology, 55(18): 12136–12152.

Makanjuola, O.M. and Makanjuola John Olanrewaju, J.O. 2018. Proximate and selected mineral composition of ripe pawpaw (*Carica papaya*) seeds and skin. Journal of Scientific and Innovative Research, 7(3): 75–77.

Marschner, H. 2011. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.

Singh, S., Dubey, R.K. and Kukal, S.S. 2016. Nitrogen supplemented cocopeat-based organic wastes as potting media mixtures for the growth and flowering of chrysanthemum. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 47(16): 1856–1865.

Vij, T. and Prashar, Y. 2015. A review on medicinal properties of Carica papaya Linn. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 5(1): 1–6.

Effects of different organic matter in planting media and chemical fertilizer on nutrient concentration in papaya seedlings

Abbas Mirsoleimani[1*], Mahsa Khaki[1] and Mahdi Najafi-Ghiri[2]
1. Department of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Department of Soil Science, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran
Corresponding author: soleiman@shirazu.ac.ir

Abstract

Papaya (*Carica papaya* L.) is a nutritionally rich tropical fruit with significant global cultivation. Successful production depends on robust seedling establishment, influenced by planting media and nutrient management. This study evaluated the effects of different organic substrates (palm peat, vermicompost, cocopeat, licorice root residues) and fertilizer levels (0, 0.2, 0.4 and 0.6%) on papaya seedling growth. A factorial completely randomized design with five replicates was employed, measuring growth parameters and leaf nutrient concentrations. Results showed that organic amendments significantly altered substrate properties, with vermicompost and licorice root increasing electrical conductivity, while cocopeat reduced pH and phosphorus availability. Fertilizer effects were substrate-dependent: palm peat and licorice residues enhanced biomass at all fertilizer levels, whereas cocopeat exhibited a biphasic response growth promotion at 0.2–0.4% but inhibition at 0.6%. Vermicompost provided balanced nutrition without additional fertilizer, while cocopeat required precise nutrient management to avoid toxicity. Nutrient dynamics revealed substrate specific interactions, including potassium elevation in vermicompost and calcium reduction in cocopeat due to ion antagonism. These findings highlight the critical role of organic matter quality in mediating fertilizer efficacy, suggesting that optimized substrate fertilizer combinations particularly palmpeat or licorice residues with moderate fertilization can enhance papaya seedling performance for sustainable nursery production.

Keywords: Cocopeat, Nutrient availability, Organic amendments, Papaya (*Carica papaya* L.), pH of substrate, Vermicompost.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات سطوح نیتروژن در محلول غذایی بر کارایی جذب، انتقال و مصرف سایر عناصر در دانهال‌های نارنج (*Citrus aurantium* L.)

عباس میرسلیمانی[1*]، فرناز کارگر[1] و مهدی نجفی قیری[2]
۱- بخش تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران
۲- بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران
*نویسنده مسئول: soleiman@shirazu.ac.ir

چکیده

وجود نیتروژن (N) برای رشد گیاه ضروری است، اما مصرف بیش از حد آن موجب کاهش کارایی جذب و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود. در این پژوهش، اثر غلظت‌های مختلف نیتروژن (۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ میلی‌مولار) بر کارآیی جذب، انتقال و مصرف عناصر معدنی در دانهال‌های نارنج (*Citrus aurantium* L.) بررسی شد. برای این منظور، از سیستم کشت هیدروپونیک با محلول غذایی هوگلند تغییر یافته استفاده گردید و شاخص‌های رشد، محتوای کلروفیل، شاخصهای مورفولوژی ریشه و غلظت عناصر معدنی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد کارایی جذب نیتروژن در تیمارهای N16 (۹۳/۸۳٪) و N32 (۹۸/۵۰٪) به بیشترین مقدار رسید، اما افزایش سطوح نیتروژن موجب کاهش کارایی مصرف نیتروژن شد، به‌طوری‌که کمترین مقدار آن در تیمار N32 (۰/۰۱۸ ٪) مشاهده گردید. جذب فسفر (P) تقریباً ثابت باقی ماند، در حالی که تغییرات پتاسیم (K) روند مشخصی را نشان نداد. کمترین کارایی جذب منیزیم (Mg) در تیمار N16(۴۵/۲۴٪) مشاهده شد، در حالی که جذب کلسیم (Ca) در تیمار N32 به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۷/۷۶٪). کارایی انتقال عناصر نیز متغیر بود؛ به‌طوری‌که سدیم (Na) در تیمار N16 به بیشترین مقدار (۳۵۲/۱۰) رسید و انتقال کلسیم در تیمار N32 کاهش یافت (۱۷۸/۹۷). بررسی پویایی عناصر کم‌مصرف نشان داد که جذب روی (Zn) در تیمار N16 کاهش یافت، در حالی که غلظت آهن (Fe) در تیمار N32 افزایش پیدا کرد. این یافته‌ها نشان می‌دهد اگرچه مقادیر بالای نیتروژن باعث افزایش جذب عناصر می‌شود، اما می‌تواند تعادل عناصر و کارایی مصرف آن‌ها را مختل کند. دامنه بهینه نیتروژن برای دانهال‌های نارنج بین ۴ تا ۱۶ میلی‌مولار است، زیرا در این محدوده تعادل مناسبی بین رشد گیاه و جذب عناصر برقرار می‌شود. این مطالعه اطلاعات ارزشمندی برای بهبود مدیریت نیتروژن در کشت مرکبات فراهم می‌کند و می‌تواند به استفاده پایدارتر از کودها و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: تغذیه متعادل، کارایی مصرف نیتروژن، نارنج (*Citrus aurantium* L.)، کارایی جذب عناصر، کارایی انتقال عناصر، هیدروپونیک.

مقدمه

نیتروژن یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاه است و ۱ تا ۵ درصد وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهد. این عنصر جزء اصلی پروتئین‌ها، کلروفیل و سایر زیست‌مولکول‌ها به شمار می‌رود(Marschner, 2011). کمبود نیتروژن موجب کاهش تولید، توقف رشد، بروز کلروز و کاهش عملکرد می‌شود (Huang et al., 2021). با وجود اینکه مصرف جهانی کودهای نیتروژنی در سال ۲۰۲۲ از ۱۰۸ هزار تن فراتر رفته است، تنها ۴۰ تا ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی توسط گیاه جذب می‌شود و بخش باقی‌مانده به صورت آلاینده وارد محیط زیست می‌گردد (FAOStat, 2022; Sylvester-Bradley and Kindred, 2009). جذب نیتروژن تنها به میزان دسترسی آن در محیط وابسته نیست، بلکه توسط فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه نیز تنظیم می‌شود (Akhtar et al., 2024). به‌عنوان مثال، رشد نهال‌های مرکبات در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در بهترین وضعیت قرار دارد، در حالی که غلظت بیش از ۳ درصد نیتروژن در برگ می‌تواند موجب بروز علایم سمیت شود (Maust and Williamson, 1994; Albrigo et al., 2019). عدم تعادل در تأمین نیتروژن می‌تواند جذب عناصر غذایی، فعالیت ریشه و فرآیند فتوسنتز را مختل کند (Sorgonà et al., 2006; Huang et al., 2021).

نارنج (*Citrus aurantium* L.) یکی از پایه‌های پرکاربرد در کشت مرکبات است که به دلیل تحمل نسبتاً بالا به خشکی، شوری و زهکشی ضعیف خاک، به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ با این حال، این پایه به ویروس تریستزا و نماتدها حساس است (Albrigo et al., 2019). شناخت سازوکارهای پاسخ نارنج به سطوح نیتروژن می‌تواند به افزایش کارآیی مصرف کود و کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک کند. در این مطالعه، تأثیر غلظت‌های مختلف نیتروژن بر کارآیی جذب، انتقال و مصرف عناصر معدنی در دانهال‌های نارنج بررسی شد. فرض این است که غلظت‌های متوسط نیتروژن موجب رشد بهینه و جذب عناصر غذایی می‌شوند، در حالی که کمبود یا مصرف بیش از حد نیتروژن رشد و توسعه گیاه را محدود می‌کند. نتایج این پژوهش می‌تواند در بهبود راهبردهای مدیریت تغذیه نیتروژن به منظور توسعه پایدار کشت مرکبات و انتخاب پایه‌های مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

بذرهای نارنج (*Citrus aurantium* L.) پس از ضدعفونی سطحی، تحت شرایط کنترل‌شده (دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵ درصد) جوانه‌دار شدند. پس از سه هفته، نشاها به گلدان منتقل شده و در گلخانه‌ای با دمای ۲۰/۳۰ درجه سانتی‌گراد (روز/شب) و رطوبت نسبی ۵۰ درصد رشد داده شدند. گیاهان تحت پنج تیمار نیتروژن (۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ میلی‌مولار) با استفاده از محلول غذایی هوگلند تغییر یافته (با pH برابر ۰/۶) رشد یافتند. محلول غذایی هر ۳ ساعت یک‌بار هوادهی شده و هر دو هفته یک‌بار تعویض گردید. پس از ۱۰ هفته، گیاهان برداشت شده و برای ارزیابی شاخص‌های رشد و اندازه‌گیری غلظت عناصر برگ و ریشه مورد استفاده قرار گرفتند. اندازه گیری نیتروژن به روش میکرو-کجلدال، فسفر به روش رنگ‌سنجی، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با EDTA و عناصر کم‌مصرف شامل آهن(Fe)، منگنز(Mn)، روی (Zn) و مس (Cu) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. کارایی جذب عناصر (Nutrient Uptake Efficiency)به‌صورت نسبت مقدار کل عنصر تجمع‌یافته در گیاه به وزن خشک ریشه تعریف شد و با رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{کارایی جذب عناصر غذایی} = \frac{\text{تجمع کل عنصر (گرم)}}{\text{وزن خشک ریشه (گرم)}}$$

کارایی انتقال عناصر (Nutrient Translocation Efficiency)به‌صورت نسبت مقدار عنصر موجود در اندام هوایی به مقدار آن در ریشه تعریف شد و از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\text{کارایی انتقال عناصر غذایی} = \frac{\text{مقدار عنصر در اندام هوایی (گرم)}}{\text{مقدار عنصر در ریشه (گرم)}}$$

کارایی مصرف عناصر (Nutrient Utilization Efficiency)نشان‌دهنده توانایی گیاه در تبدیل عناصر جذب‌شده به عملکرد بوده و از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{کارایی مصرف عناصر غذایی} = \frac{\text{عملکرد (گرم)}}{\text{مقدار عنصر جذب‌شده (گرم)}}$$

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار برای هر تیمار (n=16) اجرا شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای توکی (Tukey's HSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

کارایی جذب، انتقال و مصرف عناصر غذایی در تیمارهای مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری نشان داد. بیشترین کارایی جذب نیتروژن در تیمارهای N32 (۹۸/۵۰ درصد) و N16 (۹۳/۸۳ درصد) مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار آن مربوط به تیمار N4 (۷۳/۶۱ درصد) بود. جذب فسفر در بین تیمارها نسبتاً ثابت باقی ماند و نوسان جزئی نشان داد. کارایی جذب پتاسیم در محدوده ۴۳/۴۳ تا ۱۳/۵۰ درصد قرار داشت و روند مشخصی نداشت. کارآیی جذب منیزیم در تیمار N16 به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (۴۵/۲۴ درصد)، در حالی که جذب

کلسیم در تیمار N32 به بیشترین مقدار خود (۲۷/۷۶ درصد) رسید. در میان عناصر کم‌مصرف، بیشترین جذب آهن در تیمار N32 (۰/۶۷) و کمترین جذب روی در تیمار N16 (۰/۱۷) مشاهده شد.

کارایی انتقال نیتروژن در بین تیمارها تقریباً ثابت بود، هرچند در تیمار N32 کاهش جزئی (۹۸/۶۴ درصد) مشاهده شد. بیشترین کارایی انتقال کلسیم در تیمار N2 (۳۶۲/۵۲) ثبت شد، اما این شاخص در تیمار N32 به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و به ۱۷۸/۹۷ رسید. کارایی انتقال آهن نسبتاً پایدار بود، در حالی که کارایی انتقال روی در بین تیمارها نوسان داشت.

کارایی مصرف نیتروژن با افزایش میزان نیتروژن کاربردی کاهش یافت؛ به‌طوری‌که کمترین مقدار آن (۰/۰۱۸) در تیمار N32 و بیشترین مقدار (۰/۰۲۴) در تیمار N4 مشاهده شد. کارایی مصرف منیزیم در تیمار N4 در بالاترین سطح (۳۹/۱۲) قرار داشت، اما در تیمار N16به کمترین مقدار (۲۳/۸۰) رسید. کارایی مصرف کلسیم در تیمار N32 به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۱۵/۶۰)، در حالی که کارایی مصرف روی در تیمار N16 به‌شدت کاهش یافت (۰/۰۹۰).

روند مشاهده‌شده در کارایی جذب نشان می‌دهد که سطوح بالاتر نیتروژن N16 و N32 جذب نیتروژن را افزایش می‌دهد، اما هم‌زمان بر جذب سایر عناصر پرمصرف و کم‌مصرف نیز تأثیر می‌گذارد. به نظر می‌رسد مقادیر بیش از حد نیتروژن، همان‌گونه که در تیمار N16 مشاهده شد، موجب اختلال در جذب عناصر روی و منگنز می‌شود. همچنین، افزایش جذب کلسیم در تیمار N32 بیانگر وجود برهم‌کنش قوی میان تأمین نیتروژن و تجمع عناصر غذایی است.

داده‌های مربوط به کارایی انتقال، پویایی جابه‌جایی عناصر در بافت‌های گیاهی را نشان می‌دهد. پایداری نسبی انتقال آهن حاکی از آن است که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر چندانی بر بازتوزیع آهن در گیاه ندارند (Xue et al., 2014). روند مربوط به کارایی مصرف نیز این فرض را تقویت می‌کند که مصرف بیش از حد نیتروژن، کارایی استفاده از عناصر غذایی را کاهش می‌دهد. کاهش کارایی مصرف نیتروژن در تیمارهای N16 و N32 احتمالاً ناشی از اثر اشباع و محدودیت در متابولیسم نیتروژن است. در مقابل، افزایش چشمگیر کارایی مصرف کلسیم در تیمار N32 می‌تواند نشان‌دهنده بهبود سازوکارهای جذب و هم‌سازی کلسیم در شرایط دسترسی بالای نیتروژن باشد (Nie et al., 2015). به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که تعیین سطح بهینه نیتروژن باید بر اساس ایجاد تعادل میان کارایی جذب، انتقال و مصرف عناصر غذایی انجام شود تا از بروز عدم تعادل تغذیه‌ای و اختلال در جذب کلی عناصر جلوگیری گردد. مطالعات آینده باید بر بررسی سازوکارهای فیزیولوژیکی دخیل در این برهم‌کنش‌ها تمرکز کنند.

جدول ۱- کارایی جذب عناصر ماکرو و میکرو در دانهالهای نارنج تحت تاثیر غلظتهای ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ میلی مولار نیتروژن در محلول غذایی.

	کارایی جذب								
تیمار	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
N_2	86.95^{ab}	4.98^{a}	50.13^{a}	58.39^{ab}	7.63^{c}	0.33b	1.60ab	0.62ab	0.022a
N_4	73.61^{b}	4.64^{a}	47.78^{a}	70.16^{a}	7.28^{c}	0.34b	1.88a	0.59b	0.020ab
N_8	77.96^{b}	4.66^{a}	47.00^{a}	68.77^{a}	7.66^{c}	0.31b	1.91a	0.63ab	0.020ab
N_{16}	93.83^{a}	4.66^{a}	43.43^{a}	45.24^{b}	16.43^{b}	0.30b	1.33b	0.17c	0.018b
N_{32}	98.50^{a}	4.82^{a}	45.00^{a}	63.35^{a}	27.76^{a}	0.67a	1.57ab	0.67a	0.022a

Means followed by different small letters in each column are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey HSD.

جدول ۲- کارایی انتقال عناصر ماکرو و میکرو در دانهالهای نارنج تحت تاثیر غلظتهای ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ میلی مولار نیتروژن در محلول غذایی.

	کارایی انتقال								
تیمار	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
N_2	97.22a	78.82a	132.02a	85.84a	362.52a	88.29a	50.77a	39.55a	119.48a
N_4	120.31a	72.73a	117.47ab	96.47a	314.59a	79.41a	34.12a	28.04a	77.57ab
N_8	115.50a	70.63a	108.68ab	72.19a	291.93ab	80.33a	37.44a	31.16a	79.23ab
N_{16}	113.70a	77.69a	100.66ab	79.52a	191.06bc	88.25a	42.04a	29.38a	98.89ab
N_{32}	98.64a	70.72a	77.68b	58.37a	178.97c	76.30a	31.66a	29.05a	50.29b

Means followed by different small letters in each column are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey HSD.

جدول ۳- کارایی مصرف عناصر ماکرو و میکرو در دانهال‌های نارنج تحت تاثیر غلظتهای ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ میلی مولار نیتروژن در محلول غذایی.

	کارایی مصرف								
تیمار	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
N_2	0.021c	2.64a	26.65a	30.93bc	4.06c	0.173b	0.852ab	0.327b	0.0115a
N_4	0.024a	2.59a	26.65a	39.12a	4.06c	0.185b	1.050a	0.328b	0.0113a
N_8	0.023b	2.58a	26.06a	38.09ab	4.24c	0.170b	1.060a	0.349ab	0.0108ab
N_{16}	0.020d	2.47a	22.99b	23.80c	8.72b	0.156b	0.716b	0.090c	0.0093b
N_{32}	0.018e	2.73a	25.50ab	36.10ab	15.60a	0.376a	0.892ab	0.383a	0.0123a

Means followed by different small letters in each column are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey HSD.

سازوکارهای فیزیولوژیکی مؤثر بر کارایی جذب عناصر غذایی به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. بر اساس گزارش Marschner (2011)، جذب عناصر غذایی به‌شدت تحت تأثیر سینتیک جذب یون‌ها توسط ریشه و برهم‌کنش‌های گیاه–خاک قرار دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که کارایی جذب نیتروژن در سطوح بالاتر از N16 کاهش می‌یابد؛ یافته‌ای که با نتایج پژوهش‌های پیشین مبنی بر اینکه دسترسی بیش از حد به نیتروژن می‌تواند موجب اثر اشباع و کاهش کارایی جذب برخی عناصر کم‌مصرف نظیر آهن و روی شود، همخوانی دارد.

انتقال مؤثر عناصر غذایی برای بهینه‌سازی استفاده از عناصر ضروری است. در این پژوهش، انتقال کلسیم تحت تأثیر سطوح نیتروژن قرار گرفت؛ به‌طوری‌که بیشترین کارایی انتقال کلسیم در تیمار N2 مشاهده شد. این نتایج نقش مهم نیتروژن را در تنظیم تحرک عناصر ثانویه در بافت‌های گیاهی نشان می‌دهد.

کاهش کارایی مصرف نیتروژن در تیمارهای دارای نیتروژن بالا N16 و N32 نشان‌دهنده کاهش کارایی متابولیسم نیتروژن در غلظت‌های زیاد است. پژوهش‌های پیشین نیز نشان داده‌اند که اصلاح و انتخاب ارقام گیاهی با کارایی بالای مصرف نیتروژن، برای بهبود بهره‌وری مصرف عناصر غذایی در شرایط کاربرد زیاد کود، ضروری است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده بر شناسایی صفات ژنتیکی مؤثر بر افزایش هم‌سازی و استفاده از عناصر غذایی در شرایط مختلف تأمین نیتروژن متمرکز شوند.

منابع

Akhtar, K., Ain, N.U., Prasad, P.V., Naz, M., Aslam, M.M., Djalovic, I. and Wen, R. 2024. Physiological, molecular, and environmental insights into plant nitrogen uptake, and metabolism under abiotic stresses. The Plant Genome, 17(2): e20461.

Albrigo, L.G., Stelinski, L.L. and Timmer, L.W. 2019. Citrus. 2nd ed. CABI, pp. viii–314.

FAOSTAT. 2022. Available online.

Huang, W.-T., Xie, Y.-Z., Chen, X.-F., Zhang, J., Chen, H.-H., Ye, X., Guo, J., Yang, L.-T. and Chen, L.-S. 2021. Growth, mineral nutrients, photosynthesis and related physiological parameters of citrus in response to nitrogen deficiency. Agronomy, 11(9): 1859.

Marschner, H. 2011. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.

Maust, B.E. and Williamson, J. 1994. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. Journal of the American Society for Horticultural Science, 119(2): 195–201.

Nie, L., Feng, J., Fan, P., Chen, X., Guo, J., Lv, S. and Li, Y. 2015. Comparative proteomics of root plasma membrane proteins reveals the involvement of calcium signalling in NaCl-facilitated nitrate uptake in Salicornia europaea. Journal of Experimental Botany, 66(15): 4497–4510.

Sorgonà, A., Abenavoli, M.R., Gringeri, P.G. and Cacco, G. 2006. A comparison of nitrogen use efficiency definitions in citrus rootstocks. Scientia Horticulturae, 109(4): 389–393.

Xue, Y., Yue, S., Zhang, W., Liu, D., Cui, Z. et al. 2014. Zinc, iron, manganese and copper uptake requirement in response to nitrogen supply and the increased grain yield of summer maize. PLoS ONE, 9(4): e93895.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of nitrogen levels in nutrient solution on the efficiency of uptake, translocation and utilization of other nutrients in sour orange seedlings

Abbas Mirsoleimani[1*], Farnaz Kargar[1] and Mahdi Najafi-Ghiri[2]
1. Department of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Department of Soil Science, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran
[*]Corresponding author: soleiman@shirazu.ac.ir

Abstract

Nitrogen (N) is essential for plant growth, yet excessive application leads to low uptake efficiency and environmental pollution. This study investigated the effects of different N concentrations (2, 4, 8, 16, and 32 mM) on nutrient uptake, translocation, and utilization efficiency in sour orange (*Citrus aurantium* L.) seedlings. A hydroponic system with modified Hoagland's solution was used, and growth parameters, chlorophyll content, root morphology, and nutrient concentrations were analyzed. Results showed that N uptake efficiency peaked at N16 (93.83%) and N32 (98.50%), but higher N levels reduced N utilization efficiency (lowest in N32 at 0.018). Phosphorus (P) uptake remained stable, while potassium (K) showed no clear trend. Magnesium (Mg) uptake was lowest in N16 (45.24%), whereas calcium (Ca) uptake increased significantly in N32 (27.76% and 25.81%, respectively). Translocation efficiency varied, with Na peaking in N16 (352.10) and Ca declining in N32 (178.97). Micronutrient dynamics revealed reduced zinc uptake in N16 and elevated iron in N32. These findings suggest that while high N enhances uptake, it disrupts nutrient homeostasis and utilization efficiency. The optimal N range for sour orange seedlings lies between 4–16 mM, balancing growth and nutrient assimilation. This study provides insights for refining N management in citrus cultivation, promoting sustainable fertilizer use while minimizing environmental losses.

Keywords: Balanced nutrition, Hydroponics, Nitrogen use efficiency, Nutrient translocation efficiency, Nutrient uptake efficiency, Sour orange (*Citrus aurantium* L.).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر محلول‌پاشی ال- فنیل آلانین بر فعالیت آنتی اکسیدانی و خصوصیات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم مونتری

مینا محمدزاده[۱]، علیرضا فرخزاد[۱*] و افسانه انصاری[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *a.farokhzad@urmia.ac.ir*

چکیده

رقم مونتری توت فرنگی از ارقام جدید وارد شده به ایران می‌باشد که بدلیل کیفیت میوه و عملکرد بالا مورد توجه تولید کنندگان قرار گرفته است. بهبود خصوصیات کیفی و آنتی اکسیدانی میوه این رقم می‌تواند ارزش غذایی و بازارپسندی این میوه را دوچندان بکند. در پژوهش حاضر اثر تیمار اسیدآمینه ال-فنیل‌آلانین در غلظت‌های صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار بر کیفیت میوه توت فرنگی رقم مونتری و بهبود خصوصیات آنتی اکسیدانی آن در یک گلخانه تجاری توت فرنگی در شهر ارومیه مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های pH، TA، TSS، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پس از ۳ بار محلول پاشی غلظت های ال- فنیل آلانین مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده مشخص شد که تیمار فنیل‌آلانین سبب افزایش میزان TSS، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد. با کاربرد فنیل‌آلانین کاهش میزان pH مشاهده شد و همچنین مشخص شد که غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر فنیل‌آلانین سبب بهبود شاخص های کیفی میوه توت فرنگی گردید. به طورکلی نتایج بدست آمده نشان داد که می‌توان از تیمار اسیدآمینه ال-فنیل‌آلانین به‌عنوان تیماری مناسب برای بهبود و حفظ ویژگی‌های شیمیایی و کیفی توت‌فرنگی رقم مونتری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اسیدآمینه، اسیدیته، مواد جامد محلول و ویتامین ث.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*) متعلق به تیره Rosaceae است و یک میوه محبوب با مواد مغذی فراوان و طعم لذیذ است که به طور گسترده کشت می‌شود (Chang *et al*., 2023). محتوای بالای ترکیباتی مانند فنل، فلاونوئیدها، اسیدهای آلی، آمینواسیدها، ویتامین‌ها، آنتوسیانین و سایر مواد معطر و مواد مغذی به عنوان عوامل اصلی تعیین‌کننده کیفیت و طعم توت فرنگی گزارش شده‌اند (Wang *et al*., 2023a) و آن را به یکی از مهم‌ترین میوه‌ها در بازار جهانی تبدیل کرده است. با این حال، عمر نگهداری آن‌ها به دلیل ماهیت‌شان پایین است، که ممکن است یکی از مهم‌ترین دلایل آن، نرخ تنفس بالای میوه‌ها باشد. سایر عوامل مهم از جمله آسیب فیزیکی و عفونت‌های ناشی از بیماری‌ها و آفات منجر به تغییراتی در ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی پس‌از برداشت می‌شوند (Chu *et al*., 2020). در میان ترکیبات شیمیایی مورد استفاده برای بهبود خصوصیات کیفی و افزایش عمر پس از برداشت میوه‌ها می توان به انواع اسیدهای آمینه اشاره نمود. از سال‌های گذشته، کشاورزان از اسیدهای آمینه و محصولات مرتبط به عنوان ترکیبات آلی و نیتروژنی برای بهبود رشد، نمو و عملکرد محصولات مختلف استفاده کرده‌اند (Manda-Hakki and Hassanpour, 2024). ال-فنیل‌آلانین به عنوان یکی از اسیدهای‌آمینه ضروری، پیش‌ساز مسیر فنیل پروپانوئید است که منجر به تشکیل ترکیبات بسیاری از متابولیت‌های ثانویه پرانرژی مانند فنیل پروپانوئیدها، فلاونوئیدها، لیگنین و آنتوسیانین‌ها می‌شود (Fatahi Siahkamary et al., 2025). کاربرد فنیل‌آلانین برون‌زا برای استفاده به عنوان یک مولکول ایمن بیولوژیکی برای حفظ کیفیت پس از برداشت بسیاری از محصولات باغبانی مورد توجه قرار گرفته است (Kumar Patel et al., 2020). مطالعات انجام شده بر روی میوه‌های مختلف مانند آووکادو، مرکبات و انبه مشخص کرده است که تیمار فنیل‌آلانین باعث کاهش پوسیدگی قارچی و افزایش مقاومت آنها در برابر آفات و بیماری‌ها می‌شود (Patel et al., 2020). در مطالعه‌ای توسط Sogvar و همکاران (۲۰۲۰) مشخص شد که کاربرد فنیل‌آلانین روی میوه آلو، سفتی و کیفیت میوه‌ها را بهبود بخشد. در پژوهش Ahmadkhani و همکاران (۲۰۲۳)

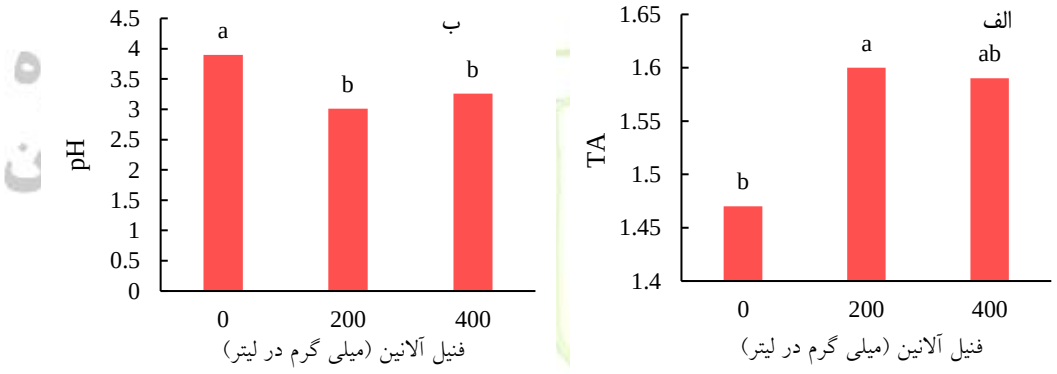
گزارش کردند که تیمار فنیل‌آلانین باعث افزایش محتوای آنتوسیانین کل، اسیدیته، فلاونوئید، فنل و کل مواد جامد محلول میوه زغال اخته شد و از کاهش محتوای اسید آسکوربیک جلوگیری کرد. Manda-Hakki و Hassanpour (۲۰۲۴) گزارش کردند که تیمار ال- فنیل‌آلانین در غلظت‌های ۴ و ۸ میلی‌مولار از کاهش وزن میوه نسبت به شاهد جلوگیری کرد و باعث حفظ و افزایش، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، اسید آسکوربیک، اسیدیته، پروتئین محلول و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شد. این تحقیق با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسیدآمینه فنیل‌آلانین بر افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و بهبود خصوصیات کیفی میوه توت‌فرنگی رقم مونتری انجام شد.

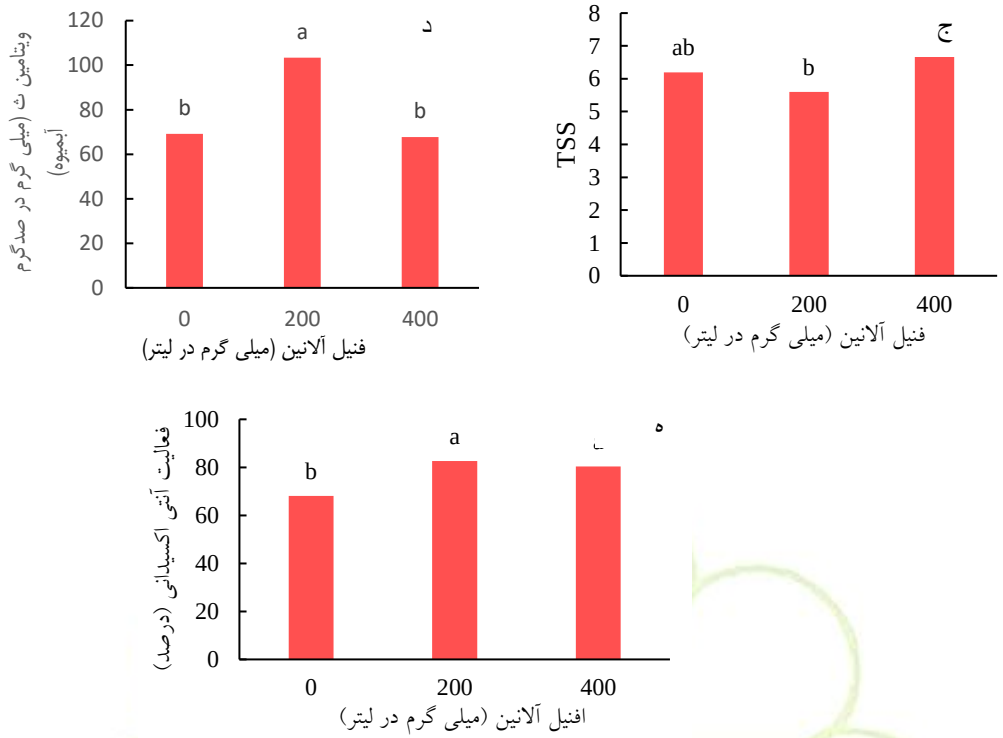
مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در شرایط کشت گلخانه‌ای با بستر کشت (پرلیت و کوکوپیت) در یکی از گلخانه‌های تجاری شهر ارومیه اجرا شد. محلول‌پاشی اسیدآمینه ال- فنیل‌آلانین (۰، ۲۰۰ و۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در زمان گلدهی انجام گرفت. محلول پاشی به فاصله ۱۵ روز در ۳ مرحله انجام شد. میوه‌ها در زمان کاملا رسیده برداشت و برای ارزیابی خصوصیات کیفی و بیوشیمیایی به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی منتقل شد. برای اندازه‌گیری میزان (pH) ازدستگاه pH متر، اسیدهای قابل تیتراسیون (TA) با روش تیتراسیون (Erkan and Selcuk, 2015)، مواد جامد محلول (TSS) از دستگاه رفراکتومتر، میزان ویتامین ث به روش Mostofi و Najafi (۲۰۰۶) از طریق تیتراسیون و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه با استفاده از روش DPPH (Nakajima et al., 2004) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SAS انجام گردید و مقایسه میانگین داده‌ها نیز براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. برای رسم جدول و نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسیدآمینه ال-فنیل‌آلانین، میزانpH کاهش و میزان ویتامین TSS و فعالیت آنتی‌اکسیدانی روند افزایشی داشت. (نمودار ۱). بیشترین میزان TSS در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر ال-فنیل‌آلانین و همچنین بیشترین میزان TA در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ال-فنیل‌آلانین بدست آمد (نمودار ۱ الف و ج). بالاترین میزان ویتامین ث نیز در تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر ال-فنیل‌آلانین بدست آمد که تفاوت معنی داری با سطح ۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر نشان داد (نمودار ۱- د).





نمودار ۱- مقایسه میانگین TA (الف)، pH (ب)، ویتامین ث (ج)، TSS (د) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (ه) تحت تاثیر غلظت‌های مختلف ال‌فنیل‌آلانین در میوه توت فرنگی رقم مونتری. (میانگین‌ها در ستون‌ها با حرروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.)

بر اساس نتایج تیمار فنیل‌آلانین سبب افزایش میزان TA، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گردید. کاهش میزان pH با کاربرد فنیل‌آلانین مشاهده شد و نتایج نشان داد که غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر فنیل‌آلانین سبب بهبود خصوصیات کیفی میوه توت فرنگی شد. استفاده از اسیدآمینه نه‌تنها باعث افزایش رشد می‌شود بلکه باعث افزایش کیفیت و مقدار محصول نیز می‌شود. محلول‌پاشی اسیدهای‌آمینه بر گیاه توت فرنگی در مرحله قبل از برداشت تاثیر مثبتی بر میزان اسید قابل تیتراسیون و pH میوه‌ها نشان داده است (Bidaki et al., 2018). از شاخص‌های کیفی مهم که رابطه بالایی با ساختار میوه دارد مواد جامد محلول می‌باشد. با گذشت زمان و از دست دادن رطوبت میوه، غلظت مواد جامد محلول افزایش می‌یابد. از سوی دیگر طی فرآیند تنفس، ترکیبات پلی‌ساکاریدی دیواره سلولی تجزیه و به قندهای محلول تبدیل شده و در نهایت مواد جامد محلول به شدت افزایش می‌یابد (Shahimoridi and Dastjerdi, 2020). نتایج پژوهش ما نشان داد که فنیل‌آلانین می‌تواند تا حدودی غلظت مواد جامد محلول را بهبود بخشد. ویتامین ث یا اسید آسکوربیک یک آنتی‌اکسیدان طبیعی موجود در میوه‌ها و سبزیجات است که بسیاری از محققان بر این باورند که محتوای اسید آسکوربیک در طول زمان نگهداری به دلیل اکسیداسیون و سرعت تنفس میوه کاهش می‌یابد (Manda-Hakki and Hassanpour, 2024). در بررسی Wang و همکاران (b ۲۰۲۳) به این نتیجه رسیدند که تیمار فنیل‌الانین باعث حفظ سطح اسید آسکوربیک در گلابی و افزایش ماندگاری شد. همچنین، محتوای اسید آسکوربیک در میوه زغال‌اخته و آلو تحت تیمار فنیل‌آلانین حفظ شد (Sogvar et al., 2020; Ahmadkhani et al., 2023). مطابق با این مطالعات، نتایج ما نشان داد که تیمار فنیل‌الانین در میوه توت‌فرنگی سبب افزایش محتوای ویتامین ث شد. اسیدهای‌آمینه، مانند فنیل‌آلانین، به طور قابل توجهی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه تأثیر می‌گذارد. طی مطالعه‌ای مشاهده شد که تیمار فنیل‌آلانین باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انبه شد (Patel et al., 2023). بنابراین تیمار فنیل‌آلانین باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌گردد، القای فعالیت آنتی‌اکسیدانی احتمالاً تجمع گونه‌های فعال اکسیژن را کاهش می‌دهد، که به القای مسیر فنیل پروپانوئید مربوط می‌شود که منجر به تجمع فلاونوئیدهایی می‌شود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند (Manda-Hakki and Hassanpour, 2024). نتایج ما با نتایج این

محققین مطابقت دارد. تیمار ال- فنیل‌آلانین تأثیر مثبتی در افزایش برخی از صفات شیمیایی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم مونتری داشت، به‌طوری که باعث بهبود شاخص ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش pH شد و می‌توان از تیمار ال- فنیل‌آلانین به‌عنوان یک تیمار و روش مفید و سالم جهت افزایش برخی از ویژگی‌های شیمیایی و کیفی میوه توت‌فرنگی استفاده نمود.

منابع

Ahmadkhani, S., Soleimani, A., Razavi, F. and Kheiry, A. 2023. The effect of post-harvest phenylalanine treatment on the physicochemical properties of cranberries during storage. Journal of Iranian Horticultural Sciences, 53(2): 295–308.

Bidaki, S. and Tehranifar, A. 2018. Post-harvest shelf-life extension of fruits of two strawberry (Fragaria × ananassa Duch.) cultivars with amino acids application in soilless culture system. Journal of Soil and Plant Interactions-Isfahan University of Technology, 9(2): 1–10.

Chang, L., Xu, L., Yang, Z., Liu, L. and Qiu, D. 2023. Antibacterial and antioxidative biogenic films for room-temperature strawberry preservation. Food Chemistry, 405: 134893.

Chu, Y., Gao, C., Liu, X., Zhang, N., Xu, T., Feng, X. and Tang, X. 2020. Improvement of storage quality of strawberries by pullulan coatings incorporated with cinnamon essential oil nanoemulsion. LWT - Food Science and Technology, 122: 109054.

Fatahi Siahkamary, S., Rabiei, V., Shoor, M. and Nicola, S. 2025. Foliar application of L-phenylalanine, sodium selenate, and nitroxine biological fertilizer can improve antioxidant and phytochemical properties of goji berry (Lycium barbarum L.). Journal of Horticulture and Postharvest Research, 8(3): 291–308.

Patel, M.K., Maurer, D., Feygenberg, O., Ovadia, A., Elad, Y., Oren-Shamir, M. and Alkan, N. 2020. Phenylalanine: A promising inducer of fruit resistance to postharvest pathogens. Foods, 9(5): 646.

Manda-Hakki, K. and Hassanpour, H. 2024. Changes in postharvest quality and physiological attributes of strawberry fruits influenced by L-phenylalanine. Food Science & Nutrition, 12(12): 10262–10274.

Patel, M., Maurer, D., Feygenberg, O., Ovadia, A., Elad, Y., Oren-Shamir, M. and Alkan, N. 2020. Phenylalanine: A promising inducer of fruit resistance to postharvest pathogens. Foods, 9(5): 646.

Patel, M.K., Fanyuk, M., Feygenberg, O., Maurer, D., Sela, N., Ovadia, R., Oren-Shamir, M. and Alkan, N. 2023. Phenylalanine induces mango fruit resistance against chilling injuries during storage at suboptimal temperature. Food Chemistry, 405: 134909.

Shahimoridi, A. and Dastjerdi, A.M.M. 2020. The effects of ethanol extract of red mangrove and eucalyptus leaves on antioxidant capacity, enzyme activity and malondialdehyde of fresh banana fruit. Journal of Food Researches, 30(1): 15–28.

Erkan, M. and Selcuk, N. 2015. The effects of 1-MCP treatment on fruit quality of medlar fruit (Mespilus germanica L. cv. Istanbul) during long-term storage in the palliflex storage system. Postharvest Biology and Technology, 100: 81–90.

Nakajima, J.I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M. and Saito, K. 2004. LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. Biomedical Research International, 2004: 241–247.

Mostofi, M. and Najafi, F. 2006. Laboratory Analytical Methods in Horticultural Science. Tehran University, Tehran.

Sogvar, O.B., Rabiei, V., Razavi, F. and Gohari, G. 2020. Phenylalanine alleviates postharvest chilling injury of plum fruit by modulating antioxidant system and enhancing the accumulation of phenolic compounds. Food Technology & Biotechnology, 58: 330–337.

Wang, X., Wu, L., Qiu, J., Qian, Y. and Wang, M. 2023a. Comparative metabolomic analysis of the nutritional aspects from ten cultivars of the strawberry fruit. Foods, 12(6): 1153.

Wang, M., Li, C., Liu, J., Zhang, S., Guo, Y., Jin, Y. and Ge, Y. 2023b. Phenylalanine maintains the postharvest quality of 'Jinfeng' pear fruit by modulating the tricarboxylic acid cycle and chlorophyll catabolism. Postharvest Biology and Technology, 204: 112479.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of foliar application of L-phenylalanine on antioxidant activity and quality characteristics of Monterey strawberry cultivar

Mina Mohammadzadeh[1], Alireza Farokhzad[1*] and Afsaneh Ansari[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
Corresponding Author: a.farokhzad@urmia.ac.ir

Abstract

The Monterey strawberry cultivar is one of the new cultivars imported to Iran that has attracted the attention of producers due to its fruit quality and high yield. Improving the quality and antioxidant properties of this cultivar can double the nutritional value and marketability of this fruit. In the present study, the effect of L-phenylalanine amino acid treatment at concentrations of 0, 200, and 400 mg/L was investigated in a randomized complete block design with three replications on the quality of Monterey strawberry fruit and improving its antioxidant properties in a commercial strawberry greenhouse in Urmia city. The pH, TA, TSS, vitamin C, and antioxidant activity were evaluated after 3 foliar sprays of L-phenylalanine concentrations. Based on the results, it was determined that phenylalanine treatment increased TSS, vitamin C, and antioxidant activity. A decrease in pH was observed with the application of phenylalanine, and it was also found that a concentration of 200 mg/L of phenylalanine improved the quality indicators of strawberry fruit compared to a concentration of 0 and 400 mg/L. In general, the results showed that L-phenylalanine treatment can be used as a suitable treatment to improve and maintain the chemical and quality characteristics of Monterey strawberry cultivar.

Keywords: Amino acids, Acidity, Soluble solids and Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

عارضه‌های فیزیولوژیکی میوه پاپایا

انسیه قربانی[1*] و محمدرضا پورقیومی[1]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *e_ghorbani88@yahoo.com*

چکیده

میوه پاپایا به دلیل دارا بودن مقادیر فراوان مواد مغذی، املاح معدنی و ویتامین‌ها، نقش مؤثری در حفظ سلامت انسان ایفا می‌کند. یکی از چالش‌های مهم در تولید این میوه گرمسیری، بروز ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی است. عوامل محیطی و خاکی متغیر، از جمله دماهای نامناسب، میزان رطوبت و ترکیبات معدنی خاک، از جمله دلایل اصلی ایجاد این ناهنجاری‌ها در پاپایا محسوب می‌شوند. در بسیاری از موارد، شرایط به‌وجودآورنده این اختلالات، حاصل تعامل چندین عامل در طول دوره رشد گیاه است که تشخیص دقیق آن را با دشواری مواجه می‌سازد. بروز این ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی در دو مرحله القاء و رشد میوه اتفاق می‌افتد که شامل دوره‌های پیش و پس از برداشت می‌شود. کاهش خسارات ناشی از این ناهنجاری‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است، چرا که تأثیر مستقیمی بر توجیه اقتصادی تولید پاپایا دارد. از این‌رو، شناخت مبانی فیزیولوژیکی و عوامل ایجادکننده این اختلالات می‌تواند به پیشگیری و کنترل آسیب‌های وارده به میوه پاپایا کمک شایانی کند. در این مقاله، برخی از ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی میوه پاپایا شامل نقص گلگاه میوه، برآمدگی سطح میوه، کارپلودی، وجود توده‌های سخت در گوشت میوه، نرم شدن گوشت میوه، خال‌های پوستی، آفتاب سوختگی، نواحی قهوه‌ای فرورفته، ژله‌ای شدن گوشت میوه و بذر زنده‌زا مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: پس از برداشت، تنش‌های محیطی، رشد میوه و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی.

مقدمه

تولید جهانی میوه های گرمسیری به دلیل افزایش سطح زیرکشت و همچنین عملکرد در حال افزایش است. تولید جهانی پاپایا از ۱۰/۱۱ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ به ۱۴ میلیون تن در سال ۲۰۲۳ افزایش یافته است (FAO, 2023). پاپایا یک گیاه نیمه چوبی، دارای شیرابه، به طور معمول تک ساقه، چند ساله و دارای عمر کوتاهی است. ژنوم نسبتا کوچک این گونه ویژگی¬هایی در گروه¬های اصلی ژنی دخیل در اندازه سلول و چوبی¬شدن، تولید کربوهیدارت، پاسخ¬های نوری و متابولیت¬های ثانویه را نشان می¬دهد که پاپایا را در یک موقعیت متوسط بین گیاهان علفی و درختان قرار می¬دهد (Ming et al., 2008). زود به محصول رفتن، میزان فتوسنتز بالای برگ¬ها، رشد سریع، عملکرد بالا، تولید تعداد زیاد بذر و تولید ساقه¬ها، دمبرگ¬ها و میوه¬ها با هزینه اندک از ویژگی¬های این میوه پیشگام و با ارزش گرمسیری است (Ming et al., 2008). در شرایط مناسب فراهمی آب، نور، اکسیژن، دمای هوا و رطوبت، بذرهای پاپایا طی ۲ الی ۳ هفته جوانه ¬زده و نمایان می¬شود. گیاه پاپایا خیلی سریع رشد می¬کند به طوری که ۳ الی ۸ ماه از جوانه¬زنی تا گلدهی و ۹ الی ۱۵ ماه جهت برداشت میوه مورد نیاز است (Paterson et al., 2008). این گیاه تا ۲۰ سال می¬تواند عمر کند؛ اما به دلیل ارتفاع بیش از حد و محدودیت¬های پاتولوژیکی، عمر اقتصادی یک باغ پاپایا به طور معمول ۲ الی ۳ سال است. در هر زمان مشخص، گیاهان بالغ پاپایا می¬توانند رشد رویشی، گلدهی و ده¬ها میوه در مراحل مختلف نمو به طور هم¬زمان داشته باشند (Ming and Moore 2014). تولید میوه‌های یک دست و با ظاهر سالم و عطر و طعم مناسب از الزامات تولید اقتصادی پاپایا است. عارضه‌های فیزیولوژیکی پاپایا به شکل ناهنجاری‌های رشدی در داخل یا سطح میوه بروز می‌کنند که تأثیر مستقیمی بر ویژگی‌های ظاهری، عطر و طعم میوه داشته و به کاهش قابل توجه مقبولیت بازار آن منجر می‌شوند. این اختلالات برخلاف آسیب‌های ناشی از عوامل بیماری‌زا یا صدمات فیزیکی، عمدتاً ریشه در عوامل درونی گیاه و شرایط نامساعد محیطی دارند. منشأ این مشکلات را می‌توان در عوامل ژنتیکی گیاه، قرارگیری در معرض تنش‌های محیطی (شامل دماهای نامتعادل، تابش ناکافی یا بیش‌ازحد نور، و نوسانات رطوبتی در مراحل پیش یا پس از برداشت)، وضعیت نامناسب

خاک و اختلال در فرآیندهای متابولیکی میوه در پاسخ به این شرایط جستجو کرد. تأثیر این عوامل به صورت علائم واضحی مانند بدشکلی‌های ساختاری (از جمله کارپلودی و برجستگی‌های غیرطبیعی)، آسیب‌های ناشی از دما (سوختگی حرارتی یا سرمازدگی)، تغییر شکل میوه، تغییر رنگ، نرم شدن، لک‌ها، قهوه‌ای و ژله‌ای شدن میوه پدیدار می‌گردد. پیامد این ناهنجاری‌ها فراتر از کاهش کیفیت ظاهری است و به افت محسوس عملکرد، کاهش ارزش غذایی و خسارت اقتصادی قابل توجه برای تولیدکنندگان منجر می‌شود. مدیریت مؤثر این چالش‌ها مستلزم به‌کارگیری راهبردهای جامع نظیر اصلاح نژاد برای ارقام مقاوم، بهینه‌سازی شرایط کشت و اعمال روش‌های مدیریتی پیشرفته در مراحل مختلف تولید و پس از برداشت است.

مواد و روش‌ها

در این مقاله عارضه‌های فیزیولوژیکی میوه پاپایا شامل نقص گلگاه میوه، میوه با سطح برآمده، کارپلودی، توده‌های سخت در گوشت میوه، نرم شدن گوشت میوه، خال‌های پوستی، آفتاب سوختگی، نواحی قهوه‌ای خشک فرورفته در میوه، ژله‌ای شدن گوشت میوه و بذر زنده‌زا بررسی می‌گردد.

نتایج و بحث

عارضه‌های فیزیولوژیکی میوه

نقص گلگاه میوه

یکی از عارضه های فیزیولوژیکی که در میوه‌های عرضه شده به بازار دیده می شود نقص گلگاه میوه است (Akamine, 1996). این نقایص منجر به رشد غیرمعمول جفت نزدیک گلگاه میوه می گردد (Zee et al., 1989). نقص گلگاه مطابق به قطر منفذ به صورت زیر طبقه بندی می شود: ۱- سوراخ کوچک (کمتر از ۱ میلی‌متر)، ۲- سوراخ بزرگ (بیشتر از ۱ میلی‌متر)، و ۳- ناول (مشابه گلگاه پرتقال ناول) (Liquido,1990). این عارضه منجر به حساسیت پاپایا به بیماری‌های باکتریایی در حفره بذر میوه قبل از برداشت خواهد شد و میوه ها زودتر خواهند رسید. مگس میوه شرقی و مگس خربزه معمولا در نواحی خارجی گلگاه تخم‌ریزی می کنند (Liquido, 1990). نقص انتهای گلگاه در زمان‌های خاصی از سال می‌تواند تشدید شود (Zee et al., 1989). بررسی تاثیر عوامل اقلیمی نشان داد بروز این عارضه در مزرعه کم است و به صورت فصلی ظاهر می‌شود (Zee et al., 1989; Paull et al., 1997). تیمار آب گرم برای درمان این عارضه استفاده شده است. در موارد نادر، زمانی که مگس میوه در منفذ گلگاه میوه تخم‌ریزی می‌کند تخم‌ها تبدیل به لارو می‌شوند و لاروها از منفذ گلگاه به سمت حفره بذر حرکت می‌کنند و از تیمار آب گرم در امان می‌مانند (Liquido, 1990). غوطه‌وری مضاعف آب گرم بدین صورت است که میوه‌هایی که یک چهارم آنها رسیده است در آب با دمای ۴۲ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰دقیقه غوطه‌ور می‌شوند و این کار برای بار دوم در آب با دمای ۴۹ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه ادامه می‌یابد. سپس میوه‌ها فورا با غوطه‌وری در آب با دمای محیط یا با استفاده از محلول پاشی با آب خنک می‌گردند (Zee et al., 1989).

میوه با سطح برآمده(Bumpy fruit)

میوه با سطح برآمده به عنوان یکی از عارضه‌های فیزیولوژیکی جدید پاپایا تحت شرایط مختلف اقلیمی کشاورزی شناسایی شده است (Saha, 2007; Saran et al., 2014). وضعیت میوه با سطح برآمده (ناهموار) در ابتدا به صورت ناهمگونی شدید در سطح میوه بالغ مشاهده می شود. در میوه‌های جوان، علائم شامل ترشح لاتکس شیری رنگ در سطح میوه است که بعدا به رنگ قهوه‌ای تغییر می‌کند. در میوه‌های مسن‌تر، پوست به صورت سطحی ناهموار و برآمده تغییر می‌یابد.محققان بر این باورند کمبود مواد غذایی مختلف مانند کمبود بور، روی، و گوگرد و تنش های محیطی موجب ایجاد این عارضه می شوند که همچنین موجب ایجاد بذرهای بدشکل و بی‌رنگ (تغییر در رنگ) در این میوه ها می شوند. مشاهدات نشان داده است که دما طی نمو میوه و بلوغ بذر نقش مهمی در گسترش عارضه برآمدگی میوه پاپایا ایفا می‌کند. علاوه بر دما، کمبود بور یکی از دلایل اصلیست که عملکرد پاپایا را تحت تاثیر قرار می دهد و منجر به تولید میوه‌های بدشکل می‌شود

(Mitra, 2020). کاربرد بور به صورت بوریک، کمبود بور را برطرف و سطوح بور در دمبرگ را افزایش می‌دهد و از بروز علائم کمبود بور روی میوه جلوگیری می‌کند (Naqvi, 2004). محلول پاشی ۰/۱ درصد بوریک اسید ۶ ماه بعد از کاشت و به فاصله هر سه ماه یکبار این کمبود را جبران می‌کند (Jeyakumar, 2011).

کارپلودی

کارپلودی پرچم‌ها در پاپایا اصطلاحی است که برای توصیف ادغام پرچم‌ها به تخمدان در گل‌های هرمافرودیت استفاده می‌شود. میوه‌هایی که از این نوع گل‌ها به وجود می‌آیند دارای شکاف‌های طولی بدشکلی هستند که نشان دهنده ناحیه پیوند و ادغام پرچم-ها(Androecium) به تخمدان است. چنین میوه‌هایی عموما بدشکل هستند و یا به اصلاح صورت گربه‌ای اند(ژCatfaced)که عموما قابل عرضه با بازار نیستند. اعتقاد بر این است که کارپلودی یک ناهنجاری با منشا ژنتیکی است و تحت تاثیر عوامل محیطی مانند دمای پایین و رطوبت بالا و نیتروژن اضافی در خاک نیز قرار می‌گیرد. از آنجا که کارپلودی یک ویژگی ارثی است انتخاب دقیق بذر و مدیریت باغ بروز آن را می‌تواند کاهش دهد. کارپلودی در رقم 'Solo' به میزان کمتری دیده می شود (Chen, 1984; Nishijima, 1998; Marin and Gomes, 2000; Mitra, 2020)

توده‌های سخت در گوشت میوه

توده‌های سخت در گوشت میوه پاپایا به عنوان تشکیل یک ناحیه مجزا و مشخص از بافت‌های مزوکارپ توصیف شده‌اند که در مقایسه با نواحی اطراف گوشت میوه سخت‌تر است. این عارضه فقط در درون گوشت میوه قابل روئیت است و تفاوتی بین قسمت بیرونی میوه‌هایی که دچار این عارضه شده‌اند با میوه‌هایی که تحت تاثیر این عارضه قرار نگرفته‌اند وجود ندارد. بروز این عارضه غیرقابل پیش‌بینی بوده و به شرایط آب و هوایی خصوصا دماهای بالا مرتبط است (Oliveira and Vitória, 2011).

نرم شدن گوشت میوه

نرم شدن گوشت(Pulp softening) یا "عارضه نرم شدن زودهنگام(Early softening disorder)" با از دست دادن زودرس سفتی کل میوه مشخص می شود در حالی که پوست میوه تا حدی سبز باقی می‌ماند (۲۵-۵۰ درصد رسیده). همان طور که کشاورزان از ایالت شمالی اسپریتو سانتو، برزیل گزارش دادند، این عارضه در میوه پاپایای طلایی در برخی فصول رخ می‌دهد (Jacomino et al., 2010). در زمان برداشت، میوه‌هایی که دارای عارضه نرم شدن زودهنگام هستند، از نظر رنگ پوست و سفتی گوشت از میوه‌های بدون این عارضه قابل تشخیص نیستند. پوست میوه‌ها با عارضه نرم شدن زودهنگام پس از حدود شش روز نگهداری در یخچال زرد شد، در حالی که سفتی دو روز قبل کاهش یافت. در حالی که میوه‌ها هنوز تا حدی سبز هستند، گوشت آن آماده مصرف است و در نتیجه این میوه‌ها طی فرآیند بسته بندی حذف می شوند که باعث تلفات قابل توجه پس از برداشت می شود. عواملی که بر نرم شدن گوشت تأثیر می‌گذارند، شدت نور بالا، رطوبت خاک و دما در طول رشد میوه است (Sams, 1999).N ، P، K و Ca عناصری هستند که با سفتی بافت مرتبط هستند. یک رابطه بین تامین مقادیر بالای نیتروژن و کاهش سفتی ثابت شده است (Campostrini et al., 2008). این به تاثیر و فعالیت منفی نیتروژن اضافی بر توانایی بافت گوشت میوه جهت تجمع کلسیم نسبت داده می شود (Saure, 2005). کلسیم استحکام بافت گوشت را با ایجاد پیوندهای متقابل بین ساختارهای پیچیده مولکول پکتین حفظ می‌کند و باعث ثبات در دیواره سلولی اولیه و غشا میانی می‌شود. تامین متعادل مواد مغذی نیتروژن و کلسیم در طول رشد میوه و بسته بندی مناسب میوه در طول حمل و نقل پس از برداشت می‌تواند سبب کاهش بروز عارضه نرم شدن گوشت میوه شود.

خال‌های پوستی

خال‌های پوستی(Skin freckles) لکه های سبز تیره سطحی هستند که به لکه‌های قهوه‌ای روی سطوح پوست میوه‌های نارس و رسیده پاپایا که در معرض نور مستقیم خورشید هستند تبدیل می‌شوند. این لکه‌ها در وسط سطح میوه‌های نارس یا رسیده در مراحل بعدی بلوغ ایجاد می‌شوند اما در پوست میوه‌های جوان دیده نمی‌شوند. به نظر می‌رسد که این عارضه به میزان اندکی در ارقام پاپایای پوست زرد

"فرانگی" (گروه "اکسوتیکا") و "گلدن" رخ می‌دهد. این عارضه پاتوژنی نیست و رسیدن و یا عطر و طعم میوه را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. علل احتمالی خال‌های پوست به برهمکنش بین عوامل محیطی و ساختار ژنتیکی گیاه نسبت داده شده است. بارندگی بیش از حد، رطوبت نسبی بالای هوا، شدت تابش خورشید و وضعیت آب در خاک¬هایی با عمق آبیاری متفاوت (Gomes Filho et al., 2008) با افزایش بروز خال¬های پوستی همراه است. خصوصیات ژنتیکی گیاه مانند ظرفیت تعرق، مرحله رشد میوه (Mishra et al., 2016)، تعداد بالای سلول¬های شیرابه¬ای و میزان مواد جامد محلول لاتکس (Eloisa et al., 1994) با محیط برهمکنش دارند و به فراوانی خال¬های پوستی کمک می¬کنند. پوشاندن میوه¬های جوان در پاکت¬های کاغذی سفید یا پاکت¬های پلی اتیلنی آلومینیومی باعث کاهش بروز خال¬های پوستی می¬شود (Elosia et al., 1994; Oliveira et al., 2011)، اما این تکنیک از نظر تجاری اقتصادی و مقرون به صرفه نیست.

آفتاب سوختگی

آفتاب سوختگی یک تغییر رنگ به قهوه‌ای زیتونی تیره است که در میوه‌هایی که مستقیماً در معرض نور خورشید هستند ایجاد می‌شود. به عنوان یک عارضه تنش اکسیداتیو پس از برداشت طبقه بندی می‌شود. این شایع‌ترین عارضه در فصول گرم است، به خصوص زمانی که هوا خشک است و تابش نور خورشید به طور مداوم شدید است. آفتاب سوختگی در باغی جوان که در آن تاج تنک و دارای شاخ و برگ کم است و میوه‌ها در معرض آفتاب مستقیم قرار دارند غالب است. این عارضه همچنین در درختانی که به سمت خورشید متمایل می‌شوند و باعث می‌شود میوه‌ها مستقیماً در معرض نور خورشید قرار گیرند و همچنین هنگامی که میوه پس از برداشت در معرض نور خورشید قرار می‌گیرد نیز رخ می‌دهد (Paull et al., 1997). معمولاً دمای میوه بین ۵ تا ۱۰ درجه سانتی گراد بالاتر از هوای اطراف است (Lurie, 2009). در نتیجه، تغییر رنگ قهوه‌ای زیتونی تیره در پوست میوه ایجاد می‌شود (Zhou et al., 2014). تعدادی تکنیک از قبیل پوشش‌گذاری میوه جهت کاهش بروز عارضه آفتاب سوختگی وجود دارد (Huang, 2016). همچنین می‌توان با ایجاد سایه با استفاده از توری‌ها و یا اسکلت‌های ایجاد کننده سایه برای کاهش تابش نور مستقیم خورشید و محافظت از میوه‌ها در برابر قرار گرفتن بیش از حد در معرض تابش، آفتاب سوختگی را کاهش داد.

نواحی قهوه‌ای خشک فرورفته

پدیدار شدن نواحی خاکستری مایل به قهوه ای خشک در سطح میوه پاپایا توسط کنه‌ها(Mites)ایجاد می‌شود (Singh and Sundhakar Rao, 2011; Zhou et al., 2014). کنه‌ها معمولاً از تنه شروع به تغذیه می‌کنند و با افزایش تراکم جمعیت به برگ‌ها و میوه‌های جوان سرایت می‌کنند. کنه قبل از این که محتویات گیاه را بخورد، بزاق سمی را به سلول‌های گیاه تزریق می‌کند (Childers et al., 2003). هنگامی که این فعالیت‌های سوراخ کردن به منظور تغذیه فراوان و بسیار نزدیک به هم باشند، ناحیه آسیب دیده بزرگی را ایجاد می‌کند. سپس، ناحیه آسیب‌دیده لکه‌های قهوه‌ای بزرگ‌تری با وضعیت سطح فرورفته تشکیل می‌دهد (Childers et al., 2003). گاهی اوقات، اگر کنه‌ها غدد لاتکس را سوراخ کنند، میوه‌ها با مایع چسبنده سفید رنگی پوشیده می‌شوند که ظاهر میوه پاپایا را نشان‌دار می‌کند. علاوه بر این، اثر ترکیبی کنه‌ها و عفونت قارچی می‌تواند منجر به ایجاد کلروز شدید در سطح میوه پاپایا شود (Pantoja et al., 2002). هجوم کنه‌ها معمولاً با استفاده از حشره کش‌های شیمیایی کنترل می‌شود (Reis et al., 2005).

ژله‌ای شدن گوشت میوه

ژله‌ای شدن گوشت میوه که گاهی اوقات شفافیت گوشت(Pulp flesh translucency) نامیده می شود، یک عارضه فیزیولوژیکی است که از سطح خارجی میوه پاپایا قابل مشاهده نیست (Oliveira et al., 2019). میوه با این عارضه در مقایسه با یک میوه طبیعی چگال‌تر است زیرا آب را در حفره میوه جمع می‌کند (Oliveira and Vitória, 2011) و تمایل دارد در مخزن آب شستشو در طول فرآیندهای پس از برداشت فرو رود (Campostrini et al., 2008; Oliveira and Vitoria, 2011; Oliveira et al., 2011). ژله‌ای شدن در اندوکارپ شروع و بدون هیچ علامت خارجی به سمت اگزوکارپ گسترش می‌یابد. پوست میوه آسیب دیده را می‌توان به راحتی از گوشت آن جدا کرد. میوه علائم اولیه را در مرحله شکست رنگ تا مرحله بعدی رشد میوه نشان می‌دهد. این عارضه به کمبود کلسیم یا رسیدن زودرس میوه

مربوط نمی‌شود. با این حال، ایجاد این عارضه می‌تواند ناشی از اختلال احتمالی در سطح هورمون‌ها باشد که در اثر دمای پایین ایجاد می‌شود (Mitra, 2020).

بذر زنده‌زا

بذر زنده زا(Viviparous seed)وضعیتی است که در آن بذر پاپایا در داخل حفره میوه جوانه می‌زند در حالی که میوه هنوز به گیاه مادری چسبیده است (Singh, 2013; Saran et al., 2014). معمولاً این عارضه از طریق ظاهر بیرونی میوه به سختی قابل تشخیص است و تنها زمانی می‌توان متوجه شد که میوه به صورت طولی به دو نیم تقسیم شود. سطح بیرونی میوه پاپایای زنده‌زا در مقایسه با سطح صاف یک میوه معمولی ناهموار است و میوه آسیب دیده طعم کمی بی مزه دارد (Singh, 2013; Saran et al., 2014). زنده‌زایی از نظر ژنتیکی کنترل می‌شود و باعث می‌شود که بذر در حالی که هنوز روی گیاه مادری است، زودتر از موعد جوانه بزند. قرار گرفتن میوه‌ها در معرض دمای بالا در طول دوره بلوغ بذر به رشد بذر زنده‌زا کمک می‌کند (Saran et al., 2014). همچنین، رطوبت زیاد و دمای گرم غیرمعمول می‌تواند شرایط مطلوبی برای نمو بذر زنده‌زا باشد (Farnsworth, 2000). تشکیل بذر زنده‌زا را می‌توان با استفاده از یک اسپری شیمیایی یا هورمون اسید آبسیزیک کنترل کرد (Nonogaki and Nonogaki, 2017). با این حال، استفاده از این روش‌های کنترل برای کشاورزان مقرون به صرفه نیست. برای حل این اختلال باید تحقیقات بیشتری انجام شود.

منابع

Akamine, E. K. 1966. Respiration of fruits of papaya (*Carica papaya* L. var. Solo) with reference to effect of quarantine disinfestation treatments. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 89: 231–236.

Chen, Y. K. and Raveendranathan, P. 1984. Differential sensitivity of papaya varieties in expression of boron deficiency symptoms. MARDI Research Bulletin, 12(3): 281.

Childers, C. C., French, J. V. and Rodrigues, J. C. V. 2003. Brevipalpus californicus, B. obovatus, B. phoenicis, and B. lewisi (Acari: Tenuipalpidae): A review of their biology, feeding injury and economic importance. Experimental and Applied Acarology, 30(1–3): 5–28.

Campostrini, E., Schaffer, B., Ramalho, J. D., González, J. C. and Rodrigues, W. P. 2018. Environmental factors controlling carbon assimilation, growth, and yield of papaya (Carica papaya L.) under water-scarcity scenarios. In: Tejero, I. F. G. and Zuazo, V. H. D. (Eds.), Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment. Academic Press, London, pp. 481–505.

Campostrini, E., Valdevino Pommer, C. and Yamanishi, O. K. 2008. Environmental factors causing physiological disorders in papaya plants. Acta Horticulturae, 851: 453–458.

Eloisa, M., Reyes, Q. and Paull, R. E. 1994. Skin freckles on Solo papaya fruit. Scientia Horticulturae, 58: 31–39.

FAO. 2023. Available online.

Farnsworth, E. 2000. The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds: A comparative study of seed physiology. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 31: 107–138.

Huang, H. 2016. Kiwifruit: The Genus Actinidia. Academic Press, San Diego, California.

Jeyakumar, P. 2011. Physiological Disorders in Fruit Crops. Available online.

Jacomino, A. P., Gallon, C. Z., Dias, I. S. and Pereira, W. S. P. 2010. Characterization and occurrence of early softening disorder in 'Golden' papaya fruits. Revista Brasileira de Fruticultura, 32(4): 1261–1266.

Gomes Filho, A., Oliveira, J. G., Viana, A. P. and Pereira, M. G. 2008. Skin freckles and yield components of papaya Tainung 01: Effect of irrigation depths and soil coverings. Ciência e Agrotecnologia, 32(4): 1161–1167.

Liquido, N. J. 1990. Morphological defects in the blossom end of papaya fruits in relation to infestation rates by oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology, 83: 1883–1887.

Lurie, S. 2009. Stress physiology and latent damage. Food Science and Technology, 2009: 443–459.

Mishra, D. S., Tripathi, A. and Nimbolkar, P. K. 2016. Review on physiological disorders of tropical and subtropical fruits: Causes and management approach. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 9(6): 925–935.

Mitra, S. 2020. The Papaya: Botany, Production and Uses. CABI, 288 p.

Paterson, A., Felker, P., Hubbell, S. and Ming, R. 2008. The fruits of tropical plant genomics. Tropical Plant Biology, 1(1): 3–19.

Marin, S. L. D. and Gomes, J. A. 2000. Técnicas de cultivo do mamão. In: Sales, R. de O. (Ed.), Semana Internacional de Fruticultura e Agroindústria. Annal Sindifruta – Frutal, Fortaleza, Brazil, p. 57.

Nishijima, W. T. 1998. Miscellaneous papaya diseases. In: Ploetz, R. C., Zentmeyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G. and Ohr, H. D. (Eds.), Compendium of Tropical Fruit Diseases, 2nd edn. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, pp. 69–70.

Nonogaki, M. and Nonogaki, H. 2017. Prevention of preharvest sprouting through hormone engineering and germination recovery by chemical biology. Frontiers in Plant Science, 8: 1–7.

Naqvi, S. A. M. H. 2004. Diseases of Fruits and Vegetables. Springer, Dordrecht, the Netherlands.

Oliveira, J. G. de, Bressan-Smith, R. E., Campostrini, E., Cunha, M. da, Costa, E. S., et al. 2011. Papaya pulp gelling: Is it premature ripening or problems of water accumulation in the apoplast? Revista Brasileira de Fruticultura, 32(4): 961–969.

Oliveira, J. G., Morales, L. M. M., Silva, W. B., Gomes Filho, A. and Paull, R. E. 2019. Papaya. In: de Freitas, S. T. and Pareek, S. (Eds.), Postharvest Physiological Disorders in Fruits and Vegetables. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 467–488.

Oliveira, J. G. and Vitória, A. P. 2011. Papaya: Nutritional and pharmacological characterization, and quality loss due to physiological disorders. An overview. Food Research International, 44: 1306–1313.

Paull, R. E., Nishijima, W., Reyes, M. and Cavaletto, C. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). Postharvest Biology and Technology, 11: 165–179.

Pantoja, A., Follet, P. A. and Villanueva-Jimenez, J. A. 2002. Pests of papaya. In: Pena, J. E., Sharp, J. L. and Wysoki, M. (Eds.), Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control. CAB International, Wallingford, UK, pp. 131–156.

Reis, P. R., Pedro Neto, M. and Franco, R. A. 2005. Controle de Brevipalpus phoenicis Geijskes, 1939 e Oligonychus ilicis (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro e o impacto sobre ácaros benéficos: II – Spirodiclofen e azocyclotin. Ciência e Agrotecnologia, 29(3): 528–537.

Saure, M. C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. Scientia Horticulturae, 105(1): 65–89.

Saran, P. L., Choudhary, R., Solanki, I. S. and Kumar, P. R. 2014. New fruit and seed disorders in papaya (*Carica papaya* L.) in India. African Journal of Biotechnology, 13(4): 574–580.

Saha, M. 2007. In vitro propagation of precociously germinated seedlings of Carica papaya L. variety Madhubindu. Bionano Frontier, 1(1): 55–59.

Sams, C. E. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. Postharvest Biology and Technology, 15: 249–254.

Singh, S. P. and Sundhakar Rao, D. V. 2011. Papaya (*Carica papaya* L.). In: Yahia, E. M. (Ed.), Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote, 4th edn. Woodhead Publishing, Oxford, UK, pp. 89–118.

Singh, J. 2013. An unusual occurrence of vivipary in papaya (*Carica papaya* L.). HortFlora Research Spectrum, 2(4): 374–375.

Zee, F. T., Nishina, M. S., Chan, H. T. Jr. and Nishijima, K. A. 1989. Blossom end defects and fruit fly infestation in papayas following hot water quarantine treatment. HortScience, 24: 323–325.

Zhou, L., Paull, R. E. and Chen, N. J. 2014. Papaya: Postharvest Quality-Maintenance Guidelines. Fruit, Nut, and Beverage Crops. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Physiological disorders in papaya fruits

Ensieh Ghorbani[1*] and Mohammadreza Pourghayoumi[1]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
**Corresponding Author: e_ghorbani88@yahoo.com*

Abstract

The papaya fruit plays a vital role in maintaining human health due to its abundance of nutrients, minerals, and vitamins. One of the major challenges in producing this tropical fruit is the emergence of physiological disorders. Variable environmental and soil factors; such as unfavorable temperatures, inconsistent humidity levels, and mineral composition are among the primary causes of these abnormalities in papaya. In many cases, the conditions that trigger such disorders result from the interaction of multiple factors during the plant's growth cycle, making precise diagnosis difficult. These physiological disorders manifest in two stages: induction and fruit development, which span both pre harvest and post-harvest periods. Reducing losses from these disorders is critically important, as it directly impacts the economic viability of papaya production. Therefore, understanding the underlying physiological mechanisms and causative factors of these disorders can significantly aid in preventing and managing damage to the fruit. In this article, some physiological disorders of papaya fruit, including blossom-end defect, bumpy fruit, carpellody, presence of hard lumps in the fruit pulp, fruit flesh softening, skin freckles, sunscald, sunken brownish areas, pulp flesh gelling, and viviparous seeds, have been examined and analyzed.

Keywords: Environmental stress, Fruit growth, Physiological disorders, Postharvest.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر کود اورمیک بر رشد مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه سینره (*Cineraria hybrida*)

محبوبه محمدی[۱]، مهرداد بابااربیع[۲*]، آتوسا دانیائی[۳]

۱-گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، مرکز آموزش عالی میناب، ایران

۳- دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir*

چکیده

سینره (*Cineraria hybrida*) گیاهی زینتی چندساله با تحمل بالا به شرایط هوای خنک است که در تولید گل‌های گلدانی کاربرد گسترده‌ای دارد. این مطالعه به بررسی اثر دوزهای مختلف کود اورمیک (۲ و ۳ گرم در لیتر) بر رشد مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی اندام هوایی سینره پرداخت. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه انجام شد و کود به سه مرحله هر ۱۵ روز یکبار به صورت آبیاری اعمال گردید. نتایج نشان داد که کود اورمیک به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) ارتفاع گیاه، تعداد برگ و میزان کلروفیل را نسبت به شاهد افزایش داد، به‌ویژه در دوز ۳ گرم در لیتر که بیشترین تأثیر را داشت. زمان گلدهی تحت تأثیر کود قرار گرفت، اما تفاوت معنی دار بین دو دوز مشاهده نشد. یافته‌ها حاکی از تأثیر مثبت کود اورمیک در بهبود رشد رویشی سینره بدون تأخیر در گلدهی است. این نتایج با پژوهش‌های مشابه در سایر گیاهان زینتی هم‌راستا بوده و استفاده از کود اورمیک به‌عنوان راهکاری مؤثر، اقتصادی و دوستدار محیط زیست در تولید گل‌های سینره توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کود اورمیک، رشد رویشی، سینره، کلروفیل، گل‌دهی.

مقدمه

سینره (*Cineraria hybrida*) گیاهی چندساله و زیبا از خانواده کاسنیان (Asteraceae) است که به‌طور گسترده در صنعت گل‌کاری به‌عنوان یک گل گلدانی محبوب شناخته می‌شود. این گیاه زینتی به‌دلیل تحمل بالای خود به شرایط هوای خنک، یکی از گزینه‌های مناسب برای تولید گل‌های گلدانی در فصول سرد سال محسوب می‌شود. گل‌های سینره دارای اندازه‌ای نسبتاً بزرگ، شکل متراکم و ظاهری شبیه گل مروارید هستند که در رنگ‌های متنوعی مانند صورتی، سفید، بنفش، قرمز، آبی تیره و آبی روشن به بازار عرضه می‌شوند. همچنین، برخی از واریته‌های این گیاه، حلقه‌هایی با سایه‌های مختلف در مرکز گل دارند که زیبایی و تنوع ظاهری آنها را بیشتر می‌کند (Abdou et al., 2023). از لحاظ زیست‌محیطی، سینره گیاهی مقاوم است که می‌تواند در شرایط نوری و دمایی مختلف رشد کند، اما برای رسیدن به حداکثر کیفیت گل‌دهی و افزایش طول عمر گیاه، مدیریت صحیح تغذیه‌ای و استفاده بهینه از کودها ضروری است. یکی از چالش‌های اصلی در پرورش سینره، افزایش ارتفاع مناسب گیاه و تقویت رشد رویشی آن است که مستقیماً بر کیفیت و کمیت گل‌ها تأثیرگذار است.

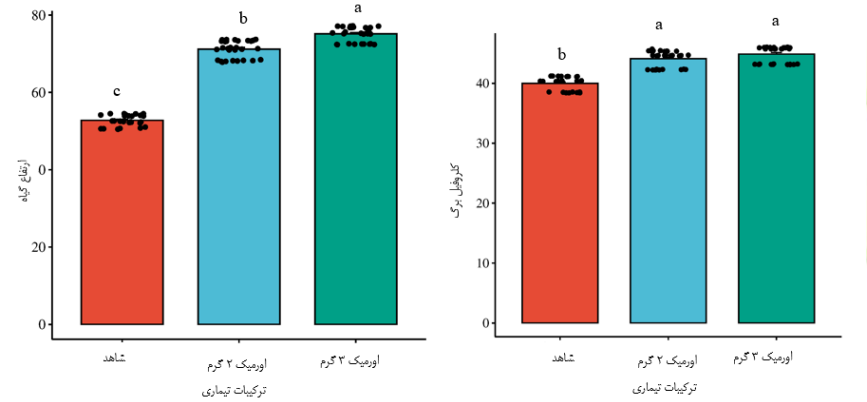
در این زمینه، استفاده از کودهای آلی و زیستی مانند کود اورمیک (Biozar uremic fertilizer) به‌عنوان جایگزینی سالم و پایدار برای کودهای شیمیایی مطرح شده است. این کود ترکیبی از اوره، اسید هیومیک و عناصر ریزمغذی مهمی مانند آهن و روی است که می‌تواند با بهبود ساختار خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، موجب تقویت سیستم ریشه و مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی شود. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که افزودن کمپوست به خاک باعث افزایش قابل توجه ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه و برگ، سطح برگ و وزن خشک بخش‌های هوایی سینره می‌شود. با توجه به ترکیبات مشابه، انتظار می‌رود کود اورمیک نیز عملکردی مشابه داشته باشد و علاوه بر افزایش رشد گیاه، بتواند تلفات گیاهچه را تا ۲۰ درصد کاهش داده و مصرف کودهای شیمیایی ازته را تا ۴۰ درصد کاهش دهد. بنابراین، استفاده از کود اورمیک می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر، اقتصادی و سازگار با محیط زیست برای بهبود کیفیت و کمیت تولید گیاه سینره مورد توجه قرار گیرد و جایگاه آن را در بازار گل‌های زینتی تثبیت نماید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، تأثیر غلظت‌های مختلف کود اورمیک بیوزر (Biozar Uremic Fertilizer) تولید شرکت دانش‌بنیان فناور نانو پژوهش مرکزی با نام تجاری بیوزر (Biozar) ساخت کشور ایران استفاده شد. بر ارتفاع اندام هوایی گیاه سینره بررسی شد. این کود یک ترکیب اختصاصی مربوط به نشان تجاری بیوزر می‌باشد. نشاهای گیاه ابتدا در گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر کشت شدند و در طول دوره رشد، در دو مرحله به گلدان‌های بزرگ‌تر منتقل شدند؛ ابتدا به گلدان‌هایی با قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر و سپس به گلدان‌هایی با قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر انتقال یافتند. بستر کشت مورد استفاده شامل ترکیبی از ۴۰ درصد خاک رس، ۲۰ درصد برگ پوسیده، ۲۰ درصد پرلیت و ۲۰ درصد کوکوپیت بود که در تمام مراحل کشت به‌کار گرفته شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی(CRD) با ۳۰ تکرار و سه سطح مختلف دوز کود اورمیک (صفر، ۲ گرم در لیتر و ۳ گرم در لیتر) اجرا گردید. کود اورمیک در سه مرحله و هر ۱۵ روز یکبار به‌صورت آبیاری به گیاهان اعمال شد؛ اولین مرحله کوددهی هفت روز پس از انتقال نشاها به گلدان‌های بزرگ‌تر انجام گرفت. غلظت‌های مصرفی کود به‌ترتیب ۲ و ۳ گرم در لیتر تنظیم شده بود. ارتفاع اندام هوایی گیاهان در زمان گلدهی اندازه‌گیری و داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تحلیل شدند تا اثر دوزهای مختلف کود اورمیک بر رشد سینره ارزیابی شود. این پژوهش در سال ۱۴۰۳ در شهرک گلخانه‌ای فرهیختگان گرگان انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

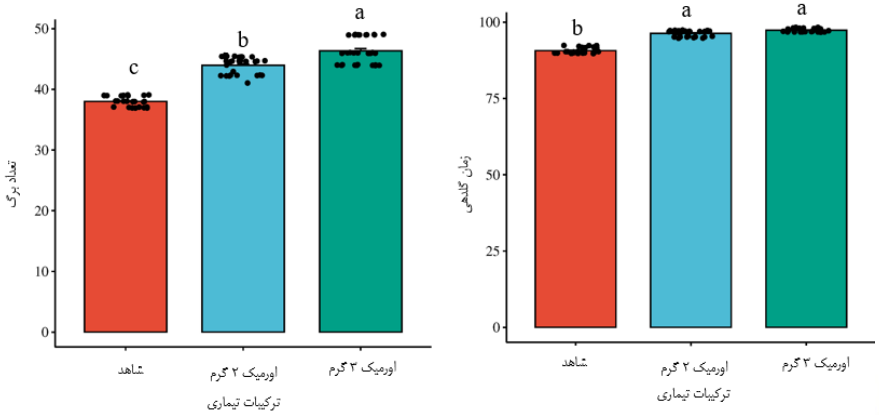
بررسی اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک نشان داد که هر دو متغیر ارتفاع گیاه و مقدار کلروفیل برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع تیمار قرار گرفتند (شکل ۱). تیمار 3 گرم در لیتر بیشترین ارتفاع گیاه را نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌دار ($p < 0.05$) به خود اختصاص داد، به‌طوری‌که اختلاف آن با تیمارهای 2 گرم در لیتر و شاهد از نظر آماری قابل توجه بود. همچنین، تیمار 2 گرم در لیتر نیز موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شد، اگرچه این افزایش کمتر از 3 گرم در لیتر بود. کمترین میانگین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد مشاهده گردید. در مورد شاخص کلروفیل برگ نیز نتایج نشان داد که هر دو تیمار 2 گرم در لیتر و 3 گرم در لیتر موجب افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل نسبت به شاهد شدند ($p < 0.05$). با این حال، تفاوت آماری معنی دار بین دو تیمار 2 گرم در لیتر و 3 گرم در لیتر مشاهده نشد. به‌طور کلی، تیمار شاهد پایین‌ترین مقدار کلروفیل برگ را نشان داد.



شکل ۱– تأثیر دوزهای مختلف کود اورمیک بیوزر (شاهد: صفر، اورمیک ۲ گرم: کود اورمیک دو گرم در لیتر، اورمیک۳ گرم: کود اورمیک سه گرم در لیتر) بر ارتفاع گیاه و کلروفیل برگ (*Cineraria hybrida*)، در قالب طرح کاملاً تصادفی. مقادیر میانگین با استفاده از آزمون Duncan در سطح احتمال $p\leq$۰/۰۵ مقایسه شدند. حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها هستند.

نتایج به‌دست‌آمده در (شکل ۲) نشان داد که کاربرد کود اورمیک در هر دو غلظت (2 گرم در لیتر و 3 گرم در لیتر) منجر به افزایش معنی‌دار تعداد برگ‌ها در مقایسه با گروه کنترل گردید ($p < 0.05$). بیشترین تعداد برگ در تیمار 3 گرم در لیتر مشاهده شد که از نظر آماری به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار 2 گرم در لیتر و شاهد بود. این یافته بیانگر نقش مثبت کود اورمیک، به‌ویژه در غلظت بالاتر، در تحریک

رشد اندام هوایی گیاه سینره می‌باشد. در مورد صفت زمان گلدهی، تیمار کنترل دارای میانگین کمتری نسبت به دو تیمار اورمیک بود، هرچند تفاوت آماری معنی‌داری میان تیمارهای 2 گرم در لیتر و 3 گرم در لیتر مشاهده نگردید. به‌عبارت‌دیگر، هر دو تیمار 2 گرم در لیتر و 3 گرم در لیتر زمان گلدهی مشابهی داشتند که به‌طور اندکی بیشتر از شاهد بود. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کود اورمیک نه‌تنها موجب تأخیر در زمان گلدهی نگردیده، بلکه ممکن است با افزایش نسبی زمان گلدهی، به بهبود کیفیت گل‌ها نیز کمک کرده باشد.



شکل ۲- تأثیر دوزهای مختلف کود اورمیک بیوزر (شاهد: صفر، اورمیک ۲ گرم: کود اورمیک دو گرم در لیتر، اورمیک۳ گرم: کود اورمیک سه گرم در لیتر) بر تعداد برگ و زمان گلدهی (*Cineraria hybrida*)، در قالب طرح کاملاً تصادفی. مقادیر میانگین با استفاده از آزمون Duncan در سطح احتمال $p\leq ۰/۰۵$ مقایسه شدند. حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها هستند.

در مطالعه‌ای مشابه به کار ما که به بررسی تأثیر محلول‌پاشی برگی کود پتاسیم هیومیت با غلظت ۳ میلی‌لیتر در لیتر بر رشد و گل‌دهی گیاه فریزیا پرداخته شد، نتایج نشان داد که این غلظت موجب افزایش معنادار شاخص‌های رشد شامل ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، محتوای کل کلروفیل و کربوهیدرات‌های محلول کل در برگ‌ها گردید. همچنین طول ساقه گل، تعداد خوشه‌های گل، تعداد گل‌ها در هر خوشه، قطر گل و دوره گل‌دهی نسبت به تیمار شاهد به طور قابل توجهی بهبود یافت (Al-Showily et al., 2022). در پژوهشی که سه سال پیش توسط Al-Showily و همکاران (۲۰۲۲) انجام شد، محلول‌پاشی گیاهان Petunia hybrid با عصاره کود آلی در غلظت‌های ۰، ۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمار با غلظت ۴ میلی‌لیتر در لیتر به‌طور معنی‌داری بیشترین افزایش را در ارتفاع گیاه (۱۳/۰۰ سانتی‌متر)، تعداد شاخه‌ها (۶/۵۶ شاخه)، سطح برگ (۷۸۵/۳ سانتی‌متر مربع) و وزن خشک ساقه (۴/۰۷ گرم) ایجاد کرد. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر همسو بود. به علاوه در مطالعه‌ای که توسط Dikr و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد، گزارش شد که گل جعفری آفریقایی که نسبت به مقادیر مختلف کودهای آلی، شیمیایی و زیستی واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این پژوهش، استفاده از ترکیب کودی N12P80K40 کیلوگرم در هکتار منجر به تسریع در زمان گل‌دهی شده و ارتفاع ساقه گل نیز به‌طور معنی دار تحت تأثیر مصرف کودهای NPK قرار گرفت. همچنین، در این بررسی مشخص شد که در میان کودهای آلی مورد استفاده، کود مرغی عملکرد بهتری در افزایش عملکرد و بازدهی گیاه نسبت به سایر کودهای آلی از خود نشان داده است. در مطالعه‌ای که توسط Al-Zubaidi و همکاران (۲۰۲۱) انجام شد، اسید هیومیک با غلظت‌های ۰، ۳ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر، هر ۲۰ روز یک‌بار به خاک همیشه بهارافزوده شد. نتایج نشان داد که غلظت ۶ میلی‌لیتر در لیتر، به‌طور معنی دار موجب افزایش ارتفاع گیاه، سطح برگ، تعداد و قطر گل‌ها، قطر ساقه گل و تعداد برگ‌ها گردید. در پژوهشی دیگر Bairam و همکاران (۲۰۲۳) در یک آزمایش که در پاییز سال ۲۰۲۱ در گلخانه‌ای پلاستیکی بدون سیستم گرمایشی انجام شد، تأثیر کود آلی به‌میزان ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم بر متر مربع را بر رشد گل لاله *Tulipa gesneriana* بررسی کردند. نتایج نشان داد که این کود به‌طور قابل توجهی بر قطر ساقه گل، تعداد روزهای لازم برای گل‌دهی، قطر و وزن پیاز تأثیر گذاشته است. این نتایج مشابه یافته‌های تریپاتی و همکاران (Tripathi et al., 2013) است که نشان دادند کاربرد درست کودهای آلی در خاک باعث بهبود رشد و افزایش محصول گلادیولوس و کاهش مدت زمان گل‌دهی می‌شود. بنابراین نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کود اورمیک در دوزهای ۲ و ۳ گرم در لیتر باعث بهبود معنی‌دار رشد مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سینره شد. دوز ۳ گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ

و میزان کلروفیل داشت، بدون آنکه موجب تأخیر در گلدهی گردد. بنابراین، کود اورمیک گزینه‌ای مؤثر، پایدار و زیست‌سازگار برای تقویت رشد رویشی سینره و جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی در تولید گل‌های زینتی محسوب می‌شود.

منابع

Abdou, M. A., Fouad, A. H., & Hassan, A. 2023. Influence of compost fertilization and pinching number on growth and flowering of cineraria plant. Scientific Journal of Agricultural Sciences, 5(2), 17–30.

Al-Showily, A. K. N., & Hussein, F. A. 2022. Effect of organic fertilizers on the growth of ornamental plants. International Journal of Aquatic Science, 13(1), 43–47.

Al-Zubaidi, S. A. K., & Al-Hasnawi, H. A. K. 2021. Effect of foliar feeding with Prosul and soil addition of humic acid on the growth and flowering of Calendula officinalis L. Fayoum Journal of Agricultural Research, 35(1), 80–86.

Bairam, S., Kamil, I. A. M., & Hashim, N. N. 2023. Influence of organic manure and chemical fertilization on flowering and field bulbs of tulip (Tulipa). In 4th International Agricultural Conferences, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing.

Dikr, W., & Belete, K. (2017). Review on the effect of organic fertilizers, biofertilizers and inorganic fertilizers (NPK) on growth and flower yield of marigold (Tagetes erecta L.). Academic Research Journal of Agricultural Science and Research, 5(3), 192–204.

Tripathi, S., Joshi, H. C., Sharma, D. K., & Singh, K. P. 2013. Effect of distillery effluent and flyash mixtures on soil fertility, plant growth and flower yield in gladiolus. Journal of Ornamental Horticulture, 10(1), 34–37.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of uremic fertilizer on the morphological and physiological growth of Cineraria hybrida

Mahboobeh Mohammadi[1], Mehrdad Babarabi[2*] and Atoosa Danyaei[3]

1. Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Minab Higher Education Center, Iran
3. Horticultural Sciences, National University of Skills, Tehran, Iran

**Corresponding author: mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir*

Abstract

Cineraria hybrida is a perennial ornamental plant with high tolerance to cool weather conditions that is widely used in potted flower production. This study investigated the effect of different doses of uremic fertilizer (2 and 3 g/L) on the morphological and physiological growth of Cineraria aerial organs. The experiment was conducted in a completely randomized design with 30 replications in a greenhouse, and the fertilizer was applied in three stages every 15 days by irrigation. The results showed that uremic fertilizer significantly ($p < 0.05$) increased plant height, leaf number, and chlorophyll content compared to the control, especially at the dose of 3 g/L, which had the greatest effect. Flowering time was affected by the fertilizer, but no significant difference was observed between the two doses. The findings indicate a positive effect of uremic fertilizer in improving the vegetative growth of Cineraria without delaying flowering. These results are consistent with similar studies in other ornamental plants and the use of uremic fertilizer is recommended as an effective, economical, and environmentally friendly solution in the production of senna flowers.

Keywords: Chlorophyll, Flowering, Senna, Uremic fertilizer, Vegetative growth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی گیرایی پاجوش خرمای رقم زاهدی با استفاده از تیمارهای مالچی در استان خوزستان

اسماعیل راه خدایی[1*]، حجت دیالمی[1] و محمد جواد کرمی[2]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۳- شرکت فرهیختگان کشاورزی نوین فارس، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *rahkhodaei@gmail.com*

چکیده

رقم زاهدی (قصب) یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری خرمای استان خوزستان و ایران به شمار می‌رود. بسیاری از نخلستان‌های این استان به دلیل مسن بودن، ضعف عمومی ناشی از ۸ سال جنگ تحمیلی، آلودگی نفتی آب و خاک منطقه حاصل از جنگ کویت و عراق، شوری آب رودخانه اروندکنار و جزر و مدی بودن سیستم آبیاری آن‌ها، نیاز به احیا و بازسازی دارد. این تحقیق با هدف ارایه بهترین راه‌کار کشت پاجوش رقم زاهدی با حداکثر گیرایی به منظور احیا و بازسازی نخلستان‌های استان خوزستان انجام شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور اصلی، یکی قطعه تیمار و دیگری قطعه شاهد انجام گرفت. کاشت و نگهداری نهال‌ها در قطعه تیمار بر اساس آخرین روش‌های علمی و در قطعه شاهد بر اساس عرف نخل‌دار انجام شد. فاکتور فرعی شامل نوع مالچ (روش‌های حفظ رطوبت خاک تشتک های کشت با سه تیمار مالچ سبز (میانه کاری با سورگوم)، استفاده از مالچ کاه و کلش و بدون میانه‌کاری بودند. برای هر فاکتور فرعی، تعداد ۲۰ اصله پاجوش در نظر گرفته شد که در فروردین ماه کشت شدند. آبیاری به صورت بابلر انجام شد. در فروردین ماه سال بعد داده‌برداری از گیرایی پاجوش‌ها در کرت‌های آزمایش انجام شد و مقایسه آماری بین فاکتورهای آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد درصد گیرایی پاجوش‌های رقم زاهدی (بجز کاربرد سورگوم) در قطعه تیمار تقریبا دوبرابر قطعه شاهد بوده است. کشت سورگوم در تشتک‌ها باعث کاهش معنی‌دار درصد گیرایی پاجوش در قطعه تیمار شد.

واژه های کلیدی: اهواز، بازسازی، مالچ، میانه‌کاری و نخلستان.

مقدمه

خرما یکی از محصولات مهم و استراتژیک کشور می‌باشد. استان خوزستان با سطح زیر کشت بارور ۳۵۳۰۷ هکتار و تولید ۳۱۶۸۳۸ تن در سال، سومین استان تولید کننده خرما در ایران می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲). ارقام استعمران، برحی، زاهدی کبکاب، خاصی و دیری از مهم‌ترین ارقام تجاری و صادراتی این استان به شمار می‌روند (تراهی و مستعان، ۱۳۸۶). خرمای رقم زاهدی یکی از ارقام صادراتی و مهم استان خوزستان است که تقریبا در تمام استان‌های خرماخیز کشور کشت و کار می‌شود (پژمان، ۱۳۸۰). در سال‌های اخیر به دلیل افزایش ارزش اقتصادی خرما و توجه به صادرات آن، سطح زیر کشت خرما در حال افزایش است، از طرف دیگر سالانه بیش از ۶۰۰ هزار اصله نخل خرما (حدود ۲ درصد از نخیلات کشور) از چرخه تولید خارج می‌گردد و تقریبا بیش از ۵۰ درصد نخلستان‌ها فرسوده یا کم بازده بوده و نیازمند جایگزینی هستند (تراهی، ۱۳۹۷، محبی، ۱۳۸۷ و هاشم پور، ۱۳۷۸). برای مثال به دلیل جنگ تحمیلی تخمین زده می‌شود ۵۰ درصد نخلستان‌های آبادان و خرمشهر از بین رفته‌است (کاشانی،۱۳۷۱). جایگزینی و افزایش سطح زیرکشت ارقام مختلف تجاری خرما و توسعه‌ی پایدار نخیلات نیازمند استفاده از نهال‌های مطمئن است. یکی از روش‌های قدیمی و مطمئن تکثیر نخل خرما از طریق جداسازی و کاشت پاجوش است (زرگری، ۱۳۷۹). در این روش پاجوش‌های مناسب از درخت مادری جدا و در زمان مناسب در زمین اصلی یا خزانه کشت می‌گردد (Zaid, 1999). استفاده از تنه‌جوش و ریشه دار کردن آن نیز همواره مورد توجه بوده است (Afzal, et al. 2011). کاشت پاجوش دارای محدویت‌های زیادی است. یکی از مهمترین محدویت‌های کاشت پاجوش، گیرایی و اسقرار نهال در زمین اصلی یا خزانه است (راه‌خدایی ۱۳۹۲). گیرایی پاجوش از مهمترین دغدغه‌های نخلداران است. صرف هزینه‌های زیاد در خرید و یا جداسازی پاجوش از نخل مادری، هزینه‌های کارگری و نهاده‌ها در آماده‌سازی زمین و انتظار و صرف وقت زیاد (حداقل یکسال) هزینه‌هایی است که همه بر دوش نخلدار است. از طرف دیگر با توجه به اینکه تعداد پاجوش نخل خرما محدود است نخلدار ملزم به بکارگیری روش‌های مناسبی است تا

حداقل تلفات نهال را داشته باشد. این تحقیق با هدف به حداقل رساندن تلفات پاجوش‌های رقم زاهدی در موقع کاشت با توجه به استفاده از روش‌های علمی توصیه شده در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق یک قطعه الگویی از رقم زاهدی به وسعت یک هکتار در اهواز احداث گردید. این آزمایش بصورت فاکتوریل با دو فاکتور اصلی یکی قطعه تیمار که کاشت و نگهداری پاجوش‌ها بر اساس آخرین روش‌های علمی انجام گرفت و دیگری قطعه شاهد که کاشت و بر اساس عرف نخل‌دار انجام شد. فاکتور فرعی شامل روش‌های نوع مالچ با سه سطح مالچ، سبز (کشت سورگوم در تشتک)، مالچ کاه و کلش (شکل ۱) و بدون میانه‌کاری و مالچ‌دهی بود. برای هر فاکتور فرعی، تعداد ۲۰ اصله پاجوش کاشته شد و در مجموع تعداد ۱۲۰ اصله پاجوش کاشته شد. ابتدا در پاییز و زمستان پس از عملیات شخم، دیسک و احداث کانال‌های زهکشی، محل کاشت پاجوش‌ها علامت گذاری شد وگودال‌هایی به ابعاد ۱ × ۱ × ۱ متر در فواصل ۸ متری حفر گردید. بر اساس آزمون خاک،گودال‌ها با نسبت مناسب خاک (لومی شنی)، کود دامی پوسیده پر شدند و سپس سیستم آبیاری بابلر برای هر تشتک اجرا گردید. از اواخر فروردین‌ماه سال بعد پاجوش‌های مناسب در قطعه تیمار با قارچ‌کش کاربندازیم و حشره‌کش دیازینون ضدعفونی شده و درتشتک‌های به قطر ۱/۲ متر کشت شدند. در خرداد ماه به ازای هر نهال با ۵۰ لیتر محلول ۲ در هزار حشره کش کلروپیروفوس علیه موریانه، خاک تشتک‌ها ضد عفونی شد. آبیاری در هفته اول به صورت روزانه و در هفته دوم یک روز در میان و در هفته سوم دو بار در هفته انجام شد. در قطعه تیمار در فصل بهار و تابستان هر هفته دو بار و در فصل پاییز و زمستان هر هفته یک بار انجام شد. آبیاری در قطعه شاهد هر هفته یک بار انجام شد. یک سال بعد در فروردین ماه، داده‌برداری از درصد گیرایی پاجوش‌ها هر کرت آزمایش (هر ۵ اصله پاجوش یک کرت) انجام شد و مقایسه آماری بین فاکتورهای آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد.



شکل ۱- استفاده از مالچ کاه و کلش در تشتک کاشت پاجوش.

نتایج و بحث

پس از یک‌سال پاجوش‌های کشت شده در قطعات تیمار و شاهد از نظر درصد گیرایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. از لحاظ درصد گیرایی پاجوش، بین نهال‌های کشت شده در قطعه تیمار و شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح کم‌تر از یک درصد مشاهده گردید به طوری که پاجوش‌ها در قطعه تیمار با ۷۵ درصد گیرایی، بیش‌تر از گیرایی پاجوش قطعه شاهد با ۴۱ درصد بودند (جدول ۱). از نظر نوع مالچ، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید هر چند که درصد گیرایی پاجوش در تیمار کشت سورگوم (۵۰ درصد) از تیمارهای مالچ کاه و کلش

(۶۰ درصد) و تیمار بدون مالچ (۶۵ درصد) کم‌تر بود. کشت پاجوش رقم زاهدی در تشتک‌های بدون مالچ در قطعه تیمار بیش‌ترین گیرایی را داشته (۹۰ درصد) و کم‌ترین آن مربوط به تیمارهای مالچ کاه کش و بدون مالچ در قطعه شاهد با ۴۰ درصد گیرایی بوده است.

جدول ۱- اثرات روش کشت و مالچ دهی بر گیرایی پاجوش رقم زاهدی.

روش مالچ دهی	روش کشت		
	تیمار	عرف نخل‌دار	میانگین
بدون مالچ	۹۰/۰۰ A	۴۰/۰۰ C	۶۵/۰۰ A
سورگوم	۵۵/۰۰ C	۴۵/۰۰ C	۵۰/۰۰ A
مالچ کاه و کلش	۸۰/۰ AB	۴۰/۰۰ C	۶۰/۰۰ A
میانگین	۷۵/۰۰ A	۴۱/۶۷ B	

گذشته از وزن پاجوش، نحوه کندن و انتقال و زمان مناسب کاشت، عوامل متعدد دیگری در گیرایی پاجوش پس از انتقال به زمین اصلی یا خزانه کاشت دخالت دارند. افزایش گیرایی پاجوش در قطعه تیمار در مقایسه به عرف نخلدار به چند عامل بستگی داشت (راه‌خدایی، ۱۳۹۲). از اصلاح بستر خاک که در قطعه تیمار بافت لومی شنی و نسبتا سبک (۲۰ درضد رس، ۳۰ درصد لای و ۵۰ درصد ماسه) تا بافت سنگین و رسی در شاهد، دور آبیاری هفته ای دو مرتبه در تیمار در مقایسه با آبیاری هفتگی در شاهد، ضدعفونی پاجوش‌های تیمار با قارچکش و مبارزه با موریانه و کرم ریشه‌خوار از مهترین علت‌های افزایش گیرایی پاجوش‌های رقم زاهدی بوده است. به نظر می‌رسد گیاه سورگرم به علت رقابت با پاجوش و یا اثرات دیگر موجب کاهش ریشه‌زایی و گیرایی پاجوش‌ها شده است.

منابع

آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی. ۱۴۰۲. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، تهران، ۴۰۰ صفحه.

پژمان، ح. ۱۳۸۰. راهنمای کاشت، داشت و برداشت خرما. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، سازمان تات، ۲۶۶ صفحه.

تراهی، ع. و مستعان، ا. ۱۳۸۶. اصول احداث نخلستان. حوزه ترویج و نظام بهره‌برداری خوزستان، ۲۸ صفحه.

تراهی، ع. ۱۳۹۷. اصول توصیه رقم در نخل خرما. تهران: نشر آموزش کشاورزی.

زرگری، ح. ۱۳۷۹. بررسی مناسب‌ترین وزن پاجوش برای کاشت ارقام تجاری خرما. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۷۳ صفحه.

راه‌خدایی، ا. ۱۳۹۲. طرح پایلوت احداث نخلستان الگویی جهت بازسازی نخلستان‌های آبادان و خرمشهر. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۵۸ صفحه.

کاشانی، م. ۱۳۷۱. روش تکثیر درخت خرما. مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۴۰ صفحه.

محبی، ع. ۱۳۸۷. گزارش بازدید از نخلستان‌های آبادان. مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۱۱ صفحه.

هاشم‌پور، م. ۱۳۷۸. گنجینه خرما، جلد اول. نشر آموزش کشاورزی، ۶۶۸ صفحه.

Afzal, M., Khan, M.A., Pervez, M.A. and Ahmed, R. 2011. Root induction in the aerial offshoots of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar 'Hillawi'. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 48(1): 11–17.

Zaid, A. 1999. Date Palm Cultivation. Food and Agriculture Organization, 278 p.

Evaluation of Offshoot Establishment in Zahidi Date Palm Cultivar using mulch treatments in Khuzestan Province

Esmaeil Rahkhodaei[1*], Hojjat Dialami[1] and Mohammad Javad Karami[2]
1 . Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
3. Fars Modern Agricultural Elites Company, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: Rahkhodaei@gmail.com*

Abstract

The Zahidi (Qasab) cultivar is considered one of the most important commercial date palm varieties in Khuzestan Province and Iran. Many of the region's date palm groves require rehabilitation and restoration due to aging, general decline caused by the 8-year imposed war, oil contamination of soil and water resulting from the Kuwait-Iraq conflict, the salinity of the Arvandkenar River, and the tidal nature of its irrigation system. This study aimed to identify the most effective method for establishing Zahidi offshoots to maximize survival rates and contribute to the rehabilitation of palm groves in Khuzestan. The experiment was conducted in a factorial design with two main plots: the treatment plot and the control plot. In the treatment plot, planting and maintenance of the offshoots were based on the latest scientific practices, while in the control plot, traditional farming methods were used. The sub-factor examined was the type of mulch (soil moisture conservation methods within planting basins), including three treatments: green mulch (intercropping with sorghum), straw mulch, and no intercropping. For each sub-treatment, 20 offshoots were planted in April. Irrigation was applied using a bubbler system. Data collection regarding offshoot establishment was conducted in April of the following year. Statistical analysis was performed using SAS software. The results indicated that the establishment rate of Zahidi offshoots (excluding the sorghum treatment) in the treatment plot was nearly twice that of the control plot. Intercropping with sorghum within the planting basins significantly reduced offshoot establishment in the treatment plot.

Keywords: Ahvaz, Date palm plantation, Intercropping, Mulch and Rehabilitation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی سولفات‌مس ($CuSO_4$) بر کاهش تعداد بذر در نارنگی یاشار

حمیدرضا قلی‌پور[1*]، مالک قاسمی[1] و داوود هاشم‌آبادی[2]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۲- دانشکده علوم باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

*نویسنده مسئول: *gholipourhamid@gmail.com*

چکیده

بازار تجاری مرکبات پذیرای رقم‌هایی با ویژگی‌هایی از قبیل بی‌بذری و یا کم بذری، نازکی پوست، خوش‌رنگی پوست و گوشت، بالا بودن نسبت قند به اسید، پرآبی، سهولت پوست‌گیری و میوهٔ نسبتاً درشت است و باید دامنه وسیعی از رقم‌ها از نظر زمان رسیدن میوه از بسیار زودرس تا خیلی دیررس موجود باشد. نارنگی یاشار دورگ کمپلکس و حاصل تلاقی مینئولاتانجلو در شانگشا است که در سال ۱۳۷۱ تولید و در سال ۱۳۸۹ توسط پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری معرفی شد. میوه‌های این رقم در مناطق شمالی کشور در اردیبهشت ماه می‌رسند و لذا از دیررس‌ترین ارقام نارنگی محسوب می‌شوند اما یکی از معضلات این رقم، پربذر بودن آن است. با توجه به این که کم‌بذر یا بی‌بذر بودن در بازارپسندی مرکبات در مصرف تازه‌خوری از اهمیت بسزایی برخوردار است، برای رفع این مشکل در آزمایشی از محلول‌پاشی سولفات‌مس به‌میزان ۲۵ میلی‌گرم در لیتر در چهار تیمار و سه تکرار استفاده شد که تیمارها عبارت بودند از: محلول‌پاشی سولفات‌مس ۲۵ میلی‌گرم در لیتر در مرحله ۳۰، ۶۰ و ۸۰ درصد باز شدن گل‌ها و یک تیمار گرده‌افشانی آزاد بدون محلول پاشی به عنوان شاهد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، اثر محلول‌پاشی سولفات‌مس بر تعداد بذر، در تیمار ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها در سطح یک درصد، نسبت به شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. یعنی‌محلول‌پاشی با دوز ۲۵ میلی‌گرم در لیتر در زمان ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها، باعث کم شدن تعداد بذر در نارنگی یاشار شده است.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، لقاح، دانه‌گرده، بی‌بذری، دیررس.

مقدمه

مرکبات گروه بزرگی از میوه‌ها شامل انواع پرتقال ، نارنگی ، لیمو ، گریپ‌فروت ، و پوملو است. این محصول در جهان از اهمیت اقتصادی زیادی برخوردار می‌باشد و در تجارت جهانی دومین صنعت بزرگ میوه است. این میوه در اقلیم‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری که خاک مناسب، گرمای متوسط و رطوبت دائمی دارند، به‌عمل می‌آید (گلعین و عدولی، ۱۳۹۰). تولید بیش از ۱۶۹ میلیون تن محصول در سال در سطحی معادل ده میلیون و ششصد هزار هکتار، که نتیجه اشتغال میلیون‌ها انسان در بیش از ۱۲۵ کشور است. و مصارف گوناگون غذایی، بهداشتی و صنعتی مرکبات دلیل بر اهمیت این محصول با ارزش است (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۲). کشور ایران یکی از کشورهای عمده تولید کننده مرکبات است. در ایران مرکبات جایگاه دوم تولید را پس از سیب دارد. ایران در بین ۱۲۵ کشور تولید کننده مرکبات در جهان، از نظر میزان تولید و سطح زیر کشت مقام هفتم تا هشتم را دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲). مرکبات دیررس به‌دلیل آنکه عرضه آنها در فصلی از سال انجام می‌شود که خبری از سایر رقم‌های مرکبات نیست از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار هستند. بازار تجاری مرکبات پذیرای رقم‌هایی با ویژگی‌هایی از قبیل نداشتن بذر و یا تعداد کم بذر، نازکی پوست، خوش رنگی پوست و گوشت، بالا بودن نسبت قند به اسید، پرآبی، سهولت پوست‌گیری و میوه‌ی درشت است و باید دامنه وسیعی از رقم‌ها از نظر زمان رسیدن میوه از بسیار زودرس تا خیلی دیررس موجود باشد. با توجه به این‌که در ایران در فصل‌های پاییز و زمستان تنوع زیادی از رقم‌های مختلف مرکبات وجود دارد، ولی در فصل بهار به‌جز رقم پرتقال والنسیا، رقم دیررس دیگری وجود ندارد تا به بازار میوه عرضه شود (گلعین و همکاران، ۱۳۹۱). نارنگی یاشار دورگ کمپلکس و حاصل تلاقی مینئولاتانجلو با شانگشا است که در سال ۱۳۷۱ تولید و در سال ۱۳۸۹توسط پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری معرفی شد. درختان این رقم تاجی گسترده و پهن داشته و شاخه‌های آن تقریباً بی‌تیغ هستند و در اثر وزن میوه‌ها حالت آویزانی به‌خود می‌گیرند. میوه‌ها اندازه متوسطی داشته، پربذر، کروی تا پخ و دارای محور میانی نسبتاً توخالی هستند. پوست میوه به آسانی نارنگی‌های دیگر

قابل جدا شدن نیست. میوه‌های این رقم در مناطق شمالی کشور در اردیبهشت ماه می‌رسند و لذا از دیررس‌ترین ارقام نارنگی محسوب شده است. کیفیت درونی میوه در بین سایر انواع نارنگی و یا دورگ‌های نارنگی بسیار خوب و بهتر از بسیاری از آن‌هاست. پوست و گوشت میوه‌ها در زمان رسیدگی نارنجی تیره شده و عطر و طعم میوه عالی است. این نارنگی دیررس بوده و در بهار سال بعد می‌رسد. نارنگی یاشار بدلیل عملکرد بالا و خصوصیات کمی و کیفی مناسب مانند درشتی میوه، آبدار بودن میوه، میزان مواد جامد محلول قابل پسند، می‌تواند در اقتصاد باغدار نقش موثری داشته باشد. بازار تازه‌خوری میوه به دنبال ارقام جدید و با تنوع می‌باشد که این رقم با توجه به خصوصیات ذکر شده می‌تواند این نقش را داشته باشد. همچنین بعلت آبدار بودن میوه می‌تواند در صنایع تبدیلی نیز مورد استفاده قرار گیرد و جایگزین ارقام قدیمی نارنگی موجود در باغها شود (گلعین و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از معضلات نارنگی یاشار پربذر بودن آن است. با توجه به این که کم‌بذر بودن در بازارپسندی مرکبات در مصرف تازه‌خوری از اهمیت بسزایی برخوردار است، برای حل این مشکل برای کاهش تعداد بذر موجود در این رقم آزمایشی با استفاده از محلول‌پاشی سولفات‌مس ۲۵ میلی‌گرم در لیتر انجام شد.

مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه نارنگی یاشار به عنوان رقم ویژه شمال کشور انتخاب شده است، محل اجرای این تحقیق در استان مازندران انتخاب شد. این تحقیق بر روی درختان نارنگی یاشار با پایه نارنج سالم و یکسان از لحاظ شرایط رشدی در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری در رامسر انجام شد. رامسر از نظر آب و هوایی جز مناطق نیمه‌گرمسیری محسوب می‌شود و ارتفاع از سطح دریا ۲۰- و طول جغرافیایی ۵۰/۶۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶/۹۰ درجه شمالی و میانگین حداکثر درجه حرارت ۳۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل درجه حرارت ۲- درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی سالیانه ۱۵۰۰- ۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد. این طرح بر روی درختان بالغ نارنگی یاشار سالم و یکسان از لحاظ شرایط رشدی بشرح ذیل انجام شد. محلول‌پاشی سولفات‌مس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار انجام شد. ۲۵ میلی‌گرم در لیتر در زمان ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها، ۲۵ میلی‌گرم در لیتر در زمان ۶۰ درصد باز شدن گل‌ها، ۲۵ میلی‌گرم در لیتر در زمان ۸۰ درصد باز شدن گل‌ها و شاهد. از درختان موجود در قطعه یاشار ۱۲ درخت سالم و یکسان از نظر میزان رشد، اندازه و شکل تاج و حتی پایه‌های یکسان علامت‌گذاری گردید. همه این درختان با پیوند جوانه بر روی پایه نارنج تکثیر شده بودند. محلول‌پاشی در اردیبهشت ۱۳۹۳ اجرا شد. درصد باز شدن گل‌ها با شمردن گل‌های روی شاخه‌ها بدست آمد. یعنی در زمان ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها، ۳۰ گل از ۱۰۰ گل باز شده بودند. در ۶۰ و ۸۰ درصد هم به همین ترتیب عمل شد. دوز مصرفی برای ساختن محلول سولفات‌مس، ۲۵ میلی‌گرم در لیتر بود. محلول‌پاشی در صبح با هوای آفتابی و بدون باد با استفاده از سمپاش دستی با فشار پایین انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی سولفات‌مس بر صفات رشدی میوه شامل طول، عرض، وزن، حجم، ضخامت پوست، تعداد بذر و درصد آب مورد مطالعه در جدول نشان دادند که صفت تعداد بذر میوه در زمان ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها در سطح یک درصد و درصد آب میوه و قطر میوه در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نسبت به سایر تیمارهای اعمال شده داشتند. (جدول ۱)

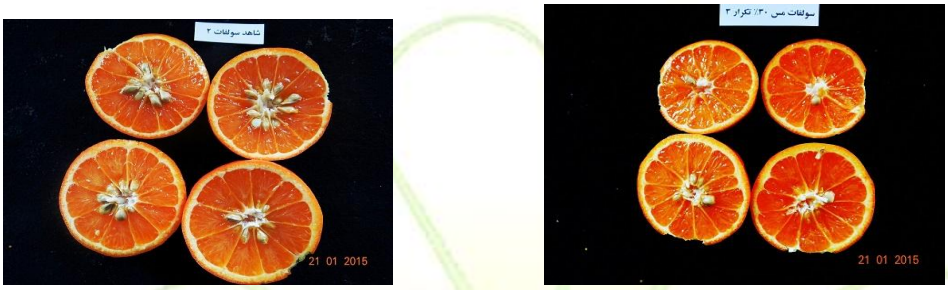
نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، میانگین تعداد بذر میوه نارنگی یاشار در تیمار محلول‌پاشی در زمان ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها ۱۷/۴۸ (شکل ۱-الف)، ۶۰ درصد باز شدن گل‌ها ۱۹/۰۵، ۸۰ درصد باز شدن گل‌ها ۲۰/۴۲ و در تیمار شاهد ۲۵/۹۳ (شکل ۱-ب) بود. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که اثر محلول‌پاشی با سولفات‌مس بر روی تعداد بذر در زمان ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها نسبت به سایر تیمارهای اعمال شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. یعنی پربذرترین میوه‌ها مربوط به تیمار شاهد و کم بذرترین مربوط به تیمار محلول‌پاشی در زمان ۳۰ درصد باز شدن گل‌ها بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس ویژگی‌های میوه در نارنگی یاشار پس از اعمال تیمارهای محلول پاشی با سولفات مس.

میانگین مربعات

	درجه آزادی	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	ضخامت پوست میوه	حجم میوه	تعداد بذر	درصد آبمیوه
بلوک	۲	^{ns}۴۳/۶۹	*۲۴/۴۴	^{ns}۵/۴۹	^{ns}۰/۱۸	^{ns}۹/۵	^{ns}۵/۸۳	^{ns}۳۸/۳۹
تیمار	۳	^{ns}۱۲۲۸/۸۳	^{ns}۱۳/۸۱	*۲۷/۸۳	^{ns}۰/۰۹	^{ns}۴۱۸۲/۰۹	**۴۰/۵۹	*۳۶۵/۱۱
خطا	۶	۵۷۸/۲۹۱	۵/۵۳	۴/۹۵	۰/۱۲۰	۱۸۲۸/۶۱	۱/۱۴	۴۴/۴۹
کل	۱۱							
CV%		۱۶/۰۹	۳/۹۸	۳/۲۳	۱۳/۵۵	۲۷/۹	۵/۱۵	۱۰/۲۱

**تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪؛ *اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪؛ ^{ns} غیر معنی‌دار.



شکل ۱– مقایسه تعداد بذر در میوه‌های نارنگی یاشار پس از محلول‌پاشی با سولفات مس، الف (سمت راست): در تیمار ۳۰ درصد باز شدن گل و ب (سمت چپ) در شاهد.

پربذر بودن یک خصوصیت منفی برای میوه‌ها محسوب می‌شود. در اصلاح رقم مرکبات همیشه سعی بر این بوده که محصول جدید دارای تعداد بذر کمتری باشد (خان و کندر، ۲۰۰۷). میوه‌های مرکبات بر اساس تعداد بذر به ارقام تجاری بی‌بذر (۸–۰)، متوسط‌بذر (۱۵–۹) و پربذر (۱۵ <) دسته‌بندی می‌شوند (فتوحی‌قزوینی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۸۹).در تحقیقی مشخص شد که ۲۵ میلی‌گرم در لیتر سولفات‌مس زمانی که در تمام گل روی درخت نارنگی رقم آفورر تحت شرایط دگر گرده‌افشانی به کار برده شد، به طور معنی‌داری تعداد متوسط بذر در میوه را کاهش داد و همچنین به طور معنی‌داری درصد میوه‌های بی‌بذر را بدون کاهش محصول افزایش داد (مسجو و همکاران، ۲۰۰۶). محققین گزارش کردند تیمار سولفات‌مس و استرپتومایسین به تنهایی درصد بی‌بذری را نسبت به شاهد در سطح احتمال ۵ درصد به طور معنی‌داری در انگور رقم سیاه شیراز کاهش داد (کیامرثی و عشقی، ۱۳۹۰). استفاده از استرپتومایسین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۱۳ تا ۱۸ روز قبل از تمام گل، باعث القا بی‌بذری شده است. افزایش درصد بی‌بذری به وسیله‌ی استرپتومایسین و سولفات‌مس توسط بسیاری از پژوهشگران گزارش شده است (ایکیدا و همکاران، ۲۰۰۲).

منابع

بی‌نام. ۱۴۰۲. آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی و گلخانه‌ای، جلد سوم. وزارت جهاد کشاورزی، ۳۲۸ صفحه.

فتوحی‌قزوینی، ر. و فتاحی‌مقدم، ج. ۱۳۸۹. پرورش مرکبات در ایران. انتشارات دانشگاه گیلان، ۳۰۵ صفحه.

قاسمی، م.، زمانی، ذ. و عبادی، ع. ۱۳۸۲. بررسی امکان دورگ‌گیری برخی پایه‌های مرکبات و جداسازی جنین‌های رویشی و زایشی با استفاده از مطالعات میکروسکوپی و نشانگر مولکولی RAPD. رساله دکتری (Ph.D.)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

کیامرثی، م. و عشقی، س. ۱۳۹۰. بررسی زمان کاربرد سولفات مس، استرپتومایسین و جیبرلیک اسید بر درصد بی‌بذری و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور سیاه شیراز رقم (*Vitis vinifera* L.). نشریه علوم باغبانی، علوم و صنایع کشاورزی، ۲۵(۳).

گلعین، ب. و عدولی، ب. ۱۳۹۰. مرکبات (کاشت). انتشارات نوین پویا، تهران، ۱۴۷ صفحه.

گلعین، ب.، محمدعلیان، ی. و ابراهیمی، ی. ۱۳۹۱. معرفی نارنگی دیررس یاشار. مجله علمی ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، ۱(۱): ۳۴۴–۳۵۰.

Ikeda, F., Ishikawa, K., Yazawa, S. and Baba, T. 2002. Induction of compact clusters with large seedless berries in the grape cultivar 'Fujiminori' by the use of streptomycin, gibberellins, and CPPU. Acta Horticulturae, 640: 251–256.

Khan, I.A. and Kender, W.J. 2007. Citrus breeding: Introduction and objectives. In: Khan, I.A. (Ed.), Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology. CAB International, Oxford, pp. 1–8.

Mesejo, C., Martínez-Fuentes, A., Reig, C., Rivas, F. and Agustí, M. 2006. The inhibitory effect of $CuSO_4$ on citrus pollen germination and pollen tube growth and its application for the production of seedless fruit. Plant Science, 170: 37–43.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of copper sulfate ($CuSO_4$) spraying on reducing seed number in Yashar mandarin

Hamidreza Gholipour[1*], Malek Ghasemi[1] and Davood Hashemabadi[2]
1. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
2. Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
**Corresponding Author: gholipourhamid@gmail.com*

Abstract

The commercial citrus market prefers cultivars that are seedless, with thin skin, attractive color, juicy pulp, a high TSS/TA ratio, and large fruit size. Moreover, a wide range of cultivars from early- to late-ripening types are necessary. Yashar is a complex citrus cultivar that was released in 2010 by the Iran Citrus Research Institute through hybridization between Minneola tangelo (*Citrus paradisi* cv. Duncan × *C. reticulata* cv. Dancy) and Changsha (*C. changsha*). In northern Iran, Yashar fruits are ready for harvest in May, making it one of the latest-maturing mandarin cultivars. One of the main problems of this cultivar is the high seed content in the fruits. Seedlessness or low seed number is an important trait for citrus marketing. To address this issue, an experiment was conducted. In this experiment, a copper sulfate ($CuSO_4$) solution at a concentration of 25 mg/L was sprayed at 30%, 60%, or 80% flower opening stages, and the results were compared with the control treatment (open pollination). Analysis of variance showed that spraying of $CuSO_4$ at 30% flower opening stage can produce Yashar fruits with a low number of seeds.

Keywords: Citrus, Fertilization, Pollen, Seedlessness, Late ripening.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نور ال ای دی بر سطح وکیفیت برگچه زامیفولیا (*Zamioculcas zamiifolia*) رقم Raven

نوید بهرهی[1] و نیما احمدی[1*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، تربیت مدرس، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *ahmadin@modares.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی تاثیر طیف های مختلف نور ال ای دی شامل ۱۰۰ درصد نور آبی،۱۰۰ درصد نور قرمز، ۷۰ درصد نور آبی + ۳۰ درصد نور قرمز،۷۰ درصد نور قرمز + ۳۰ درصد نور آبی، ۴۰ درصد نور قرمز + ۲۰ درصد نور آبی + ۴۰ درصد نور سبز و شاهد ۱۰۰ درصد نور سفید فلورسنت بر رشد برگچه های گیاه زامیفولیا رقم ریون آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ در گلخانه های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی تربیت مدرس انجام شد.. نتایج نشان داد که تیمار ۷۰ درصد نور آبی + ۳۰ درصد نور قرمز بالاترین میزان سطح برگچه را با مقدار ۱۷۰۳/۰۰۳ میلیمتر مربع داشت، در حالی‌که تیمار ۱۰۰ درصد نور آبی کمترین میانگین با مقدار ۷۷۳/۳۷۳۹ میلیمتر مربع نشان داد. کیفیت رنگ در تیمار هایی که درصد بیشتری نور آبی داشتند رنگ گیری برگچه گیاهان بهتر بود و رنگ برگچه زاغ تر بود همچنین برگچه ها باریک تر و ضخیم تر بوده.

واژه‌های کلیدی: رشد، کیفیت نور، نور مصنوعی،زامیفولیا.

مقدمه

زامیفولیا با نام علمی *Zamioculcas zamiifolia* از خانواده Araceae می‌باشد که گیاهی زینتی، چند ساله علفی می‌باشد. این گیاه بومی مناطق استوایی شرق آفریقا و نیمه‌گرمسیری جنوب شرق آفریقا است که در جنگل‌های مرطوب گرمسیری یا زمین‌های سنگلاخی رشد می‌کند. زامیفولیا از جمله گیاهان برگ ساره‌ای کند رشد است (Chen & Henny, 2003). بمنظور افزایش سرعت رشد، نیاز به مطالعات روی فاکتورهای موثر برسرعت رشد و ریخت‌زایی این گیاه می‌باشد و بر اساس دانش ما تاکنون رشد این گیاه تحت تیمارطول‌موج‌های نوری مورد مطالعه قرار نگرفته است. در تحقیقی در پرآوری و رشد گیاه *Spathiphyllum.cannifolium* و وزن‌های تازه و خشک آن در زیر نور LED قرمز به‌علاوه قرمز دور یا قرمز افزایش یافت (YH et al., 2005). در گیاه *Anthurium andreanum* آزمایشات نشان داد که نور آبی برای رشد شاخه و تجمع ماده خشک، سرعت فتوسنتز، قند محلول و فعالیت‌های پراکسیداز (POD) مفید است و نور قرمز برای سنتز و تجمع پروتئین محلول مفید بود و می‌توانست رشد ریشه را تقویت کند. رقم Pink champion و Alabama پارامترهای مورفولوژیکی نسبتاً بهتر، محتوای کلروفیل، پارامترهای فتوسنتزی و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی را در تیمار های ۷۰درصد نور قرمز + ۳۰درصد نورآبی و۴۰درصد نورآبی + ۶۰درصد نور قرمز به دست آوردند. فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی پراکسیداز (POD) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) تحت نور ترکیبی تیمارهای قرمز و آبی بهتر از تیمارهای قرمز تک رنگ، نور آبی و لامپ نور سفید فلورسنت بود. ارزیابی جامع نشان داد که تیمار۷۰درصد نور قرمز + ۳۰درصد نور آبی یک محیط نوری مناسب است و می تواند به عنوان نسبت کیفیت نور ترجیحی در تولید و کاربرد آنتوریوم آندروانوم استفاده شود (Song et al., 2022). پیشرفت در فناوری نور لامپ‌های LED از جمله کنترل هوشمند با پردازنده‌های الکترونیکی، توزیع نور، شدت و کیفیت طیفی همراه با کاهش قیمت‌ها نسبت به لامپ‌های دیگر، سیستم روشنایی مبتنی بر LED را به انتخابی هوشمند برای رشد و توسعه گیاه بدل می‌کند (Dutta Gupta and Agarwal, 2017). با توجه به سرعت کند و تولید دشوار این گیاه، به همین منظور هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نور LED بر رشد گیاه با ارزیابی طول و عرض برگچه این گیاه است.

مواد و روش‌ها

گیاهچه های زامیفولیا ریون (Raven) بصورت تجاری تهیه و به گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس منتقل گردید. گیاهچه ها به مدت ۱۲ ماه تحت ۶ تیمار نوری متفاوت شامل ۱۰۰ درصد نور آبی،۱۰۰ درصد نور قرمز،۷۰ درصد نور آبی + ۳۰ درصد نور قرمز،۷۰ درصد نور قرمز + ۳۰ درصد نور آبی،۴۰ درصد نور قرمز + ۲۰ درصد نور آبی + ۴۰ درصد نور سبز لامپ های LED COB نصب شده بر صفحات آلومینیومی همراه فن و شاهد ۱۰۰ درصد نور سفید فلورسنت پرورش یافتند. دوره روشنایی به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم شد و شدت نور برای همه تیمارها ۱۵±۳۷ مایکرو مول بر متر مربع در ثانیه در نظر گرفته شد. جهت اندازه گیری شدت نور از دستگاه لوکس متر استفاده شد. در پایان دوره آزمایش، به‌منظور ارزیابی اثر تیمارهای نوری بر رشد برگ، طول و عرض برگچه‌های بیضی‌شکل (برگچه‌های برگ مرکب) زامیفولیا اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت بالا انجام گرفت و به‌منظور محاسبه‌ی سطح تقریبی برگ، از فرمول هندسی سطح برگ بیضی استفاده شد (Li et al., 2022).

$$0.75 \times \text{Width} \times \text{Length} = \text{Leaf Area}$$

- **Length** = طول برگ (mm)
- **Width** = عرض برگ (mm)
- **0.75** = ضریب اصلاح برای تطابق با شکل بیضی

نتایج و بحث

نتایج آنالیز آماری نشان داد که بین تیمارهای نوری اختلاف معنی‌داری در سطح برگ وجود دارد. تیمار ۷۰ درصد نور آبی + ۳۰ درصد نور قرمز بالاترین میانگین را داشت، در حالی‌که تیمار ۱۰۰ درصد نور آبی کمترین میانگین را نشان داد..

جدول ۱- میانگین سطح برگچه تیمارها.

تیمار نور	میانگین سطح برگچه (میلیمتر مربع)
۷۰ درصد نور آبی + ۳۰ درصد نور قرمز	۱۷۰۳/۰۰a
۱۰۰ درصد نور قرمز	۱۶۲۵/۷۴b
۴۰ درصد نور قرمز + ۲۰ درصد نور آبی + ۴۰ درصد نور سبز	۱۵۳۷/۹۵c
۷۰ درصد نور قرمز + ۳۰ درصد نور آبی	۱۳۹۷/۰۵d
۱۰۰ درصد نور سفید فلورسنت	۱۱۸۵/۶۴e
۱۰۰ درصد نور آبی	۷۷۳/۳۷f

با وجود اینکه تیمار ترکیبی ۷۰ درصد نور آبی + ۳۰ درصد نور قرمز از نظر میانگین بالاترین سطح برگ را نشان داد ($1702\ mm^2$) ، تیمار۷۰ درصد نور قرمز + ۳۰ درصد نور آبی با اینکه انتظار می‌رفت به دلیل درصد بالای نور قرمز رشد بیشتری داشته باشد، اما به دلیل استفاده از لامپ‌های بیشتر و بزرگ‌تر از نوع COB در یک سیستم دست‌ساز با هیت سینک(Heat sink) غیراستاندارد، گرمای بیشتری تولید شد که احتمالاً رشد را مهار کرد. تیمار ۷۰ درصد نور آبی + ۳۰ درصد نور قرمز دارای تعداد کمتر لامپ، گرمای کمتر، و نور یکنواخت‌تر نسبت به تیمار ۷۰ درصد نور قرمز + ۳۰ درصد نور آبی بود. کیفیت رنگ در تیمار هایی که درصد بیشتری نور آبی داشتند رنگ گیری برگچه گیاهان بهتر بود و رنگ برگچه زاغ تر بود همچنین برگچه ها باریک تر و ضخیم تر بوده. در تیمار ۱۰۰ درصد نور آبی برگچه گیاهان دچار نوک سوزی و سوختگی حاشیه برگ و تعدادی از گیاهچه ها از بین رفتند که می تواند از نفوذ و شدت دمای طول موج آبی باشد. در تیمار های ۱۰۰ درصد نور قرمز و ۱۰۰ نور سفید فلورسنت برگچه ها رنگ زاغ کمتری داشتند و یشمی تر بودند و گرد تر و ظریف تر بودند.



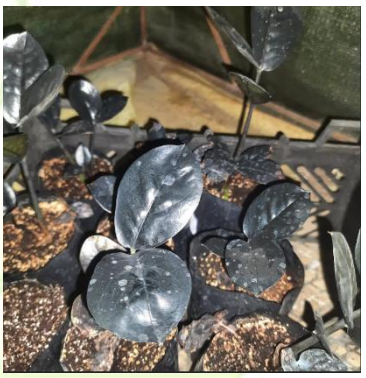
۷۰ درصد نور ابی + ۳۰ درصد نور قرمز



۷۰ درصد نور قرمز + ۳۰ درصد نور آبی



۱۰۰ درصد نور آبی



۴۰ درصد نور قرمز + ۲۰ درصد نور آبی + ۴۰ درصد نور سبز



۱۰۰ درصد نور سفید فلورسنت



۱۰۰ درصد نور قرمز

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

منابع

Chen, J. and Henny, R.I. 2003. ZZ: A unique tropical ornamental foliage plant. HortTechnology, 13(3): 458–462.

Dutta Gupta, S. and Agarwal, A. 2017. Artificial lighting system for plant growth and development: Chronological advancement, working principles, and comparative assessment. In: Light Emitting Diodes for Agriculture: Smart Lighting, pp. 1–25.

Li, Y., Quinn, B.K., Niinemets, Ü., Schrader, J., Gielis, J., Liu, M. and Shi, P. 2022. Ellipticalness Index – a simple measure of the complexity of oval leaf shape. Pakistan Journal of Botany, 54(6): 2233–2240.

Song, Y., Shang, W., Ma, D., Wang, Z., He, S., Shi, L., Shen, Y., He, D., Wang, E. and Wang, X. 2022. Effect on the growth and photosynthetic characteristics of Anthurium andreanum (‘Pink Champion’, ‘Alabama’) under hydroponic culture by different LED light spectra. Horticulturae, 8(5): 389.

Y.H., D., Chakrabarty, D., S.J., K., E.J., H. and Paek, K. 2005. Effect of light emitting diode on growth and shoot proliferation of Euphorbia milii and Spathiphyllum cannifolium. Horticulture, Environment and Biotechnology, 46: 375–379.

Investigation of the Effect of Different LED Light Spectra on the Leaf Area and quality of *Zamioculcas zamiifolia Raven*

Navid Behrahi[1] and Nima Ahmadi[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Corresponding Author: ahmadin@modares.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of different LED light spectra on the growth of leaflets of the Zamioculcas zamiifolia 'Raven' cultivar. The light quality treatents included 100% blue light, 100% red light, 70% blue light + 30% red light, 70% red light + 30% blue light, 40% red light + 20% blue light + 40% green light, and 100% white fluorescent light as control, , This research was conducted in a completely randomized design during 2023–2024 in the research greenhouses of the Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. In this study, the leaflet surface area growth of the plants was measured. The results showed that the treatment with 70% blue light + 30% red light resulted in the highest leaflet surface area, measuring 1703.003 mm², while the 100% blue light treatment exhibited the lowest mean leaflet surface area, measuring 773.3739 mm².

Keywords: Growth, Light quality, Artificial light.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی برخی ویژگی‌های کیفی میوه نارس (غوره) در چهار رقم انگور دیم منطقه دشمن‌زیاری استان فارس

نرگس حسنی[1*]، کاظم ارزانی[1] و سعید عشقی[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *nhassani6345@gmail.com*

چکیده

منطقه دشمن‌زیاری در جنوب‌غرب استان فارس به‌عنوان یکی از رویشگاه‌های مهم انگور دیم کشور شناخته می‌شود که به‌واسطه اقلیم نیمه‌مرطوب و کوهستانی، شرایط مناسبی برای کشت ارقام متنوع انگور فراهم کرده است. در این منطقه تاکستان‌های دیم با قدمت بیش از ۲۰۰ سال و سطح زیرکشت حدود ۸ هزار هکتار وجود دارد و رقم شیرازی به‌عنوان رقم غالب منطقه شناخته می‌شود. برداشت غوره (میوه نارس انگور) در این منطقه رایج است. غوره به دلیل برخورداری از ترکیبات زیست‌فعال نظیر اسیدهای آلی، فنول‌ها، ویتامین C و آنتی‌اکسیدان‌ها، در صنایع غذایی و طب سنتی ایران کاربرد گسترده‌ای دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی ویژگی‌های کیفی و ترکیبات بیوشیمیایی غوره در چهار رقم بومی انگور دیم شامل شیرازی، عسکری، سمرقندی و ریش‌بابا در منطقه دشمن‌زیاری انجام شد. نمونه‌برداری در مرحله غوره (اواخر تیرماه ۱۴۰۳) از باغ‌های دیم روستاهای مختلف این منطقه انجام گرفت. صفات مورد ارزیابی شامل درصد آبغوره، کل مواد جامد محلول(TSS)، اسیدیته قابل تیتر(TA)، فنول کل، ویتامین C و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد آبغوره و فنول کل بین ارقام اختلاف معنی‌داری داشتند ($p<0.05$)، در حالی که سایر صفات از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نداشتند. رقم عسکری با میانگین ۴۲ درصد بیشترین بازده آبغوره را داشت و نسبت به سمرقندی و ریش‌بابا اختلاف معنی‌دار نشان داد، اما با رقم شیرازی تفاوت معنی‌داری نداشت. رقم شیرازی دارای بیشترین مقدار فنول کل (۱۶۴.۴۲mg/Kg) و نیز بالاترین میزان ویتامینC (97.89 mg/100ml) بود. رقم ریش‌بابا بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۶۴.۱۲٪) را به خود اختصاص داد. به‌طور کلی، یافته‌ها نشان‌دهنده وجود تنوع قابل توجه در ویژگی‌های بیوشیمیایی و درصد آبغوره در میان ارقام بومی انگور دیم در مرحله غوره است. این تنوع می‌تواند مبنایی برای شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر در تولید فرآورده‌های سلامت‌محور و توسعه پایدار باغبانی در مناطق مستعد کشت دیم کشور فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی : آنتی‌اکسیدان، انگور دیم، ترکیبات فنولی، غوره، ویتامین C.

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی در ایران و جهان است که علاوه بر مصرف تازه‌خوری، در تولید فرآورده‌هایی چون کشمش، شیره، آب‌غوره، سرکه، آبمیوه، اسانس و مواد دارویی کاربرد گسترده‌ای دارد (مرادی و همکاران، ۱۴۰۱). در مناطق نیمه‌مرطوب و کوهستانی، کشت دیم انگور به‌دلیل مقاومت نسبی به تنش‌های محیطی و توان تولید در شرایط کم‌آبی اهمیت ویژه‌ای در پایداری تولید و توسعه باغبانی دارد (مرادی و همکاران، ۱۴۰۱). کشت دیم انگور در برخی استان‌های کشور، از جمله فارس، کردستان و خراسان شمالی رایج است (صالحی و اکبری ۱۳۹۸). استان فارس با سهم ۲۱ درصد کشت دیم انگور، در جایگاه نخست کشور قرار دارد. منطقه دشمن‌زیاری با بیش از ۸ هزار هکتار تاکستان دیم و قدمت بیش از ۲۰۰ سال، به یکی از قطب‌های تولید انگور دیم کشور تبدیل شده است. این منطقه با اقلیم نیمه‌مرطوب، زمستان‌های سرد، تابستان‌های معتدل، ارتفاعات متنوع و بارندگی مناسب، شرایط مطلوبی برای تولید انگور و برداشت محصول در مرحله نارس (غوره) فراهم می‌کند. طبق آمار جهاد کشاورزی شهرستان ممسنی، میزان عملکرد انگور در این منطقه بین ۹ تا ۱۰ تن در هکتار گزارش شده است.رقم شیرازی بیشترین سطح زیرکشت تاکستان‌های دیم دشمن‌زیاری را به خود اختصاص داده است، هرچند تاکداران منطقه به کشت ارقام دیگری نیز می‌پردازند. به دلیل نبود بازار پایدار برای انگور رسیده و تقاضای بالای آبغوره‌ی

این منطقه که عمدتاً بخاطر بازده استخراج بالای آبغوره در این منطقه (۶۸ درصد) می‌باشد، اغلب محصول در مرحله نارس برداشت می‌شود؛ این موضوع موجب رواج برداشت غوره در این منطقه شده است.

غوره، میوه نارس انگور، حاوی ترکیبات زیست‌فعال متعددی از جمله اسیدهای آلی، فنول‌ها، ویتامین C و آنتی‌اکسیدان‌هاست و خواص تغذیه‌ای و دارویی دارد. مصرف غوره در آشپزی سنتی ایران رایج است و از آن در تهیه آب‌غوره، ترشی‌ها و برخی داروهای گیاهی استفاده می‌شود (Javanmardi et al., 2023). با اینکه مطالعات متعددی بر روی ترکیبات فیتوشیمیایی انگور در مرحله رسیدگی کامل انجام شده است، بررسی ویژگی‌های کیفی انگور در مرحله غوره، به‌ویژه در شرایط دیم، کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

مطالعه مرادی و همکاران (۱۴۰۱) روی چند رقم انگور در استان همدان نشان داد که ارقام مختلف، از نظر فنول کل و آنتی‌اکسیدان، در مرحله غوره تفاوت قابل توجهی دارند. همچنین پژوهش صالحی و اکبری (۱۳۹۸) در منطقه سردشت بر اهمیت تنوع اقلیمی و تأثیر آن بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی غوره تأکید کرده است. یافته‌های Teixeira و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که ترکیبات فنولی در انگور به‌شدت تحت تأثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی نظیر اقلیم و تنش‌های زیستی و غیرزیستی قرار می‌گیرند.

کیفیت آبغوره معمولاً بر اساس پارامترهایی نظیر اسیدیته قابل تیتر(TA) ، میزان مواد جامد محلول(TSS) ، شدت و مطلوبیت طعم ترش، شفافیت و رنگ محصول و غلظت ویتامین C ارزیابی می‌شود؛ این شاخص‌ها نقش کلیدی در تعیین ارزش تغذیه‌ای و قابلیت بازارپسندی آبغوره دارند. هدف این پژوهش، بررسی ویژگی‌های کیفی غوره شامل TSS ، TA، فنول کل، ویتامین C و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، در رقم بومی شیرازی که عمدتاً در مرحله نارس برداشت می‌شود و سه رقم بومی دیگر انگور دیم شامل سمرقندی، عسکری و ریش‌بابا در منطقه دشمن‌زیاری استان فارس است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت تجربی در تیر ماه ۱۴۰۳ در منطقه دشمن‌زیاری از توابع استان فارس انجام شد. برای انجام نمونه‌برداری، چهار رقم بومی انگور دیم شامل شیرازی، سمرقندی، عسکری و ریش‌بابا (شکل ۱) از باغ‌های مختلف در روستاهای این منطقه در مرحله غوره (میوه نارس) انتخاب شدند. هر رقم دارای پنج تکرار (نمونه مستقل) بود و میوه‌ها به‌طور تصادفی از خوشه‌های مختلف برداشت شدند. نمونه‌ها بلافاصله پس از برداشت به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمون‌ها نگهداری شدند.



شکل ۱- تصویر چهار رقم انگور بررسی شده در مرحله غوره. الف. ریش‌بابا؛ ب. سمرقندی؛ ج. شیرازی؛ د. عسکری.

برای تعیین بازده استخراج آب‌غوره، ۱۰۰ گرم نمونه غوره وزن شد و با فشار دستی آبگیری گردید. آب استخراج‌شده از طریق کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف و حجم آن اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از تعیین بازده، پنج ویژگی کیفی شامل مواد جامد محلول(TSS) ، اسیدیته قابل تیتر(TA) ، فنول کل، ویتامین C و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مقدار TSS با استفاده از رفرکتومتر دستی در دمای اتاق اندازه‌گیری و به‌صورت درصد ثبت شد. اندازه‌گیری TA به روش تیتراسیون با سدیم هیدروکسید ۰.۲ نرمال و با استفاده از pH متر برای تعیین نقطه پایانی انجام شد و نتایج به‌صورت درصد اسید تارتاریک گزارش گردید (AOAC, 2000). مقدار فنول کل با استفاده از معرف فولین—سیوکالتو و قرائت جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر تعیین شد (Singleton and Rossi, 1965). ویتامین C به روش تیتراسیون با معرف دی‌کلروایندوفنول اندازه‌گیری و میزان جذب محلول در طول موج ۵۱۵ نانومتر ثبت شد (AOAC, 2000). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با روش احیای DPPH و قرائت جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر ارزیابی گردید (Brand-Williams et al., 1995). کلیه آزمون‌ها در قالب

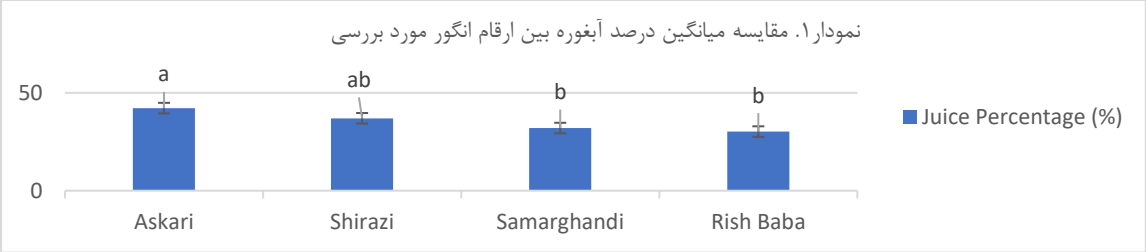
طرح کاملاً تصادفی و با پنج تکرار برای هر رقم انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار Excel و آزمون F انجام شد و در صورت وجود تفاوت معنی‌دار، مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

بررسی چهار رقم بومی انگور (شیرازی، عسکری، سمرقندی و ریش‌بابا) نشان داد که راندمان استخراج آبغوره (درصد آبغوره) و فنول کل تفاوت آماری معنی‌داری بین ارقام داشتند، در حالی که سایر صفات بیوشیمیایی شامل TSS ، TA، ویتامین C و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اختلاف معنی‌دار نداشتند.

درصد آبغوره

میانگین درصد آبغوره این چهار رقم در شرایط دیم متفاوت بود و تحلیل آماری نشان داد که تفاوت بین ارقام معنی‌دار است (ANOVA یک‌طرفه: $F = 7.78$, $p = 0.002$). رقم عسکری بیشترین درصد آبغوره (۴۲ درصد) را نشان داد و نسبت به ریش‌بابا و سمرقندی تفاوت معنی‌دار داشت، در حالی که تفاوت معنی‌داری با رقم شیرازی نشان نداد. رقم ریش‌بابا کمترین درصد آبغوره (۳۰ درصد) را داشت و تفاوت آن با شیرازی و سمرقندی معنی‌دار نبود (شکل ۲). بر اساس گزارش Fia و همکاران(2022) ، بازده استخراج آب‌غوره عموماً تحت تأثیر روش استخراج و سپس رقم و زمان برداشت قرار داشته و معمولاً بین ۴۰ تا ۶۵ درصد متغیر است. کاهش بازده در مراحل پیش از آغاز رسیدگی (veraison) عمدتاً به ساختار متراکم و بافت سفت حبه‌ها نسبت داده می‌شود. در نتیجه می‌توان چنین نتیجه گرفت که بازده کمتر استخراج آبغوره این آزمایش نسبت به نتایج میدانی به دلیل استفاده از روش استخراج دستی می‌باشد که به طرز چشمگیری بازده استخراج را کاهش داده است.



شکل ۲– مقایسه میانگین درصد آبغوره بین ارقام انگور مورد بررسی.

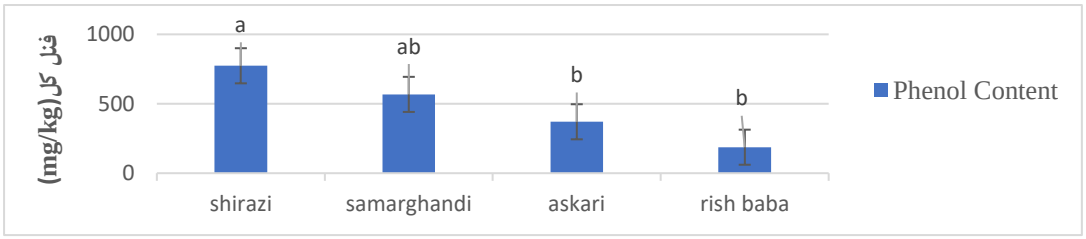
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

TSS و TA

مواد جامد محلول (TSS) به‌عنوان شاخصی از قندهای موجود در میوه، بیشترین مقدار را در رقم ریش‌بابا نشان داد، اما اختلاف آماری بین ارقام مشاهده نشد. همچنین مقدار TA یا اسیدیته قابل تیتر نیز تفاوت معنی‌داری بین ارقام نداشت. این دو شاخص نقش مهمی در طعم و ویژگی‌های حسی غوره دارند، و نسبت TSS به TA به‌عنوان یکی از معیارهای مهم در تعیین تعادل طعم و کیفیت تغذیه‌ای محصولات گیاهی، از اهمیت بالایی برخوردار است (Teixeira et al., 2013).

فنول کل

مقدار فنول کل در ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشت؛ به‌طوری‌که رقم شیرازی با دارا بودن بیشترین مقدار فنول کل در مرحله غوره (164.42 mg/kg)، تفاوت معنی‌داری با دو رقم ریش‌بابا و عسکری نشان داد (نمودار ۲). ترکیبات فنولی نقش مهمی در حفاظت سلولی در برابر تنش‌های اکسیداتیو و در بهبود کیفیت تغذیه‌ای فرآورده‌های گیاهی دارند (Teixeira et al., 2013). همچنین ثابت شده است که میزان فنول‌ها در غوره می‌تواند تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، اقلیم و مرحله برداشت قرار گیرد (Teixeira et al., 2013).



شکل ۳– مقایسه میانگین فنول کل بین ارقام انگور مورد بررسی در مرحله غوره.

ویتامین C

مقدار ویتامین C بین ارقام اختلاف معنی‌دار نداشت، اما رقم شیرازی دارای بیشترین مقدار (97.89 mg/100ml) بود. ویتامین C یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم محلول در آب است که می‌تواند به افزایش کیفیت تغذیه‌ای فرآورده‌هایی مانند آبغوره کمک کند. مطالعات پیشین نیز نشان داده‌اند که میزان ویتامین C در غوره می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی و ژنتیکی باشد (Teixeira et al., 2013).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اگرچه اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد، اما رقم ریش‌بابا با میانگین ۶۴.۱۲٪، بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی تحت تأثیر مجموع ترکیبات فنولی، ویتامینC ، فلاونوئیدها و سایر آنتی‌اکسیدان‌های غیر فنولی است (Manach et al., 2004) . بررسی همبستگی پیرسون بین صفات نشان داد که رابطه مستقیمی بین فنول و آنتی‌اکسیدان در این مطالعه وجود ندارد (r = -0.268)، که بیانگر سهم سایر ترکیبات در فعالیت آنتی‌اکسیدانی است.

همبستگی بین صفات

تحلیل همبستگی پیرسون صفات بیوشیمیایی و درصد آبغوره در چهار رقم انگور دیم نشان داد که هر رقم الگوی متمایزی از تعاملات بین صفات دارد؛ در برخی ارقام (شیرازی) افزایش فنول با افزایش آنتی‌اکسیدان همراه بود، در حالی که در برخی دیگر این رابطه معکوس بود (عسکری). روابط بین قند محلول و اسیدیته نیز بسته به رقم متفاوت بود. این یافته‌ها نشان‌دهنده پیچیدگی مسیرهای متابولیک و تنوع ژنتیکی بین ارقام مختلف است و تأکید می‌کند که روابط بین فنول، آنتی‌اکسیدان، قند و اسیدیته به‌طور ذاتی ثابت نیست و تحت تأثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی قرار دارد (Samoticha et al., 2018).

به‌طور کلی، تنوع قابل توجه در ترکیبات بیوشیمیایی و درصد آبغوره در میان ارقام بومی انگور در مرحله غوره در منطقه دشمن‌زیاری می‌تواند مبنایی برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در تولید محصولات فرآوری‌شده سلامت‌محور و توسعه پایدار باغبانی در مناطق مستعد کشت دیم کشور فراهم آورد.

منابع

صالحی، ع. و اکبری، س. ۱۳۹۸. تأثیر اقلیم بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی غوره در منطقه سردشت. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۲۳(۲): ۸۹–۹۷.

مرادی، ن. و همکاران. ۱۴۰۱. بررسی ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی غوره در ارقام مختلف انگور دیم در استان همدان. نشریه پژوهش‌های باغبانی ایران، ۳۳(۱): ۵۵–۶۴.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT – Food Science and Technology, 28(1): 25–30.

Fia, G., Bucalossi, G., Proserpio, C. and Vincenzi, S. 2022. Unripe grapes: An overview of the composition, traditional and innovative applications, and extraction methods of a promising waste of viticulture. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21(5): 5747–5771.

Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2023. Efficiency of nanoemulsion of essential oils to control Botrytis cinerea on strawberry surface and prolong fruit shelf life. International Journal of Food Microbiology, 384: 109979.

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. and Jiménez, L. 2004. Polyphenols: Food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition, 79(5): 727–747.

Samoticha, J., Jara-Palacios, M. J., Hernández-Hierro, J. M., Heredia, F. J. and Wojdyło, A. 2018. Phenolic compounds and antioxidant activity of twelve grape cultivars measured by chemical and electrochemical methods. European Food Research and Technology, 244(11): 1933–1943.

Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144–158.

Teixeira, A., Eiras-Dias, J., Castellarin, S. D. and Gerós, H. 2013. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. International Journal of Molecular Sciences, 14(9): 18711–18739

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Biochemical and Qualitative Characteristics of Unripe Grapes (Ghooreh) in Four Local Rainfed Cultivars in the Deshmanziyari Region, Fars Province

Narges Hassani[1*], Kazem Arzani[1] and Saeid Eshghi[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

[*]*Corresponding Author: nhassani6345@gmail.com*

Abstract

The Doshmanziari region in the southwest of Fars province is recognized as one of the important rainfed grape-growing areas in the country. Due to its semi-humid and mountainous climate, it provides suitable conditions for cultivating diverse grape cultivars. Rainfed vineyards in this region have a history of more than 200 years and cover an area of about 8,000 hectares, with Shirazi being the dominant cultivar. Harvesting of verjuice (unripe grape fruit) is common in this region. Verjuice, due to its bioactive compounds such as organic acids, phenolics, vitamin C, and antioxidants, has extensive applications in the food industry and traditional medicine in Iran. The present study aimed to investigate some quality traits and biochemical compounds of verjuice in four local rainfed grape cultivars, including Shirazi, Askari, Samarghandi, and Rish Baba, in the Doshmanziari region. Sampling was conducted at the verjuice stage (late July 2024) from rainfed orchards in different villages of the region. The evaluated traits included verjuice yield, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), total phenolics, vitamin C, and antioxidant activity. Analysis of variance showed that verjuice yield and total phenolics significantly differed among cultivars ($p<0.05$), while other traits were not statistically different. Askari had the highest verjuice yield (42%) and was significantly different from Samarghandi and Rish Baba but not from Shirazi. Shirazi had the highest total phenolic content (164.42 mg/kg) and the highest vitamin C content (97.89 mg/100 mL). Rish Baba exhibited the highest antioxidant capacity (64.12%). Overall, the findings indicate considerable variation in biochemical traits and verjuice yield among local rainfed grape cultivars at the verjuice stage. This variation can serve as a basis for identifying and introducing superior genotypes for health-oriented products and sustainable horticultural development in rainfed regions of the country.

Keywords: Antioxidant capacity, Deshmanziyari, Ghooreh, Local cultivars, Phenolic content, Rainfed grape, Vitamin C.

.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی ویژگی‌های رشد و فیزیولوژیکی گونه بنه (*Pistacia atlantica*) در رویشگاهای استان خراسان جنوبی

منصوره سالاری اکبرآباد[۱]، محمود سلوکی[۲]، عبدالرحمن رحیمیان بوگر[۱*]، مهدی آران[۱] و ابوالفضل بامری[۳]

۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نبات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۳- گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران
*نویسنده مسئول: *a.rahimian@uoz.ac.ir*

چکیده

بنه گونه‌ای بسیار مقاوم نسبت به خشکی و شرایط نامناسب اقلیمی است که نقش حفاظتی در جلوگیری از فرسایش خاک، بهبود کیفیت هوا، ایجاد زیستگاه مطلوب برای جانوران دارد و همچنین از فرآورده‌های بنه در تولید مواد دارویی، بهداشتی و غذاهای محلی استفاده می‌شود. این پژوهش با هدف ارزیابی تاثیر منطقه و ارتفاع محل رویش بر ویژگی‌های رشد و نموی بنه در سه رویشگاه مهم خوسف، بیرجند و نهبندان در استان خراسان جنوبی انجام شد. شاخص های رشد و نموی مورد مطالعه شامل ارتفاع درخت، کلروفیل برگ، کارتنوئید، سطح برگ، فنل، فلاونوئید، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود. نتایج بدست آمده در بررسی حاضر نشان داد منطقه و ارتفاع محل رویش درخت بنه در استان خراسان جنوبی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک (مانند ارتفاع درخت و محتوای کلروفیل) و ترکیبات ثانویه برگ (فنول، فلاونوئید و کاروتنوئید) دارد. بیشترین تفاوت‌ها در محتوای کلروفیل و ارتفاع درخت بین رویشگاه‌های مختلف مشاهده شد، در حالی که سطح برگ تحت تأثیر رویشگاه قرار نگرفت. همچنین برهم‌کنش منطقه و ارتفاع محل رویش به طور معنی‌داری بر میزان کاروتنوئید، کلروفیلa و فلاونوئید موثر بود در حال که شاخص‌های ارتفاع درخت، کلروفیلb، کلروفیل کل، فنول، سطح برگ و فعالیت آنتی اکسیدانی تحت تاثیر بر هم کنش این دو فاکتور قرار نگرفت. یافته‌ها نشان می‌دهند که شرایط محیطی خاص هر منطقه می‌توانند بر کیفیت و توان زیستی درخت بنه تأثیرگذار باشند، که این موضوع برای مدیریت، حفاظت و بهره‌برداری بهینه از این گونه ارزشمند در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت دارد.

کلید واژه: ارتفاع، پراکنش، رویشگاه، زیست محیطی، فیزیولوژیک.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

بنه از جنس پسته (Pistacia) و خانواده Anacardiceae می باشدکه دارای ۱۱ گونه شناخته شده در دنیا است که سه گونه بنه، خنجوک و پسته در ایران وجود دارد (زاهدی پور و همکاران، ۱۳۸۶؛ یگانه و جعفری، ۱۳۸۲). تنه‌ی درخت بنه به صورت واحد و بدون انشعاب می باشد که برای پایه پیوندی درختان میوه پسته که در آنها برداشت مکانیزه نیاز به درختان با ارتفاع ۲-۳ متر دارند بسیار مناسب است. رویشگاه طبیعی بنه مناطق کوهستانی و سنگلاخی است و مناظره پاییزی جنگل‌های بنه به رنگ نارنجی خوش رنگ است (یگانه، ۱۳۷۸). بنه در نواحی مختلفی از ایران شامل استان‌های خراسان، ایلام، آذربایجان، فارس، چهارمحال و بختیاری، کردستان، کرمانشاه، لرستان، خوزستان، و تا سیستان و بلوچستان پراکنش دارد (قدس خواه دریایی و همکاران، ۱۳۹۲). در احیای اکوسیستم و بیابان زدایی در مناطق خشک و بیابانی، بنه خود به تنهایی به دلیل مقاومت بسیار بالا در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک و همچنین برای مشجر کردن مراتع مورد استفاده قرار می گیرد (آسا، ۱۳۹۹). بررسی رویشگاه‌های بنه در پارک ملی خجیر در استان گیلان نـشان داد که بیشترین سطح پراکنش، سلامت، شادابی و زادآوری درختان بنه در جهت شیب شمالی بوده و اگر چه با افزایش ارتفاع از سطح دریا میانگین تعداد درخت افزایش یافته است، ولیکن درختان بنه ارتفاع پایین تر، قطر تاج، طول تاج، طول تنه و ارتفاع بیشتری دارند (باقری و همکاران، ۱۳۹۰). رستمی کیا و همکاران (۱۳۸۸) بر روی برخی از نیازهای رویشگاهی و خصوصیات کمی و کیفی بنه در جنگل های شهرستان خلخال نشان

دادند که بنه در ارتفاع بین ۷۶۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا و در رویشگاه هایی که متوسط بارندگی سالیانه ۳۲۰ تا ۴۴۰ میلی متر و میانگین دمای سالیانه آنها بین ۱۰ تا ۱۷ درجه سانتی گراد متغیر است، پراکنده شده است. بررسی دیگری با مطالعه پراکنش و خصوصیات کمی و کیفی درختان نشان داد که محدوده ارتفاع پراکنش درختان بین۱۰۸۰-۱۲۹۳متر از سطح دریا است (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۴). در پژوهشی رویشگاه بنه در جنگل قلاجه مورد بررسی قرار گرفت، از بین متغیرها جهت شیب زمین، میزان فسفر قابل جذب خاک، عمق خاک و ارتفاع از سطح دریا در منطقه بیشترین نقش و میزان pH، کربن آلی خاک و درصد شیب زمین کمترین نقش را داشتند (یگانه، ۱۳۷۸). نتایج بررسی رویشگاه دهمیر شهرستان قاین در خراسان جنوبی نشان داد که بیشترین ذرات بافت خاک شن با ۴۰٪ و کمترین رس با ۱۶/۱٪ می باشد که نشان دهند نوع خاک فاقد حاصلخیزی و املاح بالا است، لذا تیپ غالب پوشش گیاهی این رویشگاه درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) بوده که بنه، بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) و کاروانکش (*Atraphaxis pyrifolia*) عمده گیاهان همراه در این رویشگاه بودند و درصد قابل توجهی از پوشش گیاهی را تشکیل می دادند (ابراهیمی، ۱۳۹۸). نتایج پژوهشی به منظور بررسی تأثیر ویژگیهای کمی و کیفی درختان بنه بر میزان محصولات ثانویه تولید شده از درخت (صمغ و بذر) نشان داد که ارتباط معنی داری در سطح ۵ درصد بین فاکتورهای ارتفاع کل، ارتفاع تاج، قطر تاج، تعداد شاخه، ارتفاع تنه، سلامت تنه و تاج با میزان صمغ تولیدی آن مشا هده می شود (قدس خواه دریایی و همکاران، ۱۳۹۲).

مواد و روش‌ها

بررسی حاضر در سه رویشگاه بنه در منطقه آرک (خوسف)، بند دره (بیرجند) و سیاه کمر (نهبندان) واقع در استان خراسان جنوبی انجام شد. شهرستان خوسف با ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۸ درجه، ۵۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه، ۴۶دقیقه، شهرستان بیرجند با ۱۴۹۱متر ارتفاع از سطح دریا و با مختصات طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه و شهرستان نهبندان با ۱۱۷۳ متر ارتفاع از سطح دریا و طول جغرافیایی ۶۰ درجه ،۲دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه، ۳۲ دقیقه در استان خراسان جنوبی قرار دارند. زمان داده برداری و انجام پژوهش در دو زمان خرداد ماه ۱۴۰۲و شهریور ماه ۱۴۰۲ بود. این پژوهش در قالب جمع آوری آشیانه ای نمونه ها برای استخراج اسانس و اندازه گیری شاخص های رشد و نموی انجام شد. جمع آوری نمونه ها بطور کاملا تصادفی انجام شد و برای هر تیمار از ۳ گیاه به عنوان تکرار و در هر تکرار ۳ نمونه جمع آوری شد.

شاخص‌های ارزیابی شده شامل: ارتفاع درخت از محل طوقه تا انتهای تاج درخت، سطح برگ، کلروفیل a، b؛ کل و کارتنویید به روش (Dere et al., 1998)، ترکیبات فنلی کل به روش معرف فولن-سیکالتو (McDonald et al., 2001) و از استخراج فاز جامد برای حذف ترکیبات غیر فنولیک از این ترکیبات فنولیک استفاده شد (Dai and Mumper, 2010)، فلاونوئید با روش (Chang et al., 2002)، فعالیت آنتی اکسیدانی بر اساس آزمون DPPH (Sharififar el al., 2007) که در این روش اسپکتروفتومتری از ۲ و ۲- دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) به عنوان یک معرف رادیکال پایدار استفاده می‌کند (Burits and Bucar, 2000) و درصد مهار رادیکال آزاد DPPH به روش زیر محاسبه و نتایج بصورت IC50 گزارش شد، IC50 غلظتی از عصاره است که میزان رادیکال DPPH را پنجاه درصد کاهش می دهد.

$$\% \text{ مهار کنندگی DPPH} = \frac{Ac - As}{Ac}$$

واکاوی آماری داده ها توسط نرم افزار آماری SPSS-21 و مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح ۱٪ یا ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز واریانس داده ها نشان داد که منطقه رویش درخت بنه در استان خراسان جنوبی به طور معنی داری بر ارتفاع و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و ترکیبات ثانویه برگ این گونه موثر است. ارتفاع درخت ،محتوای کلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل کل و محتوای فنول کل در سطح آماری ۵ درصد تحت تاثیر منطقه محل رویش قرار گرفت (جدول ۱). همچنین منطقه محل رویش بر محتوای کاروتنوئید، فلاونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره برگ این گیاه تاثیر معنی داری در سطح یک درصد داشت در حالی که منطقه محل رویش بر سطح برگ این

گونه تاثیر معنی داری نداشته است(جدول ۱). آنالیز واریانس داده ها برای بررسی تاثیر ارتفاع محل رویش گیاه در رویشگاه نشان داد که محتوای کلروفیل a وکلروفیل کل به طور معنی داری در سطح آماری ۱درصد تحت تاثیر ارتفاع محل رویش گیاه قرار می گیرد همچنین شاخص های کلروفیل b و کارتنوئید با احتمال آماری ۵درصد تحت تاثیر ارتفاع محل رویش گیاه قرار می گیرد (جدول ۱)، درحالی که شاخص های ارتفاع درخت، فلاونوئید، فنول کل، سطح برگ و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره برگ تحت تاثیر ارتفاع محل رویش گیاه قرار نمی‌گیرد (جدول ۱). آنالیز واریانس داده ها برای بر هم کنش منطقه رویش گیاه با ارتفاع از سطح دریا نشان داد که میزان کارتنوئید در برگ ها به طور معنی داری در سطح یک درصد تحت تاثیر بر هم کنش این دو فاکتور قرار میگیرد، همچنین محتوای کلروفیل a و فلاونوئید در سطح آماری ۵ درصد تحت تاثیر بر هم کنش این دو فاکتور قرار گرفت (جدول ۱). شاخص‌های ارتفاع درخت، کلروفیلb، کلروفیل کل، فنول ، سطح برگ و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره برگ تحت تاثیر بر هم کنش این دو فاکتور قرار نگرفت (جدول ۱)، بررسی نشان داد که عوامل اقلیمی، شرایط ادافیکی، ساختار ژنتیکی درون جمعیت و ارتفاعات متفاوت بر روی صفات برگ گونه بنه در جنگل های کوهستانی ایرانی –تورانی تأثیرگذار می باشد (تابنده ساروی و نادی، ۱۳۹۷). در بررسی دیگری نشان داده شد که ارتفاع از سطح دریا و ویژگی های پارامترهای خاک تأثیر معنی داری بر ویژگی های رشد و نموی و پراکنش درخت بنه در مناطق کوهستانی غرب ایران دارد (Bahrami et al., 2010).

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس داده های تاثیر ارتفاع و منطقه رویش بر شاخص های فیزیولوژیک بنه.

متغییر	ارتفاع درخت	کلروفیل (a)	کلروفیل (b)	کلروفیل کل	کارتنوئید	فلاونوئید	فنول	سطح برگ	فعالیت آنتی اکسیدانی
منطقه	۶۴/۱۰*	۹/۵۹*	۱۰/۷۶*	۳۵/۸۵*	۹/۰۵**	۰/۶۳**	۲۷۴/۳۵*	۷/۷۰ns	۱۰۵۷/۲۴**
ارتفاع (متر)	۳/۱۸ns	۲۳/۹۴**	۹/۸۴*	۶۷/۹۴**	۱/۷۲*	۰/۶ns	۴۱/۱۳ns	۱۸/۴۶ns	۲۰۷/۶۴ns
ارتفاع×منطقه	۰/۰۷ns	۹/۰۴*	۰/۰۱ns	۱۹/۷۵ns	۶/۵۵**	۰/۳۶*	۲۲/۵۴ns	۱۶۱۴ns	۱۲۴/۳۳ns
خطا	۱/۹۳	۲/۶۴	۲/۹۸	۷/۸۰	۰/۴۴	۰/۰۸	۷۲/۶۷	۱۰/۵۷	۱۵۸/۲۴
ضریب تغییرات (درصد)	۲۳	۱۶	۲۷	۳۲	۱۶	۱۲	۸	۲۸	۲۱

*، ** و ns به ترتیب معنی داری در سطح آماری ۱٪، ۵٪ و عدم معنی داری.

در این راستا گراوند و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که منطقه محل رویش درخت به طور معنی داری بر ارتفاع درخت، تاج پوش کل درخت ، تعداد درختان در هکتار، حجم درخت و همچنین زادآوری درخت تأثیر معنی داری دارد. در بررسی دیگری نشان دادند که فرم زمین به شکل یال، دره و دامنه بر ویژگی های رشدی و ارتفاع درخت تأثیرگذار می باشد، همچنین جهت های رویشگاه در منطقه بر ارتفاع درختان بلوط ایرانی در جنگل های استان چهارمحال و بختیاری تاثیرگذار است (طالبی و همکاران، ۱۳۹۵). ارتفاع از سطح دریا به طور معنی داری بر ویژگی های کمی و کیفی مقدار میوه بنه بر توده ای جنگلی شهرستان سردشت استان آذربایجان غربی موثربوده است (اسماعیلی و همکاران ۱۴۰۰). بررسی دیگری با ارزیابی ارتفاع از سطح دریا بر جوانه زنی بذرها و زیتوده های نونهال های بلوط ایرانی نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر روی قطر، طول و وزن بذر موثر می باشد که اندازه ی بذر تأثیر قابل توجهی بر جوانه زنی و رشد نونهالی آن دارد (زینالی یادگاری و سیدی، ۱۳۹۸)، همچنین این بررسی نشان داد وزن تر و خشک اندام هوایی نونهال ها به طور معنی داری تحت تاثیر ارتفاع محل رویش قرار میگیرد.

منابع

ابراهیمی، غ. ۱۳۹۸. بررسی آت‌اکولوژی پسته کوهی (*Pistacia atlantica*) در زیست‌بوم‌های مرتعی شهرستان قائن، استان خراسان جنوبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند.

امیراحمدی، م.، عصری، ی.، بخشی‌خانیکی، غ. و ربیعی، م. ۱۳۹۴. بررسی کمیت و کیفیت اسانس برگ، میوه و صمغ بنه (*Pistacia atlantica* Desf. subsp. *mutica* (Fisch. & Mey.) Rech. f.) در استان سمنان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور استان تهران، مرکز پیام نور تهران شرق.

اسماعیلی، ع.، موسوی‌میرکلا، س.ر.، علیجانپور، ا.، حجاریان، م. و قنبری، س. ۱۴۰۰. تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر ویژگی‌های کمی و کیفی و برآورد مقدار میوه بنه (*Pistacia atlantica* Desf.) توده‌های جنگلی شهرستان سردشت استان آذربایجان غربی. فصلنامه علمی پژوهش و توسعه جنگل، ۷(۴): ۶۵۳–۶۷۰.

باقری‌وزنی، ج.، طاهری‌آبکنار، ک. و صالحی، ع. ۱۳۹۰. بررسی خصوصیات کمی و کیفی و شرایط رویشگاهی گونه بنه (*Pistacia atlantica* subsp.) در دامنه جنوبی البرز (بررسی موردی: پارک ملی خجیر). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان.

تابنده‌ساروی، آ. و نادی، ح. ۱۳۹۷. اثر ارتفاع از سطح دریا و ژنوتیپ بر تنوع ریختی برگ بنه (*Pistacia atlantica* subsp. *mutica*) در جنگل‌های جنوب استان یزد. دو فصلنامه علمی–پژوهشی خشک‌بوم، ۸(۲).

رضایی، ر.، منفرد، ا. و اسحاقی، ع. ۱۳۹۱. بررسی ترکیبات موجود در اسانس میوه گیاه بنه (*Pistacia atlantica* Desf. subsp. *mutica*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور استان تهران، مرکز پیام نور تهران.

رستمی‌کیا، ی.، فتاحی، م.، ایمانی، ع.ا. و شریفی، ج. ۱۳۸۸. بررسی برخی نیازهای رویشگاهی و خصوصیات کمی و کیفی بنه در جنگل‌های شهرستان خلخال. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷(۴): ۴۸۹–۴۹۹.

زاهدی‌پور، ح.ا.، فتاحی، م. و میرداوودی‌اخوان، ح.ر. ۱۳۸۶. بررسی پراکنش و خصوصیات کمی و کیفی رویشگاه‌های پسته وحشی در استان مرکزی: منطقه کوه سقز، شهرستان تفرش. مجله زیست‌شناسی، ۲۰(۲): ۱۹۱–۱۹۹.

زینالی‌یادگاری، ل. و سیدی، ن. ۱۳۹۸. تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر جوانه‌زنی بذور و زی‌توده نونهال‌های بلوط ایرانی. فصلنامه علمی پژوهش و توسعه جنگل، ۵(۳): ۴۰۵–۴۱۷.

طالبی، م.، ثاقب‌طالبی، خ. و جهانبازی‌گوجانی، [نام کوچک ارائه نشده]. ۱۳۸۵. بررسی نیاز رویشگاهی و برخی خصوصیات کمی و کیفی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های استان چهارمحال و بختیاری. فصلنامه علمی–پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۴(۱): ۶۷–۷۹.

قدس‌خواه‌دریایی، م.، حسینی، س.ک.، طاهری، ک.، میرزایی، ج. و مزبانی، آ. ۱۳۹۲. بررسی اثر متغیرهای مورفولوژیکی درختان بنه بر میزان صمغ و بذر تولیدی آن‌ها. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۵(۲): ۱۰–۱۳.

گراوند، ی.، حسینی، س.م.، احمدی، ک.، قومی‌آویلی، ع. و احمدی، ع. ۱۳۹۵. بررسی ساختار توده‌های بنه (*Pistacia atlantica*) در مناطق قرق و غیرقرق (منطقه حفاظت‌شده باغ شادی یزد). فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۷(۲): ۸۹–۱۰۲.

یگانه، م. و جعفری، م. ۱۳۸۲. بررسی برخی از ویژگی‌های اکولوژیکی رویشگاه بنه در ارتفاعات قلاجه استان کرمانشاه. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۰(۱): ۱۳۱–۱۴۴.

Bahrami, M.J., Yeganeh, M. and Heidari, M. 2010. Distribution of Pistachio mutica F. & M. as influenced by topographical factors and soil properties in mountain areas of western Iran. International Journal of Ecology and Environmental Sciences, 36(1): 37–43.

Burits, M. and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytotherapy Research, 14: 323–332.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10: 178–182.

Dai, J. and Mumper, R.J. 2010. Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15: 7313–7352.

Dere, S., Güneş, T. and Sıvacı, R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid content of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany, 22: 13–17.

Sharififar, F., Moshafi, M.H., Mansouri, S.H., Khodashenas, M. and Khoshnoodi, M. 2007. *In vitro* evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. Food Control, 18: 800–805.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Growth and Physiological Characteristics of *Pistacia atlantica* in Natural Habitat of South Khorasan Province

Mansoreh Salari Akbarabad[1], Mahmod Soluki[2], Abdolrahman Rahimian Boogar[1*], Mehdi Aran[1] and Abolfazl Bameri[3]

1. Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
2. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
3. Department of Soil Science Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

[*]Corresponding Author: a.rahimian@uoz.ac.ir

Abstract

Pistacia atlantica is a drought-resistant species that can tolerate harsh climatic conditions and plays a significant role in soil conservation, improving air quality, and creating suitable habitats for wildlife. It is also used in the production of medicinal, hygienic, and local food products. This study aimed to evaluate the effect of region and elevation on the growth and physiological characteristics of *Pistacia atlantica* in three major habitats of South Khorasan Province: Khusf, Birjand, and Nehbandan. The growth and physiological indices examined included tree height, leaf chlorophyll content, carotenoids, leaf area, phenolic compounds, flavonoids, and antioxidant activity. The results showed that both region and elevation had significant effects on physiological traits such as tree height and chlorophyll content, as well as on secondary metabolites including phenols, flavonoids, and carotenoids. The greatest differences among habitats were observed in tree height and chlorophyll content, while leaf area was not significantly affected by location. Moreover, the interaction between region and elevation significantly influenced the levels of carotenoids, chlorophyll a, and flavonoids, while the indices of tree height, chlorophyll b, total chlorophyll, phenol content, leaf area, and antioxidant activity were not affected by the interaction of the two factors, the findings indicate that the specific environmental conditions of each region can influence the quality and biological potential of the *Pistacia atlantica*. This highlights the importance of such factors for the effective management, conservation, and optimal utilization of this valuable species in arid and semi-arid regions.

Keywords: Distribution, Elevation, Environmental, Habitat, Physiological.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر متقابل برخی پایه‌های رویشی و ارقام تجاری سیب در شرایط اقلیمی مشهد

احمد فهادان[1*] و داریوش آتشکار[2]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *ah_fahadan@yahoo.com*

چکیده

به منظور بررسی اثر متقابل پایه های رویشیM9, MM106, MM111 و ارقام گالا، گلاب کهنز، شفیع آبادی، گلاب اصفهان و ژنوتیپ DAT1، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار(سه نوع پایه و پنج رقم) در سه تکرار در ایستگاه گلمکان مشهد در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که اثر نوع پایه بر وزن میوه و اسیدیته آن معنی دار بوده در حالی که اثر رقم بر وزن، طول و قطر، سفتی بافت، اسیدیته، قند و pH میوه معنی دار بوده است. بیشترین وزن میوه مربوط به پایه M9 (۸۴/۳۷ گرم) و کمترین آن متعلق به اثر MM106 (۷۲/۵ گرم) بود. بیشترین سفتی بافت نیز با پایه M9 حاصل شد. بیشترین وزن، طول، قطر و اسیدیته میوه متعلق به رقم DAT1 و کمترین وزن، قطر، سفتی بافت و اسیدیته میوه نیز مربوط به رقم گلاب اصفهان بود.

واژه های کلیدی: شفیع آبادی.گالاو گلاب.

مقدمه

طبق منابع موجود بیش از ۶۰۰۰ رقم سیب در دنیا کاشته می شود. البته اکثریت این ارقام جنبه محلی دارند و فقط از اهمیت محلی برخوردار هستند. تعداد ارقام معروف تجاری که معروفیت جهانی دارند شاید از ۱۰۰ رقم بیشتر نباشد. در بین ارقام سیب فقط تعدادی هستند که در تمام کشورها کم و بیش کاشته می شوند. اکثریت ارقام فعلی واریته هایی هستند که از بذور اتفاقی بدست آمده اند و به دلیل داشتن صفات خوب به روش رویشی(پیوند) تکثیر شده اند، تعدادی هم ساخته دست بشر هستند و حاصل سال ها تلاش و کار محققین اصلاح نباتات در رشته اصلاح سیب هستند.

درختان سیب تیپ اسپور با داشتن میان گره های کوتاه و شاخه های جانبی کم دارای حالت ویژه ای از رشد بوده و چنین درختانی در تراکم های بالا قابل کشت و کارند و زود باردهی درختان و نیاز کم به انجام هرس از مزیت های این تیپ از درختان به شمار می رود(۵). ریوگو (۱۹۸۸) گزارش کرد که ارقام اسپور تایپ سیب نیمه پاکوتاه بوده و از تاج کوچکی برخوردارند(۶). کامبل و اسپارکس ۱۹۸۹) گزارش کردند که در میان ارقام سیب، ارقام اسپور تایپ با میانگره هایی به طول ۲۲-۲۵ میلی متر دارای کوتاهترین طول میانگره می باشند و معمولاً ارقامی با میانگره کوتاهتر دارای اندازه کوچکتری می باشند. ارقام رد چیف، اورگون اسپور، رد اسپار و کوپر اسپور حاصل جهش هایی هستند که بر روی رقم رد دلشیز در طی سالیان متمادی به وقوع پیوسته است و ارقام یلو اسپور، گلدن اسپور، گلدن اسموتی و گامی بیوتی حاصل جهش بر روی رقم گلدن دلشیز هستند(۳). لن وارینگتون و همکاران (۱۹۹۰) خصوصیات رویشی اسپور را روی شاخه های دو ساله در ۲۸ نژاد سیب رقم رد دلشیز روی پایه M7 مورد ارزیابی قرار دادند آنها اظهار داشتند که نژادهای اسپور بیش از ۲۰ الی ۲۱ اسپور در متر طول شاخه بودند. همچنین آنها دریافتند که تراکم اسپور به طور معنی داری با کارایی عملکرد همبستگی مثبت دارد(۴).

باردن و مارینی (۱۹۹۹) اثرات پایه های رویشی را روی رشد و میوه دهی یک نژاد اسپورتایپ (ردچیف و یک نژاد استاندار ردپرنس) بررسی نمودند. در گروه پایه های پا کوتاه هر دو رقم روی پایه M26 بزرگترین و روی پایه و میان پایه M9 و MM111 متوسط و روی M9و MM106 کوچکترین درختان را داشتند. بزرگترین درختان روی پایه و میان پایه M9/ MM111 و M7 قرار داشتند. تراکم میوه رقم ردچیف بالاتر از ردپرنس بود. همچنین تراکم میوه هر دو رقم در روی پایه های پاکوتاه بیشتر از نیمه پاکوتاه بود. در هر دو رقم عملکرد

واحد درخت روی پایه M26 بیشتر از M9 یا M9/MM111 بود. رقم رد چیف روی سه پایه نیمه پاکوتاه عملکرد مشابه داشتند. رقم ردپرنس روی پایه MM111 بیشتر از M7 بود. در هر دو رقم کارایی عملکرد روی پایه M9 و M9\MM106 بیشتر از M26 و M9/MM111 بود. مجموع عملکرد (تن در هکتار) هر دو رقم روی پایه M26 بالاتر از دیگر پایه های بود (۲).

رقیه محمدی و همکاران (۱۳۹۰) به منظور بررسی اثر سه پایه رویشی MM 106 ، MM111 و M9 بر برخی صفات سیب رقم دلبار استیوال تحقیقی در سال های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که پایه ها بر میزان کلروفیل، میانگین سطح برگ، سطح مقطع عرضی تنه، ارتفاع، تعداد میوه تشکیل شده اولیه، عملکرد و عملکرد ویژه رقم پیوندی تاثیر می گذارند. همچنین پایه ها بر غلظت نیتروژن، کلسیم، آهن، منگنز، روی، بر و مس برگ های رقم دلبار استیوال تاثیرگذار بودند. بیشترین میزان کلروفیل برگ، ارتفاع درخت و نیز بیشترین میزان نیتروژن، آهن، بر و مس برگ، روی پایهMM111 بدست آمد اما تعداد گل، سطح مقطع عرضی تنه و میزان کلسیم و منگنز برگ روی پایه MM106 در بالاترین مقدار خود قرار داشت. بیشترین میزان عملکرد و عملکرد ویژه روی پایه M9 بدست آمد (۱).

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر متقابل پایه های رویشیM9, MM106, MM111 و ارقام گالا، گلاب کهنز، شفیع آبادی، گلاب اصفهان و ژنوتیپ DAT1، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار(سه نوع پایه و پنج رقم) در سه تکرار در ایستگاه گلمکان مشهد در سال ۱۳۹۶(فاز دوم) و همزمان در ایستگاه های تحقیقاتی کمال شهر، کهریز ارومیه، سمیرم و مشکین شهر اجرا شد. این طرح ملی در دو فاز پنج ساله انجام شد. در فاز اول نسبت به تهیه و تکثیر پایه های رویشی M9،MM111 و MM106 اقدام و ارقام مورد نظر روی آنها پیوند شدند. در فاز دوم صفات کمی و کیفی میوه بررسی شد و داده های حاصل از سه سال اندازه گیری، با استفاده از نرم افزار آماری SAS آنالیز گردیده و مقایسه میانگین ها به روش دانکن انجام گرفت. درختان به صورت نواری به تعداد ۴ درخت در هر کرت و با فاصله۳*۲/۵ متر کشت گردید. عملیات باغی شامل آبیاری(نواری)، سمپاشی بر علیه آفات، کوددهی، هرس و تربیت درختان (بر روی پایه M9 به فرم اسپیندل و بر روی پایهMM111 وMM106 به فرم محور مرکزی تغییر یافته) انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثر پایه، رقم و سال بر صفات مورد اندازه گیری در دوره سه ساله

بر اساس جدول تجزیه واریانس(جدول ۱) اثر متقابل سال، پایه و رقم بر سفتی بافت میوه در سطح ۱درصد معنی دار گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)						
		وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	سفتی بافت	اسیدیته	قند میوه	PH
تکرار	۲	743.2*	0.92	3.97	1.51	0.0003	0.21	0.002
سال	۲	3510.9**	497.3**	427**	13.05**	0.0004	152**	10.7**
سال*تکرار	۴	140.1	1.66	8.88	2.44	0.0003	0.62	0.10
پایه (a)	۲	1567.3**	8.46	4.60	2.54	0.0014**	0.12	0.1
سال*پایه	۴	264.8	48.1*	86.1**	4.29*	0.0002	3.11*	0.06
رقم (b)	۴	16538**	700.4**	1385.7**	66.6**	0.013**	30.48**	3.70**
سال*رقم	۸	314.3	47.7**	71.4**	4.25**	0.0005*	9.01**	0.30**
پایه*رقم	۸	244/03	7.29	7.94	8.23**	0.0004	2.39*	0.06
سال*پایه*رقم	۱۶	237.2	12.55	25.5	3.68**	0.0001	1.79*	0.07
C.V. (%)		18.24	8.08	7.01	17.01	35.5	6.54	5.92

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سه ساله اثرات پایه، رقم و سال (جدول۲) بر صفات مورد اندازه گیری نشان داد که وزن، طول، قطر و اسیدیته میوه به رقم DAT1 با تاثیر پایه های مختلف و بخصوص M9 مربوط می شود.

بنا بر نتایج حاصل شده از این تحقیق، تصمیم گیری برای استفاده از ترکیب های مختلف پایه و رقم مبتنی بر اهداف احداث باغ می باشد زیرا از بسیاری از نتایج بدست آمده، در شرایط و زمان های مختلف می توان بهره جست.

جدول ۲- مقایسه میانگین سه ساله اثرات پایه و رقم بر صفات مورد اندازه گیری.

پایه	رقم	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلیمتر)	قطر میوه (میلیمتر)	سفتی بافت میوه	اسیدیته میوه	قند میوه	PH میوه
M9	گالا	۱۰۲/۵c	۴۷.۹۶ de	۵۸.۲۶ f	۹.۹۸ a	۰.۰۴ d	۱۵.۹۱ a	۳.۵۷ f
	گلاب کهنز	۷۶.۲۶ e	۴۶.۷۴ ef	۵۳.۵۷ h	۵.۳۳ fg	۰.۰۲ g	۱۵.۴۴ bc	۳.۸۲ c
	شفیع آبادی	۷۵.۰۷ ef	۵۳.۳۲ b	۶۱.۲۷ c	۶.۶۵ cd	۰.۰۲ g	۱۲.۸۷ h	۳.۵۳ f
	گلاب اصفهان	۵۱.۲۹ hi	۴۲.۰۵ g	۴۹.۶۴ ij	۶.۴۰ de	۰.۰۲ g	۱۴.۰۲ g	۳.۸۵ bc
	DAT1	۱۱۶.۶۵ a	۵۶.۰۳ a	۶۹.۹۱ a	۵.۵۶ f	۰.۰۶ b	۱۴.۸۳	۲.۹۸ h
MM111	گالا	۹۹.۹۴ c	۴۷.۷۸ def	۵۸.۵۶ ef	۹.۰۴ b	۰.۰۵ c	۱۶.۰۲ a	۳.۵۵ f
	گلاب کهنز	۶۴.۶۲ g	۴۸.۶۰ d	۵۶.۲۴ g	۵.۵۲ fg	۰.۰۲ fg	۱۴.۹۱ de	۳.۷۴ d
	شفیع آبادی	۷۲.۱۰ ef	۵۰.۶۳ c	۶۰.۱۴ cd	۶.۰۷ e	۰.۰3 ef	۱۳.۹۵ g	۳.۷۰ d
	گلاب اصفهان	۴۹.۹۴ i	۴۳.۱۹ g	۵۰.۴۵ i	۴.۶۱ h	۰.۰۳ e	۱۴.۴۵ f	۳.۹۱ ab
	DAT1	۱۰۳.۱۳ c	۵۶.۲۲ a	۶۸.۳۲ b	۶.۷۲ cd	۰.۰۶ b	۱۳.۸۵ g	۲.۹۷ h
MM106	گالا	۸۴.۷۴ d	۴۶.۵۲ f	۵۸.۴۶ f	۸.۷۳ b	۰.۰۴ cd	۱۶.۰۵ a	۳.۳۸ g
	گلاب کهنز	۵۴.۹۹ h	۴۶.۷۳ ef	۵۵.۱۴ g	۶.۸۳ c	۰.۰۳ e	۱۵.۵۸ b	۳.۶۳ e
	شفیع آبادی	۷۱.۰۵ f	۵۱.۳۲ c	۵۹.۸۰ de	۴.۲۶ h	۰.۰۳ e	۱۲.۸۹ h	۳.۶۷ de
	گلاب اصفهان	۴۱.۷۹ j	۴۲.۲۶ g	۴۸.۵۵ j	۵.۲ g	۰.۰۲ fg	۱۳.۸۷ g	۳.۹۸ a
	DAT1	۱۱۰.۳۳ b	۵۵.۶۸ a	۶۸.۶۲ ab	۶.۷۵ cd	۰.۰۹ a	۱۵.۱۹ cd	۲.۸۷ i

منابع

رقیه. محرمی، ربیعی. ولی ، امیری. محمداسماعیل و عظیمی. محمدرضا. ۱۳۹۰. اثر پایه بر برخی صفات سیب رقم دلبار استیوال. مجله به نژادی نهال و بذر، جلد۲۷-۱ ، شماره ۳، سال ۱۳۹۰ کرج. ایران.

Barden, J.A. and Marini, R.P. 1999. Rootstock effects on growth and fruiting of a spur-type and standard strain of 'Delicious' over eighteen years. The American Pomological Society, 53(2): 115–125.

Campbell, A.I. and Sparks, T.R. 1986. Compact mutants: Production, selection and performance in 'Bramley's Seedling' apple. Acta Horticulturae, 180: 11–18.

Ian, J., Daived, W., C.F. and Schupp, J.R. 1990. Strain and rootstock effects on spur characteristics and yield of 'Delicious' apple strains. Journal of the American Society for Horticultural Science, 115(3): 348–356.

Lespinasse, Y. 1984. Inheritance of two agronomical characters in the apple tree. Acta Horticulturae, 159: 63–68.

Ryugo, K. 1988. Fruit Culture: Its Science and Art. John Wiley and Sons.

Study of the interaction effect of some rootstocks and commercial apple cultivars in the climatic conditions of Mashhad.

Ahmad fahadan[1*] and Dariush atashkar[2]
1. khorasan razavi agriculture and natural resources research center, Mashhad, Iran
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Corresponding author: ah_fahadan@yahoo.com

Abstract

In order to investigate the interaction between the vegetative rootstocks M9, MM106, MM111 and the cultivars Gala, Golab Kahnez, Shafi Abadi, Golab Isfahan and the genotype DAT1, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 15 treatments (three rootstock types and five cultivars) in three replications at Golmekan Station, Mashhad in 2017. Based on the results obtained, it was determined that the effect of rootstock type on fruit weight and acidity was significant, while the effect of cultivar on fruit weight, length and diameter, firmness, acidity, sugar and pH was significant. The highest fruit weight was related to the M9 rootstock (84.37 g) and the lowest was related to the MM106 rootstock (72.5 g). The highest tissue firmness was also achieved with the M9 rootstock. The highest fruit weight, length, diameter, and acidity belonged to the DAT1 cultivar, and the lowest fruit weight, diameter, tissue firmness, and acidity belonged to the Isfahan Golab cultivar.

Keywords: Gala, Golab, Shafi Abadi.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نانوذرات اکسید روی بر بهبود برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهچه‌های انگور رقم 'پرلت' در شرایط درون شیشه‌ای

سمیه ابراهیم‌نیا[1]*، اسماعیل سیفی[1] و مهدی علیزاده[1]
۱- گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منابع، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *s.ebrahimnia@yahoo.com*

چکیده

انگور (*Vitis vinifera* L.) گیاهی چند ساله از خانواده انگورسانان است که به طور گسترده در سراسر جهان کشت می‌شود و از نظر اقتصادی در میان مهمترین محصولات میوه قرار دارد. نانوذرات اکسید روی (ZnO NPs)، هنگامی که به صورت محلول کلوئیدی فرموله می‌شوند، می‌توانند به عنوان یک کود گیاهی مؤثر، رشد را افزایش داده و تجمع زیست توده را افزایش دهند. در این مطالعه، ما اثرات غلظت‌های مختلف نانوذرات ZnO (۰، ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌گرم در لیتر) را بر برخی از صفات مورفولوژیکی انگور رقم 'Perlette' در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردیم. آزمایش‌ها با استفاده از محیط کشت Murashige and Skoog (MS) حاوی ۰.۲ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید (IBA)، ۸ گرم در لیتر آگار و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر زغال فعال انجام شد. نتایج نشان داد که نانوذرات ZnO به طور مؤثر زیست توده گیاه را افزایش می‌دهند. همچنین مشخص شد که تیمار با ۱۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی، وزن تر اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه‌ها و همچنین طول کل اندام هوایی را بهبود بخشید. علاوه بر این، تیمار با ۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی، وزن خشک اندام هوایی و طول کل ریشه‌ها را در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داد. در مجموع، تیمار ۱۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی بیشترین تأثیر را در افزایش شاخص‌های رشدی انگور در مقایسه با سایر تیمارها داشت.

واژه‌های کلیدی: ریخت‌شناسی، کشت درون شیشه‌ای انگور، نانوکودها، نانوذرات اکسید روی.

مقدمه

نانو فناوری یک تکنیک نوآورانه برای ارتقای صنعت کشاورزی است، زیرا راه‌حل‌های جدیدی برای بهبود تحمل به تنش و عملکرد محصول ارائه می‌دهد (Elemike و همکاران، ۲۰۱۹). نانوذرات ZnO از جمله نانوذرات پرکاربرد هستند که تولید جهانی آنها به سرعت به ۳۳۴۰۰ تن رسیده و همچنان در حال افزایش است (Azarin و همکاران، ۲۰۲۲). این نانوذرات نه تنها تنش‌های غیرزیستی را در گیاهان کاهش می‌دهند، بلکه سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی را نیز افزایش می‌دهند، تعادل اکسایش-کاهش را تنظیم می‌کنند، مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی را تقویت می‌کنند و متابولیسم اولیه گلوکز و سیگنالینگ هورمون‌های گیاهی را بهینه می‌کنند (Tripathi و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، آنها رشد گیاه را افزایش داده و تجمع زیست توده را افزایش می‌دهند (Zhao و همکاران، ۲۰۲۰) (Zhao و همکاران، ۲۰۲۰). نانوذرات ZnO می‌توانند به عنوان نانوکودها به طور مؤثر توسط گیاهان جذب شوند، زمانی که به عنوان یک محلول کلوئیدی فرموله شوند. این نانوکودها مزایای متعددی از جمله مقرون به صرفه بودن، پایداری زیست محیطی و راندمان بالا حتی در مقادیر کم را ارائه می‌دهند (Shang و همکاران، ۲۰۱۹). کشت درون شیشه‌ای، کشت سلول‌ها، بافت‌ها یا اندام‌های گیاهی تحت شرایط فیزیکی و شیمیایی استریل و کنترل‌شده، یک تکنیک ضروری در تحقیقات پایه و کاربردی و همچنین در کاربردهای تجاری است (Thorpe, 2007). همچنین یک سیستم ارزشمند برای بررسی رشد و نمو گیاه تحت شرایط محیطی دقیقاً تنظیم‌شده فراهم می‌کند (Bahmani et al., 2012).

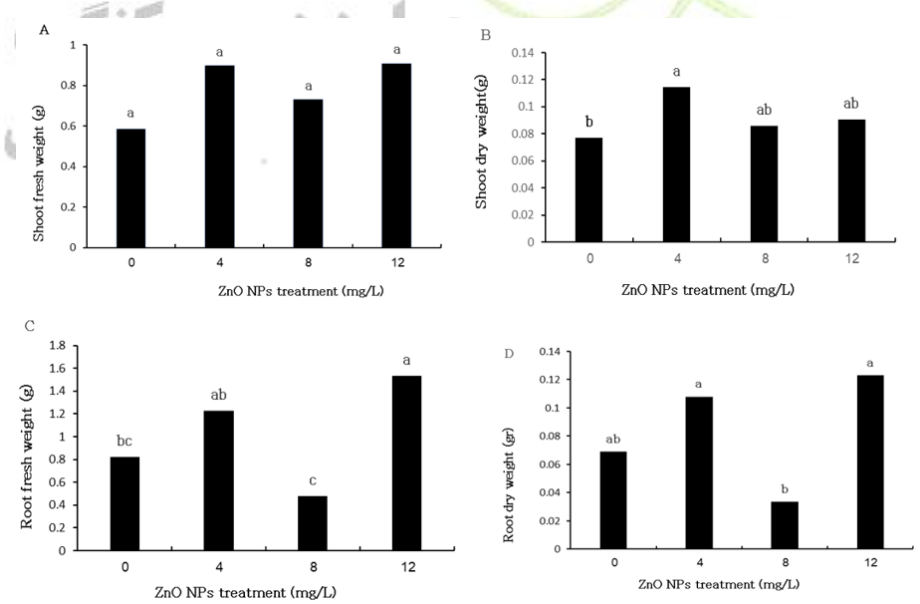
چالش‌های جهانی مانند رشد جمعیت، کاهش زمین‌های کشاورزی و خطرات ناشی از تغییرات اقلیمی، نیاز به روش‌ها و فناوری‌های نوآورانه برای افزایش بهره‌وری کشاورزی را افزایش داده است. ادغام فناوری‌های پیشرفته – از جمله فناوری نانو – در سیستم‌های کشاورزی برای بهبود انعطاف‌پذیری و پایداری بسیار مهم است. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثرات غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید روی بر رشد و تجمع زیست توده انگورهای «پرلت» و همچنین تعیین غلظت بهینه برای افزایش رشد گیاه و بهبود عملکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار ۲۰۲۵ در آزمایشگاه کشت بافت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران انجام شد. قلمه‌های ریز دو گره‌ای انگور رقم "پرلت" (*Vitis vinifera* L. cv. Perlette) که از کشت‌های مستقر جدا شده و در محیط کشت Murashige and Skoog (۱۹۶۲) حاوی ۲.۰ میلی‌گرم در متر مکعب ایندول بوتیریک اسید (IBA)، ۲۰۰ میلی‌گرم در متر مکعب زغال فعال و با غلظت‌های ۰، ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌گرم در لیتر نانواکسید روی کشت مجدد داده شدند. آنها تا پایان آزمایش در اتاق رشد با دمای ۲۸ درجه سانتیگراد با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. پس از ۴۰ روز، گیاهچه‌های انگور از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. وزن تر و خشک ساقه گیاهان با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک ساقه، نمونه‌ها به مدت دو روز در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد در فر خشک شدند. آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹.۴) از نظر آماری تجزیه و تحلیل شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح معنی‌داری $P = 0.05$ مقایسه شدند. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel ترسیم شدند.

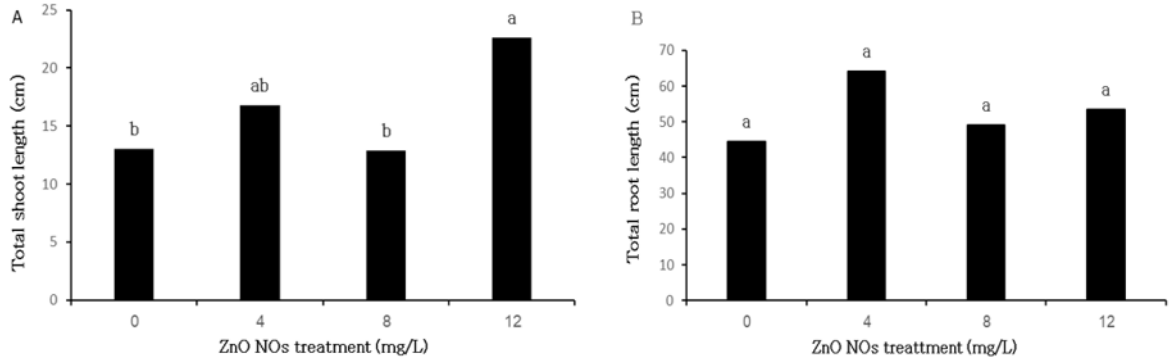
نتایج و بحث

تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داد که غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید روی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر و خشک شاخه انگور نداشتند. با این حال، منجر به افزایش وزن تر و خشک شاخه در مقایسه با شاهد شدند. کاربرد نانوذرات اکسید روی در غلظت ۱۲ میلی‌گرم در لیتر (۰.۹۰۶ گرم) و پس از آن ۴ میلی‌گرم در لیتر (۰.۸۹۵ گرم) منجر به بیشترین افزایش وزن تر شاخه شد (شکل A۱). برای وزن خشک شاخه، تیمار ۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی بالاترین مقدار (۰.۱۱۴ گرم) را نشان داد، در حالی که گروه شاهد کمترین مقدار (۰.۰۷۷ گرم) را نشان داد (شکل B۱). دلیل افزایش غیرمعنی‌دار وزن در این آزمایش را می‌توان با مرحله رشدی انگور، یعنی طویل شدن میانگره‌ها و گسترش سطح برگ، توضیح داد. (Ruperti et al., 2019; Li, Y et al., 2025). بر اساس نتایج آنالیز واریانس، غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید روی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر و خشک ریشه انگور داشتند. تیمار با ۱۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی بیشترین تأثیر را نشان داد و به ترتیب وزن تر و خشک ریشه ۱.۵۳ گرم و ۰.۱۲ گرم را به همراه داشت. پس از آن تیمار ۴ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفت که ۱.۲۳ گرم وزن تر ریشه و ۰.۱۰۸ گرم وزن خشک ریشه تولید کرد (شکل C۱ و D). در یک مطالعه مشابه، استفاده از نانوذرات اکسید روی در غلظت‌های ۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، زیست‌توده گیاه پنبه را افزایش داد (Venkatachalam et al., 2017).



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف نانوذرات اکسید روی بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاهچه‌های انگور رقم «پرلت». حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند (P = ۰.۰۵، آزمون LSD).

نتایج نشان داد که نانوذرات اکسید روی طول کل شاخه و ریشه را افزایش دادند. آنالیز واریانس نشان داد که غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید روی به طور قابل توجهی بر طول کل شاخه انگور تأثیر می‌گذارند. تیمار ۱۲ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی بیشترین طول کل شاخه (۲۲.۶۲ سانتی‌متر) را به همراه داشت (شکل A۲). در مقابل، تیمار ۴ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی بیشترین طول کل ریشه (۶۴.۱۹ سانتی‌متر) را ایجاد کرد، اگرچه هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها برای طول کل ریشه مشاهده نشد (شکل B۲). این نتایج با گزارش‌های قبلی مبنی بر اینکه کاربرد نانوذرات اکسید روی به طور قابل توجهی جوانه‌زنی، طول ریشه و طول شاخه را در گیاهان لوبیا سبز بهبود می‌بخشد، مطابقت دارد (Jayarambabu و همکاران، ۲۰۱۴).



شکل ۲– تأثیر سطوح مختلف نانوذرات اکسید روی بر طول کل شاخه و ریشه گیاهچه‌های انگور رقم «پرلت». حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند (P = ۰.۰۵، آزمون LSD).

منابع

Azarin, K., Usatov, A., Minkina, T., Plotnikov, A., Kasyanova, A., Fedorenko, A., Duplii, N., Vechkanov, E., Rajput, V. D., Mandzhieva, S. and Alamri, S. 2022. Effects of ZnO nanoparticles and its bulk form on growth, antioxidant defense system and expression of oxidative stress-related genes in Hordeum vulgare L. Chemosphere, 287: 132167.

Bahmani, R., Gholami, M., Mozafari, A. and Alivaisi, R. 2012. Effects of salinity on in vitro shoot proliferation and rooting of apple rootstock MM.106. World Applied Sciences Journal, 17(3): 292–295.

Elemike, E., Uzoh, I., Onwudiwe, D. and Babalola, O. 2019. The role of nanotechnology in the fortification of plant nutrients and improvement of crop production. Applied Sciences, 9(3): 499.

Jayarambabu, M., Sivakumari, B., Rao, K. V. and Prabhu, Y. T. 2014. Germination and growth characteristics of mungbean seeds affected by synthesized ZnO nanoparticles. International Journal of Current Engineering and Technology, 4: 3411–3416.

Li, Y., Huangfu, X., Hua, W. et al. 2025. Shoot elongation patterns and regulatory genes controlling grapevine (Vitis vinifera L.) internode elongation. Plant Molecular Biology, 115: 62.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15: 473–497.

Ruperti, B., Botton, A., Populin, F., Eccher, G., Brilli, M., Quaggiotti, S., Trevisan, S., Cainelli, N., Guarracino, P., Schievano, E. et al. 2019. Flooding responses on grapevine: A physiological, transcriptional, and metabolic perspective. Frontiers in Plant Science, 10: 339.

Shang, Y., Hasan, M. K., Ahammed, G. J., Li, M., Yin, H. and Zhou, J. 2019. Applications of nanotechnology in plant growth and crop protection: A review. Molecules, 24(14): 2558.

Thorpe, T. A. 2007. History of plant tissue culture. Molecular Biotechnology, 37(2): 169–180.

Tripathi, D., Singh, M. and Pandey-Rai, S. 2022. Crosstalk of nanoparticles and phytohormones regulate plant growth and metabolism under abiotic and biotic stress. Plant Stress, 6: 100107.

Venkatachalam, P., Priyanka, N., Manikandan, K., Ganeshbabu, I., Indiraarulselvi, P., Geetha, N., Muralikrishna, K., Bhattacharya, R. C., Tiwari, M., Sharma, N. and Sahi, S. V. 2017. Enhanced plant growth-promoting role of phycomolecules-coated zinc oxide nanoparticles with P supplementation in cotton (Gossypium hirsutum L.). Plant Physiology and Biochemistry, 110: 118–127.

Zhao, L., Lu, L., Wang, A., Zhang, H., Huang, M., Wu, H., Xing, B., Wang, Z. and Ji, R. 2020. Nano-biotechnology in agriculture: Use of nanomaterials to promote plant growth and stress tolerance. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68(7): 1935–1947.

.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of zinc oxide nanoparticles on improving some morphological characteristics of 'Perlette' grapevine plantlets under in vitro conditions

Somayeh Ebrahimnia[1*], Esmaeil Seifi[1] and Mahdi Alizadeh[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: S.Ebrahimnia@yahoo.com

Abstract

The grape (*Vitis vinifera* L.) is a perennial plant of the Vitaceae family, is widely cultivated worldwide, and ranks among the most economically important fruit crops. Zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs), when formulated as a colloidal solution, can serve as an effective plant fertilizer, enhancing growth and promoting biomass accumulation. In this study, we investigated the effects of different concentrations of ZnO NPs (0, 4, 8, and 12 mg/L) on some morphological traits of the grape cultivar 'Perlette' under in vitro conditions. The experiments were conducted using Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 0.2 mg/L indole butyric acid (IBA), 8 g/L agar, and 200 mg/L activated charcoal. The results showed that ZnO NPs effectively increased the plant biomass. It was also found that treatment with 12 mg/L of ZnO NPs improved the shoot fresh weight, the fresh and dry weight of the roots, as well as the total length of shoots. Additionally, treatment with 4 mg/L of ZnO NPs increased the shoot dry weight and the total length of roots compared to the other treatments. Overall, the 12 mg/L ZnO NPs treatment had the greatest effect on increasing the growth indices of the grapevine compared to the other treatments.

Keywords: Grapevine, In Vitro Culture, Morphology, Nanofertilizers, ZnO NPs.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تغییرات فصلی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ارقام خرما در شرایط آب و هوایی اهواز

فاطمه فروزش‌فرد[1*]، شهره زیودار[1]، اسمعیل خالقی[1] و ادریس شعبانی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *f.foroozesh@yahoo.com*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تغییرات فصلی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی سه رقم خرما (برحی، استعمران و زاهدی) در شرایط آب وهوایی اهواز طی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار بر روی سی و دو عدد درخت ده ساله‌ی خرما در باغ تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. شاخص‌های فیزیولوژیک شامل نرخ فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و کارایی مصرف آب و شاخص‌های بیوشیمیایی شامل میزان کلروفیل‌کل و کربوهیدرات‌های محلول برگ در چهار فصل سال اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به شرایط فصلی نشان دادند؛ بالاترین میزان فتوسنتز در پاییز و کمترین میزان فتوسنتز و بیشترین نرخ تعرق در بهار به ثبت رسید. بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای در فصل زمستان در رقم برحی مشاهده گردید (۰/۲ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) و به‌طور معنی‌دار از میزان هدایت روزنه‌ای در سایر زمان‌ها و ارقام بیشتر بود. بیشترین کارایی مصرف آب در رقم استعمران در زمستان به ثبت رسید. بیشترین کربوهیدرات در فصل تابستان به ثبت رسید (۴/۵۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) که با میزان کربوهیدرات در فصول بهار (۳/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و پاییز (۴/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی به‌طور معنی‌دار از میزان کربوهیدرات در فصل زمستان بیشتر بود. بیشترین میزان کلروفیل‌کل (۱/۴۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در زمستان در رقم برحی به ثبت رسید. به‌طور کلی، نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار فصل و رقم بر شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بود و رقم برحی در اکثر شاخص‌ها برتری نسبی داشت. این یافته‌ها می‌تواند در انتخاب رقم مناسب و بهینه‌سازی مدیریت تغذیه‌ای و آبیاری در مناطق نیمه‌گرمسیری مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: خرما، دینامیک فصلی، شاخص‌های فیزیولوژیک.

مقدمه

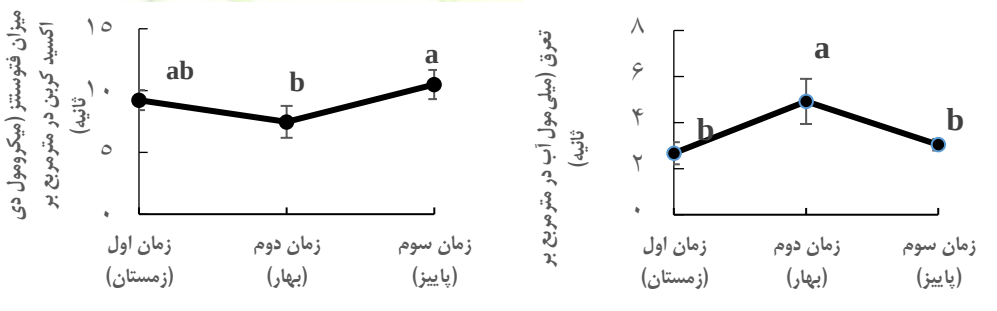
نخل خرما (*Phoenix dactylifera L.*) از مهم‌ترین درختان میوه‌ی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که به دلیل ارزش غذایی بالا، سازگاری با شرایط محیطی نامساعد و تولیدات متنوع، نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی ایران دارد (پناهی، ۱۳۸۱). از میان ده کشور برتر به لحاظ حجم تولید خرما در سال ۲۰۲۳، ایران با ۱/۳ میلیون تن تولید، در جایگاه سوم جهان قرار دارد. میزان تجارت جهانی خرما در سال ۲۰۲۳، نزدیک به ۹/۲ میلیارد دلار اعلام شده‌است که سهم ایران از این میزان تجارت، حدود ۸۵۰ میلیون دلار است. ایران همچنین به لحاظ صادرات خرما با میزان ۴۰۰ هزار تن تولید خرما، جایگاه پنجم را به خود اختصاص داده است (FAO, 2023). با توجه به اهمیت تغذیه‌ی گیاهی در رشد و عملکرد درختان میوه، بررسی دینامیک فصلی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در درختان خرما می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای بهینه‌سازی مدیریت باغی فراهم آورد (Corelli-Grappadelli and Lakso, 2002). مطالعات پیشین یا بر نقش فاکتورهای مختلف بر فرایندهایی مانند فتوسنتز، تعرق و سنتز ترکیبات آلی در گیاهان تأکید داشته‌اند (Chatzistathis et al., 2006)، و یا روند تغییرات فیزیکوشیمیایی و فیزیولوژیکی خرما را منحصرا در فصل رشد میوه مورد بررسی قرار داده‌اند (Abdul-Hamid et al., 2018). بنابراین بررسی همزمان شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در ارقام مختلف خرما طی چهار فصل کمتر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات فصلی شاخص‌های مذکور در سه رقم خرمای رایج در اهواز و تحلیل اثرات رقم و فصل بر آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰–۱۴۰۱ در باغ تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز بر روی سی و دو عدد درخت ده ساله از سه رقم خرمای برحی، زاهدی و استعمران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. شاخص‌های فیزیولوژیک شامل فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و کارایی مصرف آب با دستگاه پرتابل LCi-SD اندازه‌گیری شدند. همچنین شاخص‌های بیوشیمیایی شامل کلروفیل کل (Lichtenthaler, 1987) و کربوهیدرات محلول برگ (Irigoyen et al, 1992) سنجش گردید. داده‌ها با نرم‌افزار SAS و آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند.

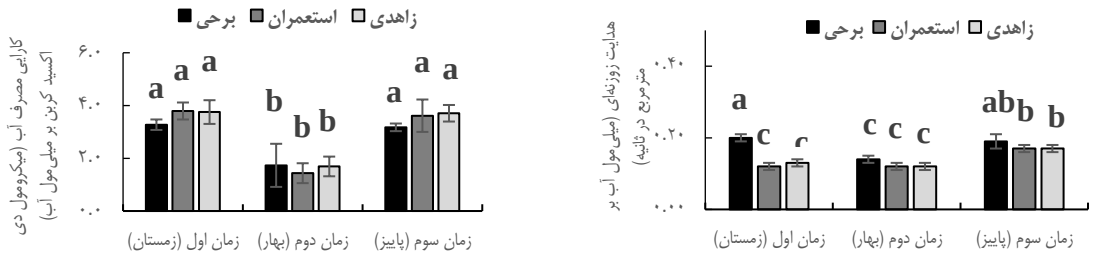
نتایج و بحث

کم‌ترین میزان فتوسنتز در بهار به ثبت رسید (۷/۴۷ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع بر ثانیه) و بیشترین میزان فتوسنتز در فصل پاییز مشاهده شد (۱۰/۴۹ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع بر ثانیه) که با میزان فتوسنتز در فصل زمستان (۹/۲۳ میکرومول دی‌اکسید کربن در مترمربع بر ثانیه) تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی به‌طور معنی‌داری از میزان فتوسنتز در بهار بیشتر بود. بیشترین تعرق برگ‌های نخل خرما در بهار دیده شد (۴/۹۲ میلی‌مول آب در مترمربع بر ثانیه) که به‌طور معنی‌داری از تعرق در فصول پاییز و زمستان بیشتر بوده، ولی بین میزان تعرق در فصل پاییز (۳/۰۴ میلی‌مول آب در مترمربع بر ثانیه) و زمستان (۲/۶۷ میلی‌مول آب در مترمربع بر ثانیه) تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل ۱). در این تحقیق بیشترین میزان تعرق در فصل بهار ثبت شد، که یکی از دلایل آن می‌تواند افزایش میزان نیتروژن و رشد رویشی در برگ‌ها در این فصل و افزایش سطح برگ و تعداد روزنه‌ها در بهار بوده باشد (Rahimikhoob et al., 2020).



شکل ۱– اثر فصل بر نرخ فتوسنتز (راست) و تعرق (چپ).

بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای در فصل زمستان در رقم برحی مشاهده گردید (۰/۲ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) که با میزان هدایت روزنه‌ای در همین رقم در فصل پاییز (۰/۱۹ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) تفاوت معنی‌داری نداشت، اما به‌طور معنی‌دار از میزان هدایت روزنه‌ای در سایر زمان‌ها و ارقام بیشتر بود. بیشترین کارایی مصرف آب در رقم استعمران در زمان نمونه‌برداری اول (زمستان) به ثبت رسید (۳/۷۹ میکرومول دی‌اکسید کربن بر میلی‌مول آب) که البته با میزان کارایی مصرف آب در دو رقم دیگر در این زمان و هر سه رقم در زمان نمونه‌برداری سوم (پاییز) تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما به‌طور معنی‌دار از کارایی مصرف آب در زمان نمونه‌برداری دوم (بهار) در هر سه رقم بیشتر شد (شکل۲). در تحقیق حاضر کارایی مصرف آب در فصول زمستان و پاییز بیشتر بود و می‌توان دلیل آن را اسیمیلاسیون بیشتر در ازای مقدار آب مصرف‌شده آن هم به دلیل تعرق کم‌تر دانست. در آزمایش حاتمی و همکاران (۱۴۰۳) نیز بیشترین کارایی مصرف آب در رقم زیتون مانزانیلا در فصل پاییز دیده شد.



شکل ۲- اثرات برهم‌کنش فصل و رقم بر هدایت روزنه‌ای (راست) و کارایی مصرف آب (چپ) ارقام خرما.

بیشترین کربوهیدرات در فصل تابستان به ثبت رسید (۴/۵۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) که با میزان کربوهیدرات در فصول بهار (۳/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و پاییز (۴/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی به‌طور معنی‌دار از میزان کربوهیدرات در فصل زمستان بیشتر بود. بیشترین میزان کلروفیل‌کل در زمستان در رقم برحی به ثبت رسید (۱/۴۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) که با میزان کلروفیل‌کل در رقم برحی در فصل بهار و با میزان کلروفیل‌کل در رقم زاهدی در فصل زمستان تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما به‌طور معنی‌داری از میزان کلروفیل‌کل در سایر زمان‌ها و ارقام بیشتر بود (شکل ۳). کربوهیدرات‌ها تولیدات مستقیم فرایند فتوسنتز هستند که به‌عنوان منبعی از انرژی عمل‌کرده و کربن مورد نیاز را برای تولید بافت‌ها یا مواد جدید فراهم می‌کنند. بیشترین محتوای کل کربوهیدرات‌ها در فصل تابستان و پاییز و کاهش آن‌ها در فصل بهار همزمان با تشدید تنفس است (Kramer and Kozlowski, 1979). نتایج حاصل از این تحقیق مبنی بر بالابودن میزان کربوهیدرات‌ها در فصل تابستان با نتایج Sircelj (2005) که گزارش دادند میزان تجمع قندهای محلول در دو رقم سیب در فصل گرما بیشتر شد، مطابقت داشت. نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین میزان فتوسنتز و کارایی مصرف آب در فصل پاییز و بیشترین میزان تعرق در فصل بهار ثبت شد. همچنین بالاترین میزان کلروفیل کل در رقم برحی و در فصل زمستان بود.



شکل ۳- اثر فصل بر محتوای کربوهیدرات محلول برگ (راست) و اثرات برهم‌کنش فصل و رقم بر محتوای کلروفیل‌کل برگ (چپ).

منابع

پناهی کرد لاغری، م. ۱۳۸۱. نخل خرما: گیاه پیشاهنگ در مناطق خشک و نیمه خشک (کاشت، داشت، برداشت). چاپ اول، مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

حاتمی، ا .، زیودار، ش. و معلمی، ن. ۱۴۰۳. دینامیک فصلی عناصر غذایی در برگ درختان زیتون. پژوهش های تولید گیاهی، ۳۱ (۴): ۲۱۳-۱۹۵.

Abdul-Hamid, N. A., Maulidiani, M., Mediani, A., Yahya, U. I. I., Ismail, I. S., Tham, C. L. et al. 2018. Physicochemical characteristics, nutritional composition, and phytochemical profiles of nine Algerian date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. Journal of Food Biochemistry, 42(6): e12663.

Chatzistathis, T., Therios, I., Patakas, A. and Gianakoula, A. 2006. The influence of manganese nutrition on the photosynthetic rate, transpiration, stomatal conductance and chlorophyll fluorescence of two olive cultivars. In: Proceedings of the 2nd International Seminar Olivebioteq, pp. 5–10.

Corelli-Grappadelli, L. and Lakso, A. N. 2002. Fruit development in deciduous tree crops as affected by physiological factors and environmental conditions (keynote). In: XXVI International Horticultural Congress: Key Processes in the Growth and Cropping of Deciduous Fruit and Nut Trees, 636: 425–441.

FAO. 2023. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023. Rome.

Irigoyen, J. J., Einerich, D. W. and Sánchez-Díaz, M. 1992. Water stress-induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (Medicago sativa) plants. Physiologia Plantarum, 84(1): 55–60.

Kramer, P. J. and Kozlowski, T. T. 1979. Physiology of Woody Plants. Academic Press, London, pp. 258–274.

Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods in Enzymology, 148: 350–382.

Rahimikhoob, H., Sohrabi, T. and Delshad, M. 2020. Development of a critical nitrogen dilution curve for basil (Ocimum basilicum L.) under greenhouse conditions. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 20: 881–891.

Sircelj, H., Tausz, M., Grill, D. and Batic, F. 2005. Biochemical responses in leaves of two apple tree cultivars subjected to progressing drought. Journal of Plant Physiology, 162(12): 1308–1318.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Seasonal Changes in Physiological and Biochemical Indices of Date Palm Cultivars under Ahvaz Climatic Conditions

Fatemeh Forouzesh fard[1*], Shohreh Zivdar[1], Esmaeil Khaleghi[1] and Edris Shabani[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: f.foroozesh@yahoo.com

Abstract

This study aimed to investigate the seasonal changes in physiological and biochemical characteristics of three date palm cultivars (Barhi, Estamaran, and Zahedi) under Ahvaz climatic conditions during the 2021–2022 growing season. The experimental design was a randomized complete block with four replications on ten-year-old trees. Physiological parameters, including photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, and water use efficiency, and biochemical traits, including total chlorophyll and soluble leaf carbohydrate, were measured in all four seasons. Results indicated that different cultivars showed varied responses to seasonal conditions; for example, the highest photosynthesis rate was recorded in autumn, while the lowest photosynthesis and the highest transpiration rates were observed in spring. The maximum stomatal conductance was observed in winter in the Barhi cultivar (0.2 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}), which was significantly higher than that in other seasons and cultivars. The highest water use efficiency was recorded in the Sayer cultivar during the winter. The maximum carbohydrate content was measured in summer (4.54 mg g^{-1}), which did not significantly differ from values in spring (3.8 mg g^{-1}) and autumn (4.2 mg g^{-1}), but was significantly higher than in winter. The highest total chlorophyll content (1.43 mg g^{-1}) was recorded in winter in the Barhi cultivar. The results indicated that both the season and cultivar significantly affected physiological and biochemical indices. The Barhi cultivar demonstrated notable superiority in most of the traits studied. These findings can help in selecting appropriate cultivars and optimizing irrigation and nutritional management practices in sub-tropical regions.

Keywords: Date palm, Physiological indices, Seasonal Dynamics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر مصرف متیونین بر توسعه ریشه گوجه فرنگی تحت تنش شوری

مریم دبیری میرحسینلو[1*]، کاهی کوشیو[1]، آتسوشی ساناداا[1] و نائوکی ترادا[1]

۱- دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی توکیو، ۱-۱-۱- ساکوراگائوکا، ستاگایا-کو، توکیو، ژاپن

*نویسنده مسئول: *13423403@nodai.ac.jp*

چکیده

در پژوهش حاضر، رشد اولیه گیاهان گوجه‌فرنگی در شرایط تنش شوری (۰، ۲، ۴ و ۶ گرم بر کیلوگرم NaCl) در خاک شنی-رسی (نسبت ۱:۳) و تحت تأثیر پنج تیمار شیمیایی مختلف شامل شاهد، متیونین (۱۵۰۰ پی‌پی‌ام)، NaCl (۵۰ میلی‌مولار)، Na_2SO_4 (۱۰۰ میلی‌مولار) و Na_2CO_3 (۱ درصد) در دستگاه انکوباتور و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۳۷ درصد مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج نشان داد که در گیاهان تیمارشده با متیونین، افزایش غلظت شوری ۶ گرم بر کیلوگرم NaCl منجر به کاهش تولید ماده خشک شد؛ در حالی که در تیمارهای حاوی سدیم، افزایش شوری عاملی برای افزایش ماده خشک محسوب می‌شود. همچنین مشاهده شد که در تیمارهای کربنات سدیم، سولفات سدیم و کلرید سدیم، طول اندام هوایی در مقایسه با طول ریشه، وابستگی بیشتری به حضور نمک داشت؛ بدین معنا که در غیاب نمک، میزان کاهش طول ساقه تقریباً دو برابرِ میزان کاهش طول ریشه بود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که متیونین در غلظت‌های متوسط کمتر از ۴ گرم بر کیلوگرم به عنوان عاملی برای کنترل شوری عمل می‌کند. به عبارت دیگر، اگر متیونین برای مهار شوری‌های شدید در غلظت‌های بالا به کار رود، به دلیل وجود نیتروژن و گوگرد در ساختار آن، تأثیری منفی بر کنترل شوری خواهد داشت؛ حال آنکه در خاک‌های بسیار شور، استفاده از روش پیش‌تیمار شوری، گزینه‌ای منطقی برای مدیریت و کنترل شوری محسوب می‌شود.

کلید واژه: اتیلن، متیونین، پیش تیمار، ماده خشک، سدیم.

مقدمه

امروزه تغییرات اقلیمی در سراسر جهان حاکم شده و موجب افزایش شدید دما در فصل تابستان گردیده است. این افزایش دما به نوبه خود نرخ تبخیر از سطح خاک را بالا می‌برد و در نتیجه، مقادیر بیشتری نمک در خاک باقی می‌ماند. در پی این وضعیت، کشت گیاهان در شرایط شور به چالشی بزرگ برای کشاورزان تبدیل شده است. پیش‌بینی می‌شود که در دهه‌های پیش رو، وسعت اراضی شور به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد. با توجه به زمان‌بر و پرهزینه بودن فرآیند اصلاح خاک‌های شور، ارتقای مقاومت گیاهان در برابر شوری امری ضروری است؛ چرا که این امر انگیزه کشاورزان را برای تداوم کشت حفظ کرده و تولید کافی محصول برای تأمین نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد را تضمین می‌کن.

در این مطالعه، امکان استفاده از متیونین برای کاهش تنش شوری در گیاه گوجه‌فرنگی در مراحل اولیه رشد بررسی شده است. متیونین پیش‌ساز هورمون گیاهی اتیلن محسوب می‌شود؛ هورمونی که به دلیل نقش خود در افزایش تحمل گیاهان زراعی نسبت به تنش و همچنین تسریع گذار به مرحله رشد زایشی و رسیدن میوه شناخته شده است و میزان آن در نمونه‌های ریشه و بخش‌های هوایی با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی ((GCاندازه‌گیری می‌شود. علاوه بر موارد مذکور، گزارش شده است که کاربرد متیونین در گیاهان، مقاومت در برابر بیماری‌ها، به‌ویژه در ناحیه ریشه را افزایش می‌دهد.

برای بررسی تأثیر متیونین بر توسعه ریشه گیاه گوجه‌فرنگی، بر آزمایش انجام شده بر رقم Zuie استناد می‌کنیم که دو ماه پیش از پژوهش حاضر انجام شده بود. این آزمایش در شرایط غیرشور و با استفاده از ۶۰ بوته گوجه‌فرنگی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ درصد

در خاک شنی-رسی انجام شد و گیاهان به مدت ۶۰ روز با آب مقطر آبیاری شدند. پس از ۶۰ روز، نیمی از گیاهچه‌ها به‌طور تصادفی انتخاب شدند. تمام برگ‌ها از ساقه جدا و ساقه‌ها از محل اتصال به ریشه بریده شدند. سپس ساقه‌های بریده‌شده در محلول‌هایی با غلظت‌های مختلف متیونین (شامل شاهد، ۰.۱، ۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) قرار گرفتند تا سرعت و میزان ریشه‌زایی آن‌ها بررسی شود. به‌علاوه، ریشه‌های دست‌نخورده (متصل به گیاه) نیز به مدت ۲۰ روز با همان غلظت‌های متیونین آبیاری شدند. پس از سپری شدن این مدت، نتایج مربوط به بهبود وضعیت ریشه در هر دو گروه (ساقه‌های بریده‌شده و ریشه‌های دست نخورده) در غلظت ۱ پی‌پی‌ام مشاهده شد که در تصویر زیر قابل مشاهده است. در تصاویر مربوط به ساقه و ریشه، غلظت‌ها از چپ به راست (از شاهد تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) مرتب شده‌اند. در ساقه‌های بریده‌شده با غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، هیچ ریشه جدیدی مشاهده نشد. در غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام، ریشه‌های جدیدِ کوتاه اما ضخیم دیده شدند. پرپشت‌ترین سیستم ریشه‌ای در میان ریشه‌های دست‌نخورده، مربوط به غلظت ۱ پی‌پی‌ام بود.



شکل ۱- ریشه دست نخورده (راست)، ساقه بریده شده (چپ).

مشاهده شد که نمونه‌های تیمار شده با غلظت ۱ پی‌پی‌ام بیشترین یکنواختی را در شاخص‌های طول ریشه، وزن تر ریشه و میزان تولید دی‌اکسید کربن و اتیلن توسط ریشه نشان دادند. در مقابل، نمونه‌های تیمار شده با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام ، بیشترین شباهت را از نظر طول ساقه، وزن تر ساقه و تولید دی‌اکسید کربن داشتند. به‌طور کلی، بر اساس نتایج شاخص‌های رشد اولیه، می‌توان گفت که کاربرد متیونین در غلظت‌های پایین‌تر (۱ پی‌پی‌ام) موجب بهبود وضعیت ریشه و یکنواختی شاخص‌های مربوط به آن می‌شود؛ در حالی که مصرف متیونین در غلظت‌های بالاتر (۱۰۰ پی‌پی‌ام) منجر به یکنواختی نمونه‌ها از نظر رشد طولی ساقه می‌گردد. اطلاعات مربوط به شاخص‌های رشد اولیه در جدول شماره ۱ ارائه شده است. بررسی میزان جذب محلول‌های متیونین توسط ساقه‌های بریده‌شده نشان می‌دهد که اگرچه محلول با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین میزان جذب را داشته، اما طی دوره ۲۰ روزه هیچ‌گونه ریشه‌زایی ایجاد نکرده است؛ در مقابل، ریشه‌زایی قابل‌توجه در ساقه‌های بریده‌شده مربوط به تیمارهایی بوده که مقادیر کمتری از محلول متیونین را جذب کرده‌اند.

جدول ۱- پارامترهای رشد اولیه، ۲۰ روز پس از مصرف متیونین.

تیمار.	آب مصرفی) میلی لیتر(	اتیلن ریشه (nL/g/hr)	دی اکسید کربن ریشه (µL/g/hr)	وزن تر ریشه)گرم(	وزن خشک ریشه)گرم(	ماده خشک (%)
Control	160	0.098	40.06	0.046	0.025	54.15
0.1 ppm	105	0.33	48.81	0.056	0.027	48.49
1 ppm	110	0.378	50.4	0.076	0.041	54.6
10 ppm	115	1.58	131.73	0.051	0.034	66.73
100 ppm	140	0.51	67.64	0.057	0.034	59.79
1000 ppm	200	0.68	73.64	0.044	0.024	53.79

مواد و روش‌ها

متیونین و تیمارهای حاوی ترکیبات سدیم دار

در آزمایش حاضر (که در ۱۹ سپتامبر ۲۰۲۴ آغاز شد)، ۱۶۰ عدد بذر گوجه‌فرنگی رقم Zuie محصول شرکت Sakata Seed به مدت ۱۲۰ ساعت در ۱۰ میلی‌لیتر محلول و تحت پنج تیمار شامل شاهد، متیونین ۱۵۰۰ پی پی ام، NaCl ۵۰ میلی‌مولار، Na2SO4 ۱۰۰ میلی‌مولار و Na2CO3 یک درصد، در انکوباتور تاریک با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خیسانده شدند. پس از گذشت ۱۲۰ ساعت، بذرهای جوانه‌زده به محفظه‌های کشت منتقل شدند. این محفظه‌ها حاوی ۳۵ سی‌سی خاک غیرشور و ۵ سی‌سی خاک شور با غلظت NaCl ۶ گرم بر کیلوگرم در قسمت انتهایی محفظه بودند. تیمارها که بر اساس طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی چیده شده بودند، در طول دوره رشد با آب مقطر آبیاری شدند. پنج روز پس از انتقال جوانه ها به بستر کشت جدید، تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش شد.

پارامترهای رشد در ۴۵ روز پس از انتقال جوانه ها اندازه‌گیری شدند و عملکرد ضعیف گیاهان گوجه‌فرنگی را در تیمار متیونین نشان دادند؛ از این‌رو، آزمایش در شرایط غیرشور و با غلظت کمتری از متیونین تکرار شد تا عملکرد تیمار در هر دو شرایط شور و غیرشور ارزیابی گردد. شایان ذکر است که در شرایط غیرشور، تمامی تیمارهای حاوی سدیم با همان غلظت‌های آزمایش پیشین اعمال شدند و تنها تفاوت مربوط به کاربرد متیونین بود که غلظت آن به یک‌سوم کاهش یافت. تصمیم به کاهش غلظت متیونین بر اساس مقایسه بهبود ریشه در غلظت‌های پایین‌تر متیونین و سایر تیمارهای شیمیایی اتخاذ شد چرا که در غلظت‌های پایین متیونین، ریشه رشد و توسعه قابل‌توجه‌تری نشان می‌دهد.

تیمارهای متیونین در غلظت های متفاوت

پس از انجام آزمایش اولیه و ارزیابی نقش مؤثر متیونین در کنترل تنش شوری، دو آزمایش تکمیلی با غلظت‌های متفاوت متیونین اجرا شد. در آزمایش نخست، متیونین با غلظت‌های ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام و در سطح شوری ۴ گرم بر کیلوگرم (۵ سی‌سی خاک شور با بافت شنی-رسی) به کار گرفته شد؛ آزمایش دیگر شامل کاربرد متیونین با غلظت‌های ۰، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در دو سطح شوری ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم (۴۰ سی‌سی خاک شور با بافت شنی-رسی) بود. در هر دو آزمایش، بذور گوجه‌فرنگی به مدت ۱۲۰ ساعت در ۱۰ میلی‌لیتر از محلول تیمار مربوطه و در شرایط تاریکی (درون اتاقک رشد) و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خیسانده شدند.

ممکن است این پرسش مطرح شود که چرا در میان تیمارهای مختلف متیونین، در ابتدا غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام انتخاب شد؟ در پاسخ می‌توان گفت که بر اساس آزمایش‌های انجام‌شده روی بذرهای گوجه‌فرنگی از همان رقم در محیط کشت معمولا، میزان جوانه‌زنی و طول ریشه در این غلظت نسبت به غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بیشتر بود. علاوه بر این، میزان تحمل به تنش گرمایی (دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد) در غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام رضایت‌بخش‌تر از تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بود؛ به این معنا که ۷۵ درصد از نمونه‌ها در شرایط تنش گرمایی زنده ماندند، در حالی که میزان بقای نمونه‌ها در تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، نصف این مقدار ثبت شد.

درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و سطح برگ به ترتیب بر اساس معادلات ۱، ۲ و ۳ محاسبه شدند. مقادیر اتیلن و دی اکسید کربن با استفاده از دستگاه GC در آزمایشگاه علوم باغبانی مناطق گرمسیری دانشگاه NODAI اندازه‌گیری شد.

$$(1)\quad (gp)= (N_g/N_t)\times 100$$

$$(2)\quad (S)= N_1/T_1+N_2/T_2+\ldots+N_n/T_n=\pounds i=1^n\,(N_i/T_i)(time^{-1})$$

$$(3)\quad AF\ (cm^2)= 0.7Lenght.Width$$

نتایج و بحث

پس از گذشت ۱۲۰ ساعت، تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار متیونین مشاهده شد، به‌طوری که از مجموع ۳۲ بذر، ۲۶ مورد جوانه زدند. آمار کل بذرهای جوانه‌زده در آزمایش‌های مربوط به کاربرد متیونین و تیمارهای حاوی سدیم در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نکته قابل‌توجه در گزارش جوانه‌زنی مربوط به سدیم کربنات بود؛ در این تیمار، طی پنج روز نخست

هیچ‌گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد و نرخ قابل‌توجه جوانه‌زنی تنها در پنج‌روزه‌ی دوم پس از انتقال بذرها بروز کرد. افزون بر این، متیونین نقش چشمگیری در فرآیند جوانه‌زنی در شرایط شور ایفا کرد؛ به همین دلیل، مقادیر بالایی از متیونین را به کار گرفته شد تا گیاه را به رشد در بستر کشت شور ترغیب کند.

جدول ۲- درصد جوانه زنی بذرها ٪.

تیمار.	5 DAS	5 DAT	Treat.	5 DAS	5 DAT
Control	62	87	Control	62	90
Met 1500 ppm	81	100	Met 500 ppm	78	100
NaCl	56	84	NaCl	50	100
Na_2SO_4	9	75	Na_2SO_4	15	93
Na_2CO_3	0	90	Na_2CO_3	3	100

DAS:تعداد روزهای پس از کاشت *DAT*:تعداد روزهای پس از انتقال جوانه

جدول ۳- پارامترهای رشد اولیه، شوری ۶ گرم بر کیلوگرم.

تیمار.	ریشه (س.م)	ساقه (س.م)	ریشه:ساقه	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	ماده خشک %
Control	5.45±0.41	4.35±0.3	1.25	0.12±0.03	0.04±0.01	34.4
Met 1500 ppm	4.5±0.27	3.7±0.2	1.23	0.12±0.008	0.03±0.006	23.2
NaCl	5.65±0.35	4.9±0.16	1.17	0.23±0.01	0.06±0.007	27.3
Na_2SO_4	4.6±0.46	5.35±0.15	0.86	0.22±0.008	0.04±0.003	19.2
Na_2CO_3	5.2±0.65	5.8±0.22	0.9	0.24±0.008	0.05±0.004	19.5

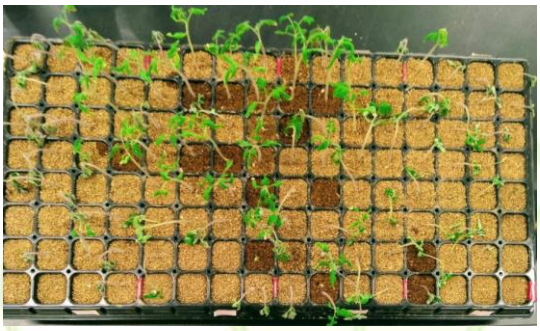
جدول ۴- پارامترهای رشد اولیه، بدون شوری.

تیمار.	ریشه (س.م)	ساقه (س.م)	ریشه:ساقه	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	ماده خشک %
Control	4±0.57	2±0.14	2	0.093±0.03	0.015±0.004	16.56
Met 500 ppm	4.83±1.1	2.5±0	1.93	0.19±0.02	0.03±0.004	15.52
NaCl	3.5±0.38	2.33±0.08	1.5	0.09±0.01	0.02±0.001	20.11
Na_2SO_4	4±0.57	2.5±0	1.2	0.13±0.004	0.024±0.001	17.35
Na_2CO_3	4.83±0.16	2.33±0.16	2.07	0.15±0.005	0.027±0.001	17.66

در ۳۰ روز پس از انتقال جوانه ها به بستر رشد جدید (DAT) آبیاری گیاهان به مدت ۷۲ ساعت متوقف شد و آن‌ها در معرض تنش‌های شوری و خشکی قرار گرفتند. تیمار سدیم کربنات بیشترین شادابی و قدرت رشد را نشان داد، در حالی که تنش خشکی تأثیر منفی بر گیاهان تیمارشده با متیونین داشت؛ به‌طوری که مطابق تصویر شماره ۲، این گیاهان دچار پژمردگی شدید شدند. پس از ازسرگیری آبیاری، گیاهان تیمارشده با سدیم سولفات به‌سرعت احیا شدند، اما بازگشت گیاهان تیمارشده با متیونین به وضعیت رشد اولیه، زمان بیشتری برد.

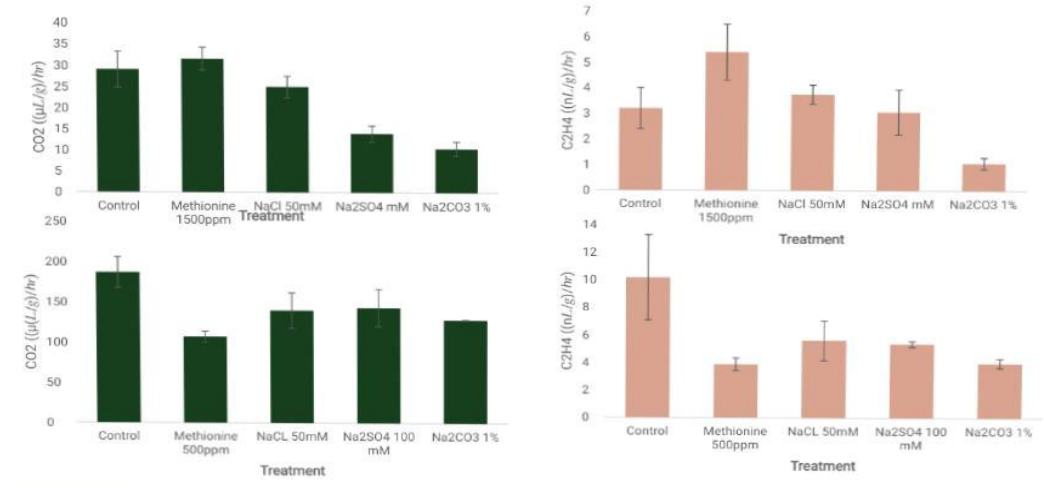
بر اساس داده‌های جدول ۳، مقادیر وزن تر، وزن خشک و طول اندام هوایی و ریشه در تیمارهای شاهد و حاوی ترکیبات سدیمی، در شرایط شور نسبت به بستر کشت غیرشور بیشتر گزارش شد؛ این در حالی است که در گروه تیمار متیونین ۵۰۰ پی‌پی‌ام مقادیر این شاخص‌ها در حضور نمک در محیط کشت، در سطحی بالاتر قرار گرفت. در شرایط غیرشور و با غلظت‌های پایین‌تر متیونین در آزمایش دوم، طول اندام هوایی کاهش یافت؛ زیرا متیونین در غلظت‌های بالا موجب افزایش طول ساقه می‌شود، در حالی که غلظت‌های پایین‌تر به توسعه ریشه کمک می‌کنند.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مشاهده شد که در تیمار متیونین با غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام و سطوح شوری ۴ و ۶ گرم بر کیلوگرم، شاخص‌های رشد تقریباً مشابه بودند؛ با این تفاوت معنادار که نسبت ریشه به ساقه در تیمار شوری ۶ گرم بر کیلوگرم بالاتر بود. این بدان معناست که در شرایط شوری متوسط و غلظت متیونین ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام، میزان رشد ریشه و اندام هوایی تقریباً به هم نزدیک بود؛ در حالی که در شرایط شوری بالا، تجمع یون سدیم در اطراف ریشه بر عملکرد آن تأثیر منفی گذاشت و متعاقباً موجب محدود شدن رشد طولی اندام هوایی گردید. از سوی دیگر، با مقایسه نتایج مربوط به غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام متیونین در سطح شوری ۴ گرم بر کیلوگرم در دو آزمایش، مشخص شد که این تیمار در حجم کم خاک شور (۵ سی‌سی) عملکرد مطلوب‌تری نسبت به حجم زیاد خاک شور (۴۰ سی‌سی) داشته است؛ به‌طوری که میزان رشد ریشه و اندام هوایی در تیمار ۵ سی‌سی، ۲.۵ برابر بیشتر بود و درصد ماده خشک و تولید اتیلن نیز ۱.۵ برابر بیشتر از مقادیر مشاهده‌شده در حجم ۴۰ سی‌سی خاک شور بود.



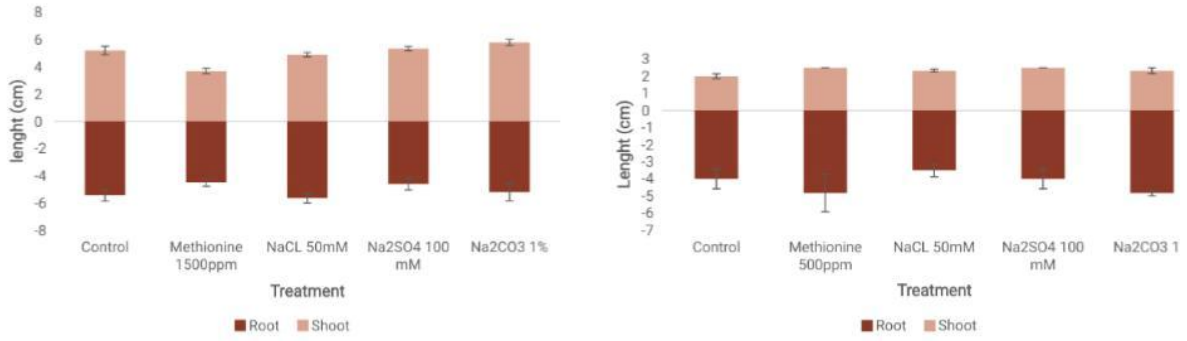
شکل ۲- عدم آبیاری به مدت ۷۲ ساعت تیمارها راست به چپ: متیونین، کنترل، کربنات سدیم، کلراید سدیم و سولفات سدیم.

بر اساس مقایسه طول ریشه و ساقه در تیمارهای سدیمی، می‌توان دریافت که این نسبت در هر دو شرایط شوری (در حالت تعادل با فشار اسمزی) برای سدیم کلرید تفاوت معناداری نداشته است؛ در حالی که این پارامتر رشد برای سدیم سولفات و سدیم کربنات در شرایط غیرشور، بالاتر از شرایط شور بوده است. تفاوت موجود در نسبت ریشه به ریشه در مورد سدیم کربنات کاملاً معنادار است و نشان می‌دهد که در شرایط غیرشور، به دلیل کاهش فشار اسمزی، یون‌های سدیم نمی‌توانستند به خوبی از طریق اندام هوایی جذب شوند. بنابراین، می‌توان اذعان داشت که تیمارهای حاوی سدیم می‌توانند به عنوان یک پیش‌تیمار منطقی برای سازگاری با شوری در خاک‌های بسیار شور عمل کنند.



شکل ۳- تولید اتیلن و دی اکسید کربن در شرایط غیر شور (راست) و شور (چپ).

مشاهده شد که در تیمارهای کربنات سدیم، سولفات سدیم و کلرید سدیم، طول ساقه در مقایسه با طول ریشه، وابستگی بیشتری به حضور نمک داشت. با توجه به این یافته، قابل درک است که در غیاب نمک، طول ساقه تقریباً ۲.۵-۲ برابر کاهش یافت، در حالی که میزان کاهش در طول ریشه ۱.۵-۰.۲۵ برابر بود.



شکل ۴- طول ریشه و ساقه در شرایط غیر شور (راست) و شرایط شور (چپ).

نتایج حاصل از آزمایش دیگری که در دسامبر ۲۰۲۴ انجام شد، نشان می‌دهد که کاربرد متیونین با غلظت‌های بالا می‌تواند تنش شوری را در خاک‌های خشک بهتر از خاک‌های مرطوب کنترل کند. در آزمایش حاضر، محلول متیونین در چهار سطح شاهد، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و در دو سطح شوری ۲ گرم بر کیلوگرم تیمار A و ۴ گرم بر کیلوگرم تیمار B با خاک مخلوط و اعمال گردید. نمونه‌ها طی یک دوره آبیاری ۶۰ روزه با حجم ۱۵ میلی‌لیتر از محلول‌های مختلف متیونین به صورت یک‌روزدرمیان عملکرد متفاوتی از خود نشان دادند. در نمونه‌های دارای خاک خشک‌تر، میزان جوانه‌زنی در غلظت‌های ۱۰ پی‌پی‌ام و ۱۰۰۰ پی‌پی‌امدر تیمار B در رده بالا قرار گرفت؛ در حالی که در خاک مرطوب، بیشترین میزان جوانه‌زنی بذر مربوط به تیمار ۱۰۰ پی‌پی‌ام در تیمار A بود.

بیشترین تفاوت در شاخص میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) مربوط به کاربرد متیونین با غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام (ppm) بود که مقادیر ۰/۴۳ برای تیمار A و ۰/۱۲ برای تیمار B ثبت شد. بیشترین تغییرات در درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد (Control-B) مشاهده شد که طی چهار روز از ۳ درصد به ۵۷ درصد افزایش یافت. بالاترین سرعت رشد جوانه‌ها در تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام-A مشاهده شد؛ همچنین در مورد نتایج جوانه‌زنی، تیمار شاهد-B در بالاترین رده‌ی سرعت جوانه‌زنی (۱/۲ عدد در روز) قرار گرفت، در حالی که در سطوح بالاتر مصرف متیونین، درصد جوانه‌زنی در تیمارهای A بیشتر بود.

جدول ۵- نتایج جوانه زنی در تیمارهای مختلف متیونین.

تیمار A .	GP % (5DAS)	GP % (5DAT)	GS n/day	MGT	تیمارB .	GP % (5DAS)	GP % (5DAT)	GS n/day	MGT
Control	34	50	1	0.16	Control	34	61	1.2	0.19
10 ppm	38	42	0.86	0.43	10 ppm	42	57	1.13	0.12
100 ppm	50	53	1.06	0.14	100 ppm	47	47	0.93	0.14
1000 ppm	53	53	1.06	0.26	1000 ppm	47	47	0.93	0.39

با بررسی نمودار شماره ۳، افزایش چشمگیری در تولید اتیلن در شرایط شوری ۴ گرم بر کیلوگرم و غلظت متیونین ۱۰۰۰ پی پی ام مشاهده می‌شود. میزان تولید اتیلن در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام و شوری ۴ گرم بر کیلوگرم در حجم کم خاک شور (۵ سی‌سی)، تقریباً سه برابرِ اتیلن تولیدشده در تیمار ۱۰۰۰ پی پی ام -تیمار B (خاک شور با حجم ۴۰ سی‌سی) است.

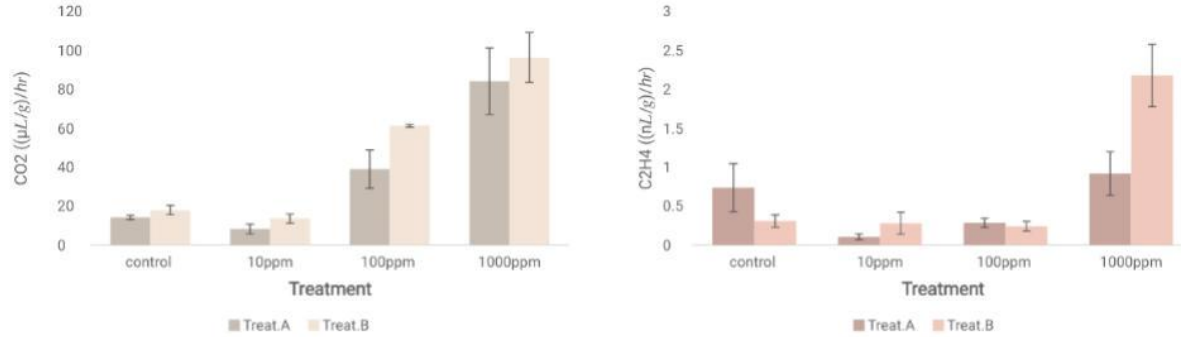
بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده، می‌توان گفت که اتیلن نوعی هورمون تنش است، زیرا گیاهان در پاسخ به تنش‌های محیطی اتیلن تولید می‌کنند. یکی از علائم آسیب ناشی از اتیلن «اپیناستی» (Epinasty) است که موجب خم شدن برگ به سمت پایین و پیچیدن آن به سوی ساقه می‌شود. گیاهان گوجه‌فرنگی در غلظت‌های پایین اتیلن، واکنش اپیناستی شدیدی نشان می‌دهند. در این پژوهش، بروز اپیناستی در تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام (نمونه اول از سمت راست در شکل ۳) مشاهده شد و میزان خمیدگی برگ به سمت پایین محاسبه گردید که زاویه آن برابر است با $tan= 30^0$ $(\frac{-sin}{-cos} = \sim + 0.57)$.

در خصوص سطوح مختلف کاربرد متیونین شامل شاهد، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام، درصد جوانه‌زنی به ترتیب برای این تیمارها برابر با ۷۷٪، ۸۱٪، ۶۹٪ و ۸۱٪ بوده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، بالاترین درصد جوانه‌زنی در حجم ۵ سی‌سی خاک شور (با شوری ۴ گرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمار ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام است.

جدول ۶- پارامترهای رشد اولیه در غلظت‌های مختلف شوری.

تیمار	ریشه (س.م)	ساقه (س.م)	دی اکسید کربن	اتیلن	ریشه: ساقه	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	ماده خشک (%)
NaCl: 2 g/kg								
Control	8.2±0.71	3±0.158	14.28±1.07	0.738±0.31	2.8	0.19±0.008	0.027±0.003	14.19
10 ppm	7±0.63	3.3±0.25	8.29±2.5	0.108±0.03	2.11	0.12±0.027	0.021±0.002	16.27
100 ppm	4.9±0.96	2.1±0.24	39.05±9.89	0.286±0.05	2.27	0.13±0.02	0.019±0.002	13.64
1000 ppm	1.46±0.35	2.56±0.21	84.2±17.11	0.92±0.28	0.57	0.05±0.01	0.006±0.001	12.37
NaCl: 4 g/kg								
Control	6.1±0.96	2.4±0.1	17.96±2.42	0.31±0.077	2.62	0.12±0.017	0.016±0.002	13.12
10 ppm	7.8±0.64	2.7±0.2	13.68±2.35	0.281±0.14	2.96	0.14±0.018	0.017±0.001	12.39
100 ppm	3.2±0.4	2.1±0.24	61.4±10.75	0.243±0.06	1.56	0.103±0.02	0.012±0.001	11.47
1000 ppm	1.16±0.09	2.5±0.2	96.43±12.8	2.18±0.4	0.46	0.04±0.004	0.004±0.0006	12.08
Control	7.5±0.58	5.2±0.21	30.98±3.95	5.09±1.03	1.48	0.22±0.009	0.072±0.006	31.58

500 ppm	5.65±0.28	6±0.32	33.61±2.94	4.16±0.49	0.95	0.21±0.011	0.059±0.005	27.44
1000 ppm	4.95±0.47	6.4±0.24	27.12±4.56	5.98±2.59	0.78	0.243±0.01	0.07±0.01	28.81
1500 ppm	4.7±0.5	4.85±0.21	34.19±4.04	4.2±1.48	0.96	0.18±0.008	0.042±0.003	23.33



شکل ۵- تولید اتیلن و دی اکسید کربن در مقادیر شوری متفاوت.



شکل ۶- تیمار های شوری ۴ گرم بر کیلوگرم (راست) و ۲ گرم بر کیلوگرم (چپ). تیمار های متیونین از راست به چپ جداگانه: ۱۰۰۰، ۱۰۰، ۱۰ پی پی ام و کنترل.

شایان ذکر است که در شرایط بدون تنش، کاربرد متیونین موجب افزایش عرض برگ و در نتیجه افزایش سطح برگ شده است. بیشترین سطح برگ در غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام مشاهده گردید. مقادیر سطح برگ (بر حسب سانتی‌متر مربع) برای تیمارهای شاهد، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به ترتیب عبارت بودند از: ۴/۲، ۱۵/۵، ۹ و ۲/۲؛ این در حالی است که در تیمارهای حاوی سدیم تحت شرایط تنش شوری، بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار سولفات سدیم بود که در آن هر دو شاخص طول و عرض برگ در بالاترین گروه آماری قرار گرفتند (Control: 13.5, Methionine: 14.1, NaCl: 17, Na_2CO_3: 19.5, Na_2SO_4: 21 cm^2).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تنش شوری موجب افزایش ماده خشک در گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود. با این حال، در اثر تجمع یون سدیم (Na^+) در اطراف ریشه و انتقال آن به بخش هوایی (ناشی از فشار اسمزی) رشد بخش هوایی افزایش یافته و در نتیجه نسبت ریشه به ساقه کاهش می‌یابد. میزان اتیلن تولیدشده تحت شرایط تنش شوری در تیمارهای متیونین بیشتر از شرایط بدون تنش شوری بود. با این وجود، در نمونه‌های حاوی سدیم حضور نمک نه تنها باعث افزایش تولید اتیلن نشد، بلکه موجب بهبود رشد به‌ویژه در بخش‌های

هوایی گیاه گوجه‌فرنگی گردید. این پژوهش روشن می‌سازد که متیونین در غلظت‌های پایین عاملی برای کنترل شوری محسوب می‌شود. به عبارت دیگر، اگر این ماده با هدف مهار شوریِ شدید در غلظت‌های بالا به کار رود، نقشی منفی ایفا می‌کند؛ در حالی که برای خاک‌های بسیار شور استفاده از روش پیش‌تیمار شوری که در آن بذرها پیش از جوانه‌زنی در محلولی شور خیسانده می‌شوند، گزینه‌ای منطقی برای کنترل شوری به شمار می‌رود. مشاهده می‌شود که در حضور نمک، درصد ماده خشک در تمامی تیمارها افزایش یافته است. این امر نشان می‌دهد که در گیاهانِ علاقه‌مند به محیط‌های قلیایی مانند یونجه حضور نمک موجب افزایش ماده خشک می‌شود (مشابه گیاه گوجه‌فرنگی)؛ این در حالی است که در گیاهانِ علاقه‌مند به محیط‌های اسیدی مانند برنج حضور نمک باعث کاهش شدید ماده خشک می‌گردد. بنابراین، برای بررسی میزان ماده خشک در حضور نمک در ابتدا لازم است که کدام گیاه مورد آزمایش و بحث قرار گرفته است.

منابع

Xuelian Li, Ning Zhang, Methionine as a key player in salt stress adaption in plants, PMID: 40360166

Bera, Ghosh, Dhara, Effect of increasing salinity on Labeo rohita fed with Methionine and selenium fortified feed, 12(3): 168-175, 2024

Alberto, Fernandes, Gheyi, Blanco, Tomato growth and dry matter partitioning as a function of the irrigation water quality

Gehani, Alasheebi, Banni, Influence of seed pretreated in sodium chloride on the salt tolerance of cherry radish, 28(2): 7-13

Bangladesh Journal of Botany, Performance of tomato germplasm to salinity stress, 44(2): 193-200

Andrade, Oliveira, Pessoa, Effect of elemental sulfur associated with gypsum on soil salinity attention and sweet sorghum growth under saline water irrigation, ISSN: 1835-2707

Thakur, Shinha, Singh, Avnee, Impact of saline irrigation water on yield and quality of tomato, ISSN: 2278-6783

Kamanga and Ndakidemi, Cultivation of tomato under dehydration and salinity stress, intechopen, 108172

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Methionine Application on Root Improvement of Tomato Plants Under Salinity Stress

Maryam Dabiri Mirhosseinloo[1*], Naoki Terada[1], Atsushi Sanada[1] and Kaihei Koshio[1]
1. School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture, 1-1-1- Sakuragaoka, Setagaya-Ku, Tokyo, Japan
[*]Corresponding author: 13423403@nodai.ac.jp

Abstract

In the present study, the initial growth of tomato plants under salinity stress of 0, 2, 4 and 6 g/kg (NaCl) in sandy clay soil (1:3) primed with five different chemical applications including Contro, Methionine (1500 ppm), NaCl (50 mM), Na2SO4 (100 mM) and Na2CO3 (1%) were investigated in an incubator at 30 degrees Celsius and 37% humidity. Examining the results, the Methionine-treated plants, increasing salinity concentration (NaCl 6 gr/kg) resulted a decrease in dry matter production, while in the sodium -containing treatments, increasing salinity was considered to be the basis to increase dry matter. It was noticed that in the sodium carbonate, sodium sulfate and sodium chloride treatments, shoot length was more dependent on the presence of salt compared to root length. This means that in the absence of salt, shoot length was reduced approximately two times more than the reduction in root length. Based on the achievement from the current research, it is clarified that Methionine is considered as a salinity controller at intermediate concentrations (less than 4 g/kg). In the other word, if it is applied at high concentrations to control high salinity, it plays a negative rule on salinity control due to the presence of 1 unit of Nitrogen and Sulfur in its structure, while in very saline soils, a salinity pretreatment method is a logical option to control salinity.

Keyword: Dry matter, Ethylene, Methionine, Pretreatment, Sodium.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور مدیریت تنش‌های زیستی و غیرزیستی

سخنرانی کلیدی

مهار گیرنده‌های گابا توسط پیکروتوکسین: رویکردی برای تعیین نقش گابا در تحمل به شوری توت‌فرنگی

عمر احمد مولان[۱]، تیمور جوادی[۱*] و محمود کوشش صبا[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *tjavadi@uok.ac.ir*

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی محدودکننده تولید محصولات کشاورزی به ویژه توت‌فرنگی است. این پژوهش با هدف بررسی اثرات محافظتی گابا (گاما-آمینوبوتیریک اسید) و تأیید نقش گیرنده‌ای آن با استفاده از پیکروتوکسین (آنتاگونیست گیرنده گابا) در گیاه توت‌فرنگی رقم آلبیون تحت تنش شوری در شرایط کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل شوری در دو سطح (۰ و ۵۰ میلی‌مولار)، گابا در سه سطح (۰، ۱۵ و ۳۰ میلی‌مولار) و پیکروتوکسین در دو سطح (۰ و ۱۰۰ میکرومولار) بودند. نتایج نشان داد تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های گیاهی (ریشه، طوقه، برگ و کل)، تعداد برگ، سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشای سلولی شد. در مقابل، کاربرد ۳۰ میلی‌مولار گابا در شرایط تنش تعداد برگ و سطح برگ را نسبت به تیمار شاهد تحت تنش افزایش داد. همچنین نتایج نشان داد تنش شوری باعث افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و پراکسیداز (POD)، میزان پراکسید هیدروژن، مالون‌دی‌آلدهید و پرولین گردید. کاربرد ۳۰ میلی‌مولار گابا در شرایط تنش، فعالیت آنزیم SOD را افزایش و POD را کاهش داد (نسبت به شاهد تحت تنش) و در عین حال میزان H_2O_2 و MDA را کاهش داد. به طور کلی، کاربرد ۳۰ میلی‌مولار گابا به عنوان مؤثرترین تیمار در بهبود رشد و کاهش اثرات سوء شوری معرفی می‌شود و مهار این اثرات توسط پیکروتوکسین، وجود مسیر سیگنالینگ گیرنده‌مدار گابا در گیاه توت‌فرنگی را تأیید می‌نماید.

کلمات کلیدی: توت‌فرنگی، شوری، گابا، پیکروتوکسین، کلروفیل، پایداری غشاء.

مقدمه

شوری خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که حدود ۲۰ درصد از اراضی آبی جهان را تحت تأثیر قرار داده و سالانه خسارات اقتصادی قابل توجهی به بخش کشاورزی وارد می‌کند (Shrivastava and Kumar, 2015). توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) به عنوان یکی از مهم‌ترین ریزمیوه‌های تجاری، به دلیل حساسیت بالای خود به شوری، به شدت در معرض خطر کاهش عملکرد و کیفیت قرار دارد. آستانه تحمل این گیاه به شوری بسیار پایین بوده و قرار گرفتن در معرض غلظت‌های بالای نمک، منجر به کاهش معنی‌دار رشد رویشی، اختلال در فتوسنتز و نهایتاً کاهش عملکرد می‌شود (Sun et al., 2015).

مکانیسم‌های اصلی آسیب شوری شامل تنش اسمزی (کاهش جذب آب و بسته شدن روزنه‌ها)، سمیت یونی (تجمع سدیم و کلر و اختلال در جذب پتاسیم و کلسیم) و تنش اکسیداتیو (تولید گونه‌های فعال اکسیژن و پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی) می‌باشند (Munns and Tester, 2008; Acosta-Motos et al., 2017). در پاسخ به این آسیب‌ها، گیاهان مکانیسم‌های دفاعی مختلفی از جمله سنتز اسمولیت‌های سازگار (مانند پرولین) و فعال‌سازی سیستم ضداکسایشی را به کار می‌گیرند، اما در گیاهان حساس مانند توت‌فرنگی، این پاسخ‌ها

معمولاً برای حفظ عملکرد کافی نیستند (Dabravolski and Isayenkov, 2023). از این رو، توسعه راهکارهای مؤثر برای افزایش تحمل به شوری، به ویژه از طریق کاربرد محرک‌های زیستی (بیواستیمولانت‌ها) که مسیرهای متابولیکی و سیگنالینگ را هدف قرار می‌دهند، به یک اولویت تحقیقاتی تبدیل شده است (Hayat et al., 2023).

یکی از مکانیسم‌های اصلی آسیب شوری، القای تنش اکسایشی ناشی از تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مانند آنیون سوپراکسید (O_2^-) و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) است (Munns and Tester, 2008; Acosta-Motos et al., 2017). تجمع این رادیکال‌های آزاد منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی، افزایش مالون‌دی‌آلدهید(MDA) ، دناتوره شدن پروتئین‌ها، آسیب به DNA و نهایتاً مرگ سلولی می‌شود (Foyer et al., 2016). برای مقابله با این آسیب، گیاهان مجهز به یک **سیستم دفاع ضداکسایشی** پیچیده شامل آنزیم‌های ضداکسایشی مانند سوپراکسید دیسموتاز(SOD) ، پراکسیداز(POD) ، کاتالاز (CAT) و آسکوربات پراکسیداز ((APX) و ترکیبات غیرآنزیمی (مانند آسکوربات، گلوتاتیون، فنل‌ها و فلاونوئیدها) هستند که به طور هماهنگ برای پاکسازی ROS و حفظ هموستاز سلولی عمل می‌کنند (Hasanuzzaman et al., 2013; Dabravolski and Isayenkov, 2023). با این حال، در گیاهان حساس به شوری مانند توت‌فرنگی، این سیستم دفاعی اغلب برای مقابله با شدت تنش کافی نیست و در نتیجه، شاخص‌های آسیب اکسایشی به طور چشمگیری افزایش می‌یابد (Chen et al., 2018; Hayat et al., 2023). بنابراین، تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی ذاتی گیاه از طریق کاربرد محرک‌های زیستی (بیواستیمولانت‌ها) یک راهکار مؤثر برای افزایش تحمل به تنش محسوب می‌شود (Al-Khayri et al., 2024).

در سال‌های اخیر، گاما-آمینوبوتیریک اسید (گابا) به عنوان یک مولکول سیگنال‌دهی کلیدی و تنظیم‌کننده متابولیک در پاسخ به تنش‌های مختلف شناخته شده است (Shelp et al., 2012; Ramesh et al., 2015). گابا، یک اسید آمینه غیرپروتئینی چهارکربنه است که به سرعت در بافت‌های گیاهی در پاسخ به تنش‌هایی مانند شوری، خشکی و دمای شدید تجمع می‌یابد (Bouché and Fromm, 2004). مسیر متابولیکی گابا که به "شنت گابا" معروف است، با دور زدن دو مرحله از چرخه کربس، به تأمین کربن برای فرآیندهای بیوسنتزی، تنظیم تعادل کربن-نیتروژن و کاهش تنش اکسیداتیو کمک می‌کند (Fait et al., 2008; Carillo, 2018). شواهد متعددی نشان داده‌اند که کاربرد خارجی گابا از طریق محلول‌پاشی برگی یا تغذیه ریشه‌ای، تحمل به شوری را در محصولات مختلف مانند ماش، سویا، ذرت و خربزه افزایش می‌دهد (Li et al., 2016; Ullah et al., 2023; Qian et al., 2024). با این حال، یک سوال اساسی این است که آیا گابا صرفاً به عنوان یک ماده اسمولیت یا یک حد واسط متابولیکی عمل می‌کند، یا از طریق اتصال به گیرنده‌های خاص و فعال‌سازی مسیرهای سیگنالینگ، اثرات خود را اعمال می‌نماید. (Shelp et al., 2017). در سیستم جانوری، گابا به عنوان انتقال‌دهنده عصبی اصلی مهاری عمل کرده و به گیرنده‌های خاصی مانند گیرنده گاباآ (GABA_A) متصل می‌شود. پیکروتوکسین، یک آلکالوئید تشنج‌زای گیاهی، به عنوان آنتاگونیست غیررقابتی این گیرنده عمل کرده و کانال کلرید را مسدود می‌نماید (Olsen, 2006). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که پیکروتوکسین می‌تواند بسیاری از اثرات فیزیولوژیکی گابا در گیاهان را نیز مهار کند، که این امر وجود گیرنده‌های شبه گابا را در گیاهان پیشنهاد می‌دهد (Ramesh et al., 2017). با این وجود، استفاده از این رویکرد برای بررسی نقش گیرنده‌مدار گابا در گیاه توت‌فرنگی تحت تنش شوری تاکنون انجام نشده است. هدف از این مطالعه، ارزیابی جامع اثرات گابا بر صفات مورفوفیزیولوژیک توت‌فرنگی تحت تنش شوری و تأیید نقش گیرنده‌ای آن از طریق مهار همزمان با پیکروتوکسین بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ انجام شد. نشاهای توت‌فرنگی رقم آلبیون (یک رقم روزخنثی و پربازده) در گلدان‌های یونیلیتی ۴ لیتری حاوی بستر کوکوپیت و پرلیت (به نسبت حجمی ۱:۱) کشت شدند. گیاهان به مدت سه ماه با محلول غذایی هوگلند با نصف کشش به صورت یک روز در میان (هر گلدان ۴۰۰ سی‌سی) آبیاری شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل سه بوته) اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل:

۱. شوری: دو سطح (۰ و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم)

۲. گابا: سه سطح (۰، ۱۵ و ۳۰ میلی‌مولار)

۳. پیکروتوکسین: دو سطح (۰ و ۱۰۰ میکرومولار)

تیمار پیکروتوکسین به صورت محلول‌پاشی برگی در دو نوبت (دو روز قبل از شروع تیمار شوری و ۱۰ روز بعد از آن) انجام شد. تیمار گابا نیز به صورت محلول‌پاشی برگی در سه نوبت (۲، ۱۴ و ۲۴ روز پس از شروع تیمار شوری) انجام گردید. تیمار شوری از طریق اضافه کردن کلرید سدیم به محلول تغذیه‌ای اعمال شد. خروجی زهکش کنترل و EC آن تا ۴ دسی زیمنس بر متر تنظیم گردید. آبشویی گلدان‌ها زمانی انجام شده که EC آب خروجی گلدان‌ها از ۴ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر گردید.

در پایان دوره آزمایش، بوته‌ها به طور کامل از گلدان خارج شده و صفات تعداد برگ (شمارش دستی)، سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح‌سنج (Leaf Area Meter AM 200)، وزن خشک برگ، طوقه و ریشه (پس از خشک کردن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و توزین با ترازوی دقیق ۰/۰۰۱ گرم). وزن خشک کل گیاه نیز از مجموع وزن خشک برگ، طوقه و ریشه محاسبه گردید.

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی

محتوای نسبی آب برگ (RWC) با استفاده از رابطه (وزن تر – وزن خشک)/(وزن تورژسانس – وزن خشک) × ۱۰۰ محاسبه شد (Galmes et al., 2007). پایداری غشای سلولی (MSI) با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول برگ در دو دمای ۴۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید (Sairam et al., 2002). مقدار پراکسید هیدروژن (Alexieva et al., 2001)، مالون دی آلدهید (Heath and packer, 1968)، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (Giannopolitis and Ries, 1977)، پراکسیداز (Chance and Maehly, 1955)، پرولین (Bates et al., 1973) و پروتئین‌های محلول برگ (Bradford, 1976) اندازهگیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارها بر صفات رویشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی شوری، گابا و پیکروتوکسین بر تمامی صفات رویشی (وزن خشک ریشه، طوقه، برگ و کل، تعداد برگ و سطح برگ). تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار باعث کاهش معنی‌دار تمام صفات رویشی گردید (جدول ۱). این کاهش را می‌توان به اثرات اسمزی و یونی شوری نسبت داد که منجر به کاهش جذب آب، اختلال در تقسیم و توسعه سلولی و تسریع پیری برگ‌ها می‌شود (Munns and Tester, 2008; Acosta-Motos et al., 2017). کاربرد گابا، به ویژه در غلظت ۳۰ میلی‌مولار، به طور معنی‌داری تعداد برگ و سطح برگ را در شرایط تنش بهبود بخشید. این نتایج با یافته‌های قبلی مبنی بر نقش گابا در بهبود رشد تحت تنش شوری در ذرت و ماش مطابقت دارد (Wang et al., 2023; Ullah et al., 2023). مکانیسم این بهبود می‌تواند افزایش جذب نیتروژن، بهبود متابولیسم کربن از طریق شنت گابا و حفظ فشار تورژسانس سلولی باشد (Carillo, 2018; Li et al., 2022). در مقابل، کاربرد پیکروتوکسین (۱۰۰ میکرومولار) به طور معنی‌داری اثرات مثبت گابا را مهار کرد و حتی در برخی موارد (مانند وزن خشک ریشه در تیمار ۳۰ میلی‌مولار گابا تحت تنش) کاهش بیشتری نسبت به شاهد تحت تنش ایجاد نمود. این مشاهده به وضوح نشان می‌دهد که اثرات مثبت گابا بر رشد رویشی از طریق فعال‌سازی مسیرهای سیگنالینگ پایین دستی و نه صرفاً از طریق نقش متابولیکی یا اسمزی انجام می‌شود (Ramesh et al., 2015; Ramesh et al., 2017).

جدول ۱- تاثیر تیمارهای مختلف گابا بر توت‌فرنگی تحت تنش شوری.

Treatments	Root DW (g)	Crown DW (g)	Leaf DW (g)	Total DW (g)	Leaf number	Leaf area (cm²)
Control (S0-G0-P0)	32.09 ± 1.28 bc	9.98 ± 1.04 ab	12.84 ± 0.57 ab	55.69 ± 0.44 ab	23.0 ± 0.58 a	1395.9 ± 93.6 b
S0-G0-P100	29.46 ± 0.80 cd	9.63 ± 0.68 abc	11.72 ± 1.06 bc	38.99 ± 0.42 fg	21.7 ± 1.20 abc	1117.3 ± 33.2c
S0-G15-P0	34.30 ± 1.43 ab	9.03 ± 0.72 bcd	15.13 ± 1.14 a	59.32 ± 3.23 a	24.3 ± 0.88 a	1454.3 ± 65.4 b
S0-G15-P100	25.81 ± 0.71 de	8.84 ± 0.74 bcde	13.24 ± 1.04 ab	51.18 ± 0.69 bc	22.3 ± 0.88 ab	1373.5 ± 25.4 b
S0-G30-P0	36.74 ± 1.15 a	11.52 ± 0.57 a	13.40 ± 0.63 ab	57.11 ± 2.01 a	23.3 ± 0.88 a	1741.0 ± 56.5 a
S0-G30-P100	29.22 ± 0.68 cd	9.17 ± 0.38 bcd	12.92 ± 0.83 ab	50.81 ± 1.41 bcd	22.7 ± 0.33 a	1654.7 ± 62.8 a
S50-G0-P0	26.76 ± 1.90 de	7.64 ± 0.78 cde	11.11 ± 0.53 bc	46.17 ± 3.01 cde	18.3 ± 0.67 d	879.8 ± 39.7 d
S50-G0-P100	17.18 ± 0.67 f	7.50 ± 0.15 cde	9.61 ± 0.52 c	42.92 ± 0.85 ef	15.0 ± 1.15 e	756.6 ± 34.3 d
S50-G15-P0	26.36 ± 0.82 de	6.72 ± 0.29 e	12.63 ± 0.11 b	51.26 ± 1.93 bc	19.7 ± 0.33 bcd	1068.2 ± 23.0 c
S50-G15-P100	16.73 ± 1.95 f	7.05 ± 0.47 de	12.08 ± 0.46 ab	46.50 ± 1.82 cde	19.0 ± 1.00 cd	906.9 ± 85.1 d
S50-G30-P0	28.82 ± 1.23 cd	9.34 ± 1.07 ab	12.38 ± 1.16 b	45.46 ± 0.25 de	21.7 ± 1.20 abc	1301.7 ± 16.0 b
S50-G30-P100	24.74 ± 1.40 e	6.84 ± 0.33 e	11.40 ± 0.31 bc	35.18 ± 1.04 g	21.7 ± 0.67 abc	1133.9 ± 57.1 c

S0: Salinity 0 mM (بدون تنش شوری); S50: Salinity 50 mM NaCl (تنش شوری); G0: GABA 0 mM; G15: GABA 15 mM; G30: GABA 30 mM; P0: Picrotoxin 0 µM; P100: Picrotoxin 100 µM.

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد. تمام مقادیر به صورت میانگین ± خطای استاندارد (SE) ارائه شده است.

اثر تیمارها بر وضعیت آبی و پایداری غشاء سلولی

تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ (RWC) از ۸۷/۵۴٪ در تیمار شاهد به ۸۱/۲۸٪ در تیمار شوری گردید (جدول ۲). کاربرد ۳۰ میلی‌مولار گابا، RWC را در شرایط تنش به ۸۵/۸۹٪ افزایش داد که نشان‌دهنده بهبود قابل توجه وضعیت آبی گیاه

است. افزایش RWC توسط گابا احتمالاً به دلیل نقش آن در تنظیم اسمزی از طریق تجمع اسمولیت‌هایی مانند پرولین و قندهای محلول است (Qian et al., 2024). پایداری غشای سلولی (MSI) نیز الگوی مشابهی داشت. به طوری که شوری باعث کاهش MSI از ۸۹/۹۹٪ به ۷۳/۱۴٪ شد، در حالی که گابا ۳۰ میلی‌مولار این شاخص را در شرایط تنش به ۸۱/۳٪ رساند. حفظ یکپارچگی غشاء توسط گابا احتمالاً از طریق کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش فعالیت آنزیم‌های ضداکسایشی می‌باشد (Ramzan et al., 2023). پیکروتوکسین مجدداً اثرات مثبت گابا بر هر دو شاخص RWC و MSI را به طور معنی‌داری کاهش داد و نقش کلیدی گیرنده‌های گابا در حفظ تعادل آبی و پایداری غشاء را تأیید کرد.

جدول ۲– تاثیر تیمارهای مختلف گابا بر توت‌فرنگی تحت تنش شوری.

Treatments	RWC (%)	MSI (%)	Soluble protein (mg/g)	MDA (µmol/g FW)	H_2O_2 (ppm)	Proline (mg/g)
Control (S0-G0-P0)	87.54 ± 0.87 ab	85.99 ± 1.88 ab	13.72 ± 0.67 bcde	0.166 ± 0.025 cd	62.99 ± 2.63 c	16.23 ± 1.16 ef
S0-G0-P100	85.31 ± 2.91 abcd	81.43 ± 2.58 abcd	13.07 ± 0.92 de	0.187 ± 0.018 bcd	63.18 ± 4.12 c	18.96 ± 2.39 de
S0-G15-P0	88.03 ± 1.71 ab	87.85 ± 1.37 a	15.00 ± 0.12 abcde	0.163 ± 0.030 cd	65.13 ± 3.56 c	16.37 ± 1.72 ef
S0-G15-P100	86.49 ± 1.13 abc	87.52 ± 0.95 a	12.40 ± 0.44 e	0.209 ± 0.022 bcd	65.98 ± 2.18 c	20.80 ± 2.50 cde
S0-G30-P0	89.44 ± 1.22 a	86.45 ± 1.58 a	13.91 ± 0.21 bcde	0.111 ± 0.026 d	71.48 ± 2.68 c	21.92 ± 1.05 bcde
S0-G30-P100	87.05 ± 1.94 abc	83.67 ± 2.18 abc	13.23 ± 0.55 cde	0.220 ± 0.028 bc	67.97 ± 1.76 c	17.90 ± 1.77 e
S50-G0-P0	81.28 ± 0.69 def	73.14 ± 4.98 de	17.28 ± 0.88 a	0.249 ± 0.036 bc	99.94 ± 4.11 ab	27.24 ± 1.33 abc
S50-G0-P100	79.50 ± 1.47 f	72.01 ± 6.19 e	16.36 ± 0.90 ab	0.353 ± 0.053 a	105.68 ± 2.04 a	28.70 ± 2.19 ab
S50-G15-P0	84.60 ± 0.81 bcde	77.22 ± 1.21 bcde	15.88 ± 0.35 abcd	0.215 ± 0.032 bc	95.39 ± 2.75 ab	23.03 ± 1.93 abcde
S50-G15-P100	80.78 ± 0.61 ef	75.48 ± 0.29 cde	16.30 ± 2.40 abc	0.276 ± 0.031 ab	101.55 ± 5.62 ab	26.02 ± 3.85 abcd
S50-G30-P0	85.89 ± 0.47 abc	81.30 ± 0.54 abcd	15.23 ± 0.92 abcde	0.186 ± 0.024 bcd	90.88 ± 4.69 b	29.44 ± 2.82 a
S50-G30-P100	82.70 ± 0.77 cdef	77.33 ± 1.87 bcde	16.68 ± 0.38 ab	0.217 ± 0.029 bc	97.38 ± 2.59 ab	28.98 ± 2.19 ab

S0: Salinity 0 mM (بدون تنش شوری); S50: Salinity 50 mM NaCl (تنش شوری); G0: GABA 0 mM; G15: GABA 15 mM; G30: GABA 30 mM; P0: Picrotoxin 0 µM; P100: Picrotoxin 100 µM.

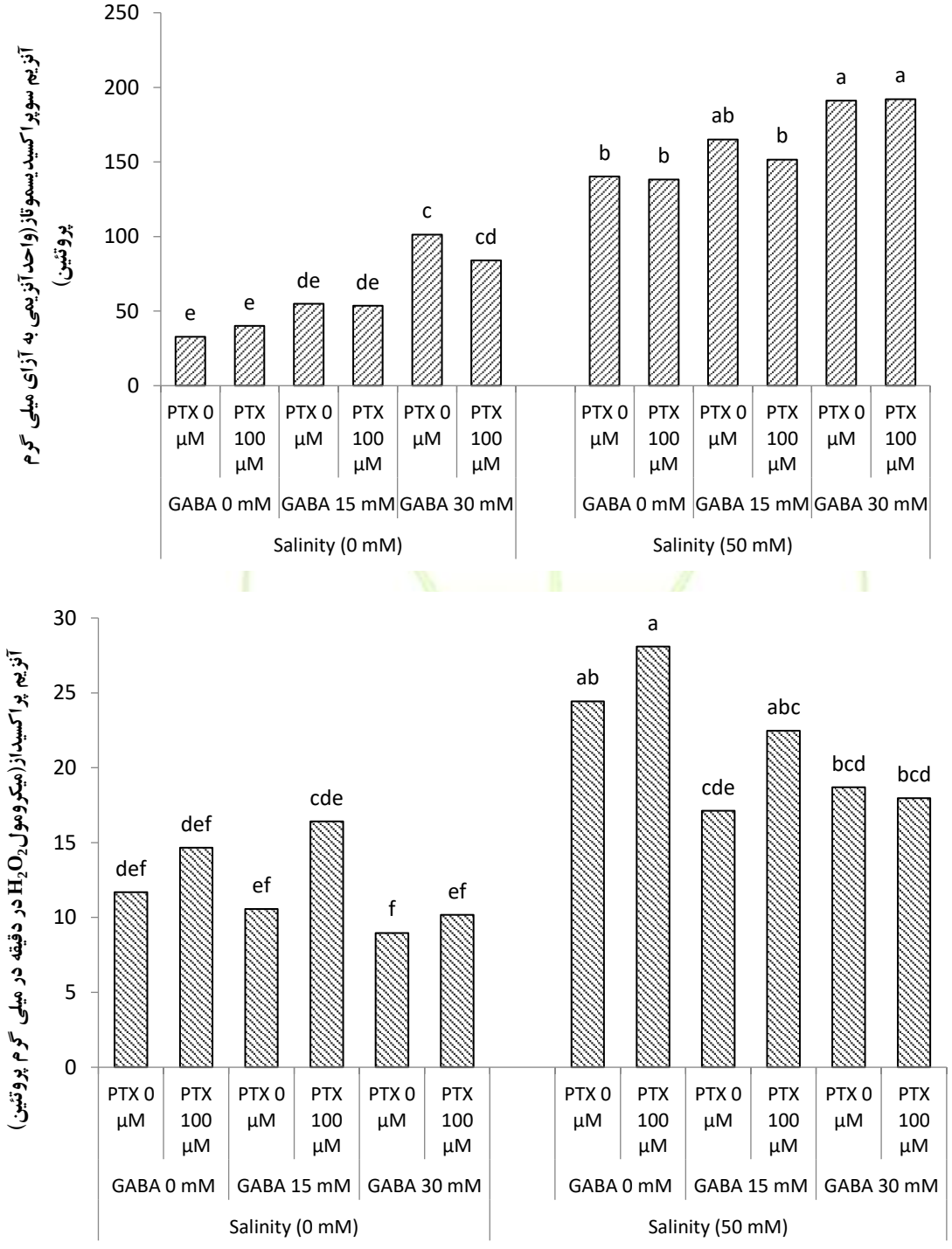
حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد. تمام مقادیر به صورت میانگین ± خطای استاندارد (SE) ارائه شده است

اثر تیمارها بر پراکسید هیدروژن و مالون دی آلدهید

نتایج نشان داد که تنش شوری باعث افزایش بسیار معنی‌دار میزان H_2O_2 و MDA در برگ توت‌فرنگی گردید (جدول ۲). به طوری که میزان H_2O_2 از ۶۲/۹۹ پی‌پی‌ام در شاهد به ۹۹/۹۴ پی‌پی‌ام در تیمار شوری (۵۸/۷٪ افزایش) و میزان MDA از ۰/۱۶۶ میکرومولار بر گرم وزن تر برگ به ۰/۳۵۳ میکرومولار بر گرم وزن تر برگ (۱۱۲/۷٪ افزایش) رسید. این افزایش بیانگر بروز تنش اکسایشی شدید و پراکسیداسیون گسترده لیپیدهای غشایی در اثر تجمع ROS می‌باشد (Foyer et al., 2016; Acosta-Motos et al., 2017). کاربرد ۳۰ میلی‌مولار گابا در شرایط تنش، به طور معنی‌داری میزان H_2O_2 را به ۹۰/۸۸ پی‌پی‌ام و میزان MDA را به ۰/۱۸۶ میکرومولار بر گرم وزن تر برگ کاهش داد. این نتایج با یافته‌های قبلی در گیاهان ذرت و ماش مطابقت دارد و نشان‌دهنده نقش قوی گابا در پاک‌سازی ROS و حفاظت از یکپارچگی غشاء سلولی است (Wang et al., 2023; Ullah et al., 2023). در مقابل، کاربرد همزمان پیکروتوکسین اثرات کاهشی گابا بر H_2O_2 و MDA را به طور معنی‌داری مهار کرد و این شاخص‌ها را به سطح تیمارهای تحت تنش بدون گابا بازگرداند. این مشاهدات به وضوح نشان می‌دهد که اثرات حفاظتی گابا در کاهش تنش اکسایشی از طریق یک مسیر سیگنالینگ وابسته به گیرنده اعمال می‌شود (Ramesh et al., 2017; Hasan et al., 2021).

نتایج نشان داد که تنش شوری باعث افزایش معنی‌دار محتوای پرولین (از ۱۶/۲۳ به ۲۷/۲۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) و پروتئین محلول کل (از ۱۳/۷۲ به ۱۷/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) گردید. پرولین به عنوان یک اسمولیت سازگار نقش مهمی در تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار پروتئین‌ها و پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد در شرایط تنش ایفا می‌کند (Al-Quraan and Al-Omari, 2017). کاربرد ۳۰ میلی‌مولار گابا در شرایط تنش، محتوای پرولین را به ۲۹/۴۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و پروتئین محلول را به ۱۵/۲۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ رساند. این افزایش احتمالاً به دلیل نقش گابا در مسیر شنت گابا و تأمین پیش‌ماده‌های بیوسنتزی برای سنتز اسیدهای آمینه و پروتئین‌های مرتبط با تنش است (Carillo, 2018; Li et al., 2022). پیکروتوکسین اثرات افزایشی گابا بر پرولین و پروتئین را مهار کرد و نقش سیگنالینگ گیرنده‌مدار گابا را در این فرآیندها تأیید نمود.

تنش شوری باعث افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های SOD و POD در برگ توت‌فرنگی گردید (شکل ۱). با این حال، کاربرد ۳۰ میلی‌مولار گابا در شرایط تنش، فعالیت آنزیم SOD را به طور چشمگیری افزایش داد. به طوری که فعالیت SOD از ۱۴۰/۲۷ واحد بر میلی‌گرم پروتئین در تیمار شوری به ۱۹۱/۰۲ واحد در میلی گرم پروتئین رساند. گابا فعالیت POD از ۲۴/۴۳ به ۱۸/۷) در شرایط تنش شوری کاهش داد. مطالعات قبلی در گیاهان سویا و خربزه نشان دا که گابا با افزایش بیان یا فعال‌سازی آنزیم‌های ضداکسایشی، توانایی گیاه را در پاک‌سازی ROS و کاهش آسیب اکسایشی افزایش می‌دهد (Qian et al., 2024; Chen et al., 2018). افزایش فعالیت SOD به تبدیل O_2^-به H_2O_2 و O_2 کمک می‌کند، در حالی که افزایش فعالیت POD نقش کلیدی در سم‌زدایی H_2O_2 و اکسیداسیون ترکیبات سمی دارد (Hasanuzzaman et al., 2013). کاربرد پیکروتوکسین به طور معنی‌داری اثر تحریکی گابا بر فعالیت SOD و POD را مهار کرد، که این امر تأیید می‌کند که گابا احتمالاً از طریق اتصال به گیرنده‌های واقع در غشاء سلولی، آبشار سیگنالینگ منجر به افزایش بیان ژن‌های ضداکسایشی را فعال می‌کند (Ramesh et al., 2015; Ramesh et al., 2017).



شکل ۱- فعالیت آنزیم (a) سوپراکسید دیسموتاز (b) پراکسیداز توت‌فرنگی تحت تنش شوری (۰ و ۵۰ میلی‌مولار)، تیمار گابا (۰، ۱۵ و ۳۰ میلی مولار) و تیمار پیکروتوکسین (۰ و۱۰۰ میکرومولار). حروف مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد.

منابع

Acosta-Motos, J.R., Ortuño, M.F., Bernal-Vicente, A., Díaz-Vivancos, P., Sánchez-Blanco, M.J. and Hernández, J.A. 2017. Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. Agronomy, 7(1): 18.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov, E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. Plant, Cell and Environment, 24(12): 1337–1344.

Al-Khayri, J.M., Abdel-Haleem, M. and Khedr, E.H. 2024. Harnessing GABA pathways to improve plant resilience against salt stress. Horticulturae, 10(12): 1296.

Al-Quraan, N.A. and Al-Omari, H.A. 2017. GABA accumulation and oxidative damage responses to salt, osmotic and H_2O_2 treatments in two lentil (*Lens culinaris* Medik) accessions. Plant Biosystems, 151(1): 148–157.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205–207.

Bouché, N. and Fromm, H. 2004. GABA in plants: Just a metabolite? Trends in Plant Science, 9(3): 110–115.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1–2): 248–254.

Carillo, P. 2018. GABA shunt in durum wheat. Frontiers in Plant Science, 9: 100.

Chance, B. and Maehly, A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods in Enzymology, 2: 764–775.

Chen, H., Liu, T., Xiang, L., Hu, L. and Hu, X. 2018. GABA enhances muskmelon chloroplast antioxidants to defense salinity-alkalinity stress. Russian Journal of Plant Physiology, 65(5): 697–706.

Dabravolski, S.A. and Isayenkov, S.V. 2023. The role of the γ-aminobutyric acid (GABA) in plant salt stress tolerance. Horticulturae, 9(2): 230.

Fait, A., Fromm, H., Walter, D., Galili, G. and Fernie, A.R. 2008. Highway or byway: The metabolic role of the GABA shunt in plants. Trends in Plant Science, 13(1): 14–19.

Foyer, C.H., Lam, H.M. and Nguyen, H.T. 2016. Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. Nature Plants, 2: 16112.

Galmes, J., Flexas, J., Save, R. and Medrano, H. 2007. Water relations and stomatal characteristics of Mediterranean plants with different growth forms and leaf habits: Responses to water stress and recovery. Plant and Soil, 290(1–2): 139–155.

Giannopolitis, C.N. and Ries, S.K. 1977. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. Plant Physiology, 59(2): 309–314.

Hasan, M.M., Alharbi, B.M., Alhaithloul, H.A., Alharbi, A.A. and Al-Mansour, F.S. 2021. GABA: A key player in drought stress resistance in plants. International Journal of Molecular Sciences, 22(18): 10136.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M.M., Roychowdhury, R. and Fujita, M. 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. International Journal of Molecular Sciences, 14(5): 9643–9684.

Hayat, F., Khanum, F., Li, J., Iqbal, S., Khan, U. and Javed, H.U. 2023. γ-Aminobutyric acid (GABA): A key player in alleviating abiotic stress resistance in horticultural crops: Current insights and future directions. Horticulturae, 9(6): 647.

Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125(1): 189–198.

Li, Z., Cheng, B., Liu, W., Feng, G., Zhao, J., Zhang, L. and Yan, P. 2022. Global metabolites reprogramming induced by spermine contributing to salt tolerance in creeping bentgrass. International Journal of Molecular Sciences, 23(9): 4472.

Li, Z., Peng, Y. and Huang, B. 2016. Physiological effects of γ-aminobutyric acid application on improving heat and drought tolerance in creeping bentgrass. Journal of the American Society for Horticultural Science, 141(1): 76–84.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.

Olsen, R.W. 2006. Picrotoxin-like channel blockers of GABA_A receptors. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(16): 6081–6082.

Qian, Z., Wang, Y., Li, J., Zhang, X., Liu, Y. and Chen, S. 2024. Gamma-aminobutyric acid (GABA) improves salinity stress tolerance in soybean seedlings by modulating their mineral nutrition, osmolyte contents, and ascorbate-glutathione cycle. BMC Plant Biology, 24: 212.

Ramesh, S.A., Tyerman, S.D., Gilliham, M. and Xu, B. 2017. γ-Aminobutyric acid (GABA) signalling in plants. Cellular and Molecular Life Sciences, 74(9): 1577–1603.

Ramesh, S.A., Tyerman, S.D., Xu, B., Bose, J., Kaur, S., Conn, V., Domingos, P., Ullah, S., Wege, S., Shabala, S. and Gilliham, M. 2015. GABA signalling modulates plant growth by directly regulating the activity of plant-specific anion transporters. Nature Communications, 6: 7879.

Ramzan, M., Shah, A.A., Ahmed, M.Z., Bukhari, M.A., Ali, L., Casini, R. and Elansary, H.O. 2023. Exogenous application of glutathione and gamma amino-butyric acid alleviates salt stress through improvement in antioxidative defense system and modulation of CaXTHs stress-related genes. South African Journal of Botany, 157: 456–468.

Sairam, R.K., Rao, K.V. and Srivastava, G.C. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science, 163(5): 1037–1046.

Shelp, B.J., Bown, A.W. and Zarei, A. 2017. 4-Aminobutyrate (GABA): A metabolite and signal with practical significance. Botany, 95(6): 573–584.

Shelp, B.J., Mullen, R.T. and Waller, J.C. 2012. Compartmentation of GABA metabolism raises intriguing questions. Trends in Plant Science, 17(2): 57–59.

Shrivastava, P. and Kumar, R. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences, 22(2): 123–131.

Sun, Y., Niu, G., Wallace, R., Masabni, J. and Gu, M. 2015. Relative salt tolerance of seven strawberry cultivars. Horticulturae, 1(1): 27–43.

Ullah, A., Tariq, A., Zeng, F., Asghar, M.A. and Sardar, H. 2023. Exogenous γ-aminobutyric acid (GABA) mitigated salinity-induced impairments in mungbean plants by regulating their nitrogen metabolism and antioxidant potential. Frontiers in Plant Science, 13: 1081188.

Wang, Y., Gu, W., Meng, Y., Xie, T., Li, L. and Li, J. 2023. Exogenous γ-aminobutyric acid (GABA) improves salt-inhibited nitrogen metabolism and the anaplerotic reaction of the tricarboxylic acid cycle by regulating GABA-shunt metabolism in maize seedlings. Ecotoxicology and Environmental Safety, 252: 114756.

GABA receptor blockade by picrotoxin: An approach to elucidate the role of GABA in strawberry salinity tolerance

Omer Ahmad Mwlan[1], Taimoor Javadi[1*] and Mahmoud Koushesh Saba[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
Corresponding Author: tjavadi@uok.ac.ir

Abstract

Salinity is one of the most important abiotic stresses limiting agricultural production, especially in strawberry. This study aimed to investigate the protective effects of GABA (gamma-aminobutyric acid) and to confirm its receptor-mediated role using picrotoxin (a GABA receptor antagonist) in strawberry cv. Albion under salinity stress in soilless culture conditions. The experiment was conducted as a three-factor factorial based on a completely randomized design with three replications. Treatments included salinity at two levels (0 and 50 mM NaCl), GABA at three levels (0, 15 and 30 mM), and picrotoxin at two levels (0 and 100 µM). The results showed that salinity stress significantly decreased the dry weight of plant organs (root, crown, leaf and total), leaf number, leaf area, relative water content and membrane stability index. In contrast, application of 30 mM GABA under stress conditions increased leaf number and leaf area compared to the stressed control. Furthermore, salinity stress significantly increased the activities of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD), as well as the levels of hydrogen peroxide, malondialdehyde and proline. Application of 30 mM GABA under stress increased SOD activity but decreased POD activity (compared to the stressed control), while at the same time reducing H_2O_2 and MDA levels. Overall, the application of 30 mM GABA was identified as the most effective treatment for improving growth and reducing the adverse effects of salinity, and the suppression of these effects by picrotoxin confirms the existence of a receptor-mediated GABA signaling pathway in strawberry plants.

Keywords: Strawberry, Salinity, GABA, Picrotoxin, Chlorophyll, Membrane stability.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

پتانسیل اقتصادی و استراتژی‌های تولید و بازاریابی میوه‌های گرمسیری کمتر شناخته‌شده در شرایط اقلیمی ایران

عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی[1*]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

*نویسنده مسئول: *mirzaalian@hormozgan.ac.ir*

چکیده

پیش‌بینی‌های تغییر اقلیم برای ایران حاکی از افزایش پایدار میانگین دمای سالانه، کاهش محسوس بارندگی و تشدید شوری خاک و آب به‌ویژه در استان‌های جنوبی ازجمله بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان است. این فشارهای محیطی، کشت میوه‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری رایج را به‌طور فزاینده‌ای غیرقابل توجیه می‌سازد و ضرورت یک تغییر الگوی کشت به سوی گونه‌های مقاوم به اقلیم، متحمل به شوری و کارآمد از نظر مصرف آب را ایجاب می‌کند. این مقاله، پتانسیل اقتصادی و چارچوب‌های استراتژیک برای کشت، فرآوری و تجاری‌سازی سه گونه میوه گرمسیری کمتر شناخته‌شده، آپونتیا یا گلابی خاردار(*Opuntia ficus-indica*) ، جم (*Syzygium cumini*) و فالسا (*Grewia asiatica*) را به‌عنوان محصولات باغی جایگزین برای جنوب ایران بررسی می‌کند. آپونتیا، تحمل به خشکی و شوری زیادی از خود نشان می‌دهد و آن را برای کشت در زمین‌هایی با دسترسی محدود به آب شیرین مناسب می‌کند. کاربرد دوگانه آن در تولید میوه و علوفه دام جریان‌های درآمدی متنوعی ایجاد می‌کند. جم درختی است که به‌طور ویژه‌ای با خاک‌های شور و سدیمی سازگار شده است. میوه جم سرشار از ویتامین C ، آهن و آنتی‌اکسیدان است که در کنترل دیابت و تنظیم سطح قند خون مفید است. فالسا درختچه‌ای مقاوم به گرما و خشکی است که پس از استقرار به حداقل آبیاری نیاز دارد و میوه‌های شفت کوچک بنفش‌رنگی با خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و خنک‌کننده تولید می‌کند. در مجموع، این گونه‌ها با محدودیت‌های زیست‌محیطی جنوب ایران ازجمله دماهای بالای تابستان، دوره‌های خشکسالی طولانی و افزایش شوری آب‌های زیرزمینی سازگاری دارند. فراتر از کشت معیشتی، هر یک از این میوه‌ها پتانسیل فرآوری با ارزش افزوده را دارند، در نتیجه منبع درآمد صادرات‌محور ایجاد کرده و از معیشت روستایی حمایت می‌کند.

واژه‌های کلیدی :آپونتیا فیکوس ایندیکا، تحمل به شوری، خشکسالی، فالسا، میوه جم.

مقدمه

تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی بخش کشاورزی در قرن بیست و یکم، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، شناخته می‌شود. ایران با میانگین بارندگی سالانه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر و مساحت وسیعی از اراضی خشک و بیابانی، جزو کشورهای به‌شدت در معرض پیامدهای تغییر اقلیم قرار دارد. مدل‌های اقلیمی حاکی از آن است که تا سه دهه آینده، دمای هوای اغلب مناطق کشور بین ۱/۵ تا ۲/۵ درجه سلسیوس افزایش یافته و میزان بارندگی تا ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت (Mansouri Daneshvar, et al., 2019; FAO, 2022). این روند همراه با برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و نفوذ آب شور به آبخوان‌های ساحلی، به شورشدن گسترده خاک و آب در استان‌های جنوبی از جمله هرمزگان، بوشهر، خوزستان و سیستان و بلوچستان منجر شده است (Ebrahimi and Sajjadi, 2021). این استان‌ها که بخش عمده‌ای از میوه‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشور را تأمین می‌کنند، امروزه با محدودیت‌های جدی در کشت گونه‌های مرسوم مانند انبه و مرکبات مواجه شده‌اند.

بررسی تجارب کشورهای واقع در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان نشان می‌دهد که رویکرد تنوع‌بخشی به سبد باغبانی از طریق معرفی محصولات میوه‌ای مقاوم و کمتر شناخته‌شده، یکی از راهبردهای مؤثر برای سازگاری با شرایط یادشده است. تحقیقات گسترده‌ای در هند، به‌ویژه توسط مؤسسه ملی تحقیقات باغبانی هند و مؤسسه تحقیقات خاک‌های شور، روی ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف جم در خاک‌های شور و سدیمی انجام شده است. در این مطالعه، برای احیای اراضی تخریب‌شده و شور مناطق خشک راجستان و گجرات هند و نیز برای ایجاد درآمد پایدار کشاورزان منطقه، کاشت نهال جم توصیه شده است .(Shah, et al., 2021) در هند و پاکستان، میوه فالسا به‌عنوان یک محصول میوه‌ای تابستانه جایگاه ویژه‌ای دارد. پتانسیل بالای گونه فالسا برای کشت در شرایط گرم و کم‌آب تأیید شده است (Kaur, et al., 2024). سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد در گزارش جامعی با همکاری مرکز تحقیقات بین‌المللی در مناطق خشک به معرفی استراتژی‌های کشت میوه آپونتیا فیکوس- ایندیکا در اراضی حاشیه‌ای کشورهای عربی از جمله عمان و امارات متحده عربی پرداخته و آن را به‌عنوان یک محصول راهبردی برای تأمین غذا و علوفه در شرایط گرم و خشک معرفی کرده است.(FAO, 2022)

در مطالعه‌ای، تأکید شده است که بیش از ۹۰ درصد سطح زیرکشت میوه در کشور عمان به چهار محصول خرما، موز، لیمو و انبه اختصاص دارد و تکیه بر این محصولات، امنیت غذایی را در برابر تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیر می‌سازد. لذا ورود محصولات میوه‌ای جایگزین و مقاوم مانند میوه آپونتیا و جم به‌عنوان راهکاری برای کاهش ریسک و افزایش تاب‌آوری سیستم‌های باغبانی، پیشنهاد شده است(Al-Yahyai, et al., 2022). افزون بر این، در یک مطالعه مروری ظرفیت محصولات میوه‌ای کمتر شناخته‌شده از جمله جم و فالسا، در ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی و ایجاد فرصت‌های اقتصادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان مورد تأکید قرار گرفته است (Marappan, et al., 2025).

علیرغم تحقیقات قابل توجه در کشورهای هم‌اقلیم، مطالعه نظام‌مندی که به‌طور هم‌زمان به بررسی تطبیقی پتانسیل اقتصادی و استراتژی‌های تولید و بازاریابی این سه میوه (آپونتیا، جم و فالسا) در شرایط اقلیمی جنوب ایران بپردازد، تاکنون انجام نشده است. لذا پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و معرفی میوه‌های گرمسیری کمترشناخته‌شده زیر با در نظر گرفتن محدودیت‌های زیست‌محیطی استان‌های جنوبی ایران می‌باشد.

میوه آپونتیا

با نام‌های گلابی خاردار، میوه کاکتوس یا کاکتوس راکتی نیز شناخته می‌شود. میوه‌ها حاوی ویتامین C و E ، اسیدهای آمینه، ترکیبات فنلی، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها هستند که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و فعالیت‌های هیپوگلیسمیک (کاهش قند خون) ایجاد می‌کنند. رنگ میوه‌های زرد، ناشی از رنگیزه بتالائین نوع بتاگزانتین و میوه‌های قرمز، بتالائین نوع بتاسیانین است. بذور میوه حاوی اسیدهای چرب غیراشباع از نوع اسید لینولئیک (امگا-۶)، اسید لینولنیک (امگا-۳) و اسید اولئیک (امگا-۹) و اسید چرب اشباع پالمیتیک است که روغن بذر آن برای بیماری‌های قلب و عروق مفید است. به ساقه‌های برگ‌مانند راکتی، نوپال یا کلادود گفته شده که در کشور مکزیک از نوپال‌های برش‌خورده هم به‌صورت تازه و هم به‌صورت سرخ‌شده با فلفل و تخم‌مرغ در صبحانه مصرف می‌شود. در پاکستان از نوپال‌های چاپرشده به‌عنوان مکمل خوراک دام استفاده می‌شود (Aruwa et al., 2018). در چند سال اخیر در جنوب ایران سه گونه تجاری زیر کشت و کار شده‌اند (شکل ۱). گونه‌های تجاری آپونتیا، با توانایی بی‌نظیر در سازگاری با شرایط نامساعد اقلیمی جنوب ایران، همچون خشکی، شوری و حرارت بالا، نه‌تنها یک گزینه کشاورزی بلکه یک راهبرد جامع برای پایداری اکولوژیکی و اقتصادی منطقه محسوب می‌شود.


الف


ب


ج

شکل ۱- گونه‌های تجاری کشت‌شده در ایران الف) *Opuntia ficus-indica* ب) *Opuntia engelmannii* ج) *Opuntia stricta*

جم

جم که معمولاً با نام جمبو یا جامون یا آلوی جاوه‌ای شناخته می‌شود، یک درخت میوه مقاوم در برابر خشکسالی و دمای بالای تابستان است. میوه آن سرشار از آنتوسیانین، آهن، اسید آسکوربیک، اسید الاژیک و ترکیبات فنلی است و به‌دلیل نقش مؤثر آن در کنترل دیابت و تنظیم سطح قند خون شناخته شده است. جم با ارزش غذایی زیاد و خواص دارویی متعدد، همراه با سازگاری آن با محیط‌های متنوع، آن را به یک محصول مهم با کاربردهای بالقوه در صنایع غذایی، بهداشتی و دارویی تبدیل کرده است (Madani et al., 2021; Shah et al., 2021).

چالش‌های تولید این میوه در ایران شامل دوره نونهالی بسیار طولانی نهال‌های بذری، رشد طولی زیاد درخت و ریز بودن میوه در ارقام محلی است که راهکارهای مؤثر برای غلبه بر آن‌ها استفاده از نهال‌های پیوندی جم با پیوندک ارقام میوه درشت (شکل ۲) روی پایه‌های بذری محلی است که نه‌تنها موجب کاهش دوره نونهالی درخت می‌شود، بلکه موجب بازاریابی بهتر محصول و سهولت عملیات برداشت می‌شود. همچنین هرس فرم‌دهی در سه سال اول برای کنترل رشد طولی و تحریک باردهی لازم و ضروری است.



شکل ۲- میوه و هسته جم نوع میوه درشت کشت‌شده در نیک‌شهر سیستان و بلوچستان.

فالسا

فالسا که معمولاً با نام آلبالوی گرمسیری شناخته می‌شود، یک درختچه میوه همیشه‌سبز بومی هند است. فالسا (همانند آپونتیا و جم) مقاوم به گرما، خشکی (هوا و خاک) و تاحدودی شوری خاک است و گزینه‌ای امیدوارکننده برای توسعه باغداری در اقلیم جنوب ایران به‌شمار می‌رود. میوه آن حاوی مواد معدنی، فیبر و خواص آنتی‌اکسیدانی به‌شکل آنتوسیانین، ویتامین C ، ترکیبات فنلی، فلاونوئید و تانن است(Kaur et al., 2024). از چالش تولید فالسا در ایران می‌توان به محدود بودن مراکز تکثیر و تولید نهال‌های گواهی‌شده، عدم اطلاع کافی باغداران از نکات فنی کاشت و پرورش این میوه، ریز بودن میوه و سختی برداشت، همچنین فقدان زیرساخت زنجیره سرد، بسته‌بندی استاندارد و واحدهای فرآوری در مناطق تولید و عدم آگاهی مصرف‌کننده از خواص و کاربردهای فالسا اشاره کرد، با این حال وجود تقاضا برای میوه‌های کمیاب و بدون رقیب در بازار البته مشروط به بازاریابی (بسته‌بندی متناسب در بسته‌های ۱۲۵ گرمی مشابه بسته‌های بلوبری برای عرضه مستقیم در فروشگاه‌های زنجیره‌ای داخلی) یا صادرات به کشورهای حوزه خلیج فارس (قیمت ۳ تا ۵ دلار در هر کیلوگرم) و نیز فرآوری محصول به‌صورت آب‌میوه، مربا، پودر خشک و مکمل‌های دارویی با ارزش افزوده تا چند برابر میوه تازه توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز اقتصادی

گیاهان آپونتیا، جم و فالسا با تحمل شوری، خشکی و گرمای شدید، از گونه‌های سازگار برای باغداری پایدار جنوب ایران می‌توانند باشند که با نسبت سود به هزینه(B/C) که بسته به زمین و اقلیم برابر ۲ تا ۴ (جدول ۱)، توجیه‌پذیری سرمایه‌گذاری را تأیید می‌کند. با حمایت پژوهشی و سیاست‌گذاری مناسب، این میوه‌ها می‌توانند به محصول استراتژیک در باغداری جنوب تبدیل شود.

جدول ۱- مقایسه تطبیقی گونه‌های معرفی شده با مرکبات در جنوب ایران.

ویژگی	مرکبات	آپونتیا	جم	فالسا
تحمل شوری خاک	حساس	مقاوم	متوسط- بالا	متوسط- بالا
تحمل دمای بالای تابستان	حساس	مقاوم	مقاوم	مقاوم
نیاز آبی m^3 در سال	۱۰۰۰۰ - ۶۰۰۰	۲۰۰۰ - ۱۵۰۰	۴۰۰۰ - ۳۰۰۰	۴۰۰۰ - ۳۰۰۰
عملکرد (تن/ هکتار)	۴۰ - ۲۰	۱۰۰ - ۲۰	۲۰ - ۱۰	۲۰ - ۱۰

نسبت سود به هزینه B/C	۳ – ۲	۴ – ۳	۴ – ۲	۴ – ۲

منابع

Al-Yahyai, R.A., Al-Kharusi, L.M., Khan, M.M., Al-Adawi, A.O., Al-Subhi, A.M., Al-Kalbani, B.S. and Al-Sadi, A.M. 2022. Biotic and abiotic stresses of major fruit crops in Oman. Journal of Agricultural and Marine Sciences, 27(1): 1–12.

Aruwa, C.E., Amoo, S.O. and Kudanga, T. 2018. Opuntia (Cactaceae) plant compounds, biological activities and prospects – a comprehensive review. Food Research International, 112: 328–344.

Ebrahimi, Z. and Sajjadi, S.A. 2021. Monitoring of groundwater salinity in southern coastal aquifers of Iran using GIS. Journal of Hydrogeology, 47(3): 315–330.

FAO. 2022. Tropical fruit production statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Kaur, S., Shams, R., Dash, K.K., Pandey, V.K., Shaikh, A.M., Harsányi, E. and Kovács, B. 2024. Phytochemical and pharmacological characteristics of phalsa (*Grewia asiatica* L.): A comprehensive review. Heliyon, 10(2): 25046.

Madani, B., Mirshekari, A., Yahia, E.M., John B., G., Hajivand, S. and Dastjerdi, A.M. 2021. Jamun (*Syzygium cumini* L. Skeels): A promising fruit for the future. Horticultural Reviews, 48: 275–306.

Mansouri Daneshvar, M.R., Ebrahimi, M. and Khosravi, H. 2019. Assessment of climate change and its effects on water resources in Iran. Theoretical and Applied Climatology, 138: 1121–1134.

Marappan, K., Sadasivam, S., Natarajan, N., Arumugam, V.A., Lakshmaiah, K., Thangaraj, M., Giridhar Gopal, M. and Asokan, A. 2025. Underutilized fruit crops as a sustainable approach to enhancing nutritional security and promoting economic growth. Frontiers in Sustainable Food Systems, 9: 618112.

Shah, H.M.S., Hasan, M.U. and Wahee, A. 2021. Jamun (*Syzygium cumini*): An underutilized potential fruit for degraded lands. Journal of Horticultural Science and Technology, 4(3): 109–117.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Economic Potential and Production and Marketing Strategies of Underrecognized Tropical Fruits Under the Climatic Conditions of Iran

Abdolmajid Mirzaalian Dastjerdi[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
*Corresponding Author: mirzaalian@hormozgan.ac.ir**

Abstract

Climate change projections for Iran indicate a sustained increase in mean annual temperatures, a marked decline in precipitation, and escalating soil and water salinization, particularly in the southern provinces including Bushehr, Hormozgan and Sistan and Baluchestan. These environmental pressures render conventional tropical and subtropical fruits increasingly untenable, necessitating a paradigm shift toward climate-resilient, salt-tolerant, and water-use-efficient crop species. This review examines the agro-economic potential and strategic frameworks for the cultivation, processing, and commercialization of three underrecognized tropical fruit species, prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*), jamun (*Syzygium cumini*) and phalsa (*Grewia asiatica*) as alternative horticultural commodities for southern Iran. *Opuntia ficus-indica* exhibits exceptional drought tolerance and demonstrates moderate salinity tolerance, making it suitable for cultivation on lands with limited freshwater availability. Its dual-purpose utility fruit production and biomass for livestock fodder offers diversified revenue streams. Jamun is notably adapted to saline and sodic soils. Jamun fruit is rich in Vitamin C, iron and antioxidants, and it is known for its role in managing diabetes by regulating blood sugar levels. Phalsa, a heat- and drought-tolerant shrub, requires minimal irrigation once established and produces small purplish drupes with antioxidant, anti-inflammatory, and cooling properties. Collectively, these species align with the environmental constraints of southern Iran: high summer temperatures, prolonged drought periods, and

Keywords: Drought, Jamun fruit, *Opuntia ficus-indica*, Phalsa, Salt tolerance.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

ارزیابی ذخایر ژنتیکی گلابی (*Pyrus* spp.) ایران برای مقاومت به تنش خشکی: دستاوردهای نیم دهه پژوهش در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و راهکارهای به‌نژادی

علی رضائی[1*]، کاظم ارزانی[1] و حمید عبداللهی[2]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *ali.rezaei@modares.ac.ir*

چکیده

منابع ژنتیکی مهمترین نقش را در برنامه‌های اصلاح درختان میوه به‌منظور توسعه ارقام جدید با عملکرد بالا و مقاوم به تنش‌های زیستی و غیر زیستی ایفا می‌کنند. پژوهش حاضر با هدف جمع‌آوری، ارزیابی پومولوژیک، ارزیابی رشد رویشی، تحمل به تنش خشکی، پیوند و سازگاری گونه‌های مختلف گلابی در مقایسه با پایه‌های رویشی متداول گلابی موجود در کشور در طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۳۹۹ انجام شد. نتایج ارزیابی صفات پومولوژیک گونه‌های مورد بررسی نشان داد که در رابطه با صفات بذر، گونه‌های *P. salicifolia* و *P. hyrcana* به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین ضخامت بذر بوده که می‌تواند در تمایز گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. بیش‌ترین و کم‌ترین وزن میوه به ترتیب با ۲۲۶/۵ و ۰/۶۷گرم در دو گونه شرقی شاهد *P. bretschneideri* و *P. betulifolia* مشاهده شد. نتایج ارزیابی و مقایسه رشد رویشی گونه‌ها و پایه‌های تجاری نشان داد که بیش‌ترین میزان پاکوتاهی در گونه *P. syriaca* و سپس پایه‌های رویشی، و بیش‌ترین رشد در دانهال‌های بذری گونه *P. communis* حاصل از رقم درگزی و سپس گونه *P. bretschneideri* مشاهده شد. همچنین سه گونه جنس *Pyrus* با منشاء جنوب شرقی آسیا نیز جزو پررشدترین گونه‌ها بودند. در رابطه با نتایج تاثیر تنش خشکی نیز مشاهده شد که تنوع ژنتیکی قابل توجهی در تحمل به خشکی در بین گونه‌های مورد استفاده از نظر صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک وجود دارد. تنش خشکی به طور معنی‌داری وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه را کاهش داد. درخصوص موفقیت پیوند گونه‌ها و پایه‌های رویشی با رقم لوئیزبون (Louise Bonne) نیز نتایج نشان دهنده گیرایی پیوند بالا در همه پایه‌های مورد بررسی بود. پس از گذشت یک سال از ارزیابی سازگاری باغی پایه‌ها، رشد مناسب پیوندک‌ها و گل‌دهی در برخی از مواد گیاهی در محیط باغ، حاکی از موفقیت در فرآیند پیوند، استقرار در شرایط طبیعی و آغاز مراحل اولیه زایشی و میوه‌دهی مواد گیاهی بود.

واژه‌های کلیدی: ارتباط ریشه با ساقه، به‌نژادی پایه، ژرم پلاسم، گلابی ایرانی.

مقدمه

علاقه انسان به کشاورزی از حدود ۱۰ هزار سال پیش آغاز شد و در این مدت، گذار از جمع‌آوری گیاهان از طبیعت به پرورش آن‌ها صورت گرفته است. در این فرآیند، تنوع ژنتیکی وسیعی از طریق به‌نژادی کلاسیک یا انتخاب آگاهانه یا ناخودآگاه انسان شکل گرفت (Wilkes, 1984). منابع ژرم‌پلاسم نقش کلیدی در اصلاح و بهبود عملکرد محصولات کشاورزی دارند و در امنیت غذایی نیز اهمیت بالایی دارند. وجود تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم، شرط اصلی موفقیت در برنامه‌های به‌نژادی است و نخستین گام در این مسیر، بررسی دقیق این تنوع است. اصلاح‌گران معمولاً کار خود را با غربالگری ژرم‌پلاسم‌های موجود برای دستیابی به ژنوتیپ‌های مطلوب آغاز می‌کنند و هر چه این تنوع بیشتر باشد، احتمال شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب افزایش می‌یابد. امروزه با توجه به شرایط اقتصادی، استفاده از روش‌های کلاسیک اصلاح، نسبت به روش‌های بیوتکنولوژیک کم‌هزینه‌تر است. منابع مهم تنوع ژنتیکی شامل ژرم‌پلاسم وحشی، ژنوتیپ‌ها و

توده‌های موجود در کلکسیون‌ها و ارقام بومی است. گلابی از جمله میوه‌هایی است که در سراسر جهان با قدمتی ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ ساله کشت می‌شود. منشأ آن کوه‌های غربی یا جنوب‌غربی چین است و از مسیر جاده ابریشم به سایر مناطق گسترش یافته است (Zhang *et al*., 2022). طبق آمارFAO، حدود یک و نیم میلیون هکتار از زمین‌های جهان به کشت گلابی اختصاص دارد که از آن سالانه بیش از ۲۴ میلیون تن میوه برداشت می‌شود. در ایران نیز به عنوان یکی از مراکز اصلی ژرم‌پلاسم گلابی در جهان بیش از ۱۹ هزار هکتار باغ گلابی با میانگین عملکرد ۱۳ تن در هکتار وجود دارد (بی‌نام، ۱۴۰۲). با توجه به غنای ژنتیکی منابع گلابی در ایران و نقش آن در برنامه‌های به‌نژادی آینده، پژوهش حاضر با هدف جمع‌آوری، تکثیر و ارزیابی رشد برخی ذخایر ژنتیکی گلابی کشور اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی، اعمال تنش خشکی و مراحل مختلف پژوهش به صورت اجمالی

مواد گیاهی این پژوهش از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۴، در فازهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در فاز اول جمع‌آوری و ارزیابی تمامی گونه‌های گلابی از سطح کشور آغاز گردید. جمع‌آوری میوه گونه‌های بومی- وارداتی شامل گونه‌های *P. calleryana*، *P. betulifolia*، *P. bretschneideri*، *P. nivalis*، *P. syriaca*، *P. communis* cv. Dargazi، *P. communis* cv. 477 و *P. communis* cv. LGI456 و هیبرید بین گونه‌ای Q1 Rootstock از کلکسیون درختان میوه موسسه تحقیقات علوم باغبانی، گونه بومی *P. salicifolia* از آذربایجان غربی، گونه *P. amygdaliformis* از موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و گونه‌های *P. pashia*، *P. cordata* و *P. hyrcana* از خراسان شمالی- آشخانه صورت پذیرفت. همچنین گیاهچه‌های پایه‌های پیرودوارف از پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری و همچنین پایه‌های رویشی کوئینس BA29 و EMA متعلق به گونه *C. oblonga* نیز از شرکت فجر اصفهان تهیه شدند. در ادامه بذور گونه‌ها استخراج و پس از برطرف کردن نیاز سرمایی، اقدام به کشت آن‌ها در کیسه‌های کشت با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر در مخلوط نسبت برابر خاک مزرعه، کود دامی پوسیده شده و پرلیت در شرایط گلخانه‌ای گردید. در فاز دوم ارزیابی رشد رویشی و مانیتورینگ رشد گونه‌ها در ابعاد مورفولوژیک در بازه‌های زمانی مختلف صورت گرفت. در فاز سوم و پس از گذشت بیش از ۹ ماه از زمان استقرار گیاهچه‌ها، ژنوتیپ‌هایی که از نظر میزان رشد، ارتفاع و قطر مشابه بودند برای اعمال تنش خشکی به روش نگهداشت آب آبیاری (Water with-holding) به مدت ۲۱ روز انتخاب و مورد استفاده قرار گرفتند، لازم به توضیح است که روش اعمال تنش خشکی به این صورت بود که در مرحله اول کلیه گونه‌های مورد مطالعه به‌طور کامل آبیاری شدند و سپس نیمی از گلدان‌ها بدون هیچ آبیاری تا روز ۲۱ باقی ماندند و نیمی دیگر به عنوان شاهد بدون تنش به صورت معمول آبیاری شدند. در فاز چهارم از پژوهش گونه‌های مختلف با رقم تجاری لوئیزبون پیوند زده شدند و پس از یکسال رشد در شرایط کنترل شده در فاز پنجم و به منظور ارزیابی برهمکنش بین پایه و پیوندک و همچنین سازگاری با شرایط اقلیمی گیاهان در شرایط باغ کشت شدند و مورد ارزیابی قرار گرفتند. در فاز ششم نیز به چشم اندازه آینده درخصوص این پژوهش اشاره شده است. لازم به توضیح است که با توجه به محدودیت در حجم مقاله از بیان جزئیات در صفات اندازه‌گیری شده در فازهای مختلف خودداری شده است. شکل ۱ نشان دهنده مراحل کلی کار می‌باشد.



شکل ۱– شمایی از مراحل کلی پژوهش شامل، جمع‌آوری نمونه، ارزیابی پومولوژیک، تکثیر و ارزیابی گونه‌ها در شرایط کنترل شده، اعمال تنش خشکی، پیوند ارقام تجاری و ارزیابی سازگاری در شرایط باغی.

نتایج و بحث

فاز اول: ارزیابی پومولوژیک گونه‌های مورد مطالعه (برخی از مهمترین صفات)

نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها نشان داد که دامنه تغییرات وزن میوه در بین گونه‌های مختلف گلابی اختلاف بسیار زیادی داشت، همچنین ضریب تغییرات برای صفات وزن، طول و قطر میوه بیش از ۵۰ درصد بود (جدول ۱). دامنه تغییرات وزن میوه بین ۲۲۶/۵۷–۰/۶۷ گرم متغیر بود، که بیشترین میزان آن مربوط به گونه *P. bretschneideri* و کمترین آن مربوط به گونه *P. betulifolia* بود. همچنین دامنه تغییرات تنوع طول میوه بین ۱۰۰/۱۸–۸/۴۷ میلی‌متر متفاوت بود، همچنین درخصوص قطر میوه نیز تنوع بسیار بالایی در بین گونه‌های مورد بررسی مشاهده گردید، به‌طوری‌که بیش‌ترین قطر میوه (۶۵/۸۶ میلیمتر) در بین گونه‌های مورد بررسی متعلق به *P.communis* cv. Dargazi و کمترین (۹/۹۶ میلیمتر) آن متعلق به گونه *P. betulifolia* بود (جدول ۱). از دیرباز اندازه میوه به عنوان یک ویژگی مهم برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از طریق برنامه‌های اصلاحی در نظر گرفته شده است. تاتاری و همکاران (Tatari *et al.*, 2020)، در ارزیابی تنوع ژرم‌پلاسم بومی و وحشی گلابی در برخی مناطق کشور، گزارش کردند که بیش‌ترین وزن میوه ۳۲۵ گرم بود، که از بیش‌ترین میزان بدست آمده در این پژوهش بالاتر بود. همچنین خدیوی و همکاران (Khadivi *et al.*, 2020)، در بررسی صفات مورفولوژیک و پومولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف گونه گلابی *P. syriaca* Boiss، گزارش کردند که تنوع میوه در این گونه بین ۱۰ تا ۲۵ گرم متفاوت بود که نشان دهنده تنوع درون گونه‌ای چشمگیر در این گونه بود.

جدول ۱– میانگین، کمترین و بیشترین به همراه انحراف از معیار و ضریب تغییرات مقدار صفات مختلف گونه‌های مورد مطالعه.

صفات	میانگین	کمترین	بیشترین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
وزن میوه	۱۱۳/۶۲	۰/۶۷	۲۲۶/۵۷	۷۳/۹۷	۱۵۴/۴۸
طول میوه	۵۴/۳۲	۸/۴۷	۱۰۰/۱۸	۲۵/۵۲	۷۲/۷۰
قطر میوه	۳۷/۹۱	۹/۹۶	۶۵/۸۶	۱۷/۷۸	۵۲/۹۹
طول بذر	۷/۰۴	۳/۸۰	۱۰/۲۸	۱/۹۶	۲۶/۱۹
ضخامت بذر	۴/۱۳	۲/۳۰	۵/۹۷	۱/۰۵	۲۳/۱۸
قطر بذر	۲/۶۵	۱/۶۴	۳/۶۶	۰/۹۸	۳۳/۴۷
وزن هزار دانه بذر	۵۳/۷۵	۱۹/۹	۸۷/۶۰	۱۴/۷۳	۳۶/۴۳

فاز دوم: ارزیابی رشد رویشی گونه‌ها (برخی از مهمترین صفات)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر سه مرحله رشدی مورد ارزیابی شامل ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار گیاهچه‌های اولیه بود. در رابطه با صفت ارتفاع گیاهچه‌ها، در کلیه ارقام و پایه‌های رویشی مورد استفاده روند افزایشی ارتفاع در بازه زمانی کشت تا ۱۶۰ روز به صورت معنی‌داری مشاهده شد. با وجود انتخاب گیاهچه‌های ۲ تا ۳ برگچه‌ای و طول کم، در بازه زمانی ۷۰ روز پس از استقرار، در کلیه گونه‌ها و پایه‌های رویشی مورد ارزیابی، رشد نسبی صورت گرفته و دامنه رشدی ۷ تا ۱۹/۸ سانتی‌متر را به ترتیب با کم‌ترین ارتفاع در گونه *P. pashia* و بیش‌ترین ارتفاع در گیاهچه‌های بذری رقم درگزی از گونه *P. communis* مشاهده شد (جدول ۲). همچنین بیش‌ترین شیب رشدی بین مرحله ۷۰ تا ۱۲۰ روز در صفت ارتفاع، در گیاهچه‌های بذری رقم درگزی از گونه *P. communis* مشاهده شد که از ارتفاع ۱۹/۸ سانتی‌متر در مرحله ۷۰ روز به ارتفاع بیش از ۱۱۳ سانتی‌متر در مرحله ۱۲۰ روز پس از استقرار رسید (جدول ۲). همچنین گیاهچه‌های حاصل از گونه *P. syriaca* که در مرحله ۷۰ روز با ۹/۴ سانتی‌متر، از رشد نسبتاً کمی در مقایسه با گیاهچه‌های بذری رقم درگزی از گونه *P. communis* برخوردار بودند، در مرحله ۱۲۰ روز نیز با کم‌ترین شیب رشد در بین کلیه گونه‌ها و ارقام مورد استفاده، به ارتفاع ۲۵/۳۳ سانتی‌متر در مرحله ۱۲۰ روز پس از استقرار رسیدند. مقایسه رشد نهائی گونه‌ها و ارقام مورد استفاده در جدول ۲ نشان می‌دهد که گیاهچه‌های بذری رقم درگزی از گونه *P. communis* در مرحله ۱۶۰ روز پس از استقرار با ۱۴۵/۶ سانتی‌متر بیش‌ترین ارتفاع و گیاهچه‌های گونه *P. syriaca* با ۵۶/۱۰ سانتی‌متر کم‌ترین ارتفاع را از خود نشان دادند. همچنین گونه‌های مورد ارزیابی منشاء گرفته از جنوب شرقی آسیا شامل سه گونه *P. calleryana*، *P. betulifolia* و *P. bretschneideri* در گروه گونه‌های پر رشد بوده به صورتی که به ترتیب پس از دوره ۱۲۰ روز از استقرار، به ترتیب به ارتفاع ۱۰۷/۲۰، ۹۸/۸۰ و ۱۳۲/۰ سانتی‌متر رسیدند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، گونه *P. hyrcana* در کنار گلابی رقم درگزی از قدرت رشد نسبتا بالائی برخوردار بود، که احتمالاً پتانسیل لازم برای احداث باغ‌های گلابی با تراکم پایین در مناطق پر تنش را دارا می‌باشد.

همچنین نتایج نشان داد که سه پایه رویشی مورد استفاده شامل پایه پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 نیز پس از گونه پاکوتاه *P. syriaca* به ترتیب با ۷۳/۳۳، ۶۰/۰ و ۶۸/۸۷ سانتی‌متر در گروه پاکوتاه‌ترین مواد گیاهی مورد ارزیابی در این تحقیق بودند (جدول ۲). نتایج حاصله در رابطه با سه گونه منشاء گرفته از جنوب شرقی آسیا مبنی بر رشد قابل توجه این سه گونه در سایر بررسی‌ها نیز مورد گزارش قرار گرفته است. بر اساس گزارش استرن (Stern, 2008)، بیش‌ترین رشد رویشی در بین گونه‌های مختلف گلابی مورد استفاده در تحقیق مورد نظر، در گونه *P. betulifolia* و سپس در پایه‌های منشاء گرفته از گونه *P. communis* دیده شد. همچنین در مقایسه انجام گرفته توسط لیت (Leigh, 1994) در رابطه با میزان رشد پایه‌های منشاء گرفته از دو گونه *P. calleryana* و *P. communis*، رشد بیش از حد زیادی در پایه‌های گونه اول گزارش شد، که هر دو بررسی با نتایج تحقیق حاضر در انطباق است. مقایسه رشد دیگر گونه‌ها با گونه‌های منشاء گرفته از جنوب شرقی آسیا نشان می‌دهد که گونه‌های شمال ایران و ژنوتیپ‌های متعلق به گونه *P. communis* که از نواحی اطراف دریای خزر منشاء گرفته است نیز از رشد بالائی برخوردار است، به این صورت که دو ژنوتیپ LGI477 و LGI456 همراه با گیاهچه‌های رقم درگزی از گونه *P. communis* تقریباً همگی در بین پررشدترین گونه‌ها بودند (جدول ۳). رشد زیاد و عمودی رقم درگزی حتی به صورت رقم پیوندی در تحقیقات قبلی توسط عبدالهی (Abdollahi, 2021) مورد گزارش قرار گرفته است، لیکن در مشاهدات نهالستانی هم گیاهچه‌های حاصل از کشت بذر این رقم، دارای رشد زیاد و سبب القاء رشد قابل‌توجهی در رقم پیوندی خواهد شد. به این ترتیب، علاوه بر گونه‌های جنوب شرقی آسیا، گونه‌های اطراف ناحیه دریای خزر و دانهال‌های بذری حاصل از ارقام گزینش شده از این مناطق و مناطق شمال شرق ایران نظیر استان گلستان، به عنوان گونه‌های پررشد قابل طبقه‌بندی می‌باشند.

جدول ۲- خصوصیات رویشی دانهال‌های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی مورد ارزیابی در گلخانه، در مراحل ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار.

گونه/ پایه	ارتفاع گیاهچه (cm)			محیط ساقه (mm^2)		
	۷۰ روز	۱۲۰ روز	۱۶۰ روز	۷۰ روز	۱۲۰ روز	۱۶۰ روز
P. calleryana	۱۱/۸۰ bc	۶۸/۰۰ cd	۱۰۷/۲۰ cd	۶/۱۵ c	۱۹/۶۵ b	۳۱/۷۱ b
P. betulifolia	۱۰/۸۰ bcd	۵۲/۶۶ d	۹۸/۸۰ def	۸/۲۸ abc	۱۴/۰۶ ed	۲۶/۰۹ b
P. bretschneideri	۱۱/۴۰ bc	۶۰/۳۳ d	۱۳۲/۰۰ ab	۹/۳۲ ab	۱۶/۸۶ bcd	۳۲/۴۳ b

P. salicifolia	۱۰/۰۰ bcd	۴۱/۳۳ efg	۱۱۲/۷۰ cd	۶/۵۹ bc	۱۳/۸۱ ed	۲۸/۷۳ b
P. nivalis	۹/۰۰ bcd	۶۸/۳۳ cd	۱۱۹/۰۰ bc	۷/۲۲ abc	۱۷/۳۹ bcd	۲۸/۱۳ b
P. amygdaliformis	۱۰/۲۰ bcd	۴۸/۳۳ ef	۸۲/۶۶ fg	۶/۷۱ bc	۱۵/۵۱ cd	۲۱/۵۰ b
P. syriaca	۹/۴۰ bcd	۲۵/۳۳ g	۵۶/۱۰ h	۸/۴۱ abc	۱۴/۳۱ ed	۳۰/۴۲ b
P. pashia	۷/۰۰ d	۳۸/۳۳ efg	۸۵/۳۰ efg	۶/۵۹ bc	۱۶/۹۸ bcd	۳۶/۵۸ b
P. cordata	۸/۰۰ cd	۳۱/۶۶ fg	۷۸/۵۴ g	۷/۵۶ abc	۱۱/۰۵ e	۲۲/۸۲ b
P. hyrcana	۸/۰۰ cd	۷۴/۶۶ bc	۱۱۹/۱۰ bc	۶/۶۲ bc	۲۰/۰۳ b	۲۹/۹۵ b
Q1 Rootstock	۱۳/۱۷ b	۴۳/۳۳ efg	۱۱۰/۷۰ cd	۹/۳۸ ab	۱۸/۳۳ bc	۵۸/۴۹ a
P. communis cv. Dargazi	۱۹/۸۰ a	۱۱۳/۳۳ a	۱۴۵/۶۰ a	۹/۷۰ a	۲۶/۰۳ a	۳۵/۶۳ b
P. communis cv. LGI477	۱۰/۷۰ bcd	۳۶/۲۳ efg	۹۲/۶۶ ef	۶/۶۲ bc	۱۱/۶۴ e	۲۷/۹۱ b
P. communis cv. LGI456	۱۱/۹۰ b	۸۷/۳۳ b	۱۰۲/۸۰ cde	۷/۵۰ abc	۲۴/۹۰ b	۳۷/۹۶ ab
پایه رویشی پیرودوارف	۱۰/۱۴ bcd	۳۸/۱۲ efg	۷۳/۳۳ g	۶/۸۱ bc	۱۷/۶۷ bcd	۲۷/۶۶ b
پایه رویشی کوئینس EMA	۱۱/۳۸ bc	۳۵/۴۷ efg	۶۰/۰۰ h	۷/۷۲ abc	۱۵/۲۹ cd	۲۲/۳۵ b
پایه رویشی کوئینس BA29	۱۳/۷۰ b	۳۷/۶۳ efg	۶۸/۸۷ g	۷/۱۹ bc	۱۹/۸۷ b	۲۳/۷۳ b

- میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، براساس آزمون LSD می‌باشد.

فاز سوم: اعمال تنش خشکی (برخی از مهمترین صفات)

آزمون مقایسه‌ای نشان داد که تفاوت میان گونه‌ها در اغلب صفات مورفولوژیک مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار بوده و گونه‌های مختلف، استراتژی‌های متفاوتی را در پاسخ به تنش خشکی اتخاذ کردند. بررسی اثر ساده تنش خشکی بر صفات وزن تر و خشک اندام هوایی (شاخه و برگ) و ریشه گونه‌ها و پایه‌های رویشی مورد مطالعه نشان داد که، تنش خشکی تاثیر معنی‌داری بر روی وزن خشک اندام هوایی نداشت، اما درخصوص صفات وزن تر اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه کاهش معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۳)، به عبارت دیگر تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در وزن تر اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه گونه‌ها و پایه‌های رویشی مورد مطالعه شد. همچنین اثر ساده گونه‌ها و پایه‌های رویشی مورد بررسی در رابطه با صفات ذکر شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳)، به‌طوریکه تنوع قابل ملاحظه‌ای در بین مواد گیاهی مورد بررسی مشاهده شد. دانهال حاصل از رقم درگزی دارای بیشترین میزان وزن تر (۱۱۱/۲۰ گرم) و خشک اندام هوایی (۷۳/۱۲ گرم) و همچنین بیشترین میزان وزن خشک ریشه (۴۹/۲۹ گرم) بود، بیشترین میزان وزن تر ریشه (۱۰۰ گرم) نیز در دانهال حاصل از گونه *P. calleryana* مشاهده شد (جدول ۳). پایه رویشی کوئینس BA29 دارای کمترین میزان وزن تر اندام هوایی و بیشترین مقدار وزن تر ریشه بود. از نظر صفات وزن تر اندام هوایی و ریشه و همچنین وزن خشک ریشه بین دو پایه رویشی کوئینس مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت (جدول ۳).

جدول ۳– مقایسه میانگین برای اثر اصلی تنش خشکی، گونه‌ها و پایه‌های رویشی مورد مطالعه بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه. داده ها نشان دهنده میانگین ۱۰ تکرار است.

تیمارها	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)
تنش خشکی				
شاهد	۵۴/۷۹a	۳۱/۱۱ a	۶۲/۰۱ a	۲۷/۹۹ a
تنش	۴۲/۵۵ b	۳۰/۲۶ a	۵۴/۲۵ b	۲۲/۸۵ b
گونه/ پایه رویشی				
P. nivalis	۴۹/۴۶ f	۲۹/۶۲ e	۵۳/۵۲ cd	۲۷/۳۹ c
P. pashia	۳۵/۵۵ h	۱۸/۲۵ fg	۳۱/۳۸ h	۱۱/۷۱ h
P. hyrcana	۴۱/۷۶ g	۲۲/۰۵ f	۴۹/۶۸ d-f	۱۹/۶۵ g
P. syriaca	۲۱/۱۷ j	۸/۴۷ i	۴۳/۰۳ g	۲۱/۳۷ fg
P. betulifolia	۵۴/۷۱ de	۳۷/۷۴ d	۴۷/۵۲e-g	۲۱/۶۱ fg
P. calleryana	۵۹/۴۰ d	۴۳/۸۳ c	۱۰۰/۰۰a	۴۱/۱۹ b
P. amygdaliformis	۲۹/۱۹ i	۱۷/۰۴ g	۵۶/۵۳ c	۲۲/۳۰ ef

Q1 (*Pyrus* spp)	۵۱/۶۱ ef	۳۸/۶۳ d	۹۳/۹۷ b	۳۹/۰۶ b
P. communis cv. Dargazi	۱۱۱/۲۰ a	۷۳/۱۲ a	۵۲/۳۷ c-e	۴۹/۲۹ a
P. communis cv. LGI477	۹۰/۳۷ b	۶۳/۱۵ b	۵۶/۹۷ c	۲۰/۸۷ fg
P. communis cv. LGI456	۶۸/۳۶ c	۴۲/۷۱ cd	۴۶/۹۰ fg	۲۱/۵۱ fg
Clone of Pyrodwarf	۳۱/۰۰ hi	۱۵/۱۹ gh	۲۹/۴۳ h	۱۰/۱۹ h
Clone of EMA	۲۹/۰۳ j	۹/۰۵ i	۴۷/۴۸ e-g	۲۴/۲۳ de
Clone of BA29	۱۸/۶۲ j	۱۰/۷۰ hi	۱۰۵/۰۰ a	۲۵/۴۸ cd

– میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، براساس آزمون LSD می‌باشد.

فاز چهارم: ارزیابی برهمکنش پایه پیوندک (برخی از مهمترین صفات)

جدول ۴ نشان دهنده، ویژگی‌های رشدی و درصد موفقیت پیوند در گونه‌ها و پایه‌های رویشی مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بالاترین درصد موفقیت پیوند (۱۰۰٪) در پایه‌های *P. callervana*، Q1 (*Pyrus* spp) و *P. communis* رقم درگزی مشاهده شده است، که نشان‌دهنده سازگاری بالا و قابلیت پیوندپذیری مناسب این پایه‌ها با پیوندک رقم لوئیزبون است. در مقابل، کمترین درصد موفقیت پیوند مربوط به پایه‌های کوئینس EMA و BA29 بود. از نظر رشد نهال، بیشترین ارتفاع نهال مربوط به گونه Q1 با میانگین ۱۱۹/۳۳ سانتی‌متر بود که می‌تواند نشان‌دهنده قدرت رشد رویشی بالای این پایه باشد که با نتایج میدانی مشاهده شده کاملاً مطابقت دارد. همچنین، بیشترین تعداد میان‌گره (۳۱/۰۰) در *گونه* Q1 وجود داشت (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مختلف رویشی و درصد گیرایی پیوند درختان رقم لوئیزبون بر روی گونه‌ها و پایه‌های تجاری مختلف گلابی. داده ها نشان دهنده میانگین ۱۰ تکرار است.

گونه/ پایه رویشی	قطر پایه (mm)	قطر پیوندک (mm)	ارتفاع نهال (cm)	تعداد میان گره	درصد گیرائی پیوند
P. nivalis	۹/۸	۸/۰۱	۸۱/۶۷	۲۴/۰۰	۹۳/۶۷
P. betulifolia	۱۰/۶۵	۹/۶۷	۱۱۱/۶۷	۲۷/۰۰	۹۵/۳۳
P. calleryana	۱۰/۸۷	۹/۸۰	۹۲/۰۰	۲۹/۶۷	۱۰۰/۰۰
P. bretechneideri	۱۰/۳۱	۸/۵۳	۶۴/۰۰	۲۵/۰۰	۸۵/۳۳
P. Salicifolia	۱۰/۵۸	۷/۴۳	۷۹/۶۷	۲۸/۰۰	۸۹/۰۰
P. amygdaliformis	۹/۵۷	۹/۰۱	۱۱۲/۰۰	۳۰/۰۰	۹۴/۳۳
Q1 (*Pyrus* spp)	۱۳/۵۳	۹/۷۹	۱۱۹/۳۳	۳۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
P. communis cv. Dargazi	۱۳/۰۷	۹/۳۸	۸۵/۳۳	۲۵/۰۰	۱۰۰/۰۰
P. communis cv. LGI477	۱۰/۴۰	۶/۴۹	۳۴/۶۷	۱۵/۳۳	۸۸/۳۳
P. communis cv. LGI456	۱۰/۰۳	۷/۰۷	۵۸/۰۰	۲۰/۰۰	۹۸/۳۳
Clone of Pyrodwarf	۸/۳۷	۶/۱۴	۴۷/۶۷	۱۶/۰۰	۹۸/۳۳
Clone of EMA	۱۱/۸۹	۷/۰۸	۸۱/۰۰	۲۴/۳۳	۸۳/۰۰
Clone of BA29	۱۱/۲۵	۷/۸۹	۷۰/۶۷	۲۴/۰۰	۸۴/۶۷

فاز پنجم: ارزیابی سازگاری در شرایط باغ

بطورکلی نتایج حاصل از ارزیابی‌های میدانی و بررسی خصوصیات مورفولوژیک و سازگاری پایه و پیوندک و همچنین بررسی میزان رشد رویشی درختان گلابی روی پایه‌های مختلف مورد بررسی نشان داد که، ارقام پیوند شده روی پایه‌های اشاره شده از سازگاری مناسبی برخوردار بودند. همچنین مطالعات میدانی نشان داد که با وجود اینکه استان تهران یکی از مراکز پراکنش بیماری آتشک است و این بیماری هر ساله به باغ‌های گلابی خسارات قابل توجهی وارد می‌کند، هیچکدام از درختان مورد مطالعه در این تحقیق علائم خسارت بیماری آتشک را نشان ندادند. در پایان می‌توان چنین نتیجه گرفت که روند کامل اجرای پروژه ارزیابی گونه‌های مختلف جنس *Pyrus* و پایه‌های رویشی

از مرحله جمع‌آوری میوه، تکثیر، اعمال تنش خشکی و پیوند با رقم تجاری و ارزیابی سازگاری به‌طور جامع در طی ۵ سال مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). عملیات پیوند در شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای (شکل A ۲) با هدف افزایش درصد موفقیت پیوند و بهبود سازگاری بین پایه و پیوندک انجام شد. پس از گذشت یک سال، رشد مناسب پیوندک‌ها و گل‌دهی در برخی از مواد گیاهی در محیط گلخانه‌ای مشاهده گردید (شکل B ۲) ، که حاکی از موفقیت در فرآیند پیوند و آغاز مراحل اولیه رشد بود. پس از گذشت یک سال نهال‌های یک‌ساله به باغ تحقیقاتی منتقل و جهت ارزیابی سازگاری در شرایط طبیعی کاشته شدند که نتایج رشد و استقرار مناسب در شکل ۲ قسمت C قابل مشاهده است. در بهار سال ۱۴۰۴، آغاز گل‌دهی در نهال‌ها مشاهده شد که نشان‌دهنده ورود به فاز زایشی در برخی از ژنوتیپ‌ها بود (شکل D ۲). همچنین، در برخی از نهال‌های دو ساله، تشکیل میوه به‌طور مطلوب و موفقیت‌آمیز مشاهده گردید (شکل E ۲) که این امر حاکی از استقرار صحیح پیوند و سازگاری مطلوب بین پایه و پیوندک می‌باشد. به طورکلی نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج و مشاهدات عبداللهی و حسنی (Abdollahi and Hassani, 2021) در رابطه با خصوصیات رویشی و زودباردهی برخی از ارقام تجاری گلابی اروپائی متحمل به بیماری آتشک روی پایه‌های نیمه پاکوتاه کننده پیرودوارف و $OH\times F87^{TM}$ سازگاری و مطابقت کامل دارد.

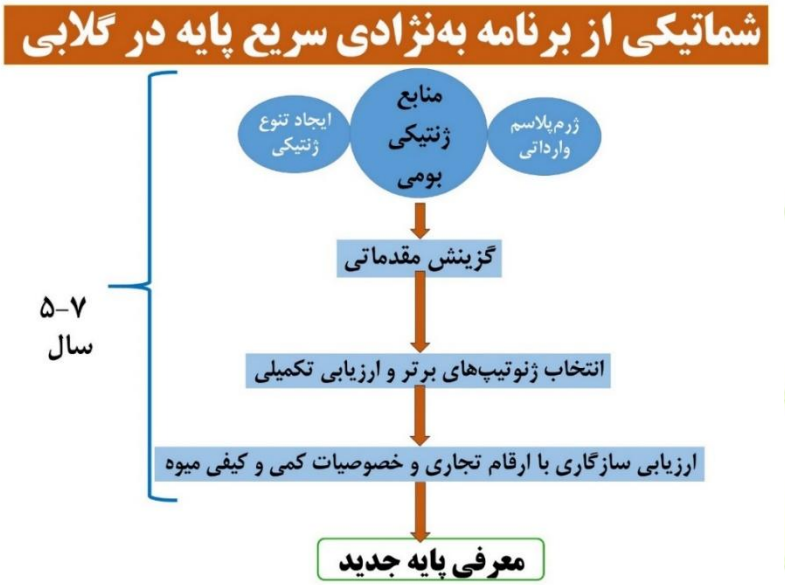


شکل ۲- تصاویر مربوط به مراحل مختلف پژوهش، پیوند و ارزیابی سازگاری گونه‌ها و پایه‌های رویشی در شرایط کنترل‌شده و باغ. (**A**) انجام عملیات پیوند بر روی پایه‌های یک‌ساله در گلخانه (توسط مهندس نعمت‌زاده، تکنسین سابق مؤسسه تحقیقات باغبانی) (سال ۱۴۰۱)، (**B**) رشد موفق پیوندک‌ها در شرایط کنترل‌شده و شروع گلدهی در برخی مواد گیاهی پس از یک سال (۱۴۰۲)، (**C**) کاشت نهال‌های یک‌ساله در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و انجام مراقبت‌های لازم برای بررسی سازگاری در شرایط طبیعی باغ (۱۴۰۳)، (**D**) فرم رشد مناسب و گلدهی و ورود به فاز زایشی در بهار ۱۴۰۴، (**E**) گرده‌افشانی موفق و تشکیل میوه در برخی از نهال‌های دو ساله، بیانگر موفقیت در استقرار پیوند و پتانسیل زودباردهی در مواد گیاهی مورد بررسی.

فاز ششم: چشم انداز آینده و راهبردها

برنامه اصلاح پایه در گلابی، با تکیه بر پتانسیل تنوع ژنتیکی موجود در منابع بومی و وارداتی و اعمال استراتژی‌های گزینش هدفمند، امکان شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر با صفات زراعی مطلوب را فراهم می‌آورد. پژوهش حاضر، مراحل اجرایی این رویکرد را از جمع‌آوری ژرم‌پلاسم، ارزیابی، تکثیر، گزینش نسبت به تنش خشکی، پیوند موفقیت‌آمیز در شرایط کنترل‌شده گلخانه با ارقام تجاری، تا استقرار نهال‌ها در محیط باغ و ظهور ویژگی‌های ارزشمند نظیر رشد بهینه، گلدهی مناسب و تشکیل میوه در سال‌های آتی را به تصویر می‌کشد. ارزیابی دقیق میزان سازگاری ژنوتیپ‌های منتخب با ارقام تجاری متداول و بررسی جامع خصوصیات کمی و کیفی میوه تولیدی، گامی بنیادین در راستای معرفی پایه‌های جدید با عملکرد ممتاز و ویژگی‌های بازارپسند تا حدی مقاوم به تنش خشکی محسوب می‌گردد. در راستای چالش فراگیر تنش خشکی در اقلیم ایران و ضرورت دستیابی به ارقام و پایه‌های مقاوم به این عامل محدودکننده، چشم‌انداز آتی برنامه اصلاح پایه

در گلابی از اهمیت مضاعفی برخوردار است. برنامه‌های آتی با اولویت‌دهی به شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های بومی و وارداتی با سطح بالای تحمل به شرایط کم‌آبی، می‌توانند نقش مؤثری در تضمین توسعه پایدار باغ‌های گلابی در سطح ملی ایفا نمایند. به‌کارگیری روش‌های نوین ژنتیکی و فیزیولوژیکی در ارزیابی دقیق مکانیسم‌های تحمل به خشکی، همراه با ادغام دانش مرتبط با روش‌های بهینه آبیاری و مدیریت کارآمد منابع آب، قادر به تولید پایه‌هایی با کارایی بالای مصرف آب و عملکرد زراعی مطلوب در شرایط محدودیت آبی خواهد بود. تعامل سازنده میان نهادهای تحقیقاتی، مراکز دانشگاهی و فعالان بخش خصوصی با هدف تبادل دانش و تجربیات، و نیز ایجاد یک منبع ژنتیکی غنی از ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، می‌تواند مسیر روشنی را برای آینده صنعت گلابی ایران ترسیم نماید. هدف غایی، معرفی پایه‌هایی است که ضمن دارا بودن عملکرد کمی و کیفی قابل توجه، توانایی تحمل تنش خشکی را داشته و به پایداری تولید در مواجهه با تغییرات اقلیمی کشور یاری رسانند.



شکل ۳- شمایی از برنامه به‌نژادی سریع پایه در گلابی که در پژوهش حاضر دنبال می‌شود.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

سپاسگزاری

پژوهش حاضر با حمایت آزمایشگاه اصلاح و فیزیولوژی درختان میوه (پومولوژی)، گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است که تشکر می‌شود.

منابع

بی‌نام. ۱۴۰۲. آمارنامه محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی، ایران.

Abdollahi, H. 2021. Comparison of bearing and yield efficiency of commercial pear cultivars on Pyrodwarf semi-dwarfing rootstock. Seed and Plant Journal, 37(4): 399–423. (in Persian).

Abdollahi, H. and Hassani, H. 2021. Vegetative characteristics and early bearing of some fire blight tolerant European pear cultivars on semi-dwarfing Pyrodwarf® and OH × F87TM rootstocks. Seed and Plant Journal, 37(1): 41–62. (in Persian).

Khadivi, A., Mirheidari, F., Moradi, Y. and Paryan, S. 2020. Morphological and pomological characterizations of *Pyrus syriaca* Boiss. germplasm. Scientia Horticulturae, 271: 109–118.

Leigh, I. 1994. Rootstocks for pears. Department of Primary Industries & Victoria, Department of Primary Industries, Victoria, Australia.

Stern, R.A. 2008. *Pyrus betulifolia* is the best rootstock for the 'Coscia' pear in the warm climate of Israel. Acta Horticulturae, 800: 631–638.

Tatari, M., Ghasemi, A. and Mousavi, A. 2020. Diversity of local and wild pear germplasm in central regions of Iran. International Journal of Fruit Science, 20(sup2): S432–S447.

Wilkes, G. 1984. Germplasm conservation toward the year 2000: Potential for new crops and enhancement of present crops. In: *Symposium on Plant Genetic Resources, Boulder, Colo. (USA), 1984*. Westview Press.

Zhang, Y., Cao, Y.F., Huo, H.L., Xu, J.Y., Tian, L.M., Dong, X.G., ... and Chao, L.I.U. 2022. An assessment of the genetic diversity of pear (*Pyrus* L.) germplasm resources based on the fruit phenotypic traits. Journal of Integrative Agriculture, 21(8): 2275–2290.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Iranian *Pyrus* Genetic Resources for Drought Tolerance: Five Years of Progress in Identifying Superior Genotypes and Breeding Strategies

Ali Rezaei[1*], Kazem Arzani[1] and Hamid Abdollahi[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
Corresponding Author: ali.rezaei@modares.ac.ir

Abstract

This study was conducted between 2020 and 2025 to collect and evaluate pomological traits, vegetative growth, drought tolerance, graft compatibility, and adaptability of different *Pyrus* species in comparison with commonly used clonal rootstocks in Iran. The results of pomological trait evaluations revealed that among the studied species, *P. salicifolia* and *P. hyrcana* exhibited the highest and lowest seed thickness, respectively, a characteristic that may serve as a distinguishing factor among species. The highest and lowest fruit weights were observed in *P. bretschneideri* (226.5 g) and *P. betulifolia* (0.67 g), respectively. Vegetative growth assessments of the species and commercial rootstocks showed that *P. syriaca* and subsequently the clonal rootstocks had the most dwarfing effect, while the highest growth was recorded in seedling progeny of *P. communis* (derived from the 'Dargazi' cultivar) and then in *P. bretschneideri*. Moreover, three *Pyrus* species originating from Southeast Asia were among the most vigorous in growth. Regarding drought stress, the findings indicated significant genetic diversity in drought tolerance among the studied species based on morphological and physiological traits. Drought stress significantly reduced both fresh and dry weights of shoots and roots. In terms of graft compatibility with the 'Louise Bonne' cultivar, all evaluated rootstocks demonstrated high graft success. After one year of field adaptation assessment, favorable scion growth and flowering in some of the grafted materials indicated successful graft union formation, establishment under natural conditions, and the initiation of reproductive and fruiting stages.

Keywords: Germplasm, Iranian pear, Rootstock breeding, Rootstock-scion relationship.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات نیترات پتاسیم و باکتری‌های محرک رشد بر میزان تبادلات گازی لیموترش رقم مکزیکن لایم تحت تنش خشکی

ثریا معلای مزرعی[1*]، اسمعیل خالقی[1] و نعیمه عنایتی ضمیر[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *khaleghi@scu.ac.ir*

چکیده

تنش خشکی، یکی از چالش‌های اساسی در رشد و تولید گیاهان به شمار می‌آید که اثرات شگرفی بر فرایندهای فیزیولوژیک آن‌ها دارد. در این راستا، استفاده از استراتژی‌هایی مانند محلول‌پاشی نیترات پتاسیم (KNO_3) و به‌کارگیری باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌عنوان روش‌های مؤثر برای افزایش حد تحمل گیاهان به تنش خشکی شناخته می‌شود؛ لذا این مطالعه به‌منظور بررسی اثر استفاده از نیترات پتاسیم و باکتری‌های محرک رشد بر روی میزان تبادلات گازی نهال‌های یک‌ساله لیموترش تحت تنش خشکی در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی به روش اندازه‌گیری تکراری در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. در این آزمایش باکتری محرک رشد در پنج سطح Enterobacter cloacae E1، Bacillus sp. CS1، Enterobacter cloacae R33، کنسرسیوم سه سویه یاد شده و شاهد (عدم تلقیح باکتری) همراه با محلول‌پاشی برگی نیترات پتاسیم در دو سطح (۰ و ۲ درصد وزنی/حجمی) و سه رژیم آبیاری مختلف (۴۰، ۷۰، ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق) به‌عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اندازه‌گیری در ۱۸۰ روز پس از آغاز آزمایش، کاهش میزان آبیاری به ۷۰ و ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق به ترتیب میزان فتوسنتز را ۲۵/۵ و ۴۶/۷ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داد. بیشترین میزان فتوسنتز و تعرق در گیاهان تحت رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق، محلول‌پاشی شده با نیترات پتاسیم ۲ درصد همراه با تلقیح باکتری CS1 و R33 به دست آمد. همچنین هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسید زیر روزنه‌ای در گیاهان محلول‌پاشی شده با ۲۰ گرم در لیتر نیترات پتاسیم و تلقیح باکتری‌های E1، CS1، R33، کنسرسیوم سه باکتری و بدون تلقیح باکتری در همین رژیم آبیاری در طی ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز پس از اعمال تیمار بیشتر بود. به‌طورکلی نتایج نشان داد که ترکیب نیترات پتاسیم و باکتری‌های محرک رشد تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود تبادلات گازی گیاه لیموترش در برابر تنش خشکی داشت که می‌تواند به تولیدکنندگان نهال لیموترش در جهت کاهش تنش خشکی کمک قابل‌توجهی کند.

واژه‌های کلیدی: تعرق، دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای.

مقدمه

تنش خشکی به عنوان یکی از عوامل محدودکننده اصلی در کاهش بهره‌وری محصولات کشاورزی در جهان شناخته شده است (Thirumurugan, et al., 2018) و بسیاری از واکنش های مهم و اساسی گیاه، از متابولیسم سلولی تا تغییرات در نرخ رشد و عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تنش خشکی با کاهش هدایت روزنه‌ای، جذب دی‌اکسیدکربن را کاهش داده و در نتیجه منجر به کاهش تبادلات گازی در گیاه می‌شود. همچنین، با کاهش نرخ فتوسنتز و تعرق، رشد و بهره‌وری محدود می‌گردد (Simonneau et al., 2017). در شرایط تنش خشکی، تجمع گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن باعث ایجاد اختلالات فیزیولوژیکی

و بیوشیمیایی در گیاهان می‌شود (Khalvandi, et al., 2021). امروزه از روش‌های مختلفی نظیر محلول‌پاشی با نمک‌های پتاسیم، مواد تنظیم کننده رشد گیاهی، محلول‌پاشی با کائولین، تلقیح با باکتری‌های محرک رشد جهت تعدیل و کاهش اثرات سوء تنش خشکی استفاده می‌شود. باکتری‌های محرک رشد از طریق تثبیت نیتروژن، تجزیه فسفات و انحلال پذیری فسفر، تولید هورمون‌های گیاهی (مانند اکسین، جیبرلین، سیتوکینین و غیره)، افزایش محتوای آب نسبی موجب افزایش تحمل گیاه به تنش‌های زنده و غیرزنده می‌گردد. با عنایت به اینکه گیاه لیموترش به‌طور ویژه در برابر کمبود آب آسیب‌پذیر می‌باشد و این شرایط تأثیرات منفی قابل‌توجهی بر رشد و متابولیسم آن دارد. لذا پژوهشی با هدف بررسی اثر تیمار زیستی باکتری‌های محرک رشد و تیمار کودی نیترات پتاسیم بر میزان تبادلات گازی گیاه لیموترش تحت تنش خشکی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

نهال‌های یک‌ساله لیموترش از نهالستان تجاری در شهرستان دزفول، استان خوزستان، ایران تهیه شد و در گلدان‌های ۸ کیلوگرمی با بستر مخلوطی شامل یک سوم خاک زراعی، یک سوم ماسه و یک سوم کود حیوانی پوسیده کشت شدند. گیاهان پس از سازگاری یکماه با شرایط گلخانه‌ای، ریشه نهال‌ها با باکتری‌های محرک رشد در ۵ سطح Enterobacter cloacae E1 ، Bacillus sp. CS1، Enterobacter cloacae R33 و کنسرسیوم سه باکتری و بدون باکتری تلقیح گردید و یک هفته بعد تحت تیمار محلول‌پاشی نیترات پتاسیم در دو سطح صفر و ۲ درصد (وزنی/حجمی) قرار گرفتند. پس از تلقیح با باکتری محرک رشد و محلول‌پاشی با نیترات پتاسیم نهال‌ها تحت تیمار رژیم‌های آبیاری ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق (Khaleghi, 2012) به مدت سه ماه قرار گرفتند. اندازه‌گیری تبادلات گازی برگ (هدایت روزنه‌ای، تعرق، فتوسنتز، دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای) نهال‌های لیموترش در بازه زمانی ۱۱-۹ صبح با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز مدل LCI-SD انجام شد. در طی آزمایش میانگین دمای روز و شب به ترتیب ۲۵ و ۱۹ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی بین ۴۰ تا ۴۵ درصد و شدت نور ۴۵۰ وات بر متر مربع بود. pH آب آبیاری بین ۶/۲ تا ۶/۸ و هدایت الکتریکی در محدود ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر تنظیم شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (v.9.1) و جهت مقایسه میانگین داده ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p< ۰/۰۵$) استفاده شد.

نتایج و بحث

فتوسنتز

بررسی روند تغییرات فتوسنتز در جدول (۱) نشان داد که با گذشت زمان(۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز) پس از اعمال تیمار و کاهش آب آبیاری از ۱۰۰ به ۷۰ و ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق گیاه، میزان فتوسنتز کاهش یافت. بیشترین مقادیر فتوسنتز(۶/۳۱ و ۶/۶۶ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) در ۶۰ روز پس از اعمال تیمار در ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق و سطح صفر و ۲۰ گرم در لیتر نیترات پتاسیم در باکتری CS1 مشاهده گردید. کمترین میزان فتوسنتز (۱/۷میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) در ۱۸۰روز پس از اعمال تیمار درگیاهان با رژیم آبیاری ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق و بدون استفاده از نیترات پتاسیم و باکتری بدست آمد.

تعرق

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان×باکتری×نیترات پتاسیم×آبیاری بر میزان فتوسنتز و تعرق.

	فتوسنتز ($\mu molCO2.m^{-2}s^{-1}$)			تعرق ($mmol.m^{-2}s^{-1}$)			
	زمان اندازه			ازه			
باکتری	غلظت پتاسیم (%)	60	120	180	60	120	180
E1	2	5.76 ± 0.255	4.56 ± 0.005	3.98 ± 0.005	1.15 ± 0.026	1.03 ± 0.012	0.94 ± 0.008
	0	3.48 ± 0.057	3.87 ± 0.005	3.10 ± 0.005	0.55 ± 0.024	0.85 ± 0.025	0.85 ± 0.005
CS1	2	6.66 ± 0.015	5.67 ± 0.008	3.58 ± 0.005	1.54 ± 0.066	0.8 ± 0.335	0.82 ± 0.005
	0	6.31 ± 0.54	5.58 ± 0.005	3.44 ± 0.012	1.48 ± 0.071	0.95 ± 0.005	0.76 ± 0.008
R33	2	4.99 ± 0.443	4.22 ± 0.005	3.98 ± 0.005	1.36 ± 0.001	1.92 ± 0.012	0.83 ± 0.008
	0	4.33 ± 0.246	3.97 ± 0.011	3.41 ± 0.008	0.91 ± 0.003	0.84 ± 0.005	0.82 ± 0.005
CONSERTIUM	2	5.14 ± 0.185	5.45 ± 0.003	3.27 ± 0.005	1.41 ± 0.000	1.25 ± 0.005	0.92 ± 0.005
	0	4.85 ± 0.341	4.24 ± 0.005	3.02 ± 0.005	1.01 ± 0.141	1.01 ± 0.008	0.89 ± 0.008
CONTROL	2	5.20 ± 0.139	4.48 ± 0.005	3.36 ± 0.005	1.55 ± 0.103	1.22 ± 0.008	0.81 ± 0.008
	0	5.12 ± 0.365	4.38 ± 0.005	3.21 ± 0.005	1.06 ± 0.005	0.98 ± 0.005	0.76 ± 0.012
E1	2	3.46 ± 0.136	3.34 ± 0.005	2.85 ± 0.005	0.98 ± 0.005	0.74 ± 0.008	0.61 ± 0.008
	0	2.56 ± 0.493	2.56 ± 0.005	2.46 ± 0.005	0.84 ± 0.000	0.62 ± 0.005	0.64 ± 0.008
CS1	2	4.58 ± 0.355	3.65 ± 0.008	3.39 ± 0.005	1.35 ± 0.005	1.31 ± 0.005	0.88 ± 0.011
	0	3.84 ± 0.363	3.66 ± 0.011	3.45 ± 0.005	1.26 ± 0.004	1.15 ± 0.008	0.68 ± 0.005
R33	2	3.57 ± 0.067	3.42 ± 0.012	2.83 ± 0.008	0.97 ± 0.015	0.62 ± 0.005	0.55 ± 0.005
	0	2.38 ± 0.271	3.42 ± 0.005	2.83 ± 0.008	0.63 ± 0.000	0.53 ± 0.008	0.46 ± 0.015
CONSERTIUM	2	4.66 ± 0.264	4.62 ± 0.005	3.09 ± 0.005	1.25 ± 0.037	1.13 ± 0.005	0.74 ± 0.016
	0	4.82 ± 0.361	4.23 ± 0.008	3.01 ± 0.005	1.09 ± 0.056	1.02 ± 0.005	0.75 ± 0.011
CONTROL	2	3.89 ± 0.043	3.28 ± 0.005	2.68 ± 0.005	0.85 ± 0.003	0.82 ± 0.008	0.64 ± 0.005
	0	3.77 ± 0.153	3.38 ± 0.005	2.39 ± 0.005	0.63 ± 0.002	0.73 ± 0.005	0.61 ± 0.008
E1	2	2.57 ± 0.179	2.68 ± 0.003	2.13 ± 0.005	1.1 ± 0.103	0.86 ± 0.008	0.48 ± 0.005
	0	2.54 ± 0.160	2.12 ± 0.008	2.32 ± 0.094	0.69 ± 0.069	0.53 ± 0.008	0.53 ± 0.008
CS1	2	4.26 ± 0.242	3.18 ± 0.005	2.67 ± 0.005	1.00 ± 0.014	0.92 ± 0.005	0.74 ± 0.015
	0	4.39 ± 0.055	3.03 ± 0.005	2.28 ± 0.061	0.98 ± 0.005	0.82 ± 0.012	0.70 ± 0.008
R33	2	3.56 ± 0.289	2.97 ± 0.005	1.70 ± 0.005	0.76 ± 0.009	0.61 ± 0.008	0.48 ± 0.008
	0	3.67 ± 0.057	3.01 ± 0.005	1.56 ± 0.005	0.57 ± 0.005	0.41 ± 0.008	0.33 ± 0.008
CONSERTIUM	2	2.60 ± 0.176	2.60 ± 0.005	2.46 ± 0.005	0.99 ± 0.004	0.77 ± 0.008	0.69 ± 0.006
	0	2.88 ± 0.165	2.65 ± 0.008	2.14 ± 0.008	0.88 ± 0.007	0.73 ± 0.012	0.60 ± 0.005
CONTROL	2	2.39 ± 0.326	2.15 ± 0.008	2.16 ± 0.008	0.53 ± 0.004	0.77 ± 0.005	0.69 ± 0.005
	0	2.06 ± 0.008	1.98 ± 0.005	1.71 ± 0.005	0.44 ± 0.014	0.31 ± 0.012	0.31 ± 0.005

بیشترین میزان تعرق در ۱۲۰ روز پس از اعمال تیمار در گیاهان کامل آبیاری شده و محلولپاشی با ۲۰ گرم در لیتر نیترات پتاسیم و حضور باکتری R33 (۱/۹۲ میلی مول بر مترمربع بر ثانیه) بود. همچنین، در پایان آزمایش و در سطح ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق مشخص گردید که میزان تعرق در گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های E1، CS1، R33 و کنسرسیوم سه باکتری و محلول پاشی شده با نیترات پتاسیم به ترتیب ۴۵/۵، ۱۲۴/۲، ۴۷/۲و ۱۱۰ درصد نسبت به گیاهان بدون تلقیح باکتری و بدون اعمال محلول‌پاشی کودی، بیشتر بود (جدول ۱).

هدایت روزنه‌ای

با عنایت به جدول (۲) مشخص شد که کمترین میزان هدایت روزنه‌ای در طی ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز پس از اعمال تیمار، مربوط به گیاهان آبیاری شده با رژیم آبیاری ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق و بدون اعمال تیمار باکتری و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم معادل ۰/۰۱۲ میلی‌مول برمترمربع بر ثانیه بود. درحالی‌که هدایت روزنه‌ای در گیاهان محلول‌پاشی شده با ۲۰ گرم در لیتر نیترات پتاسیم و تلقیح باکتری های E1، CS1، R33 ، کنسرسیوم سه باکتری و بدون تلقیح باکتری افزایش یافت.

دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای

باتوجه‌به جدول (۲) مشخص شد که بیشترین میزان دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای مربوط به گیاهان کامل آبیاری شده و عدم محلول‌پاشی با نیترات پتاسیم و تلقیح با باکتری CS1 در ۶۰ روز پس از اعمال تیمار بدست آمد (۴۰۸ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) همچنین مشخص شد که درطی سه دوره ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز پس از اعمال تیمار گیاهان تحت تنش آبیاری ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و

تعرق، تلقیح باکتری های E1، CS1، R33 و کنسرسیوم سه باکتری به همراه محلول‌پاشی با ۲۰ گرم در لیتر نیترات پتاسیم سبب بهبود میزان دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای برگ نسبت به گیاهان فاقد محلول‌پاشی و عدم تلقیح باکتری در این رژیم آبیاری گردید.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان×باکتری×نیترات پتاسیم×آبیاری بر میزان هدایت روزنه ای و دی اکسید کربن زیر روزنه ای.

$\mu mol.m^{-2}s^{-1}$			$mmol.m^{-2}s^{-1}$ هدایت روزنه				
ازه							
180	120	60	180	120	60	نیترات پتاسیم(%)	باکتری ق)
367 ± 0.577	373.6 ± 0.577	386.6 ± 1.732	0.06 ± 0.000	0.06 ± 0.000	0.08 ± 0.011	2	E1
302 ± 0.577	397 ± 0.577	394 ± 0.577	0.05 ± 0.001	0.06 ± 0.000	0.07 ± 0.005	0	
362 ± 0.577	388 ± 0.881	397 ± 8.192	0.07 ± 0.000	0.08 ± 0.000	0.01 ± 0.003	2	CS1
0.76 ± 0.577	362 ± 0.577	408 ± 5.567	0.06 ± 0.000	0.07 ± 0.000	0.09 ± 0.005	0	
394.6 ± 0.577	377.3 ± 0.577	394.5 ± 0.577	0.08 ± 0.000	0.08 ± 0.000	0.08 ± 0.003	2	R33
333 ± 0.577	352 ± 1.527	374.3 ± 0.881	0.07 ± 0.000	0.09 ± 0.000	0.09 ± 0.005	0	
336 ± 0.881	361 ± 0.881	350.6 ± 2.020	0.06 ± 0.000	0.07 ± 0.000	0.08 ± 0.005	2	CONSERTIUM
328.3 ± 0.577	336.6 ± 1.527	359 ± 0.881	0.06 ± 0.000	0.07 ± 0.000	0.09 ± 0.005	0	
311.6 ± 0.577	316.3 ± 0.577	318.3 ± 0.881	0.08 ± 0.000	0.01 ± 0.000	0.01 ± 0.003	2	CONTROL
296 ± 0.881	303 ± 1.201	315 ± 5.507	0.07 ± 0.000	0.09 ± 0.000	0.11 ± 0.005	0	
231 ± 0.577	251 ± 0.881	265 ± 1.666	0.05 ± 0.001	0.06 ± 0.000	0.07 ± 0.005	2	E1
214.3 ± 0.881	248 ± 0.881	256.3 ± 2.962	0.04 ± 0.000	0.04 ± 0.000	0.05 ± 0.005	0	
277 ± 1.527	317.3 ± 0.881	352 ± 1.732	0.05 ± 0.001	0.05 ± 0.000	0.08 ± 0.005	2	CS1
237.6 ± 0.881	350 ± 0.577	261.6 ± 2.185	0.04 ± 0.000	0.06 ± 0.001	0.07 ± 0.008	0	
326.3 ± 0.333	339.6 ± 0.881	355.6 ± 1.201	0.03 ± 0.001	0.04 ± 0.000	0.05 ± 0.005	2	R33
294 ± 1.452	309 ± 0.577	322 ± 0.881	0.02 ± 0.000	0.04 ± 0.002	0.04 ± 0.012	0	
312 ± 0.577	341.3 ± 0.666	372.3 ± 1.452	0.05 ± 0.000	0.06 ± 0.001	0.07 ± 0.012	2	CONSERTIUM
251.3 ± 1.000	279.3 ± 0.577	304.3 ± 0.577	0.04 ± 0.000	0.05 ± 0.003	0.06 ± 0.005	0	
280 ± 0.577	311.6 ± 0.881	328 ± 0.577	0.03 ± 0.000	0.05 ± 0.000	0.05 ± 0.005	2	CONTROL
273 ± 0.881	283.3 ± 1.452	294.6 ± 1.763	0.02 ± 0.000	0.03 ± 0.000	0.04 ± 0.012	0	
225.3 ± 0.666	232.3 ± 0.881	263.3 ± 0.881	0.03 ± 0.000	0.05 ± 0.000	0.05 ± 0.005	2	E1
202 ± 0.577	225.3 ± 0.577	252.6 ± 0.577	0.03 ± 0.000	0.03 ± 0.000	0.04 ± 0.012	0	
249 ± 0.577	263 ± 0.577	291.3 ± 0.881	0.04 ± 0.000	0.05 ± 0.000	0.06 ± 0.012	2	CS1
225.6 ± 0.577	244 ± 0.577	283.6 ± 0.577	0.03 ± 0.000	0.04 ± 0.000	0.05 ± 0.011	0	
318.6 ± 0.881	323 ± 0.577	329 ± 0.577	0.02 ± 0.000	0.02 ± 0.000	0.03 ± 0.005	2	R33
274.6 ± 0.577	302 ± 0.577	317.6 ± 0.577	0.01 ± 0.000	0.01 ± 0.000	0.02 ± 0.008	0	
267 ± 0.577	275 ± 0.577	282 ± 13.527	0.05 ± 0.000	0.06 ± 0.000	0.07 ± 0.005	2	CONSERTIUM
245 ± 0.577	262 ± 0.577	298.3 ± 0.577	0.05 ± 0.000	0.05 ± 0.000	0.06 ± 0.005	0	
193 ± 0.577	198.3 ± 0.881	222 ± 1.527	0.01 ± 0.000	0.02 ± 0.000	0.03 ± 0.005	2	CONTROL
188 ± 0.577	208 ± 0.577	218 ± 0.577	0.01 ± 0.000	0.02 ± 0.000	0.02 ± 0.005	0	

یافته‌های این آزمایش با سایر تحقیقات که نشان داد تنش خشکی باعث کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش تعرق و در نهایت کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌شود همخوانی داشت (Chaves et al. 2009; Lawlor et al., 2009). کاهش نرخ فتوسنتز در تنش خشکی به عوامل روزنه‌ای (عدم جذب دی‌اکسید کربن) و غیر روزنه‌ای (اختلاف در فعالیت کلروپلاست و فتوسیستم‌ها) و تخریب‌های حاصل از گونه‌های فعال اکسیژن نسبت داده می‌شود (Liu et al., 2019). در این پژوهش، تلقیح باکتری‌های محرک رشد همزمان با محلول‌پاشی ۲۰ گرم در لیتر نیترات پتاسیم توانست کارایی فتوسنتزی لیمو ترش را افزایش دهد. علاوه بر نقش موثر باکتری های محرک رشد می‌توان به نقش کلیدی پتاسیم در فعال‌سازی آنزیم‌های فتوسنتزی و تعادل بین جذب دی اکسید کربن و حفظ آب جهت بالا بردن نرخ فتوسنتز در شرایط کم آبی اشاره کرد. عملکردهای روزنه‌ای و کاهش آسیب‌های ساختاری دستگاه فتوسنتزی از طریق القای تجمع اسمولیت گیاهی از جمله اسید آبسیزیک، اکسین و سایر هورمون‌ها دیگر فواید باکتری های محرک رشد در تبادلات گازی هستند (Ouledali et al., 2019). از سوی دیگر، پتاسیم به عنوان عنصری کلیدی در بهبود هدایت آوندی و عملکرد سیستم های انتقال آب و مواد مغذی در گیاهان شناخته شده است

(Wang, et al., 2013). در این پژوهش، استفاده از نیترات پتاسیم موجب بهبود انتقال آب و مواد مغذی در آوندها شد و تعرق گیاه را در سطح مطلوبی حفظ نمود. این امر از خشک شدن بیش از حد سلول‌ها جلوگیری کرده و به طور کلی بهبود وضعیت فیزیولوژیکی گیاهان تحت تنش خشکی کمک شایانی کرده است.

منابع

Chaves, M., Flexas, J. and Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany, 103(4): 551–560.

Khaleghi, E. 2012. Response of young olive plants cv. Dezful to kaolin and water stress and mature olive trees cv. Zard to kaolin under specific environmental conditions of Fasa city. Ph.D. Thesis.

Khalvandi, M., Siosemardeh, A., Roohi, E. and Keramati, S. 2021. Salicylic acid alleviated the effect of drought stress on photosynthetic characteristics and leaf protein pattern in winter wheat. Heliyon, 7(1).

Lawlor, D.W. and Tezara, W. 2009. Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: A critical evaluation of mechanisms and integration of processes. Annals of Botany, 103(4): 561–579.

Liu, F., Ma, H., Peng, L., Du, Z., Ma, B. and Liu, X. 2019. Effect of the inoculation of plant growth-promoting rhizobacteria on the photosynthetic characteristics of *Sambucus williamsii* Hance container seedlings under drought stress. AMB Express, 9: 1–9.

Ouledali, S., Ennajeh, M., Ferrandino, A., Khemira, H., Schubert, A. and Secchi, F. 2019. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on the control of stomata functioning by abscisic acid (ABA) in drought-stressed olive plants. South African Journal of Botany, 121: 152–158.

Simonneau, T., Lebon, E., Coupel-Ledru, A., Marguerit, E., Rossdeutsch, L. and Ollat, N. 2017. Adapting plant material to face water stress in vineyards: Which physiological targets for an optimal control of plant water status? OENO One, 51(2): 167.

Thirumurugan, D., Cholarajan, A., Raja, S. and Vijayakumar, R. 2018. An introductory chapter: Secondary metabolites. In: *Secondary Metabolites – Sources and Applications*, 1: 13.

Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. International Journal of Molecular Sciences, 14(4): 7370–7390.

Effects of Potassium Nitrate and Growth-Promoting Bacteria on Gas Exchange Rate of Mexican Lime Cultivar Under Drought Stress

Soraya Moallaye Mazraei [1], Esmaeil Khaleghi[1*] and Naimeh Enayati Zamir[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: khaleghi@scu.ac.ir

Abstract

Drought stress is one of the major challenges in the growth and production of plants, significantly affecting their physiological processes. In this regard, strategies such as foliar application of potassium nitrate (KNO_3) and the use of plant growth-promoting bacteria (PGPB) are recognized as effective methods to enhance plants' tolerance to drought stress. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of potassium nitrate and growth-promoting bacteria on gas exchange rates in one-year-old lemon seedlings under drought stress, using a factorial experiment based on a completely randomized design with repeated measures in the greenhouse of the Faculty of Agriculture at Shahid Chamran University of Ahvaz. In this experiment, growth-promoting bacteria were applied at five levels: *Enterobacter cloacae* E1, *Bacillus* sp. CS1, *Enterobacter cloacae* R33, a three-strain consortium, and a control (no bacterial inoculation). These were combined with foliar spraying of potassium nitrate at two levels (0% and 2% w/v) and three different irrigation regimes (40%, 70%, and 100% of evaporation potential) as treatments. Results showed that, 180 days after the start of the experiment, reducing irrigation to 70% and 40% of evaporation potential decreased photosynthesis by 25.5% and 46.7%, respectively, compared to full irrigation. The highest rates of photosynthesis and transpiration were observed in plants under the 100% evaporation potential irrigation regime, sprayed with 2% potassium nitrate, and inoculated with bacteria CS1 and R33.Additionally, stomatal conductance and intercellular CO_2 concentration in plants sprayed with 20 g/L potassium nitrate and inoculated with bacteria E1, CS1, R33, a three-bacteria consortium, and without bacterial inoculation were higher at 60, 120, and 180 days after treatment.Overall, the results indicated that the combination of potassium nitrate and growth-promoting bacteria had a significant effect on improving gas exchange in lemon plants under drought stress, which could substantially assist lemon seedling producers in mitigating drought effects.

Keywords: Intercellular CO_2 concentration, Photosynthesis, Transpiration, Stomatal conductance.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر ترکیبات مختلف در تأمین نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری

علی تاج‌آبادی‌پور[1*] و زهرا شیبانی تذرجی[2]

۱- پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۲- گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *tajabadi@pri.ir*

چکیده

پرکاربردترین ترکیب برای رفع نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری و تسریع گل‌دهی آن‌ها در دهه اخیر، روغن ولک بوده است که می‌تواند سبب سرخشکیدگی شاخه‌ها، تغییر رنگ تنه، افزایش اندازه عدسک‌ها و افزایش ترشح صمغ از جوانه‌ها، سرشاخه‌ها و شاخه‌های چندساله شود. استفاده از ترکیبات جایگزین روغن ولک با کارایی مناسب و عوارض کمتر در درختان پسته ضروری است. روغن گیاهی سویا با غلظت ۶ درصد، با برطرف کردن نیاز سرمایی، موجب یکنواختی رشد میوه‌ها، کاهش انس، کاهش درصد پوکی، افزایش وزن صددانه، افزایش دو برابری تعداد پسته در خوشه و درصد خندانی و افزایش ۲/۵ برابری میزان محصول درختان پسته رقم اکبری شد. محلول‌پاشی دورمکس با غلظت ۴ درصد نیز با رفع نیاز سرمایی، تأثیر قابل‌توجهی بر زودگل‌دهی داشت و موجب ترشح صمغ به‌مراتب کمتری نسبت به روغن ولک در رقم اکبری شد. ترکیبات کولر و کولینگ زمان گل‌دهی و برگ‌دهی درختان پسته را نسبت به شاهد تسریع کردند. میزان ترشح صمغ از شاخه‌ها و جوانه‌ها و همچنین سرخشکیدگی درختان در تیمارهای کولر و کولینگ کمتر از روغن ولک بود. بیشترین میزان محصول در تیمار کولر و بیشترین وزن خوشه و تعداد پسته در خوشه در تیمار کولینگ مشاهده شد. بیشترین درصد خندانی نیز در تیمار ترکیبی کولینگ + روغن ولک به دست آمد. به‌طور کلی، بهترین تیمارها برای رفع نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری، به‌ترتیب دورمکس ۴ درصد، روغن ولک ۶ درصد و کولر ۴ درصد بودند.

کلمات کلیدی: پسته، دورمکس، گل‌دهی، نیاز سرمایی.

مقدمه

درختان پسته، همانند سایر درختان میوه مناطق معتدله، در چرخه رشد سالانه خود به یک دوره سرما نیاز دارند تا پس از آن، با فراهم شدن شرایط مناسب، رشد و شکوفایی طبیعی جوانه‌ها اتفاق بیفتد. این نیاز سرمایی، در محدوده دمایی صفر تا ۷ درجه سلسیوس، بسته به رقم از ۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ساعت متغیر است. در بین ارقام تجاری پسته، رقم اکبری با حدود ۱۲۰۰ ساعت، بیشترین نیاز سرمایی را دارد. طی دهه گذشته، وقوع زمستان‌های گرم‌تر از حد معمول در استان کرمان، به‌ویژه در شهرستان رفسنجان، ارقام پسته با نیاز سرمایی بالا، از جمله اکبری، را با مشکلات جدی مواجه کرده است. تأمین نشدن نیاز سرمایی می‌تواند پیامدهای نامطلوبی مانند کاهش رشد میان‌گره، کاهش تعداد برگچه‌ها، کاهش سطح برگ، افزایش درصد برگ‌های غیرطبیعی، کاهش تولید گرده، ریزش زیاد جوانه‌ها، تأخیر در گل‌دهی و برگ‌دهی، تشکیل تعداد کم میوه حتی در سال‌های پرمحصول، تشکیل گل به‌صورت جانبی و انتهایی روی شاخه‌های فصل جاری و کاهش عملکرد را به همراه داشته باشد (جوانشاه و همکاران، ۱۳۸۴).

گرمایش جهانی و تغییرات آب‌وهوایی موجب شده است که سالانه حجم زیادی از روغن ولک برای جبران نیاز سرمایی درختان پسته استفاده شود. تاکنون، علاوه بر روغن ولک، تأثیر روغن سویا (جوانشاه، ۱۳۸۴؛ جوانشاه و همکاران، ۱۳۹۷؛ تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹ الف)، ترکیبات کولر و کولینگ (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰) و دورمکس (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹ ب) برای رفع نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری بررسی شده است. در مورد اثرات مثبت و منفی روغن ولک اختلاف نظر وجود دارد و در برخی سال‌ها، استفاده از آن اثرات نامطلوبی بر درختان پسته، از جمله افزایش سرخشکیدگی و ترشح صمغ از تنه درخت، داشته است (Mirblouk et al., 2024). در سال‌های اخیر، بیشتر باغ‌های پسته رقم اکبری با مشکلات جدی مواجه شده‌اند و بسیاری از این باغ‌ها فاقد محصول بوده‌اند. بنابراین، انجام

پژوهش‌هایی در زمینه استفاده از ترکیبات جایگزین روغن ولک با کارایی مناسب در باغ‌های پسته، برای معرفی ترکیبات مناسب ضروری است.

مواد و روش‌ها

ترکیبات تأمین‌کننده نیاز سرمایی درختان پسته در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در اواخر بهمن‌ماه هر سال، روی درختان بارور پسته رقم اکبری در شهرستان انار، استان کرمان، طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳ محلول‌پاشی شدند. تیمارها شامل روغن ولک در غلظت‌های ۴ و ۶ درصد، روغن سویا در غلظت‌های ۴ و ۶ درصد، دورمکس ۴ درصد، کولر ۴ درصد و کولینگ ۴ درصد بود و برای تیمار شاهد از آب استفاده شد.

زمان باز شدن ۵ درصد گل‌ها به‌عنوان شروع گل‌دهی، زمان باز شدن ۵۰ درصد گل‌ها به‌عنوان اوج گل‌دهی و زمان باز شدن ۱۰۰ درصد گل‌ها به‌عنوان خاتمه گل‌دهی در نظر گرفته شد. تعداد روزهای بین شروع تا خاتمه گل‌دهی نیز به‌عنوان طول دوره گل‌دهی ثبت شد. در زمان برداشت، وزن خوشه، تعداد پسته در خوشه و سایر صفات کیفی و کمی میوه، شامل انس دانه، درصد خندانی، درصد دهان‌بسته و درصد پوکی، اندازه‌گیری شدند.

وزن کل خوشه، محور خوشه و وزن پسته‌های خندان خوشه با استفاده از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد پسته‌های خندان، دهان‌بسته دارای مغز کامل، نیمه‌مغز و پوک، ابتدا تعداد هر یک از این گروه‌ها در خوشه شمارش و سپس با توجه به تعداد کل پسته‌های موجود در خوشه، درصد مربوط به هر گروه محاسبه شد. تعداد پسته‌های خندان در یک انس (۲۸/۳ گرم) در تکرارهای مختلف هر تیمار شمارش و میانگین آن‌ها محاسبه شد.

همچنین، طول و قطر شاخه‌های سال جاری، به‌ترتیب با استفاده از خط‌کش و کولیس، و تعداد جوانه‌های گل تشکیل‌شده ثبت شد. خروج شیره آوندی از شاخه‌ها و تنه اصلی و همچنین سرخشکیدگی درختان در تیمارهای مختلف به‌صورت مشاهده‌ای ارزیابی شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

محلول‌پاشی روغن ولک در غلظت‌های ۴ و ۶ درصد موجب زودگل‌دهی شد. با افزایش غلظت روغن، گل‌دهی نیز زودتر انجام شد؛ به‌طوری‌که شروع گل‌دهی در تیمار روغن ولک ۶ درصد، نسبت به تیمار ولک ۴ درصد، ۴ روز زودتر بود (جدول ۱). پرمصرف‌ترین ترکیب برای رفع نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری در دهه اخیر، روغن ولک بوده است. روغن ولک موجب تسریع گل‌دهی در رقم اکبری می‌شود و در بسیاری از درختان خزان‌دار، از جمله سیب و پسته، اثرات مثبتی دارد (اصغری، ۱۳۸۱). روغن ولک با ایجاد یک لایه غیرقابل‌نفوذ، مانع ورود اکسیژن به جوانه می‌شود. کاهش اکسیژن می‌تواند موجب شکسته شدن رکود در جوانه‌های برگی هلو و جنین سیب شود. در این شرایط، گیاه برای انجام تنفس، فعالیت متابولیکی خود را افزایش داده و در نتیجه، تجزیه روغن و آغاز رشد جوانه‌ها تسریع می‌شود (اصغری، ۱۳۸۱).

روغن ولک یک روغن نفتی است و استفاده طولانی‌مدت از آن می‌تواند عوارض جانبی متعددی داشته باشد. این اثرات در برخی باغ‌هایی که با غلظت‌های بالای روغن ولک تیمار شده‌اند، به‌صورت سرخشکیدگی شاخه‌ها، تغییر رنگ تنه و افزایش اندازه عدسک‌ها مشاهده شده است (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰). روغن ولک با ایجاد پوشش روغنی روی جوانه‌ها، موجب محدود شدن تبادلات گازی و افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در داخل بافت‌ها می‌شود. در نتیجه، کاهش تنفس جوانه می‌تواند بر فعالیت جوانه‌ها و زمان شکوفایی آن‌ها تأثیر بگذارد (Qrunfleh, 2010).

روغن سویا نیز در رفع نیاز سرمایی درختان نقش دارد. کاربرد روغن سویا، با تغییر شرایط گازی داخل جوانه و محدود کردن تبادلات گازی، می‌تواند در تسریع زمان باز شدن جوانه‌ها مؤثر باشد(Dami and Beam, 2004). افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در داخل بافت‌ها،

به‌دلیل ایجاد پوشش روغنی روی جوانه‌ها و جلوگیری از انتشار آن، می‌تواند با کاهش تنفس، فعالیت جوانه‌ها و زمان شکوفایی آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (Qrunfleh, 2010).

جوانشاه و همکاران (۱۳۹۷) استفاده از روغن سویا ۶ درصد و ترکیب روغن ولک ۵ درصد + نیترات پتاسیم ۵ در هزار + بنزوات سدیم ۱ در هزار را برای غلبه بر عدم تأمین نیاز سرمایی درختان پسته گزارش کردند. محلول‌پاشی جداگانه یا ترکیبی این ترکیبات، با برطرف کردن نیاز سرمایی درختان پسته، موجب یکنواختی رشد میوه‌ها، کاهش انس، کاهش درصد پوکی، افزایش وزن صددانه و درنهایت افزایش محصول تر در هر درخت شد (جوانشاه و همکاران، ۱۳۹۷). روغن سویا در مقایسه با روغن ولک، اثرات منفی کمتری بر درختان پسته دارد (جوانشاه، ۱۳۸۴). در مطالعه جوانشاه و همکاران (۱۳۹۷)، تیمار روغن سویا ۶ درصد از نظر تأثیر بر صفات کمی و کیفی میوه پسته در بیشتر صفات، و تیمار روغن ولک ۵ درصد + نیترات پتاسیم ۵ در هزار + بنزوات سدیم ۱ در هزار از نظر وزن محصول و انس دانه، به‌عنوان تیمارهای مؤثر در رفع نیاز سرمایی درختان پسته گزارش شدند.

روغن ولک و روغن گیاهی سویا با رفع نیاز سرمایی، موجب افزایش تعداد پسته در خوشه و درصد خندانی و افزایش ۲/۵ برابری میزان محصول تر پسته در رقم اکبری نسبت به شاهد می‌شوند. همچنین، محلول‌پاشی روغن گیاهی در غلظت‌های ۴ و ۶ درصد موجب زودگل‌دهی می‌شود (جدول ۱). با افزایش غلظت روغن، گل‌دهی نیز زودتر انجام می‌شود. روغن گیاهی موجب ترشح صمغ به‌مراتب کمتری شد. همچنین، روغن گیاهی و روغن ولک موجب افزایش قابل‌ملاحظه محصول پسته نسبت به شاهد شدند، اما تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹ الف).

روغن ولک و ترکیبات کولر و کولینگ نیز موجب زودگل‌دهی پسته رقم اکبری می‌شوند. محلول‌پاشی روغن ولک ۳ درصد به‌همراه کیمیا ۰/۸ درصد، کولر ۴ درصد و روغن ولک ۴ درصد، زمان گل‌دهی درختان پسته رقم اکبری را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به شاهد جلو انداختند (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰) (جدول ۱). روغن ولک ۴ درصد و کولر ۴ درصد، در مقایسه با شاهد، موجب افزایش طول دوره گل‌دهی شدند. روغن ولک باعث افزایش ترشح صمغ از جوانه‌ها، سرشاخه‌ها و شاخه‌های چندساله می‌شود؛ درحالی‌که کاربرد ترکیبات کولر و کولینگ کمترین میزان ترشح صمغ را به همراه داشت.

محلول‌پاشی کولر ۴ درصد موجب بیشترین میزان تولید محصول شد. همچنین، ترکیب کولینگ ۶ درصد باعث افزایش تعداد پسته شد و تیمار کولینگ ۶ درصد + روغن ولک ۱ درصد، به‌طور معنی‌داری درصد خندانی را نسبت به شاهد افزایش داد. اختلاط کولینگ ۴ درصد + روغن ولک ۱ درصد نیز موجب کاهش معنی‌دار درصد پوکی نسبت به شاهد شد. در مجموع، کولر ۴ درصد بیشترین افزایش محصول پسته را ایجاد کرد و به‌عنوان یکی از ترکیبات مؤثر در برطرف کردن کمبود نیاز سرمایی رقم اکبری گزارش شد (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰).

جدول ۱- تأثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف روغن ولک و دورمکس بر زمان گل‌دهی رقم پسته اکبری.

	تورم جوانه	شروع گلدهی	تمام گل	پایان گلدهی
شاهد	۱۸ فروردین	۲۵ فروردین	۲۹ فروردین	۴ اردیبهشت
ولک ۴۰	۱۴ فروردین	۲۱ فروردین	۲۵ فروردین	۲۹ فروردین
ولک ۶۰	۱۲ فروردین	۱۸ فروردین	۲۳ فروردین	۲۶ فروردین
دورمکس ۴ درصد	۸ فروردین	۱۲ فروردین	۱۵ فروردین	۱۹ فروردین
کولر ۴ درصد	۵ فروردین	۱۱ فروردین	۱۵ فروردین	۲۰ فروردین
کولینگ ۴ درصد	۹ فروردین	۱۴ فروردین	۱۸ فروردین	۲۲ فروردین
روغن گیاهی ۴۰	۱۵ فروردین	۲۲ فروردین	۲۵ فروردین	۲۸ فروردین
روغن گیاهی ۶۰	۱۳ فروردین	۲۰ فروردین	۲۴ فروردین	۲۷ فروردین

دورمکس چهار درصد با رفع نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری تاثیر زیادی روی گلدهی دارد (جدول ۱). دورمکس سبب ترشح صمغ به مراتب کمتری نسبت به روغن ولک می‌شود. باعث افزایش قابل‌ملاحظه میزان محصول پسته نسبت به شاهد گردید ولی تفاوت

معنی‌داری با محلول‌پاشی روغن ولک نداشت (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹ ب). دورمکس با افزایش محتوای آمین‌های بیوژنیک و پرولین سبب شکستن خواب جوانه و شروع رشد جوانه، افزایش درصد میوه و عملکرد می‌گردد (Seif El-Yazal and Rady, 2012).

عدم محلول‌پاشی با مواد جبران کننده کمبود نیاز سرمایی، باعث دیرگلی و کاهش محصول درختان پسته می‌شود. درختان پسته‌ای که سرمای لازم را دریافت نکرده‌اند، شکفتن جوانه‌ها با تأخیر صورت گرفته و تولید گرده در بیشتر گل آذین‌ها به‌شدت کاهش می‌آید. ممکن است اکثر گل‌آذین‌ها عقیم مانده و ریزش کنند. جوانه‌های گل ماده نیز از نظر ظاهری ضعیف و پایداری آن‌ها روی شاخه کم است و حتی اگر با گرده مناسب نیز تلقیح شوند ریزش کرده و در نتیجه تشکیل میوه و عملکرد به‌شدت کم خواهد شد (جوانشاه،۱۳۸۴ و اصغری،۱۳۸۱).

با توجه به نتایج به‌دست آمده، بهترین تیمار جهت رفع نیاز سرمایی درختان پسته رقم اکبری به‌ـترتیب دورمکس ۴ درصد، روغن ولک ۶ درصد، کولر ۴ درصد می‌باشند.

منابع

اصغری، ه. ۱۳۸۱. تأثیر محلول‌پاشی ترکیبات کولر، کولینگ و کیمیا، ولک و نیترات پتاسیم بر شکستن رکود جوانه‌های پسته (*Pistacia vera* L.)در مناطق گرمسیری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه شیراز، ۱۰۱ صفحه.

تاج‌آبادی‌پور، ع.، اسماعیلی‌پور، ع.، اسماعیلی‌رنجبر، ع. و ر. زاده‌پاریزی. ۱۴۰۰. بررسی اثر محلول‌پاشی ترکیبات کولر، کولینگ و کیمیا به منظور برطرف کردن نیاز سرمایی پسته و اثرات آن روی گل‌دهی و صفات رویشی، زایشی و کمی و کیفی درختان پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، ۳۴ صفحه.

تاج‌آبادی‌پور، ع.، اسماعیلی‌رنجبر، ع.، رفیعی، ع. و ر. زاده‌پاریزی. ۱۳۹۹ .aتأثیر روغن گیاهی امولسیون‌شونده بر رفع نیاز سرمایی و بهبود صفات رویشی و زایشی درختان پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، ۳۱ صفحه.

تاج‌آبادی‌پور، ع.، افروشه، م.، اسماعیلی‌رنجبر، ع.، رفیعی، ع. و ر. زاده‌پاریزی. ۱۳۹۹ .bبررسی اثر محلول‌پاشی دورمکس بر رفع نیاز سرمایی درختان پسته و اثرات آن روی گل‌دهی و صفات رویشی، زایشی و کمی و کیفی محصول. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، ۳۱ صفحه.

جوانشاه، ا. ۱۳۸۴. استفاده از مواد شیمیایی به منظور غلبه بر کمبود نیاز سرمایی درختان پسته. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۳ صفحه.

جوانشاه، ا.، علیپور، ح.، پاکدامن، ن. و م. نادی. ۱۳۹۷. اثر برهمکنش کاربرد بنزوات سدیم، نیترات پتاسیم، روغن سویا و روغن ولک بر رفع نیاز سرمایی درختان پسته. مجله علوم و فناوری پسته، ۳(۵): ۵۷–۷۳.

Dami, I. and Beam, B.A. 2004. Response of grapevines to soybean oil application. American Journal of Enology and Viticulture, 55(3): 269–275.

Mirblouk, A., Jafari, A., Vazifeshenas, M.R. and Gholamnezhad, J. 2024. Effect of Volk oil and potassium nitrate on budbreak, yield and some quantitative and qualitative characteristics of pistachio (*Pistacia vera* L.) nuts. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 7(3): 213–222.

Qrunfleh, I.M. 2010. Delaying bud break in ‘Edelweiss’ grapevines to avoid spring frost injury by NAA and vegetable oil applications. Ph.D. Thesis, University of Nebraska–Lincoln, 108 p.

Seif El-Yazal, M.A. and Rady, M.M. 2012. Changes in nitrogen and polyamines during breaking bud dormancy in ‘Anna’ apple trees with foliar application of some compounds. Scientia Horticulturae, 136: 75–80.

The Effects of Different Combinations on the Chilling Requirement of the Akbari Pistachio Cultivar

Ali Tajabadipour[1*] and Zahra Sheibani Tezerji[2]
1. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
2. Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran
Corresponding author: tajabadi@pri.ir

Abstract

Volk oil has been the most widely used treatment for overcoming the chilling requirement and promoting early flowering in the Akbari pistachio cultivar during the past decade. However, its application may cause shoot dieback, trunk discoloration, enlargement of lenticels, and increased gum secretion from buds, shoots, and perennial branches. Therefore, the use of alternative compounds with comparable efficacy and fewer adverse effects is necessary for pistachio orchards. Application of 6% soybean oil to overcome the chilling requirement resulted in more uniform fruit growth, reduced kernel weight per ounce, reduced blank nut percentage, increased 100-nut weight, a twofold increase in the number of nuts per cluster and split-nut percentage, and a 2.5-fold increase in pistachio yield compared with the control. Spraying with 4% Dormex effectively overcame the chilling requirement and promoted early flowering, while resulting in substantially lower gum secretion than Volk oil in the Akbari cultivar. The Cooler and Cooling compounds also advanced flowering and leaf emergence compared with the control. Gum secretion from branches and buds and shoot dieback were lower following application of Cooler and Cooling compounds than following Volk oil treatment. The highest yield was observed with the 4% Cooler treatment, whereas the highest cluster weight and number of nuts per cluster were obtained with the Cooling treatment. The highest percentage of split nuts was observed with the Cooling + Volk oil treatment. Overall, the treatments evaluated for overcoming the chilling requirement of the Akbari pistachio cultivar were 4% Dormex, 6% Volk oil, and 4% Cooler, respectively.

Keywords: Chilling requirement, Dormex, Flowering, Pistachio.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر ملاتونین بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پایه‌های هیبرید هلو و بادام در شرایط تنش خشکی

سپیده سمیع‌پور[۱]، موسی رسولی[۲*]، محمود قاسم‌نژاد[۱]،علی ایمانی[۳] و مهدی فلاح[۳]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین(ره)، قزوین، ایران

۳- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *mousarasouli@gmail.com*

چکیده

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد درختان میوه، به‌ویژه گونه‌های هسته‌دار مانند بادام و هلو در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد خارجی ملاتونین بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی پایه‌های هیبریدی هلو × بادام تحت سطوح مختلف تنش خشکی انجام شد. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پایه‌های هیبریدی هلو و بادام در هفت سطح و محلول‌پاشی ملاتونین در دو سطح (شاهد و ۱۰۰ میکرومولار) بود. تنش خشکی در سه سطح (۱۰۰٪، ۶۰٪ و ۴۰٪ ظرفیت زراعی) اعمال شد. نتایج نشان داد که استفاده از ملاتونین موجب کاهش اثرات منفی خشکی، بهبود رشد رویشی، حفظ محتوای نسبی آب برگ و کاهش درصد ریزش برگ و افزایش میزان کلروفیل کل در تمامی پایه‌ها شد. بیشترین تحمل به خشکی و واکنش مثبت به ملاتونین در پایه‌های (TT) و (GF677) مشاهده شد، در حالی که پایه‌های (۵۰-۱۰) و(۲-۳۴) حساس‌ترین واکنش را نشان دادند. اثرات متقابل معنی‌دار بین نوع پایه، سطوح تنش و کاربرد ملاتونین، مؤید نقش کلیدی این تنظیم‌کننده رشد در مدیریت تنش آبی و انتخاب پایه‌های مناسب برای کشت در شرایط کم‌آبی است.

واژه‌های کلیدی: بادام، تنش خشکی، تنظیم کننده رشد، ملاتونین.

مقدمه

بادام*(Prunus dulcis)* از مهم‌ترین محصولات کشاورزی جهان و از نظر اقتصادی مهمترین گونه آجیل هست که در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشت می‌شود(Pérez et al., 2021). تنش خشکی اثر قابل توجهی بر فیزیولوژی گیاهی بادام دارد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه مانند فتوسنتز و سرعت تعرق به شدت و مدت تنش بستگی دارد (Küçükyumuk & Suarez,2023). و از آنجا که درختان میوه هسته‌دار به ویژه بادام برای تولید محصول اقتصادی نیازمند آبیاری در طول فصل رشد هستند، این چالش در مناطق خشک مانند ایران بیش از پیش احساس می‌شود (Romero et al., 2004). استفاده از پایه‌های متحمل (Iglesias & Echevería, 2022)و محرک‌های زیستی مانند ملاتونین می‌تواند راه‌حلی برای افزایش تحمل به خشکی در این گیاهان باشد. ملاتونین با اثر تقویتی روی گیاهان، موجب ایجاد تغییرات زیادی در فرآیندهای بیوشیمیایی و بیان ژن مربوط به تنش می‌شود (Moustafa- Farag et al., 2020). مشاهده ها حاکی از آن است که ملاتونین می‌تواند فعالیت‌های فتوسنتزی و محتوای کلروفیل، سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های رشد گیاهان را بهبود بخشد (Küçükyumuk & Suarez, 2023). درختان بادام و هلو به دلیل حساسیت به خشکی، نیازمند پایه‌های متحمل و روش‌های مدیریتی مناسب هستند. هیبریدهای جدید مانند (GF677) در بسیاری از مناطق برای کشت در شرایط خشک و نیمه‌خشک استفاده می‌شود (Rubio-Cabetas et al., 2017). این تحقیق به ارزیابی تأثیر ملاتونین بر تحمل به تنش خشکی در هیبریدهای هلو و بادام پرداخته و هدف آن انتخاب پایه‌های متحمل به خشکی است که می‌توانند به بهبود کیفیت و کمیت محصول کمک کنند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات باغبانی (پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری) طی اردیبهشت تا آذر ماه سال ۱۴۰۲ اجرا شد. هدف، بررسی تأثیر ملاتونین بر افزایش تحمل به تنش خشکی در ۷ پایه هیبریدی هلو و بادام شامل (GF677 و GN) (تلاقی هلو و بادام)، (GN2) (موتاسیون حاصل از پایه GN)،(TT) (تلاقی رقم تونو با شلیل فلامینا)، (۳۴–۲ و ۱–۳۵) (تلاقی بادام تلخ با شلیل فلامینا)، (۱۰–۵۰) (تلاقی بادام فرانسیس با شلیل فلامینا) مورد بررسی قرار گرفت. این پایه‌ها در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری) وابسته به وزارت جهاد کشاورزی تهیه شده است. فاکتورهای مورد بررسی شامل پایه در ۷ سطح ، ملاتونین در دو سطح (۰ و ۱۰۰ میکرومولار) و تنش خشکی در سه سطح (۱۰۰، ۶۰، و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) بودند. نهال‌های کشت‌بافتی به گلدان‌های ۱۴ لیتری حاوی خاک زراعی و سنگ‌ریزه منتقل شده و در دمای ۲۴–۱۸ درجه سانتی‌گراد تا دو ماه برای استقرار در گلخانه نگهداری شدند. تیمار خشکی از شهریورماه با آبیاری هر سه روز یک‌بار و مطابق درصد ظرفیت زراعی و اندازه گیری رطوبت جرمی اعمال گردید. محلول‌پاشی ملاتونین در سه مرحله انجام شد: مرحله اول: ۲۱ روز قبل از اعمال تنش خشکی (۱۰مرداد۱۴۰۲)، مرحله دوم: ۱۸ روز پس از محلول پاشی مرحله اول و ۳ روز قبل از اعمال تنش خشکی (۲۸مرداد۱۴۰۲)، مرحله سوم: ۱۸ روز پس از محلول پاشی مرحله دوم و ۱۵ روز پس از اعمال تنش خشکی (۱۵ شهریور۱۴۰۲). اندازه‌گیری صفات رشد (ارتفاع، قطر، تعداد برگ) پیش و پس از دوره تنش انجام شد. برای ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیک، نمونه‌گیری برگی در ۱۷ مهر انجام شد و صفت محتوای نسبی آب برگ (RWC) با روش(Bastam et al., 2013) انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS(نسخه۲۰) انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع پایه

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تنش خشکی، تیمار ملاتونین و برهم‌کنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع پایه نهال‌های بادام داشتند (در سطح احتمال ۱٪). پایه‌هایی که تحت تیمار ملاتونین قرار گرفتند، به‌ویژه در شرایط تنش خشکی متوسط و شدید، رشد بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد از خود نشان دادند. در بین پایه‌ها، نمونه‌های (۱۰–۵۰)، (۲–۳۴) و (GN2) تحت تنش خشکی شدید (۴۰٪ ظرفیت زراعی) و بدون تیمار ملاتونین، کمترین رشد (حدود ۳ سانتی‌متر) را نشان دادند. در مقابل، پایه‌های (GN) و(GN2) در شرایط بدون تنش و بدون تیمار، بیشترین رشد ارتفاعی (۲۱ و ۲۰ سانتی‌متر) را داشتند. به‌طور کلی، افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش رشد ارتفاع شد. این نتایج با یافته های پیشین از جمله (Fulton et al., 2014) همخوانی دارد. تیمار ملاتونین با کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه، باعث کاهش آسیب سلولی و در نهایت افزایش رشد و ارتفاع پایه‌ها شد (Shi et al., 2015).

قطرپایه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده و متقابل پایه، تنش خشکی و تیمار ملاتونین بر افزایش قطر پایه نهال‌های بادام در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه‌هایی که تحت تنش خشکی قرار نداشتند، بیشترین افزایش قطر را داشتند. به‌ویژه، پایه (TT) با تیمار ملاتونین و بدون تنش خشکی، با افزایش ۴/۸۵ میلی‌متر، بیشترین رشد را نشان داد؛ در حالی که پایه (۱۰–۵۰) تحت تنش شدید و بدون ملاتونین، کمترین رشد قطر (۰/۴۱ میلی‌متر) را داشت. افزایش قطر پایه به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم مورفولوژیکی، نقش مؤثری در ذخیره‌سازی مواد مغذی، استحکام گیاه و مقاومت به تنش‌های محیطی دارد (Baskin et al., 2000). در این تحقیق، تیمار با ملاتونین به‌طور مؤثری توانست اثرات منفی تنش خشکی را کاهش دهد. ملاتونین با خاصیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش تولیدROS ، بهبود تنفس و تنظیم هورمون‌ها، باعث بهبود رشد قطر پایه در شرایط تنش شد(Zhang et al., 2014) .

درصد ریزش برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیرات ساده و متقابل تنش خشکی، تیمار ملاتونین و پایه‌های مختلف بر درصد ریزش برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی منجر به افزایش ریزش برگ شد؛ به‌طوری‌که پایه (۱۰-۵۰) در شرایط خشکی شدید (۶۰٪ ظرفیت زراعی) با ۶۰/۲۹٪، بیشترین ریزش برگ را داشت. در مقابل، پایه‌های (GF677)، (GN)، (TT)، (GN2)، (۳۴-۲) و (۱-۳۵) در شرایط بدون تنش، هیچ ریزش برگی نداشتند. تنش خشکی باعث افزایش تولید اتیلن در گیاه شده و منجر به افزایش ریزش برگ می‌شود و این فرآیند به دلیل پاسخ فیزیولوژیکی گیاه به استرس آبی و کاهش توان نگهداری برگ‌ها رخ می‌دهد(McMichel et al., 1973). .تیمار با ملاتونین به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای درصد ریزش برگ را کاهش داد. پایه‌هایی مانند (TT)، (GN) و (GF677) تحت تیمار ملاتونین در سطح شاهد و تنش متوسط، هیچ ریزشی نداشتند. این نتایج تأثیر مثبت ملاتونین را در کاهش اثرات منفی خشکی و حفظ سلامت برگ‌ها تأیید می‌کند. مطابق با مطالعات پیشین، ملاتونین با کاهش تولید اتیلن و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه، توانسته است ریزش برگ‌ها را کاهش و تعداد برگ‌های سبز را افزایش دهد(Murch & Saxena, 2002) .

محتوای نسبی آب

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده ملاتونین و اثر متقابل ملاتونین × تنش خشکی بر صفت محتوای نسبی آب (RWC) در سطح احتمال ۵٪، و سایر اثرات ساده و متقابل در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه (GN) در شرایط بدون تنش و بدون ملاتونین، با ۶۶/۸۹٪، بیشترین میزان محتوای نسبی آب را داشت. در مقابل، پایه (۱۰-۵۰) در شرایط خشکی شدید و بدون تیمار ملاتونین، کمترین RWC را نشان داد.کاهش RWC تحت تنش خشکی، ناشی از برهم خوردن تعادل آبی گیاه و افزایش تعرق نسبت به جذب آب است که منجر به بسته شدن روزنه‌ها، کاهش هدایت گازی و افت فتوسنتز می‌شود(Lawlor & Cornic, 2002) . ملاتونین در برخی پایه‌ها به‌طور مؤثری توانست باعث افزایش محتوای نسبی آب شود. این یافته با تحقیقات (Li et al.,2012) ، و (Özelçi et al., 2022)همسو است.

کلروفیل کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پایه، ملاتونین و تنش خشکی بر میزان کلروفیل کل معنی‌دار بود. بیشترین میزان کلروفیل کل در پایه‌های (GN) و (TT) در شرایط بدون تنش مشاهده شد (به‌ترتیب ۱/۷۱ و ۱/۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)، در حالی که کمترین مقدار در پایه(۵۰-۱۰) تحت تنش شدید خشکی (۰/۷۹ میلی‌گرم بر گرم) به‌دست آمد. کاربرد ملاتونین باعث افزایش قابل‌توجه محتوای کلروفیل کل در تمام پایه‌ها شد. پایه (TT) در شرایط تنش همراه با ملاتونین، بهترین عملکرد را از نظر حفظ سطح کلروفیل نشان داد. مطالعات پیشین نیز کاهش کلروفیل کل تحت تنش خشکی را تأیید کرده‌اند. محمدی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار کلروفیل a ، b و کلروفیل کل در گیاهان می‌شود. از سوی دیگر، تیمار با ملاتونین توانست به‌طور مؤثری کاهش کلروفیل کل را مهار کرده و حتی در شرایط تنش شدید، مقادیر آن را بهبود بخشد. این یافته با گزارش‌های عین‌الدین و همکاران (۱۴۰۲) مطابقت دارد که نشان دادند ملاتونین از طریق خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود و حفاظت از کلروپلاست‌ها، میزان کلروفیل را در گیاهان تحت تنش خشکی افزایش می‌دهد.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس اثر ملاتونین بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پایه‌های انتخابی هیبریدهای هلو و بادام در شرایط تنش خشکی.

منابع تغییرات	Df	میانگین مربعات (M.S)				
		افزایش ارتفاع	افزایش قطر	درصد ریزش برگ	محتوای نسبی آب برگ	کلروفیل کل
پایه	۶	۴۶/۳۱۷**	۴/۲۹۱**	۲۱۹/۵۶۰**	۳۱۷/۷۴۲**	۰/۲۲۴**
ملاتونین	۱	۸۴**	۰/۶۴۵**	۴۳۶۸/۶۸۳**	۱۱۲/۳۸۲*	۰/۶۷۰**
تنش خشکی	۲	۳۰۳/۱۹۰**	۳۱/۲۵۷**	۵۴۵۶/۴۵۳**	۱۲۴۷/۴۹۴**	۰/۷۳۱**
پایه × ملاتونین	۶	۱۲/۲۲۲**	۳/۳۹۴**	۵۸/۳۳۷**	۳۲/۰۴۵**	۰/۰۰۹ns
پایه × تنش خشکی	۱۲	۷/۰۷۹**	۰/۹۰۸**	۱۱۴/۴۲۹**	۳۳/۵۶۷*	۰/۰۱۷*

ملاتونین × تنش خشکی	۲	۲۹۱/۵۷۱**	۰/۵۲۷**	۱۸۵۷/۱۱۱**	۲۷۳/۶۴۷*	۰/۲۱۰ **
پایه × تنش خشکی × ملاتونین	۱۲	۴۲/۷۱۳**	۳/۲۰۹**	۵۴۵/۷۱۱**	۱۴۶/۳۵۷ **	۰/۰۵۳ **
خطا آزمایشی	۴۲	۰/۵۰۰	۰/۰۵	۴/۵۰۰	۱۲/۵	۰/۰۰۸
ضریب تغییر (%)		۶/۰۲	۱۰/۳۵	۱۶/۹۰	۱۶/۷۰	۵/۸۰

*و**وns: به ترتیب معنی داری در سطح پنج درصد ویک درصد و معنی دار نبودند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر ملاتونین بر قطرپایه، ارتفاع پایه، درصد ریزش برگ و محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل کل پایه‌های هیبریدهای هلو و بادام بعد از مواجه با تنش خشکی.

پایه	ملاتونین	خشکی	افزایش قطر پایه (میلی‌متر)	افزایش ارتفاع پایه (سانتی متر)	درصد ریزش برگ٪	محتوای نسبی آب برگ	کلروفیل کل
GF677	۰	۱۰۰	۳/۰۸ f g	۱۹ b c	۰ o	۶۰ a-e	۱/ ۶۷ a
	۰	۶۰	۱/۶۶ l	۱۳ h i	۷/۵۶klm	۴۶ j-n	۱/۵۲ a-g
	۰	۴۰	۱/۰۹ op	۹ l m	۲۵/۵۰ ef	۴۳/۵۱ l-o	۱/۳۴ f-i
	۱۰۰	۱۰۰	۳/۸۸ d	۱۲ i j	۰ o	۵۸ b-f	۱/۶۸ a
	۱۰۰	۶۰	۲/۲۶ j	۱۲ i j	۰ o	۵۶/۹۴ c-g	۱/۶۶ ab
	۱۰۰	۴۰	۲/۱۹ j k	۱۲ i j	۵/۳۴ lmn	۵۲/۰۹ e-k	۱/۵۶ a-f
GN	۰	۱۰۰	۴/۱۵ b c	۲۱ a	۰o	۶۶/۸۹a	۱/۷۱ a
	۰	۶۰	۲/۵ i	۱۲ i j	۱۲/۳۴ ijk	۵۰/۵۶ f-l	۱/۶۰a-e
	۰	۴۰	۲/۴۱ i	۸ m n	۳۲/۵۸ d	۴۰/۵۷ mno	۱/۲۸ h-j
	۱۰۰	۱۰۰	۳/۵۴ e	۱۹ b c	۰ o	۵۲/۱۹۰ e-k	۱/۷۱ a
	۱۰۰	۶۰	۲/۹۹ g	۱۷ de	۰ o	۵۴/۲۰c-j	۱/۶۷ ab
	۱۰۰	۴۰	۲/۶۱ t h	۱۶ e f	۷/۸۱ klm	۴۴/۱۳ k-o	۱/۶۲ a-e
TT	۰	۱۰۰	۲/۸۳ h	۱۷ d e	۰ o	۶۱/۴۸ a -d	۱/۷۰ a
	۰	۶۰	۱/۴۳ mn	۱۳ h i	۵/۷۹ lmn	۵۳ f-l	۱/۵۹ a-e
	۰	۴۰	۰/۹۱ q r	۷ n o	۲۷/۲۷ e	۵۱/۹۵ e-l	۱/۴۴ c-h
	۱۰۰	۱۰۰	۴/۸۵ a	۱۵ f g	۰ o	۵۸ b-f	۱/۷۱ a
	۱۰۰	۶۰	۲/۵۲ j	۱۴ g h	۰ o	۵۴ c-j	۱/۷۰ a
	۱۰۰	۴۰	۲/۴۸ i	۱۴ g h	۴/۲۱ mno	۵۶ c-h	۱/۶۷ a-b
GN2	۰	۱۰۰	۳/ ۱۶f g	۲۰a b	۰o	۵۵/۸۷ c-h	۱/۵۰ a-g
	۰	۶۰	۱/۱۵ o	۹ l m	۲۱/۷۹ f g	۴۳/۵۰ l-o	۱/۲۳ h-j
	۰	۴۰	۰/۷۰ st	۳ q	۵۷/۴۲ ab	۴۰/۷۱ mno	۰/۸۵ K
	۱۰۰	۱۰۰	۳/۲۱ fg	۱۲ i j	۰ o	۴۸/۷۲ g-m	۱/۵۰ a-g
	۱۰۰	۶۰	۲/۰۹ jk	۱۰ k l	۲/۳۴ no	۵۰/۷۳ f-l	۱/۴۵ b-h
	۱۰۰	۴۰	۱/۳۳ n	۹ l m	۱۵/۵۴ hi	۴۴ k-o	۱/۳۳ g-i

ادامه جدول ۲ – مقایسه میانگین اثر ملاتونین برافزایش قطرپایه، ارتفاع پایه، درصد ریزش برگ و محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل کل پایه‌های هیبریدهای هلو و بادام بعد از مواجه با تنش خشکی.

۳۴.۲	۰	۱۰۰	۴/۰۵ c	۱۶ e f	۰o	۵۳/۲۶c-j	۱/۵۸a-e
	۰	۶۰	۳/۰۸ f g	۹ l m	۱۲/۲۴ ijk	۴۷/۱۰ i-n	۱/۴۱ e-h
	۰	۴۰	۰/۴۸ u v	۳ q	۵۵/۷۲ b	۳۲/۱۰ pq	۱/۰۹ j
	۱۰۰	۱۰۰	۳/۶۳ e	۱۴ g h	۰ o	۵۵/۰۹ c-i	۱/۶۴ a-d
	۱۰۰	۶۰	۳/۲۳ f	۱۴ g h	۱/۲۴ no	۴۱ mno	۱/۶۱ a-e
	۱۰۰	۴۰	۲/۵۳ i	۹ l m	۱۳/۳۸ ij	۴۰ no	۱/۵۴ a-g

۱/۵۹ a-e	۶۵/۳۰a b	۰o	۱۷d e	۲/۷۹h	۱۰۰	۰	
۱/۴۰ e-i	۴۸/۰۹ h-n	۹/۲۳ jkl	۸ m n	۱/۱۱ o	۶۰	۰	
۱/۰۸ j	۵۱/۰۶ f-l	۴۰/۶۸ c	۵ p	۰/۸ r s	۴۰	۰	۳۵.۱
۱/۶۱ a-e	۵۸/۵۹ b-f	۰ o	۱۵ j	۴/۲۷ b	۱۰۰	۱۰۰	
۱/۵۶ a-f	۶۱/ ۶۳ a b c	۰ o	۱۴ g h	۳/۰۶ g	۶۰	۱۰۰	
۱/۴۳ d-h	۵۳/۱۴ c-j	۹/۸۱ jkl	۱۲ i j	۱/۰۱ o p q	۴۰	۱۰۰	
۱/۵۶ a-f	۵۶/۱۲ c-h	۰o	۱۸ c d	۲/۲۴ j k	۱۰۰	۰	
۱/۱۹ i-j	۳۵/۸۳ op	۱۵ hi	۶ o p	۰/۹۵ p q r	۶۰	۰	
۰/۷۹ K	۲۸/۰۶ q	۶۰/۲۹ a	۳ q	۰/۴۱ w	۴۰	۰	۵۰.۱۰
۱/۵۷ a-e	۵۴ c-j	۰ o	۱۳ h i	۱/۵۱ m	۱۰۰	۱۰۰	
۱/۴۳ d-h	۴۶ j-n	۲/۱۰ no	۱۲ i j	۰/۸۶ rs	۶۰	۱۰۰	
۱/۲۳ h-j	۴۱/۰۹ mno	۱۸/۷۵ gh	۹ l m	۰/۴۶ uv	۴۰	۱۰۰	

نتیجه‌گیری کلی

تحقیق حاضر نشان داد که (TT) و (GF677) به‌عنوان پایه‌های استاندارد، بیشترین مقاومت به خشکی را از خود نشان دادند و کاربرد ملاتونین در این دو پایه باعث افزایش معنادار صفات فیزیولوژیکی و حفظ رشد شد. پایه‌های(۱۰–۵۰) و(۲–۳۴) به‌وضوح ضعیف‌ترین واکنش را به تنش خشکی داشتند، حتی با کاربرد ملاتونین. این دو پایه از نظر تمامی شاخص‌ها به‌ویژه کلروفیل کل، محتوای نسبی آب و افزایش ارتفاع، عملکرد ضعیفی داشتند. کاربرد ملاتونین در اکثر پایه‌ها، به‌ویژه پایه‌های حساس، باعث کاهش آسیب تنش خشکی شد ولی اثر آن در پایه‌های مقاوم بسیار بارزتر و پایدارتر بود. در واقع ملاتونین به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد زیستی توانست نقش مؤثری در افزایش تحمل پایه‌های هیبرید هلو و بادام به تنش خشکی ایفا کند. نتایج به‌طور مشخص نشان داد که تیمار با ملاتونین سبب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی (مثل ارتفاع و قطر پایه ، درصد ریزش برگ) و فیزیولوژیکی (محتوای نسبی آب برگ) در شرایط تنش خشکی شد. اثر متقابل معنی‌دار بین نوع پایه، میزان تنش خشکی و استفاده از ملاتونین، نشان‌دهنده اهمیت انتخاب پایه‌های مناسب و کاربرد ترکیبی ملاتونین در مدیریت تنش خشکی در باغبانی، به‌ویژه در مناطق خشک ایران است.

منابع

عین‌الدین، م.، شکوهیان، ع.، رسول‌زاده، ع. و همتی، آ. ۱۴۰۲. ارزیابی تأثیر اسید فولیک و ملاتونین بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی توت‌فرنگی رقم کاماروسا تحت تنش آبی. مقاله پژوهشی–فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۲(۵۷): ۱۲۷–۱۴۲.

محمدی، ح.، ایمانی، ع.، مؤمن‌پور، ع. و محمدیان، س. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول بر خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ارقام انتخابی بادام. مجله دانش نوین کشاورزی پایدار، ۱۰(۲): ۵۳–۶۳.

Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 2000. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press.

Bastam, N., Baninasab, B. and Ghobadi, C. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regulation, 69: 275–284.

Fulton, A., Grant, J., Buchner, R. and Connell, J. 2014. Using the pressure chamber for irrigation management in walnut, almond and prune.

Iglesias, I. and Echeverria, G. 2022. Current situation, trends and challenges for efficient and sustainable peach production. Scientia Horticulturae, 296: 110899.

Küçükyumuk, C. and Suarez, D. 2023. The combined effects of salinity and drought on young almond trees and physiological parameters. Journal of Agricultural Sciences, 29(1): 171–187.

Lawlor, D.W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, Cell & Environment, 25(2): 275–294.

Li, C., Wang, P., Wei, Z., Liang, D., Liu, C., Yin, L. and Ma, F. 2012. The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in *Malus hupehensis*. Journal of Pineal Research, 53(3): 298–306.

McMichael, B.L., Jordan, W.R. and Powell, R.D. 1973. Abscission processes in cotton: Induction by plant water deficit 1. Agronomy Journal, 65(2): 202–204.

Murch, S.J. and Saxena, P.K. 2002. Melatonin: A potential regulator of plant growth and development? In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 38: 531–536.

Moustafa-Farag, M., Elkelish, A., Dafea, M., Khan, M., Arnao, M.B., Abdelhamid, M.T. and Ai, S. 2020. Role of melatonin in plant tolerance to soil stressors: Salinity, pH and heavy metals. Molecules, 25(22): 5359.

Özelçi, D., Akbulut, G.B. and Yiğit, E. 2022. Effects of melatonin on *Morus nigra* cv. 'Eksi Kara' exposed to drought stress. Journal of Agricultural Sciences, 28(4): 555–569.

Pérez de los Cobos, F., Martínez-García, P.J., Romero, A., Miarnau, X., Eduardo, I., Howad, W. and Batlle, I. 2021. Pedigree analysis of 220 almond genotypes reveals two world mainstream breeding lines based on only three different cultivars. Horticulture Research, 8.

Rubio-Cabetas, M.J., Felipe, A.J. and Reighard, G.L. 2017. Rootstock development. In: Almonds: Botany, Production and Uses, pp. 209–227. CABI, Wallingford, UK.

Shi, H., Jiang, C., Ye, T., Tan, D.X., Reiter, R.J., Zhang, H. and Chan, Z. 2015. Comparative physiological, metabolomic, and transcriptomic analyses reveal mechanisms of improved abiotic stress resistance in bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] by exogenous melatonin. Journal of Experimental Botany, 66(3): 681–694.

Zhang, H.J., Zhang, N.A., Yang, R.C., Wang, L., Sun, Q.Q., Li, D.B. and Guo, Y.D. 2014. Melatonin promotes seed germination under high salinity by regulating antioxidant systems, ABA and GA4 interaction in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of Pineal Research, 57(3): 269–279.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Influence of Melatonin on Morphophysiological Characteristics of Peach × Almond Hybrids Under Drought Stress Conditions

Sepideh Samipour[1], Mousa Rasouli[2*], Mahmood Ghasemnezhad[1], Ali Imani[3], Mehdi Fallah[3]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
3. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Education and Extension Organization, Karaj, Iran

Corresponding Author: mousarasouli@gmail.com

Abstract

Drought is one of the most critical limiting factors affecting the growth and productivity of fruit trees, particularly stone fruits such as almond and peach in arid and semi-arid regions. This study aimed to evaluate the effect of exogenous melatonin application on the morphophysiological traits of peach × almond hybrid rootstocks under different levels of drought stress. The experiment was conducted in a completely randomized factorial design with three replications. Treatments included seven peach-almond hybrid rootstocks, two levels of melatonin foliar application (0 and 100 µM), and three drought stress levels (100%, 60%, and 40% of field capacity). The results revealed that melatonin significantly alleviated the negative effects of drought by enhancing vegetative growth, maintaining relative water content (RWC), reducing leaf abscission, and increasing total chlorophyll content across all rootstocks. Among the evaluated genotypes, rootstocks (TT) and (GF677) exhibited the highest drought tolerance and the most favorable response to melatonin, while (50-10) and (34-2) were the most sensitive. Significant interaction effects between rootstock, drought level, and melatonin application highlight the pivotal role of this plant growth regulator in improving drought tolerance and in the strategic selection of rootstocks suitable for water-limited environments.

Keywords: Almond, Drought stress, Melatonin, Plant growth regulator.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر دور آبیاری تکمیلی با آب شور بر ویژگی‌های کمی و کیفی انجیر در انجیرستان‌های حاشیه دریاچه بختگان

حمید زارع[۱] و سید علی‌محمد چراغی[۲*]

۱- مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- بخش آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *Hamidzare777@gmail.com*

چکیده

انجیر درختی با تحمل متوسط به شوری و متحمل به تنش خشکی است، اما متأسفانه به دلیل خشکسالی‌های اخیر باغداران مجبور به آبیاری تکمیلی انجیرستان‌ها شده‌اند. از آنجائی‌که آب غیرشور در مناطق حاشیه دریاچه بختگان کمیاب است، باغ‌ها با آب شور با هدایت الکتریکی ۲ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری تکمیلی می‌شوند. دو دور آبیاری ۱۵ و ۳۰ روز یک‌بار در این نواحی متداول است. به‌منظور بررسی تأثیر این دو دور آبیاری این (با حجم آب مصرفی یکسان) آزمایش به مدت سه سال روی انجیر رقم سبز انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش فاصلهٔ آبیاری از ۱۵ به ۳۰ روز، مقادیر میانگین عملکرد محصول و بیش‌تر صفات رویشی، زایشی و فیزیولوژیکی بدون تغییر باقی ماند. مهم‌ترین اثرات دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار کاهش ناهنجاری زردی و کلر برگ و افزایش درصد آب برگ بود، در حالی‌که از اثرهای مهم دور آبیاری ۳۰ روز یک‌بار، افزایش در میزان کاروتنوئید برگ و اندازه میوه را می‌توان نام برد. با توجه به عملکرد یکسان دو دور آبیاری با آب شور دارای هدایت الکتریکی ۲ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر می‌توان بیان کرد که درخت انجیر در طول فصل رشد در هیچ‌کدام از دورهای آبیاری با تنش شوری و خشکی مواجه نبوده است؛ بنابراین می‌توان رژیم آبیاری را در آبیاری تکمیلی انجیر طولانی کرد.

واژه‌های کلیدی :آبیاری تکمیلی، انجیر، دور آبیاری، شوری.

مقدمه

به‌دلیل خشکسالی‌های پی‌درپی، حدود ۳۵۰۰ هکتار از انجیرستان‌های حاشیه دریاچه بختگان، منطقه «خیر» شهرستان استهبان، با آب شور آبیاری تکمیلی می‌شوند. در باغ‌های این ناحیه دو نوع دور آبیاری تکمیلی ۱۵ و ۳۰ روز یک‌بار با شوری‌های ۲ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر متداول است (زارع و شریف‌زاده، ۱۴۰۲). به‌منظور کاربرد منابع آب شور با کارایی زیاد و بدون زیان برای تولید کشاورزی پایدار به مدیریت دانش‌محور آبیاری نیاز است. دور آبیاری کارآمد از عوامل اصلی در برنامه‌ریزی آبیاری است. در اصل دور آبیاری کوتاه‌مدت و افزایش تعداد آبیاری با حجم کم با بهبود شرایط رطوبت، تهویه و تغذیه برای گیاه باعث کاهش خسارت تنش شوری به گیاه می‌شود (Wang et al., 2006). ولی در حالت‌های مختلف اقلیمی، هدایت‌های الکتریکی متفاوت شوری منابع آب و بافت‌های گوناگون خاک نتایج گزارش‌ها اختلاف دارد. گاهی دور آبیاری کوتاه‌مدت و افزایش تعداد آبیاری، به‌دلیل آبشویی نمک از محیط ریشه باعث افزایش عملکرد شده است (Yi et al., 2011). در حالی‌که عملکرد پسته در دور آبیاری کوتاه‌مدت بدون تفاوت معناداری با عملکرد آن نسبت به دوره‌های آبیاری بلندمدت بوده، اما بر صفات کیفی میوه تأثیر مطلوبی داشت (سیفی و همکاران، ۱۳۹۳). مشخص شده که همیشه افزایش دور آبیاری باعث کاهش تنش شوری و بهبود عملکرد نمی‌شود، به‌ویژه این اثر در مورد آب‌های با شوری بالا، همیشگی نیست (Ucan et al., 2007). هدف این آزمایش مقایسه دو دور آبیاری تکمیلی با آب شور برای نگهداری درختان انجیر در خشکسالی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش قسمتی از یک پروژه تحقیقاتی بوده که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آزمایش فاکتوریل که تیمارهای فاکتور اول شامل چهار سطح شوری آب آبیاری (۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور دوم شامل دور آبیاری در دو سطح (۱۵ و ۳۰ روز) با یک تیمار اضافی درختان در شرایط به‌طور کامل دیم (شاهد) در سه تکرار به مدت سه سال روی درختان همسن حدود ۳۵ ساله و هم‌تاج انجیر

رقم سبز در باغ‌های انجیر روستای خانه‌کت دهستان خیر شهرستان استهبان اجرا شد. روش آبیاری در باغ‌ها به‌صورت حوضچه‌ای بود که برای هر درخت با تانکر و لوله آب‌رسانی برای دور آبیاری ۱۵ و ۳۰ روز یک‌بار به‌ترتیب با ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر توسط کارگر آبیاری شد. برای سنجش محتوای کلروفیل و کاروتنوئید از روش هایکوکس و ایسرستام[۱] (۱۹۷۹) با کمی تغییر استفاده شد. برای تعیین قطر و اندازه میوه‌های خشک‌شده در هر تیمار با دستگاه سورتینگ یا شابلن به سه گروه تجاری بالاتر از ۲۳ (اندازه بزرگ)، بین ۱۷ تا ۲۳ (اندازه متوسط) و کم‌تر از ۱۷ (اندازه کوچک) میلی‌متر پس از پایان برداشت (آبان‌ماه) درجه‌بندی شد. سپس وزن و درصد میوه‌های هر سه درجه برای هر تیمار تعیین و این سه صفت برای همه تیمار مقایسه شد. عناصر مرتبط با شوری در برگ شامل سدیم، کلر و بر اندازه‌گیری شد. همچنین عناصر غذایی پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و عناصر کم‌مصرف شامل آهن، روی، منگنز و مس نیز در برگ اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). داده‌های دو ساله صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.13 تجزیه سالیانه و مرکب شدند و میانگین‌های داده‌ها با آزمون دانکن مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

دور آبیاری تأثیر معنی‌داری روی طول، عرض و تعداد برگ و طول شاخه نداشت. دور آبیاری فقط بر صفت زردی برگ تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که دور آبیاری ۳۰ روز یک‌بار با زردی برگ ۲/۱٪ دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار بود (جدول ۱)، اما بر سایر ناهنجاری‌های برگ و میوه تفاوت معنی‌داری نداشت (داده‌ها نشان داده نشده). اثر دور آبیاری بر میزان کاروتنوئید برگ معنی‌داری بود و دور آبیاری ۳۰ روز یک‌بار با ۱۵/۸ میلی‌گرم کاروتنوئید در یک گرم برگ نسبت به دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱)، اما اثر دور آبیاری بر سایر رنگدانه‌ها معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده). اثر دور آبیاری بر درصد آب برگ معنی‌داری بود و دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار با ۶۱/۸٪ آب برگ نسبت به دور آبیاری ۳۰ روز یک‌بار تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱)، اما اثر دور آبیاری بر سایر ویژگی‌های فیزیولوژیکی مانند محتوای نسبی آب، نشت یونی و دمای برگ معنی‌دار نشد (داده‌ها نشان داده نشده). دور آبیاری بر هیچ‌کدام از صفات کمی (تعداد گل‌آذین در شاخه، قطر میوه، وزن میوه تازه (وزن تر)، وزن میوه خشک شده در آون (ماده خشک میوه)، وزن میوه خشک طبیعی (وزن تکدانه)، درصد ماده خشک میوه، عملکرد در درخت) اثر معنی‌داری نداشت (داده‌ها نشان داده نشده). اثر دور آبیاری بجز بر میوه‌های با اندازه متوسط و بزرگ بر سایر صفات تجاری تأثیر معنی‌داری نداشت. دور آبیاری ۳۰ روز یک‌بار باعث افزایش معنی‌دار درصد میوه‌های بزرگ نسبت به دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار شد. در دوره آبیاری اخیر، یکنواختی اندازه میوه مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان زردی، کارتنوئید و آب برگ، اندازه میوه و میزان عناصر در برگ انجیر رقم سبز.

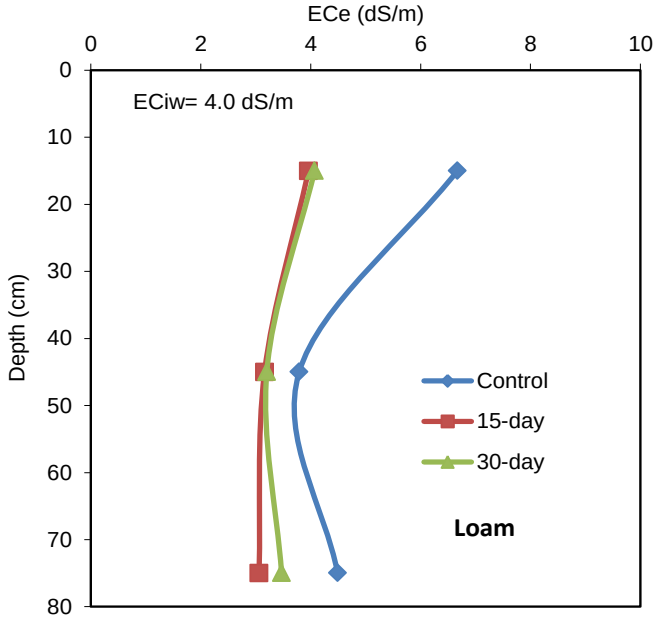
دور آبیاری	زردی برگ (٪)	کارتنوئید ($mg.g^{-1}$)	آب برگ (٪)	اندازه متوسط (٪)	اندازه بزرگ (٪)	پتاسیم (٪)	منگنز (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	کلر (٪)
۱۵ روز یکبار	1.3 b†	12.6 b	61.8 a	16.0 b	83.1 a	0.5 a	147 a	102 a	2.1 b	0.5 b
۳۰ روز یکبار	2.1 a	15.9 a	59.9 b	18.7 b	80.1 b	0.4 b	121 b	83 b	4.6 a	0.7 a

† میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱ ٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

اثر دور آبیاری فقط بر میزان چند عنصر در برگ انجیر رقم سبز تفاوت معنی‌داری داشته که در جدول ۱ آورده شده است. میزان عناصر پتاسیم، منگنز و روی برگ در دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از دور آبیاری ۳۰ روز یک‌بار مشاهده شد، در حالی‌که دور آبیاری ۳۰ روز یک‌بار باعث افزایش معنی‌دار میزان عناصر مس و کلر نسبت به دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار گردید (جدول ۱). تأثیر دور آبیاری بر میزان سایر عناصر معنی‌دار نبود (داده‌ها آورده نشده).

میزان عناصر مس و کلر برگ در دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، یکی از دلایل کاهش ناهنجاری زردی در این دور آبیاری، شاید کاهش این دو عنصر باشد. خسارت سمیت کلر در گونه‌های چوبی گیاهان نسبت به سدیم بیش‌تر است (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹).

تأثیر دورهای آبیاری با شوری آب ۴ دسی‌زیمنس بر متر بر شوری عصاره اشباع خاک در شکل ۱ آمده است. به‌طورکلی پروفیل شوری خاک نشان می‌دهد که شوری خاک تیمار شاهد بدون آبیاری بیش‌تر از دور آبیاری ۱۵ روزه و دور آبیاری ۳۰ روزه است. پروفیل شوری خاک همچنین نشان می‌دهد شوری خاک در لایه بالایی خاک (بالاتر از ۵۰ سانتی‌متر) بیش‌تر از لایه پایینی است. در عمق پایین‌تر تغییرات شوری خاک ناچیز است. این موضوع می‌تواند بیانگر تجمع ریشه در لایه بالایی خاک باشد که با برداشت آب، نمک در خاک تجمع می‌یابد. در لایه پایینی به‌دلیل برداشت اندک آب توسط گیاه، جزء آبشویی در این ناحیه بالا است و منجر به یکنواخت شدن شوری خاک در این لایه گردیده است.



شکل ۱ – تغییرات شوری پروفیل خاک در دو تیمار دور آبیاری با آب شور با هدایت الکتریکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر.

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، جلد اول، ۱۲۶ ص.

زارع، ح. و شریف‌زاده، ح.ر. ۱۴۰۲. اثر آبیاری تکمیلی با آب شور بر ویژگی‌های انجیر رقم سبز. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۴(۲): ۲۴۷–۲۶۰.

سیفی، ا.، میرلطیفی، س.م.، دهقانی سانیج، ح. و ترابی، م. ۱۳۹۳. تأثیر دور آبیاری بر توزیع رطوبت و شوری در باغ‌های پسته تحت شرایط آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (مطالعه موردی: شهرستان سیرجان استان کرمان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۸(۴): ۷۸۶–۷۹۹.

شهریاری، ع.، نوری، س.، عابدی کوپایی، ج. و آصالح، ف. ۱۳۸۹. اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده بر رشد گیاه قره‌داغ تحت شرایط گلخانه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱(۴): ۱۳–۲۱.

Hiscox, J.T. and Israelstam, G.F. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany, 57(12): 1332–1334.

Ucan, K., Killi, F., Gencoglan, C. and Merdun, H. 2007. Effect of irrigation frequency and amount on water use efficiency and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under field conditions. Field Crops Research, 101: 249–258.

Wang, F.X., Kang, Y.H. and Liu, S.P. 2006. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain. Agricultural Water Management, 79: 248–264.

Yi, P.F., Hudan, T., Wang, Y.M., Wu, Z.G. and Zhang, J.Z. 2011. Schedule optimization of under-plastic-mulch drip irrigation for cotton in arid areas. Bulletin of Soil and Water Conservation, 1: 53–57.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Supplementary Irrigation Interval with Saline Water on Quantitative and Qualitative Characteristics of Figs in Fig Orchards on the Shores of Lake Bakhtegan

Hamid Zare[1*] and Sayyed Ali Mohammad Cheraghi[2]
1. Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Watershed Management Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education, Shiraz, ran
Corresponding Author: Hamidzare777@gmail.com

Abstract

Fig trees are moderately tolerant to salinity and drought stress, but unfortunately, due to recent droughts, gardeners were forced to supplement their fig orchards. Since non-saline water is scarce in the areas bordering Lake Bakhtegan, gardens are irrigated with saline water with an electrical conductivity of 2 to 8 dS.m-1. Two irrigation intervals of 15 and 30 days are common in these areas. In order to investigate the effect of these two irrigation intervals, this experiment was conducted for three years on Sabz fig cultivar. The results showed that by increasing the irrigation interval from 15 to 30 days, the yield and most of the vegetative, reproductive and physiological traits remained unchanged. The most important effects of the 15-day irrigation interval were a decrease in the Chlorine element and chlorosis abnormalities of the leaves and an increase in the percentage of leaf water, while the important effects of the 30-day irrigation interval were an increase in the amount of leaf carotenoids and fruit size. Considering the identical yield of the two irrigation intervals with saline water with an electrical conductivity of 2 to 8 dS.m-1, it can be stated that the fig trees did not face salinity or drought stress during any of the irrigation intervals in the growing season; therefore, the irrigation regime can be extended in supplementary irrigation for figs.

Keywords: Fig, Irrigation interval, Salinity, Supplementary irrigation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات نانوذرات اکسید روی و باکتری محرک رشد گیاهی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه توت‌فرنگی تحت شرایط تنش قلیایی

عباس دانایی‌فر[1*] و اسمعیل خالقی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
نویسنده مسئول: *a.danaei@scu.ac.ir*

چکیده

تنش قلیایی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده است که جذب عناصر ریزمغذی و رشد گیاه را کاهش می‌دهد از ترکیباتی که می‌تواند موجب افزایش مقاومت به شرایط تنش و بهبود رشد رویشی گردد آمینوکلات‌ها و باکتری‌های محرک رشد گیاهی هستند لذا جهت جهت بررسی افزایش حد تحمل گیاه توت فرنگی نسبت به شرایط تنش آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. در این آزمایش اثر سه سطح نانو ذرات زینک اکساید ((Zno (nps) (۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و دو سطح باکتری Bacillus velezensis (تلقیح و بدون تلقیح باکتری) در دوسطح pH (۶/۵ و ۸) بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بررسی گردید نتایج نشان داد که افزایش سطح pH موجب کاهش خصوصیات مورفولوژیکی، محتوای نسبی آب و افزایش نشت یونی گردید. تیمار زینک اکساید و باکتری محرک رشد گیاهی موجب افزایش معنی‌دار خصوصیات رویشی از جمله وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گردید. بیشترین تأثیر در خصوصیات مورفولوژیکی در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر زینک اکساید همراه با باکتری باسیلوس ولزنسیس در pH، ۶/۵ به دست آمد که به ترتیب موجب افزایش ۵۱/۱۳، ۲۴/۴ و ۲۵/۸۸ درصدی در وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه شد. همچنین در pH ، ۶/۵ غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر زینک اکساید بدون کاربرد باکتری دارای بیشترین وزن تر اندام هوایی (۲۲/۶۶ گرم)، محتوای نسبی آب (۸۱/۴۱ درصد) و کمترین نشت یونی (۳۵/۵۵ درصد) بود. به طور کلی کاربرد نانوذرات روی و باکتری باسیلوس ولزنسیس موجب بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی تحت شرایط تنش قلیایی گردید.

واژه‌های کلیدی: آمینوکلات، محتوای نسبی، نشت یونی، وزن تر، وزن خشک.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria x ananassa* Duch.) گیاهی علفی و چند ساله است که به دلیل ظاهر جذاب و ارزش غذایی بالای میوه از جمله داشتن ریزمغذی‌های مختلف به عنوان میوه‌ای محبوب و پرمصرف به شمار می‌آید (Cong et al., 2023). تولید توت‌فرنگی با ارزش غذایی بالاتر می‌تواند تقاضا برای میوه‌های با کیفیت بالا را برآورده کند و مزایای اقتصادی کشت توت‌فرنگی را افزایش دهد (Chen et al., 2023). با این حال، این محصول به دلیل سیستم ریشه کم‌عمق و حساسیت به آسیب اکسیداتیو مستعد تنش‌های محیطی است. تنش‌های محیطی هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز، جذب مواد مغذی را مختل می‌کند و منجر به تجمع بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) می‌شود که به شدت رشد و عملکرد گیاه را مختل می‌کند (Anwar et al., 2025). فناوری نانو استراتژی‌های نوآورانه‌ای را برای کاهش اثرات تنش‌های غیرزیستی بر محصولات کشاورزی ارائه می‌دهد در میان نانومواد مختلف، نانوذرات اکسید روی (ZnO NPs) به دلیل توانایی‌شان در تعدیل فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، افزایش جذب مواد مغذی و بهبود راندمان فتوسنتز مورد توجه قرار گرفته‌اند (Anwar et al., 2025). ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) گروهی از باکتری‌ها هستند که می‌توانند رشد و بهره‌وری گیاه و تحمل به تنش‌ها را افزایش دهند (Abd El-Daim et al., 2019). ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) نقش کلیدی در بهبود

تحمل محصولات کشاورزی به تنش شوری دارند می‌تواند سیستم آنتی‌اکسیدانی را القا کرده و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تجمع مواد تنظیم‌کننده اسمزی را افزایش دهد. علاوه بر این، می‌تواند تعادل آب را در گیاهان حفظ کند، فسفر و پتاسیم را از خاک آزاد کند، آهن را کلات کند، نیتروژن جوی را تثبیت کند (Shi et al., 2022). لذا هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات نانوذرات اکسید روی و باکتری محرک رشد گیاهی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه توت‌فرنگی تحت شرایط تنش قلیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این آزمایش ابتدا نشاهای توت فرنگی رقم سابرینا از یک واحد تولیدی در استان کردستان تهیه و به گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند و در اوایل آذرماه ۱۴۰۳ در گلدان‌هایی دارای دهانه ۱۷، به ارتفاع ۱۴ و کف ۱۲ سانتی‌متر (حاوی بستر ماسه) منتقل شدند. از محلول غذایی رش جهت تغذیه و استقرار بهتر گیاهان استفاده شد. پس از استقرار به شرایط جدید (۳۰ روز بعد) تحت تأثیر اعمال تیمارها قرار گرفتند. تیمارها شامل دوسطح pH (۶/۵ و ۸)، دو سطح PGPR (ریزوباکتری محرک رشد گیاهی) به نام *Bacillus velezensis* (به صورت تلقیح و بدون تلقیح) (سوسپانسیون ۱ درصد باکتری را تهیه و به میزان ۱۰ میلی‌لیتر در اطراف ریشه گیاه تزریق گردید) و سه سطح نانوذرات زینک اکساید (۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. (تیمارهای باکتری و زینک اکساید در دو مرحله ۳۰ و ۶۰ روز پس از انتقال به گلدان اعمال گردید و تنش قلیایی به صورت افزایش pH محلول غذایی با استفاده از سدیم کربنات از ۶/۵ به ۸ بود). این آزمایش به صورت فاکتوریل با ۱۲ ترکیب تیماری در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت. در طول و پایان آزمایش صفات مربوط به برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه اندازه‌گیری گردید. در پایان آزمایش پس از جدا کردن اندام هوایی از ریشه، وزن تر اندام هوایی و ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتال و وزن خشک اندام هوایی و ریشه پس از قرار دادن نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد. پایداری غشا سلولی با اندازه‌گیری نشت الکترولیت (به عنوان معیاری از آسیب به سلول) طبق روش لاتس و همکاران (Lutts et al., 1966) پس از دیسک زدن مساوی نمونه‌ها و قرائت EC1 (پس از ۲۴ ساعت) و EC2 (پس از اتوکلاو) اندازه گیری شد. محتوای نسبی آب طبق روش (Smart and Bingham., 1974) اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج به دست آمده از جدول ۱ خصوصیات مورفولوژیکی تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند به طوری که با افزایش سطح pH به ۸/۵ وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و اثرات متقابل باکتری و زینک اکساید موجب بهبود خصوصیات مورفولوژیکی در هر دو سطح pH گردید به طوری که بیشترین وزن اندام هوایی در pH ، ۶/۵ در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر زینک اکساید بدون کاربرد باکتری به دست آمد که موجب افزایش ۵۱/۰۶ درصدی نسبت به شاهد گردید. همچنین غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر زینک اکساید همراه با باکتری باسیلوس ولزنسیس در pH ، ۶/۵ دارای بیشترین تأثیر را در خصوصیات مورفولوژیکی داشت بود که به ترتیب موجب افزایش ۵۱/۱۳، ۲۴/۴ و ۲۵/۸۸ درصدی در وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه داشت. خصوصیات فیزیولوژیکی از قبیل نشت یونی و محتوای نسبی آب تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند به طوری که کاربرد نانوذارت اکسید روی و باکتری باسیلوس ولزنسیس موجب کاهش نشت یونی و افزایش محتوای نسبی آب گردید و بیشترین میزان نشت یونی در pH ، ۸ در شرایط بدون کاربرد باکتری و زینک اکساید به دست آمد که افزایش ۲۱/۶۰ درصدی در میزان نشت یونی داشت. غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات روی در pH ، ۶/۵ بدون کاربرد باکتری مؤثرترین تیمار در افزایش محتوای نسبی آب برگ بود که افزایش ۱۰/۲۸ درصدی نسبت به شاهد داشت.

جدول ۱- مقایسه میانگین حاصل از اثرات متقابل باکتری باسیلوس ولزنسیس و نانوذرات زینک اکساید بر روی برخی خصوصیات مورفو-فیزیولوژیکی توت فرنگی رقم سابرینا.

تیمار			صفات					
pH	PGPR	ZNO	وزن تر اندام هوایی(گرم)	وزن خشک اندام هوایی(گرم)	وزن تر ریشه(گرم)	وزن خشک ریشه(گرم)	نشت یونی(درصد)	محتوای نسبی آب(درصد)
۶/۵	بدون تلقیح	۰	۱۵dce	۳/۹۷de	۱۵/۰۰cd	۴/۵۲b	۴۵/۲۳c	۷۳/۸۸cd
		۱۰۰	۱۵/۶۶cd	۴/۶۳bcd	۱۴/۰۰de	۴/۶۰b	۳۹/۵۱b	۷۸/۶۶ab
		۲۰۰	۲۲/۶۶a	۵/۳۵ab	۱۷/۰۰b	۴/۸۵b	۳۵/۵۵e	۸۱/۴۸a
	تلقیح	۰	۱۵/۵۲cd	۴/۴۹cd	۱۶/۳۳bc	۴/۳۶bc	۳۷/۸۲de	۷۶/۰۰bc
		۱۰۰	۱۷/۱۰c	۵/۴۰ab	۱۷/۳۳b	۵/۵۸a	۳۶/۲۱e	۷۸/۹۲ab
		۲۰۰	۲۱/۴۹ab	۶/۰۰a	۱۸/۶۶a	۵/۶۹a	۳۶/۷۴e	۷۶/۵۰bc
۸	بدون تلقیح	۰	۱۱f	۳/۴۵ef	۱۲/۶۶f	۳/۶۹c	۵۵/۰۰a	۶۵/۶۷f
		۱۰۰	۱۳/۶۶de	۲/۹۳f	۱۳/۳۳ef	۴/۱۹bc	۵۲/۰۹b	۶۸/۱۶۰ef
		۲۰۰	۱۵cde	۵/۱۴bc	۱۵/۳۳c	۴/۴۹b	۵۱/۶۰b	۷۰/۷۴de
	تلقیح	۰	۱۳ef	۴/۷۶bcd	۱۶/۳۳bc	۴/۳۵bc	۵۳/۱۴ab	۶۸/۸۸ef
		۱۰۰	۱۶c	۴/۹۲bc	۱۶/۰۰bc	۴/۴۵bc	۵۲/۹۳ab	۷۴/۷۷c
		۲۰۰	۱۹/۵۰b	۵/۲۱abc	۱۶/۳۳bc	۴/۶۰b	۵۲/۳۶b	۷۵/۴۷bc

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

مطابق با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر کاربرد نانوذرات اکسید روی و باکتری باسیلوس موجب افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه تحت شرایط تنش قلیایی گردید همچنین میزان نشت یونی را کاهش و محتوای نسبی آب را افزایش داد کاربرد نانوذرات روی و باکتری محرک رشد گیاهی می‌توانند موجب افزایش جذب عناصر غذایی و فتوسنتز در گیاه شوند و از این طریق رشد گیاه را بهبود بخشند این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات Kumar et al., (2017) مطابقت دارد که گزارش کردند کاربرد نانوذرات اکسید روی بسته به غلظت و گونه گیاهی متفاوت است و موجب افزایش رشد و نمو گیاه می‌گردد. همچنین این نانو ذرات حاوی روی هستند در سنتز اکسین نقش دارد که نقش مهمی در رشد گیاه دارند و برای تولید کلروفیل و رنگدانه فتوسنتز ضروری است. وجود روی کافی باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی ، بهبود رشد و قدرت گیاه می شود (Singh et al., 2023). همچنین ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی (PGPR) نقش کلیدی در بهبود تحمل محصولات به تنش دارند. PGPRها سیستم آنتی‌اکسیدانی را القا و تجمع مواد تنظیم‌کننده اسمزی را افزایش می‌دهند علاوه بر این، می‌تواند تعادل آب را در گیاهان حفظ و جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سطح هورمون‌ها را افزایش دهند که از این طریق موجب بهبود رشد گیاه می‌گردند (Shi et al., 2022).

منابع

Abd El-Daim, I.A., Bejai, S. and Meijer, J. 2019. Bacillus velezensis 5113 induced metabolic and molecular reprogramming during abiotic stress tolerance in wheat. Scientific Reports, 9(1): 16282.

Anwar, T., Safdar, A., Qureshi, H., Siddiqi, E.H., Ullah, N., Naseem, M.T. and Soufan, W. 2025. Synergistic effects of *Vachellia nilotica*-derived zinc oxide nanoparticles and melatonin on drought tolerance in *Fragaria* × *ananassa*. BMC Plant Biology, 25(1): 82.

Chen, W., Xie, C., He, Q., Sun, J. and Bai, W. 2023. Improvement in color expression and antioxidant activity of strawberry juice fermented with lactic acid bacteria: A phenolic-based research. Food Chemistry: X, 17: 100535.

Cong, M., Hu, Y., Sun, X., Yan, H., Yu, G., Tang, G. and Jia, H. 2023. Long-term effects of biochar application on the growth and physiological characteristics of maize. Frontiers in Plant Science, 14: 1172425.

Kumar, U.J., Bahadur, V., Prasad, V.M., Mishra, S. and Shukla, P.K. 2017. Effect of different concentrations of iron oxide and zinc oxide nanoparticles on growth and yield of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cv. Chandler. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6: 2440–2445.

Shi, H., Lu, L., Ye, J. and Shi, L. 2022. Effects of two *Bacillus velezensis* microbial inoculants on the growth and rhizosphere soil environment of *Prunus davidiana*. International Journal of Molecular Sciences, 23(21): 13639.

Singh, L., Sadawarti, R., Singh, S. and Mirza, A. 2023. Performance of nano zinc oxide and iron oxide on growth, flowering and yield of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cv. Winter Dawn. Journal of Food Chemistry and Nanotechnology, 9: S277–S284.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the effects of zinc oxide nanoparticles and plant growth-promoting bacteria on some morphophysiological characteristics of strawberry plants under alkaline stress conditions

Abbas Danaeifar[1*] and Esmaeil Khaleghi[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding author: a.danaei@scu.ac.ir

Abstract

Alkaline stress is one of the most important abiotic stresses that reduces the absorption of micronutrients and plant growth. Aminochelates and plant growth-promoting bacteria are compounds that can increase resistance to stress conditions and improve vegetative growth. Therefore, in order to investigate the increase in the tolerance of strawberry plants to stress conditions, an experiment was conducted as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz. In this experiment, the effect of three levels of zinc oxide nanoparticles (0, 100, and 200 mg/L) and two levels of *Bacillus velezensis* bacteria (inoculated and without bacterial inoculation) at two pH levels (6.5 and 8) was investigated on some morphological and physiological characteristics. The results showed that increasing the pH level caused a decrease in morphological characteristics, relative water content, and an increase in ion leakage. zinc oxide and plant growth-promoting bacteria caused a significant increase in vegetative characteristics, including fresh and dry weight of shoots and roots. The greatest effect on morphological characteristics was obtained at a 200 mg/L zinc oxide along with *Bacillus volzensis* bacteria at pH 6.5, which resulted in an increase of 51.13%, 24.4% and 25.88% in shoot dry weight, root fresh weight and root dry weight, respectively. Also, at pH 6.5, 200 mg/L zinc oxide without the use of bacteria had the highest shoot fresh weight (22.66 g), relative water content (81.41%) and the lowest ion leakage (35.55%). In general, the application of zinc oxide nanoparticles and Bacillus velezensis bacteria improved morphological and physiological characteristics under alkaline stress conditions.

Keywords: Aminochelate, Dry weight, Fresh weight, Ion leakage, Relative content.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر باکتری‌های شورقلیاپسند بر خصوصیات مورفولوژی، بیوشیمیایی و برخی عناصر غذایی دانهال‌های پسته در شرایط تنش شوری و سدیمی خاک

مهرنوش اسکندری تربقان[1*] و عبدالحمید شرافتی[2]

۱- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *mehrnoosh eskandary@gmail.com*

چکیده

شوری و قلیائیت خاک یکی از بزرگ‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در جهان است. به‌منظور بررسی اثر سویه‌های باکتریایی شورقلیاپسند بومی خراسان رضوی دارای توانایی تولید آمونیاک، تری‌ایندول‌استیک اسید و ACC دی‌آمیناز، بر رشد رویشی دانهال‌های پسته، آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی و در شرایط باغ در سال ۱۴۰۰-۱۴۰۳ اجرا شد. شوری آب آبیاری (۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) به همراه دو رقم پسته (دانشمندی و اکبری) و به کارگیری دو سویه برتر و منتخب باکتری شورقلیاپسند بومی ویرجی‌باسیلیوس‌ماریسمورتی و آلکالی‌باسیلیوس‌هالوآلکالوفیلوس در چهارسطح (هر یک به تنهایی، مصرف توام دو سویه و شاهد) در سه تکرار (هر تکرار شامل دو دانهال)، بررسی گردید. صفات طول ساقه، قطر ساقه، تعداد برگ ریزشی، سطح برگ در دانهال‌ها بعلاوه طول و حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن خشک و تر اندام‌هوایی، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، میزان پرولین برگ، دمای کانوپی، شاخص کلروفیل برگ، نشت یون و مقدار کل کربوهیدرات ثبت؛ و تجزیه و تحلیل گردید. تمامی صفات مورفولوژی به استثنا نسبت ریشه به اندام‌هوایی (R/S) با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m کاهش، و با ادامه روند افزایش سطح شوری به ۱۶ dS/m، به استثنا قطر ساقه، تعداد برگ ریزشی، طول ریشه، رطوبت ساقه افزایش نشان دادند. کم‌ترین میزان رطوبت نسبی(۳۸/۴ ٪) در شوری ۸ dS/m و بیش‌ترین مقدار نشت یون (۵۰۸/۶ ٪) در شوری ۱۶ dS/m مشاهده گردید. تمامی صفات و عناصر مورد بررسی به استثنا تعداد کل برگ و برگ‌های ریزشی، رطوبت ریشه، نسبت R/S، دمای کانوپی و نشت یون در رقم اکبری بیش‌تر از دانشمندی بود. بیش‌ترین افزایش در صفات مورفولوژی تحت تاثیر به کارگیری توام دو سویه باکتری و سپس در تلقیح با باکتری آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس مشخص شد. به‌کارگیری آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس، مخلوط دوسویه و باکتری ویرجی‌باسیلیوس‌ماریسمورتی بترتیب ۱۷/۸، ۱۶ و ۸/۲ درصد نسبت Na/K را در مقایسه با شاهد کاهش داد. رقم اکبری در تلقیح با آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس در شوری بالا (۱۶ dS/m) موجب افزایش صفات رویشی گردید. تلقیح با تیمار مخلوط، موجب افزایش صفات بیوشیمیایی سطح برگ (۲۰/۸ سانتی‌مترمربع)، شاخص کلروفیل(۷۰/۵)، درصد رطوبت نسبی (۵۵٪) و کاهش دمای کانوپی (۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد) و درصد نشت یون (۳۷۳ درصد) در شوری ۱۶ dS/m شد. تلقیح باکتری‌ها خصوصا باکتری آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس موجب تعدیل غلظت عناصر سدیم و کلر و نسبت Na/K در مقایسه با شاهد گردید.

واژه‌های کلیدی : باکتری آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس، پرولین، رقم اکبری، نشت یون، نسبت Na/K.

مقدمه

ازآنجایی‌که اخیرا پسته جایگزین بسیاری از محصولات زراعی و باغی حساس به شوری شده است؛ بنابراین مساله شوری و پسته به‌هم گره خورده‌اند (شرافتی، ۱۳۹۲). عوامل متعددی موجب کاهش عملکرد باغ‌های پسته کشور شده است که از آن جمله می‌توان به شوری آب و خاک، تنش‌های اقلیمی و تغذیه نامناسب اشاره نمود (شرافتی و همکاران، ۱۳۹۵). اخیرا استفاده از ریز موجودات خاکزی به‌منظور کاهش

اثرات تنش‌های محیطی بر گیاهان، اهمیت زیادی پیدا کرده است. برخی از باکتری‌های مفید خاکزی با توانایی افزایندگی رشد گیاه یا اصطلاحا PGPR، دارای توانایی زنده‌مانی و بقا در شرایط شوری و قلیائیت هستند که به آنها شورقلیاپسندهای دارای خصوصیات محرک رشدی اطلاق می‌شود؛ و در مجاورت گیاه در شرایط تنش شوری و سدیم بالا، توانایی تحریک رشد گیاهی را دارند (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶). ارزیابی جمعیت و خواص محرک رشدی باکتری‌های اندوریزوسفری، ریزوسفری و غیرریزوسفری در دانهال‌های پسته (*Pistacia vera*) تحت شرایط گلخانه‌ای نشان داد، فراوانی جدایه‌های اندوریزوسفری، ریزوسفری و غیرریزوسفری در تولید ایندول‌استیک اسید، به‌ترتیب، ۴۸/۵، ۶۰ و ۴۷/۸ درصد و فراوانی جدایه‌ها در تثبیت نیتروژن، به‌ترتیب ۲۷،۶۴/۳ و ۱۷/۴ درصد بود (حجت نوقی و همکاران، ۱۳۹۲). تأثیر باکتری‌های بومی شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند ریزوسفری بادام (*Prunus amygdalus* L.) برفراهمی عناصرغذایی در خاک‌های شور و سدیمی نشان داد انواع باکتری‌های بومی شورقلیا در شوری بیش از ۸ دسی‌زیمنس‌برمتر و SAR بالاتر از ۱۵ کارایی بیش‌تری در فراهمی عناصر ضروری و یا نگهداری برخی یون‌های سمی مانند کلر و سدیم در خاک و ممانعت از جذب آن‌ها نشان دادند (اسکندری‌تربقان و همکاران، ۲۰۲۳).

هدف از این پژوهش آن بود که مشخص شود آیا دو سویه باکتری شورقلیاپسند بومی خراسان رضوی، می‌توانند تحت تیمارهای شوری ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری، بر صفات وابسته به رشد رویشی، بیوشیمیایی و عناصرغذایی دانهال‌های پسته در دو رقم دانشمندی (حساس به شوری) و اکبری (متحمل به شوری) در شرایط زمین اصلی تأثیرگذار باشند یا خیر؟

مواد و روش‌ها

برای اجرای این آزمایش دو سویه باکتری شورقلیاپسند به نام‌های *ویرجی‌باسیلیوس‌ماریسمورتی* و *آلکالی‌باسیلیوس‌هالوآلکالوفیلوس* هر یک جداگانه به همراه به‌کارگیری توام دو سویه و نیز شاهد (محیط کشت عاری از باکتری) همراه با سه سطح شوری (۸ ؛ ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر)؛ و دو رقم پسته ۱- دانشمندی و ۲- اکبری به مدت سه سال (۱۴۰۰ -۱۴۰۳) و به صورت آزمایش‌های دو بار خرد شده در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار (هر تکرار دو دانهال پسته) در ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد خراسان رضوی (''۱۵ '۵۴ °۳۴ عرض شمالی، ''۳۷ '۴۵ °۵۸ طول شرقی) و در شرایط زمین اصلی اجرایی گردید. جهت جداسازی و خالص سازی هر یک از جدایه‌های شورقلیاپسند توسط محیط کشت اختصاصی آنها، نمونه‌برداری از شش منطقه مختلف از خاک‌های استان خراسان رضوی از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری خاک، انجام شد. جدایه‌های خالص سازی شده جهت نگهداری طولانی مدت به روش نیتروژن مایع (هوری‌کوشی،۱۹۹۹) ذخیره سازی شدند. سپس شناسایی ژنتیک آنها بر اساس توالی‌یابی ژن 16S rRAN انجام شد. پس از آماده سازی زمین و پیاده‌سازی نقشه آزمایش، کاشت مستقیم بذور در محیط اصلی زمین انجام شد. پس از سبز شدن و استقرار دانهال‌ها، برای هر نهال ۵۰ میلی‌لیتر زادمایه با باکتری مورد نظر آماده شد. بدین صورت که ۵۰ میلی‌لیتر زادمایه با ۲ لیتر آب مقطر مخلوط و در قسمت تشتک ایجاد شده برای هر نهال آبیاری گردید. در طول دوره رشد، تیمارهای آبیاری بر اساس شوری مورد نظر اعمال گردید. در سال آخر پژوهش، برخی صفات قابل اندازه‌گیری شامل دمای کانوپی با دماسنج مادون قرمز، طول ساقه بر حسب سانتی‌متر، قطر ساقه در ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک بر حسب میلی‌متر و با استفاده از کولیس، تعداد برگ موجود و تعداد برگ ریزشی با شمارش آن‌ها ثبت گردید و سپس از هر نهال ۵ عدد برگ، از برگ‌های قسمت میانی شاخه اصلی برای اندازه‌گیری دو صفت سطح برگ و شاخص کلروفیل به‌ترتیب با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ و کلروفیل‌سنج؛ و نیز مقدار نسبی رطوبت (RWC)، نشت یون، پرولین و مقدار قند محلول جمع‌آوری گردید و برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه شد (Eskandari Torbaghan et al., 2023). صفات وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه به انضمام طول و حجم ریشه نیز اندازه‌گیری گردیدند. غلظت برخی عناصرغذایی در برگ پسته شامل بور، فسفر، پتاسیم، کلسیم، سدیم، کلر و روی نیز اندازه گیری شد. در پایان، داده ها توسط نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m موجب کاهش اکثر پارامترهای رشد رویشی گردید (جدول ۱). لیکن ادامه روند افزایش شوری به ۱۶ dS/m موجب افزایش آنها شد. برخی اوقات افزایش شوری تا یک سطحی در شرایط ویژه با توجه به نوع شوری و ترکیب یونی آن، نه تنها اثر منفی بر برخی شاخص‌های رشدی گیاه ندارد، بلکه تا حدودی اثر تغذیه‌ای نیز دارد (اسکندری‌تربقان، ۱۳۸۵). همچنین می‌توان عنوان

نمود که احتمالا سازگاری بالایی برای دانهال‌های پسته در شرایط اجرای طرح در زمین اصلی در باغ اتفاق افتاده که در اکثر منابع به‌دلیل اجرا در شرایط گلخانه‌ای و یا بر روی درختان بارده چند ساله امکان مشاهده این سازگاری وجود ندارد. تئوری قابل ذکر دیگر آن است که افزایش شوری، تا شوری ۸ dS/m تاثیری بر پسته و صفات رشدی آن نداشت، از ۸ به ۱۲ dS/m مکانیسم‌های تحمل به شوری توسعه نیافته و اکثر صفات رشدی کم شده است، اما با افزایش شوری تا ۱۶ dS/m ، مکانیسم‌های مختلف تحمل ازجمله جذب کمتر سدیم و کلر که توسط ریشه است توسعه می‌یابد و در نتیجه از کاهش صفات رویشی در شوری ۱۶ dS/m جلوگیری نموده است. در این پژوهش رشد ریشه‌ها بیش از اندام هوایی بود (شکل۱) تا احتمالا گیاه توان مقابله با تنش شوری و فرار از غلظت بالای سدیم خاک سطحی را داشته باشد که شاید بتوان آن را به عنوان یکی از موارد سازگاری دانهال‌های جوان پسته در شرایط شوری و سدیم بالای خاک دانست. افزایش شاخص کلروفیل (عدد SPAD) درشرایط تنش احتمالاً به علت کاهش سطح برگ و تجمع کلروفیل در سطح کمتر برگ‌ها بود.

با افزایش شوری تعداد برگ ریزشی کاهش یافت. نتایج برخی مطالعات نشان دادند که میزان هورمون اکسین و جیبرلین تحت‌تأثیر تنش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (کارگر خرمی و همکاران، ۱۳۹۸). مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره را تولید می‌کند (لاهوتی و همکاران، ۱۳۹۰). اتیلن موجب افزایش ریزش در برگ‌ها می‌شود، اتیلن این کار را با کمک هورمون اکسین یا سایر هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد، که بر حساسیت اتیلن بافت‌ها تأثیر می‌گذارد، انجام می‌دهد (فهیمی،۱۳۹۴). از سوی دیگر این کاهش اتیلن را می‌توان به توان تولید آنزیم ACCدآمیناز توسط باکتری‌ها و نقش آن در کاهش اتیلن تنشی مربوط دانست (خسروی، ۱۳۹۵). غلظت روی با افزایش شوری افزایش معنی‌دار نشان داد (شکل ۲) هر چه غلظت H^+ در محلول بیش تر باشد، pH کاهش می‌یابد (Cancellier, 2013) و احتمالا این عامل موجب افزایش جذب عنصر کم‌مصرف روی گردید. غلظت عنصر کم مصرف بور با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m افزایش، لیکن از ۱۲ به ۱۶ dS/m کاهش یافت که احتمالا بر اثر تغییر pH محیط و قلیاتر شدن محیط و عدم جذب آن بود.

جدول ۱– اثر سطوح شوری بر برخی خصوصیات مورفولوژی دانهال‌های پسته.

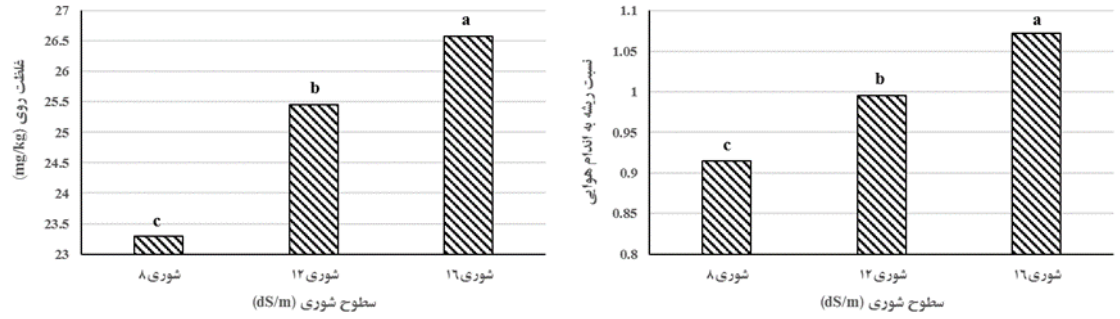
تیمار	طول ساقه (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد برگ	تعداد برگ ریزشی	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	رطوبت برگ (٪)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	رطوبت ساقه (٪)
شوری ۸	۵۶/۷۵a	۱۱/۳۹a	۱۵۰/۳a	۱۱/۵۶a	۵۸/۸۳a	۴۲/۸۰a	۲۶/۸۷a	۶۹/۳۴a	۴۵/۷۰a	۳۳/۸۱a
شوری ۱۲	۴۸/۴۲c	۱۰/۲۱b	۱۱۳/۵b	۵/۹۳۸b	۴۱/۶۸c	۳۲/۸۶c	۲۱/۴۳b	۴۷/۳۴c	۳۲/۹۸c	۳۰/۳۶b
شوری ۱۶	۵۲/۳۵b	۱۰/۰۸b	۱۱۴/۵b	۵/۳۳۳c	۴۳/۳۱b	۳۴/۰۵b	۲۲/۲۲b	۵۴/۲۰b	۳۸/۹۸b	۲۸/۲۱b

میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۱(ادامه) – اثر سطوح شوری بر برخی خصوصیات مورفولوژی دانهال‌های پسته.

تیمار	طول ریشه (cm)	حجم ریشه (cm^3)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	رطوبت ریشه (٪)	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	رطوبت اندام هوایی (٪)	نسبت ریشه به اندام هوایی (R/S)
شوری ۸	۷۳/۷۷a	۹۲/۲۷a	۱۰۴/۵a	۶۸/۸۵a	۴۰/۲۴a	۱۲۸/۲a	۸۸/۵۰a	۳۱/۰۰a	۰/۹۱۵c
شوری ۱۲	۶۴/۴۶b	۷۵/۰۴c	۷۸/۹۳c	۵۶/۳۴c	۳۴/۷۶c	۸۹/۰۲c	۶۵/۸۴c	۲۶/۳۱b	۰/۹۹۵b
شوری ۱۶	۶۳/۱۳b	۸۵/۷۵b	۹۳/۱۰b	۶۳/۵۲b	۳۷/۳۹b	۹۶/۲۳b	۷۳/۰۳b	۲۶/۴۱b	۱/۰۷۲a

میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشند.



شکل ۱- تاثیر سطوح شوری بر نسبت ریشه به اندام هوایی (R/S)

شکل۲- تاثیر سطوح شوری بر غلظت روی (mg/kg).

بررسی تقریبا تمامی صفات رویشی، بیوشیمیایی (جدول ۲) و عناصر دانهال‌های پسته (جدول ۳) تحت تاثیر رقم نشان داد که رقم اکبری در همگی این صفات به استثنا نسبت ریشه به اندام هوایی برتری داشت. با توجه به این مطالعه احتمالا رقم دانشمندی به جهت حساسیت بیش‌تر نسبت به تنش شوری و کاهش سطح برگ در جهت جبران و جلوگیری از کاهش رشد، اقدام به توسعه یا رشد بیشتر ریشه نمود که به نوعی انتخاب مکانیسم اجتناب از تنش شوری نیز بود.

جدول ۲- اثر رقم بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی دانهال‌های پسته.

تیمار	دمای کانوپی	تعداد برگ	سطح برگ (cm^2)	شاخص کلروفیل	رطوبت نسبی برگ (٪)	نشت یون (٪)	پرولین ($\mu mol\ g^{-1}$ fresh weight)	قند محلول (٪)
دانشمندی	۲۷/۹۹a	۱۲۸/۸۶a	۱۶/۴۲b	۶۳/۷۴b	۴۹/۰۱b	۵۰۲/۴۳a	۵/۸۷b	۱۵/۱۸b
اکبری	۲۷/۴۴b	۱۲۳/۳۸b	۱۹/۰۸a	۶۵/۴۶a	۵۱/۰۲a	۴۲۲/۹۲b	۷/۷۱a	۱۵/۷۳a

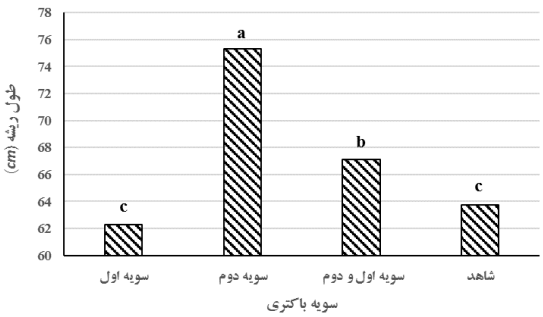
میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۳- اثر رقم بر غلظت برخی عناصر غذایی دانهال‌های پسته.

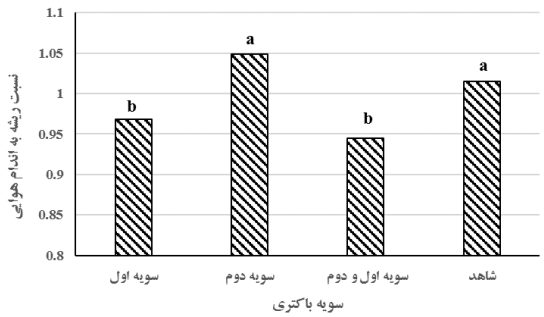
تیمار	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)	کلسیم (٪)	سدیم (٪)	کلر (٪)	روی (ppm)	بور (ppm)	نسبت سدیم/پتاسیم
دانشمندی	۰/۰۹۶b	۱/۰۱۶b	۱/۹۰۳a	۰/۲۰۸b	۲/۲۴b	۲۲/۶۶b	۲۰۳/۲۶b	۰/۲۰۸a
اکبری	۰/۱۱۱a	۱/۱۵۴a	۱/۹۱۹a	۰/۲۱۳a	۲/۳۷a	۲۷/۵۵a	۲۱۰/۱۱a	۰/۱۸۷b

میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشند.

بررسی سویه‌های باکتری بر صفات مختلف رویشی و بیوشیمیایی دانهال‌های پسته نشان داد تیمارهای مخلوط دو باکتری و سپس جنس آلکالی‌باسیلیوس‌هالوآلکالوفیلوس از برتری بیش‌تری نسبت به جنس ویرجی‌باسیلیوس ماریسمورتی برخوردار بودند. آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس تولیدکننده آنزیم‌های خارجی پایدار در شرایط حداکثر تنش همانند پروتئازها، آمیلازها و سلولازها می‌باشد و شاید به همین علت با ادامه شرایط ماندگار و بالای تنش شوری و سدیمی توانسته بود، نتایج بهتری را نسبت به باکتری ویرجی‌باسیلیوس ماریسمورتی ارائه دهد (شکل ۳ و ۴). هرچند جنس ویرجی‌باسیلیوس با تولید پلی‌ساکاریدهای خارجی قادر به زیست فلکوله کردن برخی عناصر و یون‌ها از جمله سدیم می‌باشد (سانچزپرو و همکاران، ۲۰۱۴) که در نتیجه مخلوط این دو باکتری توانسته بود موجب برتری این تیمار نسبت به بکارگیری جداگانه آنها گردد.



شکل ۳- تاثیر نوع سویه بر طول ریشه (cm).



شکل ۴- تاثیر نوع سویه بر نسبت ریشه به اندام هوایی (R/S).

نتیجه‌گیری

به طورکلی سویه باکتری *آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس* در شوری ۱۶ dS/m در رقم اکبری به عنوان برترین تیمار افزایش‌دهنده شاخص‌های رشدی دانهال‌های پسته و پس از آن تیمار مخلوط سویه‌ها خصوصا در بهبود خصوصیات بیوشیمیایی شناخته شدند. تلقیح باکتری‌ها خصوصا باکتری *آلکالی باسیلیوس هالوآلکالوفیلوس* موجب تعدیل غلظت عناصر سدیم و کلر و نسبت Na/K در مقایسه با شرایط عدم تلقیح گردید.

منابع

اسکندری‌تربقان، م. ۱۳۹۶. جداسازی و کارایی باکتری‌های شوروقلیاپسند مؤثر در کاهش تنش شوری در گندم. رساله دکتری علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد.

اسکندی‌تربقان، م. ۱۳۸۵. تأثیر نسبت‌های آنیونی کلر به سولفات آب آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات شیمیایی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه جو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد.

حجت‌نوقی، ف.، اخگر، ع.ر.، اسفندیارپور، ع. و خاوازی، ک. ۱۳۹۲. ارزیابی جمعیت و خواص محرک رشدی باکتری‌های اندوریزوسفری، ریزوسفری و غیرریزوسفری در نهال‌های پسته. نشریه دانش آب و خاک، ۲۳(۴): ۲۱۵–۲۳۴.

خسروی، ه. ۱۳۹۵. استفاده از باکتری‌های مفید خاکزی در مدیریت تولید محصول در شرایط تنش شوری و خشکی از طریق کاهش اتیلن گیاه. مدیریت اراضی، ۴(۱): ۳۳–۴۳.

شرافتی، ع.، حسینی‌فرد، ج. و کشاورز، پ. ۱۳۹۵. اثر محلول‌پاشی ترکیبات کلسیم بر تشکیل و توسعه میوه پسته. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۳۲(۲): ۱۹۳–۲۰۸.

شرافتی، ع. ۱۳۹۲. کاشت پسته در اراضی شور (با تأکید بر یافته‌های کاربردی). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

فهیمی، ح. ۱۳۹۴. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران.

کارگر خرمی، س.، جامعی، ر.، درویش‌زاده، ر. و حسینی‌سرقین، س. ۱۳۹۸. تأثیر تنش شوری بر هورمون‌های اکسین، جیبرلین، ویژگی‌های فیزیولوژیکی، ریخت‌شناختی و آناتومیکی دانه‌رست‌های گیاه بامیه (*Hibiscus esculentus* L.). نشریه زیست‌شناسی گیاهی ایران، ۱۱(۴): ۶۷–۸۲.

لاهوتی، م.، زارع حسن‌آبادی، م. و احمدیان، ر. ۱۳۹۰. بیوشیمی و فیزیولوژی هورمون‌های گیاهی. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Cancellier, E. 2013. Re: What are the effects of soil salinity on pH? ResearchGate.

Eskandari Torbaghan, M. and Khalili Torghabe, G.H. 2023. Evaluation of three groups of plant growth-promoting extremophilic rhizospheric bacteria on induction of salinity and alkalinity tolerance in GN15 almond (*Prunus amygdalus* L.) rootstocks. Plant Process and Function, 12(55): 1–14.

Horikoshi, K. 1999. Alkaliphiles: Some applications of their products for biotechnology. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 63(4): 735–750.

Sanchez-Porro, C., de la Haba, R. and Ventosa, A. 2014. The genus *Virgibacillus*. In: The Prokaryotes – Firmicutes and Tenericutes. Rosenberg, E. et al. (eds.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Study on influence of haloalkalophilic bacteria on morphological, biochemical and some nutrients of pistachio seedlings in soil salinity and sodicity stress

Mehrnoush Eskandari Torbaghan[1*] and Abdolhamid Sherafati[2]
1. Soil and Water Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2. Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
Corresponding Author: mehrnoosh.eskandary@gmail.com

Abstract

Soil salinity and alkalinity is one of the biggest factors limiting the production of agricultural products in the world. The present study was conducted in order to investigate the effect of haloalkaliphile bacterial strains native to the Razavi Khorasan region (which had the highest ability to produce plant growth promoting, including production of ammonia, tri-indole acetic acid, and ACC deaminase) on the vegetative growth of pistachio seedlings in the factorial split-plot arrangement based on a randomized complete design (RCD) and under garden conditions in 2021-2024. Three levels of saline irrigation (8, 12 and 16 ds m-1), two pistachio cultivars, Daneshmandi and Akbari, and the use of two superior and selected strains of native haloalkaliphilic bacteria, Virgibacillus marismortui, and Alkalibacillus haloalkaliphilus at four levels (each one alone, mixing both strains and control) were studied in three replicates consisting of two seedlings in each replicate.The studied traits in the second year of the project included stem length, stem diameter, number of fallen leaves, leaf area in the seedlings, in addition to root length and volume, root wet and dry weight, shoot dry and wet weight, relative leaf water content (RWC), the amount of leaf proline, canopy temperature, leaf chlorophyll index, ion leakage and finally the amount of total carbohydrates, which were recorded and analyzed. The results of the analysis of variance showed that almost all the morphological, biochemical, and elemental traits under the influence of salinity, variety, and bacterial strain were significant at the 0.01 level. All morphological traits, except for the root-to-shoot ratio (R/S), decreased as salinity levels increased from 8 to 12 dS/m. However, when salinity levels continued to rise to 16 dS/m, stem diameter, the number of leaf falls, root length, and stem moisture increased. The lowest amount of relative water content (38.4%) was observed at a salinity of 8 dS/m and the highest amount of ion leakage (508.6%) was observed at a salinity of 16 dS/m. All the examined traits and elements except the total number of leaves and fallen leaves, root moisture, R/S ratio, canopy temperature, and ion leakage in the Akbari were more than Daneshmandi variety ($p \leq 0.05$).The greatest increase in morphological traits was determined under the influence of the mixed use of two bacterial strains and then inoculation with the Alkalibacillus haloalkaliphilus. The application of Alkalibacillus haloalkaliphilus, two bacterial strains treatments and Virgibacillus marismortui bacteria decreased the Na/K ratio by 17.8, 16 and 8.2%, respectively, compared to the control. In general, Akbari variety inoculated with Alkalibacillus haloalkaliphilus in high salinity (16 dS/m) increased vegetative traits. Inoculation with the mixture treatment of two strains increases the biochemical characteristics of leaf surface (20.8 cm^2), chlorophyll index (70.5), relatively water content (55%) and decrease in canopy temperature (26.5 ◦C) and the percentage of ion leakage (373%) in salinity was 16 dS/m. The inoculation of bacteria, especially the Alkalibacillus haloalkaliphilus, caused the concentration of sodium and chlorine elements and the Na/K ratio to be adjusted compared to the control.

Keywords: Salinity and sodium stress, Akbari cultivar, Alkalibacillus haloalkaliphilus bacteria, Prolin, Ion linkage, Na/K ratio.

تاثیر محلول‌پاشی سیلیسیم بر برخی صفات کمی و کیفی میوه خرما در شرایط شوری بالای خاک

رحمان یوسفی[1*]، محمدرضا پورقیومی[1] و سید سمیح مرعشی[1]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *r.yousefi66@areeo.ac.ir*

چکیده

سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که نتایج مطالعات مختلف اثرات مثبت آن را بر تولید و کیفیت میوه به ویژه در شرایط تنش‌های غیرزیستی مانند شوری نشان داده است. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی کود سیلیسیم بر برخی صفات کمی و کیفی میوه خرما رقم برحی در شرایط شوری بالای خاک صورت گرفت. تیمارهای محلول‌پاشی سیلیسیم روی کل تاج درخت شامل عدم محلول‌پاشی (T1)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار دو مرحله (T2)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار سه مرحله (T3)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار دو مرحله (T4)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار سه مرحله (T5)، محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار دو مرحله (T6) و محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار سه مرحله (T7) بودند. نتایج نشان داد که با کاربرد کود سیلیسیم وزن میوه از ۸/۴۱ گرم در تیمار T2 به ۹/۴۶ و ۹/۲۷ گرم به ترتیب در تیمارهای T5 و T6 افزایش معنی‌دار یافت. حجم میوه نیز از ۸/۳۰ سانتی‌متر مکعب در تیمار شاهد به ۹، ۸/۸۰ و ۸/۶۶ سانتی‌متر مکعب در تیمارهای T7، T5 و T6 افزایش معنی‌دار یافت. بیشترین وزن خوشه در تیمار T6 به مقدار ۱۲/۵۳ کیلوگرم مشاهده گردید که با اکثر دیگر تیمارها و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود. کمترین میزان مواد جامد محلول میوه در تیمار عدم کاربرد سیلیسیم (T1) به میزان ۶۳/۶۹ درصد مشاهده شد و بیشترین مقادیر مواد جامد محلول میوه به ترتیب در تیمارهای T5 و T6 با مقادیر ۷۰/۰۷ و ۶۸/۵۹ درصد ثبت شد. با کاربرد کود سیلیس pH آب میوه کاهش معنی‌دار داشته است، اما طول میوه و اسید کل میوه تغییرات معنی‌دار نداشتند. در مجموع محلول‌پاشی سیلیسیم اثرات منفی ناشی از شوری بالای خاک بر صفات کمی و کیفی میوه خرما را کاهش و موجب بهبود این صفات شد.

واژه‌های کلیدی: سیلسیم، برحی، وزن میوه، طول میوه، مواد جامد محلول.

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylifera*) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک است به گونه‌ای که بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۰ رتبه پنجم میزان تولید محصولات باغبانی در کشور مربوط به خرما با تولید حدود ۱/۵ میلیون تن و سهم ۶/۷ درصدی از کل میزان تولید محصولات باغبانی بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۱). غلظت نمک در خاک‌های مناطق خرماخیز عمدتاً بالا است و نخل خرما به دلیل ویژگی‌های تکاملی طبیعی‌اش تحمل خوبی در برابر شوری دارد، اما از آنجاییکه همه گیاهان تحت تأثیرات منفی شوری قرار می‌گیرند، نخل خرما نیز از این عارضه مستثنی نیست. افزایش سطوح شوری آب، پارامترهای رشدی گیاه خرما مانند ارتفاع گیاه، محیط (قطر) گیاه، تعداد برگ و طول برگ را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد و مقادیر آن با افزایش میزان شوری آب کاهش می‌یابد (Hossain *et al*., 2020). بررسی وضعیت رشد نهال‌های دو ساله خرمای رقم مجول پس از آبیاری با آب شور به مدت شش ماه حاکی از کاهش معنی‌دار هدایت روزنه‌ای (در شوری ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول)، وزن خشک کل (در شوری ۱۰۵ میلی‌مول) و نیز افزایش معنی‌دار غلظت سدیم و کلر در ریشه (در شوری ۳۰، ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول) و غلظت سدیم در برگ (در شوری ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول) بود (Sperling *et al*., 2014). در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری روی سیلیسیم (Si) انجام شده و می‌توان اظهار داشت که سیلیسیم به عنوان عنصری سودمند نقش‌های مهمی را در رشد و نمو گیاهان بازی می‌کند (Epstein and Bloom, 2004). گزارش‌های زیادی نشان داده‌اند کاربرد سیلیسیم به طور معنی‌داری موجب افزایش رشد بسیاری از گونه‌های گیاهی از طریق افزایش در فعالیت فتوسنتزی، افزایش سطح برگ و میزان کلروفیل و همچنین بهبود ساختار کلروپلاست در گیاهان تحت تنش شوری می‌شود. Fekry *et al*., 2020 طی تحقیقی به منظور بهبود رشد و میوه‌دهی خرمای رقم برحی اثر مواد مختلف شامل هیومیک اسید، سلنیوم و سیلیسیم را به صورت تیمارهای ترکیبی

مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که کاربرد هر دو عنصر سلنیوم و سیلیسیم همراه با هیومیک اسید سبب بهبود عملکرد، وزن خوشه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه شده است. همچنین ویژگی‌های رشدی مانند مقدار کلروفیل و وضعیت عنصر غذایی برگ‌ها نیز با کاربرد این مواد نسبت به شاهد افزایش یافت. Haical., 2017 در پژوهشی غلظت‌های مختلف کود سیلیکات پتاسیم (۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) را طی یک تا سه مرحله روی درختان خرما محلول‌پاشی کرد و گزارش نمود که کاربرد کود سیلیسیم باعث بهبود تمامی صفات رشدی، ترکیبات معدنی، وزن خوشه، عملکرد و صفات کمی و کیفی میوه خرما نسبت به تیمار شاهد شد و به منظور بهبود عملکرد و کیفیت میوه خرما رقم زغلول، محلولپاشی ۰/۱ درصد سیلیکات پتاسیم طی دو مرحله (قبل از گرده‌افشانی دستی و بعد از میوه‌بندی) را توصیه نمود. Badran., 2016 طی تحقیقی اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و سیلیسیم را روی عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم زقلول تحت شرایط خاک‌های شنی مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق سیلیسیم از منبع سیلیکات پتاسیم در غلظت ۰/۵ درصد طی سه مرحله (اوایل آوریل، می و ژوئن) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد که بهترین عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه خرما (وزن میوه، قطر میوه، وزن گوشت میوه، مواد جامد محلول میوه و محتوای قند میوه) با کاربرد ترکیبی عصاره جلبک دریایی در غلظت ۴ درصد و سیلیسیم در غلظت ۰/۵ درصد به دست آمد. استفاده از سیلیسیم به عنوان یک ماده محافظ گیاهی باید با توجه به گونه گیاه و در غلظت‌های مناسب صورت گیرد. از این‌رو هدف این تحقیق بررسی اثرات محلولپاشی کود سیلیسیم بر برخی صفات کمی و کیفی میوه خرما رقم برحی در نخلستانی با درجه شوری بالای خاک بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار طی دو سال (۱۳۹۹-۱۴۰۱) در پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری کشور در اهواز روی ۲۱ اصله نخل خرمای بارور ۱۵ ساله رقم برحی اجرا شد. میانگین شوری خاک تشتک‌های درختان در قطعه نخلستان منتخب جهت اعمال تیمارهای کودی حدود ۱۰ دسی زیمنس بر متر (۲/۵ برابر شوری حد آستانه شروع کاهش عملکرد نخل خرما یعنی ۴ دسی زیمنس بر متر) بود. در قطعه مورد نظر محلولپاشی کل تاج درخت با ۷ تیمار کود سیلیسیم (از منبع کودی سیلیس حاوی ۷۰ درصد SiO_2) شامل عدم کاربرد کود سیلیسیم (T1)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار در دو مرحله؛ سه هفته قبل از شروع گرده افشانی و اواخر مرحله حبابوک (T2)، محلول‌پاشی با غلظت ۱ در هزار در سه مرحله؛ سه هفته قبل از شروع گرده افشانی، اواخر مرحله حبابوک و اواخر مرحله کیمری (T3)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار در دو مرحله؛ سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی و اواخر مرحله حبابوک (T4)، محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار در سه مرحله؛ سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی، اواخر مرحله حبابوک و اواخر مرحله کیمری (T5)، محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار در دو مرحله؛ سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی و اواخر مرحله حبابوک (T6) و محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار در سه مرحله؛ سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی، اواخر مرحله حبابوک و اواخر مرحله کیمری (T7) انجام شد. اعمال تیمارها طی دو سال متوالی تکرار شد و در هر فصل میوه‌دهی وزن میوه، وزن خوشه، حجم میوه، وزن گوشت میوه، مواد جامد محلول (TSS)، اسید کل (TA) و pH آب میوه اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین خصوصیات کمی و کیفی میوه نیز در زمان برداشت محصول، تعداد ۱۰۰ عدد میوه به طور تصادفی از خوشه‌های مختلف هر نخل نمونه‌برداری شد و برای سنجش صفات کمی و کیفی میوه مورد استفاده قرار گرفت. وزن تر میوه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم، وزن خوشه با ترازوی دیجیتالی با قابلیت توزین حداکثر ۳۰ کیلوگرم و دقت ۱۰ گرم، حجم میوه به روش غوطه‌وری میوه در آب درون یک استوانه مدرج (بروجردنیا، ۱۳۹۹) و نیز مواد جامد محلول میوه (TSS) و pH عصاره میوه طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶) به ترتیب با استفاده از دستگاه رفراکتومتر و pH متر مورد سنجش قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری اسید کل میوه از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد (چراغی دهدزی و همدمی، ۱۳۹۱). تمام داده‌ها پس از آزمون نرمالیته و بررسی نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه 9.1.3) به صورت مرکب تجزیه واریانس شدند و میانگین تیمارهای مورد آزمایش با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر کاربرد تیمارهای سیلیسیم بر وزن میوه، وزن خوشه و وزن گوشت میوه در سطح ۵ درصد و نیز بر حجم میوه، مواد جامد محلول و pH آب میوه در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید، اما بر میزان اسید کل میوه در هیچ یک از سطوح احتمال آماری ۵ و ۱ درصد اثر معنی‌دار نداشته است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر محلولپاشی کود سیلیسیم بر برخی صفات کمی میوه خرما رقم برحی.

		میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه	وزن خوشه	حجم میوه	وزن گوشت میوه	مواد جامد محلول	اسید کل	pH آب میوه
سال	۱	۹/۶۹۲**	۳۰/۹۰**	۰/۲۷۵ns	۸/۰۸۳۳**	۹۴/۵۰**	۳۰/۷۰۶**	۰/۰۰۹۴۵ns
خطا	۴	۰/۳۶۱	۰/۸۶	۰/۵۹۲	۰/۲۸۸	۱۰/۲۲	۰/۰۶۴	۰/۰۱۲۰۸
تیمار	۶	۰/۷۳۱*	۶/۶۹*	۱/۱۶۷**	۰/۶۷۲*	۳۵/۶۶**	۰/۰۶۷ns	۰/۰۳۶۷۹**
تیمار* سال	۶	۰/۲۶۹ns	۰/۵۰ns	۰/۴۳۳ns	۰/۲۵۴ns	۱/۶۶ns	۰/۱۳۳ns	۰/۰۰۹۴۷ns
خطا	۲۴	۱/۰۰۸	۲/۶۵	۰/۲۶۱	۰/۲۷۹	۶/۷۸	۰/۲۴۶	۰/۰۰۹۱۳
کل	۴۱	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات	-	۵/۸۶	۱۵/۵۹	۶/۰۴	۶/۳۳	۳/۹۱	۳۴/۱۲	۱/۴۴

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns عدم معنی‌داری.

مقایسه میانگین داده‌های صفات کمی و کیفی میوه (جدول ۲) نشان داد که به لحاظ وزن و حجم میوه، بیشترین مقادیر وزن و حجم میوه در تیمارهای T5، T6 و T7 مشاهده گردید که این سه تیمار در خصوص این دو صفت با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی با اکثر دیگر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بودند. بیشترین وزن خوشه مربوط به تیمار T6 به میزان ۱۲/۵۳ کیلوگرم و کمترین وزن خوشه مربوط به تیمار T1 (شاهد) با مقدار ۹/۴۲ کیلوگرم بود که این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار بود. بیشترین مقدار وزن گوشت میوه نیز در تیمارهای T5، T6 و T7 (به ترتیب ۸/۷۲۴، ۸/۵۹۱ و ۸/۵۵۸ گرم) مشاهده گردید و کمترین مقدار آن در تیمار T2 (۷/۷۴۷ گرم) ثبت شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی نشان داد که بین میانگین‌های مختلف درخصوص مواد جامد محلول اختلاف معنی‌دار وجود دارد، به‌گونه‌ای که کمترین میزان مواد جامد محلول میوه در تیمار عدم کاربرد سیلیسیم (T1) به میزان ۶۳/۶۹ درصد مشاهده شد و بیشترین مقادیر مواد جامد محلول میوه به ترتیب در تیمارهای T5 و T6 با مقادیر ۷۰/۰۷ و ۶۸/۵۹ درصد ثبت گردید (جدول ۲). اختلاف بین دو تیمار T5 و T6 که دارای بیشترین مقادیر مواد جامد محلول بودند معنی‌دار نبود، اما هر دو تیمار مذکور نسبت به تیمار شاهد (T1) که دارای کمترین میزان مواد جامد محلول بوده است دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۲). به لحاظ سال نیز، میزان مواد جامد محلول در سال اول (۶۸/۰۸) نسبت به سال دوم (۶۵/۰۸) با اختلاف معنی‌دار بیشتر بود (جدول ۷). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) کمترین میزان pH آب میوه در تیمار T5 با مقدار ۶/۴۶ مشاهده شد. بین باقی تیمارها به لحاظ pH آب میوه اختلاف معنی‌دار دیده نشد. بین تیمار T5 و T6 نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

جدول ۲- اثرات کاربرد سیلیسیم بر برخی صفات کمی و کیفی میوه خرما رقم برحی در شرایط خاک شور.

تیمارهای سیلیسیم	وزن میوه (گرم)	وزن خوشه (کیلوگرم)	حجم میوه (cm^3)	وزن گوشت میوه (گرم)	مواد جامد محلول (٪)	اسید کل (٪)	pH آب میوه
T1	۸/۸۶ab	۹/۴۲b	۸/۳۰bc	۸/۱۷۹ab	۶۳/۶۹d	۱/۵۱a	۶/۶۹a
T2	۸/۴۱b	۱۰/۹۲ab	۷/۶۶c	۷/۷۴۷b	۶۴/۰۵dc	۱/۳۸a	۶/۶۳a
T3	۹/۱۷a	۱۰/۰۶b	۸/۵۶ab	۸/۴۴۲a	۶۷/۷۸ab	۱/۶۵a	۶/۶۸a
T4	۸/۹۳ab	۱۰/۲۹b	۸/۲۳bc	۸/۱۷۷ab	۶۴/۸۴bcd	۱/۳۸a	۶/۶۵a
T5	۹/۴۶a	۱۰/۴۴b	۸/۸۰ab	۸/۷۲۴a	۷۰/۰۷a	۱/۴۷a	۶/۴۶b
T6	۹/۲۷a	۱۲/۵۳a	۸/۶۶ab	۸/۵۹۱a	۶۸/۵۹a	۱/۳۴a	۶/۵۷ab
T7	۹/۲۶a	۹/۵۰b	۹a	۸/۵۵۸a	۶۷/۰۵abc	۱/۴۲a	۶/۶۶a

میانگین‌هایی با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

در این تحقیق نتایجی که از تأثیر سیلیسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه خرما در شرایط خاک شور به دست آمد نشان داد که محلول‌پاشی کود سیلیسیم باعث تغییرات معنی‌داری در اکثر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه خرما رقم برحی گردید. در تحقیقی که توسط Fekry *et al.*, 2020 روی خرما صورت گرفت کاربرد سیلیسیم سبب افزایش ویژگی‌های کمی میوه (وزن میوه، قطر میوه) و عملکرد میوه خرما در شرایط تنش شوری شد. Haical., 2017 نیز طی انجام تحقیقی درخصوص اثر کاربرد سیلیسیم بر رشد و میوه‌دهی خرمای رقم زقلول در مصر، گزارش داد که کاربرد سیلیسیم سبب افزایش وزن خوشه، عملکرد، وزن میوه، قطر میوه و وزن گوشت میوه گردید. Badran., 2016 نیز افزایش وزن خوشه و عملکرد میوه خرما را در نتیجه کاربرد سیلیسیم گزارش نمودند. نتایج این تحقیق با نتایج گزارشات ذکر شده مطابقت دارد. کاربرد سیلیسیم منجر به تولید غلظت‌های بالاتر آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز در برگ می‌شود. این آنزیم سوخت و ساز دی‌اکسید کربن را تنظیم کرده و در نتیجه کارایی تثبیت دی‌اکسید کربن توسط گیاهان را افزایش می‌دهد و در نهایت منجر به بهبود فتوسنتز در گیاه می‌شود (Adatia and Besford, 1986). بهبود فتوسنتز در گیاه منجر به بهبود خصوصیات رشد و نموی گیاه، افزایش تولید ماده خشک (سیدلر فاطمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Agarie *et al.*, 1993) و همچنین بهبود تولید کربوهیدرات‌ها و افزایش بنیه گیاه میشود که مجموعه این عوامل سبب بهبود توسعه وزنی و حجمی میوه و در نهایت افزایش عملکرد و کیفیت میوه می‌شود (دهقانی‌پوده و همکاران، ۱۳۹۱؛ Samuels *et al.*, 1993). کاربرد سیلیسیم باعث تحریک تشکیل میوه و تسریع بلوغ میوه می‌شود (Matichenkov and Bocharnikova, 2008). کاربرد سیلیسیم و تأثیر آن بر ویژگی‌های کمی و کیفی و عملکرد، بستگی به غلظت و زمان کاربرد آن دارد. به استناد نتایج این پژوهش می‌توان محلول‌پاشی ۳ در هزار کود سیلیسیم در دو مرحله (T6)؛ مرحله اول سه هفته قبل از شروع گرده‌افشانی و مرحله دوم در اواخر مرحله حبابوک را به عنوان یک گزینه مطلوب در نظر داشت.

منابع

آمارنامه کشاورزی ۱۴۰۰، جلد سوم: گزارش محصولات باغی و گلخانه‌ای. ۱۴۰۱. معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهاد کشاورزی، ۳۰۷ صفحه.

بروجردینا، م. ۱۳۹۹. بررسی امکان بهبود تشکیل میوه نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد شامل پوترسین، اسپرمیدین و بنزیل آدنین. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، ۲۷ صفحه.

چراغی دهدزی، س. و همدمی، ن. ۱۳۹۱. اثر انبارداری در دماهای مختلف بر میزان رطوبت، مواد جامد محلول، اسیدیته و pH خرمای کبکاب. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲(۲۲): ۱۳۱–۱۴۰.

دهقانی‌پوده، ص.، قبادی، س.، بانی‌نسب، ب. و قیصری، م. ۱۳۹۰. تأثیر پتاسیم سیلیکات و نانوسیلیس بر عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، 1847–1844 .pp.

سیدلر فاطمی، ل.، طباطبایی، س.ج. و فلاحی، ا. ۱۳۸۸. اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۱): ۸۸–۹۵.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۶. آب‌میوه‌ها–روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران ۲۶۸۵، تجدیدنظر اول، ۳۸ صفحه.

Nazari, F. and Koshesh Saba, M. 2017. Combination effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) with ajowan essential oil and silver nanoparticles on postharvest life of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers. HortScience, 52(11): 1–6.

Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2023. Efficiency of nanoemulsion of essential oils to control *Botrytis cinerea* on strawberry surface and prolong fruit shelf life. International Journal of Food Microbiology, 384: 109979.

Adatia, M.H. and Besford, R.T. 1986. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. Annals of Botany, 58: 343–351.

Agarie, S., Uchida, H., Agata, W., Kubota, F. and Kaufman, P.B. 1993. Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice plant (*Oryza sativa*). Crop Production and Improvement Technology, 34: 225–234.

Badran, M.A. 2016. Effect of spraying seaweed extracts and silicon on yield and fruit quality of Zaghloul date palms grown under sandy soil conditions. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 47(5): 165–174.

Epstein, E. and Bloom, A. 2004. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. 2nd ed. Sinauer Associates, 380 pp.

Fekry, W.M.E., Rashad, M.A. and Alalaf, A.H. 2020. Attempts to improve the growth and fruiting of Barhi date palms under salinity stress. Asian Journal of Plant Sciences, 19(2): 146–151.

Haikal, A.M.E. 2017. The impact of silicon on growth and fruiting of Zaghloul date palms. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 48(5): 158–166.

Hossain, M.T., Soga, K., Wakabayashi, K., Kamisaka, S., Fujii, S., Yamamoto, R. and Takayuki, H. 2007. Modification of chemical properties of cell walls by silicon and its role in regulation of the cell wall extensibility in oat leaves. Journal of Plant Physiology, 164: 385–393.

Matichenkov, V.V. and Bocharnikova, E.A. 2008. New generation of silicon fertilizers. In: Keeping, M. (ed.), *Silicon in Agriculture Conference South Africa, 4th International Conference Abstracts*, p. 71. University of KwaZulu-Natal, Wild Coast Sun, Port Edward, KwaZulu-Natal, South Africa.

Samuels, A.L., Glass, A.D.M., Ehret, D.L. and Menzies, J.G. 1993. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: Changes in surface characteristics. Annals of Botany, 72: 433–440.

Sperling, O., Lazarovitch, N., Schwartz, A. and Shapira, A. 2014. Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). Environmental and Experimental Botany, 99: 100–109.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of silicon foliar application on some quantitative and qualitative traits of date palm fruit under high soil salinity conditions

Rahman Yousefi[1*], Mohammadreza Pourghayoumi[1] and Seyyed Samih Marashi[1]
1- Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
Corresponding Author: r.yousefi66@areeo.ac.ir

Abstract

The silicon is one of the useful nutrients that results of various studies have shown its positive effects of silicon on fruit production and quality, especially under abiotic stresses such as salinity. This study was conducted to investigate the effect of foliar application of silicon fertilizer on some quantitative and qualitative traits of 'Barhee' date fruit under high soil salinity conditions. Silica foliar spray treatments on the whole crown of the tree contains, without application of foliar spraying (T1), foliar spraying with a concentration of 0.1% in two stages (T2), foliar spraying with a concentration of 0.1% in three stages (T3), foliar spraying with a concentration of 0.2% in two stages (T4), foliar spraying with a concentration of 0.2% in three stages (T5), foliar spraying with a concentration of 0.3% in two stages (T6) and foliar spraying with a concentration of 0.3% in three stages (T7). The results showed that with the application of silica fertilizer, the fruit weight increased significantly from 8.41 gr in the T2 treatment to 9.46 and 9.27 gr in the T5 and T6 treatments, respectively. The fruit volume also increased significantly from 8.30 cm^3 in the control treatment to 9, 8.80 and 8.66 cm^3 in the T7, T5 and T6 treatments. The maximum bunch weight was observed in T6 treatment as 12.53 kg, which was significantly different from most other treatments and the control. The lowest amount of fruit total soluble solids (TSS) was observed in the treatment of no application of silicon (T1) at the rate of 63.69%, and the highest amounts of fruit total soluble solids were recorded in treatments T5 and T6 with values of 70.07 and 68.59%, respectively. With the application of silica fertilizer, the pH of the fruit juice decreased significantly, but the total acid of the fruit did not change significantly. Overall, silicon foliar application reduced the negative effects of high soil salinity on the quantitative and qualitative traits of date fruit and improved these traits.

Keywords: Barhee, Fruit length, Fruit weight, Silicon, Soluble solid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات استفاده از بیوچار بر بهبود خصوصیات کیفی توده بومی سیر همدان در شرایط تنش خشکی

نساء قره‌باغلی[1*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: *n.gharebaghli@areeo.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف بیوچار بر ویژگی‌های کیفی و انبارداری توده بومی سیر همدان تحت شرایط تنش خشکی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح آبیاری (آبیاری کامل، تنش ملایم ۷۵٪ و تنش شدید ۵۰٪ نیاز آبی) و چهار سطح بیوچار (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) بودند. نتایج نشان داد تنش خشکی تأثیر معنی‌داری ($p<0.01$) بر کاهش تمامی صفات کیفی و انبارداری داشت. کاربرد بیوچار به‌ویژه در سطوح ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، اثرات منفی تنش را به‌طور قابل توجهی کاهش داد. در شرایط آبیاری کامل، تیمار ۱۵ تن بیوچار بالاترین مقادیر را نشان داد. محتوای آلیسین (۶/۴ میلی‌گرم بر گرم)، فنول کل (۹/۲ میلی‌گرم اسید گالیک معادل بر گرم)، بقای آلیسین پس از ۶ ماه انبارداری (۸۷/۲٪) و کمترین کاهش وزن (۱۴/۳٪). در شرایط تنش شدید، تیمار ۱۵ تن بیوچار موجب افزایش ۷۹/۴ ٪ محتوای آلیسین، ۷۹/۲ ٪ فنول کل و ۵۶/۸ ٪ بقای آلیسین نسبت به شاهد شد. همچنین، بیوچار تأثیر معنی‌داری بر حفظ عناصر معدنی داشت به‌طوری‌که در تیمار ۱۵ تن، محتوای پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترتیب ۶۴/۷ ٪، ۶۸/۶٪ و ۹۷ ٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. همبستگی مثبت قوی بین محتوای پتاسیم و بقای آلیسین ($r=0.89$) مشاهده شد. به‌طور کلی، کاربرد ۱۵-۱۰ تن بیوچار در هکتار می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری سیر در شرایط تنش خشکی توصیه شود. این نتایج برای کشاورزان مناطق با محدودیت آبی به‌ویژه در استان همدان دارای اهمیت کاربردی است.

واژه‌های کلیدی: آلیسین، بیوچار، تنش خشکی، سیر، صفات کیفی.

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و زراعی در جهان، از دیرباز به دلیل خواص تغذیه‌ای و دارویی مورد توجه بوده است (Sahidur et al., 2023). این گیاه در ایران به‌ویژه در استان همدان، به دلیل شرایط اقلیمی مناسب و خاک حاصلخیز، جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی دارد و حدود ۱۵ درصد از تولید ملی را به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱). با این حال، سیر به تنش خشکی حساس است و کاهش دسترسی به آب می‌تواند تأثیرات منفی قابل توجهی بر رشد، عملکرد و کیفیت آن داشته باشد (Habus et al., 2023). مطالعات نشان می‌دهند که تنش خشکی نه‌تنها باعث کاهش کمیت محصول می‌شود، بلکه بر ویژگی‌های کیفی نظیر محتوای ترکیبات زیست‌فعال (مانند آلیسین)، مواد معدنی و عمر انباری پیاز سیر نیز تأثیر منفی می‌گذارد (Zhang et al., 2021). در سال‌های اخیر، استفاده از بیوچار به‌عنوان یک اصلاح‌کننده خاک، به‌ویژه در شرایط تنش‌های محیطی مانند خشکی، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. بیوچار ماده‌ای غنی از کربن است که از پیرولیز زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی در شرایط کم‌اکسیژن تولید می‌شود. این ماده به‌دلیل ساختار متخلخل، ظرفیت بالای تبادل کاتیونی و پایداری در خاک، می‌تواند رطوبت خاک را افزایش دهد، مواد مغذی را در خود نگه دارد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید را تقویت کند (Han et al., 2023). مطالعات نشان داده‌اند که کاربرد بیوچار می‌تواند با بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، مقاومت گیاهان به تنش خشکی را افزایش دهد و از کاهش عملکرد و کیفیت محصول جلوگیری کند (Hasnain et al., 2023). اگرچه تأثیر بیوچار بر رشد و عملکرد کمی سیر در برخی تحقیقات

مورد بررسی قرار گرفته است، اما مطالعات محدودی در مورد تأثیر آن بر خصوصیات کیفی توده‌های بومی سیر، به‌ویژه در شرایط تنش خشکی، انجام شده است. ویژگی‌های کیفی سیر، از جمله محتوای ترکیبات گوگردی (مانند آلیسین)، مواد فنولی، آنتی‌اکسیدان‌ها و عناصر معدنی، نقش تعیین‌کننده‌ای در ارزش غذایی و دارویی این محصول دارند. از این رو، بررسی تأثیر بیوچار بر این شاخص‌ها می‌تواند به توسعه راهکارهای عملی برای بهبود کیفیت سیر در شرایط کم‌آبی کمک کند. این پژوهش با هدف **بررسی اثر سطوح مختلف بیوچار بر بهبود خصوصیات کیفی توده بومی سیر همدان تحت شرایط تنش خشکی** طراحی شده است. اهداف ویژه این مطالعه، ارزیابی تأثیر بیوچار بر محتوای ترکیبات زیست‌فعال (آلیسین، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی) سیر در شرایط تنش خشکی، بررسی نقش بیوچار در تغییر غلظت عناصر معدنی (مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در پیاز سیر تحت تنش آبی، تعیین بهترین سطح بیوچار برای بهبود کیفیت سیر در شرایط مختلف آبیاری می باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور واقع در شهرستان همدان (مختصات جغرافیایی: ′۴۸°۳۱ شرقی و ′۳۴°۴۸ شمالی، ارتفاع ۱۸۲۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. ویژگی‌های خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه قبل از اجرای آزمایش.

پارامتر	بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	ماده آلی(%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب(ppm)
مقدار	لومی رسی	۷.۸	۱.۲	۱.۱	۰.۰۸	۱۲

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سطوح مختلف آبیاری (آبیاری کامل (۱۰۰٪ نیاز آبی)، تنش ملایم (۷۵٪ نیاز آبی) و تنش شدید (۵۰٪ نیاز آبی)در کرت اصلی و سطوح بیوچار (شاهد (عدم مصرف بیوچار)، مصرف ۵ تن در هکتار و مصرف ۱۰ تن در هکتار در کرت های فرعی قرار داده شدند. بیوچار مورد استفاده از بقایای کشاورزی منطقه (پوست و شاخه‌های هرس شده پسته) در دمای ۵۰۰-۴۵۰ درجه سانتیگراد با روش پیرولیز آهسته تولید شد. بیوچار دو ماه قبل از کشت به خاک اضافه و با شخم سطحی (عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر) با خاک مخلوط گردید. در تاریخ ۱۵ مهر ۱۴۰۲ کشت در مزرعه با فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر و فاصله بوته ها روی ردیف ۱۰ سانتی متر انجام گرفت. عمق کاشت ۳-۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. و تراکم نهایی در مزرعه ۳۳۳ هزار بوته در هکتار بود. نیاز آبی گیاه با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A و بر اساس معادله بیلان آب محاسبه شد. سیستم آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای اجرا گردید. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی و در سه مرحله (۲، ۶ و ۱۰ هفته پس از سبز شدن) انجام شد. با توجه به عدم مشاهده آلودگی شدید، فقط از روش‌های پیشگیرانه مانند تناوب زراعی و کنترل بیولوژیک استفاده شد. برای اندازه‌گیری محتوای آلیسین از روش استاندارد HPLC استفاده شد. ابتدا ۵ گرم از نمونه تازه سیر با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ در حمام اولتراسونیک به مدت ۳۰ دقیقه استخراج گردید. مقدار آلیسین با استفاده از منحنی استاندارد آلیسین خالص (Sigma-Aldrich) محاسبه و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گزارش شد. اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل با روش فولین-سیوکالتو با کمی اصلاحات انجام شد و در نهایت نتایج بر اساس منحنی استاندارد اسید گالیک بیان شد (میلی‌گرم اسید گالیک معادل بر گرم وزن تر). اندازه‌گیری عناصر معدنی با دستگاه جذب اتمی انجام و نتایج بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک گزارش شد. برخی ویژگی های انباری (بقای آلیسین، کاهش وزن و حفظ سفتی (اندازه گیری به کمک رفراکتومتر) نیز مورد اندازه گیری قرار گرفت. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹.۴ تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تنش خشکی تأثیر بسیار معنی‌داری ($p<0.01$) بر کلیه صفات کیفی و انباری سیر داشته است، به‌طوری که شدیدترین سطح تنش خشکی موجب کاهش ۴۵/۳ درصدی آلیسین، ۳۸/۷ درصدی فنول کل و ۸۵/۴ درصدی کاهش وزن نسبت به شرایط آبیاری کامل شد. کاربرد بیوچار نیز به‌صورت معنی‌داری ($p<0.01$) باعث بهبود این صفات گردید، به‌گونه‌ای که بالاترین سطح بیوچار (۱۵ تن در هکتار) در شرایط آبیاری کامل منجر به افزایش ۷۳/۳ درصدی آلیسین ، ۶۷/۷ درصدی فنول کل و ۵۴/۹ درصدی بهبود در حفظ سفتی نسبت به تیمار شاهد شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کیفی سیر تحت تأثیر سطوح بیوچار و تنش خشکی.

منبع تغییر	df	آلیسین	فنول کل	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	بقای آلیسین	کاهش وزن	حفظ سفتی
بلوک	۲	۱/۸^{ns}	۱/۲^{ns}	۲/۱^{ns}	۱/۵^{ns}	۱/۷^{ns}	۱/۳^{ns}	۰/۹^{ns}	۱/۱^{ns}
تنش خشکی(A)	۲	۶۸/۳**	۵۲/۷**	۴۵/۹**	۳۷/۸**	۴۲/۶**	۷۱/۲**	۸۵/۴**	۶۳/۲**
بیوچار(B)	۳	۵۶/۲**	۴۳/۸**	۳۷/۳**	۳۲/۴**	۳۵/۸**	۵۹/۳**	۷۲/۱**	۵۴/۷**
A×B	۶	۱۲/۷**	۹/۸**	۸/۳**	۷/۱**	۷/۹**	۱۳/۸**	۱۵/۸**	۱۲/۳**
خطا	۲۲	۳/۹	۲/۸	۳/۲	۲/۶	۲/۹	۴/۱	۵/۳	۴/۲
CV (%)		۶/۱	۵/۳	۵/۷	۵/۹	۵/۳	۶/۵	۷/۴	۶/۳

**معنی‌دار در سطح ۱٪ ،*معنی‌دار در سطح ۵٪ و ^{ns} غیر معنی‌دار.

مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۳) نشان داد که در شرایط تنش شدید خشکی، کاربرد ۱۵ تن در هکتار بیوچار توانست میزان آلیسین را ۱۴۶/۲درصد، پتاسیم را ۶۴/۷ درصد و بقای آلیسین را ۹۰/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد. همچنین، این تیمار توانست کاهش وزن را ۴۳/۲ درصد کاهش دهد. نکته قابل توجه این است که اثرات مثبت بیوچار در شرایط تنش خشکی متوسط (۷۵ درصد آبیاری) حتی از شرایط آبیاری کامل نیز بیشتر بود، به‌طوری که در این شرایط، کاربرد ۱۵ تن در هکتار بیوچار منجر به افزایش ۹۵ درصدی فنول کل نسبت به شاهد شد. این نتایج نشان می‌دهد که بیوچار نه‌تنها می‌تواند خسارت ناشی از تنش خشکی را جبران کند، بلکه در برخی موارد می‌تواند کیفیت محصول را حتی از شرایط بدون تنش نیز بالاتر ببرد. به‌طور کلی، این پژوهش نشان داد که استفاده از بیوچار به‌ویژه در سطوح بالا (۱۵ تن در هکتار) می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری سیر در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و بیوچار بر صفات کیفی و انباری سیر همدان.

تیمار	آلیسین (mg/g)	فنول کل (mgGAE /g)	پتاسیم (mg/ 100g)	کلسیم (mg/ 100g)	منیزیم (mg/ 100g)	بقای آلیسین (%)	کاهش وزن (%)	حفظ سفتی (N)
آبیاری کامل								
شاهد	۳/۰±۵/۲e	۶/۰±۱/۳e	۲۵±۴۲۰e	۶±۸۵e	۳±۴۲e	۵۸/۳±۳/۲f	۲۸/۱±۹/۵a	۱۲/۰±۱/۷e
۵ (تن در هکتار)	۴/۰±۳/۳d	۷/۰±۰/۴d	۲۸±۴۸۰d	۷±۹۸d	۴±۵۱d	۷۲/۳±۹/۷e	۲۱/۱±۵/۱b	۱۵/۰±۹/۸c
۱۰ (تن در هکتار)	۵/۰±۶/۳c	۸/۰±۳/۵c	۳۲±۵۵۰c	۸±۱۱۵c	۵±۶۲c	۸۴/۴±۵/۲c	۱۵/۰±۹/۸c	۱۸/۱±۹/۱b
۱۵ (تن در هکتار)	۶/۰±۴/۴a	۹/۰±۲/۵a	۳۶±۶۲۰a	۹±۱۳۵a	۶±۷۵a	۸۷/۴±۲/۳a	۱۴/۰±۲/۷d	۲۰/۱±۲/۲a
تنش متوسط								
شاهد	۳/۰±۰/۲f	۵/۰±۴/۴f	۲۳±۳۸۰f	۵±۷۸f	۳±۳۸f	۵۲/۲±۷/۸g	۳۲/۱±۵/۶a	۱۰/۰±۸/۷f
۵ (تن در هکتار)	۳/۰±۹/۲e	۶/۰±۵/۵e	۲۸±۴۵۰e	۶±۹۲a	۴±۴۷e	۶۸/۳±۳/۵f	۲۴/۱±۱/۲b	۱۴/۰±۲/۸e

۱۰ (تن در هکتار)	۵/۰±۱/۳d	۷/۰±۸/۶d	۳۱±۵۲۰d	۷±۱۰۸d	۴±۵۸d	۸۰/۴±۶/۰d	۱۸/۰±۳/۹c	۱۷/۱±۵/۰c
۱۵ (تن در هکتار)	۵/۰±۹/۳b	۸/۰±۶/۵b	۳۵±۵۹۰b	۸±۱۲۵b	۵±۷۰b	۸۵/۴±۲/۲b	۱۶/۰±۲/۸d	۱۹/۱±۲/۱a
تنش شدید								
شاهد	۲/۰±۳/۱g	۴/۰±۷/۳g	۲۰±۳۴۰g	۵±۷۰g	۲±۳۳g	۴۵/۲±۳/۴h	۳۶/۱±۸/۸a	۹/۰±۵/۵g
۵ (تن در هکتار)	۳/۰±۴/۲f	۵/۰±۹/۳f	۲۴±۴۱۰f	۶±۸۵f	۳±۴۲f	۶۲/۳±۷/۲g	۲۷/۱±۳/۴b	۱۲/۰±۷/۸f
۱۰ (تن در هکتار)	۴/۰±۸/۲e	۷/۰±۱/۴e	۲۹±۴۹۰e	۷±۱۰۰e	۴±۵۳e	۷۵/۳±۸/۸e	۲۰/۱±۶/۰c	۱۶/۰±۱/۹d
۱۵ (تن در هکتار)	۵/۰±۲/۳d	۸/۰±۰/۴d	۳۳±۵۶۰d	۸±۱۱۸d	۵±۶۵d	۸۲/۴±۲/۱d	۱۸/۰±۹/۹d	۱۸/۱±۲/۰b

حروف لاتین نشان‌دهنده گروه‌های آماری متفاوت در سطح معنی‌داری ۵٪ (آزمون دانکن)هستند.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری ($p<0.01$) بر کاهش محتوای آلیسین، فنول‌های کل و عناصر معدنی سیر دارد. این یافته‌ها با پژوهش‌های اخیر از جمله مطالعه Zhang و همکاران، (۲۰۲۱) که نشان داد تنش خشکی باعث کاهش ۵۰-۳۰ درصدی ترکیبات زیست‌فعال در گیاهان آلیوم می‌شود، همخوانی دارد. همچنین، کاهش قابل توجه پتاسیم و منیزیم تحت تنش خشکی (به ترتیب ۴۵/۹ و ۴۲/۶ درصد) با نتایج Khan و همکاران، (۲۰۲۲) مطابقت دارد که بیان کردند کمبود آب، جذب عناصر غذایی را در گیاهان پیازی مختل می‌کند. کاربرد بیوچار به‌ویژه در سطح ۱۵ تن در هکتار، به‌صورت بسیار معنی‌داری ($p<0.01$) باعث بهبود صفات کیفی و انباری سیر شد. این نتایج تأییدکننده یافته‌های Maghsoodi و همکاران (۲۰۲۵) است که گزارش کردند بیوچار با بهبود ظرفیت نگهداری آب و آزادسازی تدریجی مواد آلی، استرس اکسیداتیو ناشی از خشکی را کاهش می‌دهد. افزایش ۷۳/۳ درصدی آلیسین و ۶۷/۷ درصدی فنول کل با مصرف بیوچار، مشابه نتایج Hasnian و همکاران (۲۰۲۳) است که نشان دادند بیوچار با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند PAL، سنتز ترکیبات فنولی را تحریک می‌کند. نکته جالب، عملکرد بهتر بیوچار در شرایط تنش متوسط نسبت به آبیاری کامل بود که احتمالاً به دلیل مکانیسم‌های سازگاری القاشده توسط تنش ملایم است. این پدیده با مفهوم "هورمسیس تنش" که اخیراً توسط Erofeeva و همکاران (۲۰۲۲) مطرح شده، قابل توجیه است. همچنین، کاهش ۴۳/۲ درصدی افت وزن با کاربرد بیوچار تحت تنش شدید، همسو با پژوهش Alghamdi (۲۰۱۸) است که بیوچار را به‌عنوان ماده‌ای برای بهبود ویژگی‌های انباری محصولات کشاورزی معرفی کردند. به‌طور کلی، این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از بیوچار (به‌ویژه ۱۵ تن در هکتار) می‌تواند یک راهکار پایدار برای کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی بر کیفیت محصولات باغی باشد، هرچند برای تعیین دقیق مکانیسم‌های مولکولی این تأثیرات، مطالعات بیشتری مورد نیاز است.

علوم باغبانی ایران

منابع

Alghamdi, A. 2018. Biochar as a potential soil additive for improving soil physical properties—a review. Arabian Journal of Geosciences, 11.

Erofeeva, E. 2022. Hormesis in plants: Its common occurrence across stresses. Current Opinion in Toxicology, 30.

FAO. 2022. *The State of Food and Agriculture 2022*.

Habuš Jerčić, I., Mihovilović, A., Stanković, A., Lazarević, B., Goreta Ban, S., Ban, D., Major, N., Tomaz, I., Banjavčić, Z. and Kereša, S. 2023. Garlic ecotypes utilise different morphological, physiological and biochemical mechanisms to cope with drought stress. Plants, 12: 1824.

Han, M., Zhang, J., Zhang, L. and Wang, Z. 2023. Effect of biochar addition on crop yield, water and nitrogen use efficiency: A meta-analysis. Journal of Cleaner Production, 420: 138425.

Hasnain, M., Munir, N., Abideen, Z., Zulfiqar, F., Koyro, H.-W., El-Naggar, A., Caçador, I., Duarte, B., Rinklebe, J., Hong Yong, J.W., Sahidur, M.R., Islam, S. and Jahurul, M.H.A. 2023. Garlic (*Allium sativum*) as a natural

antidote or a protective agent against diseases and toxicities: A critical review. Food Chemistry Advances, 3: 100353.

Maghsoodi, M.R., Hosseini, H., Ghodszad, L. and Avery, H. 2025. Nutrient recovery in pyrolysis biochars for agricultural applications—biochemical compositions and nutrient extraction techniques. Resources, Conservation and Recycling, 218: 108237.

Zhang, Y., Wang, J. and Feng, Y. 2021. The effects of biochar addition on soil physicochemical properties: A review. CATENA, 202: 105284.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effects of using biochar on improving the quality characteristics of Hamedan native garlic variety under drought stress conditions

Nesa Gharebaghli[1*]

1. Department of Agronomic and Horticultural Sciences Research, Hamedan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

[*]*Corresponding author: n.gharebaghli@areeo.ac.ir*

Abstract

This study aimed to investigate the effect of different levels of biochar on the quality and storage characteristics of Hamedan native garlic under drought stress conditions. The experiment was carried out as a factorial in a randomized complete block design with three replications. The treatments included three irrigation levels (full irrigation, mild stress 75% and severe stress 50% of water requirement) and four levels of biochar (control, 5, 10 and 15 tons per hectare). The results showed that drought stress had a significant effect ($p<0.01$) on reducing all quality and storage characteristics. The application of biochar, especially at levels of 10 and 15 tons per hectare, significantly reduced the negative effects of stress. Under full irrigation conditions, the 15-ton biochar treatment showed the highest values: allicin content (6.4 mg/g), total phenol (9.2 mg gallic acid equivalent/g), allicin survival after 6 months of storage (87.2%), and the lowest weight loss (14.3%). Under severe stress conditions, the 15-ton biochar treatment increased allicin content by 79.4%, total phenol by 70.2%, and allicin survival by 56.8% compared to the control. Also, biochar had a significant effect on the retention of mineral elements, such that in the 15-ton treatment, the potassium, calcium, and magnesium contents increased by 64.7%, 68.6%, and 97%, respectively, compared to the control. A strong positive correlation was observed between potassium content and allicin survival ($r=0.89$). In general, the application of 10-15 tons of biochar per hectare can be recommended as an effective strategy to improve the quality and increase the shelf life of garlic under drought stress conditions. These results have practical importance for farmers in water-limited areas, especially in Hamedan province.

Keywords: Allicin, Biochar, Drought stress, Garlic, Quality traits.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیرات فرم‌های آزاد و کپسوله شده ملاتونین و آبسیزیک اسید بر فیزیولوژی فلفل دلمه‌ای تحت تنش شوری

مهلا خلیلی بورنگ[1*]، مریم حقیقی[1] و نعمت‌اله اعتمادی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *mhaghighi@cc.iut.ac.ir*

چکیده

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) به عنوان یک محصول مهم کشاورزی، تحت تأثیر تنش شوری قرار دارد که می‌تواند به کاهش عملکرد و کیفیت آن منجر شود. این تحقیق به بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف اسید آبسیزیک و ملاتونین، به‌صورت آزاد و کپسوله‌شده، بر صفات فیزیولوژیکی دو رقم فلفل دلمه‌ای (سبز ۹۳۲۵ و قرمز کلاوسول) در شرایط شوری پرداخت. آزمایش در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌صورت فاکتوریل و با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل آب مقطر، کیتوزان، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار نانوکپسول اسید آبسیزیک و ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار نانوکپسول ملاتونین بودند. همچنین، تنش شوری در سه سطح مختلف (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید) اعمال شد. نتایج نشان داد که در شرایط شوری ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید، تیمارهای ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین، ۱۰۰ میکرومولار نانوکپسول ملاتونین و ۵۰ میکرومولار نانوکپسول اسید آبسیزیک بالاترین شاخص سبزینگی را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. همچنین، ملاتونین تأثیر مثبت بر فلورسانس کلروفیل و کاهش نشت الکترولیت داشت که به‌عنوان نشانه‌ای از کاهش آسیب‌های سلولی ناشی از شوری تلقی می‌شود. نتیجه‌گیری کلی این تحقیق نشان می‌دهد که تیمار ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین به‌عنوان مؤثرترین تیمار در بهبود تحمل فلفل دلمه‌ای به تنش شوری شناخته شده و توصیه می‌شود به‌عنوان یک استراتژی مؤثر در مدیریت تنش شوری در کشت فلفل دلمه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی :تغییرات اقلیمی، تنظیم کننده‌های رشد، مدیریت تنش.

مقدمه

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) یکی از گونه‌های مهم و پرکشت در خانواده Solanaceae است که از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. میوه‌های فلفل دلمه‌ای سرشار از ویتامین‌های ضروری، از جمله ویتامین C و کاروتنوئیدهای پرویتامین A مانند α- و β-کاروتن و β-کریپتوکسانتین هستند که نقش حیاتی در محافظت از بدن در برابر استرس اکسیداتیو ایفا می‌کنند (Souza et al., 2023). با این حال، یکی از چالش‌های عمده در تولید فلفل دلمه‌ای، به ویژه در مناطق نیمه‌خشک، شوری آب آبیاری است. کیفیت آب مورد استفاده برای کشت، به ویژه در مورد غلظت نمک‌های محلول، بسیار حیاتی است. سطوح بالای نمک می‌تواند منجر به عدم تعادل تغذیه‌ای، مشکلات فیزیولوژیکی و سمیت بالقوه در گیاهان شود (Oliveira et al., 2024). این تنش با تغییر فرآیندهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی، تأثیرات منفی بر عملکرد محصول دارد و عوارض جانبی عمده‌ای از جمله کاهش پتانسیل هیدرولیکی و عدم تعادل یونی ناشی از اثرات مضر سدیم و کلرید بر عملکردهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان را به همراه دارد (Oliveira et al., 2024).

برای مقابله با اثرات مضر شوری خاک بر گیاهان، استراتژی‌های متعددی به کار گرفته شده است، از جمله استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی. اسید آبسیزیک به عنوان یک هورمون گیاهی، نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای مختلف رشد و نمو ایفا می‌کند و در عین حال به عنوان واسطه‌ای در پاسخ به تنش‌های محیطی مانند شوری عمل می‌کند (Xu et al., 2022). تحقیقات نشان می‌دهد که اسید آبسیزیک

سطح رونویسی ژن‌های آنتی‌اکسیدان و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را افزایش می‌دهد و همچنین تجمع مواد تنظیم‌کننده اسمزی را افزایش می‌دهد و در نتیجه تحمل به تنش شوری را بهبود می‌بخشد (Xu et al., 2022).

ملاتونین یک هورمون بیولوژیکی آمفی‌فیلیک (ایندولامین) است که نقش مهمی در تنظیم فیزیولوژی و رشد گیاه ایفا می‌کند. ملاتونین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گونه‌های مختلف گیاهی را افزایش می‌دهد و آنها را در برابر تنش‌های غیرزیستی از جمله شوری تقویت می‌کند (Zhang et al., 2025). این امر با تغییر بیان ژن‌های تحمل شوری، افزایش بیان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و حذف مستقیم گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) محقق می‌شود.

یک رویکرد نوین برای کاهش تنش شوری شامل استفاده از نانوذرات است که جذب مواد محرک رشد گیاه را افزایش داده و تحمل تنش را در محصولات زراعی بهبود می‌بخشند (Alinia et al., 2025). بسیاری از نانوذرات توانایی نفوذ به بافت گیاه را نشان داده و در نتیجه فرآیندهای متابولیکی را افزایش داده و عملکردهایی مانند فتوسنتز و تحمل تنش را بهبود می‌بخشند (Farooq et al., 2022). در میان انواع مختلف نانوذرات، کیتوزان به دلیل خواص غیرسمی، زیست‌تخریب‌پذیر و زیست‌سازگار خود به عنوان یک پلی‌ساکارید استثنایی برجسته است.

این مطالعه به بررسی تأثیرات غلظت‌های مختلف اسید آبسیزیک و ملاتونین، هم به صورت فرم آزاد و هم به صورت کپسوله شده، بر صفات فیزیولوژیکی دو رقم فلفل دلمه‌ای می‌پردازد. هدف این تحقیق ارزیابی اثرات این هورمون‌ها بر افزایش تحمل فلفل دلمه‌ای در برابر تنش شوری و شناسایی بهترین ترکیب برای بهبود عملکرد و رشد گیاهان در شرایط نامساعد است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. هدف این آزمایش بررسی تأثیر مناسب‌ترین غلظت‌های تیمارهای هورمونی به صورت آزاد و کپسوله شده بر بهبود صفات فیزیولوژیکی در دو رقم فلفل دلمه‌ای (سبز ۹۳۲۵ و قرمز کلاوسول) تحت تنش شوری بود.

تیمارهای هورمونی در ده سطح اعمال شدند: آب مقطر، کیتوزان، ۵۰ میکرومولار اسید آبسیزیک،۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک، ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین، ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین، ۵۰ میکرومولار نانوکپسول اسید آبسیزیک، ۱۰۰ میکرومولار نانوکپسول اسید آبسیزیک، ۱۰۰ میکرومولار نانوکپسول ملاتونین و ۲۰۰ میکرومولار نانوکپسول ملاتونین بودند. تنش شوری در سه سطح مختلف اعمال شد: گروه شاهد با ۰ میلی مولار سدیم کلرید، تیمار با ۱۰۰ میلی مولار سدیم کلرید و تیمار با ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید این آزمایش بر روی دو رقم فلفل دلمه‌ای، رقم سبز "۹۳۲۵" (Seminis، ایالات متحده) و رقم قرمز "کلاوسول" (Rijk Zwaan، هلند) انجام شد.

نشاءها از نهالستان قائم واقع در منطقه قلعه شور اصفهان تهیه و به گلدان‌های اصلی با قطر ۱۶ سانتی‌متر، ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر و ظرفیت ۲.۵ کیلوگرم خاک (مخلوطی از خاک مزرعه، ماسه و کود دامی پوسیده به نسبت ۱:۲:۳) منتقل شدند. تیمارهای هورمونی در مرحله ۱۰ برگی در ساعت ۸ صبح هر سه روز یکبار و در مجموع سه بار بر روی فلفل دلمه‌ها اعمال شد. و دو روز پس از هر تیمار هورمونی، تنش شوری به گیاهان تحمیل گردید. برگ‌ها یک ماه پس از اعمال تنش شوری، جمع‌آوری شدند. سپس صفات زیر اندازه‌گیری شدند: شاخص سبزینگی، فلورسانس کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و نشت یونی. داده‌ها با نرم‌افزار Statistix 8 تجزیه‌وتحلیل شدند و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد بررسی شدند.

نانوکپسول‌ها با استفاده از تکنیک ژلاسیون یونی در دانشکده شیمی دانشگاه مراغه تهیه شدند. در این فرآیند، از کیتوزان به عنوان پلیمر و فسفات سدیم به عنوان عامل اتصال عرضی استفاده شد. اندازه نانوکپسول‌های تولید شده کمتر از ۰.۲ میکرومتر بود. پس از سنتز، نمونه‌ها برای آنالیزهای تخصصی شامل SEM ، TEM، FTIR، DLS و XRD به شرکت Mahamax در تهران ارسال شدند.

اندازه‌گیری‌ها

شاخص سبزینگی با استفاده از دستگاه کلروفیل متر برگ (Minolta 502 plus, Japan) و فلورسانس کلروفیل با استفاده از دستگاه فلورومتر (RS232، Handy PEA، UK) اندازه‌گیری شد.

محتوای نسبی آب برگ (RWC) با اندازه‌گیری وزن برگ‌های بالغ و کاملاً توسعه‌یافته (FW) و سپس غوطه‌وری آنها در آب مقطر به مدت ۱۲ ساعت به دست آمد. پس از این مدت، وزن تورژسانس (TW) با خشک کردن برگ‌ها و اندازه‌گیری وزن آنها (DW) محاسبه شد. میزان RWC با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$RWC=\frac{(FW-DW)}{(TW-DW)}\times 100$$

نشت یونی (EL) از برگ‌ها با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی اولیه (ECi) و نهایی (Ecf) تخمین زده شد. پس از اتوکلاو کردن نمونه‌ها و اندازه‌گیری هدایت الکتریکی کل(Ect) ، نشت الکترولیت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$EL\ (\%)=\frac{(Ecf-Eci)}{(Ect-Eci)}\times 100$$

نتایج و بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در شرایط شوری ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید، تیمارهای ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین، ۱۰۰ میکرومولار نانوکپسول ملاتونین و ۵۰ میکرومولار نانوکپسول آبسیزیک اسید، بالاترین شاخص سبزینگی را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (جدول ۱). این یافته‌ها با نتایج Chen و همکاران (۲۰۲۵) همخوانی دارد که نشان می‌دهد ملاتونین می‌تواند با کاهش محدودیت‌های غیر روزنه‌ای، به بهبود فتوسنتز تحت تنش شوری کمک کند و در نتیجه موجب حفظ کلروفیل و سبزینگی برگ‌ها می‌شود. در این پژوهش، مشاهده کردیم که سایر تیمارهای هورمونی در شرایط مشابه، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد در شاخص سبزینگی نداشتند، که ممکن است به تفاوت در غلظت‌ها و نوع ترکیبات هورمونی استفاده شده مرتبط باشد.

در غلظت‌های ۰ و ۱۰۰ میلی مولار سدیم کلرید، تفاوت معنی‌داری در فلورسانس کلروفیل بین تیمارهای هورمونی و تیمار شاهد مشاهده نشد. این نتیجه ممکن است به این دلیل باشد که در شرایط کم‌تنش، گیاهان قادر به حفظ عملکرد فتوسنتزی خود بودند. اما در شرایط ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید، تیمار ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین افزایش معنی‌داری در فلورسانس کلروفیل نسبت به تیمار شاهد نشان داد (جدول ۱). این یافته نشان می‌دهد که ملاتونین می‌تواند به عنوان یک عامل محافظتی در شرایط تنش شوری عمل کند، که با نتایج Korkmaz و همکاران (۲۰۲۱) نیز همخوانی دارد، که بیان می‌کند ملاتونین با بهبود سیستم ریشه و افزایش جذب آب، پتانسیل آب را در گیاهان تحت تنش افزایش می‌دهد.

نتایج ما همچنین نشان داد که در شرایط ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید، نشت الکترولیت به طور معنی‌داری در تمامی تیمارها افزایش یافت. این افزایش نشت الکترولیت می‌تواند نشانه‌ای از آسیب‌های سلولی ناشی از تنش شوری باشد. کمترین میزان نشت الکترولیت در شرایط ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید در تیمار با کیتوزان و ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین مشاهده شد (جدول ۱). این نتایج با یافته‌های Altaf و همکاران (۲۰۲۱) همخوانی دارد که نشان می‌دهد کاربرد ملاتونین نشت الکترولیت را در گیاهان تحت تنش شوری کاهش می‌دهد. این اثر محافظتی ممکن است به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نسبت داده شود که به کاهش تولید بیش از حد ROS کمک می‌کند.

به طور کلی این تحقیق نشان می‌دهد که تیمار ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین به‌عنوان مؤثرترین تیمار در بهبود تحمل فلفل دلمه‌ای به تنش شوری شناخته شده و توصیه می‌شود به‌عنوان یک استراتژی مؤثر در مدیریت تنش شوری در کشت فلفل دلمه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱- اثر متقابل شوری با تیمارهای هورمونی بر صفات فیزیولوژی در رقم فلفل‌دلمه‌ای سبز و قرمز.

تیمار شوری	تیمار هورمونی	شاخص سبزینگی (SPAD)	فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm)	محتوای نسبی آب برگ (%)	نشت الکترولیت (%)
۰ میلی مولار سدیم کلرید	آب مقطر	۵۴/۰۰۹ d-g	۰/۸۰۹۶ a-d	۷۸/۸۶۵ b-g	۲۷/۴۵۸ i
	کیتوزان	۵۳/۳۶۲ d-h	۰/۸۰۷۹ a-e	۷۵/۳۰۷ f-g	۳۱/۹۷۴ hi
	۵۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۴/۶۸۱ c-f	۰/۸۰۴۱ a-f	۷۷/۲۱۲ c-h	۳۱/۱۶۴ hi
	۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۴۸/۵۰۶ hij	۰/۷۹۴۵ a-h	۷۷/۷۶۱ b-h	۳۲/۱۷۶ hi
	۱۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۲/۱۶۶ e-h	۰/۸۱۰۷ ab	۷۷/۷۰۲ b-h	۳۵/۲۲۳ h
	۲۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۲/۵۳۱ c-f	۰/۸۰۵۴ a-f	۸۱/۲۵۳ abc	۳۰/۳۳۴ hi
	نانوکپسول ۵۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۴/۹۹۷ c-f	۰/۸۰۹۸ abc	۷۹/۵۴۳ b-h	۲۷/۶۱۴ i
	نانوکپسول ۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۳/۹۰۸ d-g	۰/۸۱۰۴ ab	۸۱/۸۲۱ ab	۳۰/۵۲۹ hi
	نانوکپسول ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۶/۲۷۶ b-f	۰/۸۱۱۸ a	۸۳/۹۴۸ a	۳۰/۷۶۷ hi
	نانوکپسول ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۴/۹۸۶ c-f	۰/۸۰۷۱ a-e	۷۶/۶۹۷ d-i	۴۵/۷۹۷ g
۱۰۰ میلی مولار سدیم کلرید	آب مقطر	۶۱/۹۹۲ a	۰/۸۰۰۱ a-g	۷۴/۴۶۳ hk	۵۵/۴۶۷ c-f
	کیتوزان	۵۱/۳۶۱ f-i	۰/۸۰۱۱ a-g	۷۱/۸۸۱ jkl	۵۲/۰۵۱ fg
	۵۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۷/۶۷۷ a-d	۰/۷۸۷۷ e-i	۷۵/۸۷۷ e-j	۵۹/۸۴۳ a-e
	۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۶/۳۷۴ b-e	۰/۷۹۸۴ a-g	۷۴/۸۱۹ g-j	۵۳/۵۴ ef
	۱۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۳/۲۹۷ d-h	۰/۷۸۸۵ c-i	۷۹/۳۵۶ b-f	۵۱/۳۵۸ fg
	۲۰۰ میکرومولار ملاتونین	۶۰/۸۵۴ ab	۰/۷۹۶۷ a-h	۷۰/۲۷۶ a-d	۵۴/۶۲۱ def
	نانوکپسول ۵۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۴/۸۱۶ c-f	۰/۷۹۷۶ a-h	۷۹/۰۱ b-f	۵۳/۲۷۷ ef
	نانوکپسول ۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۶/۲۲۹ b-f	۰/۷۸۴۶ f-j	۷۲/۷۲۲ i-l	۵۳/۹۶۷ ef
	نانوکپسول ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۴/۵۸۱ c-f	۰/۸۱۳۳ a	۶۳/۲۶۸ m	۵۶/۵۶۸ b-f
	نانوکپسول ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۹/۰۴۱ abc	۰/۸۱۲۵ a	۷۵/۴۹۹ e-j	۵۴/۳۴۳ def
۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید	آب مقطر	۴۹/۴۸۲ g-j	۰/۷۶۵۲ j	۷۰/۵۵۷ kl	۶۳/۳۷۸ a
	کیتوزان	۴۵/۷۱۳ j	۰/۷۸۸۲ d-i	۷۴/۳۸۸ h-k	۵۰/۳ fg
	۵۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۱/۹۶۳ e-h	۰/۷۹۰۱ b-h	۷۷/۴۷۸ c-h	۶۱/۰۷۶ a-d
	۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۴۸/۳۹۳ hij	۰/۷۷۶۸ hij	۷۷/۳۲۲ c-h	۵۹/۰۳ a-e
	۱۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۲/۳۴۸ e-h	۰/۷۸۵۱ f-j	۷۶/۰۳۵ e-j	۶۱/۶۳۹ abc
	۲۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۲/۳۸۸ abc	۰/۷۹۲۸ a-h	۷۳/۷۳۴ h-l	۵۴/۷۸۹ def
	نانوکپسول ۵۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۳/۰۶ d-h	۰/۷۶۷۵ ij	۸۰/۳۸۵ a-d	۶۵/۶۵۵ a
	نانوکپسول ۱۰۰ میکرومولار اسید آبسیزیک	۵۳/۱۹۲ d-h	۰/۷۸۷۵ e-i	۷۷/۸۲۲ b-h	۶۳/۳۷۱ a
	نانوکپسول ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین	۵۶/۶۷۶ b-e	۰/۷۸۷۹ e-i	۷۴/۷۷۹۵ g-j	۶۳/۶۷۹ a
	نانوکپسول ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین	۴۶/۹۵۲ ij	۰/۷۸۱۱ g-j	۶۹/۸۶۳ l	۶۲/۶۶۷ ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

Ali, M., Kamran, M., Abbasi, G., Hamzah Saleem, M., Ahmad, S., Parveen, A., Malik, Z., Afzal, S., Ahmar, S., Dawar, K., Ali, S., Alamri, S., Siddiqui, M., Akbar, R. and Fahad, S. 2021. Melatonin-induced salinity tolerance by ameliorating osmotic and oxidative stress in the seedlings of two tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. Journal of Plant Growth Regulation, 40(5): 2236–2248.

Alinia, M., Kazemeini, S.A., Sabbaghi, S., Sayahi, S., Abolghasemi, A. and Asgari Lajayer, B. 2025. The effect of silicon–melatonin nanoparticles on improving germination parameters and reducing salinity toxicity by maintaining ion homeostasis in *Cyamopsis tetragonoloba* L. seedlings. Agronomy, 15(2): 427.

Altaf, M.A., Shahid, R., Ren, M.X., Altaf, M.M., Khan, L.U., Shahid, S. and Jahan, M.S. 2021. Melatonin alleviates salt damage in tomato seedlings: A root architecture system, photosynthetic capacity, ion homeostasis, and antioxidant enzymes analysis. Scientia Horticulturae, 285: 110145.

Chen, X., Liu, X., Cong, Y., Jiang, Y., Zhang, J., Yang, Q. and Liu, H. 2025. Melatonin alleviates photosynthetic injury in tomato seedlings subjected to salt stress via OJIP chlorophyll fluorescence kinetics. Plants, 14(5): 824.

Farooq, M.A., Islam, F., Ayyaz, A., Chen, W., Noor, Y., Hu, W., Hannan, F. and Zhou, W. 2022. Mitigation effects of exogenous melatonin-selenium nanoparticles on arsenic-induced stress in *Brassica napus*. Environmental Pollution, 292: 118473.

Korkmaz, A., Değer, Ö., Szafrańska, K., Köklü, Ş., Karaca, A., Yakupoğlu, G.Ö.K.Ç.E.N. and Kocacinar, F. 2021. Melatonin effects in enhancing chilling stress tolerance of pepper. Scientia Horticulturae, 289: 110434.

Oliveira, F.D.A.D., Santos, S.T.D., Melo, M.R.D.S., Oliveira, M.K.D., Travassos, K.D., Sousa, L.V.D. and Pinto, F.F. 2024. Gas exchange and growth of bell pepper grown in different substrates under salinity stress. Horticultura Brasileira, 42: e288866.

Souza, A.R., Silva, A.A.R., Lima, G.S., Azevedo, C.A.V., Soares, L., Silva, F., Capitulino, J.D., Arruda, T.F.L., Chaves, L.H.G. and Costa, D.S. 2023. Morphophysiology and production of bell pepper grown under salt stress and salicylic acid foliar application. Brazilian Journal of Biology, 83: e273017.

Xu, Z., Wang, J., Zhen, W., Sun, T. and Hu, X. 2022. Abscisic acid alleviates harmful effect of saline–alkaline stress on tomato seedlings. Plant Physiology and Biochemistry, 175: 58–67.

Zhang, Y., Jia, L., Wang, H., Jiang, H., Ding, Q., Yang, D., Yan, C. and Lu, X. 2025. The physiological mechanism of exogenous melatonin regulating salt tolerance in eggplant seedlings. Agronomy, 15(2): 270.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the Effects of Free and Encapsulated Melaton and Abscisic acid in on the Physiology of Bell Pepper under Salinity Stress

Mahla Khalili Bourang[1*], Maryam Haghighi[1] and Nematollah Etemadi[1]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding Author: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

Abstract

Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) is an important agricultural crop that is adversely affected by salinity stress, which can lead to reduced yield and quality. This study aimed to investigate the effects of various concentrations of abscisic acid and melatonin, in both free and encapsulated forms, on the physiological traits of two bell pepper cultivars (Green 9325 and Red Klausol) under saline conditions. The experiment was conducted in the research greenhouses of Isfahan University of Technology using a factorial design with three replications. Treatments included distilled water, chitosan, 50 and 100 µM abscisic acid, 100 and 200 µM melatonin, 50 and 100 µM nanoencapsulated abscisic acid, and 100 and 200 µM nanoencapsulated melatonin. Additionally, salinity stress was applied at three levels (0, 100, and 200 mM sodium chloride). Results indicated that under 200 mM sodium chloride salinity, the treatments of 200 µM melatonin, 100 µM nanoencapsulated melatonin, and 50 µM nanoencapsulated abscisic acid exhibited the highest chlorophyll index compared to the control treatment. Furthermore, melatonin positively influenced chlorophyll fluorescence and reduced electrolyte leakage, indicating a decrease in cellular damage caused by salinity. Overall, the findings suggest that the 200 µM melatonin treatment is the most effective in enhancing the salinity tolerance of bell pepper and is recommended as an effective strategy for managing salinity stress in bell pepper cultivation.

Keywords: Climate change, Growth regulators, Stress management.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تحمل به خشکی برخی توده‌های بومی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بر اساس صفات رشدی

علی همتی[۱] و فرشاد دشتی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *fdashti@basu.ac.ir*

چکیده

گشنیز گیاهی با ارزش اقتصادی بالا است که رشد و عملکرد آن تحت تأثیر کمبود آب و تنش خشکی قرار می‌گیرد. ایران به‌عنوان یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، دارای توده‌های بومی متنوعی از گشنیز است که ارزیابی آن‌ها از نظر تحمل به خشکی می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مفید باشد. این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرتبط با تحمل به تنش در توده‌های بومی گشنیز انجام شد. به این منظور، ۲۲ توده گشنیز در آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلدان‌های چهار لیتری حاوی نسبت مساوی خاک، ماسه و کود دامی پوسیده کشت شدند. تیمارهای رطوبتی شامل شرایط شاهد و تنش خشکی بودند و گیاهان از مرحله چهاربرگی تحت تنش خشکی قرار گرفتند. در ابتدای مرحله گل‌دهی، صفات ارتفاع بوته، طول ریشه، حجم ریشه، درصد ماده خشک اندام هوایی و درصد ماده خشک ریشه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، طول ریشه، حجم ریشه و درصد ماده خشک اندام هوایی شد، در حالی‌که درصد ماده خشک ریشه به‌طور کلی تحت تأثیر تنش افزایش نشان داد. همچنین، واکنش توده‌ها به تنش خشکی متفاوت بود و اثر متقابل توده و تنش در بیشتر صفات معنی‌دار شد. بر اساس مجموع صفات مورد بررسی و نتایج تحلیل خوشه‌ای، توده‌های قم، کمالوند (لرستان) و کنگاور (کرمانشاه) به دلیل پایداری بیشتر و حفظ بهتر صفات رشدی در شرایط تنش خشکی، به‌عنوان توده‌های امیدبخش و نسبتاً متحمل شناسایی شدند. در مقابل، توده‌های نهاوند-۱، قزوین و اسفراین به دلیل واکنش ضعیف‌تر به تنش خشکی و افت بیشتر صفات رشدی، در گروه توده‌های حساس قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل خوشه‌ای، تنش خشکی، حجم ریشه، درصد ماده خشک، طول ریشه.

مقدمه

رشد و بهره‌وری گیاهان به شدت تحت تأثیر تنش‌های غیرزیستی قرار می‌گیرد. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که در گیاهان پیامدهای متعددی از جمله کاهش و تاخیر در جوانه‌زنی بذر، کاهش رشد اندام هوایی و کاهش تولید ماده خشک را به دنبال دارد. همچنین تحت تنش خشکی، سرعت رشد ریشه کاهش می‌یابد و در ادامه وزن تر و خشک ریشه تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد. همه این عوامل باعث کاهش رشد، عملکرد، وزن تر و وزن خشک گیاه می‌شوند (Kadhim, 2021).

گشنیز یک گیاه سبزی و دارویی مهم و با ارزش اقتصادی بالا است. این گیاه سرشار از اسانس، فیبر، روغن، پروتئین، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها (B، C و K)، مواد معدنی (کلسیم، فسفر، پتاسیم) و ریزمغذی‌ها است. برگ گشنیز همچنین غنی از ویتامین A است. رشد این گیاه تحت تأثیر تنش‌های غیرزیستی، به‌ویژه خشکی، قرار می‌گیرد (Devi et al., 2020). کشور ایران با میانگین بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد. با این حال، ایران یکی از تولیدکنندگان تجاری گشنیز در جهان است و این گیاه سال‌هاست که در نقاط مختلف ایران کشت می‌شود. بنابراین توسعه ارقام گشنیز مقاوم به خشکی بسیار حائز اهمیت است (Gholizadeh et al., 2019). ارزیابی تنوع اولین مرحله و پیش‌نیاز اصلاح محصولات است. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرتبط با تحمل به تنش در توده‌های بومی گیاه گشنیز جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی آتی انجام شد.

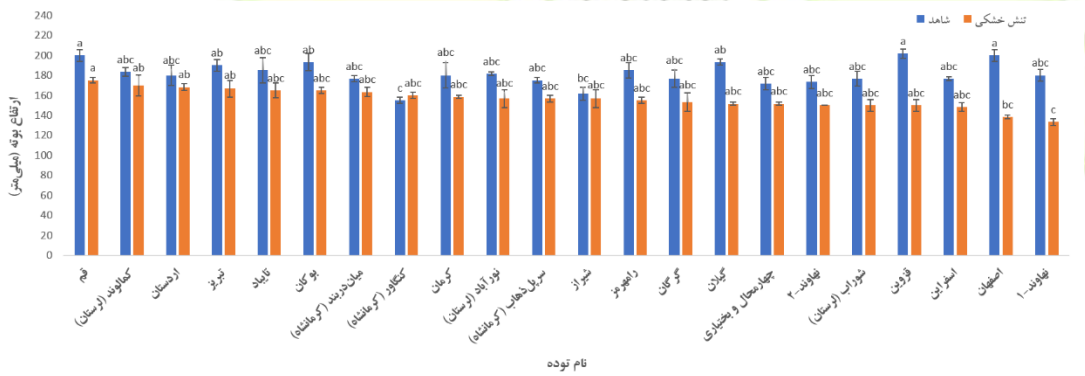
مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۲۲ توده گشنیز از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری و در گلخانه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان کاشته شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار و به صورت کشت گلدانی انجام شد. بستر کشت شامل نسبت مساوی خاک، ماسه و کود دامی پوسیده بود. درون هر گلدان ۱۵ عدد بذر کاشته شد و پس از جوانه‌زنی بذور، گیاهچه‌ها به ۶ بوته در هر گلدان تنک شدند. گیاهچه‌ها در مرحله چهاربرگی جهت اعمال تنش خشکی به دو گروه شاهد (۸۰ درصد ظرفیت زراعی) و تحت تنش خشکی (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) تقسیم شدند. تنش تا ابتدای مرحله گل‌دهی ادامه یافت و در این مرحله صفات ارتفاع بوته، طول ریشه، حجم ریشه، درصد ماده خشک اندام هوایی و درصد ماده خشک ریشه اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS، نسخه ۹/۴ و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2019 انجام شد. در صفاتی که اثر متقابل توده و تنش خشکی معنی‌دار بود، مقایسه میانگین‌ها بر اساس اثرات ساده انجام شد؛ به‌طوری‌که توده‌ها در هر سطح تنش به‌صورت جداگانه مقایسه شدند. در صفاتی که اثر متقابل معنی‌دار نبود، مقایسه میانگین‌ها بر اساس اثرات اصلی انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون Tukey HSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. تحلیل خوشه‌ای بر اساس صفات اندازه‌گیری‌شده در شرایط تنش خشکی و نسبت تنش به شاهد، پس از استانداردسازی داده‌ها، با استفاده از روش Ward و فاصله اقلیدسی انجام شد.

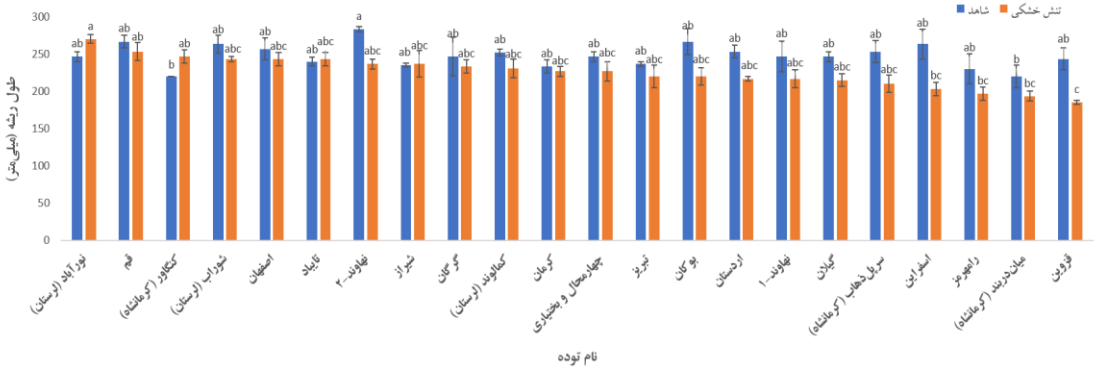
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و توده بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود ($P\leq ۰/۰۱$). در شرایط تنش خشکی، توده قم با میانگین ۱۷۵ میلی‌متر بیشترین و توده نهاوند-۱ با میانگین ۱۳۳/۳۳ میلی‌متر کمترین ارتفاع بوته را نشان دادند. در تیمار شاهد نیز بیشترین ارتفاع مربوط به توده قزوین با میانگین ۲۰۱/۶۷ میلی‌متر و کمترین ارتفاع مربوط به توده کنگاور (کرمانشاه) با میانگین ۱۵۵ میلی‌متر بود. از نظر درصد کاهش ارتفاع بوته تحت تنش، توده‌های کنگاور (کرمانشاه)، شیراز، اردستان، کمالوند (لرستان) و میان‌دربند (کرمانشاه) پایداری بیشتری نشان دادند، در حالی‌که بیشترین کاهش مربوط به توده‌های اصفهان، نهاوند-۱ و قزوین بود (شکل ۱).



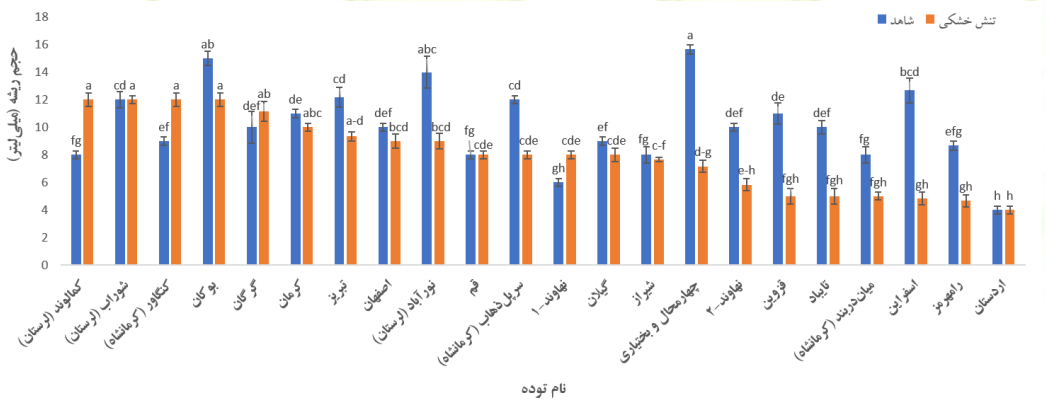
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و توده بر ارتفاع بوته گیاه گشنیز.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و توده بر طول ریشه معنی‌دار بود ($P\leq ۰/۰۵$). در شرایط تنش خشکی، توده نورآباد (لرستان) با میانگین ۲۷۰ میلی‌متر بیشترین و توده قزوین با میانگین ۱۸۵ میلی‌متر کمترین طول ریشه را نشان دادند. در تیمار شاهد نیز بیشترین طول ریشه مربوط به توده نهاوند-۲ با میانگین ۲۸۳/۳۳ میلی‌متر و کمترین مقدار مربوط به توده کنگاور (کرمانشاه) با میانگین ۲۲۰ میلی‌متر بود. از نظر درصد کاهش طول ریشه تحت تنش، توده‌های کنگاور (کرمانشاه)، نورآباد (لرستان)، تایباد، شیراز، کرمان و قم پایداری بیشتری نشان دادند، در حالی‌که بیشترین کاهش مربوط به توده‌های قزوین، اسفراین، بوکان، سرپل‌ذهاب (کرمانشاه) و نهاوند-۲ بود (شکل ۲).



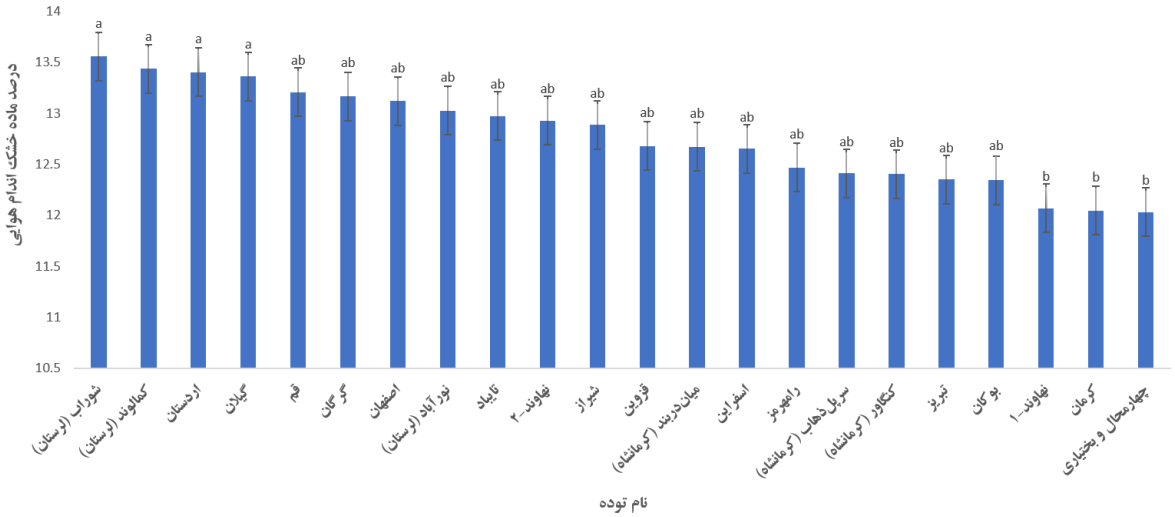
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و توده بر طول ریشه گیاه گشنیز.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تنش خشکی و توده بر صفت حجم ریشه معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱). در شرایط تنش خشکی، توده‌های کمالوند (لرستان)، شوراب (لرستان)، کنگاور (کرمانشاه) و بوکان با میانگین ۱۲ میلی‌لیتر بیشترین و توده اردستان با میانگین ۴ میلی‌لیتر کمترین حجم ریشه را نشان دادند. در تیمار شاهد نیز بیشترین حجم ریشه مربوط به توده چهارمحال و بختیاری با میانگین ۱۵/۶۷ میلی‌لیتر و کمترین مقدار مربوط به توده اردستان با میانگین ۴ میلی‌لیتر بود. از نظر درصد کاهش حجم ریشه تحت تنش، توده‌های اردستان، قم، شوراب (لرستان)، شیراز، کرمان و اصفهان پایداری بیشتری داشتند، در حالی‌که بیشترین کاهش مربوط به اسفراین، قزوین، چهارمحال و بختیاری و تایباد بود (شکل ۳).



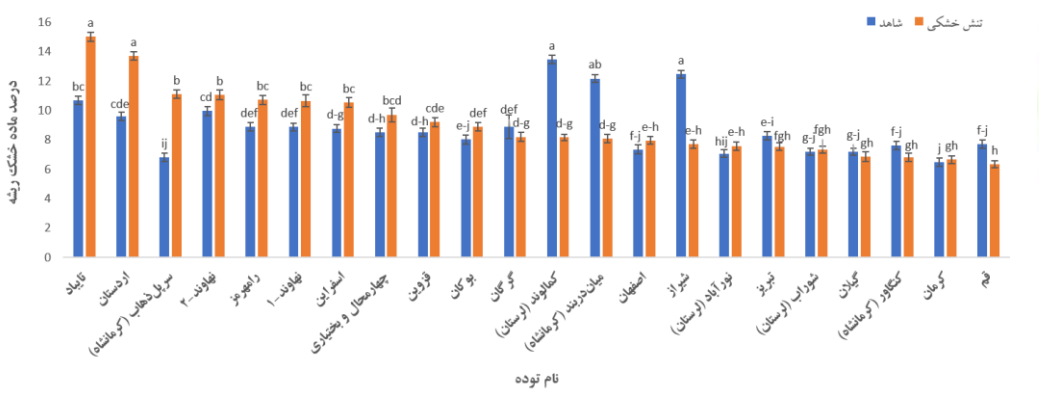
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و توده بر حجم ریشه گیاه گشنیز.

در بررسی صفت درصد ماده خشک اندام هوایی، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی توده و تنش خشکی بر این صفت معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱)، اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد. بنابراین، مقایسه میانگین‌ها بر اساس اثرات اصلی انجام شد. تنش خشکی به‌طور کلی باعث کاهش درصد ماده خشک اندام هوایی از ۱۳/۰۹ درصد در تیمار شاهد به ۱۲/۴۷ درصد در شرایط تنش شد. در بین توده‌های مورد مطالعه، بیشترین میانگین این صفت مربوط به توده‌های شوراب (لرستان)، کمالوند (لرستان)، اردستان و گیلان بود، در حالی‌که کمترین مقدار در توده‌های چهارمحال و بختیاری، کرمان و نهاوند-۱ مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی توده بر درصد ماده خشک اندام هوایی گیاه گشنیز.

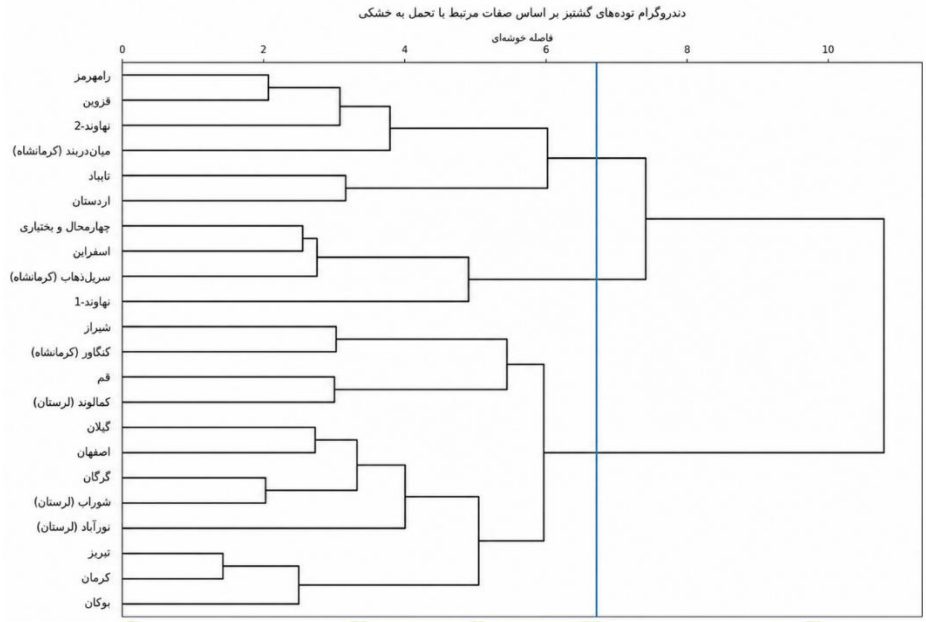
همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل توده و تنش خشکی بر درصد ماده خشک ریشه معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱). در شرایط تنش خشکی، توده تایباد با میانگین ۱۵/۰۲ درصد بیشترین و توده قم با میانگین ۶/۳۴ درصد کمترین درصد ماده خشک ریشه را نشان دادند. در تیمار شاهد نیز بیشترین مقدار مربوط به توده کمالوند (لرستان) با میانگین ۱۳/۴۸ درصد و کمترین مقدار مربوط به توده کرمان با میانگین ۶/۴۹ درصد بود. از نظر تغییرات ناشی از تنش، توده‌های تایباد، اردستان، سرپل‌ذهاب (کرمانشاه)، نهاوند-۲، رامهرمز و اسفراین افزایش بیشتری در درصد ماده خشک ریشه نشان دادند، در حالی‌که بیشترین کاهش مربوط به توده‌های کمالوند (لرستان)، شیراز و میان‌دربند (کرمانشاه) بود (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و توده بر درصد ماده خشک ریشه گیاه گشنیز.

بر اساس دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای، توده‌های گشنیز بر پایه صفات مرتبط با تحمل به خشکی در سه خوشه اصلی گروه‌بندی شدند. خوشه اول شامل توده‌های رامهرمز، قزوین، نهاوند-۲ و ... و اردستان بود که بیشتر با کاهش در حجم ریشه تحت تنش خشکی مشخص شدند. خوشه دوم شامل توده‌های چهارمحال و بختیاری، اسفراین، سرپل‌ذهاب (کرمانشاه) و نهاوند-۱ بود که با وجود افزایش نسبی درصد ماده خشک ریشه، در برخی صفات رشدی کاهش بیشتری نشان دادند. خوشه سوم نیز شامل توده‌های شیراز، کنگاور (کرمانشاه)، قم و ... و بوکان بود که در مجموع از نظر حفظ صفات رشدی تحت تنش، به‌ویژه طول ریشه و حجم ریشه، وضعیت مطلوب‌تری نشان دادند و

می‌توان آن‌ها را به‌عنوان توده‌های نسبتاً متحمل به خشکی در نظر گرفت. بنابراین، توده‌های قرارگرفته در خوشه سوم از نظر مجموعه صفات بررسی‌شده پایداری بیشتری در برابر تنش خشکی نشان دادند، در حالی‌که خوشه‌های اول و دوم حساس‌تر ارزیابی شدند (شکل ۶).



شکل ۶- دندروگرام خوشه‌بندی توده‌های بومی گشنیز.

بر اساس مجموع صفات اندازه‌گیری‌شده و نتایج تجزیه خوشه‌ای، توده‌های کمالوند (لرستان)، قم و کنگاور (کرمانشاه) به دلیل حفظ بهتر برخی صفات رشدی از جمله ارتفاع بوته، طول ریشه و حجم ریشه در شرایط تنش خشکی، به‌عنوان توده‌های امیدبخش و نسبتاً متحمل شناسایی شدند. در مقابل، توده‌های قزوین، اسفراین و نهاوند-۱ به دلیل واکنش ضعیف‌تر به تنش خشکی و افت بیشتر صفات رشدی، به‌عنوان توده‌های حساس به خشکی طبقه‌بندی شدند.

کاهش ارتفاع بوته، طول ریشه و حجم ریشه در شرایط تنش خشکی می‌تواند ناشی از محدودیت جذب آب و عناصر غذایی و کاهش رشد سلولی باشد. کاهش رطوبت در دسترس گیاه موجب کاهش جذب عناصر، به‌ویژه نیتروژن شده که نقش مهمی در تقسیم سلولی دارد و به این ترتیب منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. تنش خشکی بیشتر از تقسیم سلولی، از بزرگ شدن سلول‌ها جلوگیری می‌کند. گسترش طول ریشه و حجم ریشه از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی به مقاومت گیاه در برابر تنش کمک می‌کند (Naseri et al., 2023). نورزاد و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گشنیز نشان دادند ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه فرعی و برخی ویژگی‌های مرتبط با عملکرد بذر مانند تعداد دانه در بوته، تعداد چتر و تعداد دانه در چتر و نیز درصد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی کاهش یافتند. کرمانی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان دادند تنش خشکی علاوه‌بر تحت تاثیر قرار دادن صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی، می‌تواند ارتفاع گیاهان را نیز کاهش دهد. همچنین نشان داده شده است که تنش خشکی ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه را در گیاه بامیه (*Abelmoschus esculentus*) کاهش می‌دهد (Jabborova et al., 2021).

منابع

کرمانی، ر.، ده‌شیری، ع. و پورحسینی، ل. ۱۴۰۰. اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی ده توده بومی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) هفدهمین کنگره ملی و سومین کنگره بین‌المللی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرمان.

نورزاد، س.، احمدیان، ا.، مقدم، م. و دانشفر، ا. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر انواع کود آلی و شیمیایی. به‌زراعی کشاورزی، ۱۶(۲): ۲۸۹–۳۰۲.

Devi, S., Gupta, E., Sahu, M. and Mishra, P. 2020. Proven health benefits and uses of coriander (*Coriandrum sativum* L.). In: Ethnopharmacological Investigation of Indian Spices, pp. 197–204. IGI Global.

GHolizadeh, A., Dehghani, H. and Khodadadi, M. 2019. Determination of suitable selection indices for improving fruit yield in coriander (*Coriandrum sativum* L.) under non-stress and drought stress conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 12(4): 1091–1104.

Jabborova, D., Annapurna, K., Al-Sadi, A.M., Alharbi, S.A., Datta, R. and Zuan, A.T.K. 2021. Biochar and arbuscular mycorrhizal fungi mediated enhanced drought tolerance in okra (*Abelmoschus esculentus*) plant growth, root morphological traits and physiological properties. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(10): 549.

Kadhim, A.J. 2021. Effect of biofertilizers and animal manure on morphophysiological characteristics and amount of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil under drought stress conditions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 735(1): 012047.

Naseri, R., Mirzaei, A. and Soleymanifard, A. 2024. Study root system structure and characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars influenced by applications of sources of fertilizer under dryland farming. Environmental Sciences and Sustainable Management, 16(2): 197–218.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of drought tolerance in coriander (*Coriandrum sativum* L.) landraces based on growth traits

Ali Hemmati[1] and Farshad Dashti[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[*]Corresponding author: fdashti@basu.ac.ir

Abstract

Coriander is an economically important crop whose growth is adversely affected by water deficit and drought stress. Iran, as an arid and semi-arid region, possesses diverse indigenous coriander landraces, whose evaluation for drought tolerance can be valuable in breeding programs. This study was conducted to investigate the effects of drought stress on several growth-related traits in indigenous coriander landraces. Twenty-two coriander landraces were evaluated in a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications. Plants were grown in 4-L pots containing an equal ratio of soil, sand, and well-rotted manure. Moisture treatments included control and drought stress conditions, and drought stress was imposed at the four-leaf stage. At the beginning of flowering, plant height, root length, root volume, shoot dry matter percentage, and root dry matter percentage were measured. The results showed that drought stress significantly reduced plant height, root length, root volume, and shoot dry matter percentage, whereas root dry matter percentage generally increased under stress. The landraces exhibited differential responses to drought stress, and the landrace × drought stress interaction was significant for most traits. Based on the evaluated traits and cluster analysis, Qom, Kamalvand (Lorestan), and Kangavar (Kermanshah) were identified as promising and relatively drought-tolerant landraces due to their greater stability under drought stress. In contrast, Nahavand-1, Qazvin, and Esfarayen were classified as drought-sensitive because of greater reductions in growth-related traits.

Keywords: Cluster analysis, Drought stress, Dry matter percentage, Root length, Root volume.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نانوذرات کیتوسان همراه شده با فنیل‌آلانین (CTS-Phe NPs) به عنوان یک استراتژی امیدوارکننده برای کاهش تنش شوری در گوجه فرنگی

محدثه اژدرزاده اسکوئی[1*]، اصغر محمدی[2] و صاحبعلی بلندنظر[3]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *mah.azhdarzadeh@gmail.com*

چکیده

در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که نانوذرات می‌توانند به کاهش اثرات تنش‌های محیطی غیر زیستی بر گیاهان کمک کنند. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی به منظور بررسی اثرات نانوذرات کیتوسان(CTS NPs)، فنیل‌آلانین(phe) و نانوذرات کیتوسان کپسوله‌شده با فنیل‌آلانین (CTS-Phe NPs) در کاهش اثرات منفی تنش شوری بر گوجه‌فرنگی رقم نپتون بررسی شد. برای این منظور، گیاهان تحت شرایط مختلف شوری (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار سدیم‌کلرید) قرار گرفتند و با CTS NPs (۰/۱٪)، phe (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و CTS-Phe NPs (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) تیمار شدند. سپس، شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری تأثیر منفی قابل‌توجهی بر میزان کلروفیل a و b، کارتنوئیدها، شاخص کلروفیل، کارایی کوانتومی فتوسیستم دو (Fv/Fm) و کمپلکس تجزیه‌کننده آب (Fv/Fo) داشت. با این حال، بیشتر تیمارهای اعمال‌شده به‌ویژه CTS-Phe NPs توانستند با افزایش رنگدانه‌ها، شاخص کلروفیل، Fv/Fm و Fv/Fo، اثرات منفی شوری را کاهش دهند. به طور کلی، تنش شوری بر تمام پارامترهای اندازه‌گیری‌شده تأثیر منفی داشت، اما کاربرد CTS-Phe NPs باعث افزایش سطح کلروفیل a و b، کاروتنوئیدها، Fv/Fm، Fv/Fo و شاخص کلروفیل شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که محلول‌پاشی این ترکیب می‌تواند به کاهش اثرات مخرب تنش شوری کمک کند و به‌عنوان یک استراتژی امیدبخش برای مدیریت محصول و افزایش انعطاف‌پذیری گیاهان در برابر این تنش در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدآمینه، تنش، رنگدانه‌ها، شاخص کلروفیل، نانوحامل‌ها.

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی در جهان است و طعم مطلوب و ارزش غذایی بالای آن باعث شده که تولید این محصول اهمیت زیادی داشته باشد. عملکرد این گیاه تحت تأثیر عوامل زیستی و غیرزیستی قرار می‌گیرد که شوری یکی از مخرب‌ترین تنش‌های محیطی محسوب می‌شود (Alfosea-Simón et al., 2020). تحقیقات نشان داده‌اند کیتوسان مقاومت گیاهان را در برابر عوامل استرس‌زا افزایش می‌دهد همچنین در مقیاس نانویی، نانوذرات کیتوسان جذب مواد مغذی و ترکیبات زیست‌فعال را بهبود داده و به‌عنوان نانوحامل برای انتقال ترکیبات مفید و افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌ها عمل می‌کنند (Ioannou et al., 2020). برخی اسیدهای آمینه مانند فنیل‌آلانین باعث بهبود متابولیسم اکسیداتیو، تنظیم هورمونی و کاهش اثرات تنش می‌شوند. فنیل‌آلانین، به‌عنوان یک اسید آمینه ضروری، در مسیرهای متابولیکی مرتبط با دفاع گیاه، سیگنال‌دهی و تولید متابولیت‌های ثانویه مانند فنل‌ها نقش دارد (Singh et al., 2023). مطالعات پیشین نیز تأثیر مثبت فنیل‌آلانین را بر کاهش استرس و افزایش متابولیت‌های ثانویه تأیید کرده‌اند. اثربخشی محلول‌پاشی نانوذرات کیتوسان همراه شده با فنیل‌آلانین ممکن است بسته به عواملی مانند غلظت، ترکیب فرمولاسیون، زمان و دفعات کاربرد، شرایط محیطی و گونه‌های گیاهی متفاوت باشد. در این راستا، تحقیقی به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی تیمارهای مختلف نانوذرات بر گوجه‌فرنگی رقم نپتون انجام می‌شود. که شامل ارزیابی چندین شاخص مورفوفیزیولوژیکی تحت شرایط تنش شوری خواهد بود. بنابراین این پژوهش، با هدف توسعه استفاده از نانوذرات در بهبود عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری، انجام خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

سنتز نانوذرات کیتوسان، نانوذرات کیتوسان- فنیل‌آلانین و محل آزمایش

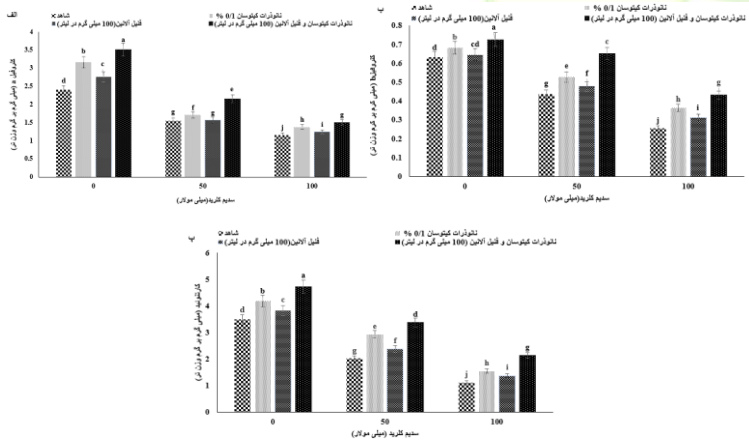
برای سنتز نانوذرات کیتوسان، از روش پلی‌آنیون تری پلی فسفات و ژل یونی کیتوسان استفاده شد. برای تهیه نانوذرات کیتوسان، محلولی شامل ۰/۱٪ اسید استیک (v/v) با غلظت ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر کیتوسان با استفاده از همزن مغناطیسی به‌طور کامل مخلوط شد. همچنین نانوذرات فنیل آلانین همراه شده با کیتوسان نیز در دانشگاه تبریز سنتز شدند. مواد اولیه مورد استفاده شامل کیتوسان، فنیل‌آلانین و تری‌پلی‌فسفات سدیم بودند که از شرکت نوین شیمیار هندی (شماره ثبت ۱۷۸۰۶۸) تهیه شده بودند. این مطالعه در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه تبریز و به‌صورت آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. بذرهای گوجه‌فرنگی cv. نیتون به روش هیدروپونیک در بستر کوکوپیت-پرلیت (نسبت ۲:۱) در گلدان‌های هفت لیتری کشت شدند. ۴۸ روز پس از کشت، گیاهان در معرض تنش شوری NaCl در دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار قرار گرفتند. دو هفته پس از شروع تنش، گیاهان با نانوذرات کیتوسان (۰/۱٪)، فنیل‌آلانین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نانوذرات کیتوسان- فنیل‌آلانین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اسپری شدند. این تیمارها در سه نوبت با فواصل دو روزه انجام شد. نمونه‌برداری ۵ روز پس از آخرین تیمار از برگ‌های کاملاً توسعه یافته صورت گرفت.

اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتز، فلورسانس کلروفیل(Fv/Fm، Fv/Fo)، شاخص کلروفیل و تجزیه و تحلیل آماری

رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ‌ها طبق روش (Arnon, 1967) اندازگیری شدند و شاخص کلروفیل برگ با کلروفیل متر 502 Plus و فلورسانس کلروفیل با فلورومتر PAM 2500-WALZ اندازه‌گیری شد (Sanjari Mijani et al., 2015). تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱ (Institute Inc., Cary, NC, USA) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

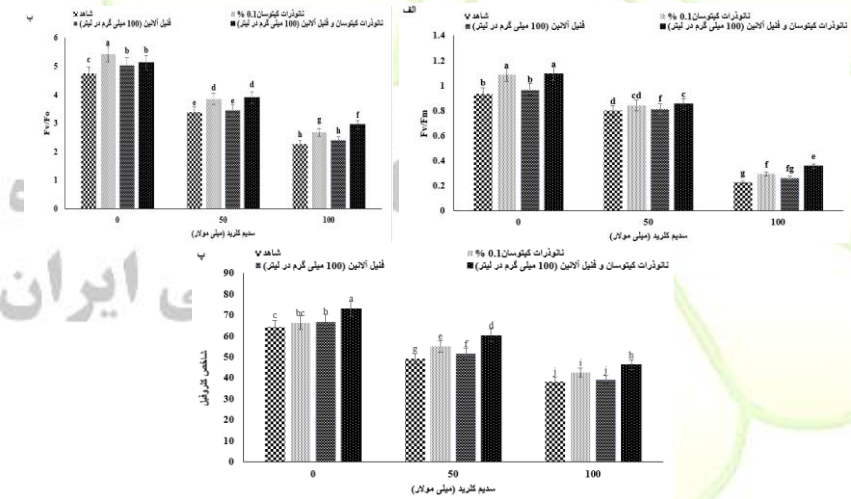
با افزایش سطح شوری، مقادیر رنگیزه‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافت (شکل۱. الف، ب، پ). ولی تمامی تیمارها در شرایط کنترل و شوری۱۰۰ میلی‌مولار، میزان کلروفیل a را افزایش دادند، اما در شوری ۵۰ میلی‌مولار تنها نانوذرات کیتوسان و نانوذرات فنیل آلانین همراه شده با کیتوسان موجب افزایش آن شدند (شکل ۱الف). و تمامی تیمارها باعث افزایش کلروفیل b در شرایط تنش شوری ۵۰ و ۱۰۰ شدند (شکل ۱ب). همچنین، کاروتنوئیدها در شرایط بدون تنش و هر دو سطح شوری با تمامی تیمارهای اعمال‌شده افزایش یافتند (شکل ۱پ). مطالعات اخیر بر استفاده از نانوحامل‌های مهندسی‌شده برای کاهش اثرات تنش‌های غیرزیستی تأکید کرده‌اند، زیرا این ترکیبات دارای کارایی بالا و سازگاری محیطی هستند. تنش شوری موجب کاهش سطح برگ و تخریب کلروفیل از طریق افزایش فعالیت آنزیمی کلروفیلاز، تجمع ROS و اختلال در غشای تیلاکوئید شده است (Mafakheri et al., 2021). با این حال، اسیدهای آمینه مانند فنیل‌آلانین با تنظیم بیوسنتز کلروفیل، جلوگیری از تخریب آن و حذف ROS، توانسته‌اند رنگدانه‌های فتوسنتزی را افزایش دهند و همچنین، کیتوسان با بهبود هدایت روزنه‌ای، افزایش جذب نیتروژن و تنظیم تعرق، موجب تقویت محتوای کلروفیل در شرایط تنش شده است (Almas et al., 2021). این مطالعه نشان داد که محلول‌پاشی نانوذرات کیتوسان-فنیل‌آلانین موجب افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در شرایط شاهد و تنش شوری شد.



شکل ۱– تأثیر تیمارهای نانوذرات کیتوسان (۰/۱٪)، فنیل‌آلانین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نانوذرات کیتوسان– فنیل‌آلانین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر محتوای کلروفیل a(الف)، کلروفیل b(ب) ،کارتنوئید(پ)، گوجه‌فرنگی در شرایط تنش شوری (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار سدیم‌کلرید).

پارامترهای فلورسانس و شاخص کلروفیل

این مطالعه نشان داد که تنش شوری موجب کاهش شاخص‌های کلروفیل، Fv/Fm و Fv/Fo شد، به‌طوری‌که با افزایش سطح شوری، این پارامترها افت کردند (شکل ۲الف، ب، پ). تیمار گیاهان با نانوذرات کیتوسان و کیتوسان–فنیل‌آلانین باعث افزایش Fv/Fm در شرایط شاهد و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار شد، درحالی‌که تنها ترکیب کیتوسان–فنیل‌آلانین این شاخص را در شوری ۵۰ میلی‌مولار بهبود داد (شکل ۲الف). تمام تیمارها موجب افزایش Fv/Fo در شرایط بدون تنش شدند، اما نانوذرات کیتوسان و کیتوسان–فنیل‌آلانین این شاخص را در هر دو سطح شوری ارتقا دادند (شکل ۲ب). همچنین، نانوذرات کیتوسان–فنیل‌آلانین در شرایط بدون تنش، میزان شاخص کلروفیل را به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش دادند. در شوری ۵۰ میلی‌مولار، همه تیمارها تأثیر مثبتی داشتند، اما در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، تنها نانوذرات کیتوسان و کیتوسان–فنیل‌آلانین موجب افزایش شاخص کلروفیل شدند (شکل ۲پ). به‌طور کلی، بیشترین مقادیر Fv/Fm، Fv/Fo و شاخص کلروفیل در گیاهان تیمارشده با نانوذرات کیتوسان–فنیل‌آلانین مشاهده شد. بررسی‌ها نشان داده‌اند که نانوذرات کیتوسان می‌توانند فلورسانس کلروفیل را در گیاهان مختلف، از جمله گوجه‌فرنگی، بهبود بخشند (ALKahtani et al., 2020). این ماده با تنظیم ژن‌های مرتبط با فتوسنتز، تعدیل متابولیسم پروتئین‌ها و هورمون‌ها، و افزایش جذب نیتروژن و پتاسیم، موجب تقویت سیستم دفاعی گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود همچنین فنیل‌آلانین به‌طور مشابه، نیز در افزایش عملکرد فتوسنتزی گیاهان نقش دارد (Almas et al., 2021)، احتمالاً به دلیل تسهیل انتقال نیتروژن از طریق سیستم انتقال‌دهنده‌های اسید آمینه باعث افزایش می‌شود. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی نانوذرات ترکیبی کیتوسان و فنیل‌آلانین تأثیر مثبتی بر افزایش سطح کلروفیل و جذب مواد مغذی در گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری داشته است.



شکل ۲– تأثیر تیمارهای نانوذرات کیتوسان (۰/۱٪)، فنیل‌آلانین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نانوذرات کیتوسان–فنیل‌آلانین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر محتوای Fv/Fm(الف)، Fv/Fm (ب) اسپد (پ)، گوجه‌فرنگی در شرایط تنش شوری (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار سدیم‌کلرید).

منابع

Alfosea-Simón, M., Zavala-Gonzalez, E.A., Camara-Zapata, J.M., Martínez-Nicolás, J.J., Simón, I., Simón-Grao, S. and García-Sánchez, F. 2020. Effect of foliar application of amino acids on the salinity tolerance of tomato plants cultivated under hydroponic system. Scientia Horticulturae, 272: 109509.

AlKahtani, M.D., Fouda, A., Attia, K.A., Al-Otaibi, F., Eid, A.M., Ewais, E.E.D., Hijri, M., St-Arnaud, M., Hassan, S.E.D., Khan, N. and Hafez, Y.M. 2020. Isolation and characterization of plant growth promoting

endophytic bacteria from desert plants and their application as bioinoculants for sustainable agriculture. Agronomy, 10(9): 1325.

Almas, H.I., Zaib-un-Nisa, S., Anwar, S., Kausar, A., Farhat, F., Munawar, M. and Khalizadieh, R. 2021. Exogenous application of methionine and phenylalanine confers salinity tolerance in tomato by concerted regulation of metabolites and antioxidants. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 21(4): 3051–3064.

Arnon, D.I., Tsujimoto, H.Y. and McSwain, B.D. 1967. Ferredoxin and photosynthetic phosphorylation. Nature, 214(5088): 562–566.

Ioannou, A., Gohari, G., Papaphilippou, P., Panahirad, S., Akbari, A., Dadpour, M.R., Krasia-Christoforou, T. and Fotopoulos, V. 2020. Advanced nanomaterials in agriculture under a changing climate: The way to the future? Environmental and Experimental Botany, 176: 104048.

Mafakheri, M., Kordrostami, M. and Al-Khayri, J.M. 2021. Abiotic stress in plants: Socio-economic consequences and crops responses. In: Nanobiotechnology: Mitigation of Abiotic Stress in Plants, pp. 1–28.

Nasr, F., Pateiro, M., Rabiei, V., Razavi, F., Formaneck, S., Gohari, G. and Lorenzo, J.M. 2021. Chitosan-phenylalanine nanoparticles (Cs-Phe NPs) extend the postharvest life of persimmon (*Diospyros kaki*) fruits under chilling stress. Coatings, 11(7): 819.

Sanjari, M., Siroosmehr, A. and Fakheri, B. 2015. The effects of drought stress and humic acid on some physiological characteristics of roselle. Journal of Crops Improvement, 17(2): 403–414.

Singh, P., Singh, A. and Choudhary, K.K. 2023. Revisiting the role of phenylpropanoids in plant defense against UV-B stress. Plant Stress, 7: 100143.

Yıldız, M., Poyraz, İ.R.E.M., Çavdar, A., Özgen, Y. and Beyaz, R. 2020. Plant responses to salt stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Chitosan nanoparticles combined with phenylalanine (CTS-Phe NPs) as a promising strategy for reducing salt stress in tomatoes

Mohaddeseh Ajderzadeh[1*], Asghar Mohammadi[2] and Sahebali Bolandnazar[3]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
**Corresponding Author: mah.azhdarzadeh@gmail.com*

Abstract

In recent years, numerous studies have shown that nanoparticles can help reduce the effects of abiotic environmental stresses on plants. This study, conducted in a completely randomized design, aimed to examine the effects of chitosan nanoparticles (CTS NPs), phenylalanine (Phe), and chitosan-encapsulated phenylalanine nanoparticles (CTS-Phe NPs) in mitigating the negative effects of salinity stress on Neptune tomato plants. For this purpose, the plants were subjected to different salinity conditions (0, 50, and 100 mM NaCl) and were treated with CTS NPs (0.1%), Phe (100 mg/L), and CTS-Phe NPs (100 mg/L). Subsequently, the morphophysiological indices of the plants were analyzed. The results showed that salinity stress had a significant negative impact on chlorophyll a and b, carotenoids, chlorophyll index, quantum efficiency of photosystem II (Fv/Fm), and the water-splitting complex (Fv/Fo). However, most of the applied treatments, especially CTS-Phe NPs, were able to mitigate the negative effects of salinity by increasing pigments, chlorophyll index, Fv/Fm, and Fv/Fo. Overall, salinity stress negatively affected all measured parameters, but the application of CTS-Phe NPs led to an increase in chlorophyll a and b, carotenoids, Fv/Fm, Fv/Fo, and chlorophyll index. These findings suggest that foliar application of this compound can help reduce the detrimental effects of salinity stress and be considered a promising strategy for crop management and improving plant resilience to this stress.

Keywords: Amino acids, Stress, Nanocarriers, Chlorophyll index, Pigments.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

حفاظت انجمادی با استفاده از فن کپسوله‌کردن-آب‌برداری در ارکیده گلسر قرمز (*Cephalanthera rubra*)

مهدی زرگر آزاد[۱]، مرضیه ربیعی[۱*]، بهزاد کاویانی[۱]، داود هاشم‌آبادی[۱]، بهروز رسولی[۲]، شهره محمدپور[۱] و ناصر نگهدار[۱]

۱- گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲- گروه علوم دامی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

*نویسنده مسئول: *rabieemarziyeh92@gmail.com*

چکیده

برخی از انواع ارکیده از جمله گلسر قرمز (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.)، در معرض خطر انقراض قرار دارند. حفاظت انجمادی ژرم‌پلاسم در ازت مایع (۱۹۶- درجه سانتی‌گراد) یک روش مؤثر، کم‌هزینه، بلندمدت و مناسب برای ذخیره‌سازی بسیاری از گونه‌ها، به‌ویژه گونه‌های موجود در فهرست قرمز است. استفاده از پیش‌تیمارهای محافظتی مختلف برای مقاوم‌سازی ژرم‌پلاسم گیاهی در برابر تنش انجماد در ازت مایع لازم است و نقش انکارناپذیری در حفظ قابلیت جوانه‌زنی ژرم‌پلاسم دارد. یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین پیش‌تیمارها، به‌ویژه برای گیاهان زینتی مانند انواع ارکیده، فن کپسوله‌کردن-آب‌برداری است. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر پیش‌تیمار کپسوله‌کردن-آب‌برداری بر درصد زنده‌مانی نوک شاخه‌های نگهداری‌شده به روش فراسرد بود که به‌عنوان پیش‌تیمار برای حفظ ژرم‌پلاسم ارکیده گلسر قرمز در شرایط درون‌شیشه‌ای استفاده شد. نوک شاخه‌های جمع‌آوری‌شده از محیط طبیعی به‌عنوان ریزنمونه استفاده شدند و در ژل آلژینات سدیم کپسوله شدند. نوک شاخه‌های کپسوله‌شده در محیط مایع MS حاوی ۰/۷۵ مولار ساکارز به مدت ۱۲۰ دقیقه تیمار شدند و سپس به مدت ۱۲۰ دقیقه تحت جریان هوای استریل در هود خشک شدند. ریزنمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ازت مایع غوطه‌ور شدند و بعد از آن به‌منظور فرآیند ذوب‌شدن به مدت ۳ دقیقه در آب ۳۸ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نوک شاخه‌ها با موفقیت به روش انجماد فوق‌سریع در ازت مایع و ذوب در شرایط کنترل‌شده محیطی با استفاده از فن کپسوله‌کردن-آب‌برداری حفظ شدند. بالاترین درصد بازیابی (۸۳/۶۶ درصد) پس از غوطه‌وری مستقیم در ازت مایع با استفاده از فن کپسوله‌کردن-آب‌برداری به دست آمد.

کلمات کلیدی: خانواده ارکیدها، حفظ درون‌شیشه‌ای، حفظ ژرم‌پلاسم، تنوع زیستی گیاهی، گیاهان در معرض خطر.

مقدمه

گیاهان خانواده ارکیده به دلیل ویژگی‌های خاصی مانند تنوع در رنگ، الگو، اندازه، عطر و طول عمر پس از برداشت گل‌هایشان از اهمیت تجاری بالایی برخوردارند. برخی از انواع ارکیده اهمیت دارویی نیز دارند و برخی دیگر به‌عنوان گل‌های شاخه‌بریده و گلدانی در سراسر جهان کشت می‌شوند (Park et al., 2018). ارکیده گلسر قرمز با نام علمی *Cephalanthera rubra* از یکی از نادرترین گونه‌های ارکیده خانواده ارکیده است (Brickell & Zuk, 1997). گیاهی علفی با برگ‌های پهن است که در شمال آفریقا، اروپا، جنوب غربی آسیا و ایران رشد می‌کند. پراکنش جغرافیایی آن شامل مناطق اروپا-سیبری، مدیترانه و ایران-تورانی است. فنولوژی این گیاه از نوع خاک‌رست و دارای ریزوم است. ساقه‌ها از یک ریزوم خزنده رشد می‌کنند و بین ۲ تا ۸ برگ نیزه‌ای دارند. هر ساقه می‌تواند تا ۲۰ گل به رنگ صورتی تا قرمز یا به‌ندرت سفید تولید نماید(Brickell & Zuk, 1997). اهمیت این گونه عمدتاً به دلیل زینتی بودن آن است، اما به‌صورت وحشی رشد می‌کند و هنوز تلاشی برای اهلی کردن آن صورت نگرفته است. حفظ ژرم‌پلاسم گیاهان و تنوع زیستی گیاهی برای برنامه‌های اصلاح نباتات، مهندسی ژنتیک، توسعه پایدار ژنوتیپ‌ها و لاین‌های سلولی ارزشمند و همچنین به‌عنوان منبعی برای استفاده در برخی صنایع همانند بهداشتی، آرایشی و دارویی ضروری است (Kulus, 2020). حفاظت انجمادی تنها روش مطمئن، ایمن و اقتصادی برای حفاظت بلندمدت ژرم‌پلاسم گیاهی در ازت مایع (۱۹۶- درجه سانتی‌گراد) است که معمولاً بدون از دست دادن قابلیت زنده‌مانی و تغییر ساختار ژنتیکی انجام می‌شود. در این شرایط، مواد بیولوژیکی به‌طور نظری به‌طور نامحدود حفظ می‌شوند، زیرا فرآیندهای متابولیک و تقسیم سلولی متوقف

می‌شوند) (Zhang et al., 2023). ژرم‌پلاسم‌ها می‌توانند در ژل آلژینات کلسیم کپسوله شده و با روش‌های فیزیکی و شیمیایی خشک شوند تا اثربخشی حفاظت انجمادی بهبود یابد و بازیابی ریزنمونه بدون فرسایش ژنتیکی افزایش یابد. انتخاب پیش‌تیمار مناسب برای حفاظت انجمادی ژرم‌پلاسم گیاهی از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است (Kulus, 2020). بیشتر سلول‌های گیاهی حاوی مقدار زیادی آب هستند که می‌توان آن را با روش‌های مختلف فیزیکی (مانند خشک‌کردن در هوا) و شیمیایی (مانند غلظت‌های بالای ساکارز) قبل از قرار گرفتن در معرض ازت مایع کاهش داد(Kaviani & Kulus, 2022). تنها درصد کمی از جنس‌ها و گونه‌های ارکید از نظر شرایط حفاظت انجمادی بررسی شده‌اند (Kulus & Zalewska, 2014; Asa & Kaviani, 2020; O'Brien et al., 2021; Kaviani & Kulus, 2022). بیشتر این محققان از فن کپسوله‌کردن-آب‌برداری به‌عنوان پیش‌تیمار استفاده کرده‌اند. استفاده از نوک شاخه‌ها به‌عنوان ریزنمونه برای حفاظت انجمادی ارکیده بسیار کم گزارش شده است. برای حفاظت انجمادی انواع ارکیده بیشتر از بذر، پروتوکورم و اجسام شبه پروتوکورم (رایج‌ترین ریزنمونه‌های مورد استفاده) استفاده شده است(Kaviani, 2011; Kulus & Zalewska, 2014; Kaviani & Kulus, 2022). هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف، به‌ویژه کپسوله‌کردن-آب‌برداری، بر حفاظت انجمادی این ارکید نادر با استفاده از نوک شاخه‌ها بود.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه گیاهی

گیاهان گلسر قرمز(*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.) از جنگل‌های دودانگه، ساری، مازندران، ایران، جمع‌آوری شد. قلمه‌های انتهایی ساقه دارای جوانه انتهایی و دو برگ جوان تهیه و به آزمایشگاه کشت بافت گیاهی منتقل شدند. ریزنمونه‌های جوانه انتهایی ساقه‌ها به طول ۱۰—۱۵ میلی‌متر برای انجام آزمایش استفاده شدند.

ضدعفونی ریزنمونه‌ها

به‌منظور حذف آلودگی سطحی، ریزنمونه‌ها به‌دقت با مایع ظرفشویی به همراه یک قطره توین-۲۰ به مدت ۲۰ دقیقه شسته شدند. پس از آن، ریزنمونه‌ها به مدت نیم ساعت تحت جریان آب شهر قرار گرفتند. پس از شستشوی اولیه، تمام ریزنمونه‌ها با غوطه‌وری کامل در محلول ۱۵ درصد (حجم/حجم) هیپوکلریت سدیم(NaOCl) به مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی شدند. سپس، نمونه‌ها با ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر (وزن/حجم) کلرید جیوه ($HgCl_2$) به مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی شده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در آب مقطر شسته شدند. در نهایت، از اتانول ۷۰ درصد به مدت یک دقیقه استفاده شد. تمام مراحل ضدعفونی در زیر هود لامینار با تکان دادن ملایم دوره‌ای انجام شد. ریزنمونه‌های ضدعفونی‌شده سطحی سپس با تکان دادن در آب مقطر استریل سه بار، هر بار به مدت ۵ دقیقه شسته شدند. با استفاده از پنس استریل، نوک شاخه‌ها روی کاغذ صافی واتمن به‌طور مختصر خشک شدند. برای حذف قسمت‌های آسیب‌دیده ریزنمونه‌ها در طول مراحل ضدعفونی، لبه‌های ریزنمونه‌ها با اسکالپل مجدداً برش زده شدند.

کپسوله‌کردن-آب‌برداری

محلول‌های حفاظت‌کننده ریزنمونه‌ها در برابر انجماد، در مراحل مختلف طبق شیوه‌نامه‌ها (Kaviani & Kulus, 2022) به محیط مایع Murashige & Skoog (1962) (MS) اضافه شده و با اتوکلاو ضدعفونی شدند. برای کپسوله‌کردن، از آلژینات سدیم با غلظت ۳ درصد (وزن/حجم) و کلرید کلسیم ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار تهیه‌شده در محیط MS استفاده شد. نوک شاخه‌ها با دو برگ جوان تحت فرآیند کپسوله‌کردن-آب‌برداری و حفاظت انجمادی قرار گرفتند. نوک شاخه‌ها به مدت ۲ ساعت در آلژینات سدیم ۳ درصد در محیط مایع MS بدون نمک کلسیم در دمای اتاق قرار داده شدند. سپس، قطرات آلژینات حاوی نوک شاخه به‌صورت جداگانه در محیط MS حاوی محلول ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید کلسیم با استفاده از پنس استریل، غوطه‌ور شده و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق با هم‌زدن ملایم برای تشکیل کپسوله باقی ماندند. نوک شاخه‌های کپسوله‌شده-آب‌برداری‌شده برای حفاظت انجمادی استفاده شدند. برای آب‌برداری در هوا، ریزنمونه‌های پوشش‌دار در ظروف پتری استریل به قطر ۹ سانتی‌متر و فاقد درب قرار گرفتند و به مدت ۲ ساعت تحت جریان هوای تمیز اتاق تمیز نگهداری شدند. برای آب‌برداری شیمیایی، ساکارز با غلظت ۰/۷۵ مولار به محیط MS در طول تشکیل کپسول اضافه شد.

حفاظت انجمادی و ذوب‌کردن

برای حفاظت انجمادی، نوک شاخه‌های پوشش‌دار با یا بدون ۰/۷۵ مولار ساکارز به درون ویال‌های مخصوص منتقل شده و درون ازت مایع غوطه‌ور شدند و به مدت ۲۴ ساعت در این شرایط ماندند. بعد از ۲۴ ساعت، ویال‌های حاوی نوک شاخه‌ها به درون آب ولرم با دمای ۳۸–۴۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند.

محیط کشت باززایی

کپسول‌ها بعد از ۲۴ ساعت از شرایط ذخیره‌سازی خارج و روی محیط باززایی MS غنی‌شده با ۳ درصد ساکارز، ۰/۷ درصد آگار و ۴ میلی‌گرم بر لیتر BA کشت شدند (داده‌های منتشرنشده). اسیدیته محیط کشت قبل از اضافه کردن آگار با استفاده از ۰/۱ نرمال اسید کلریدریک (HCl) یا هیدروکسید سدیم (NaOH) روی ۰/۱ ± ۵/۷ تنظیم شد. محیط کشت به مدت ۲۰ دقیقه در ۱۰۵ کیلوپاسکال و ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شدند. تمام کشت‌ها در اتاق رشد در دمای ۲ ± ۲۳ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰ درصد تحت شرایط استاندارد رشد با رژیم نوری ۱۶/۸ ساعت زیر نور لامپ‌های فلورسنت سفید سرد با چگالی فوتون فتوسنتزی (PPFD)حدود ۴۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه نگهداری شدند.

صفات اندازه‌گیری‌شده

پس از انتقال به محیط باززایی، درصد بازیابی پس از ذوب‌کردن به‌صورت هفتگی بر اساس درصد نوک ساقه‌هایی که رنگ سبز داشتند محاسبه شد و مقدار رشد آنها در نظر گرفته نشد. ظرفیت زنده‌مانی (درصد باززایی) از نظر ظاهر برگ‌ها یا ریشه‌ها از کپسول‌ها ۶۰ روز پس از گرم‌شدن اندازه‌گیری شد. تعداد کل ریزنمونه‌های نوک ساقه کپسوله‌شده ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. به عبارت دیگر، درصد زنده‌مانی به‌عنوان نسبت تعداد کپسوله‌های جوانه‌زده به کل تعداد کپسوله‌ها محاسبه شد.

طرح آزمایشی و تجزیه داده‌ها

آزمایش حاضر دارای هفت تیمار همراه با شاهد بود. آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد و هر تکرار شامل ۱۰ نوک شاخه به‌عنوان ریزنمونه بود. از طرح کاملاً تصادفی به‌عنوان طرح آزمایشی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ تحلیل شدند. میانگین داده‌ها به‌صورت آماری با ANOVA تحلیل شده و سپس با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف با مقدار احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

این پژوهش نشان داد که فن کپسوله‌کردن–آب‌برداری برای افزایش تحمل انجماد نوک شاخه‌های گلسر قرمز ضروری است. ریزنمونه‌های پوشیده‌شده در ژل آلژینات پس از انجماد در دمای فوق پایین، بقای بیشتری نسبت به نوک شاخه‌های بدون پوشش نشان دادند. اثر هفت تیمار روی میانگین جوانه‌زنی بین در سطح یک درصد معنی‌دار بود. درصد بقا برای نوک شاخه‌های شاهد و بازیابی‌شده از ازت مایع بین ۶۶/۳۳ تا ۶۶/۸۳ درصد متغیر بود (جدول ۱). کمترین درصد بقا در نمونه‌های شاهد به‌دست آمد. ریزنمونه‌های کپسوله‌شده در محیط بازیابی قابلیت زنده‌ماندن بیشتری نسبت به ریزنمونه‌های بدون کپسول نشان دادند. درصد بقا در تمام تیمارها به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. بالاترین درصد جوانه‌زنی یا درصد بقای ۶۶/۸۳ درصد پس از انجماد، زمانی مشاهده شد که نمونه‌ها با کپسوله‌کردن و آب‌برداری در هوا به مدت ۲ ساعت پیش‌تیمار شده بودند. درصد بقای نوک شاخه‌ها پس از انجماد با کپسوله‌کردن، ۶۶/۶۸ درصد بود (جدول ۱). کپسوله‌کردن نوک شاخه‌ها همراه با پیش‌تیمار با ۰/۷۵ مولار ساکارز و ۲ ساعت آب‌برداری در هوا، درصد بقا (۵۸ درصد) را بیشتر از کپسوله‌کردن (۶۶/۶۸ درصد) و کپسوله‌کردن همراه با ۲ ساعت آب‌برداری در هوا (۶۶/۸۳ درصد) پس از انجماد افزایش نداد.

تیمارها	درصد بقاء
شاهد (بدون تیمار)	۳۳/۶۶^{e} ± ۳/۲۹
بدون کپسوله کردن، آب‌برداری با ۰/۷۵ مولار ساکارز به مدت ۲ ساعت در محیط کشتMS	۴۸/۳۳^{d} ± ۱/۲۰
بدون کپسوله کردن، آب‌برداری زیر جریان هوای تمیز هود لامینار فلو	۵۷/۳۳^{c} ± ۱/۷۷
بدون کپسوله کردن، آب‌برداری به مدت ۲ ساعت با ۰/۷۵ مولار ساکارز در محیط کشت پایه MS و سپس آب‌برداری زیر جریان هوای تمیز هود لامینار فلو به‌مدت ۲ ساعت	۴۶/۶۶^{d} ± ۲/۰۳
کپسوله کردن در محیط کشت پایه‌ی MS حاوی آلرژینات سدیم بدون ساکارز و بدون جریان هوای تمیز هود لامینار فلو	۶۸/۶۶^{b} ± ۱/۳۳
کپسوله کردن در محیط کشت پایه‌ی MS حاوی آلرژینات سدیم و ساکارز ۰/۷۵ مولار و بدون جریان هوای تمیز هود لامینار فلو	۵۶/۳۳^{c} ± ۲/۳۴
کپسوله کردن در محیط کشت پایه‌ی MS حاوی آلرژینات سدیم بدون ساکارز ۰/۷۵ مولار و زیر جریان هوای تمیز هود لامینار فلو به مدت ۲ ساعت	۸۳/۶۶^{a} ± ۱/۸۶
کپسوله کردن در محیط کشت پایه‌ی MS حاوی آلرژینات سدیم و ساکارز ۰/۷۵ مولار و زیر جریان هوای تمیز هود لامینار فلو به مدت ۲ ساعت	۵۸/۰۰^{c} ± ۱/۱۶

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار در سطح احتمال ۹۵ درصد در آزمون LSD است.

برخی از گونه‌های ارکید در معرض خطر انقراض در طبیعت هستند. در حال حاضر، بسیاری از گیاهان زینتی در مناطق مختلف جهان با اقلیم متنوع در لیست قرمز (در معرض خطر انقراض) قرار دارند. این مطالعه نشان داد که استفاده از پیش‌تیمارهای مناسب می‌تواند به ریزنمونه‌ها کمک کند تا در برابر دمای فراسرد برای حفظ بلندمدت مقاومت کنند. پژوهش حاضر نشان داد که بالاترین درصد بازیابی (۸۳/۶۶ درصد) پس از غوطه‌وری مستقیم در ازت مایع با استفاده از فن کپسوله‌کردن و آب‌برداری به مدت دو ساعت در هود لامینار به‌دست آمد. ریزنمونه‌های بدون پیش‌تیمار پس از نگهداری در ازت مایع بقای کمتری داشتند. نتایج مشابهی در چندین گونه زینتی مانند شمشاد خزری، سوسن چلچراغ و برخی ارکیده‌ها گزارش شده است(Kaviani 2011; Kulus & Zalewska, 2014; Kaviani & Kulus, 2022).

نتایج ما نشان داد که استفاده از هر دو روش آب‌برداری شیمیایی و فیزیکی در ترکیب با یکدیگر، درصد باززایی نوک شاخه‌ها را پس از انجماد کاهش داد. برخلاف یافته‌های ما، مطالعه‌ای روی شمشاد خزری (*Buxus sempervirens*) نشان داد که بیشترین بقا پس از انجماد در نمونه‌های کپسوله‌شده-آب‌برداری‌شده با ۰/۷۵ مولار ساکارز و آب‌برداری در هوا به مدت ۲ ساعت به‌دست آمد(Negahdar et al., 2021). کاربرد ترکیبی سه پیش‌تیمار (کپسوله‌کردن، آب‌برداری در هوا و غلظت بالای ساکارز) قبل از قرار دادن ژرم‌پلاسم‌ها در ازت مایع، اثر مثبتی در برخی از گونه‌های زینتی در معرض خطر داشت(Kaviani, 2011; Kulus & Zalewska, 2014; Teixeira da Silva et al., 2014; Kaviani & Kulus, 2022).

برخی گزارش‌ها در مورد گیاهان زینتی، از جمله گونه‌های در معرض خطر، نشان دادند که ژرم‌پلاسم‌های بدون کپسول پس از انجماد زنده نماندند یا بقای بسیار کمی داشتند (Kaviani, 2011; Kulus & Zalewska, 2014; Kaviani & Kulus, 2022). ایجاد کپسوله در اطراف ریزنمونه‌ها سرعت مراحل آب‌برداری را کاهش می‌دهد و امکان استفاده از فرآیندهای آب‌برداری بعدی را قبل از حفاظت انجمادی فراهم می‌کند، که می‌تواند برای ریزنمونه‌ها بدون کپسول مضر یا حتی کشنده باشد. علاوه بر این، ماتریس آلژینات حفاظت فیزیکی بیشتری از ژرم‌پلاسم‌ها در برابر تنش‌های فیزیکی و اکسیداتیو در طول نگهداری فراهم می‌کند(Teixeira da Silva et al., 2014). افزودن ساکارز در کپسول‌ها باعث آب‌برداری و احتمالاً تحریک باززایی سریع‌تر نمونه‌ها پس از گرم‌کردن مجدد می‌شود.

نتیجه‌گیری

بیش از یک‌سوم گونه‌های گیاهی جهان در لیست قرمز قرار دارند. حفظ ژرم‌پلاسم‌های گیاهی، به‌ویژه تنوع زیستی آن‌ها، برای برنامه‌های مهندسی ژنتیک، به‌ویژه اصلاح نباتات، و توسعه پایدار ژنوتیپ‌های ارزشمند ضروری است. پژوهش حاضر نشان داد که بالاترین درصد بازیابی ریزنمونه‌های سرشاخه پس از غوطه‌وری مستقیم در ازت مایع با استفاده از فن کپسوله‌کردن و آب‌برداری به مدت دو ساعت در هود لامینار به‌دست آمد. چشم‌اندازهای آینده باید به سمت یافتن روش‌های جدید برای حفظ ایمن ژرم‌پلاسم‌های گیاهی، به‌ویژه پیش‌تیمارهای نوین، هدایت شود.

منابع

بیرانوند، ف.، زاهدی، ب. و رضایی‌نژاد، ع.ح. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه سلوی زینتی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۱(۴۷): ۳۲۳–۳۳۹.

Ashrafi, M., Azimi-Moqadam, M.R., MohseniFard, E., Shekari, F., Jafary, H., Moradi, P. and Mastinu, A. 2022. Physiological and molecular aspects of two *Thymus* species differently sensitive to drought stress. Biotechnology, 11(2): 8–18.

Elnaggar, A., El-Keblawy, A., Mosa, K.A. and Soliman, S. 2018. Drought tolerance during germination depends on light and temperature of incubation in *Salsola imbricata*, a desert shrub of Arabian deserts. Flora, 249: 156–163.

Ghanbari, F., Bag-Nazari, M. and Azizi, A. 2023. Exogenous application of selenium and nano-selenium alleviates salt stress and improves secondary metabolites in lemon verbena under salinity stress. Scientific Reports, 13(1): 1–14.

Iqbal, M.S., Singh, A.K. and Ansari, M.I. 2020. Effect of drought stress on crop production. In: New Frontiers in Stress Management for Durable Agriculture, pp. 35–47.

Khan, Z., Thounaojam, T.C., Chowdhury, D. and Upadhyaya, H. 2023. The role of selenium and nano selenium on physiological responses in plant: A review. Plant Growth Regulation, 100(2): 409–433.

Kumar, N., Sharma, J. and Sharma, S. 2010. Pharmacognostical and phytochemical investigation of *Calendula officinalis*. Journal of Advanced Scientific Research, 1(01): 61–66.

Lei, C., Bagavathiannan, M., Wang, H., Sharpe, S.M., Meng, W. and Yu, J. 2021. Osmopriming with polyethylene glycol (PEG) for abiotic stress tolerance in germinating crop seeds: A review. Agronomy, 11(11): 2194.

Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil, 58(1): 339–366.

Yan, W., Zhong, Y. and Shangguan, Z. 2016. A meta-analysis of leaf gas exchange and water status responses to drought. Scientific Reports, 6(1): 20917.

Zandi, P. and Schnug, E. 2022. Reactive oxygen species, antioxidant responses and implications from a microbial modulation perspective. Biology, 11(2): 155.

Cryopreservation by Encapsulation-Dehydration Technique in *Cephalanthera rubra* (L.) Rich.

Mahdi Zargar Azad[1], Marziye Rabiee[1], Behzad Kaviani[1], Davood Hashemabadi[1], Behrouz Rasouli[2],
Shohreh Mohammadpour[1] and Naser Negahdar[1]
1. Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2. Department of Animal Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Corresponding author: rabieemarziyeh92@gmail.com

Abstract

Some orchid species, including the red helleborine (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.), are endangered. Cryopreservation of germplasm in liquid nitrogen (-196°C) is an effective, low-cost, long-term, and suitable method for storing many species, especially those listed on the Red List. The use of various protective pretreatments is necessary to enhance plant germplasm resistance to freezing stress in liquid nitrogen and plays an undeniable role in preserving germination capacity. One of the most important and widely used pretreatments, especially for ornamental plants such as orchids, is the encapsulation-dehydration technique. The aim of this research was to investigate the effect of encapsulation-dehydration pretreatment on the survival rate of shoot tips preserved through cryopreservation, used as a pretreatment for conserving the germplasm of *C. rubra* under *in vitro* conditions. Shoot tips collected from the natural environment were used as explants and encapsulated in sodium alginate gel. The encapsulated shoot tips were treated in liquid MS medium containing 0.75 M sucrose for 120 minutes and then dried under sterile airflow in a laminar hood for 120 minutes. The explants were immersed in liquid nitrogen for 24 hours and then thawed in 38–40°C water for 3 minutes. The shoot tips were successfully preserved using ultra-rapid freezing in liquid nitrogen and thawing under controlled environmental conditions using the encapsulation-dehydration technique. The highest recovery rate (83.66%) was achieved after direct immersion in liquid nitrogen using the encapsulation-dehydration method.

Keywords: Endangered plants; *in vitro* conservation; germplasm preservation; Orchidaceae; plant biodiversity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی عکس‌العمل پایه‌های‌پسته به قارچ *Armillaria mellea* عامل پوسیدگی ریشه و طوقه پسته در شرایط گلخانه

امیرحسین محمدی[1*]، حجت هاشمی نسب، معصومه حقدل[1]، بهمن پناهی[1]و مهدی محمدی مقدم[2]

۱- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی، منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

*نویسنده مسئول: *ah-mohammadi@pri.ir*

چکیده

استفاده از پایه های مقاوم یکی از راهکارهای کاربردی و موثر برای کنترل پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه درختان پسته می باشد. در تحقیق حاضر عکس العمل پایه‌های ابراهیمی ۱، فلسطین، اینتگریما، بنه باغی، طوبی، سرخس، قزوینی، کسور، سفیدپسته نوق، UCB-1 (D110)، بادامی زرند، بنه، کریم آبادی ۱، ۲ و آتلانتیکا در مقابل *Armillaria mellea* ارزیابی گردید. نهال‌های ابراهیمی ۱، طوبی، کریم آبادی ۲ و UCB-1 (D110) با تکنیک کشت بافت تکثیر شده و سایر نهال‌ها بذری بودند. نهال‌های ۶ ماهه پسته با دو قطعه سرشاخه سیب کلونیزه شده با *A. mellea* به ازای هر نهال، مایه‌زنی شده و در گلخانه با دمای ۳±۲۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. نتایج نشان داد که پایه‌های ابراهیمی ۱، فلسطین، اینتگریما و بنه باغی به ترتیب با ۲۱.۴، ۲۱.۴، ۲۸.۶ و ۲۸.۶ درصد دارای کمترین درصد مرگ و میر و همچنین کمترین درصد کلونیزاسیون *A. mellea* در ریشه و طوقه، کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه بودند. گرچه پایه‌های کسور، سفید پسته نوق، UCB-1 (D110)، بادامی زرند، بنه، کریم آبادی ۱، ۲ و آتلانتیکا نیز به ترتیب با ۶۳، ۶۴، ۶۴، ۶۴، ۶۴، ۷۱، ۷۵ و ۷۵ درصد بیشترین درصد مرگ و میر نهال ها را نشان دادند اما از نظر درصد کلونیزاسیون *A. mellea* در ریشه و طوقه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه تنها سه پایه کریم آبادی ۱، ۲ و آتلانتیکا دارای بیشترین درصد کاهش بودند. بر اساس نتایج فوق، پایه‌های ابراهیمی ۱، فلسطین، اینتگریما و بنه باغی و پایه‌های کریم آبادی ۱، ۲ و آتلانتیکا به ترتیب بیشترین و کمترین مقاومت نسبی را به *A. mellea* نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی قارچ عسلی، مقاومت نسبی، رایزومورف، نهال‌های کشت بافتی.

مقدمه

پسته با نام علمی *Pistacia vera* L. یکی از مهمترین محصولات باغی ایران بوده که در ۳۱ استان کشور کشت می‌شود. در سال ۱۴۰۲، سطح زیر کشت غیر بارور و بارور پسته به ترتیب حدود ۷۵ و ۶۰۰ هزار هکتار بوده که در مجموع ۴۳۹ هزار تن پسته تولید شده است. (معاونت آمارِ مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات،۱۴۰۲). پوسیدگی آرمیلاریایی با بیش از ۵۰۰ میزبان از گونه‌های گیاهی یک تهدید جدی با انتشار جهانی بوده که بیشترین خسارت آن در میزبان‌های مختلف، در مناطق معتدله و گرمسیر مشاهده می‌شود (Devkota and Hammerschmidt, 2020). کنترل شیمیایی، زراعی، بیولوژیکی به همراه استفاده از ارقام و پایه های مقاوم برای کنترل بیماری پیشنهاد شده اما همچنان کنترل پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه مشکل و پر هزینه می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۴۰۱). تحقیقات انجام شده در رابطه با مقاومت ارقام پسته به پوسیدگی آرمیلاریایی پسته بسیار محدود می باشد. بر اساس گزارش راب (۲۰۰۸)، *P. chinensis* به عنوان گونه مقاوم معرفی شده در حالی که هولتز و تویتدال (۲۰۱۶) پایه‌های*P. terebinthus* و UCB#1 را متحمل به آرمیلاریا و پایه های *P. atlantica*، *P. integerrima* و PG II را حساس به این بیماری معرفی نموده‌لند. با توجه به عدم وجود اطلاعات در زمینه

مقاومت پایه های پسته در ایران به پوسیدگی آرمیلاریایی پسته، در تحقیق حاضر عکس العمل ۱۵ پایه بذری و کشت بافتی پسته به *Armillaria mellea* در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای تکثیر مایه تلقیح *Armillaria mellea* (با شماره دسترسی OL377893) از روش بوم گارتنر و ریزو (۲۰۰۶) و سرشاخه های جوان درختان سیب استفاده شد. پایه ها و ژنوتیپ های پسته مورد استفاده به شرح جدول ۱ بود. نهال های ۴ ماهه ابراهیمی ۱، طوبی، کریم آبادی بذری و کشت بافتی و UCB-1 (D110) از شرکت تولید نهال طوبی و سایر نهال ها از پژوهشکده پسته تهیه شدند. نهال های بذری و کشت بافتی تقریبا دارای سن یکسانی بودند. بذور تهیه شده از پژوهشکده پسته به روش جمالی و همکاران (۱۴۰۱) در گلدان‌های دو کیلوگرمی حاوی مخلوطی از ماسه شسته شده و خاک بکر سترون (به نسبت ۱:۲) کاشته شد.

جدول ۱- مشخصات پایه ها و ژنوتیپ های پسته مورد استفاده.

نام تجاری	نام تجاری یا علمی	منبع ژنتیکی	محل تولید
ابراهیمی ۱	UCB-1	کشت بافتی	شرکت تولید نهال طوبی
فلسطین	*Pistacia palestina*	بذری	پژوهشکده پسته
اینتگریما	*Pistacia integerrima*	بذری	پژوهشکده پسته
بنه باغی	*P. vera* ×*P. mutica* subsp. *mutica*	بذری	پژوهشکده پسته
طوبی	*Pistacia vera* cv. *ahmad aghaei*	کشت بافتی	شرکت تولید نهال طوبی
سرخس	*Pistacia vera* cv. *sarakhs*	بذری	پژوهشکده پسته
قزوینی	*Pistacia vera* cv. *qazvini*	بذری	پژوهشکده پسته
کسور	*Pistacia mutica* subsp. *khinjuk*	بذری	پژوهشکده پسته
سفید پسته نوق	*Pistacia vera* cv. *sefid pesteh noogh*	بذری	پژوهشکده پسته
UCB-1 (D110)	UCB-1	کشت بافتی	شرکت تولید نهال طوبی
بادامی زرند	*Pistacia vera* cv. *badami zarand*	بذری	پژوهشکده پسته
بنه	*Pistacia mutica* subsp. *mutica*	بذری	پژوهشکده پسته
کریم آبادی ۱	*Pistacia vera* cv. *karim abadi*	بذری	پژوهشکده پسته
کریم آبادی ۲	*Pistacia vera* cv. *karim abadi*	کشت بافتی	شرکت تولید نهال طوبی
آتلانتیکا	*Pistacia atlantica*	بذری	پژوهشکده پسته

در طول آزمایش آبیاری گلدان‌ها با استفاده از آب شهری و در حد ظرفیت زراعی (با روش وزنی) انجام شده و گلدان ها در گلخانه با دمای ۳± ۲۵ درجه سلسیوس و شدت نوری ۶۰۰۰ لوکس نگهداری شدند. برای مایه‌زنی ریشه، در ته گلدان‌های ۴ کیلوگرمی، یک لایه حدود ۴ تا ۵ سانتیمتری از مخلوط ماسه شسته و خاک بکر حاوی ۲ عدد سرشاخه سیب کلونیزه شده با بیمارگر به ازاء هر نهال ریخته شده و سپس نهال های ۶ ماهه به همراه خاک اطراف ریشه آنها از گلدان های دو کیلوگرمی به گلدان های جدید منتقل شدند (Baumgartner and Rizzo, 2006). به منظور ارزیابی عکس العمل پایه ها و ژنوتیپ های پسته به بیماری، برداشت گیاهان، ۱۲ ماه پس از مایه زنی بیمارگر انجام شد. میزان مرگ و میر نهال‌ها با شمارش تعداد نهال های مرده و زنده و درصد کلنیزاسیون *A. mellea* با کشت قطعاتی ۵ میلی متری از ریشه‌ها و قسمت قاعده‌ی ساقه‌ها (به صورت تصادفی) روی محیط کشت عصاره مالت-آگار (MEA) حاوی به ترتیب ۲۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر از بنومیل و استرپتومایسین (Worrall, 1991) محاسبه گردید. وزن خشک اندام هوایی و ریشه با استفاده از آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس و به مدت ۴۸ ساعت اندازه گیری شد. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با هفت تکرار در گلخانه انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱- درصد مرگ و میر نهال‌ها، کلنیزاسیون ریشه و طوقه با *Armillaria mellea* و کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه در نهال‌های پسته.

پایه‌ها و ژنوتیپ‌های پسته	مرگ و میر نهال‌ها (٪)	کلنیزاسیون ریشه و طوقه (٪)	کاهش وزن خشک اندام هوایی (٪)	کاهش وزن خشک ریشه (٪)
ابراهیمی ۱ (UCB-1)	۲۱.۴^{d}	۲۳.۳^{d}	۱۰^{g}	۱۸^{e}
فلسطین	۲۱.۴^{d}	۲۴.۷^{d}	۱۳^{g}	۲۲^{de}
اینتگریما	۲۸.۶^{d}	۲۵.۶^{d}	۱۶^{g}	۲۵^{d}
بنه باغی	۲۸.۶^{d}	۲۳.۶^{d}	۱۵^{g}	۲۷^{d}
طوبی	۴۴.۳^{c}	۳۵.۹^{c}	۲۵^{f}	۳۵^{c}
سرخس	۴۶.۴^{c}	۳۷.۶^{c}	۳۰.۱^{f}	۴۰^{c}
قزوینی	۵۷.۱^{bc}	۵۰.۹^{b}	۴۱^{de}	۵۲^{b}
کسور	۶۲.۹^{ab}	۵۰.۳^{b}	۴۲^{de}	۵۳^{b}
سفید پسته نوق	۶۴.۳^{ab}	۵۲.۳^{b}	۴۰^{e}	۵۵^{b}
UCB-1 (D110)	۶۴.۳^{ab}	۵۲.۷^{b}	۴۲^{de}	۵۶.۱^{b}
بادامی زرند	۶۴.۳^{ab}	۵۳.۳^{b}	۴۴^{cde}	۵۷^{b}
بنه	۶۴.۳^{ab}	۵۴^{b}	۴۷^{cd}	۵۷^{b}
کریم آبادی ۱ (بذری)	۷۱.۴^{ab}	۶۴.۶^{a}	۴۹^{bc}	۶۴^{a}
کریم آبادی ۲ (کشت بافتی)	۷۵^{a}	۶۵.۱^{a}	۵۴^{ab}	۶۶^{a}
آتلانتیکا	۷۵^{a}	۶۶^{a}	۵۶^{a}	۶۹^{a}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، طبق آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۱ درصد ندارند.

کمترین درصد مرگ و میر در نهال های ابراهیمی ۱، فلسطین، اینتگریما و بنه باغی مشاهده شد که اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح ۱ درصد نداشتند. در مقابل بیشترین درصد مرگ و میر در پایه های کسور، سفید پسته نوق، UCB-1 (D110)، بادامی زرند، بنه، کریم آبادی بذری و کشت بافتی و آتلانتیکا مشاهده شد (جدول ۱). مقایسه درصد کلونیزاسیون ریشه و طوقه نهال‌های پسته، بیانگر وجود چهار گروه آماری مختلف بود. پایه های ابراهیمی ۱، فلسطین، اینتگریما و بنه باغی به ترتیب با ۲۳.۳، ۲۴.۷، ۲۵.۶ و ۲۳.۶ درصد کمترین درصد کلونیزاسیون ریشه و طوقه را نشان دادند (جدول ۱). پایه‌های طوبی و سرخس نیز با ۳۵.۹ و ۳۷.۶ درصد در رتبه دوم قرار گرفتند. پایه‌های قزوینی، کسور، سفیدپسته نوق، UCB-1 (D110)، بادامی زرند و بنه نیز در یک گروه آماری و در رتبه سوم قرار گرفتند. بیشترین درصد کلونیزاسیون نیز در سه پایه کریم آبادی بذری، کشت بافتی و آتلانتیکا به ترتیب با ۶۴.۶، ۶۵.۱ و ۶۶ درصد مشاهده شد (جدول ۱). کمترین درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی در پایه‌های ابراهیمی ۱، فلسطین، اینتگریما و بنه باغی و بیشترین درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی در دو پایه کریم آبادی کشت بافتی و آتلانتیکا به ترتیب با ۵۴ و ۵۶ درصد مشاهده شد (جدول ۱). کمترین درصد کاهش وزن خشک ریشه در دو پایه ابراهیمی ۱ و فلسطین به ترتیب با ۱۸ و ۲۲ درصد مشاهده شد. بیشترین درصد کاهش وزن خشک ریشه در پایه های آتلانتیکا، کریم آبادی کشت بافتی و بذری به ترتیب با ۶۴، ۶۶ و ۶۹ درصد مشاهده شد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر پایه‌های ابراهیمی ۱، فلسطین، اینتگریما و بنه باغی کمترین درصد مرگ و میر نهال ها، کلونیزاسیون *A. mellea*، کاهش وزن خشک اندام هوایی را نشان دادند. تنها در وزن خشک ریشه پایه‌های ابراهیمی ۱ و فلسطین کمترین درصد کاهش وزن خشک ریشه را نشان داده و دو پایه اینتگریما و بنه باغی بدون اختلاف معنی دار با پایه فلسطین بودند. با توجه به این نتایج می توان گفت که این چهار پایه مقاومت نسبی بالاتری در مقایسه با سایر پایه ها در مقابل *A. mellea* دارند.

گرچه پایه‌های کسور، سفید پسته نوق، UCB-1 (D110)، بادامی زرند، بنه، کریم آبادی بذری، کشت بافتی و آتلانتیکا بیشترین درصد مرگ و میر نهال ها را نشان دادند اما از نظر درصد کلونیزاسیون *A. mellea*، کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، تنها سه پایه کریم آبادی بذری، کشت بافتی و آتلانتیکا دارای بیشترین درصد کاهش بودند بنابراین این سه پایه بیشترین حساسیت را به *A. mellea*

نشان دادند. تحقیقات انجام شده در رابطه با مقاومت یا تحمل ارقام پسته به پوسیدگی آرمیلاریایی پسته بسیار محدود می باشد. معرفی پایه‌های UCB-1 و *P. atlantica* به ترتیب به عنوان پایه‌های متحمل و حساس به *A. mellea* (Holtz and Teviotdale, 2016) با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد اما در تحقیق حاضر علاوه بر ابراهیمی ۱، پایه های اینتگریما، فلسطین و بنه باغی به عنوان پایه‌های با تحمل نسبی بالاتر به *A. mellea* شناخته شد که نتایجی جدید برای دنیا می باشد. استفاده از نتایج تحقیق حاضر می تواند تحول اساسی در کنترل موفقیت آمیز پوسیدگی آرمیلاریایی پسته ایجاد نماید.

منابع

جمالی پاقلعه، س.، رادمان، ن.، محمدی، ا.م.، پیرنیا، م. و طاهری، ع.ح. ۱۴۰۱. تأثیر مایه‌زنی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار بر پژمردگی ورتیسیلیومی دو پایه پسته احمدآقایی و بادامی زرند: ویژگی‌های رشدی، تغذیه‌ای و بیوشیمیایی. نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، ۵۳(۲): ۲۳۹–۲۵۴.

محمدی، ا.ح.، حقدل، م.، میرابوالفتحی، م. و علایی، ح. ۱۴۰۱. بیماری پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه در باغ‌های پسته. دانش بیماری‌شناسی گیاهی، ۱۱(۲): ۹۲–۱۰۲.

Baumgartner, K. and Rizzo, D.M. 2006. Relative resistance of grapevine rootstocks to Armillaria root. American Journal of Enology and Viticulture, 57: 408–414.

Holtz, B.A. and Teviotdale, B.L. 2016. Soilborne diseases. In: Pistachio Production Manual, Ferguson, L. and Haviland, D. (eds.), pp. 257–264. UCANR Publications.

Raabe, R.D. 2008. Plants resistant or susceptible to *Armillaria mellea*, the oak root fungus. University of California.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the reaction of pistachio rootstocks to *Armillaria mell*ea, the causal agent of root and crown rot of pistachio under greenhouse conditions

Amir Hossein Mohammadi[1]*, Hojat Hashemi Nasab[1], Masoumeh Haghdel[1], Bahman Panahi[1], Mehdi Mohammadi Moghaddam[2]

1. Pistachio Research Centre, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

2. Horticultural and Crop Sciences Research Department, Agricultural and Natural Resources research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

Corresponding Author: ah-mohammadi@pri.ir

Abstract

Using resistant rootstocks is one of the practical and effective ways to control of *Armillaria* root and crown rot of pistachio. In this research, the reaction of Ebrahimi 1 (EBR-1), Palestine, Integerrima, Bene Baghi, Tooba, Sarakhs, Qazvini, Kasoor, Sefid pesteh noogh, UCB-1 (D110), Badami Zarand, Bene, Karim abadi 1, 2, and Atlantica were evaluated to *Armillaria mellea*. Ebrahimi 1, Tooba, Karim abadi 2 and UCB-1 (D110) plants were clonally propagated and others were seedlings. Six-month-old pistachio plants and seedlings were inoculated with two pieces of apple branches colonized by *A. mellea* per plant and kept in a greenhouse at 24±3°C. The results showed that that Ebrahimi 1, Palestine, Integerrima and Bene Baghi have the lowest mortality (21.4, 21.4, 28.6 and 28.6%, respectively), colonization of *A. mellea* in the root and crown, and the reduction of shoot and root dry weight. Although rootstocks of Kasoor, Sefid peateh Noogh, UCB-1 (D110), Badami Zarand, Beneh, Karim abadi 1,2 and Atlantica showed the highest mortality (63, 64, 64, 64, 64, 71, 75 and 75%, respectively) but in terms of root and crown colonization by *A. mellea*, shoot and root dry weight, Karimabadi 1 ,2 and Atlantica had the highest percentage reduction. Based on the above results, Ebrahimi 1, Palestine, Integerrima, Bene Baghi and Karimabadi 1, 2, Atlantica had the highest and lowest relative resistance to *A. mellea*, respectively.

Keywords: Honey mushroom rot, Relative resistance, Rhizomorphe, Clonally propagated plants.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات کم‌آبیاری بر رشد و عملکرد میوه و وضعیت آبی درختان پرتقال تامسون ناول

هرمز عبادی[1*] و ابوذر هاشم‌پور[1]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *h.ebadi@areeo.ac.ir*

چکیده

برای تعیین مقدار مناسب آبیاری در دو مرحله مهم رشد ونمو میوه پرتقال تامسون ناول، سه تیمار کم‌آبیاری همراه با آبیاری کامل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ساری اجرا شد. تیمارها براساس دو مرحله رشد و نمو میوه شامل: پیش از پایان ریزش طبیعی میوه (الف) و پس از آن (ب)، در نظر گرفته شد که عبارتند از: آبیاری به میزان۵۰ درصد نیاز آبی در مرحله الف و ۱۰۰ درصد در مرحله ب (BJD DI) ، آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی در مرحله الف و ۵۰ درصد در مرحله ب (AJD DI)، آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی در مرحله الف و ۵۰ درصد در مرحله ب (T DI) و آبیاری کامل در سراسر مراحل الف و ب (FI). اندازه‌گیری‌های قطر طولی و عرضی میوه طی فصل رشد نشان داد که میانگین قطر میوه‌های تیمار T DI کمتر از دیگر تیمارها بود ولی این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. در همه تیمارها، میانگین سرعت رشد میوه در دوره پیش از ریزش طبیعی میوه بسیار بیشتر از دوره‌های بعدی رشد بود. در مرحله برداشت، قطر طولی میوه در تیمار T DI کاهش معنی‌دار در سطح ۵٪ نسبت به آبیاری کامل داشت ولی تفاوت تیمارها از نظر قطر عرضی، وزن میوه و عملکرد درختان معنی‌دار نبود. میزان بارندگی در خرداد ماه (پایان ریزش گلبرگ‌ها تا پایان ریزش طبیعی میوه) بسیار کم بود ولی سرانجام تیمار T DI، همانند سایر تیمارها، سبب خسارت در تولید میوه نشد. زیرا عملکرد نهایی آن کاهش نیافت و وزن نهایی میوه آن (۲۵۳ گرم) نیز وضعیت مطلوبی از نظر بازار پسندی داشت. در اندازه‌گیری پتانسیل آب ساقه خرداد ماه، اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار کم‌آبیاری دیده شد ولی در دو اندازه‌گیری تابستان چنین وضعیتی دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تنظیم شده، تنش آبی، فنولوژی، مرکبات.

مقدمه

مازندران مهم‌ترین منطقه تولید مرکبات در کشور است. بیش از ۷۰ درصد از باغ‌های مرکبات در این استان بصورت آبی است. میانگین عملکرد باغ‌های آبی مرکبات این استان بیشتر از باغ‌های دیم است. بطور متوسط فقط حدود یک سوم بارندگی سالانه در فصول تشکیل و رشد میوه رخ میدهد و توزیع آن در سراسر این فصول نیز نامناسب است. رشد میوه و رشد رویشی و عملکرد نهایی درختان مرکبات متاثر از وضعیت دسترسی به آب و عناصر غذایی و شرایط اقلیمی محل تولید است. میزان وابستگی رشد میوه به آب در مراحل مختلف فرق دارد. همچنین با توجه به همزمانی رشد رویشی و زایشی مرکبات و رقابت آنها با هم و نیز تاثیر کم آبیاری بر هر دوی آنها، روشن است که بهینه‌سازی کم‌آبیاری دارای اهمیت ویژه در تولید مرکبات است. در کم آبیاری بایستی مقدار آبیاری در مراحلی از رشد که آب بر عملکرد کمی‌و کیفی میوه تاثیر معنی داری ندارد، کاسته شود از اینرو هدف از این پژوهش تعیین مقدار بهینه مصرف آب در دو مرحله مهم رشد و نمو میوه مرکبات بود.

مواد و روش‌ها

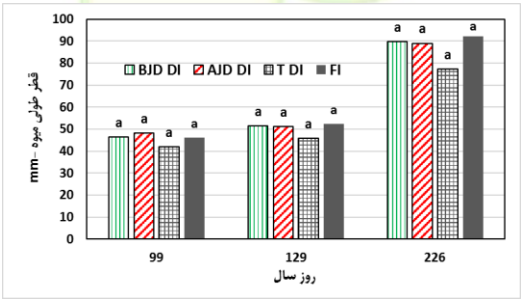
این آزمایش روی درختان بارده مرکبات (پرتقال تامسون ناول روی پایه سیترنج) در یکی از باغ‌های خصوصی شهرستان ساری به مدت سه سال انجام شد که در اینجا نتایج مربوط به وضعیت آبی گیاه و رشد میوه (که فقط در سال میانی آزمایش، ۱۳۹۸ اندازه گیری شد) ارائه می‌شود. بافت خاک باغ مذکور دارای بافت لومی و کیفیت شیمیایی آب و خاک آن فاقد محدودیت خاصی جهت کشت مرکبات است.

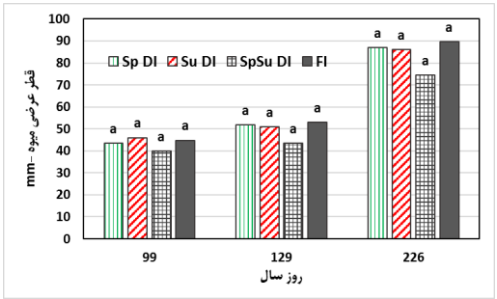
میزان بارندگی در شش ماه اول سال بترتیب عبارتند از : ۷۸/۲، ۵۱/۱ ، ۱، ۶۹/۹، ۲۲/۳ و ۴۵/۲ میلی‌متر و جمع سالانه آن۸۸۰/۳ میلی‌متر است.

این آزمایش در قالب بلوکهای کامل تصادفی با چهار تیمار و براساس دو مرحله رشد و نمو میوه اجرا شد. دو مرحله مذکور عبارتند از: الف) اوایل اردیبهشت تا اوایل تیر برابر با پایان ریزش طبیعی میوه و ب) بعد از پایان ریزش طبیعی میوه تا پایان شهریور (آغاز رنگ‌گیری). چهار تیمارمذکور به این شرح است: ۱- کم آبیاری به میزان۵۰ درصد نیاز آبی در مرحله الف و ۱۰۰ درصد در مرحله ب (BJD DI) ۲- کم‌آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی در مرحله الف و ۵۰ درصد در مرحله ب (AJD DI) ۳- آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی در مرحله الف و ۵۰ درصد در مرحله ب (T DI) ۴- آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) در سراسر مراحل الف و ب (FI). در تیمار آبیاری کامل از هشت قطره‌چکان و تیمارهای با آبیاری به میزان ۵۰ و ۷۵ درصد، بترتیب از چهار و شش قطره چکان همگی با دبی چهار لیتر بر ساعت استفاده شد. مقدار آب برای آبیاری کامل در مرحله الف ۱۷۹ میلی‌متر و در مرحله ب ۱۵۱ میلی‌متر بود. کلیه عملیات داشت درختان آزمایشی نظیر تغذیه، مبارزه با آفات و علفهای هرز طبق نظر کارشناسان بطور یکسان برای همه انجام شد. اندازه‌گیری پتانسیل آب گیاه با دستگاه اتاقک فشار(ساخت شرکت آمریکایی Soil Moisture Equipment) و بر پایه Ortuno et al.,2006، روی سه درخت در هر تیمار، سه بار در روز پیش از آبیاری انجام شد. قطر طولی و قطر عرضی میوه در چهار مرحله اندازه‌گیری شد. این مراحل عبارتند از: ۱- پایان ریزش کامل گلبرگ‌ها ۲- پایان ریزش طبیعی میوه (جون دراپ) که با توسعه سلولی همراه است ۳- یک ماه پس از پایان ریزش طبیعی میوه (که در اوایل دوره رشد رویشی پاییزه واقع شده است) ۴- بلوغ میوه. برای اندازه¬گیری قطر طولی و عرضی میوه از دستگاه کولیس ساخت سوئیس با دقت یک صدم میلی¬متراستفاده شد. مرحله اول اندازه‌گیری قطر طولی و عرضی میوه به‌عنوان زمان پایه در نظر گرفته شد و چون بیشتر میوه‌های معین شده در این مرحله ریز بوده و تا مرحله دوم ریزش کردند (باقی نماندند)، لذا میانگین کل آنها (۱۳ میلی‌متر) به عنوان قطرهای زمان پایه در نظر گرفته شد و در محاسبات تعیین سرعت رشد نسبی و روزانه دخالت داده شد. سرعت رشد نسبی میوه (RGR) با رابطه RGR=(D2-D1)/(D1 (t2-t1)) و سرعت رشد روزانه با DGR=(D2-D1)/(t2-t1) تعیین شد که در آنها D2 و D1 بترتیب قطرهای مربوط به دو روز متوالی t2 و t1 است. درفصل برداشت میوه ها به تفکیک واحدهای آزمایشی برداشت و با ترازوی دیجیتال توزین شد. برای تعیین وزن و قطر میوه در زمان برداشت از ۳۰ عدد میوه در هر تکرار استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و مقایسه میانگین تیمارها برای هر یک از صفات بر اساس آزمون توکی و در سطح آماری پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

برای تعیین اثرات تیمارها بر اندازه میوه در مراحل مختلف رشد، نتایج سه مرحله (روزهای ۹۹، ۱۲۹ و ۲۲۶ سال) در اینجا ارائه می‌شود. در تجزیه واریانس، اثر تیمارها بر قطر طولی و عرضی میوه در هر سه مرحله معنی-دار نبود (جدول مربوطه در این مقاله ارائه نشد). مقایسه میانگین تیمارها در سه مرحله مذکور (شکل ۱) نشان می‌دهد که میانگین قطر میوه‌های تیمار کم‌آبیاری ۷۵ و ۵۰ درصد بترتیب در پیش و پس از ریزش طبیعی (T DI) در هر سه مرحله کمتر از دیگر تیمارها بود ولی اختلاف تیمارها دراین مراحل معنی‌دار نبود.





شکل ۱- میانگین‌های قطر طولی و عرضی میوه در تیمارهای کم‌آبیاری. تیمارها عبارتند از: BJD DI و AJD DI؛ کم آبیاری ۵۰ درصد بترتیب در پیش و پس از ریزش طبیعی میوه، T DI: کم آبیاری ۷۵ و ۵۰ درصد بترتیب پیش و پس از ریزش طبیعی میوه و FI: آبیاری کامل در سراسر دوره آبیاری. میانگین‌های دارای حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد.

براساس مشاهدات انجام شده، روزهای اول خرداد (روز ۶۲ سال) و ششم تیر (روز ۹۹ سال) بترتیب به عنوان پایان ریزش گلبرگ‌ها و ریزش طبیعی میوه (جون دراپ) ثبت شد. در دوره بین این دو رخداد در همه تیمارها، میانگین سرعت نسبی و سرعت روزانه رشد میوه بسیار بیشتر از دو دوره بعدی بود (داده‌ها در اینجا ارائه نشد). در نتایج تجزیه واریانس اندازه و وزن میوه در مرحله برداشت و نیز عملکرد درختان، اثر تیمار بر قطر طولی میوه در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول مربوطه ارائه نشده است). آزمون مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که قطر طولی میوه در تیمار کم‌آبیاری پیش و پس از ریزش طبیعی میوه کاهش معنی دار نسبت به آبیاری کامل داشت (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین‌های اندازه و وزن میوه و عملکرد درختان پرتقال تامسون ناول در تیمارهای کم آبیاری.

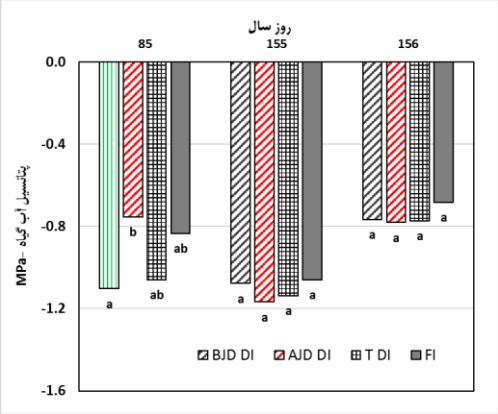
تیمارها	قطر طولی (mm)	قطر عرضی (mm)	وزن میوه (g)	عملکرد (kg)
کم آبیاری ۵۰٪ پیش از ریزش طبیعی میوه	۸۳/۱ab	۸۱/۲	۲۷۸/۵	۴۳/۲۳
کم آبیاری ۵۰٪ پس از ریزش طبیعی میوه	۸۶/۱ab	۸۲/۹	۲۹۴/۸	۳۷/۳۳
کم آبیاری ۷۵ و ۵۰ درصد بترتیب پیش و پس از ریزش میوه	۸۲/۳b	۷۹/۴	۲۵۳	۴۶/۱۷
آبیاری کامل در سراسر دوره	۹۲/۵a	۸۴/۷	۳۲۰/۴	۴۳/۱۷

میانگین‌های دارای حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نیست.

براساس داده های هواشناسی در دوره پایان ریزش گلبرگها تا پایان ریزش طبیعی میوه تقریبا بارشی رخ نداد ولی تیمارهای آبی سبب اختلال در رشد میوه نشدند. زیرا گرچه در مقایسه میانگین قطر طولی میوه در تیمار کم آبیاری پیش و پس از ریزش طبیعی میوه (بترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل) کمتر از آبیاری کامل بود ولی تولید و عملکرد میوه کاهش نیافت و همچنین وزن میوه در تیمار مذکور (۲۵۳ گرم) وضعیت مطلوبی از نظر بازار پسندی داشت(جدول ۱). در یافته‌های سایر محققان، تفاوت معنی‌داری بین کم‌آبیاری به روش آبیاری بخشی ریشه و آبیاری کامل از نظر قطر و حجم میوه در همه سال‌های آزمایش دیده نشد (عبادی و همکاران، ۱۳۹۶، میری و همکاران، ۱۳۹۳ و Shahabian et al., 2011). همچنین در برخی شرایط آزمایشی روشهای کم آبیاری سبب کاهش وزن و قطر میوه شد (Hutton and Loveys, 2011; Lovatte et al., 2011 and Kirda et al.2007). افزایش مقدار آبیاری پس از یک دوره کم آبیاری، می‌تواند کاهش رشد میوه را جبران کند و درختان را به عملکرد مطلوب برساند. این تجربه در جنوب چین در تیمارهای کم آبیاری ملایم (۷۰ درصد آبیاری کامل) پیش از مرحله بزرگ شدن میوه، کم آبیاری به میزان ۸۵ درصد آبیاری کامل در مرحله بزرگ شدن میوه و کم آبیاری متوسط (۵۵ درصد آبیاری کامل) در مرحله بلوغ میوه به اثبات رسید (Chen et al., 2025).

پتانسیل آب ساقه (Stem water potential)

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر پتانسیل آب ساقه در مرحله پیش از ریزش طبیعی میوه (دهه سوم خرداد) معنی‌دار شد ولی در مرحله پس از ریزش طبیعی (روز پیش از آبیاری اواخر مرداد و روز پس از آبیاری در اول شهریور) معنی‌دار نشد(جدول تجزیه واریانس ارائه نشد). مقایسه میانگین پتانسیل آب ساقه در خرداد ماه بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای کم آبیاری ۵۰٪ پیش و پس از ریزش طبیعی میوه) میوه است ولی در اندازه‌گیری‌های تابستان، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها دیده نشد(شکل ۲). در چین، کم آبیاری‌های ۷۰ و ۵۵ درصد آبیاری کامل تا پیش از پایان بزرگ شدن میوه سبب کاهش پتانسیل آب برگ مرکبات شد (Chen et al., 2025).



شکل ۲- پتانسیل آب ساقه پرتقال تامسون ناول در تیمارهای کم آبیاری.

منابع

عبادی، ه.، رائینی سرجاز، م. و غلامی، م.ع. ۱۳۹۶. روابط آبی درختان مرکبات در پاره‌خشکیدگی ناحیه ریشه و کاربرد همزمان آن با سایه‌اندازی. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۸(۴).

میری، ف.س.، شاهنظری، ع.، ضیاتبار احمدی، م.خ. و زبردست رستمی، ح. ۱۳۹۲. اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده و آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد کمی و کیفی میوه پرتقال. نشریه علوم و باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸(۱).

Chen, F., Cui, N., Jiang, S., Zhang, W., Li, H., Li, X. and Wang, Z. 2025. Effects of deficit drip irrigation at different growth stages on citrus leaf physiology, fruit growth, yield, and water productivity in South China. Agricultural Water Management, 307: 109206.

Hutton, R.J. and Loveys, B.R. 2011. A partial root zone drying irrigation strategy for citrus—Effects on water use efficiency and fruit characteristics. Agricultural Water Management, 98: 1485–1496.

Kirda, C., Topaloglu, F., Topcu, S. and Kaman, H. 2007. Mandarin yield response to partial root drying and conventional deficit irrigation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31(1): 1–10.

Lovatt, C.J., Faber, B., Cockerham, S. and Roberts, P.A. 2011. Citrus yield and fruit size can be sustained for trees irrigated with 25% or 50% less water by supplementing tree nutrition with foliar fertilization. In: Lewis, E.A. and Hard, E.J. (eds.), *19th Annual Fertilizer Research and Education Program Conference Proceedings*, 16–17 November, Tulare, California, USA, pp. 86–93.

Ortuno, M.F., García-Orellana, Y., Conejero, W., Ruiz-Sánchez, M.C., Mounzer, O., Alarcon, J.J. and Torrecillas, A. 2006. Relationships between climatic variables and sap flow, stem water potential and maximum daily trunk shrinkage in lemon trees. Plant and Soil, 279: 229–242.

Shahabian, M., Samar, S.M., Talaie, A. and Emdad, M.R. 2011. Response of orange trees to deficit irrigation strategies in the north of Iran. Archives of Agronomy and Soil Science, 58(3): 267–276.

Effects of deficit irrigation on fruit growth, yield and water status of Thomson Navel orange trees

Hormoz Ebadi[1*] and Abuzar Hashempour[1]
1. Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar; Iran
Corresponding Author: h.ebadi@areeo.ac.ir

Abstract

To determine the appropriate amount of irrigation at two important stages of growth of Thomson navel orange fruit, three treatments of deficit irrigation combined with full irrigation were implemented in Sari in a randomized complete block design. The irrigation treatments were based on two stages of fruit growth: before the end of June drop (A) and after that (B), which were: 50% of the water requirement in stage A and 100% in stage B (BJD DI), 100% of the water requirement in stage A and 50% in stage B (AJD DI), 75% of the water requirement in stage A and 50% in stage B (T DI), and full irrigation throughout stages A and B (FI). Fruit length and width measurements during the growing season showed that fruit diameter in the T°DI treatment was less than other treatments, but these differences were not significant. In all treatments, the average fruit growth rate before June drop was much higher than in the subsequent growth periods. At the harvest stage, the fruit length in the T DI treatment had a significant decrease at the 5% level compared to full irrigation, but the difference between the treatments in terms of fruit width and weight and yield was not significant. The amount of rainfall in June (the end of petal fall to the end of natural fruit fall) was very low, but finally the T DI treatment, like the other treatments, did not cause damage to fruit production. Because its final yield did not decrease and also, its final fruit weight (253 grams) was marketability favorable. In June stem water potential, a significant difference was seen between the two deficit irrigation treatments in June, but that was not seen in the two summer measurements.

Keywords: Citrus, Phenology, Regulated irrigation, Water stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پاسخ مورفوفیزیولوژیک گیاه زینتی مغربی صورتی به تنش کم‌آبی

عزیزاله خندان میرکوهی[1*]، مهدیه احسانی[1]، سیامک کلانتری[1]، زهرا بیگم مرادی شکوریان[2] و مائده فرشتیان[3]

۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- جهاد کشاورزی شهرستان بهارستان، تهران، ایران

۳- بخش تحقیقات گیاهشناسی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *khandan.mirkohi@ut.ac.ir*

چکیده

گل مغربی صورتی یک گیاه زینتی مناسب برای پارک‌ها و صخره‌ها و نیز یک گیاه دارویی مورد کاربرد است و به‌نظر می‌رسد بتواند سطوحی از کم‌آبی را تحمل کند ولی تاکنون سطح مقاومت این گیاه به تنش کم‌آبی گزارش نشده است. در تحقیق حاضر اثرات برهمکنش تنش کم‌آبی در سه سطح (۱۰۰، ۵۰، ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و اثر ماده آلی در سه سطح (۰، ۵، ۱۰ درصد حجمی) در شرایط نیمه کنترل شده و در گلدان در قالب طرح کاملا تصادفی و به صورت فاکتوریل مورد ارزیابی قرار گرفت. بستر کشت شامل ترکیبی از خاک مزرعه (با بافت لوم رسی)، ماسه بادی و خاک برگ پوسیده به عنوان پایه ماده آلی (به میزان تیمار) بود. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه، وزن تر هوایی، وزن خشک هوایی و تعداد گل در آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و ماده آلی ۱۰ درصد حاصل شد و بیشترین وزن خشک ریشه، طول ریشه، تعداد شاخه جانبی در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ماده آلی ۱۰ درصد، بالاترین میزان کربوهیدرات در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ماده آلی ۵ درصد و همچنین میزان پرولین در تنش آبی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی و ماده آلی ۱۰ درصد بدست آمد. با توجه به نتایج، این گیاه توانست در حضور ۵ درصد ماده آلی تنش کم‌آبی تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی را بدون کاهش در ویژگی‌های عملکردی تحمل کند ولی افزایش ماده آلی تا ۱۰ درصد در تنش کم‌آبی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی نه فقط مثبت نبود بلکه اثر منفی در رشد و ظاهر گیاه نیز نشان داد.

واژه‌های کلیدی : آبیاری، رشد و عملکرد، فضای سبز، گیاه باغچه‌ای.

مقدمه

تنش‌های محیطی از جمله موضوع کم‌آبی به عنوان یک چالش جدی در مدیریت فضاهای سبز و کشاورزی مطرح است و در رشد و عملکرد گیاهان اختلال ایجاد می‌کند (Papafotiou et al.,2013). تنش خشکی به طور مستقیم و غیرمستقیم روی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و نموی گیاهان اثر می‌گذارد (Ahmed et al.,2009). برخی ژنوتیپ‌های گیاهی بیشتر تحت تاثیر تنش کم آبی قرار می‌گیرند و برخی می‌توانند در مقابل این تنش، سطحی از تحمل، مقاومت و یا اجتناب و گریز را داشته باشند. گزارش شده است که با افزایش تنش خشکی طول، عرض و سطح برگ در گیاهان تغییر می‌نماید (لطفی و همکاران، ۱۳۹۲). کاهش سطح برگ به معنی کاهش سطح فتوسنتزکننده بوده و کاهش سطح فتوسنتز کننده واکنش کلی گیاه را به‌همراه خواهد داشت.

بررسی اثر تنش خشکی بر گل اطلسی نشان داد با کاهش میزان آبیاری ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تاج پوش گیاه کاهش یافت (شمس و همکاران، ۱۳۸۹). تحت تنش خشکی، شاخص‌های رشد مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول‌ها در بوته، وزن خشک بخش هوایی و ریشه تحت تنش خشکی کاهش می‌یابد. از طرف دیگر ایجاد تعادل در میزان ماده آلی خاک علاوه بر نقش تغذیه‌ای، به دلیل اثرات سازنده‌ای که بر ویژگی‌های فیزیکی (پایداری خاکدانه‌ها)، شیمیایی (تعادل بخشی در ظرفیت نگهداری عناصر) و زیستی (تسهیل فعالیت زیست توده میکروبی) می‌تواند داشته باشد و سبب بالا رفتن ضریب نفوذ پذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب شود، بنابراین روی بیلان خاک اثر مثبت و چشمگیری دارد و رکن باروری خاک شناخته می‌شود.

گل مغربی صورتی (*Oenothera speciosa* 'Rosea') از آن دسته گیاهان فضای سبز می‌باشد که باتوجه به دائمی بودن و نیز فرض مقاومت نسبی به کم آبی می‌تواند در شرایط کمبود آب و خشکی بعنوان یک گیاه کارا مورد توجه باشد و در این راستا شناخت پاسخ متفاوت این گیاه به سطوح مختلف کم‌آبی و نیز مطالعه اثر بافت خاک و میزان ماده آلی موجود در خاک در ارتباط با میزان کمبود آب و یا تنش خشکی می‌تواند در ارتقای این ویژگی حائز اهمیت باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش از سال ۱۴۰۳-۱۴۰۱ هجری شمسی، به منظور بررسی اثر توأم تنش کم‌آبی و تعادل در مصرف ماده آلی بر ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیک گیاه زینتی-دارویی گل مغربی صورتی در محیط کنترل شده در شهرستان بهارستان، استان تهران در مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۳۵ و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۱۸۹ متر از سطح دریا اجرا شد. دمای شبانه روز به ترتیب ۲۰ و ۳۰ با نوسان دو درجه سانتیگراد بود. برای تهیه بستر کشت، خاک باغچه (با بافت لوم رسی) و ماسه بادی به نسبت حجمی مساوی و خاک برگ پوسیده به نسبت معین هر تیمار باهم مخلوط شد و به‌میزان مشخص در گلدان‌هایی با قطر ۱۷ سانتیمتر و ارتفاع ۱۵ سانتیمتر پر شدند. قبل از کشت از خاک گلدان‌ها برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها نمونه‌ای تهیه و به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج فرستاده شد. این آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با دو عامل تنش کم‌آبی در سه سطح (۱۰۰،۵۰،۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و ماده آلی در سه سطح (۰،۵،۱۰ درصد) با سه تکرار و سه مشاهده در هر تکرار و در مجموع با ۸۱ گلدان گل مغربی تقریباً هم اندازه اجرا شد. آبیاری به صورت دستی و با پیمانه صورت گرفت و برای برآورد میزان آبیاری مورد استفاده برای رسیدن به ظرفیت مزرعه، حجم آب و حجم خاک داخل گلدان به روش وزنی برآورد شد. برای به دست آوردن ظرفیت زراعی خاک از روش وزنی استفاده شد.

میزان آب لازم برای رسیدن به ظرفیت زراعی در سطح ۱۰۰ ، ۵۰ و ۳۰ درصد در حجم گلدان محاسبه و در طول دوره آزمایش به روش وزنی و برحسب کاهش وزن گلدان از سطح مورد نظر، میزان آب جبرانی در هر دوره آبیاری اعمال شد. بدیهی است میزان آب در هر دوره برای هر سطح تیمار متفاوت بود. ارتفاع گل مغربی با استفاده از خط‌کش در سه نوبت از لبه گلدان تا بالاترین جوانه گل مورد نظر اندازه‌گیری شد. تعداد نهایی گل‌ها در هر بوته در روزهای مختلف شمارش شد. اندازه‌گیری قطر ساقه در تمام گلدان‌ها از ۲ سانتیمتر بالاتر ازمنطقه طوقه با استفاده از کولیس و صفت حجم ریشه با استفاده از استوانه مدرج انجام شد. برای اندازه‌گیری تاج گستر فاصله دو شاخه که از هم دورتر هستند مورد توجه بود که با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک ریشه‌ها و اندام هوایی طبق روش‌های مرسوم با ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. غلظت پرولین (Bates.,1937)، کربوهیدارت‌های محلول (Schlegel., 1956) ، آنتوسیانین‌ها (Wagner., 1979) مورد سنجش قرار گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار (SAS) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین صفات توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

با افزایش سطح کم‌آبی طول شاخه افزایش یافت و همینطور با افزودن بر سطح ماده آلی طول شاخه تا تنش ۵۰ درصد افزایش یافت ولی در تنش شدید آبی، افزودن بر سطح ماده آلی اثر منفی بر طول شاخه داشت. به نظر می‌رسد ماده آلی در تنش شدید آبی در جذب آب با ریشه رقابت داشته است. چنین می‌توان گفت که افزودن بر درصد ماده آلی در کمبود شدید آب مثبت نخواهد بود (جدول ۱). این درحالیست که کاهش طول شاخه در گیاهان دیگر تحت تاثیر تنش کم‌آبی گزارش شده است (Vurayai et al., 2011). بعکس با افزایش سطح تنش کم‌آبی تعداد شاخه کاهش یافت و بیشترین تعداد شاخه در سطح تنش کم‌آبی ۵۰ درصد با ماده آلی ۱۰ درصد حاصل شد (جدول ۱). شاخه‌دهی زیاد تحت شرایط تنش کم‌آبی اگر با شاخه‌های کوتاه و فشرده همراه باشد به عنوان سازوکاری برای ایجاد تراکم بالاتر شاخ و برگ در اندام هوایی و ایجاد میکروکلیمای خاص جهت کاهش تبخیر یک صفت مطلوب محسوب می‌شود در غیر این‌صورت می‌تواند سبب مصرف بیهوده رطوبت خاک و اتلاف انرژی توسط گیاه گردد. افزایش سطح ماده آلی سبب افزایش تعداد شاخه شد و این افزایش در سطح تنش متوسط بیشتر بود و در سطح تنش شدید آبی اثر مثبت افزودن ماده آلی کمتر بود.

جدول ۱– اثر سطوح مختلف تنش کم‌آبی و درصد ماده آلی در بستر کشت بر برخی صفات مورفو–فیزیولوژیک گیاه زینتی مغربی صورتی. حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

تنش کم‌آبی (درصد ظرفیت زراعی)	ماده آلی (درصد)	طول شاخه (سانتیمتر)	تعداد شاخه	تعداد گل	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	پرولین (میلی گرم در گرم وزن تر)	کربوهیدرات محلول (میلی گرم در گرم وزن تر)
۱۰۰	۰	۱۲/۴c	۷/۶c	۳/۵cd	۱/۴۳b	۱/۸۵ab	۰/۱۷d	۰/۶۳d
	۵	۱۲/۶c	۸/۲bc	۴/۷c	۲/۱a	۲/۱a	۰/۱۵e	۰/۹۴b
	۱۰	۱۴/۳b	۱۰/۱a	۸/۶a	۲/۱a	۲/۳a	۰/۱۵e	۱a
۵۰	۰	۱۳/۴bc	۶/۲c	۲/۲de	۲/۱a	۱/۶b	۰/۴۱b	۰/۹۴a
	۵	۱۶/۲a	۹/۱ab	۳/۱d	۲/۳a	۱/۶b	۰/۲۵c	۰/۹۹a
	۱۰	۱۵/۸ab	۱۱/۶a	۵/۷b	۲/۴a	۱/۸ab	۰/۲۵c	۱/۲a
۳۰	۰	۱۵/۸ab	۵/۸d	۱e	۱/۷ab	۱/۸ab	۰/۴۲b	۰/۷۴c
	۵	۱۶/۱a	۸/۷b	۲/۳de	۱/۴b	۱/۴bc	۰/۴۳b	۰/۸۷bc
	۱۰	۱۲/۷c	۹/۲ab	۳/۳cd	۱/۴b	۱/۱c	۰/۵۵a	۰/۹b

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اندازه‌گیری مقدار پرولین نشان داد که با افزایش تنش آبی میزان پرولین افزایش یافت (جدول ۱) و بیشترین میزان در سطح تنش کم‌آبی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. افزودن بر میزان ماده آلی بستر کشت تا ۵ درصد، سبب بهبود وضعیت علائم تنش شد ولی درصد بالای مواد آلی (۱۰ درصد) سبب افزایش زیاد میزان پرولین در تنش شدید آبی شد. افزایش پرولین در هنگام تنش نشان‌دهنده نقش این اسید آمینه در تنظیم فشار اسمزی است. تنظیم اسمزی در گیاهان مکانیسم عمده اجتناب از تنش‌های آبی در محیطهای خشک و شور است (Asharf and Foolad., 2007). افزایش تجمع پرولین و نشت یونی تحت تنش کم‌آبی در لولیوم نیز گزارش شده است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اندازه‌گیری مقدار کربوهیدرات‌های محلول نشان دادکه در اثر افزایش سطح تنش کم‌آبی مقدارکربوهیدرات افزایش یافت ولی با ادامه تنش آبی و در سطح تنش شدید به دلیل اختلال در فعالیت فتوسنتزی میزان آن مجدد کم شد، بنابراین بیشترین میزان کربوهیدرات مربوط به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه و ماده آلی ده درصد بود (جدول ۱). گزارش شده است در صورتی که تنش حذف گردد مقدار کربوهیدرات محلول به حالت نرمال برمی‌گردد. احتمالا دلیل عدم توانایی گیاه در تنش شدید در کل دوره رشد رویشی و رشد زایشی اختلال در فرایند فتوسنتزی گیاهان و یا فعالیت آنزیم‌های دخیل در تجزیه نشاسته و یا متابولیسم دیگر قندها در این سطوح باشد. کربوهیدرات در تنظیم و تسهیل بسیاری از فرایندهای فیزلوژیکی مانند فتوسنتز، پیری و گلدهی اندام‌های مختلف در گیاهان مختلف حائز اهمیت است (Sami., 2016).

با توجه به نتایج، گیاه مغربی صورتی توانست در حضور ۵ درصد ماده آلی تنش کم‌آبی تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی را بدون کاهش در ویژگی‌های عملکردی تحمل کند ولی افزایش ماده آلی تا ۱۰ درصد در تنش کم‌آبی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی نه تنها مثبت نبود بلکه اثر منفی در رشد و ظاهر گیاه نیز نشان داد.

منابع

حسینی، م.، کافی، م. و ارغوانی، م. ۱۳۹۵. تأثیر اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیکی چمن لولیوم (*Lolium perenne* cv. Numan)تحت تنش خشکی. علوم باغبانی ایران، ۲۷: ۱۶۷–۱۷۶.

شمس، ج.ن.، اعتمادی، پ.، نجفی، ع. و رضایی، ۱۳۸۹. بررسی تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک سه رقم گل اطلسی. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.

لطفی، م.، عباس‌زاده، ب. و میرزا، م. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، پرولین، قندهای محلول و عملکرد ترخون. دوماهنامه علمی–پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰(۱): ۲۹–۳۰.

Ahmed, C.B., Rouina, B.B., Sensoy, S., Boukhris, M. and Abdallah, F.B. 2009. Changes in gas exchange, proline accumulation and antioxidative enzyme activities in three olive cultivars under contrasting water availability regimes. Environmental and Experimental Botany, 67(2): 345–352.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 59(2): 206–216.

Bates, L.S., Waldern, R.P. and Teare, E.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205–207.

Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof as affected by substrate type and depth and irrigation frequency. HortScience, 48(10): 1327–1333.

Sami, F., Yousuf, M., Faizan, M., Faraz, A. and Hayat, S. 2016. Role of sugars under abiotic stress. Plant Physiology and Biochemistry, 109: 57–61.

Schlegel, H.G. 1956. Die Verwertung organischer Säuren durch *Chlorella* in Licht. Planta, 47: 510–515.

Vurayai, R., Emongor, V. and Moseki, B. 2011. Effect of water stress imposed at different growth and development stages on morphological traits and yield of Bambara groundnuts (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). American Journal of Plant Physiology, 6(1): 17–27.

Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology, 64: 88–93.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Morpho-physiological response of Evening Primrose (*Oenothera speciosa* 'Rosea') to water deficit stress

Azizollah Khandan-Mirkohi[1*], Mahdia Ehsani[1], Siamak Kalantari[1], Zahra Begum Moradi Shakurian[2] and Maedeh Fereshtian[3]

1. Department of Horticulture Sciences, Faculty of Agriculture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Jehad-Agriculture, Baharestan, Tehran, Iran
3. Botanical Research Section, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

[*]Corresponding Author: khandan.mirkohi@ut.ac.ir

Abstract

The pink evening primrose is an ornamental and medicinal plant suitable for landscape and rock gardens, which could tolerate some degree of water deficit stress. So far, the tolerance of this plant to water deficit stress has not been reported. In the current research, the interaction effects of water deficit stress at three levels of 100, 50, 30% of field capacity (FC) and the impact of organic matter at three levels of 0, 5, 10 vol.% in controlled conditions as potted plants, were conducted as a factorial based on a completely Random design. The cultivation substrate was a combination of field soil (with clay loam texture), sand, and leaf compost as the basis of organic matter (according to the amount of treatment). The results showed that the highest root fresh weight, aerial fresh weight, aerial dry weight, and flower number were obtained in 100% FC and 10% of organic matter, and the highest root dry weight and root length were obtained in 50% FC and 10% of organic matter level. The highest amount of carbohydrates was obtained at 50% FC and 5% of organic matter level, as well as the amount of proline content was higher in 30% FC and 10% of organic matter. According to the results, in the presence of 5% organic matter, this plant was able to withstand the drought stress up to 50% FC without reducing the functional characteristics, but the increase of organic matter up to 10% in the drought stress of 30% FC did not and it was not only positive but also had a negative effect on the plant growth and performance.

Key words: Bedding Plant, Growth and performance, Irrigation, Landscape.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر محلول‌پاشی ترکیب گندزدای اتان پراکسوییک اسید بر کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در زردآلو

رحیم قره‌شیخ بیات[1*]، محمد کرمانشاهانی[1]، سولماز نادی[1]، ساسان سرتیپی[2]، سیاوش یونسی[2] و مهران رضایی[3]

۱- مرکز تحقیقات باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران

۲- شرکت پاک‌گستر پرند، تهران، ایران

۳- گروه تولیدات گیاهی و گیاه‌پزشکی، پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: r.bayat@areeo.ac.ir

چکیده

یخزدگی یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا در تولید محصولات باغبانی کشور بوده که معمولا در فصل بهار و یا زمستان روی می‌دهد. سرمای دیررس بهاره بسیار زیان‌بارتر از سرمای زمستانه بوده و از عوامل اصلی صدمه به عملکرد باغات میوه به حساب می‌آید، زیرا شکوفه‌ها و میوه‌های تازه تشکیل شده حساسیت بیشتری نسبت به سرما دارند. میکروارگانیسم‌های ایجاد کننده هسته‌های یخی به‌ویژه باکتری‌ها از عوامل تشدید کننده‌ی سرمازدگی هستند. در این مطالعه اثر محلول‌پاشی ماده گندزدای تجاری فرمایسین گلد پی‌ایکس (بر پایه اتان پراکسوییک اسید ۲۰ درصد) در پیشگیری و کاهش خسارت سرمازدگی در رقم زردآلو درخشان و ژنوتیپ امیدبخش ۳۹۰ در مرحله گلدهی مورد بررسی قرار گرفت. سطوح مورد مطاله شامل شاهد خشک، شاهد مرطوب و غلظت‌های، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام از ماده‌ی مذکور بودند. نتایج نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها به این ماده به‌صورت معنی‌داری متفاوت است. به‌طوری که در ژنوتیپ ۳۹۰ کمترین سقط مادگی (۲/۳ درصد) در غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام و بیشترین سقط (حدود ۹۵ درصد) در شاهد مرطوب و غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از ماده گندزدا مشاهده شد. در رقم درخشان میزان سقط از میانگین ۸ درصد در شاهد خشک، به ۲ درصد در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام کاهش یافت. در این رقم با افزایش غلظت ماده گندزدا درصد جوانه‌زنی دانه گرده از میانگین حدود ۳۳ درصد در شاهد خشک و مرطوب به ۱۲ درصد در غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام کاهش یافت. در ژنوتیپ ۳۹۰ بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده (۳۷ درصد) در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد که با شاهدخشک (۳۵ درصد) معنی‌دار نبود. این نتایج نشان می‌دهد که تاثیر ماده گندزدای فرمایسین برای کاهش اثرات مخرب سرمازدگی در زردآلو می‌تواند وابسته به ژنوتیپ باشد و برای هر رقم می‌بایست غلظت بهینه آن مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی گرده، زردآلو، سلامت مادگی، گندزدا، هسته‌های یخ.

مقدمه

محصولات مختلف درختان میوه در الگوی غذایی خانواده‌های ایرانی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. تنش‌های محیطی از جمله سرمازدگی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد این محصولات در کشور می‌باشند. از آن‌جایی‌که این پدیده سالانه خسارت زیادی به کشاورزان و باغداران از طریق وقوع یخبندان و در نتیجه سرمازدگی محصولات وارد می‌نماید، ارائه راه‌کارهای مناسب برای کاهش خسارات احتمالی ضروری به نظر می‌رسد. شناخت از چگونگی وقوع سرما و یخبندان و علایم ناشی از وقوع این پدیده در هر ناحیه می‌تواند برنامه‌ریزان کشاورزی و خود باغداران را به منظورکاهش خسارت سرما راهنمایی نماید. خوشبختانه پیشرفت‌های دانش بشری در علوم مختلف از جمله هواشناسی و تحلیل داده‌های حاصل از تغییرات جوی امکان پیش‌بینی یخبندان‌های فصلی را فراهم نموده است، به‌نحوی که باغداران با به‌کارگیری برخی تدابیر، تا حدودی می‌توانند خسارت‌های احتمالی را کاهش دهند.

روش‌های مرسوم برای مهار خسارت سرمازدگی شامل انتخاب صحیح موقعیت و محل احداث باغ، انتخاب ارقام دیرگل، استفاده از ماشین‌های باد، پاشیدن آب روی درختان، گرم کردن با بخاری‌های باغی، ایجاد دود و ایجاد باد شکن و غیره می‌باشد. هر یک از روش‌های

ذکر شده دارای معایبی هستند که از آن‌ها می‌توان به عدم کارایی قابل قبول، تحمیل هزینه‌های زیاد، عدم فراهم بودن برای تمامی کشاورزان، آلودگی‌های زیست محیطی (دود و آتش)، آسیب به شاخه‌های درختان (آب‌پاشی و آتش)، عدم تنظیم درجه حرارت سوختن، نیاز به زمان زیاد (شناسایی ارقام مقاوم)، مصرف انرژی فراوان، آلودگی‌های صوتی (ماشین‌های مولد باد) و پیچیده بودن استفاده عملیاتی از برخی دستگاه‌ها اشاره نمود.

میکروارگانیزم‌های تولیدکننده هسته‌های یخی به‌ویژه باکتری‌ها از عوامل تشدیدکننده‌ی سرمازدگی هستند. ناخالصی‌های موجود در آب شامل ذرات گرد و غبار، باکتری‌های مولد هسته یخ و غیره موجب می‌شوند آب در دماهای بالاتر از ۲- درجه سلسیوس منجمد شود. محل حضور هسته‌های یخ، تعیین کننده ادامه زندگی یا مرگ سلول‌های گیاهان است. بدون حضور باکتری‌های مولد هسته یخ خسارت سرمازدگی محدود به سرشاخه‌ها بوده و گیاه می‌تواند بهبودی خود را باز یابد. اگر هسته‌های یخ منحصرا در خارج سلول‌ها حضور داشته باشند، گیاه پژمرده شده ولی زنده می‌ماند. چنان‌چه کریستال‌های یخ در داخل سلول تشکیل شود به ساختار داخلی آن‌ها آسیب زده و منجر به مرگ سلولی می‌شود. اگر هسته‌های یخ نتوانند به داخل یا خارج سلول‌ها نفوذ کنند، هر چند سلول و فضای اطراف آن حالت شیشه‌ای پیدا کرده ولی زنده می‌ماند (کرکزی و همکاران، ۱۳۹۸).

پدیده هسته یخزایی باکتریایی اولین بار در سال ۱۹۷۴ در سویه‌های *Pseudomonas syringae* مشاهده شد. سپس مشخص شد که جدایه‌های *Pseudomonas viridifiava*، *Xantomunas translucens* و *Erwinia herbicola* نیز توانایی ایجاد یخزدگی را دارند. فعالیت هسته یخ در گونه‌های دیگر مانند *Sphingomonas* sp. و *Bacillus* sp. نیز مورد تایید قرار گرفته است. حضور این باکتری‌ها در سطح درختان پسته استان کرمان و نقش آن‌ها در خسارت سرمازدگی باغات پسته، توسط Rostami et al (2018) به اثبات رسیده است. آن‌ها ۱۲۰۰ ایزوله باکتری را از سطح جوانه‌ها، شاخه‌ها، برگ و میوه درختان پسته جمع‌آوری نمودند که ۶۴ ایزوله دارای فعالیت هسته یخ بودند. یکی از روش‌های پیشگیری از سرمازدگی، کنترل باکتری‌های عامل هسته یخ ساکن سطح گیاهان می‌باشد (شاهرخی‌کهنوج و رستمی، ۱۳۹۹). این روش راهکاری آسان و مقرون‌به صرفه و مکمل برای پیشگیری از خسارت سرمازدگی به شمار می‌رود. تحقیق حاضر برای ارزیابی میزان تاثیر ترکیب گندزدای سطحی فارمایسین گلد پی‌ایکس در پیشگیری و کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در درخت زردآلو انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی رقم زردآلوی درخشان و ژنوتیپ امیدبخش ۳۹۰ در قالب طرح فاکتوریل کاملا تصادفی در پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری صورت پذیرفت. فاکتور اول رقم‌ها و فاکتور دوم غلظت‌ها در پنج سطح، شامل شاهد خشک، شاهد مرطوب و سه غلظت ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام از محلول گندزدا با نام تجاری فرمایسین گلد پی ایکس با سه تکرار بودند. به‌دلیل عدم وقوع سرما در شرایط طبیعی (اواخر زمستان ۱۴۰۳ و اوایل بهار ۱۴۰۴) در ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین‌دشت کرج، آزمایش در شرایط کنترل‌شده انجام شد. درختان مورد استفاده ۱۲ ساله و روی پایه بذری زردآلو بودند. بدین‌منظور از هر رقم ۱۵ شاخه حاوی حداقل ۱۰۰ جوانه در زمان تمام‌گل جدا شد و بلافاصله اسپری محلول گندزدا با غلظت‌های اشاره شده (به استثنا شاهد خشک و شاهد مرطوب) صورت پذیرفت. تمامی محلول‌ها علاوه‌بر ماده گندزدا حاوی یک سی‌سی عامل پخش‌کننده و چسبندگی (بانام تجاری فیتو وت) بودند. پس از آن شاخه‌ها داخل سطل آب قرار داده شده و به مدت ۲۴ ساعت به سردخانه با شبیه‌سازی شرایط طبیعی سرمازدگی (با دامنه دمایی جدول ۱) منتقل شدند. سپس یک شبانه‌روز در دمای آزمایشگاه در یک گلدان حاوی آب مقطر قرارداده شدند تا اثرات سرمازدگی ظاهرگردد. به‌دنبال آن معاینه دقیق مادگی گل‌ها (نسبت به سرمای دیررس حساسیت بالاتری را در بین سایر اجزای گل از خود نشان می‌دهند) و بررسی جوانه‌زنی دانه‌ی گرده (به دلیل بررسی اثرجانبی و احتمالی ماده گندزدا بر جوانه‌زنی گرده) صورت پذیرفت. برای مشاهده سلامت مادگی در هر تیمار پس از جدانمودن اجزای پوشش گل -حد اقل در ۱۰۰ عدد گل در هر تکرار- تغییر رنگ مادگی به‌رنگ زرد و سیاه باچشم غیرمسلح موردبررسی قرار گرفت (شکل ۱).

جدول ۱- گستره دمایی مورد استفاده برای ارزیابی خسارت سرمازدگی در سردخانه.

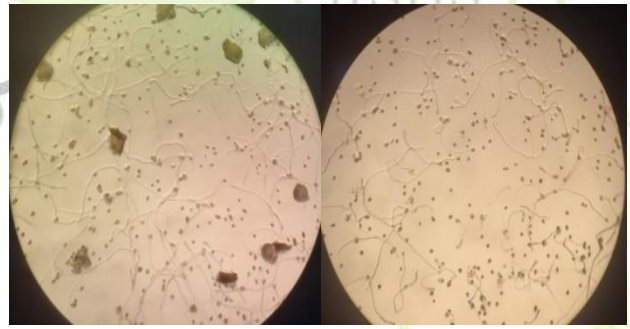
مدت زمان (ساعت)	دما (درجه‌سانتی‌گراد)	زمان (ساعت)
۱۰	+۵	۲۲-۱۲

۲۴-۲۲	+۱	۲
۲-۰۰	-۳	۲
۳-۲	-۱	۱
۴-۳	۰	۱
۵-۴	+۱	۱
۸-۵	+۳	۳
۱۲-۸	+۵	۴



شکل ۱- بررسی سلامت مادگی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از اعمال سرما.

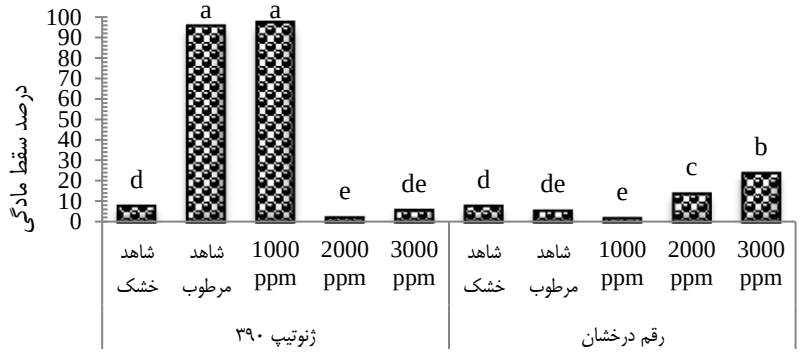
جهت بررسی جوانه‌زنی گرده، بساک‌ها از گل‌های باز شده جدا شدند و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق خشک گردیدند. پس از آن با ساییدن بساک‌ها روی کاغذ گرده‌ها از بساک جدا شده و در محیط کشت جامد (حاوی ۱۰۰ گرم ساکارز، ۰/۲ گرم بوریک‌اسید و ۰/۳ گرم کلسیم‌نیترات و ۱۰ گرم آگار در یک لیتر آب مقطر و pH=۵) درون پتری کشت گردیدند. این ظروف در شرایط تاریکی و دمای اتاق قرار گرفتند. پس از گذشت ۲۴ ساعت پتری‌ها زیر میکروسکوپ قرار گرفته و دانه‌های گرده جوانه‌زده در چهار میدان دید حاوی حداقل ۱۰۰ دانه گرده شمارش شدند (Kermanshahani et al., 2014) (شکل ۲). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افـزار SAS، آنـالیز واریـانس داده‌ها با متغیرهای اثـر رقم و اثـر محلول گندزدا و مقایسـه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی ($p<۰/۰۵$) صورت پذیرفت.



شکل ۲- بررسی درصد جوانه‌زنی گرده در ژنوتیپ‌های مورد بررسی.

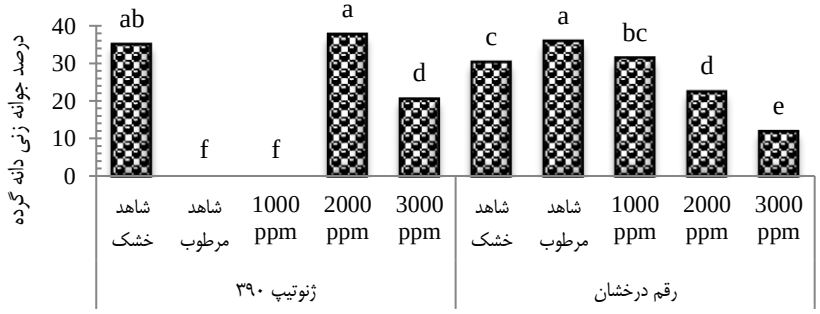
نتایج و بحث

واکنش ژنوتیپ‌ها به ماده گندزدا به‌صورت معنی‌داری متفاوت بود (شکل ۳). به‌طوری که در ژنوتیپ ۳۹۰ کمترین سقط مادگی (۲/۳ درصد) در غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام و بیشترین سقط (حدود ۹۵ درصد) در شاهد مرطوب و غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از فرمایسین مشاهده شد. در رقم درخشان میزان سقط از میانگین ۸ درصد در شاهد خشک، به ۲ درصد در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام کاهش یافت و به تبع افزایش غلظت ماده گندزدا سقط مادگی افزایش یافت. هر دو غلظتی از فرمایسین که در ژنوتیپ ۳۹۰ و درخشان منتج‌به سلامت بیشتر مادگی‌ها شدند (به ترتیب ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام) سرمازگی را حدود ۶ درصد نسبت‌به شاهد خشک کاهش دادند.



شکل ۳- درصد سقط مادگی در غلظت‌های مختلف ماده گندزدای فرمایسین در رقم زردآلوی درخشان و ژنوتیپ ۳۹۰
حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

برای صفت درصد جوانه‌زنی دانه گرده نیز واکنش ژنوتیپ‌ها به ماده گندزدا به‌صورت معنی‌داری متفاوت بود. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد در ژنوتیپ ۳۹۰ بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده (۳۷ درصد) در غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام از فرمایسین به‌دست آمد. این مقدار با شاهد خشک معنی‌دار نبود. در گرده‌های گروه شاهد مرطوب و تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از ماده گندزدا هیچ‌گونه جوانه‌زنی دانه گرده مشاهده نشد. در رقم درخشان بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده (۳۵ درصد) در شاهد مرطوب مشاهده شد. پس از آن تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام با ۳۱ درصد قرار داشت که نسبت‌به شاهد خشک معنی‌دار نبود. در این رقم با افزایش غلظت ماده گندزدا درصد جوانه‌زنی دانه گرده کاهش یافت. در هر دو ژنوتیپ غلظت بالای فرمایسین منجر به اثر سوزانندگی و کاهش درصد جوانه‌زنی گرده گردید.



شکل ۴- درصد جوانه‌زنی گرده در غلظت‌های مختلف ماده گندزدای فرمایسین در رقم زردآلوی درخشان و ژنوتیپ ۳۹۰
حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

در مطالعات گوناگون از پلیمرهای مختلف جهت مهار فعالیت هسته‌زایی یخ استفاده شده است. به عنوان مثال کاربرد تتراکلرو دکااکساید و همین (Hemine) هم در محیط کشت و هم بر روی برگ مرکبات منجر به مرگ باکتری سودوموناس شده و فعالیت هسته یخزایی را از بین برده اند (Osswald et al., 1991). در بررسی Watanabe et al (1998) ، نمک‌های آلکیل‌بنزیل دی‌متیل آمونیوم فعالیت هسته یخزایی باکتری اروینیا را مانع شدند. در این مطالعه محلول‌پاشی غلظت ۲۵۰ پی‌پی‌ام از نمک‌ها بر گیاه چای قبل از قرارگیری در معرض سرما منتج‌به ممانعت از فعالیت هسته یخزایی باکتری در دمای ۳- درجه سانتی‌گراد گردید. موادی مانند کامپفرول بتا گلوکوزید و اپی‌گالوکاتکین گالات نیز فعالیت هسته یخزایی این باکتری را از بین برده‌اند (Suzuki et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر Koyama et al (2014) نیز چند ترکیب پلی‌فنول را در کاهش فعالیت هسته یخزایی موثر دانستند. در نهایت در تحقیق حاضر استفاده از ماده‌ی فرمایسین بر کاهش خسارت سرمازدگی در شکوفه‌های زردآلو موثر واقع شد. در ژنوتیپ ۳۹۰ بهترین غلظت برای کاهش سرمازدگی ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام بود، اما در رقم درخشان بهترین غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. غلظت‌های بالاتر از ماده گندزدا منجر به افزایش سقط مادگی و کاهش جوانه‌زنی دانه گرده شد، بنابراین بهتر است غلظت مناسب برای هر رقم تحت شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

شاهرخی‌کهنوج، خ. و رستمی، م. ۱۳۹۹. مطالعه کنترل بیولوژیک سرمازدگی درختان پسته با استفاده از باکتری‌های ضد هسته یخ. کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، ۹(۲): ۱۷۳–۱۸۳.

کرکزی، س.، عبداللهی، پ. و حسن‌زاده راستگاری، ن. ۱۳۹۸. مطالعات ژنتیکی روی ژن هسته یخ باکتری *Bacillus cereus* عامل سرمازدگی گیاه پیاز (*Allium cepa*). ژنتیک نوین، ۱۴(۱): ۴۹–۵۴.

Kawahara, H., Hayashi, Y., Hamada, R. and Obata, H. 1993. Effects of polyamines on the ice-nucleating activity of *Erwinia uredovora* KUIN-3. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 57(9): 1424–1428.

Kermanshahani, M., Naderi, R., Fattahi, R. and Khalighi, A. 2014. Pollen germinability and cross pollination success in Persian cyclamen (*Cyclamen persicum* Mill.). Journal of Ornamental Plants, 4(4): 65–73.

Koyama, T., Inada, T., Kuwabara, C., Arakawa, K. and Fujikawa, S. 2014. Anti-ice nucleating activity of polyphenol compounds against silver iodide. Cryobiology, 69(2): 223–228.

Osswald, W.F., Meyer, B. and Elstner, E.F. 1991. The influence of tetrachlorodecaoxide (TCDO) and hemine on the ice-nucleation activity and viability of *Pseudomonas syringae* Cit 7 bacteria. Journal of Plant Diseases and Protection, 98: 18–25.

Rostami, M., Hasanzadeh, N., Khodaygan, P. and Riahi-Madvar, A. 2018. Ice nucleation active bacteria from pistachio in Kerman Province, Iran. Journal of Plant Pathology, 100: 51–58.

Suzuki, S., Fukuda, S., Fukushi, Y. and Arakawa, K. 2017. Screening of plant resources with anti-ice nucleation activity for frost damage prevention. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 81(11): 2090–2097.

Watanabe, M., Makino, T., Okada, K., Hara, M., Watabe, S. and Arai, S. 1988. Alkylbenzyldimethylammonium salts as inhibitors for the ice nucleating activity of *Erwinia ananas*. Agricultural and Biological Chemistry, 52(1): 201–206.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluating the effects of foliar spraying with the disinfectant compound ethane peroxoic acid on reducing spring frost damage in apricots

Bayat Rahim[1*], Kermanshahani Mohammad[1], Solmaz Nadi[1], Sartipi Sasan[2], Yonesi Siavosh[2] and Rezaei Mehran[3]

1. Temperate Fruits Research Center, Karaj, Iran
2. Pak Gostar Parand Company, Tehran, Iran
3. Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran

Corresponding Author: r.bayat@areeo.ac.ir

Abstract

Freezing is one of the most important damaging factors for horticultural production in Iran, usually occurring in spring or winter. Late spring freezing is more detrimental than winter freezing and is considered one of the main factors reducing the yield of orchards, because newly formed blossoms and fruits are highly susceptible to freezing. Microorganisms that cause ice nucleation, especially bacteria, are among the factors that exacerbate frost damage. In this study, the effect of foliar spraying of disinfectant commercial product based on Ethan Proxoic Acid (Formycine Gold PX) on preventing and reducing frost damage in the apricot "Derakhshan" cultivar and the promising genotype-390 at the flowering stage was investigated. The levels studied included controls (dry and wet) and concentrations of 1000, 2000 and 3000 ppm of Formycine. The results showed that the response of genotypes to this compound was significantly different. So that in genotype 390, the lowest female abortion (2.3%) was observed at a concentration of 2000 ppm, and the highest abortion (about 95%) was observed in the control (wet) and a concentration of 1000 ppm of disinfectant. In the "Derakhshan" cultivar the abortion rate decreased from an average of 8% in the control (dry) to 2% at a concentration of 1000 ppm. In this cultivar, with increase in concentration of disinfectant, the pollen germination percentage decreased from an average about 33% in the controls (dry and wet) to 12% at a concentration of 3000 ppm. In genotype 390, the most percentage of pollen germination (37%) was observed at a concentration of 1000 ppm, which was not significant compared to the dry control (35%). These results indicate that the effect of the disinfectant Formycine in reducing the destructive effects of frost damage can be genotype-dependent and its optimal concentration should be investigated for each cultivar.

Keywords: Apricot, Disinfectant, Ice nuclei, Pistil health, Pollen germination.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر ماده تجاری با نام فرمایسین بر کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در برخی ارقام انگور

محمدعلی نجاتیان[1*]، محمد کرمانشاهانی[1]، مینا بیاناتی[1]، علی رضایی[1]، سارا جلوداریان[1] و صمد پرویزی[1]
۱- مرکز تحقیقات باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *nejatianali@yahoo.com*

چکیده

همه‌ساله بخش عمده محصولات باغبانی مهم، در معرض تنش سرمای بهاره قرار می‌گیرند. از آن‌جایی‌که این پدیده خسارات زیادی به کشاورزان و باغداران از طریق وقوع یخبندان و در نتیجه سرمازدگی محصولات وارد می‌نماید، ارائه راه‌کارهای مناسب برای کاهش میزان خسارات ضروری به‌نظر می‌رسد. از جمله عوامل تشدید کننده‌ی سرمازدگی، میکروارگانیسم‌های تولیدکننده هسته‌های یخی به‌ویژه باکتری‌ها هستند که باعث می‌شوند آب در دماهای بالاتر یخ بزند. در مطالعه حاضر اثر محلول‌پاشی ماده گندزدای تجاری فرمایسین گلد پی‌ایکس (بر پایه اتان پراکسوییک‌اسید ۲۰ درصد) در پیش‌گیری و کاهش خسارت سرمازدگی درسه رقم انگور بی‌دانه سفید، ترکمن۴ و فلیم‌سیدلس در مرحله برگدهی مورد بررسی قرار گرفت. سطوح مورد مطالعه شامل شاهد خشک و غلظت‌های۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام از ماده‌ی مذکور بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل رقم و غلظت فرمایسین معنی‌دار است. دراکثر موارد غلظت‌های یک و سه در هزار از فرمایسین تاثیر منفی بر سلامت جوانه‌ها داشت اما غلظت دو در هزار منتج‌به کاهش آسیب به جوانه‌هاگردید. این غلظت در ارقام بی‌دانه سفید و ترکمن۴ نسبت‌به شاهد به‌ترتیب باعث کاهش ۷۰ و ۳۵ درصدی آسیب به جوانه‌های نوک پنبه‌ای شد، اما تاثیر آن در رقم فلیم سیدلس معنی‌دار نبود. در مورد جوانه‌های تازه باز شده غلظت دو در هزار فرمایسین در رقم بیدانه سفید آسیب جوانه‌ها را ۶۰ درصد کاهش داد، اما اثر این غلظت در دو رقم دیگر نسبت‌به شاهد معنی‌دار نبود. در مورد جوانه‌های کاملا باز شده غلظت دو در هزار فرمایسین به ترتیب منتج‌به کاهش ۶۰ و ۲۳ درصدی آسیب به جوانه‌ها در ارقام بیدانه سفید و فلیم سیدلس شد، اما اثر این غلظت بر رقم ترکمن۴ معکوس بود و آسیب به جوانه در این غلظت نسبت‌به شاهد ۱۰ درصد افزایش یافت. این نتایج نشان می‌دهد که تاثیر ماده گندزدای فرمایسین برای کاهش اثرات مخرب سرمازدگی در انگور بسته به مرحله رشدی جوانه می‌تواند متفاوت باشد و برای هر رقم می‌بایست غلظت بهینه آن تعیین گردد.

واژه‌های کلیدی: انگور، تنش سرما، گندزدا، نشت الکترولیتی،هسته‌های یخ.

مقدمه

تنش‌های محیطی از جمله سرمازدگی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد محصولات درختان میوه در کشور می‌باشند. براساس مشاهدات، گاهی تا ۹۰ درصد محصول تاکستان‌ها توسط صدمات ناشی از سرما از بین رفته است (عباسی‌کاشانی و همکاران، ۱۳۹۹). شناخت از چگونگی وقوع سرما و یخبندان و علایم ناشی از وقوع این پدیده در هر ناحیه می‌تواند برنامه‌ریزان کشاورزی و خود باغداران را به‌منظورکاهش خسارت سرما راهنمایی نماید. خوشبختانه پیشرفت‌های دانش بشری در علومی مانند هواشناسی و تحلیل داده‌های حاصل از تغییرات جوی امکان پیش‌بینی یخبندان‌های فصلی را فراهم نموده است، به‌نحوی که باغداران با به‌کارگیری برخی تدابیر، تا حدودی می‌توانند خسارت‌های احتمالی را کاهش دهند. محافظت از گیاهان در برابر اثرات زیان‌آور دماهای پایین در کشاورزی دارای اهمیت قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. تجربه و دانش بشری تاکنون این واقعیت را به اثبات رسانیده است که با تدابیر و پیشگیری‌های مناسب می‌توان خسارت ناشی‌از دمای پایین را به‌میزان قابل‌توجهی کاهش داد. روش‌های مرسوم برای مهار خسارت سرمازدگی شامل انتخاب صحیح موقعیت و محل احداث باغ، انتخاب ارقام دیرگل، استفاده از ماشین‌های باد، پاشیدن آب روی درختان، گرم کردن با بخاری‌های باغی، ایجاد دود و ایجاد باد شکن و غیره می‌باشد. هر یک از روش‌های ذکر شده دارای معایبی هستند که از آن‌ها می‌توان به عدم کارایی قابل قبول، تحمیل هزینه‌های زیاد، عدم فراهم بودن برای تمامی کشاورزان، آلودگی‌های زیست محیطی (دود و آتش)، آسیب به شاخه‌های درختان (آب‌پاشی و آتش)، عدم

تنظیم درجه حرارت سوختن، نیاز به زمان زیاد (شناسایی ارقام مقاوم)، مصرف انرژی فراوان، آلودگی‌های صوتی (ماشین‌های مولد باد) و پیچیده بودن استفاده عملیاتی از برخی دستگاه‌ها اشاره نمود.

ناخالصی‌های موجود در آب شامل ذرات گرد و غبار، باکتری‌های مولد هسته یخ و غیره موجب می‌شوند آب در دماهای بالاتر از ۲- درجه سلسیوس منجمد شود. محل حضور هسته‌های یخ، تعیین کننده ادامه زندگی یا مرگ سلول‌های گیاهان است. بدون حضور باکتری‌های مولد هسته یخ خسارت سرمازدگی محدود به سرشاخه‌ها بوده و گیاه می‌تواند بهبودی خود را باز یابد. اگر هسته‌های یخ منحصرا در خارج سلول‌ها حضور داشته باشند، گیاه پژمرده شده ولی زنده می‌ماند. چنان‌چه کریستال‌های یخ در داخل سلول تشکیل شود به ساختار داخلی آن‌ها آسیب زده و منجربه مرگ سلولی می‌شود. اگر هسته‌های یخ نتوانند به داخل یا خارج سلول‌ها نفوذ کنند، هر چند سلول و فضای اطراف آن حالت شیشه‌ای پیدا نموده ولی زنده می‌ماند (کرکزی و همکاران، ۱۳۹۸). میکروارگانیزم‌های تولیدکننده هسته‌های یخی به‌ویژه باکتری‌ها از عوامل تشدیدکننده‌ی سرمازدگی هستند. حضور این باکتری‌ها در سطح درختان پسته استان کرمان و نقش آن‌ها در خسارت سرمازدگی باغات پسته به اثبات رسیده است، به‌طوری‌که از ۱۲۰۰ ایزوله باکتری جمع‌آوری شده از سطح جوانه‌ها، شاخه‌ها، برگ و میوه درختان پسته، ۶۴ ایزوله دارای فعالیت هسته یخ بودند (Rostami et al., 2018).

پدیده‌ی هسته یخ‌زایی باکتریایی اولین بار در سال ۱۹۷۴ در سویه‌های *Pseudomonas syringae* مشاهده شد. سپس مشخص شد که جدایه‌های *Pseudomonas viridifiava*، *Xantomunas translucens* و *Erwinia herbicola* نیز توانایی ایجاد یخ‌زدگی را دارند. فعالیت هسته یخ‌زایی در گونه‌های دیگر مانند *Sphingomonas* sp. و *Bacillus* sp. نیز مورد تایید قرار گرفته است. یکی از روش‌های پیشگیری از سرمازدگی، کنترل باکتری‌های عامل هسته یخ ساکن سطح گیاهان می‌باشد (شاهرخی‌کهنوج و رستمی، ۱۳۹۹). این روش راهکاری آسان و مقرون‌به صرفه و مکمل برای پیشگیری از خسارت سرمازدگی به شمار می‌رود. تحقیق حاضر برای ارزیابی میزان تاثیر ترکیب گندزدای سطحی فارمایسین گلد پی‌ایکس در پیشگیری و کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در جوانه‌های انگور بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

با توجه‌به این‌که سرمازدگی دیررس بهاره در سال ۱۴۰۴ در تاکستان‌ها اتفاق نیفتاد، لذا مطالعه حاضر به‌صورت آزمایشگاهی طراحی و اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملا تصادفی در پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری صورت پذیرفت. فاکتور اول رقم‌ها شامل ترکمن۴، فلیم‌سیدلس و بیدانه سفید و فاکتور دوم غلظت‌ها در چهار سطح شامل شاهد خشک و سه غلظت ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام از محلول گندزدا با نام تجاری فرمایسین گلد پی‌ایکس بودند. در تاریخ ۲۵ فروردین ۱۴۰۴ از سه رقم انگور تجاری فوق (موجود در ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین دشت کرج، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری) قلمه تهیه گردید. بدین‌منظور از هر رقم ۱۵ شاخه حاویجوانه نوک پنبه‌ای، جوانه با برگچه اولیه و جوانه با برگ باز شده از بوته جدا شد و بلافاصله اسپری محلول گندزدا با غلظت‌های مذکور (به استثنا شاهد خشک) صورت پذیرفت. تمامی محلول‌ها علاوه‌بر ماده گندزدا حاوی یک سی‌سی عامل پخش‌کننده و چسباننده (با نام تجاری فیتو وت) بودند. قلمه‌ها کاملا با محلول‌های فوق شستشو داده شدند. پس از آن انتهای شاخه‌ها داخل سطل آب قرار داده شده و به مدت ۲۴ ساعت به سردخانه با شبیه‌سازی شرایط طبیعی سرمازدگی (با دامنه دمایی جدول ۱) منتقل گردیدند.

جدول ۱- گستره دمایی مورد استفاده برای ارزیابی خسارت سرمازدگی در سردخانه.

مدت زمان (ساعت)	دما (درجه‌سانتی‌گراد)	زمان (ساعت)
۱۰	+۵	۲۲-۱۲
۲	+۱	۲۴-۲۲
۲	-۳	۲-۰۰
۱	-۱	۳-۲
۱	۰	۴-۳
۱	+۱	۵-۴

۳	+۳	۸-۵
۴	+۵	۱۲-۸

شاخه‌ها سپس یک شبانه روز در دمای آزمایشگاه در یک گلدان حاوی آب مقطر قرار داده شدند تا اثرات سرمازدگی ظاهر گردد. در نهایت سرمازدگی در انواع جوانه‌ها در کلیه تیمارها و ارقام و تکرارها مورد ارزیابی قرار گرفت و درصد تغییر رنگ جوانه‌ها به رنگ سیاه با چشم غیرمسلح ثبت شد (شکل ۱).



شکل ۱- بررسی سلامت جوانه‌ها ۲۴ ساعت پس از اعمال سرما مادگی در رقم ترکمن۴. جوانه‌های آسیب دیده به رنگ سیاه و جوانه‌های سالم با رنگ سبز قابل مشاهده هستند. کمترین آسیب به جوانه‌ها در تیمار دو در هزار فرمایسین (ظرف دوم از سمت راست) مشاهده شد.

همچنین میزان نشت الکترولیتی (پایداری غشا سلولی) در جوانه‌ها پس از اعمال تیمارها مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین‌منظور دو گرم از جوانه و برگ نمونه‌ها در تیمارهای مختلف وزن و سپس همراه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر فالکن اضافه گردید. بعد از آن نمونه‌ها در داخل شیکر و در دمای اتاق با ۱۲۰ دور برای ۲۴ ساعت قرار داده شدند و پس از آن هدایت الکتریکی مربوط به نشت یونی اولیه با استفاده از EC متر خوانده شد. سپس نمونه‌ها به مدت یک ساعت در بن ماری و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. به‌دنبال آن نمونه‌ها برای مدت یک ساعت با شیکر و با ۲۰۰ دور در دقیقه هم زده شده و در آخر EC نهایی قرائت گردید. EC نسبی با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید.

EC نسبی = EC اولیه / EC بعد اتوکلاو × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افـزارSAS، آنـالیز واریـانس داده‌ها با متغیرهای اثـر رقم و اثـر محلول گندزدا و مقایسـه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی ($p<۰/۰۵$) صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر متقابل رقم و محلول فرمایسین بر سلامت جوانه‌ها معنی‌دار است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، غلظت دو در هزار در اکثر تیمارها منتج‌به کاهش میزان آسیب به جوانه‌ها گردید. کمترین آسیب (حدود ۱۴ درصد) به جوانه‌های نوک پنبه‌ای در رقم بیدانه سفید و در غلظت دو درهزار فرمایسین مشاهده شد که کاهش ۶۹ درصدی سرمازگی را نسبت به شاهد (۸۳ درصد) نشان می‌دهد. در رقم ترکمن۴ نیز میزان آسیب جوانه‌های نوک پنبه‌ای در این غلظت با اختلاف معنی‌داری (۳۵ درصد) کاهش یافت. در رقم

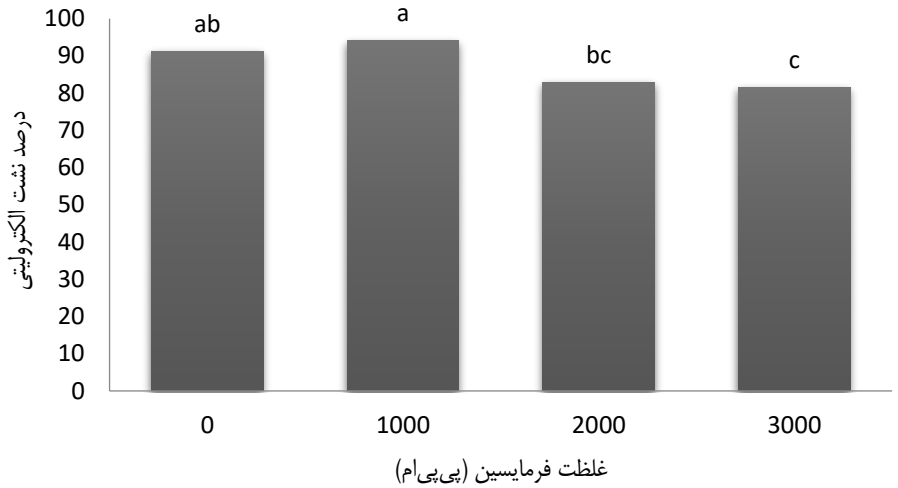
فلیم‌سیدلس افزایش آسیب به این جوانه‌ها در غلظت دو در هزار مشاهده شد که با شاهد معنی‌دار نبود. در مورد جوانه‌های تازه باز شده کمترین آسیب به جوانه‌ها (۲۵ درصد) در غلظت دو در هزار فرمایسین و در رقم بیدانه سفید مشاهده شد که کاهش ۵۸ درصدی نسبت‌به شاهد نشان می‌دهد. اختلاف میزان آسیب جوانه‌های تازه باز شده در غلظت دو در هزار فرمایسین در ارقام ترکمن۴ و فلیم سیدلس با شاهد معنی‌دار نبود. بیشترین میزان آسیب به این نوع از جوانه‌ها در ارقام بیدانه سفید و ترکمن۴ مشاهده شد طوری‌که تمامی جوانه‌ها دچار آسیب شده بودند. در مورد جوانه‌های کامل باز شده کمترین آسیب به جوانه‌ها (حدود ۱۳ درصد) در رقم بیدانه سفید و در غلظت دو در هزار فرمایسین مشاهده شد که کاهش نزدیک به ۶۰ درصدی را نسبت‌به شاهد نشان می‌دهد. در مورد رقم فلیم‌سیدلس و در این غلظت آسیب به جوانه‌ها ۲۳ درصد نسبت‌به شاهد کاهش یافت که اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. اثر غلظت دو در هزار فرمایسین بر جوانه‌های کامل باز شده ترکمن۴ معکوس بود و نسبت به شاهد آسیب جوانه‌ها را حدود ۱۰ درصد افزایش داد. بیشترین آسیب به جوانه‌های کامل باز شده در غلظت یک در هزار در ارقام بیدانه سفید و ترکمن۴ و غلظت سه در هزار در ارقام ترکمن۴ و فلیم‌سیدلس مشاهده شد، طوری‌که تقریبا تمامی جوانه‌ها آسیب دیده (به رنگ سیاه و خشکیده) بودند.

جدول ۲- درصد آسیب سرمازگی به انواع جوانه‌های انگور در غلظت‌های استفاده شده ماده فرمایسین.

رقم	غلظت محلول	جوانه نوک پنبه‌ای	جوانه تازه باز شده	جوانه کامل باز شده
بیدانه سفید	0	83.33 a	83.66 bc	71.78 b
	1	21.81 de	100 a	100 a
	2	13.70 e	25.54e	12.85 f
	3	37.38 cd	55.18d	45.23 d
ترکمن۴	0	59.52 bc	64.12 cd	43.56 d
	1	72.22 ab	100 a	100 a
	2	24.44 de	75.28 bc	54.05 c
	3	55.55 bc	98.78 ab	100 a
فلیم سیدلس	0	29.29 d	56.02 d	35.30 e
	1	30.95 d	71.17 c	37.98 de
	2	39.62 cd	57.37 d	12.85 f
	3	93.73 a	98.79 ab	98.55 a

حروف هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد

برای صفت نشت الکترولیتی اثر ساده رقم و اثر متقابل رقم و محلول فرمایسین معنی‌دار نبود و فقط اثر غلظت بر نشت یونی معنی‌دار شد. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد غلظت‌های بالاتر فرمایسین منتج‌به کاهش میزان نشت یونی گردیده است. بیشترین میزان نشت الکترولیتی (۹۴/۱۲ درصد) در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از فرمایسن به‌دست آمد که با شاهد معنی‌دار نبود. کمترین میزان نشت الکترولیتی در غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام فرمایسین منتج‌به کاهش ده درصدی نشت الکترولیتی نسبت به شاهد گردید. Guy و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که سرمازدگی منجر به از هم پاشیدگی مواد پکتیکی در دیواره سلولی، جامد شدن بخش لیپیدی و ایجاد شکاف‌هایی در غشا و اختلال در فعالیت آنزیم‌های کنترل‌کننده ورود و خروج مواد از سلول می‌گردد.



شکل ۴- درصد نشت الکترولیتی در غلظت‌های استفاده شده ماده گندزدای فرمایسین در انگور
حروف بیانگر اختلاف در سطح ۵ درصد می‌باشند.

انواعی از پلیمر در مطالعات گوناگون جهت مهار فعالیت هسته‌زایی یخ استفاده شده‌اند. به‌عنوان مثال کاربرد تتراکلرو دکااکساید و همین (Hemine) هم در محیط کشت و هم بر روی برگ مرکبات منتج‌به مرگ باکتری سودوموناس شده و فعالیت هسته یخ‌زایی را از بین برده است (Osswald et al. 1991). در بررسی Watanabe et al (1988) ، نمک‌های آلکیل‌بنزیل دی‌متیل آمونیوم فعالیت هسته یخ‌زایی باکتری اروینیا را مانع شدند. در این مطالعه محلول‌پاشی غلظت ۲۵۰ پی‌پی‌ام از نمک‌ها بر گیاه چای قبل از قرارگیری در معرض سرما منتج‌به ممانعت از فعالیت هسته یخ‌زایی باکتری در دمای ۳- درجه سانتی‌گراد گردید. موادی مانند کامپفرول بتا گلوکوزید و اپی‌گالوکاتکین گالات نیز فعالیت هسته یخ‌زایی این باکتری را از بین برده‌اند (Suzuki et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر Koyama et al (2014) نیز چند ترکیب پلی‌فنول را در کاهش فعالیت هسته یخ‌زایی موثر دانستند. در نهایت در تحقیق حاضر استفاده از ماده‌ی فرمایسین بر کاهش خسارت سرمازدگی در جوانه‌های انگور موثر واقع شد. در رقم بیدانه سفید بهترین غلظت برای کاهش سرمازدگی انواع جوانه ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام بود، اما در ارقام فلیم سیدلس و ترکمن۴ این غلظت در کاهش آسیب برخی جوانه‌ها بسته به مرحله رشدی آن‌ها موثر بود. افزایش آسیب به جوانه‌ها و خشک شدن آن‌ها در غلظت‌های بالا و پایین از ماده گندزدا (۳۰۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) مشاهده گردید، بنابراین بهتر است غلظت مناسب ماده فرمایسین برای هر رقم انگور بسته به مرحله رشدی جوانه‌ها تحت شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

شاهرخی‌کهنوج، خ. و رستمی، م. ۱۳۹۹. مطالعه کنترل بیولوژیک سرمازدگی درختان پسته با استفاده از باکتری‌های ضد هسته یخ. کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، ۹(۲): ۱۸۳-۱۷۳.

عباسی کاشانی، ا.، عبادی، ع.، فتاحی مقدم، م. و شکرپور، م. ۱۳۹۹. اثر اسید سالیسیلیک بر کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در برخی ارقام ویتیس وینیفرا و ویتیس ریپاریا. علوم باغبانی، ۳۴(۳): ۳۶۱-۳۷۶.

کرکزی، س.، عبداللهی، پ. و حسن‌زاده راستگاری، ن. ۱۳۹۸. مطالعات ژنتیکی روی ژن هسته یخ باکتری *Bacillus cereus* عامل سرمازدگی گیاه پیاز (*Allium cepa*). ژنتیک نوین، ۱۴(۱): ۴۹-۵۴.

Guy C.L. 2003. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 41: 187-223.

Koyama, T., Inada, T., Kuwabara, C., Arakawa, K. and Fujikawa, S. 2014. Anti-ice nucleating activity of polyphenol compounds against silver iodide. Cryobiology, 69(2): 223-228.

Osswald, W.F., Meyer, B. and Elstner, E.F. 1991. The influence of tetrachlorodecaoxide (TCDO) and hemineon the ice-nucleation activity and viability of *Pseudomonas syringae* Cit 7 bacteria. Journal of Plant Diseases and Protection, 98: 18-25.

Rostami, M., Hasanzadeh, N., Khodaygan, P., & Riahi-Madvar, A. 2018. Ice nucleation active bacteria from pistachio in Kerman Province, Iran. Journal of Plant Pathology, 100, 51-58.

Suzuki, S., Fukuda, S., Fukushi, Y. and Arakawa, K., 2017. Screening of plant resources with anti-ice nucleation activity for frost damage prevention. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 81(11): 2090-2097.

Watanabe, M., Makino, T., Okada, K., Hara, M., Watabe, S. and Arai, S., 1988. Alkylbenzyldimethylammonium salts as inhibitors for the ice nucleating activity of *Erwinia ananas*. Agricultural and biological chemistry, 52(1): 201-206.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the Efficacy of Formycine PX on Reducing Spring Frost Damage in some Grape Cultivars

Nejatian Mohammad-Ali[1*], Kermanshahani Mohammad[1], Bayanati Mina[1], Rezaei Ali[1], Jolodarian Sara[1] and Parvizi Samad[2]

1. Horticultural research, Temperate Fruits Research Center, Karaj, Iran

Corresponding Author: nejatianali@yahoo.com

Abstract

Each year, a significant portion of important horticultural products are exposed to spring cold stress. This phenomenon causes substantial losses to farmers due to frost and subsequent cold damage to crops. Therefore, providing appropriate solutions to reduce these losses is essential. Microorganisms, particularly ice-nucleating bacteria, are exacerbating factors in cold damage as they cause water to freeze at higher temperatures. This study investigated the effect of foliar application of the commercial disinfectant Formycine Gold PX (based on 20% Ethan Proxoic Acid) in preventing and reducing frost damage in three grapevine cultivars: 'Bidaneh Sefid', 'Turkaman 4', and 'Flame Seedless' during the budding stage. The treatments included concentrations of 1000, 2000, and 3000 ppm. The results revealed a significant interaction effect between cultivar and Formycine concentration. In most cases, concentrations of 1000 and 3000 ppm of Formycine had a negative impact on bud health. Conversely, a concentration of 2000 ppm led to a reduction in bud damage. For cotton-tipped buds, this concentration reduced damage by 70% in 'Bidaneh Sefid' and 35% in 'Turkaman 4' compared to the control. However, its effect on 'Flame Seedless' was not significant. For newly opened buds, 2000 ppm Formycine reduced bud damage by 60% in 'Bidaneh Sefid'. Nevertheless, its effect on the other two cultivars was not significant compared to the control. For fully opened buds, 2000 ppm Formycine resulted in a 60% reduction in damage for 'Bidaneh Sefid' and a 23% reduction for 'Flame Seedless'. However, the effect of this concentration on 'Turkaman efficacy of the disinfectant Formycine in mitigating the detrimental effects of cold damage in grapevines can vary depending on the bud developmental stage. Furthermore, the optimal concentration needs to be determined for each specific cultivar.

Keywords: Cold stress, Disinfectant, Electrolyte leakage, Grapes, Ice nuclei.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه مقاومت پایه‌های پسته UCB-1 (کشت بافتی و بذری) و پایه بادامی زرند به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های رشدی

ناصر صداقتی[1*]، سید جواد حسینی فرد[1]، حجت هاشمی‌نسب[1] و محمد رضا نیکویی دستجردی[1]
۱- پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *nsedaghati2010@gmail.com*

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی مقاومت به خشکی پایه UCB-1 بذری و کشت‌بافتی و مقایسه آن با پایه بادامی زرند، اجرا شد. در مورد پایه‌های UCB-1، تحقیق با فاکتور پایه پسته در دو سطح (بذری و کشت‌بافتی) و فاکتور دورآبیاری در چهار سطح (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز)، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، در چهار تکرار انجام شد. در مورد دانهال‌های بادامی زرند، آزمایش با اعمال دور آبیاری با چهار سطح فوق‌الذکر، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. اعمال تنش خشکی در هر دور آبیاری بر اساس ظرفیت زراعی و به روش وزنی صورت گرفت. در پایان آزمایش خصوصیات رویشی و برخی از روابط آبی گیاه تعیین گردید. به منظور مقایسه دانهال‌های بادامی زرند با نهال‌های یک‌ساله UCB-1 بذری و کشت‌بافتی نیز از شاخص تنش پایداری عملکرد (YSI) استفاده شد. تجزیه آماری اطلاعات تحقیق با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها با روش آزمون LSD انجام گردید. نتایج نشان داد که در پایه بادامی زرند، افزایش دور آبیاری از ۴ روز به ۸ روز، اثر منفی معنی‌داری بر هیچ‌کدام از شاخص‌های مورد بررسی نداشت. در برخی از شاخص‌ها نظیر وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه، محتوای نسبی آب برگ (RWC) و بهره‌وری مصرف آب برگ (WUP_L)، بین دورهای آبیاری ۱۲ و ۱۶ روز نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد نهال‌های پایه‌های UCB-1 در هر دو نوع کشت‌بافتی و بذری، حتی در تنش ملایم (دور آبیاری ۸ روز) نیز اثرات منفی تنش نسبت به شرایط نرمال (دور آبیاری ۴ روز)، مشاهده شد. در اغلب صفات مورد بررسی، پایه UCB-1 کشت‌بافتی نسبت به نوع بذری، کمتر تحت تاثیر اثرات منفی افزایش دور آبیاری قرار گرفت. در بحث شاخص پایداری عملکرد (YSI) نیز تا دور آبیاری ۸ روز، پایه بادامی زرند برتری نسبی نسبت به پایه‌های UCB-1 داشت، ولی در دورهای آبیاری بالاتر، تفاوت محسوسی بین هیچ‌کدام از پایه‌ها مشاهده نشد. در مجموع پایه بادامی زرند نسبت به پایه‌های UCB-1، بطور معنی‌داری از مقاومت به خشکی بیشتری برخوردار بود.

کلمات کلیدی: پایه پسته، روابط آبی گیاه، شاخص تنش، ظرفیت زراعی.

مقدمه

با توجه به کاهش منابع آب‌های زیرزمینی، اصلاح مدیریت آبیاری باغ‌ها به تنهایی قادر به رفع مشکل نبوده و در کنار آن، استفاده از پایه های مقاوم به خشکی نیز باید در دستور کار قرار گیرد. از آنجائی که در سال‌های اخیر پایه هیبرید UCB-1 در منطقه در حال گسترش می‌باشد، لذا ضروری است تا مقاومت این پایه در شرایط خشکی بررسی شود. بنابراین این پروژه با هدف ارزیابی مقاومت به خشکی پایه UCB-1 و مقایسه آن با پایه بومی بادامی زرند رایج در منطقه، اجرا گردید. در مورد تحمل به خشکی پایه UCB-1 اطلاعات زیادی در دسترس نیست. بطور کلی سازوکارهای ایجاد کننده تحمل به شوری، ارتباط نزدیکی با تحمل به خشکی داشته و معمولا همبستگی معنی‌داری بین تحمل به این دو تنش محیطی وجود دارد. اینتگریما والد پدری این پایه، نسبت به خشکی حساس و آتلانتیکا، والد مادری آن دارای تحمل نسبتا خوبی به تنش خشکی است (هاشمی‌نسب و آفروشه، ۱۳۹۷). آزمایشات باقری و همکاران (۲۰۱۱)، روی دو پایه پسته قزوینی و بادامی ریز با چهار سطح خشکی (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه)، نشان داد که رشد رویشی، تولید ماده خشک، میزان کلروفیل، سرعت فتوسنتز و محتوای نسبی آب برگ، با افزایش شدت تنش، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که پایه بادامی ریز از رشد بهتری در شرایط تنش خشکی برخوردار بود و ماده خشک بیشتری تولید کرد. مالکی کوهبنانی و کریمی (۱۳۹۲) در ارزیابی و

مقایسه مقاومت به خشکی پایه ترکیبی آتلانتیکا ×ورا (*P. vera*×*P. atlantica*) و پایه‌های قزوینی و بادامی زرند، نشان دادند که پایه‌ها از نظر شاخص‌های رشدی تفاوت معنی‌داری داشتند و پایه هیبرید بهترین وضعیت را داشت. در پژوهشی که توسط موریانا و همکاران (۲۰۱۸) در اسپانیا انجام شد، تاثیر تنش خشکی بر پیوندک دو ساله رقم کرمان روی سه پایه تریبینتوس، آتلانتیکا و UCB-1 مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین رشد رویشی رقم کرمان در شرایط تنش خشکی، روی پایه UCB-1 بود. اما بر اساس پارامترهای مرتبط با وضعیت آب در گیاه، آتلانتیکا به عنوان مقاوم‌ترین پایه انتخاب شد. همچنین در ارزیابی مزرعه‌ای در شرایط پسته‌کاری رفسنجان، هنگامی که دور آبیاری به ۳۰ روز افزایش یافت، شدت رشد پایه UCB-1 نسبت به پایه اهلی بادامی، کاهش قابل توجهی داشت (هاشمی‌نسب و آفروشه، ۱۳۹۷).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه پژوهشکده پسته در شهرستان رفسنجان و به مدت یک سال اجرا شد. در خصوص پایه‌های یک‌ساله UCB-1، طرح با دو فاکتور پایه پسته در دو سطح (UCB-1 کشت‌بافتی و بذری) و فاکتور تنش خشکی به صورت اعمال دورهای مختلف آبیاری در ۴ سطح (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز)، در چهار تکرار انجام شد. که در مجموع شامل ۸ تیمار بود. تیمارهای T_4، T_8، T_{12} و T_{16} مربوط به پایه UCB-1 کشت بافتی و تیمارهای S_4، S_8، S_{12} و S_{16} مربوط به پایه UCB-1 بذری بودند. اندیس‌های آن‌ها نیز بیانگر دور آبیاری در هر تیمار می‌باشند. در خصوص پایه بذری بادامی زرند نیز تحقیق در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و تیمار تنش خشکی به صورت اعمال دورهای مختلف آبیاری در ۴ سطح (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز)، در چهار تکرار انجام شد. برای کاشت نهال‌ها از مخلوطی از خاک روستای داوران رفسنجان و ماسه بادی به نسبت ۱ به ۳ و با بافت شنی لومی استفاده شد. رطوبت حجمی خاک گلدان‌ها در حالت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۲۰/۲ و ۵/۷ بود.

اعمال تنش خشکی به مدت ۴ ماه (از ۲۰ خرداد تا ۲۰ مهر)، بر اساس رساندن رطوبت گلدان‌ها به حد ظرفیت زراعی و به روش وزنی صورت گرفت. جهت آبیاری نهال‌ها از آب شرب شهرستان رفسنجان با هدایت الکتریکی ۰/۶۳ دسی‌زیمنس بر متر استفاده شد. در پایان آزمایش، تغییرات پارامترهای رویشی در مدت اعمال تیمارها، نسبت به مقادیر اولیه، اندازه‌گیری شد. بهره‌وری مصرف آب، از تقسیم کردن مجموع وزن خشک اندام‌های هوایی گیاهی هر گلدان بر مجموع آب مصرفی در طول دوره رشد گیاه، بدست آمد (Karkanis et al., 2011). محتوای نسبی آب برگ RWC با روش یاماساکی و همکاران (۱۹۹۹) محاسبه شد. با توجه به اینکه نهال‌های UCB-1 بذری و کشت‌بافتی یک‌ساله بوده ولی دانهال‌های بادامی زرند بصورت بذری کشت شدند، امکان مقایسه مستقیم صفات رویشی آن‌ها با یکدیگر نبود. بنابراین از شاخص پایداری عملکرد (YSI) با فرمول زیر برای مقایسه آن‌ها استفاده گردید (Bouslama and Schapaugh., 1984):

$$YSI = \frac{Ys}{Yp}$$

که در این رابطه، Ys و Yp به ترتیب عملکرد (در اینجا وزن خشک اندام هوایی یا کل ماده خشک تولیدی) در شرایط تنش و در شرایط مطلوب برای هر پایه می‌باشند. در نهایت تجزیه آماری اطلاعات بدست‌آمده تحقیق با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها با روش آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات رویشی و روابط آبی دانهال‌های بادامی زرند

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) نشان داد که در تمام صفات مورد بررسی دورهای آبیاری ۴ و ۸ روز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و نتایج کاملا مشابهی را نشان دادند. اما افزایش دور آبیاری به ۱۲ و ۱۶ روز، تمامی این صفات را بطور معنی‌داری تحت تاثیر تنش خشکی قرار داد. ضمن اینکه در صفات تغییرات ارتفاع نهال، سطح برگ، وزن خشک ساقه و بهره‌وری مصرف آب گیاه، بین دو دور آبیاری ۱۲ و ۱۶ روز نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ولی اختلاف بین تیمارهای با دور آبیاری ۴ و ۸ روز، معنی‌دار نبود.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفات رویشی و روابط آبی دانهال‌های پسته بادامی زرند.

دور آبیاری (روز)	صفات مورد مطالعه						
	تغییرات ارتفاع ساقه نهال (cm)	سطح برگ (dm^2)	وزن خشک برگ (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	محتوای نسبی آب برگ (٪) RWC	بهره‌وری مصرف آب گیاه (mg/cm^3) WUP
۴	۱۱/۳۵ a	۴/۰۴ a	۲/۲۰ a	۱/۷۸ a	۳/۲۴ a	۸۶/۵۵ a	۰/۳۰۱ a
۸	۱۱/۴۰a	۴/۰۶a	۲/۱۹ a	۱/۷۳ a	۳/۲۱ a	۸۶/۲۹ a	۰/۲۹۰ a
۱۲	۹/۲۳ b	۳/۲۴ b	۱/۶۵ b	۱/۱۸ b	۲/۳۸ b	۷۷/۲۳ b	۰/۲۴۴ b
۱۶	۶/۹۸ c	۲/۸۳ c	۱/۵۴ b	۱/۰۲ c	۲/۰۰ b	۷۴/۸۴ b	۰/۲۲۱ c

*در هر ستون، میانگین های با حروف مشترک، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

صفات رویشی و روابط آبی نهال‌های UCB-1

مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفات رویشی و روابط آبی نهال‌های UCB-1 انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. در تمام صفاتی که اثر پایه معنی‌دار شد (غیر از وزن خشک ریشه و بهره‌وری مصرف آب گیاه)، پایه UCB-1 کشت‌بافتی بر پایه UCB-1 بذری برتری داشت. در بحث اثر دور آبیاری بر صفات رویشی و روابط آبی نهال‌های پایه UCB-1، در تمام صفات مورد بررسی، دور آبیاری ۴ روز اختلاف معنی‌داری با بقیه دورهای آبیاری داشت و افزایش دور آبیاری به ۸، ۱۲ و ۱۶ روز، تمامی این صفات را بطور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد. همچنین، تمام صفات رویشی و روابط آبی گیاه، به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثر متقابل پایه و سطوح تنش خشکی (دور آبیاری) قرار گرفتند. ضمن اینکه در اغلب این شاخص‌ها، مقدار اثر منفی ناشی از افزایش تنش خشکی (دور آبیاری) بر پایه UCB-1 بذری، بیش‌تر از نوع کشت‌بافتی آن می‌باشد. به عبارت دیگر نتایج بدست‌آمده، بیان‌گر حساسیت بیشتر پایه UCB-1 بذری نسبت به نوع کشت‌بافتی آن می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفات رویشی و روابط آبی نهال‌های یکساله UCB-1.

عامل تغییر	سطح عامل تغییر	صفات مورد مطالعه						
		تغییرات ارتفاع ساقه نهال (cm)	سطح برگ (dm^2)	وزن خشک برگ (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	محتوای نسبی آب برگ (٪) RWC	بهره‌وری مصرف آب گیاه (mg/cm^3) WUP
پایه UCB-1	کشت‌بافتی (T)	۲۰/۸ a	۱۳/۱ a	۵/۶۶ a	۹/۴۳ a	۱۰/۳۱ b	۶۶/۱ a	۰/۷۰۱ b
	بذری (S)	۵/۱ b	۶/۵ b	۳/۵۸ b	۹/۲۰ a	۱۷/۲۱ a	۶۴/۵ a	۰/۷۳۹ a
دور آبیاری (روز)	۴	۱۶/۴ a	۱۲/۴ a	۵/۹۶ a	۱۱/۲۶ a	۱۷/۲۹ a	۷۰/۶ a	۰/۷۷۹ a
	۸	۱۳/۸ b	۱۰/۶ b	۴/۸۶ b	۱۰/۲۴ b	۱۵/۱۹ b	۶۶/۶ b	۰/۶۹۴ bc
	۱۲	۱۱/۶ c	۹/۰ c	۴/۱۳ c	۸/۰۶ c	۱۲/۴۵ c	۶۲/۴ c	۰/۷۲۰ b
	۱۶	۱۰/۱ d	۷/۳ d	۳/۵۳ d	۷/۷۰ c	۱۰/۱۲ d	۶۱/۸ c	۰/۶۶۹ c
اثر متقابل پایه و دور آبیاری	$T_۴$	۲۵/۱ a	۱۶/۳ a	۷/۷ a	۱۱/۵ a	۱۲/۷ d	۷۰/۳ a	۰/۷۵۹ ab
	$T_۸$	۲۲/۱ b	۱۴/۸ b	۵/۸ b	۱۰/۴ b	۱۱/۸ e	۶۸/۵ a	۰/۶۴۲ d
	$T_{۱۲}$	۱۹/۳ c	۱۱/۷ c	۴/۷ c	۸/۲ c	۹/۹ f	۶۲/۱ bc	۰/۷۱۷ bc
	$T_{۱۶}$	۱۷/۰ d	۹/۶ d	۴/۴ cd	۷/۷ c	۶/۹ g	۶۳/۷ b	۰/۶۷۹ cd
	$S_۴$	۷/۸ e	۸/۴ e	۴/۲ cd	۱۱/۰ ab	۲۱/۹ a	۷۰/۸ a	۰/۷۹۰ a
	$S_۸$	۵/۶ f	۶/۵ f	۳/۹ de	۱۰/۱ b	۱۸/۶ b	۶۴/۷ b	۰/۷۶۷ ab
	$S_{۱۲}$	۴/۰ g	۶/۳ f	۳/۵ e	۸/۰ c	۱۵/۰ c	۶۲/۶ bc	۰/۷۲۳ bc
	$S_{۱۶}$	۳/۲ g	۴/۹ g	۲/۷ f	۷/۷ c	۱۳/۳ d	۵۹/۹ c	۰/۶۶۲ cd

- در هر ستون مربوط به هر عامل تغییر، میانگین‌های با حروف مشترک، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.
- در تیمارهای اثر متقابل T و S به ترتیب مربوط به پایه‌های UCB-1 کشت‌بافتی (Tissue Culture) و بذری (Seedling) و اندیس‌های آن‌ها مربوط به دور آبیاری (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز) می‌باشند.

از شاخص‌های روابط آبی نهال‌های پسته، محتوای نسبی آب برگ (RWC) در هر دو نهال UCB-1 کشت‌بافتی و بذری تحت تاثیر افزایش دور آبیاری قرار گرفتند، ولی در اغلب موارد در دورهای آبیاری متناظر، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در این پارامتر هم نهال‌های بذری حساسیت بیشتری به تنش خشکی نشان دادند، به طوریکه دور آبیاری ۴ و ۸ روز هم با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در خصوص شاخص بهره‌وری مصرف آب گیاه (WUP) نیز نتایج نسبتا مشابهی بین دو پایه و در دورهای آبیاری متناظر بدست آمد. تنها در دور آبیاری ۸ روز در پایه UCB-1 کشت‌بافتی، مقدار WUP کاهش معنی‌داری با مقدار این شاخص در پایه UCB-1 بذری داشت.

مقایسه شاخص پایداری عملکرد نهال‌های پسته پایه بادامی زرند با پایه‌های UCB-1 کشت‌بافتی و بذری

به منظور ارزیابی پایه‌های مختلف از نظر مقاومت و حساسیت به تنش‌های مختلف نظیر خشکی، شوری و ... از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. در این پروژه، با توجه به اینکه نهال‌های UCB-1 بذری و کشت‌بافتی یک‌ساله بوده ولی دانهال‌های بادامی زرند بصورت بذری کشت شدند و از طرفی اساسا به دلیل اختلاف در خصوصیات مورفولوژیک این دو پایه، امکان مقایسه مستقیم صفات رویشی آن‌ها با یکدیگر نبود، بنابراین از شاخص پایداری عملکرد (YSI) برای مقایسه آن‌ها استفاده گردید. این شاخص در واقع نسبت عملکرد در شرایط تنش به عملکرد در شرایط مطلوب، برای هر پایه می‌باشد و میزان تاثیرپذیری هر پایه در شرایط تنش را نسبت به شرایط بدون تنش برای ما مشخص می‌کند. با توجه به اینکه این تحقیق یک کار گلخانه‌ای بود، وزن خشک اندام هوایی و وزن کل ماده خشک تولیدی در دو شرایط مطلوب و تنش به عنوان عملکرد نهال در نظر گرفته شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- مقایسه شاخص پایداری عملکرد (YSI) پایه‌های مختلف پسته تحت تنش خشکی.

پایه	دور آبیاری (روز)	وزن خشک اندام هوایی برای هر پایه		شاخص پایداری عملکرد	وزن کل ماده خشک تولیدی برای هر پایه		شاخص پایداری عملکرد
		Yp (gr)	Ys (gr)	YSI_1=Ys/Yp	Yp (gr)	Ys (gr)	YSI_2=Ys/Yp
بادامی زرند	۴	۳/۹۸	۳/۹۸	۱	۷/۲۲	۷/۲۲	۱
	۸	۳/۹۸	۳/۹۲	۰/۹۸۴	۷/۲۲	۷/۱۲	۰/۹۸۶
	۱۲	۳/۹۸	۲/۸۳	۰/۷۱۱	۷/۲۲	۵/۲۱	۰/۷۲۱
	۱۶	۳/۹۸	۲/۵۶	۰/۶۴۳	۷/۲۲	۴/۵۶	۰/۶۳۱
UCB-1 کشت بافتی	۴	۱۹/۲۱	۱۹/۲۱	۱	۳۱/۹۲	۳۱/۹۲	۱
	۸	۱۹/۲۱	۱۶/۲۴	۰/۸۴۵	۳۱/۹۲	۲۷/۹۹	۰/۸۷۷
	۱۲	۱۹/۲۱	۱۲/۹۰	۰/۶۷۲	۳۱/۹۲	۲۲/۷۹	۰/۷۱۴
	۱۶	۱۹/۲۱	۱۲/۰۱	۰/۶۲۵	۳۱/۹۲	۱۸/۹۰	۰/۵۹۲
UCB-1 بذری	۴	۱۵/۲۲	۱۵/۲۲	۱	۳۷/۰۹	۳۷/۰۹	۱
	۸	۱۵/۲۲	۱۳/۹۶	۰/۹۱۸	۳۷/۰۹	۳۲/۶۰	۰/۸۷۹
	۱۲	۱۵/۲۲	۱۱/۴۹	۰/۷۵۵	۳۷/۰۹	۲۶/۵۰	۰/۷۱۵
	۱۶	۱۵/۲۲	۱۰/۴۵	۰/۶۸۷	۳۷/۰۹	۲۳/۷۹	۰/۶۴۱

*وزن خشک اندام هوایی شامل مجموع وزن خشک ساقه و برگ، و وزن کل ماده خشک تولیدی شامل مجموع وزن خشک ریشه، ساقه و برگ می‌باشد.

در این جدول YSI_1 و YSI_2 به ترتیب شاخص پایداری عملکرد بر اساس وزن خشک اندام هوایی (وزن خشک برگ و ساقه) و وزن کل ماده خشک تولیدی (وزن خشک برگ، ساقه و ریشه) می‌باشند. نتایج نشان داد که تا دور آبیاری ۸ روز پایه بادامی زرند با شاخص‌های پایداری عملکرد ۰/۹۸۴ و ۰/۹۸۶، نسبت به پایه‌های UCB-1، وضعیت بهتری داشت. ضمن اینکه در دور ابیاری ۸ روز، YSI_1 پایه UCB-1 بذری بهتر از پایه کشت‌بافتی بود. با افزایش دور آبیاری به ۱۲ و ۱۶ روز، مقادیر شاخص عملکرد در هر سه پایه، تفاوت چندانی نداشت.

این نتایج در حالتی بدست آمد که نهال‌های پایه بادامی زرند بصورت دانهال و بذری بودند، در حالی که پایه‌های UCB-1 در هر دو نوع کشت‌بافتی و بذری، یک‌ساله بودند و قاعدتا با توجه به سن و اندازه نهال، می‌بایست از مقاومت بیشتری نسبت به دانهال‌های پسته بادامی زرند برخوردار باشند. در حالی که این چنین نبود. بنابراین نتایج از مقاومت نسبی بیش‌تر پایه بادامی زرند نسبت به پایه‌های UCB-1 کشت‌بافتی و بذری، حکایت می‌کند. در مجموع پایه بادامی زرند نسبت به پایه‌های UCB-1، بطور معنی‌داری از مقاومت به خشکی بیشتری برخوردار بود. ضمن اینکه در بین پایه‌های UCB-1، نوع کشت‌بافتی آن نسبت به نوع بذری، پاسخ بهتری نسبت به سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد.

منابع

مالکی کوهبنانی، اعظم و کریمی، حمیدرضا. ۱۳۹۲. ارزیابی پایه‌های پسته و دورگه بین‌گونه‌ای آتلانتیکا × ورا × (*Pistacia vera* *Pistacia atlantica*) به تنش خشکی. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۴(۱): ۸۱–۹۳.

هاشمی‌نسب، حجت و آفروشه، مریم. ۱۳۹۷. دستنامه معرفی پایه‌ها و ارقام پسته آمریکا و مقایسه آن با شرایط ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، ۶۲ صفحه.

Bagheri, V., Shamshiri, M.H., Shirani, H. and Roosta, H.R. 2011. Effect of mycorrhizal inoculation on ecophysiological responses of pistachio plants grown under different water regimes. Photosynthetica, 49: 531–538.

Bouslama, M. and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24: 933–937.

Karkanis, A., Bilalis, D. and Efthimiadou, A. 2011. Architectural plasticity, photosynthesis and growth responses of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus) plants to water stress in a semi-arid environment. Australian Journal of Crop Science, 5(4): 369–374.

Moriana, A., Memmi, H., Centeno, A., Martín-Palomo, M.J., Corell, M., Torrecillas, A. and Pérez-López, D. 2018. Influence of rootstock on pistachio (*Pistacia vera* L. cv. Kerman) water relations. Agricultural Water Management, 202: 263–270.

Yamasaki, S. and Dillenburg, L.R. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 11: 69–75.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Comparison of UCB-1 (tissue culture and seedling) and Badami Zarand pistachio rootstocks to drought stress based on growth indices

Nasser Sedaghati[1*], Seyed Javad Hosseinifard[1], Hojjat Hasheminasab[1] and Mohammad Reza Nikouei Dastjerdi[1]

1.Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

Corresponding Author: nsedaghati2010@gmail.com

Abstract

This Research was carried out with the aim of evaluating the drought resistance of UCB-1 rootstock of seedling and tissue culture and comparing it with Badami Zarand seedling rootstock. In the case of UCB-1 rootstocks, research with pistachio rootstock factor at two levels (seedling and tissue culture) and irrigation frequency factor at four levels (4, 8, 12 and 16 days) in a randomized complete block design with four replications. In the case of Badami Zarand seedling rootstock, the experiment was performed by applying an irrigation cycle with the above four levels in a randomized complete block design. Drought stress was applied in each irrigation cycle based on field capacity and by weight method. At the end of the experiment, vegetative characteristics and some of water parameters of the plant, were measured. Yield Stability Index (YSI) was used to compare Badami Zarand seedling with one-year seedling and tissue culture of UCB-1 rootstock. Statistical analysis of research data was performed using MSTATC software and mean data were compared by LSD test method. The results showed that in Badami Zarand rootstock, increasing the irrigation cycle from 4 days to 8 days did not have a significant negative effect on any of the studied traits. In some indicators such as leaf and root dry weight, relative leaf water content (RWC) and leaf water use productivity (WUP_L), no significant difference was observed between 12 and 16-day irrigation periods. In the case of UCB-1 rootstock in both tissue culture and seedling, even at mild stress (irrigation cycle of 8 days), negative effects of stress were observed compared to normal conditions (irrigation cycle of 4 days). In most of the studied traits, tissue culture UCB-1 rootstock was less affected by the negative effects of increasing irrigation frequency than the seedling type. In terms of yield stability index (YSI) up to 8 days' irrigation period, Badami Zarand rootstock was relatively superior to UCB-1 rootstocks, but at higher irrigation periods, no significant difference was observed between any of the rootstocks. In general, Badami Zarand rootstock had significantly more drought resistance than UCB-1 rootstocks.

Keywords: Pistachio rootstock, Water parameters of the plant, Stress index, Field capacity.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

بررسی پتانسیل گوگرد معدنی بر بهبود شاخص‌های رشد، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای نهال‌های پسته‌ی رقم بادامی زرند مبتلا به پوسیدگی آرمیلاریایی در شرایط گلخانه

معصومه حقدل[1*]، امیرحسین محمدی[1] ، بهمن پناهی [1]و مهدی محمدی مقدم[2]

۱-پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

*نویسنده مسئول: *m-haghdel@pri.ir*

چکیده

با گسترش سطح زیرکشت پسته، خسارت ناشی از تنش‌های زیستی و غیر زیستی بیشتر شده است. پوسیدگی آرمیلاریایی یکی از مهمترین تنش‌های زیستی بوده که می‌تواند موجب مرگ و میر گسترده درختان در باغ‌های پسته گردد. گوگرد به عنوان یک ماده کم خطر و ایمن، علاوه بر خاصیت قارچکشی، با افزایش مقاومت گیاهان، در کاهش خسارت بیماری‌ها و تولید محصول سالم نقش دارد. در این پژوهش، تاثیر سه غلظت گوگرد معدنی بر بهبود شاخص‌های رشد، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای نهال‌های پسته‌ی رقم بادامی زرند مبتلا به پوسیدگی آرمیلاریایی در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت. سه غلظت ۲، ۴ و ۸ درصد گوگرد معدنی در دو زمان قبل و بعد از مایه‌زنی نهال‌ها با *Armillaria mellea* (Am)، به خاک گلدان‌ها اضافه شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ای کاملاً تصادفی با ۵ تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که غلظت‌های ۴ و ۸ درصد گوگرد معدنی می‌توانند باعث افزایش ویژگی‌های رشدی، غلظت کلروفیل‌ها و عناصرغذایی در اندام هوایی نهال‌های پسته گردند که این افزایش در غلظت ۸ درصد اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان داد. همچنین غلظت ۸ درصد گوگرد در تیمار گوگرد قبل از بیمارگر، توانست کلیه صفات به استثنای غلظت مس را در نهال‌های پسته با اختلاف معنی‌دار نسبت به تیمار بیمارگر (Am) افزایش دهد. تیمارهای گوگرد بعد از بیمارگر هیچگونه تاثیری بر صفات اندازه گیری شده در مقایسه با شاهد و تیمار بیمارگر (Am) نداشتند. در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاربرد غلظت ۸ درصد گوگرد معدنی قبل از حضور *A. mellea*، می‌تواند باعث بهبود خصوصیات رشدی، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای نهال‌های پسته رقم بادامی زرند مبتلا به پوسیدگی آرمیلاریایی گردد.

واژه‌های کلیدی: بیماری‌های خاکزاد، سولفور، عناصر ماکرو و میکرو، قارچ عسلی، کنترل غیرشیمیایی.

مقدمه

پسته یکی از مهمترین محصولات باغبانی و خشکباری در ایران بوده که در میان صادرات غیرنفتی اهمیت ویژه‌ای دارد. شناخت عوامل موثر بر تولید پایدار جهت حفظ و افزایش سهم ایران در بازارهای بین المللی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. عوامل بیماریزا از مهمترین عوامل محدود کننده تولید پسته می‌باشند که با ایجاد خسارت در درختان پسته، چالشی جدی در مسیر توسعه آن به وجود می‌آورند (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از این بیماری‌ها، پوسیدگی آرمیلاریایی طوقه و ریشه پسته می‌باشد که عامل آن قارچ *Armillaria mellea* است. علائم بارز این بیماری در درختان پسته به صورت کاهش رشد، زردی وکوچک شدن برگ‌ها، خشکیدگی سرشاخه‌ها، مرگ تدریجی یا ناگهانی درختان، پوسیده شدن ریشه‌ها و صفحات میسلیومی بادبزنی شکل سفید در فاصله‌ی بین پوست و چوب، مشاهده می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۴۰۱). گوگرد عنصری، قدیمی‌ترین قارچکش ساخته دست بشر می‌باشد که سمیت زیادی برای بسیاری از قارچ‌های آسکومیست، بازیدیومیست و قارچ‌های ناقص دارد و اولین بار توسط فورسیت در سال ۱۸۰۲ میلادی برای کنترل بیماری‌ها توصیه گردید (Cooper and Williams, 2004). متابولیسم گوگرد در گیاهان موجب فعال شدن چندین مکانیزم موثر در گیاهان می‌شود که به واسطه این مکانیزم‌ها، گیاه توانایی مقابله با تنش‌های زنده و غیرزنده را بدست می‌آورد. استفاده از کودهای حاوی گوگرد با بهبود وضعیت سلامت

سیب‌زمینی، در کاهش آلودگی این محصول به *R. solanacearum* موثر می‌باشند (Klikocka et al., 2005). در مطالعه‌ی، بررسی غلظت‌های ۲، ۴ و ۸ گرم گوگرد بر کیلوگرم خاک نشان داد که تیمارهای گوگرد علاوه بر افزایش وزن خشک گندم تا ۲۵ درصد نسبت به شاهد، توانستند باعث کاهش شدت بیماری پاخوره گندم ناشی از قارچ *Gaeumannomyces tritici*، تا ۴۵ درصد در غلظت ۸ گرم گوگرد شوند (قدم خیر و همکاران، ۱۳۹۸). کاربرد غلظت‌های مختلف گوگرد معدنی بر نهال‌های پسته رقم احمدآقایی مایه‌زنی شده با (Vd) *Verticillium dahliae* در شرایط گلخانه، نشان داد که استفاده از غلظت ۸ درصد گوگرد معدنی قبل از استقرار بیمارگر، می‌تواند با بهبود خصوصیات رشدی، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای نهال‌های پسته، باعث کاهش شدت پژمردگی ورتیسلیومی در نهال‌های پسته در شرایط گلخانه گردد (Haghdel et al., 2025). با توجه به نقش گوگرد به عنوان یک ترکیب سازگار با محیط زیست و اهمیت پوسیدگی آرمیلاریایی به عنوان یکی از چالش‌های باغ‌های پسته، در این پژوهش سعی گردید تا برای اولین بار تاثیر غلظت‌های ۲، ۴ و ۸ درصد گوگرد معدنی به صورت کاربرد خاکی بر شاخص‌های رشدی، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای نهال‌های پسته‌ی رقم بادامی زرند مبتلا به پوسیدگی آرمیلاریایی در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تهیه جدایه و مایه‌ی تلقیح *Armillaria mellea*

برای انجام این تحقیق از جدایه *Armillaria mellea* موجود در کلکسیون آزمایشگاه بیماری‌شناسی پژوهشکده پسته با شماره دسترسی OL377893 در بانک ژن، روی محیط کشت سیب زمینی-دکستروز-آگار استفاده شد. برای تهیه مایه تلقیح بیمارگر از روش تغییر یافته بوم گارتنر و ریزو (۲۰۰۶) و سرشاخه های جوان درختان سیب استفاده شد (Baumgartner and Rizzo, 2006).

اعمال تیمارهای گوگرد و مایه‌زنی نهال‌ها با (Am) *Armillaria mellea*

الف) تیمار گوگرد معدنی قبل از بیمارگر (گوگرد +Am)

دراین تیمار، بذر پسته‌ی رقم بادامی زرند، در گلدان‌هایی دو کیلوگرمی حاوی خاک بکر و ماسه بادی (۱:۱) که با ۲، ۴ و ۸ درصد (وزنی/وزنی) گوگرد معدنی مخلوط شده بودند، کاشته شد. بعد از ۳ ماه، در ته گلدان‌های چهار کیلوگرمی، یک لایه ۳ تا ۴ سانتیمتری از بستر کاشت مخلوط شده با غلظت های ۲، ۴ و ۸ درصد گوگرد معدنی ریخته شده و روی آن به ازاء هر نهال، ۲ عدد سرشاخه سیب کلنیزه شده با *A. mellea* گذاشته شد. سپس نهال‌ها به همراه خاک اطراف ریشه آنها از گلدان‌های اولیه، خارج و به گلدان‌های چهار کیلوگرمی منتقل گردیدند.

ب) تیمار گوگرد معدنی بعد از بیمارگر(Am+ گوگرد)

در این تیمار، بذر پسته‌ی رقم بادامی زرند، در گلدان‌های دو کیلوگرمی حاوی خاک بکر-ماسه بادی (۱:۱)، بدون گوگرد معدنی کاشته شده و به مدت سه ماه در گلخانه نگهداری شدند. سپس در ته گلدان‌های چهار کیلوگرمی، یک لایه ۳ تا ۴ سانتیمتری از بستر کاشت بدون گوگرد معدن زرکوه ریخته شد و روی آن به ازاء هر نهال ۲ عدد سرشاخه سیب کلنیزه شده با *A. mellea* گذاشته شد. نهال‌ها به همراه خاک اطراف ریشه از گلدان‌های اولیه خارج شده و به گلدان‌ها ۴ کیلوگرمی منتقل شدند. بعد از گذشت سه هفته، غلظت‌های ۲، ۴ و ۸ درصد

(وزنی/وزنی) گوگرد معدنی با خاک رویی گلدان‌ها (به عمق ۱۵ سانتی متر) مخلوط شده و آبیاری گلدان‌ها با آب شهری انجام شد. در طول آزمایش، دمای گلخانه در محدوده ۴ ± ۲۵ درجه سلسیوس و میزان روشنایی ۶۰۰۰ لوکس تنظیم گردید

برداشت گیاهان و بررسی خصوصیات رویشی

نه ماه پس از کاشت بذرها و ظهور نشانه‌های بیماری مانند پژمردگی و تشکیل لایه‌های سفید رنگ میسلیومی زیر پوست ناحیه طوقه در تیمار بیمارگر (گلدان‌های مایه‌زنی شده با *A. mellea* به تنهایی)، برداشت گیاهان انجام شد. اندازه گیری صفات رویشی بر اساس روش جمالی و همکاران (۱۴۰۱) انجام شد. غلظت کلروفیل‌های a، b و کل با استفاده از اسپکتروفتومتر (Lichtenthaler, 1987) و غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف در اندام هوایی نهال‌ها، به روش خاکستر خشک (dry ashing) و هضم به وسیله اسید کلریدریک (۳ نرمال) انجام گرفت (امامی، ۱۳۷۵).

آنالیز آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ای کاملا تصادفی با ۵ تکرار اجرا شد. آنالیز داده‌ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در غیاب بیمارگر (Am)، غلظت‌های ۴ و ۸ درصد گوگرد معدنی، توانستند خصوصیات رشدی شامل وزن خشک اندام هوایی، ریشه، سطح برگ، ارتفاع نهال‌ها، غلظت کلروفیل‌ها و شاخص کلروفیل را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش دهند که در میان این دو تیمار، غلظت ۸ درصد گوگرد معدنی، کلیه صفات فوق را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۱). در کلیه تیمارهای گوگرد بعد از بیمارگر (Am+ گوگرد) ، افزایش معنی‌داری در خصوصیات رشدی نهال‌ها، غلظت کلروفیل‌ها و شاخص کلروفیل نسبت به تیمار بیمارگر (Am)، مشاهده نگردید (جدول ۱).

جدول ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف گوگرد معدنی روی ویژگی‌های رشدی نهال‌های پسته و غلظت کلروفیل‌های a، b، a+b در دو زمان قبل و بعد از مایه‌زنی با *Armillaria mellea* (Am)

	تیمار	وزن خشک اندام هوایی (gr /pot)	وزن خشک ریشه (gr /pot)	سطح برگ Cm^2/ pot	ارتفاع نهال‌ها (cm)	غلظت کلروفیل a*	غلظت کلروفیل b	غلظت کلروفیل a+b
گوگرد بدون بیمارگر	شاهد	۵/۸ cd*	۲/۱ bcd	۱۱۱/۶ c	۲۷/۸ c	۱/۷۳ cd*	۱/۴۸bc	۳/۲۱ d
	گوگرد ۲ درصد	۶/۱۴ bc	۲/۲۳ bc	۱۱۵/۴ bc	۲۹ bc	۱/۹ bc	۱/۵۲ b	۳/۳۸ cd
	گوگرد ۴ درصد	۶/۷۸ ab	۲/۴۸ b	۱۲۲ ab	۳۰/۸ ab	۲/۳ ab	۱/۹ ab	۳/۹۸ b
	گوگرد ۸ درصد	۶/۹۸ a	۳/۰۲ a	۱۲۷/۸ a	۳۲/۴ a	۲/۶ a	۲/۲۲ a	۴/۷۸ a
بیمارگر	*Armillaria mellea* (Am)	۳/۰۴ f	۱/۵ e	۸۶/۸ d	۲۲/۸ de	۰/۷۶ e	۰/۵۲ d	۱/۲۸ f
گوگرد قبل از بیمارگر	گوگرد ۲ درصد+Am	۳/۱۴ f	۱/۷۴ cde	۹۲ d	۲۴/۶ d	۰/۹ e	۰/۵۲ d	۱/۳۶ f
	گوگرد ۴ درصد+Am	۴/۵۸ e	۱/۹۲ cde	۹۵/۲ d	۲۵/۲ d	۱/۵۴ cd	۱/۰۸ c	۲/۵۸ e
	گوگرد ۸ درصد+Am	۵/۳۸ d	۲/۲۴ bc	۱۱۰/۸ c	۲۷/۷۸ c	۱/۸۶ bc	۱/۶۲ b	۳/۷۸ bc
بعد از	Am+ گوگرد ۲ درصد	۳/۰۸ f	۱/۵۹e	۸۹ d	۲۱/۶ e	۰/۷ e	۰/۳۶ d	۱/۱۶ f

Am+ گوگرد ۴ درصد	۳/۳۸ f	۱/۷۲ de	۹۱/۲ d	۲۳/۲ de	۱/۰۲ e	۰/۴۳ d	۱/۳۸ f
Am+ گوگرد ۸ درصد	۳/۶ f	۱/۸۴ cde	۹۵/۶ d	۲۳/۹۸ de	۱/۱ de	۰/۶۲ d	۱/۵۸ f

*در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
* واحد هر سه غلظت کلروفیل ، میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ می باشد

بهبود وضعیت صفات رویشی نهال‌های پسته آلوده به قارچ ورتیسیلیوم درغلظت‌های مختلف گوگرد (Haghdel et al., 2025). افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی گندم در حضور بیمارگر Gaeumannomyces tritici عامل بیماری پاخوره گندم و غلظت‌های مختلف گوگرد عنصری همراه باکتری تیوباسیلوس (قدم خیر و همکاران، ۱۳۹۸) و افزایش ۳۶ و ۱۱۴ درصدی وزن خشک شاخساره و میزان محصول خیار در حضور نماتد Meloidogyne incognita و غلظت‌های مختلف گوگرد عنصری در خاک (رومیانی و همکاران، ۱۳۹۵) از جمله مواردی هستند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

گزارش‌های متعددی وجود دارد که نشان می‌دهدکاربرد گوگرد، باعث افزایش غلظت عناصر غذایی در گیاهان مختلف می‌شود. در این پژوهش نیز غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف در اندام هوایی نهال‌های پسته به استثنای مس، در غلظت‌های ۴ و ۸ درصد گوگرد در غیاب بیمارگر (Am)، افزایش نشان داد و در غلظت ۸ درصد گوگرد این افزایش در مقایسه با گیاهان شاهد معنی‌دار ($p<0.01$) بود (جدول ۲). در تیمار گوگرد قبل از بیمارگر (گوگرد+Am)، غلظت ۴ درصد گوگرد معدنی توانست تنها باعث بهبود وضعیت و افزایش معنی‌دار صفاتی مانند وزن خشک اندام هوایی، غلظت کلروفیل‌ها، پتاسیم، منیزیوم، روی و منگنز در مقایسه با تیمار بیمارگر (Am) گردد، در حالیکه در غلظت ۸ درصد گوگرد معدنی قبل از بیمارگر، کلیه صفات اندازه گیری شده (به استثنای غلظت مس) افزایش معنی‌دار نسبت به تیمار بیمارگر (Am) داشتند (جدول ۲).

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد گوگرد معدنی در غلظت ۸ درصد و قبل از حضور *A. mellea* می‌تواند علاوه بر کاهش درصد مرگ و میر نهال‌ها، باعث بهبود وضعیت صفات رویشی، تغذیه‌ای و بیوشیمیایی نهال‌های پسته گردد.

جدول ۲-تاثیر غلظت‌های مختلف گوگرد معدنی بر غلظت عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در اندام هوایی نهال‌های پسته در دو زمان قبل و پس از مایه‌زنی با (Am) *Armillaria mellea*

	تیمار	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)
	شاهد	۱/۵۱ b*	۰/۱۶bcd	۱/۵۳ cde	۲/۴۲ c	۰/۷۷ c	۱۴/۹۴ b*	۷۸/۲b	۲۳/۳ cd	۶/۲۲ a
گوگرد بدون بیمارگر	گوگرد ۲ درصد	۱/۵۴ ab	۰/۱۷ bc	۱/۶۱ bcd	۲/۵۵ bc	۰/۸۲ c	۱۵/۲۶ b	۷۸/۶۶ ab	۲۵/۱۴ bc	۶/۰۸ a
	گوگرد ۴ درصد	۱/۶۲ ab	۰/۲۴ ab	۱/۸۹ ab	۲/۶۹ ab	۱ ab	۱۷/۸۲ a	۸۰/۷۸ ab	۲۷/۷۸ ab	۶/۳۸ a
	گوگرد ۸ درصد	۱/۸ a	۰/۲۷ a	۲/۱۹ a	۲/۸۹ a	۱/۰۱ a	۱۹/۷ a	۸۴/۸۲ a	۲۹/۳ a	۶/۷ a
بیمارگر	*Armillaria mellea* (Am)	۰/۹۵ d	۰/۰۸ d	۱/۰۲ g	۱/۶۲ e	۰/۵۵ d	۸/۶ e	۳۴/۲ d	۷/۴ f	۳/۴۴ b
گوگرد قبل از بیمارگر	گوگرد ۲ درصد+Am	۱/۰۷ d	۰/۰۹ cd	۱/۱۶ fg	۱/۵۸ e	۰/۶۲ d	۹/۲۴ e	۳۵/۷۸ d	۸/۷۲ f	۳/۷۲ b
	گوگرد ۴ درصد+Am	۱/۱۹ cd	۱/۰۸ cd	۱/۴ def	۱/۷۶ e	۰/۷۹ c	۱۱/۷۸ cd	۳۹/۵۰ d	۱۳/۳۲ e	۴/۰۸ b
	گوگرد ۸ درصد+Am	۱/۴۲ bc	۰/۱۷ bc	۱/۷۸ bc	۲/۰۵ d	۰/۸۸ bc	۱۳/۶ bc	۴۸/۸۴ c	۱۹/۷۶ d	۴/۱۸ b
گوگرد بعد از	Am+ گوگرد ۲ درصد	۰/۹۲ d	۰/۰۸ d	۰/۹۴ g	۱/۵۵ e	۰/۵۴ d	۹/۱۲ e	۳۵/۱۰ d	۸/۲۲ f	۳/۷ b
	Am+ گوگرد ۴ درصد	۰/۹۶ d	۰/۰۹ cd	۱/۱۱ fg	۱/۶۱ e	۰/۵۷ d	۹/۸۴ de	۳۵/۲۴ d	۸/۶۸ f	۳/۸۴ b

Am+ گوگرد ۸ درصد	۱/۰۸ d	۰/۱۲ cd	۱/۲۲ efg	۱/۷۳ e	۰/۶۳ d	۱۰/۳۲ de	۳۶/۳۴ d	۱۰/۷۸ ef	۴/۱۴ b

*در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

منابع

اسماعیل‌پور، ع.، امامی، ی.، بصیرت، م.، تاج‌آبادی‌پور، ع.، حسینی‌فرد، س.ج.، حقدل، م.، حکم‌آبادی، ح.، شاکر اردکانی، ا.، صداقت، ر.، صداقتی، ن.، علوی، س.ح.، محمدی، ا.ح. و هاشمی‌راد، ح. ۱۳۹۹. پسته ایران. نشر آموزش و ترویج کشاورزی، ۴۰۵ صفحه.

امامی، عاکفه. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۹۸۲، ۱۲۸ صفحه.

جمالی پاقلعه، س.، رادمان، ن.، محمدی، ا.ح.، پیرنیا، م. و طاهری، ع. ۱۴۰۱. تأثیر مایه‌زنی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار بر پژمردگی ورتیسیلیومی دو پایه پسته احمدآقایی و بادامی زرند: ویژگی‌های رشدی، تغذیه‌ای و بیوشیمیایی. دانش گیاهپزشکی ایران، ۵۳(۲): ۲۳۹–۲۵۴.

رومیانی، م.، کارگر بیده، ا.، حمزه زرقانی، ح. و بنی‌هاشمی، ض. ۱۳۹۵. تأثیر گل گوگرد بر فعالیت نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne incognita* در خیار. بیماری‌های گیاهی، ۵۲(۱): ۸۵–۹۸.

قدم‌خیر، م.، عباسی، س.، شریفی، ر. و فاطمی، ا. ۱۳۹۸. نقش تغذیه گوگرد و مایه‌زنی با باکتری تیوباسیلوس در مهار بیماری پاخوره گندم ناشی از *Gaeumannomyces tritici*. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۳(۴): ۳۷۵–۳۸۶.

محمدی، ا.ح.، حقدل، م.، میرابوالفتحی، م. و علایی، ح. ۱۴۰۱. بیماری پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه در باغ‌های پسته. دانش بیماری‌شناسی گیاهی، ۱۱(۲): ۹۲–۱۰۲.

Baumgartner, K. and Rizzo, D.M. 2006. Relative resistance of grapevine rootstocks to Armillaria root disease. American Journal of Enology and Viticulture, 57: 408–414.

Cooper, R.M. and Williams, J.S. 2004. Elemental sulphur as an induced antifungal substance in plant defence. Journal of Experimental Botany, 55(404): 1947–1953.

Haghdel, M., Mohammadi, A.H., Panahi, B. and Mohammadi-Moghadam, M. 2025. The effect of mineral sulfur as a safe compound on Verticillium wilt of pistachio seedlings under greenhouse condition. Journal of Chemical Health Risks, 15(3): 537–547.

Klikocka, H., Haneklaus, S., Bloem, E. and Schnug, E. 2005. Influence of sulfur fertilization on infection of potato tubers with Rhizoctonia solani and Streptomyces scabies. Journal of Plant Nutrition, 28(5): 819–833.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods in Enzymology, Vol. 148, pp. 350–382. Academic Press.

Evaluating the potential of mineral sulfur on improving growth, biochemical, and nutritional indices of pistachio seedlings cv. badami zarand infected with *Armillaria* rot under greenhouse conditions

Masoumeh Haghdel[1*], Amirhossein Mohammadi[1], Bahman Panahi[1] and Mehdi Mohammadi-Moghadam[2]
1. Pistachio Research Centre, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
2. Crop and Horticultural Science Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahroud), Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shahroud, Iran
[*]*Corresponding Author: m-haghdel@pri.ir*

Abstract

The expansion of pistachio cultivation areas has been accompanied by increased damage from both biotic and abiotic stresses. Among biotic stresses, Armillaria root rot is particularly destructive, capable of causing widespread tree mortality in pistachio orchards. Sulfur, as a low-risk and safe compound, not only exhibits fungicidal properties but also enhances plant resistance, thereby reducing disease damage and promoting healthy crop production. This study evaluated the effects of three concentrations of mineral sulfur (2, 4, and 8%) on growth, biochemical, and nutritional indices of pistachio seedlings (cv. Badami Zarand) infected with *A. mellea* under greenhouse conditions. The sulfur treatments were applied at two timings: before and after inoculation with the pathogen. The experiment was conducted as factorial in a completely randomized design with five replications. Results demonstrated that 4% and 8% mineral sulfur concentrations significantly improved growth characteristics, chlorophyll content, and nutrient concentrations in the aerial parts of pistachio seedlings. The 8% concentration showed statistically significant differences compared to the control. Notably, 8% sulfur applied before pathogen inoculation significantly enhanced all measured traits (except copper concentration) compared to pathogen treatment (Am). In contrast, sulfur applications after pathogen inoculation showed no significant effects on measured parameters compared to either control or pathogen treatments. The findings of the study indicate that application of 8% mineral sulfur prior to *A. mellea* infection can effectively improve growth, biochemical, and nutritional characteristics of pistachio seedlings (cv. Badami Zarand) affected by Armillaria root rot.

Keywords: Honey fungus, Macro and Micro elements, Non-chemical control, Soil-borne diseases, Sulfur.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی واکنش ارقام پسته به *Armillaria mellea* عامل پوسیدگی ریشه و طوقه پسته در شرایط گلخانه

معصومه حقدل[1*]، امیرحسین محمدی[1]، حجت هاشمی نسب علی‌آبادی [1] و مهدی محمدی مقدم[2]

۱- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی، منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

*نویسنده مسئول: *m-haghdel@pri.ir*

چکیده

پوسیدگی آرمیلاریایی یکی از بیماری های مخرب در باغ های پسته بوده که کنترل آن مشکل و هزینه‌بر می باشد. عامل بیماری علاوه بر ریشه، به طوقه درختان نیز حمله کرده و باعث مرگ و میر درختان می‌شود، بنابراین استفاده از ارقام مقاوم می‌تواند یکی از راهکارهای کاربردی و موثر برای کاهش پیشرفت پوسیدگی آرمیلاریایی درختان پسته باشد. در تحقیق حاضر واکنش ارقام پسته احمدآقایی، اکبری، امیر، ایتالیایی، بادامی سفید، بهار، چروک، رضایی زودرس، سرخس، شاهپسند، عباسعلی، فروتنی، فندقی۴۸، قزوینی، کریم آبادی، کله قوچی، کویر و ممتاز در مقابل *Armillaria mellea* ارزیابی گردید. طوقه نهال‌های پسته، با یک قطعه سرشاخه سیب کلونیزه شده با *A. mellea* مایه‌زنی شده و در گلخانه با دمای ۳±۲۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. نتایج نشان داد که ارقام اکبری و امیر به ترتیب به میزان ۵۰ و ۵۱ درصد کمترین میزان مرگ و میر را دارند که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد با سایر ارقام بودند. در مقابل ارقام کویر، فروتنی، فندقی ۴۸، ایتالیایی، سرخس، شاهپسند، رضایی زودرس و ممتاز به ترتیب با ۸۷، ۸۷، ۸۷، ۸۴، ۸۲، ۸۲ و ۸۲ درصد، بیشترین درصد مرگ و میر نهال‌ها را نشان دادند. در مجموع می‌توان گفت که طوقه دو رقم اکبری و امیر حساسیت نسبی کمتری در مقایسه با سایر ارقام در مقابل *A. mellea* داشته و در صورت استفاده از این ارقام، پیشرفت پوسیدگی آرمیلاریایی کندتر خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی بندکفشی، مقاومت نسبی، رایزومورف.

مقدمه

پسته با نام علمی *Pistacia vera* L. یکی از مهمترین محصولات باغی ایران بوده که در ۳۱ استان کشور کشت می‌شود. در سال ۱۴۰۲، سطح زیر کشت غیر بارور و بارور پسته به ترتیب حدود ۷۵ و ۶۰۰ هزار هکتار بوده که در مجموع ۴۳۹ هزار تن پسته تولید شده است. (معاونت آمارِ مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات،۱۴۰۲). پوسیدگی آرمیلاریایی با بیش از ۵۰۰ میزبان از گونه‌های گیاهی یک تهدید جدی با انتشار جهانی بوده که بیشترین خسارت آن در میزبان‌های مختلف، در مناطق معتدله و گرمسیر مشاهده می‌شود (Devkota and Hammerschmidt, 2020). کنترل شیمیایی، زراعی، بیولوژیکی به همراه استفاده از ارقام و پایه های مقاوم برای کنترل بیماری پیشنهاد شده اما همچنان کنترل پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه مشکل و پر هزینه می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۴۰۱). تحقیقات انجام شده در رابطه با مقاومت ارقام پسته به پوسیدگی آرمیلاریایی پسته بسیار محدود می باشد. بر اساس گزارش راب (۲۰۰۸)، *P. chinensis* به عنوان گونه مقاوم معرفی شده در حالی که هولتز و تویتدال (۲۰۱۶) پایه‌های*P. terebinthus* و UCB#1 را متحمل به آرمیلاریا و پایه های *P. atlantica*، *P. integerrima* و PG II را حساس به این بیماری معرفی نموده‌اند. با توجه به عدم وجود اطلاعات در زمینه مقاومت پایه های پسته در ایران به پوسیدگی آرمیلاریایی پسته، در تحقیق حاضر عکس العمل ۱۸ رقم پسته به *Armillaria mellea* در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

بذرهای ۱۸ رقم موجود در کلکسیون ارقام پژوهشکده پسته (جدول ۱) پس از جداکردن پوست چوبی، به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد ضدعفونی شده و سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند (جمالی پاقلعه و همکاران،۱۴۰۱). سپس بذرها به مدت یک شب در آب مقطر خیسانده شده و پس از آن، به تعداد ۵ عدد در گلدان‌های ۴ کیلوگرمی حاوی ۳.۵ کیلوگرم خاک بکر کاشته شدند. پس از سبز شدن بذرها و رشد گیاهچه‌ها، تعداد نهال‌های هر گلدان به ۲ عدد کاهش داده شد.

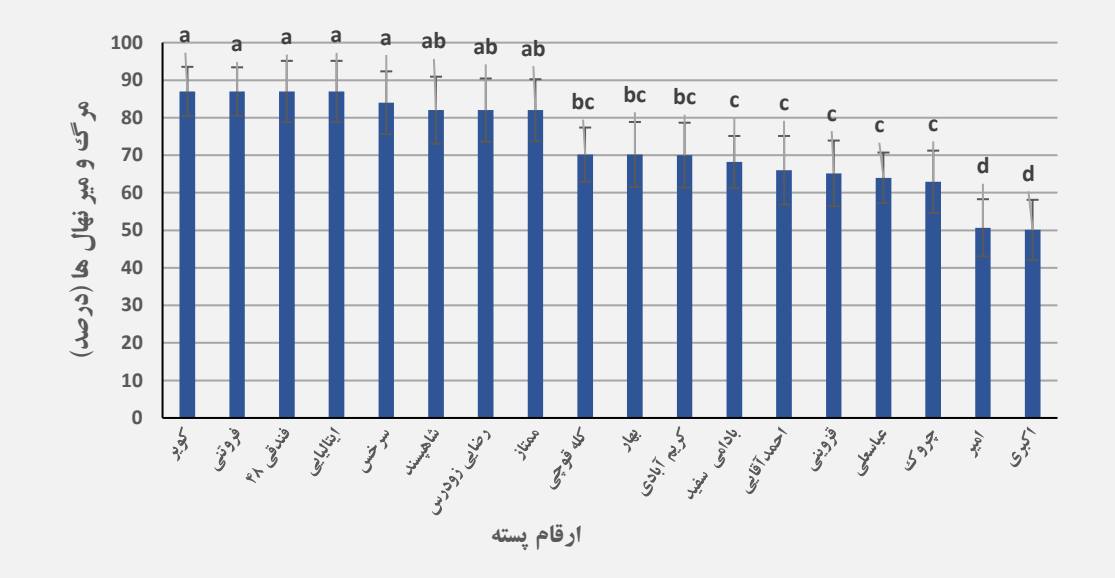
جدول ۱- مشخصات ارقام پسته در ارزیابی واکنش به *Armillaria mellea*

نام تجاری	منبع ژنتیکی	نام علمی
احمدآقایی	بذری	*Pistacia vera* cv. Ahmad aghaei
کویر	بذری	*Pistacia vera* cv. Kavir
شاهپسند	بذری	*Pistacia vera* cv. Shahpasand
کریم آبادی	بذری	*Pistacia vera* cv. Karimabadi
ممتاز	بذری	*Pistacia vera* cv. Momtaz
عباسعلی	بذری	*Pistacia vera* cv. Abbasali
کله قوچی	بذری	*Pistacia vera* cv. Kalleghochi
فروتنی	بذری	*Pistacia vera* cv. Forootani
سرخس	بذری	*Pistacia vera* cv. Sarakhs
رضایی رودرس	بذری	*Pistacia vera* cv. Rezaei
قزوینی	بذری	*Pistacia vera* cv. Qazvini
اکبری	بذری	*Pistacia vera* cv. Akbari
بهار	بذری	*Pistacia vera* cv. Bahar
فندقی ۴۸	بذری	*Pistacia vera* cv. Fandoghi 48
ایتالیایی	بذری	*Pistacia vera* cv. Italia
چروک	بذری	*Pistacia vera* cv. Chorook
بادامی سفید	بذری	*Pistacia vera* cv. Badami sefid
امیر	بذری	*Pistacia vera* cv. Amir

برای تکثیر مایه تلقیح *Armillaria mellea* (با شماره دسترسی OL377893) از روش بوم گارتنر و ریزو (۲۰۰۶) استفاده شد. در این روش سرشاخه‌های جوان درختان سیب (با قطر یک سانتی‌متر) به صورت قطعات ۲ سانتیمتری بریده شده و به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شدند. پس از خارج نمودن آب اضافی، سرشاخه‌ها در ظروف شیشه‌ای ریخته شده و سه مرتبه به فاصله یک روز در میان به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع استریل شدند. سپس در هر ظرف شیشه ای ۱۰ دیسک یک سانتیمتری از پرگنه‌های ۱۰ روزه *A. mellea* ریخته شده و ظروف شیشه‌ای به مدت حدود ۶ ماه در تاریکی نگهداری شدند تا سرشاخه‌ها با قارچ کلنیزه شوند. برای مایه‌زنی، پس از کنار زدن خاک اطراف طوقه، یک قطعه سرشاخه کلنیزه شده در کنار طوقه هر نهال گذاشته شده و روی آن با خاک گلدان پوشانده شد. در طول آزمایش آبیاری گلدان‌ها با استفاده از آب شهری و در حد ظرفیت زراعی (با روش وزنی) انجام شده و گلدان‌ها در گلخانه با دمای ۳ ± ۲۴ درجه سلسیوس و شدت نوری ۳۰۰۰ لوکس نگهداری شدند. دوازده ماه پس از مایه‌زنی بیمارگر، گیاهان برداشت شده و با شمارش تعداد نهال‌های خشک شده، مرگ و میر نهال‌ها ناشی از *A. mellea* محاسبه گردید. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با هفت تکرار در گلخانه انجام شد.

نتایج و بحث

در این پژوهش، کمترین درصد مرگ و میر در ارقام اکبری و امیر به ترتیب به میزان ۵۰ و ۵۱ درصد مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد با سایر ارقام بودند (شکل ۱). با توجه به این نتایج می‌توان گفت که این دو رقم حساسیت نسبی کمتری در مقایسه با سایر ارقام در مقابل *A. mellea* دارند. در مقابل بیشترین درصد مرگ و میر در ارقام کویر، فروتنی، فندقی ۴۸، ایتالیایی، سرخس، شاهپسند، رضایی زودرس و ممتاز به ترتیب با ۸۷، ۸۷، ۸۷، ۸۴، ۸۲، ۸۲ و ۸۲ درصد مشاهده گردید که نشان دهنده حساسیت بیشتر این ارقام نسبت به ارقام اکبری و امیر می‌باشد. ارقام کله قوچی، بهار، کریم‌آبادی، بادامی سفید، احمد آقایی، قزوینی، عباسعلی و چروک نیز از نظر میزان مرگ و میر نهال‌ها و حساسیت به *A. mellea*، حدواسط دو گروه فوق قرار گرفتند.



شکل ۱- درصد مرگ و میر ارقام پسته مایه زنی شده با *Armillaria mellea*
ستون های دارای حروف مشترک، طبق آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۱ درصد ندارند.

هرچند بر اساس تحقیقات انجام شده، *Pistacia chinensis* به عنوان گونه مقاوم (Davidson and Byther, 1994; Raabe, 2008)، *P. terebinthus* و UCB-1 به عنوان پایه‌های متحمل و *P. atlantica*، *P. integerrima* و PG II به عنوان پایه‌های حساس به *A. mellea* معرفی شده‌اند (Teviotdale et al., 1995; Holtz and Teviotdale, 2016) اما تاکنون تحقیقی در رابطه با مقاومت یا تحمل ارقام تجاری پسته به پوسیدگی آرمیلاریایی پسته، در ایران و دنیا انجام نشده است. بر اساس نتایج تحقیق حاضر طوقه ارقام کویر، فروتنی، فندقی ۴۸، ایتالیایی، سرخس، شاهپسند، رضایی زودرس و ممتاز بیشترین حساسیت و ارقام اکبری و امیر کمترین حساسیت را به *A. mellea* نشان دادند. بنابراین می‌توان انتظار داشت که در صورت استفاده از این ارقام در باغ‌های مبتلا به پوسیدگی آرمیلاریایی، ظهور و پیشرفت بیماری به خصوص در ناحیه طوقه و تنه درختان کاهش یافته و به این ترتیب عمر بادرهی درختان افزایش می‌یابد.

منابع

جمالی پاقلعه، س.، رادمان، ن.، محمدی، ا.م.، پیرنیا، م. و طاهری، ع.ح. ۱۴۰۱. تأثیر مایه‌زنی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار بر پژمردگی ورتیسیلیومی دو پایه پسته احمدآقایی و بادامی زرند: ویژگی‌های رشدی، تغذیه‌ای و بیوشیمیایی. نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، ۵۳(۲): ۲۵۴-۲۳۹.

محمدی، ا.ح.، حقدل، م.، میرابوالفتحی، م. و علایی، ح. ۱۴۰۱. بیماری پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه در باغ‌های پسته. دانش بیماری‌شناسی گیاهی، ۱۱(۲): ۹۲–۱۰۲.

Baumgartner, K. and Rizzo, D.M. 2006. Relative resistance of grapevine rootstocks to Armillaria root. American Journal of Enology and Viticulture, 57: 408–414.

Holtz, B.A. and Teviotdale, B.L. 2016. Soilborne diseases. In: *Pistachio Production Manual*, Ferguson, L. and Haviland, D. (eds.), pp. 257–264. UCANR Publications.

Raabe, R.D. 2008. Plants resistant or susceptible to *Armillaria mellea*, the oak root fungus. University of California.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of pistachio cultivar reactions to *Armillaria mellea*, the causal agent of pistachio root and crown rot, under greenhouse conditions

Masoumeh Haghdel[1*], Amir Hossein Mohammadi[1], Hojat Hashemi Nasab[1] and Mehdi Mohammadi Moghaddam[2]

1. Pistachio Research Centre, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

2. Horticultural and Crop Sciences Research Department, Agricultural and Natural Resources research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

Corresponding Author: m-haghdel@pri.ir

Abstract

Armillaria root rot is one of the destructive diseases in pistachio orchards, and its control is difficult and costly. The pathogen attacks not only the roots but also the crown of the trees, leading to tree mortality. Therefore, the use of resistant cultivars can be a practical and effective strategy to reduce the progression of Armillaria root rot in pistachio trees. In the present study, the reaction of crown of the following pistachio cultivars, Ahmad Aghaei, Kavir, Shahpasand, Karim Abadi, Momtaz, Abbas Ali, Kaleh Ghoochi, Forootani, Sarakhs, Rezaei, Qazvini, Akbari, Bahar, Fandoghi 48, Italian, Chroke, Badami Sefid, and Amir was evaluated against *Armillaria mellea*. The crown of pistachio seedlings was inoculated with an apple twig segment colonized by *A. mellea* and maintained in a greenhouse at a temperature of 24 ± 3°C. The results indicated that the cultivars Akbari and Amir had the lowest mortality rates of 50% and 51% respectively, showing a significant difference at the 1% level compared to the other cultivars. In contrast, the cultivars Kavir, Forootani, Fandoghi 48, Italia, Sarakhs, Shahpasand, Rezaei and Momtaz exhibited the highest seedling mortality rates of \87%, 87%, 87%, 87%, 84%, 82%, 82% and 82% respectively. In general, it can be concluded that the crowns of the two cultivars Akbari and Amir have lower relative susceptibility to *A. mellea* compared to the other cultivars, and the use of these cultivars could slow the progression of Armillaria root rot.

Keywords: Shoesting rot, Relative resistance, Rhizomorphe.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر ملاتونین بر بهبود صفات رشدی و فیزیولوژیکی نهال‌های پیوندی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) ژنوتیپ A95 تحت تنش خشکی

پروانه یادگاری[1*]، کاظم ارزانی[1]، مجید آقاعلیخانی[1] و حمیدعبداللهی[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

نویسنده مسئول: *p.yadegari70@gmail.com*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر ملاتونین بر بهبود صفات رشدی و فیزیولوژیکی نهال‌های گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) ژنوتیپ A95 تحت شرایط تنش خشکی انجام شد. تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات باغی است که با تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آبی تشدید می‌شود. ملاتونین، به عنوان یک مولکول آنتی‌اکسیدانی قوی، توانایی تنظیم پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی را دارد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح خشکی (۱۰۰، ۸۰، ۶۰، ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و دو سطح ملاتونین (۰ و ۱۵۰ میکرومولار) با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار در صفاتی چون ارتفاع، تعداد و سطح برگ، میزان کلروفیل و کارایی فتوسیستم II شد. محلول‌پاشی برگی ملاتونین به‌طور قابل توجهی این صفات را، به ویژه در سطوح ملایم‌تر خشکی، بهبود بخشید. همچنین برهم‌کنش بین سطوح خشکی و ملاتونین در بسیاری از صفات معنی‌دار بود که بیانگر نقش حفاظتی ملاتونین در کاهش اثرات منفی تنش خشکی است. به طور خاص، در سطح ۸۰ درصد ظرفیت زراعی، کاربرد ملاتونین موجب افزایش ۲۷ درصدی سطح برگ و ۴ درصدی کلروفیل و بهبود۱/۶درصدی کارایی فتوسیستمII شد. این نتایج حاکی از آن است که استفاده از ملاتونین می‌تواند به عنوان روشی مؤثر در مدیریت تنش خشکی در باغبانی به کار رود و موجب بهبود رشد و عملکرد فیزیولوژیکی نهال‌های گلابی شود.

کلمات کلیدی: گلابی A95، ملاتونین، فتوسیستم II.

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل غیرزیستی محدودکننده تولید محصولات کشاورزی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که به دلیل تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آبی تشدید شده است (Lesk et al., 2016). این تنش، فرایندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی حیاتی گیاهان را مختل می‌کند و منجر به کاهش رشد، اختلال در فتوسنتز، آسیب اکسیداتیو و در نهایت افت قابل‌توجه عملکرد می‌شود (Farooq et al., 2009) . پیامدهای اقتصادی و امنیت غذایی جهانی ناشی از خشکی، تلاش‌های پژوهشی را برای درک پاسخ‌های گیاهی و توسعه راهکارهایی برای افزایش تحمل به خشکی شدت بخشیده است(Blum, 2017) . گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) به دلیل ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای بالا، از اهمیت زیادی در باغبانی برخوردار است، اما نسبت به تنش خشکی حساسیت بالایی دارد. در سال‌های اخیر، ترکیبات محافظتی مانند ملاتونین به‌عنوان راهکاری نوین برای کاهش اثرات تنش‌های محیطی موردتوجه قرارگرفته‌اند. ملاتونین با خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی، توانایی تنظیم پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان و افزایش مقاومت آن‌ها به تنش‌های زیستی و غیر زیستی را دارد. مطالعات نشان داده‌اند که این ترکیب از طریق تقویت سیستم دفاعی، تنظیم اسمزی و پایداری غشای سلولی می‌تواند اثرات تنش خشکی را کاهش دهد (Arnao and Hernández-Ruiz., 2019). ملاتونین، یک مولکول طبیعی با خواص آنتی‌اکسیدانی قوی، نقش مهمی در تنظیم پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان به تنش‌های زیستی و غیر زیستی ایفا می‌کند (Li et al., 2012). وانگ و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که کاربرد ملاتونین در درختان سیب تحت تنش خشکی، این ترکیب با تقویت سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، بهبود تنظیم اسمزی

و حفظ پایداری غشاهای سلولی، می‌تواند مقاومت گیاهان را در برابر تنش خشکی افزایش می‌دهد. همچنین در مطالعه‌ای که توسط ابتدایی و همکاران (۲۰۲۴) کاربرد ملاتونین در پایه‌های گلابی Dargazi و Pyrodwarf بررسی شد و نتایج نشان داد که ملاتونین با غلظت ۱۰۰ میکرومولار باعث بهبود تحمل به خشکی و عملکرد فتوسنتزی شد. پایه Dargazi واکنش مطلوب‌تری نسبت به Pyrodwarf نشان داد. با توجه به پتانسیل بالای ملاتونین در کاهش اثرات تنش خشکی، اما کمبود پژوهش‌ها در مورد گلابی اروپایی، مطالعه حاضر باهدف بررسی اثرات ملاتونین بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی نهال‌های گلابی A95 تحت تنش خشکی انجام شد. این پژوهش می‌تواند به توسعه راهکارهای پایدار در مدیریت تنش خشکی در باغبانی کمک کند.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۴۰۲–۱۴۰۳ در گلخانه دانشگاه تربیت مدرس با استفاده از نهال‌های پیوندی گلابی اروپایی ژنوتیپ A95 انجام شد. طرح آزمایش فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی با چهار سطح خشکی (۱۰۰، ۸۰، ۶۰، ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و دو سطح ملاتونین (۰ و ۱۵۰ میکرومولار) با ۴ تکرار و ۲ مشاهده بود. نهال‌ها در گلدان‌های ۱۲ لیتری با مخلوط خاک و کود کاشته شدند. شرایط گلخانه شامل دمای ۱۶–۲۸ درجه، رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و نور ۲۵۰ میکرومول بود. محلول‌پاشی برگی ملاتونین روی نیمی از گیاهان هر سطح انجام شد. پس از ۶۰ روز، صفاتی مانند ارتفاع، تعداد و سطح برگ، سبزینگی و کارایی فتوسیستم II اندازه‌گیری شدند و داده‌ها با ANOVA و آزمون توکی ($p < 0.05$) تحلیل توسط نرم‌افزار SPSS var.25 انجام گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) سطوح مختلف خشکی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع، تعداد برگ، سطح برگ، میزان کلروفیل و کارایی فتوسیستم II(Fv/Fm) داشتند. همچنین، تیمار ملاتونین به‌طور معنی‌داری موجب بهبود این صفات شد، به‌ویژه در شرایط تنش خشکی برهم‌کنش بین خشکی و ملاتونین نیز در اکثر صفات معنی‌دار بود، که نشان‌دهنده تأثیر متقابل این دو عامل بر پاسخ‌های گیاه است. با افزایش شدت تنش خشکی، کاهش قابل‌توجهی در ارتفاع و تعداد برگ مشاهده شد .بااین‌حال، کاربرد ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار در تمام سطوح خشکی موجب افزایش معنی‌دار این صفات شد. در شرایط خشکی ۱۰۰درصد، ارتفاع گیاه با ملاتونین حدود ۹درصد افزایش یافت. در خشکی ۸۰درصد، سطح برگ حدود ۲۷ درصد و میزان کلروفیل حدود ۴ درصد بیشتر شدهمچنین، در همین شرایط، Fv/Fmحدود ۱/۶ درصد افزایش نشان داد.این نتایج با یافته‌های Huang و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد که نشان دادند ملاتونین با بهبود رشد ریشه و ساقه، تحمل به خشکی را افزایش می‌دهد. مطالعات مشابهی توسط Zhang و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش‌شده است که نشان دادند ملاتونین با افزایش سنتز کلروفیل، عملکرد فتوسنتزی را بهبود می‌بخشد. کارایی فتوسیستم II به‌عنوان شاخصی از سلامت فتوسنتزی گیاه، تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافت اما تیمار ملاتونین این کاهش را به‌طور معنی‌داری جبران کرد. مطالعات قبلی نیز نشان داده‌اند که ملاتونین با حفاظت از پروتئین D1 در فتوسیستمII ، کارایی فتوسنتزی را در شرایط تنش حفظ می‌کند (Wang et al., 2013).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات سطوح خشکی و ملاتونین بر برخی صفات مورفولوژیکی گلابی A95.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	تعداد برگ	سطح برگ	میزان کلروفیل	حداکثر کارایی فتوسیستم II
سطوح خشکی	۳	۲۷۲۴/۱۹**	۱۸۹۸/۷۸**	۱۲۲۹/۶۶**	۱۰۳۱/۰۴**	۰/۰۲۲**
ملاتونین	۱	۵۷/۰۹*	۲۲۵/۲۸**	۴۸/۵۰**	۵۹/۴۹**	۰/۰۰۸**
خشکی × ملاتونین	۳	۱/۵۳ns	۵۵/۹۷*	۱۳/۱۸ns	۲/۲۳ns	۰/۰۰۰**
اشتباه آزمایشی	۵۵	۸/۳۲	۱۹/۳۱	۱۵/۴۳	۳/۱۰	۴/۷۱

ضریب تغییرات	۲۵/۵۳	۳۶/۰۷	۳۲/۶۰	۱۹/۴۸	۴/۳۸

جدول ۲_ مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف خشکی و ملاتونین بر میزان ارتفاع، تعداد برگ، سطح برگ، میزان کلروفیل و کارایی فتوسیستم II در گلابی.

سطوح خشکی	ارتفاع		تعداد برگ		سطح برگ		میزان کلروفیل		حداکثر کارای فتوسیستم II	
	۰	۱۵۰	۰	۱۵۰	۰	۱۵۰	۰	۱۵۰	۰	۱۵۰
ظرفیت زراعی (۱۰۰٪)	۵۹/۷۸±۰ ۱/۲b	۶۲/۱۷± ۱/۰۲a	۳۸/۶۲± ۱/۵۵ab	۴۱/۸۷± ۱/۵۵ab	۳۴/۷۳± ۱/۳۸ab	۳۷/۸۸± ۱/۳۸a	۴۴/۵۲± ۰/۶۲ ab	۴۷/۴۶± ۰/۶۲a	۰/۸۲۱± ۰/۰۰۲b	a۰/۰۰۲±۰/۸۴۴
ظرفیت زراعی (۸۰٪)	۵۰/۷۵±۰ ۱/۲c	۵۳/۲۵± ۱/۰۲c	۳۳±/۵۵ ۱c	۴۲/۱۲± ۱/۵۵ a	۲۹/۹۳± ۱/۳۸bc	۳۱/۲۱± ۱/۳۸b	۴۰/۸۳± ۰/۶۲c	۴۲/۳۶± ۰/۶۲bc	۰/۸۰۲± ۰/۰۰۲d	c۰/۰۰۲±۰/۸۲۱
ظرفیت زراعی (۶۰٪)	۳۹/۳۱±۰ ۱/۹d	۴۰/۷۱± ۱/۰۲d	۲۵/۸۵± ۱/۶۶d	۲۶/۱۲± ۱/۵۵d	۲۲/۸۸± ۱/۴۸cd	۲۲/۲۲± ۱/۳۸cd	۳۲/۵۴± ۰/۶۶e	۳۴/۶۲± ۰/۶۲d	۰/۷۷۸± ۰/۰۰۳e	d۰/۰۰۲±۰/۸۰۲
ظرفیت زراعی (۳۰٪)	۳۰/۶۰±۰ ۱/۲e	۳۱/۹۳± ۱/۰۲e	۱۵/۳۷± ۱/۵۵e	۱۷/۸۷± ۱/۵۵e	۱۴/۷۱± ۱/۳۸e	۱۷/۹۷± ۱/۳۸de	۲۷/۳۸± ۰/۶۲g	۲۸/۶۲± ۰/۶۲ f	۰/۷۳۳± ۰/۰۰۲g	f۰/۰۰۲±۰/۷۶۹

منابع

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2019. Melatonin: A new plant hormone and/or a plant master regulator? Trends in Plant Science, 24(1): 38–48.

Blum, A. 2017. Osmotic adjustment is a prime drought stress adaptive engine in support of plant production. Plant, Cell and Environment, 40(1): 4–10.

Ebtedaei, M., Arzani, K. and Abdollahi, H. 2024. Unraveling the effects of melatonin on drought-stressed pear rootstocks: A comparative analysis of Dargazi and Pyrodwarf. Plant Stress, 6: 100393.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29(1): 185–212.

Huang, B. and Dai, Y. 2019. Physiological and biochemical responses of plants to drought and the role of melatonin in drought tolerance. Plant Physiology and Biochemistry, 139: 31–38.

Li, C., Wang, P., Wei, Z., Liang, D., Liu, C., Yin, L. and Ma, F. 2012. The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in *Malus hupehensis*. Journal of Pineal Research, 53(3): 298–306.

Wang, P., Sun, X., Chang, C., Feng, F., Liang, D., Cheng, L. and Ma, F. 2013. Melatonin enhances the tolerance of apple to drought stress by regulating the antioxidant system and nitrogen metabolism. Plant Physiology and Biochemistry, 72: 92–98.

Wang, P., Sun, X., Li, C., Wei, Z., Liang, D. and Ma, F. 2013. Long-term exogenous application of melatonin delays drought-induced leaf senescence in apple. Journal of Pineal Research, 54(3): 292–302.

Zhang, N., Zhao, B., Zhang, H.J., Weeda, S., Yang, C., Yang, Z.C., Ren, S. and Guo, Y.D. 2013. Melatonin promotes water-stress tolerance, lateral root formation, and seed germination in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of Pineal Research, 54(1): 15–23.

Effect of Melatonin on Improving Growth and Physiological Traits of European Pear (*Pyrus communis* L.) Genotype A95 Seedlings Under Drought Stress

Parvaneh Yadegari [1], Kazem Arzani [1], Majid Aghaalikhani[1] and Hamid Abdollahi[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modres University, Tehran, Iran
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: p.yadegari70@gmail.com*

Abstract

This study aimed to investigate the effect of melatonin on improving growth and physiological traits of European pear (*Pyrus communis* L.) (genotype A95) seedlings under drought stress conditions. Drought stress is one of the main limiting factors in fruit production, which is intensified by climate change and reduced water resources. Melatonin, as a powerful antioxidant molecule, has the ability to regulate plant physiological responses to biotic and abiotic stresses. The experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized design with four levels of drought stress (100%, 80%, 60%, and 30% of field capacity) and two levels of melatonin (0 and 150 µM), with four replications. The results showed that drought stress significantly reduced traits such as plant height, number and area of leaves, chlorophyll content, and photosystem II efficiency. Foliar application of melatonin significantly improved these traits, especially under moderate drought conditions. Moreover, the interaction between drought levels and melatonin was significant for many traits, indicating the protective role of melatonin in mitigating the adverse effects of drought stress. Specifically, at 80% field capacity, melatonin application resulted in a 27% increase in leaf area, a 4% increase in chlorophyll content, and a 1.6% improvement in photosystem II efficiency. These findings suggest that melatonin application can be considered an effective strategy for managing drought stress in horticulture and enhancing the growth and physiological performance of pear seedlings.

Keywords: A95 pear, melatonin, photosystem II.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر روش‌های به‌باغی بر افزایش عملکرد و کاهش خسارت عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای رقم خاصی در استان خوزستان

اسماعیل راه خدایی[1*]، سید سمیح مرعشی[2]، محمد جواد کرمی[3] و حجت دیالمی[1]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۲- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۳- شرکت فرهیختگان کشاورزی نوین فارس
*نویسنده مسئول: *rahkhodaei@gmail.com*

چکیده

استان خوزستان یکی از استان‌های مهم خرماخیز ایران می‌باشد. در بعضی از مناطق این استان و در ارقام تجاری در برخی از سال‌ها، عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما خسارت زیادی به نخلداران وارد می‌کند. رقم تجاری خاصی از مهمترین ارقام منطقه بهبهان است که به عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما بسیار حساس است. به منظور کاهش خسارت عارضه، تحقیقی در منطقه بهبهان در نخلستانی که سابقه آلودگی شدید در سال‌های گذشته را داشت اجرا شد. در این تحقیق دو قطعه نیم هکتاری یکی به‌عنوان قطعه شاهد و قطعه دیگر به‌عنوان تیمار در نظر گرفته شد. در قطعه شاهد کلیه عملیات باغبانی طبق عرف نخلدار انجام شد. در قطعه تیمار کلیه عوامل به‌باغی شامل: شخم، دیسک، هرس و تکریب، تغذیه با کودهای ماکرو و میکرو، آبیاری، میانه‌کاری با یونجه، گرده افشانی، تنک خوشه در مرحله گرده افشانی (حذف یک سوم نوک خوشه‌ها)، رعایت نسبت برگ به خوشه، مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های نخل بر اساس آخرین یافته‌های تحقیقاتی انجام شد. در زمان برداشت ۴۰ اصله نخل در قطعه تیمار و ۴۰ اصله در قطعه شاهد انتخاب شد و از هر اصله نخل چهار خوشه و از هر خوشه یک خوشه‌چه و در مجموع، ۱۶۰ خوشه‌چه از هر قطعه برداشت شد. درصدآلودگی، وزن و تعداد میوه خوشه‌جه‌ها اندازه‌گیری و محاسبه شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اولاً خسارت عارضه در قطعه شاهد از ۱۵/۳ درصد به ۱۰/۸ درصد در قطعه تیمار کاهش داشته است. ثانیاً از نظر آماری بطور معنی‌داری میزان عملکرد در قطعه تیمار نسبت به قطعه شاهد ۵۷ درصد، افزایش داشته است.

واژه های کلیدی: بهبهان، تغذیه، گرده‌افشانی، یونجه.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای خرما در کشور، عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرماست. این عارضه در سه دهه اخیر مهمترین معضل تولیدکنندگان خرمای کشور در استان‌های کرمان، هرمزگان، خوزستان، بوشهر و استان فارس و سایر استان‌های خرماخیز بوده است. استان خوزستان با سطح زیر کشت بارور ۳۵۳۰۷ هکتار و تولید ۳۱۶۸۳۸ تن در سال، سومین استان تولید کننده خرما در ایران می‌باشد (آمارنامه کشاورزی ۱۴۰۲). خرمای خاصی یکی از ارقام بسیار مهم و تجاری استان خوزستان است که در منطقه بهبهان کشت و کار می‌شود که متأسفانه از ارقام حساس به عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه بوده به طوری‌که در سال‌های اخیر شدت خسارت عارضه در نخلستان‌ها زیاد بوده است. این امر نه تنها موجب کاهش شدید درآمد نخلداران گردیده است، بلکه اشتغال‌زایی و نخلداری را به خطر انداخته است. تغییر شرایط اقلیمی با افزایش دما و وزش بادهای گرم و خشک در زمان تغییر حالت میوه های نخل خرما از خارک به رطب عامل ایجاد کننده و تشدید کننده عارضه است (راه خدایی و پژمان، ۱۳۸۶). نحوه بروز علائم بر روی خوشه‌ها بدین شکل است که ابتدا میوه‌هایی که در انتهای خوشچه‌های بیرونی هستند، از نوک شروع به پژمرده شدن می‌کنند و بتدریج میوه‌های بالاتر و میوه‌های که در مرکز خوشه قرار دارند، پژمرده و خشک می‌شوند (شکل ۱). از سال ۱۳۷۱ تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه شناخت عوامل ایجاد کننده عارضه و راهکارهای کاهش خسارت آن صورت گرفته است. نتایج حاصل از تحقیق بررسی نقش عوامل مدیریتی بر ایجاد عارضه خشکیدگی خوشه

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

خرما که در مناطق جیرفت، هرمزگان، بوشهر و خوزستان انجام شده است نشان داد، در باغاتی که اصول مدیریتی شامل تنک خوشه‌ها، پوشش خوشه‌ها، تغذیه، کنترل آفات و بیماری‌ها و علف‌های‌هرز به نحو مطلوب و مؤثری انجام شده است، خسارت عارضه بسیار کم و قابل تحمل بوده است، اما در باغاتی که این اصول رعایت نشده، شدت خسارت عارضه بسیار زیاد بوده است (میرزایی، و همکاران، ۱۳۸۰، روشن و همکاران، ۱۳۸۱ و راه خدایی، ۱۳۸۳). این پژوهش به مدت یک سال و با هدف کاهش خسارت عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما و افزایش کمیت و کیفیت میوه خرمای رقم خاصی به کمک روش‌های به‌باغی در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در منطقه بهبهان از استان خوزستان، نخلستانی یک دست با نخل‌های هم سن از رقم خاصی که سابقه آلودگی شدید در سال‌های گذشته را داشت، انتخاب گردید. یک قطعه نیم هکتازی به‌عنوان تیمار و یک قطعه به‌عنوان شاهد انتخاب شد. برای نخل‌های تیمار، عملیات به‌باغی به شرح زیر انجام شد: ۱-عملیات شخم عمیق و دیسک چپ و راست در پائیز ۲- هرس و تکریب نخلستان در اوایل زمستان ۳- احداث تشتک ۴- نمونه برداری از خاک و برگ به منظور تغذیه درختان بر اساس آزمون ۵- کوددهی در اوایل دی ماه بر اساس آزمون خاک با کودهای ماکرو (NPK) به میزان ۱۴۰۰ گرم و ۲۰۰ گرم اضافه تر سولفات پتاسیم و کودهای میکرو (شامل روی و منگنز به صورت سولفاته از هر کدام ۲۰۰ گرم)، مخلوط با کود دامی پوسیده به روش چالکود ۶- میانه کاری با یونجه در بهمن ماه ۷- عملیات گرده‌افشانی ۸- عملیات تنک خوشه در مرحله گرده‌افشانی به صورت حذف یک سوم نوک گل‌آذین ۹- تنظیم نسبت برگ به خوشه بعد از اتمام فصل گرده‌افشانی در اردیبهشت ماه و حذف خوشه‌های اضافی (نسبت ۱۰ برگ به یک خوشه) ۱۰- آبیاری به صورت ۷-۶ روز یکبار در ساعات خنک روز ۱۱- کنترل آفات، نظیر سوسک کرگدنی و کنه تارتن

در زمان برداشت محصول، درصد آلودگی و عملکرد ۴۰ اصله نخل در قطعات تیمار و شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت. در این روش بطور تصادفی از ۴ خوشه در چهار طرف درخت یک خوشه‌چه از قسمت بیرونی خوشه انتخاب و برداشت شد که در مجموع از ۱۶۰ خوشه‌چه، درصد آلودگی، تعداد و وزن میوه‌های آلوده و سالم، اندازه‌گیری و محاسبه شد. صفات مورد بررسی در قطعات تیمار و شاهد با آزمون T مقایسه آماری شدند.



شکل ۱- علایم خسارت عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما روی رقم خاصی.

نتایج و بحث

در زمان برداشت محصول درصد آلودگی، تعداد و وزن میوه‌های سالم و آلوده، قطعات تیمار و شاهد اندازه‌گیری و محاسبه شد (جداول ۱). از نظر آماری کلیه صفات اندازه‌گیری شده به غیر از درصد آلودگی در قطعه تیمار و شاهد در سطح یک درصد اختلاف معنی داری داشته و تعداد میوه‌های سالم در قطعه تیمار نسبت به شاهد در حدود ۵۰ درصد افزایش داشته است و عملکرد وزنی قطعه تیمار نسبت به شاهد نیز

در حدود ۵۷ درصد افزایش نشان داد. هر چند درصد آلودگی در قطعه تیمار و شاهد اختلاف معنی داری نداشته است ولی میزان آلودگی قطعه تیمار نسبت به شاهد در حدود ۴/۵ درصد کمتر بود.

جدول ۱- صفات اندازه‌گیری شده از ۱۶۰ خوشه‌چه در قطعه تیمار و شاهد.

شرح	قطعه تیمار	قطعه شاهد
تعداد رشته	۱۶۰	۱۶۰
در صد آلودگی	۱۰/۸	۱۵/۳
تعداد میوه‌های سالم	۲۴۷۷	۱۶۵۵
وزن میوه‌های سالم	۲۱۳۵۷ گرم	۱۳۶۱۰ گرم
تعداد کل میوه‌ها	۲۸۹۶	۱۹۸۲
وزن کل میوه‌ها	۲۳۹۴۵ گرم	۱۶۰۷۰ گرم

استان خوزستان یکی از استان‌های مهم خرماخیز و رقم خاصی از ارقام تجاری و مهم استان است که در منطقه بهبهان کشت می‌شود. رقم خاصی از ارقام نیمه خشک بوده که میوه آن به‌صورت خرما برداشت و استفاده می‌شود. دمای بالای محیط و دور آبیاری بیشتر از ۱۰ روز در زمان میوه‌دهی باعث ایجاد تنش‌های گرمایی و خشکی در گیاه می‌شود (طلایی، ۱۳۷۷). نتایج حاصل از اجرای پروژه بررسی اثر فاکتورهای آب و هوایی بر روی عارضه در رقم مضافتی، نشان داد که در زمان بروز عارضه، بطور ناگهانی، با وزش بادهای گرم و خشک دمای هوا افزایش و رطوبت نسبی هوا کاهش می‌یابد. این تحقیقات نشان داد در رقم مضافتی، افزایش ناگهانی دمای هوا، از ۴۲ درجه سانتی‌گراد به بالاتر از ۴۵ درجه و کاهش رطوبت نسبی از ۳۵ درصد به کمتر از ۲۰ درصد در مرحله تشکیل رطب، آستانه ایجاد و تشدید عارضه می‌باشد(راه‌خدایی و همکاران. ۱۳۸۴). دمای بالا صدمات شدیدی به سلول وارد می‌کند، بطوریکه حتی باعث مرگ آن می‌شود. علائم مورفولوژیکی تنش گرمایی در گیاهان شامل سوختگی برگ، ساقه و شاخه‌ها، پژمردگی، پیری زودرس، ریزش گل، میوه، جوانه، توقف رشد ریشه، تغییر رنگ میوه و کاهش عملکرد می‌باشد. کاهش اندازه سلول، بسته بودن روزنه‌ها و از دست دادن آب از سطح کوتیکول از عوارض تنش گرماست (Mitra and Bhatia 2008). روش‌های به‌باغی مخصوصا، تغذیه بهینه با کودهای پتاسه، تنک و پوشش خوشه‌ها و آبیاری منظم و به موقع نقش مهمی در کاهش خسارت عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای رقم خاصی دارند. میانه‌کاری با یونجه با تعدیل دما و افزایش رطوبت محیط تا حد زیادی موجب کاهش اثر بادهای گرم و خشک شده و شدت خسارت عارضه را کاسته است (پژمان و همکاران، ۱۳۸۲). تنک خوشه‌ها نیز نقش مهمی در افزایش سایز و افزایش مقاومت خوشه‌ها به تنش‌های گرمایی و خشکی داشته است. نتایج بررسی اثرات نوع پوشش خوشه و تنک خوشه بر روی عارضه در مناطق جیرفت و بهبهان نشان داد که تنک خوشه‌ها به صورت حذف یک سوم نوک آن‌ها در مرحله گرده‌افشانی نقش مؤثری در کاهش عارضه داشته است (روشن، ۱۳۸۳و مرعشی،۱۳۸۳). در این تحقیق بر اساس تفسیر نتایج آزمون خاک و برگ نخل‌های خرما از کودهای پرمصرف و کم مصرف (ماکرو و میکرو) به صورت چالکود استفاده شد. به دلیل اثرات بسیار مثبت عنصر پتاسیم، کود حاوی پتاس بیشتر از میزان مورد نیاز نخل به آن داده شد. تأثیر مثبت تغذیه نخل‌ها با عناصر ماکرو و میکرو خصوصاً عنصر پتاسیم بر روی عارضه خشکیدگی خوشه خرما به اثبات رسیده است(روستا، ۱۳۸۲).

منابع

آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی. ۱۴۰۲. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، تهران، ۴۰۰ صفحه.

پژمان، ح.، درینی، ع. و ایزدی، م. ۱۳۸۲. بررسی اثرات میان‌کاری با یونجه و سورگوم روی عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. مؤسسه تحقیقات خرما، اهواز، ۱۶ صفحه.

راه‌خدایی، ا. ۱۳۸۳. بررسی نقش عوامل به‌زراعی بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما در استان خوزستان. مؤسسه تحقیقات خرما، اهواز، ۲۰ صفحه.

راه‌خدایی، ا. و پژمان، ح. ۱۳۸۶. اثر دما و رطوبت نسبی هوا بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای مضافتی در ناحیه جیرفت. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۸(۳): ۱۴۹-۱۶۴.

روستا، م. ۱۳۸۲. تأثیر محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم و کلرور کلسیم بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما رقم مضافتی. مجله علوم خاک و آب، ۱۷(۲): ۱۲۳-۱۳۰.

روشن، و. ۱۳۸۳. بررسی اثرات نحوه تنک و نوع پوشش بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، اهواز، ۴۲ صفحه.

روشن، و.، راه‌خدایی، ا. و پژمان، ح. ۱۳۸۱. بررسی اثر عوامل به‌زراعی بر روی عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای رقم مضافتی. طرح پایلوت، مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، اهواز، ۲۴ صفحه.

طلایی، ع. ۱۳۷۷. فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۳ صفحه.

مرعشی، س. ۱۳۸۳. بررسی اثرات نحوه تنک و نوع پوشش بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، اهواز، ۶۶ صفحه.

میرزایی، م.، داودیان، ع.، ساعی، م.، درینی، ع.، بیات، پ.، ایزدی، م. و کرمپور، ف. ۱۳۸۰. بررسی نقش عوامل مدیریتی نخلستان بر شدت بروز عارضه خشکیدگی خوشه خرما. مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان، بندرعباس، ۵۶ صفحه.

Mitra, R. and Bhatia, C.R. 2008. Bioenergetic cost of heat tolerance in wheat crop. Current Science, 94: 1049–1053.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Integrated Horticultural Improvement Gardening Methods on Increasing the Yield and Reducing the Damage Caused by Date Bunch Fading Disorder in Khassi Cultivar in Khouzestan Province

Esmaeil Rahkhodaei[1*], Samih Marashi[2], Mohammad Javad Karami[3] and Hojjat Dialami[1]
1. Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Educatio and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
2. Date palm and Tropical Fruits Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
3. Far Modern Agricultural Elites Company, Shiraz, Iran
Corresponding Author: Rahkhodaei@gmail.com

Abstract

Khouzestan is one of the important date palm growing provinces of Iran. In some areas of this province and in some years, the problem of Date Bunch Fading Disorder causes great damage to palm growers. Khassi date, the commercial variety is one of the most important varieties in the Behbahan region that is very sensitive to the date bunch fading disorder. In order to reduce the disorder, a study was conducted in the Behbahan region in a palm garden that had a history of severe infestation in previous years. In this study, two half-hectare plots were considered one as a control plot and the other as a treatment. In the treatment plot the most treatment activities (cultural practice) were done, including pest and weed control, leaf pruning, frond stub removing, nutrition of trees with macro nutrients (N, P, K) and micro nutrients (Fe, Cu, Zn, Mn and Ca) fertilization done based on soil and leaves testing analysis, cutting back 1/3 of inflorescence length at pollination stage. At the control plot, none of those cultural practices were laid out. At the time of harvesting, 40 palm trees were selected in the treatment plot and 40 in the control plot and 4 bunches and one bunchlet from each bunch were harvested, and a total of 160 bunchlet were harvested from each plot. The percentage of infestation, weight, and number of fruits in the bunchlet were measured. The results of this study showed that firstly, the damage caused by the disease in the control plot decreased from 15.3 percent to 10.8 percent in the treatment plot. Secondly, the yield in the treatment plot was statistically significantly increased by 57 percent compared to the control plot.

Keywords: Alfalfa, Behbahan, Fertilization, Pollination.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

افزایش مقاومت دو رقم پسته به بیماری پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه با استفاده از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار

امیرحسین محمدی[۱*]، فرهاد رجالی[۲]، معصومه حقدل[۱]، بهمن پناهی[۱] و حسین علایی[۳]

۱- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۲- موسسه تحقیقات خاک و آب ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- گروه گیاهپزشکی،دانشکده کشاورزی،دانشگاه ولی عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *ah-mohammadi@pri.ir*

چکیده

پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه یکی از بیماری‌های مهم درختان پسته بوده که می‌تواند باعث مرگ و میر گسترده درختان در باغ‌های پسته شود. کنترل این بیماری به دلیل ماهیت عامل بیماری و تشخیص دیرهنگام نشانه‌های بیماری مشکل و هزینه‌بر می‌باشد. همزیستی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار با ریشه نقش مهمی در افزایش تحمل گیاهان به بیماری‌های گیاهی دارد. در این تحقیق تأثیر مخلوط سه گونه قارچ‌ریشه آربوسکولار *Funneliformis mosseae*، *Rhizophagus irregularis* و *Claroideoglomus etunicatum* بر پوسیدگی آرمیلایایی نهال‌های بذری دو رقم پسته ممتاز و بادامی زرند ارزیابی شد. بذرهای پسته در گلدان‌های حاوی ۷ درصد (وزنی/وزنی) از زادمایه سه گونه قارچ‌ریشه آربوسکولار (۳۰ پروپاگول از هر گونه در هر گرم بستره) کاشته شده و پس از دوماه، ریشه نهال‌های پسته با استفاده از دو قطعه سرشاخه درختان سیب کلنیزه شده با *Armillaria mellea* (Arm) به ازای هر نهال مایه‌زنی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در گلخانه اجرا شد. نتایج نشان داد که مایه‌زنی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM) می‌تواند وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه، سطح برگ، ارتفاع نهال ها، غلظت کلروفیل، پرولین، قندهای محلول و عناصر غذایی پرنیاز و کم نیاز را در مقایسه با تیمارهای شاهد و مایه‌زنی با بیمارگر (Arm) به خصوص در رقم بادامی زرند به طور معنی‌داری افزایش دهد. در انتهای آزمایش مرگ و میر نهال‌های رقم بادامی زرند از ۶۰ درصد در تیمار Arm به طور معنی‌داری کاهش یافته و به ۴۵ درصد در تیمار برهمکنش قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار و بیمارگر (AM+Arm) رسید. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که حضور قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار می‌تواند با بهبود خصوصیات رویشی، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای باعث افزایش تحمل نهال‌های پسته به پوسیدگی آرمیلاریایی شود.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی قارچ عسلی، همزیستی، عناصر غذایی، رقم بادامی زرند، رقم ممتاز.

مقدمه

پسته با نام علمی *Pistacia vera* L. یکی از مهمترین محصولات باغی ایران بوده که در ۳۱ استان کشور کشت می‌شود. در سال ۱۴۰۲، سطح زیر کشت غیر بارور و بارور پسته به ترتیب حدود ۷۵ و ۶۰۰ هزار هکتار بوده که در مجموع ۴۳۹ هزار تن پسته تولید شده است. (معاونت آمارِ مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات،۱۴۰۲). عامل پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه پسته قارچ *Armillaria mellea* بوده که یکی از مخرب‌ترین بیمارگرهای درختان پسته محسوب شده و کنترل آن، بسیار مشکل و هزینه‌بر می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۴۰۱). قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM) ضمن ایجاد همزیستی با ریشه بیش از ۹۰ درصد گیاهان و گسترش در خاک اطراف ریشه‌ها (میکوریزوسفر)، علاوه بر افزایش جذب آب و مواد غذایی، با استفاده از سازوکارهای مختلفی می‌توانند مقاومت گیاهان را در مقابل تنش‌های غیر زنده (شوری، خشکی و سمیت عناصر) و تنش‌های زنده (عوامل بیماریزای گیاهی) افزایش دهند (Atakan and Ozkaya, 2021). افزایش رشد و کاهش معنی‌دار مرگ و میر ناشی از *A. mellea* در انگور و اسطوخودوس مایه‌زنی شده با *Glomus aggregatum* و *Glomus intraradices* از جمله معدود تحقیقاتی هستند که نقش قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار را در کاهش شدت پوسیدگی آرمیلاریایی

نشان می دهند (Nogales et al., 2009; Calvet et al., 2015). در این تحقیق تاثیر ترکیب سه گونه قارچ‌ریشه‌آربوسکولار *Funneliformis mosseae*، *Rhizophagus irregularis* و *Claroideoglomus etunicatum* بر افزایش مقاومت نهال‌های دو رقم پسته ممتاز و بادامی زرند به پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه، ویژگی‌های رویشی، بیوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

برای تکثیر مایه تلقیح *Armillaria mellea* (با شماره دسترسی OL377893) از روش بوم گارتنر و ریزو (۲۰۰۶) و سرشاخه های جوان درختان سیب استفاده شد. قارچ‌ریشه‌های آبوسکولار (AM) مورد استفاده در این تحقیق شامل سه گونه *Funneliformis mosseae*، *Rhizophagus irregularis* و *Claroideoglomus etunicatum* بود. قارچ‌ریشه F. mosseae با کد pri 87-25 از پژوهشکده پسته (Mohammadi and Banihashemi, 2010) و دو گونه *R. irregularis* (با شماره دسترسی KT456544) و *C. etunicatum* به صورت محصول تجاری با نام میکوروت (MycoRoot) از شرکت زیست فناور پیشتاز واریان تهیه گردید. بستره حاوی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار شامل مخلوطی از ریشه‌های ذرت کلنیزه شده، اسپور و ریسه‌ها در پرلیت و حاوی حداقل ۱۰۰ زادمایه در هر گرم از سه گونه قارچ‌ریشه با نسبت مساوی بود. ارقام پسته مورد استفاده دو رقم ممتاز و بادامی زرند بودند. ابتدا در گلدان‌های یک کیلوگرمی حاوی بستره کاشت (مخلوط ماسه شسته-خاک بکر به نسبت ۲ به ۱) مخلوط شده با زادمایه قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار به میزان ۷ درصد وزنی، ۵-۶ عدد بذر کاشته شده و پس از دوماه، در گلدان‌های ۴ کیلوگرمی، یک کیلوگرم بستره کاشت مخلوط شده با ۷ درصد وزنی از زادمایه قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار ریخته شده و روی آن به ازای هر نهال، دو سرشاخه کلنیزه شده با بیمارگر گذاشته شد. سپس نهال‌های دو ماهه پسته به همراه ریشه و خاک اطراف آنها از گلدان‌های یک کیلوگرمی خارج شده و به گلدان‌های ۴ کیلوگرمی منتقل شده و وزن نهایی گلدان‌ها، ۳۵۰۰ گرم تنظیم گردید. در طول آزمایش آبیاری گلدان‌ها با استفاده از آب شهری و در حد ظرفیت زراعی (با روش وزنی) انجام شده و گلدان ها در گلخانه با دمای ۳± ۲۵ درجه سلسیوس و شدت نوری ۶۰۰۰ لوکس نگهداری شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در گلخانه انجام شد. شش ماه پس از مایه‌زنی بیمارگر و همزمان با بروز نشانه‌های بیماری در نهال‌های مایه‌زنی شده با *A. mellea*، صفات رویشی، غلظت کلروفیل کل، پرولین و قندهای محلول و غلظت عناصر پرنیاز و کم نیاز در اندام هوایی بر اساس روش جمالی و همکاران (۱۴۰۱) اندازه گیری شد. میزان مرگ و میر نهال‌ها در شش زمان مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ روز پس از مایه‌زنی بیمارگر) با شمارش تعداد نهال‌های مرده و زنده در هر گلدان محاسبه شد.

نتایج و بحث

مایه‌زنی ریشه نهال‌های پسته با قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM) و *A. mellea* (Arm) سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ و ارتفاع نهال‌ها و غلظت کلروفیل کل، پرولین و قندهای محلول (جدول ۱) در هر دو رقم پسته ممتاز و بادامی زرند نسبت به شاهد گردید. در مقابل مایه‌زنی *A. mellea* (Arm) به استثنای وزن خشک ریشه و سطح برگ در رقم بادامی زرند، سایر صفات رویشی، غلظت کلروفیل کل، پرولین و قندهای محلول را در هر دو رقم به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد. در تیمار برهمکنش قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار و *A. mellea* (AM+Arm) صفات رویشی، غلظت کلروفیل کل، پرولین و قندهای محلول در هر دو رقم پسته در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با بیمارگر (Arm) به طور معنی‌داری افزایش نشان داد (جدول ۱). مایه‌زنی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM) در رقم ممتاز باعث افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم و منیزیوم و در رقم بادامی زرند باعث افزایش معنی‌دار غلظت فسفر، نیتروژن، پتاسیم و منیزیوم و نسبت به شاهد شد (جدول ۲). غلظت کلسیم در هیچیک از ارقام پسته افزایش معنی‌داری نشان نداد. در این تیمار غلظت عناصر کم نیاز نیز تنها در رقم بادامی زرند افزایش معنی دار نسبت به شاهد نشان داد. مایه‌زنی بیمارگر (Arm) در هر دو رقم پسته غلظت عناصر پرنیاز و کم نیاز را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد. در تیمار برهمکنش قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار و بیمارگر (AM+Arm) غلظت عناصر پرنیاز و کم نیاز در هر دو رقم پسته نسبت به تیمار مایه‌زنی با بیمارگر (Arm) افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). در هر دو رقم پسته مرگ و میر نهال‌ها در طول آزمایش روند افزایشی نشان داد. مرگ و میر نهال‌های رقم ممتاز در تیمار Am+Arm و در روزهای نودم و یکصد و بیستم پس از مایه‌زنی با بیمارگر به ترتیب ۴۰ و ۵۵ درصد بود که در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با بیمارگر (Arm) در این دو روز (به ترتیب ۶۰ و ۸۰ درصد) به طور معنی‌داری کمتر بود اما در انتهای آزمایش (۱۸۰ روز پس از مایه‌زنی

بیمارگر) مرگ و میر نهال‌ها در تیمار Arm تفاوت معنی‌داری را با تیمار AM+Arm نشان نداد. در طول آزمایش مرگ و میر نهال‌های رقم بادامی زرند در تیمار Arm به طور معنی‌داری کمتر بود.

جدول ۱-تأثیر مایه‌زنی ریشه نهال‌های پسته با قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM)، *Armillaria mellea* (Arm) و برهمکنش آنها (AM+Arm) بر وزن خشک اندام هوایی، ریشه، سطح برگ، ارتفاع نهال‌ها و غلظت کلروفیل کل، پرولین و قندهای محلول.

تیمارها	وزن خشک اندام هوایی (g pot^{-1})	وزن خشک ریشه (g pot^{-1})	سطح برگ (cm^2 pot^{-1})	ارتفاع نهال‌ها (cm)	غلظت کلروفیل کل (mg g^{-1} FW)	غلظت پرولین (µmol g^{-1} FW)	غلظت قندهای محلول (mg g^{-1} FW)
رقم ممتاز							
شاهد	۵.۷^{d}	۲.۴^{c}	۱۲۵.۸^{cd}	۲۷.۱^{b}	۳.۲^{c}	۱۱.۴^{c}	۲۰.۱^{c}
AM	۶.۸^{b}	۲.۹^{b}	۱۳۶.۵^{b}	۳۰.۷^{a}	۴^{b}	۱۳.۱^{b}	۲۳.۴^{b}
Arm	۲.۵^{f}	۱.۳^{e}	۹۲.۵^{e}	۱۸.۱^{d}	۱.۱^{e}	۴.۲^{e}	۱۰.۷^{e}
Arm+AM	۴.۸^{e}	۱.۹^{d}	۱۱۸.۵^{d}	۲۳.۴^{c}	۲.۳^{d}	۹.۸^{d}	۱۷^{d}
رقم بادامی زرند							
شاهد	۵.۹^{cd}	۲.۷^{bc}	۱۲۹.۹^{bc}	۲۷.۷^{b}	۳.۷^{b}	۱۲.۳^{bc}	۲۲^{b}
AM	۷.۶^{a}	۳.۵^{a}	۱۴۸.۷^{a}	۳۱.۹^{a}	۵.۱^{a}	۱۵.۴^{a}	۲۹.۸^{a}
Arm	۴.۵^{e}	۲.۵^{c}	۱۲۳.۹^{cd}	۲۴.۵^{c}	۲.۶^{d}	۹.۵^{d}	۱۵.۷^{d}
Arm+AM	۶.۳^{c}	۲.۹^{b}	۱۳۶.۵^{b}	۲۸.۱^{b}	۳.۹^{b}	۱۲.۸^{bc}	۲۲.۹^{b}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، طبق آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵ درصد ندارند.

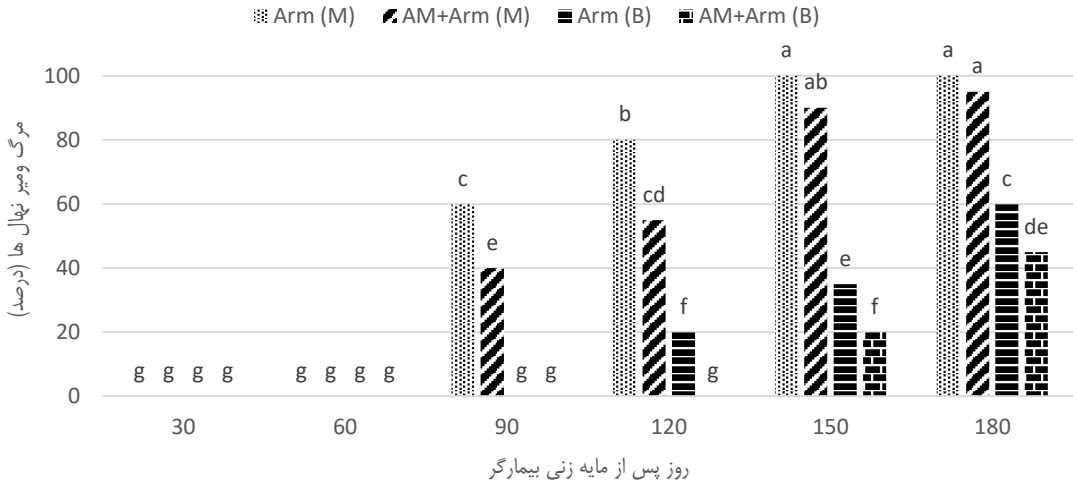
جدول ۲- تأثیر مایه‌زنی ریشه نهال‌های پسته با قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM)، *Armillaria mellea* (Arm) و برهمکنش آنها (AM+Arm) بر غلظت عناصر غذایی پرنیاز و کم نیاز در اندام هوایی نهال‌های پسته.

تیمارها	P (%)	N (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Ze (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})
رقم ممتاز								
شاهد	۰.۲۲^{bc}	۲^{b}	۱.۹۸^{cd}	۰.۹^{c}	۲.۵^{b}	۲۲.۴^{c}	۹۰.۴^{c}	۲۸.۲^{c}
AM	۰.۲۶^{ab}	۲.۲^{b}	۲.۲۴^{b}	۱.۱^{b}	۲.۶۶^{ab}	۲۴.۴^{bc}	۹۳.۸^{bc}	۳۱.۲^{bc}
Arm	۰.۰۸^{e}	۱.۱۲^{d}	۱.۱۲^{f}	۰.۴^{e}	۱.۱^{d}	۸.۴^{f}	۴۶.۴^{e}	۱۲.۳^{f}
AM+Arm	۰.۱۸^{cd}	۱.۶۴^{c}	۱.۷^{e}	۰.۶۸^{d}	۱.۸۸^{d}	۱۸.۲^{d}	۷۱.۴^{d}	۱۶.۱۴^{e}
رقم بادامی زرند								
شاهد	۰.۲۲^{bc}	۲.۰۶^{b}	۲.۱۴^{bc}	۰.۹۴^{bc}	۲.۶^{ab}	۲۳.۴۲^{bc}	۹۳.۴^{bc}	۲۹.۴^{bc}
AM	۰.۳^{a}	۲.۵۲^{a}	۲.۷^{a}	۱.۲۶^{a}	۲.۸۲^{a}	۲۸.۶^{a}	۱۱۱.۲^{a}	۳۶.۴^{a}
Arm	۰.۱۴^{d}	۱.۷۲^{c}	۱.۸۴^{d}	۰.۶۴^{d}	۱.۷۲^{c}	۱۴.۷^{e}	۷۰.۸^{d}	۲۲.۶^{d}
AM+Arm	۰.۲۸^{a}	۲.۲^{b}	۲.۲۸^{b}	۰.۹۸^{bc}	۲.۴۶^{b}	۲۴.۸^{b}	۹۵.۸^{b}	۳۱.۴^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک، طبق آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵ درصد ندارند.

از رقم ممتاز بوده و اولین مرگ و میر نهال‌ها نیز با تاخیر ۳۰ روزه نسبت به رقم ممتاز و ۱۲۰ روز پس از مایه‌زنی بیمارگر مشاهده شد (شکل ۱). در تیمار AM+Arm نیز مرگ و میر نهال‌های بادامی زرند کمتر از رقم ممتاز بود به طوری که در انتهای آزمایش، مرگ و میر نهال‌های بادامی زرند در تیمار AM+Arm به میزان ۴۵ درصد بود که در مقایسه با تیمار Arm (۶۰ درصد) به طور معنی‌داری کمتر بود (شکل ۱). در تحقیق حاضر بهبود خصوصیات رشدی، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای ارقام پسته در تیمار مایه‌زنی با قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM) در مقایسه با گیاهان شاهد و همچنین در تیمار برهمکنش قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار و بیمارگر (Am+Arm) در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با بیمارگر (Arm) و کاهش معنی‌دار مرگ و میر نهال‌های میکوریزی در مقایسه با تیمار Arm به خصوص در رقم بادامی زرند با نتایج مطالعه

محمدی و بنی هاشمی (۱۳۸۹، ۲۰۱۰)؛ بهمنش و همکاران، (۱۳۹۸)؛ شمس الدین سعید و همکاران، (۱۴۰۰)؛ جمالی پاقلعه و همکاران، (۱۴۰۱) در پسته و مطالعه رینی و همکاران (۲۰۲۰) در درخت عود و کالوت و همکاران (۲۰۱۵) در اسطوخودوس مطابقت داشت.



شکل ۱– تأثیر مایه‌زنی *Armillaria mellea* (Arm) و برهمکنش آن با قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AM+Arm) بر مرگ و میر نهال‌های دو رقم پسته ممتاز (M) و بادامی زرند (B) در زمان‌های مختلف پس از مایه‌زنی بیمارگر. ستون‌های دارای حروف مشترک، طبق آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵ درصد ندارند.

قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار با تغییر در جمعیت میکروبی ریزوسفر و رقابت با آن‌ها برای فضا و مواد غذایی، فعال کردن مکانیسم‌های دفاعی میزبان و بهبود وضعیت رشدی و تغذیه‌ای می‌توانند باعث کاهش شدت و شاخص بیماری شوند (Fu *et al.*, 2015). در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که مایه‌زنی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار با سازوکارهایی مانند بهبود خصوصیات رشدی، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای می‌توانند مرگ و میر نهال‌های پسته، به‌خصوص در ارقام متحمل‌تر به پوسیدگی آرمیلاریایی (بادامی زرند) را کاهش دهند.

منابع

بهمنش، ز.، علایی، ح.، محمدی، ا.م. و دشتی، ح. ۱۳۹۸. تأثیر مایکوریزاهای آربوسکولار *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*بر روی پوسیدگی فیتوفتورایی پسته در شرایط شوری. دانش گیاهپزشکی ایران، ۵۰(۲): ۱۹۷–۲۱۲.

جمالی پاقلعه، س.، رادمان، ن.، محمدی، ا.م.، پیرنیا، م. و طاهری، ع.ح. ۱۴۰۱. تأثیر مایه‌زنی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار بر پژمردگی ورتیسیلیومی دو پایه پسته احمدآقایی و بادامی زرند: ویژگی‌های رشدی، تغذیه‌ای و بیوشیمیایی. نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، ۵۳(۲): ۲۳۹–۲۵۴.

شمس‌الدین سعید، ف.، رادمان، ن.، محمدی، ا.م.، پیرنیا، م. و طاهری، ع.ح. ۱۴۰۰. تأثیر قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار، *Trichoderma harzianum*و ترکیب آن‌ها بر پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه نهال‌های پسته رقم ممتاز: ویژگی‌های رشدی، تغذیه‌ای و بیوشیمیایی. آفات و بیماری‌های گیاهی، ۸۹(۲): ۲۴۳–۲۵۵.

محمدی، ا.ح.، حقدل، م.، میرابوالفتحی، م. و علایی، ح. ۱۴۰۱. بیماری پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه و طوقه در باغ‌های پسته. دانش بیماری‌شناسی گیاهی، ۱۱(۲): ۹۲–۱۰۲.

Atakan, A. and Ozkaya, H.O. 2021. Induced resistance to *Fusarium* wilt in carnation with mixture of mycorrhizal fungi. Fresenius Environmental Bulletin, 30(4): 4217–4227.

Calvet, C., Garcia-Figueres, F., Lovato, P. and Camprubi, A. 2015. Role of the arbuscular mycorrhizal symbiosis in tolerance response against *Armillaria mellea* in lavender. Spanish Journal of Agricultural Research, 13(3): 1–8.

Fu, X., Yang, F., Wang, J., Di, Y., Dai, X., Zhang, X. and Wang, H. 2015. Understory vegetation leads to changes in soil acidity and in microbial communities 27 years after reforestation. Science of the Total Environment, 502: 280–286.

Mohammadi, A.H. and Banihashemi, Z. 2010. Effect of VAM colonization in pistachio rootstock on growth, nutrition and *Phytophthora* root rot. Phytopathology, 100: S85.

Nogales, A., Aguirreolea, J., Santa María, E., Camprubí, A. and Calvet, C. 2009. Response of mycorrhizal grapevine to *Armillaria mellea* inoculation: Disease development and polyamines. Plant and Soil, 317(1–2): 177–187.

Rini, M.V., Susilowati, E., Riniarti, M. and Lukman, I. 2020. Application of *Glomus* sp. and a mix of *Glomus* sp. with *Gigaspora* sp. in improving the agarwood (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) seedling growth in Ultisol soil. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 449(1): 012004. IOP Publishing.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Increase resistance of two pistachio cultivars to Armillaria root and crown rot with arbuscular mycorrhizal fungi

Amir Hossein Mohammadi[1]*, Farhad Rejali[2], Masoumeh Haghdel[1], Bahman Panahi[1]and Hossein Alaei[3]

1. Pistachio Research Centre, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran.

2. Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran

Corresponding Author: ah-mohammadi@pri.ir

Abstract

Armillaria root and crown rot is one of the most important diseases of pistachio trees, which can cause widespread death of trees in pistachio orchards. Control of the disease is difficult and costly due to the nature of the causal agent and late diagnosis of the symptoms. The symbiosis of arbuscular mycorrhizae (AM) with roots plays an important role in increasing plant tolerance to pathogens. In this research, the effect of the mixture of three species of arbuscular mycorrhizae, *Funneliformis mosseae*, *Rhizophagus irregularis* and *Claroideoglomus etunicatum* was evaluated on Armillaria root and crown rot in two pistachio cultivars of Momtaz and Badami zarand. Pistachio seeds were sown in pots containing 7% (w/w) of arbuscular mycorrhizae propagules (30 propagules of each species per gram) and after two months, roots of seedlings were inoculated with two pieces of colonized branches of apple trees by the pathogens for each seedling. The experiment was conducted as factorial in completely randomized design with five replications in the greenhouse. The results showed that inoculation of arbuscular mycorrihzae (AM) can increase significantly shoot and root dry weight, leaf area, stem height, concentration of chlorophyll, proline, soluble sugars, macro and micro elements comparison with the control and inoculated plants by the pathogen (Arm) especially in Badami Zarand cultivar. At the end of the experiment, mortality of Badami Zarand seedlings decreased significantly from 60% in the Arm treatment and reached to 45% in the AM+Arm treatment. Overall, the results of this research showed that the presence of arbuscular mycorrhizae in roots can increase the tolerance of pistachio seedlings to Armillaria root and crown rot by improving the vegetative, nutritional, biochemical characteristics.

Keywords: Honey mushroom rot, Symbiosis, Mineral elements, Badami Zarand cultivar, Momtaz cultivar.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر گوگرد معدنی بر کاهش خسارت لکه برگی آلترناریایی پسته و بهبود شاخص کلروفیل در نهال‌های پسته

امیرحسین محمدی[1*]، معصومه حقدل[1] و محمد مرادی قهدریجانی[1]
۱-پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *ah-mohammadi@pri.ir*

چکیده

لکه‌برگی آلترناریایی یکی از بیماری‌های مهم درختان پسته بوده که در شرایط آب و هوایی مساعد می‌تواند باعث کاهش کمیت و کیفیت محصول شود. استفاده از ترکیبات شیمیایی سازگار با محیط زیست مانند گوگرد عنصری، یکی از راهکارهای کاربردی جهت کاهش خسارت این بیماری می باشد. در تحقیق حاضر، اثرات بازدارندگی غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد گوگرد معدنی و ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر قارچکش کلروتالونیل بر رشد رویشی، جوانه‌زنی کنیدیوم و بیماریزایی سه گونه *Alternaria alternata*، *A. arborescens* و *A. tenuissima* روی نهال‌های دو رقم پسته اکبری و احمدآقایی در شرایط گلخانه ارزیابی شد. نتایج نشان داد در هر سه گونه آلترناریا با افزایش غلظت گوگرد معدنی و کلروتالونیل، درصد بازدارندگی رشد میسلیومی و جوانه‌زنی کنیدیوم به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. بیشترین درصد بازدارندگی رشد میسلیومی در *A. alternata* و غلظت ۶ درصد گوگرد معدنی (۴۸.۹ درصد) و در گونه *A. arborscens* و غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلروتالونیل (۴۸.۳ و ۴۹.۴ درصد) مشاهده شد. دو گونه *A. alternata* و *A. tenuissima* دارای بیشترین و کمترین درصد بازدارندگی رشد رویشی در غلظت‌های مختلف گوگرد معدنی و کلروتالونیل بودند. روند تغییرات درصد بازدارندگی جوانه‌زنی کنیدیوم سه گونه آلترناریا همانند رشد رویشی بود با این تفاوت که بیشترین میزان بازدارندگی از جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها در *A. arborscens* و در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلروتالونیل مشاهده گردید. در تیمار کلروتالونیل ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، درصد کاهش قطر لکه‌های ناشی از *A. alternata*، *A. arborescens* و *A. tenuissima* روی برگ نهال‌های پسته ۳۴.۸، ۳۰.۴ و ۲۷.۹ درصد بود که اختلاف معنی‌داری را با تیمار گوگرد معدنی در دو گونه *A. alternata* و *A. arborescens* نشان داد. گوگرد معدنی شاخص کلروقیل برگ‌ها را نیز در هر دو رقم پسته به طور معنی داری در مقایسه با شاهد و کلروتالونیل افزایش داد. در مجموع نتایج نشان داد که استفاده از گوگرد معدنی می‌تواند با تاثیر بر رشد رویشی و جوانه‌زنی کنیدیوم‌های آلترناریا، در شرایط با شدت آلودگی پایین بیماری، ضمن کاهش قطر لکه‌های ناشی از بیماری، شاخص کلروفیل برگ‌ها را نیز افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: لکه برگی آلترناریایی، ارقام پسته، کلروتالونیل، کشاورزی ارگانیک.

مقدمه

پسته یکی از مهمترین محصولات باغبانی ایران بوده که در طول چندین سال گذشته سطح زیر کشت آن به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. بیماری لکه برگی (سوختگی) آلترناریایی از جمله بیماری‌های مهمی است که در شرایط آب و هوایی مساعد، علاوه بر خسارت کَمی، باعث کاهش کیفیت محصول پسته نیز می‌گردد. این بیماری برگ، دمبرگ، دم خوشه، پوست سبز و مغز میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Heidarian et al., 2005). کنترل این بیماری علاوه بر عملیات به باغی، مستلزم چندین نوبت استفاده از قارچکش‌های عمدتاً سیستمیک بوده که به دلیل بروز و گسترش مقاومت به قارچکش‌ها و احتمال وجود باقیمانده سموم در محصول پسته، کاربرد آنها دارای محدودیت‌ها و مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی زیادی می‌باشد (Avenot and Michailides, 2007).

گوگرد عنصری علاوه بر خاصیت قارچکشی از نوع غیرسیستمیک و محافظتی (Belikova et al., 2019)، به عنوان یک عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان، نقش مهمی در سنتز اسیدهای آمینه (سیستئین، متیونین)، پروتئین‌ها، کوآنزیم‌ها، سولفولیپیدها و پلی ساکاریدها دارد

(Haneklaus et al., 2007; Belikova et al., 2019). تاثیر گوگرد عنصری به عنوان یک قارچکش موثر علیه لکه برگی آلترناریایی کلزا نیز به اثبات رسیده است (Haneklaus et al., 2007). مطالعات گوگویی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که درصد جوانه‌زنی کنیدیوم‌های *Erysiphe cichoracearum*، عامل سفیدک پودری بامیه، در حضور ۴ نوع گوگرد عنصری از ۴/۵ تا ۱۶ درصد متغیر بوده که در مقایسه با تیمار شاهد، به طور معنی‌داری کمتر بود (Gogoi et al., 2013). نالاتامبی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میکروگرم بر گرم گوگرد وتابل به ترتیب باعث کاهش ۳۰ و ۵۰ درصدی رشد رویشی*Alternaria alternate* می شوند که این میزان بازدارندگی رشد میسلیومی در مقایسه با قارچکش‌های رایج به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر بود. در غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم در گرم گوگرد وتابل، درصد بازدارندگی رشد میلسیومی *A. alternata* حدود ۸۰ درصد و بدون تفاوت با کاپتان بود (Nallathambi, et al., 2019). نتایج تحقیقات پرشل و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که محلول پاشی سه کود گوگردی (سولفات منیزیم، سولفات منگنز و سولفات روی)، لکه‌های نکروزه ناشی از آلترناریا روی برگ‌های سیب را به طور متوسط تا ۷۲/۷ درصد کاهش داده که این کاهش بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار قارچکش‌ها بود. با افزودن این کودهای گوگردی به محیط کشت سیب زمینی-دکستروز-آگار (PDA) نشان داده شد که این کودها نه تنها خاصیت قارچکشی نداشتند بلکه باعث افزایش رشد بیمارگر روی محیط کشت نیز شدند. آنها به این نتیجه رسیدند که این سه نوع کود گوگردی هیچ گونه اثر قارچ‌کشی مستقیمی نداشته و و تاثیرات آنها روی لکه برگی آلترناریایی درختان سیب، به دلیل تغییرات فیزیولوژیکی و تغذیه بهتر درختان بوده است (Prechsl et al., 2023). با توجه به تغییرات اقلیمی و افزایش خسارت ناشی از لکه برگی آلترناریایی پسته عدم وجود اطلاعات در این زمینه، در تحقیق حاضر اثرات غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد گوگرد معدنی و ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر قارچکش کلروتالونیل، بر بازدارندگی از رشد رویشی، جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها و بیماری‌زایی جدایه‌های آلترناریا روی نهال‌های دو رقم پسته اکبری و احمدآقایی پسته در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از سه گونه *Alternari alternata*، *A. arborescens* و *A. tenuissima* جدا شده از برگ درختان پسته استفاده شد. مطابق روش نالاتامبی و همکاران (۲۰۰۹)، اثر غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد گوگرد معدنی و ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قارچکش کلروتالونیل روی رشد رویشی با استفاده از محیط کشت سیب زمینی دکستروز-آگار (PDA) و روی جوانه زنی کنیدیوم ها با استفاده از محیط کشت آب-آگار (WA) ۲ درصد ارزیابی شد. پس از افزودن غلظت‌های فوق به محیط کشت PDA، در مرکز تشتک‌های پتری، یک دیسک ۶ میلی‌متری از حاشیه پرگنه‌های ۵ روزه سه گونه آلترناریا کشت داده شده و سپس تشتک‌های پتری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و تاریکی نگهداری شدند. در فاصله زمانی ۴ تا ۱۰ روز قطر پرگنه‌ها با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. سوسپانسیون کنیدیوم سه گونه آلترناریا، مطابق روش آوِنُت و میکاییلیدس (۲۰۰۷) تهیه شد. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از این سوسپانسیون (با غلظت ۲×۱۰^{۴} کنیدیوم در میلی‌لیتر) در سطح تشتک‌های پتری حاوی محیط کشت آب-آگار ۲ درصد پخش شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در تاریکی نگهداری شدند. با استفاده از میکروسکوپ، تعداد کنیدیوم‌های جوانه زده در میان ۱۰۰ کنیدیوم شمارش و درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی کنیدیوم ها محاسبه گردید. تاثیر دو غلظت ۶ درصد گوگرد معدنی و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلروتالونیل روی لکه برگی آلترناریایی در شرایط گلخانه روی نهال های ۸ ماهه دو رقم پسته اکبری و احمدآقایی ارزیابی گردید. غلظت های فوق با استفاده از سمپاش دستی ۳ لیتری روی نهال‌های پسته پاشیده شدند تا قطرات اضافی روی برگ‌ها مشاهده گردد. محلول پاشی نهال‌های شاهد با استفاده از آب مقطر انجام شد. کلیه برگ ها پس از خشک شدن قطرات اضافی، با یک دیسک میسلیومی ۶ میلی‌متری از حاشیه پرگنه‌های ۵ روزه جدایه‌های آلترناریا روی محیط PDA اسیدی، مایه‌زنی شدند. مایه‌زنی نهال های شاهد با استفاده از دیسک‌های ۶ میلی‌متری محیط کشت PDA اسیدی بدون قارچ انجام شد. نهال‌های مایه‌زنی شده به مدت ۴۸ ساعت با استفاده از پوشش پلاستیکی شفاف پوشیده شده و پس از آن تا بروز لکه‌های روی برگ‌ها، در دمای ۳ ± ۲۴ درجه سلسیوس و شدت نوری ۶۰۰۰ لوکس (ترکیب نور طبیعی و مصنوعی) به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. قطر لکه‌های قهوه‌ای تیره روی برگچه‌ها با استفاده خط‌کش اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

در هر سه گونه آلترناریا با افزایش غلظت گوگرد معدنی و کلروتالونیل، درصد بازدارندگی رشد میسلیومی به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین درصد بازدارندگی رشد میسلیومی مربوط به *A. alternata* و در غلظت ۶ درصد گوگرد معدنی و در گونه *A. arborscens* و غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلروتالونیل مشاهده شد (جدول ۱). مقایسه سه گونه آلترناریا با یکدیگر نشان داد که بیشترین و کمترین درصد بازدارندگی رشد رویشی در غلظت‌های مختلف گوگرد معدنی و کلروتالونیل به ترتیب در *A.alternata* و *A. tenuissima* می باشد و *A. arborscens* حدواسط دوگونه فوق قرار گرفت (به استثنای غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلروتالونیل). روند تغییرات درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی کنیدیوم سه گونه آلترناریا نیز همانند رشد رویشی بود با این تفاوت که بیشترین میزان بازدارندگی از جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها، در *A. arborescens* و در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلروتالونیل مشاهده گردید.

جدول ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف گوگرد معدنی و کلروتالونیل بر درصد بازدارندگی رشد میسلیومی و جوانه‌زنی کنیدیوم *Alternaria alternata*، *A. arborescens* و *A. tenuissima*.

	گوگرد معدنی (درصد)			کلروتالونیل (میلی گرم در لیتر)		
	۲	۴	۶	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰
	درصد بازدارندگی رشد میسلیومی					
A.alternata	۲۹.۱ gh	۴۱.۳ c	۴۸.۹ a	۳۳.۹ f	۴۶.۷ b	۴۷.۰۴ b
A.arborescens	۲۷.۱ i	۳۲.۵ f	۴۱.۸ c	۳۶ e	۴۸.۳ ab	۴۹.۴ a
A.tenuissima	۹.۷ k	۱۵.۴ j	۲۴.۵ hi	۲۹.۹ g	۳۷ de	۳۸ d
	درصد بازدارندگی جوانه زنی کنیدیوم					
A.alternata	۹.۱ h	۱۷.۲ e	۲۱.۹ bcd	۱۲.۰۴ g	۲۲.۱ bc	۲۲.۴ b
A.arborescens	۸.۹ h	۱۴.۸ f	۲۱ bcd	۱۳.۸ f	۲۴.۲ a	۲۴.۴ a
A.tenuissima	۸.۹ h	۱۴.۹ f	۱۸ e	۱۱.۳ g	۲۰.۲ d	۲۰.۴ cd

میانگین‌های با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

در ارقام اکبری و احمدآقایی بیشترین درصد کاهش قطر لکه‌ها در گونه *A. alternata* و تیمار کلروتالونیل ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (به ترتیب ۳۴.۲۴ و ۳۵.۳ درصد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با سایر گونه‌ها و همچنین تیمار گوگرد معدنی ۶ درصد نشان داد (جدول ۲). در هر دو رقم پسته، درصد کاهش قطر لکه‌های ناشی از *A. alternata* و *A. arborscens* در تیمار گوگرد معدنی به طور معنی‌داری کمتر از تیمار کلروتالونیل بود اما در *A. tenuissima*، این دو تیمار تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۲).

جدول ۲-تاثیر کاربرد گوگرد معدنی و کلروتالونیل بر درصد کاهش قطر لکه ناشی از سه گونه آلترناریا روی برگ نهال‌های پسته دو رقم اکبری و احمدآقایی.

رقم پسته	گونه بیمارگر	نوع و غلظت ترکیبات مورد استفاده	
		گوگرد معدنی ۶ درصد	کلروتالونیل ۱۰۰۰ (mg/l)
اکبری	*A. alternata*	۳۱.۲۴ b	۳۴.۲۴ a
	A. arborescens	۲۸.۵۷ cd	۳۰.۹ b
	A. tenuissima	۲۶.۷۳ de	۲۸.۱۹ cde
احمدآقایی	*A. alternata*	۳۱.۳۵ b	۳۵.۳ a
	A. arborescens	۲۷.۷۱ de	۳۰.۰۱ bc
	A. tenuissima	۲۶.۲۹ e	۲۷.۶۴ de

میانگین‌های دارای حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

در هر دو رقم پسته بیشترین شاخص کلروفیل در تیمار گوگرد معدنی مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری را با شاهد و تیمار کلروتالونیل نشان داد (جدول ۳). همچنین میان دو رقم پسته از نظر شاخص کلروفیل اختلافی مشاهده نگردید.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در میان غلظت‌های مختلف گوگرد معدنی، غلظت ۶ درصد در هر سه گونه آلترناریا بیشترین میزان بازدارندگی بر رشد رویشی و جوانه‌زنی کنیدیوم سه گونه آلترناریا را داشته که با نتایج مطالعات نالاتامبی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. آنها نشان دادند که بازدارندگی از رشد میسلیومی *A.alternata* توسط گوگرد وتابل در غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم بر گرم با قارچکش کاپتان برابر بود (Nallathambi et al., 2009). هولب و شنابل (۲۰۰۸) نیز گزارش کرده‌اند که گوگرد عنصری می‌تواند جوانه‌زنی و زنده‌مانی اسپورهای *Monilinia fructicola* عامل پوسیدگی قهوه‌ای هلو را کاهش دهد.

جدول ۳- تاثیر گوگرد معدنی و کلروتالونیل بر شاخص کلروفیل برگ نهال‌های پسته اکبری و احمدآقایی مایه‌زنی شده با سه گونه آلترناریا.

رقم پسته	گونه بیمارگر	تیمارها		
		شاهد	گوگرد معدنی ۶ درصد	کلروتالونیل mg/L ۱۰۰۰
اکبری	*A. alternata*	۶۰.۵ f-j	۶۶.۲ ab	۶۲.۱ d-h
	A. arborescens	۵۹.۱ hij	۶۴.۸ a-d	۶۰.۷ f-i
	A. tenuissima	۵۷.۶ j	۶۳.۳ c-f	۵۹.۲ hij
احمدآقایی	*A. alternata*	۶۱.۲ e-i	۶۷ a	۶۲.۹ c-g
	A. arborescens	۵۹.۲ hij	۶۵.۶ abc	۶۱.۵ e-h
	A. tenuissima	۵۸.۳ ij	۶۴.۱ b-e	۶۰ g-j

میانگین‌های دارای حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

بالاتر بودن درصد بازدارندگی رشد میسلیومی و جوانه‌زنی کنیدیوم سه گونه آلترناریا در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلروتالونیل که در این تحقیق به آن اشاره شده، با مطالعات انجام شده روی *Alternaria brassicae*، عامل سوختگی برگ خردل (Karthikeyan et al., 2021)، *Alternaria solani* عامل لکه موجی گوجه فرنگی (Nagesh et al., 2019) و *Alternaria alternata* (Kumar et al., 2013) مطابقت دارد. میزان کاهش قطر لکه‌های ناشی از سه گونه آلترناریا روی برگ نهال‌های پسته در گلخانه و در تیمار کلروتالونیل، به طور معنی‌داری بیشتر از گوگرد معدنی بود علاوه بر اینکه در نهال‌های هر دو رقم پسته، بیشترین اثر کاهشی گوگرد معدنی و کلروتالونیل، بر قطر لکه‌های ناشی از *A.alternata*، مشاهده گردید. با توجه به عدم وجود اختلاف میان دو رقم پسته اکبری و احمدآقایی از نظر قطر لکه‌های ناشی از هر سه گونه آلترناریا، به نظر می رسد که اثر کاهشی گوگرد معدنی و کلروتالونیل بر قطر لکه‌ها، به نوع رقم ارتباطی نداشته و بیشتر تحت تاثیر غلظت و نوع ترکیب شیمیایی مورد استفاده و گونه آلترناریا می‌باشد. میران‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) نیز مشاهده کردند که میان جدایه‌های *A. alternata* جمع‌آوری شده از مزارع سیب زمینی استان اصفهان، اختلاف معنی‌داری از نظر حساسیت به قارچکش‌های مختلف وجود دارد. مطالعات آنها نشان داد که کاربرد قارچکش‌هایی مانند کلروتالونیل می‌تواند شدت لکه‌برگی آلترناریایی سیب زمینی ناشی از *A. alternata* را در گلخانه، به طور معنی‌داری کاهش دهد (Miranzadeh et al., 2021). افزایش شاخص کلروفیل برگ هر دو رقم پسته در تیمار گوگرد معدنی نکته مهمی است که نشان می دهد استفاده از گوگرد می‌تواند ضمن کاهش فعالیت بیمارگر و خسارت ناشی از آن، شاخص‌های فیزیولوژیکی از جمله میزان کلروفیل و فتوسنتز را بهبود بخشد (Wells et al., 2014). با توجه گسترش لکه برگی آلترناریایی در پسته کاری‌های کشور و خسارت ناشی از آن روی برگ و میوه و همچنین به دلیل اینکه گوگردهای معدنی به عنوان ترکیبات معدنی کم خطر و مجاز برای تولید محصولات ارگانیک شناخته و معرفی شده‌اند، می‌توان انتظار داشت با محلول‌پاشی گوگردهای معدنی، علاوه بر کاهش رشد رویشی و جوانه‌زنی کنیدیوم‌های آلترناریا، گسترش لکه‌ها و پیشرفت بیماری نیز را روی برگ‌ها کند نماید. کاهش خطر باقیمانده سموم شیمیایی در محصول پسته و بهبود برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی مانند شاخص کلروفیل از جمله سایر مزایای استفاده از گوگردهای معدنی می باشد.

منابع

Bělíková, H., Mészáros, M., Varga, L., Árvay, J., Wiśniowska-Kielian, B., Gondek, K., Antonkiewicz, J., Torma, S., Lazarevic, B., von Bennewitz, E. and Lošák, T. 2019. The effect of different forms of sulphur on incidence of apple scab on apple tree (*Malus* × *domestica* Borkh.) 'Gloster' cv. Ecological Chemistry and Engineering, 26(1): 199–208.

Gogoi, R., Singh, P.K., Kumar, R., Nair, K.K., Alam, I., Srivastava, C., Yadav, S., Gopal, M., Choudhury, S.R. and Goswami, A. 2013. Suitability of nano-sulphur for biorational management of powdery mildew of okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) caused by *Erysiphe cichoracearum*. Journal of Plant Pathology and Microbiology, 4(4): 171–175.

Haneklaus, S., Bloem, E., Funder, U. and Schnug, E. 2007. Effect of foliar-applied elemental sulphur on *Fusarium* infections in barley. Landbauforschung Volkenrode, 57(3): 213–217.

Heidarian, R., Javan Nikkhah, M., Peyambari, M. and Ormaz, B. 2005. Study on fungal contamination of pistachio seeds in Kerman Province, Iran and some new fungi for Iranian pistachio mycoflora. IV International Symposium on Pistachios and Almonds, 726: 615–618.

Holb, I.J. and Schnabel, G. 2008. The benefits of combining elemental sulfur with a DMI fungicide to control *Monilinia fructicola* isolates resistant to propiconazole. Pest Management Science, 64(2): 156–164.

Karthikeyan, R., Kumar, S., Prasad, R. and Singh, M. 2021. In vitro evaluation of fungicides and botanicals against *Alternaria brassicae* causing leaf blight of mustard. International Journal of Plant Pathology and Microbiology, 1(1): 16–19.

Kumar, M., Bhadauria, V., Singh, K., Singh, C. and Yadav, A.K. 2013. Evaluation of fungicide efficacy for the management of Alternaria leaf spot disease on chilli. Plant Pathology Journal, 12(1): 32.

Miranzadeh, A., Sharifnabi, B. and Khajehali, J. 2021. Evaluation of fungicide resistance in *Alternaria alternata* isolates of potato in Isfahan region. Iranian Journal of Plant Pathology, 57(3): 177–187.

Nagesh, M., Mushrif, S.K., Reddy, M.T.B., Sangeetha, C.G. and Kumar, A.J.S. 2019. Fungicides for the management of early blight of tomato caused by *Alternaria solani*. Journal of Mycology and Plant Pathology, 49(3): 308–315.

Nallathambi, P., Umamaheswari, C., Thakore, B.B.L. and More, T.A. 2009. Post-harvest management of ber (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) fruit rot (*Alternaria alternata* Fr. Keissler) using *Trichoderma* species, fungicides and their combinations. Crop Protection, 28(6): 525–532.

Prechsl, U.E., Rizzoli, W., Marschall, K. et al. 2023. Fungicide-free management of Alternaria leaf blotch and fruit spot on apple indicates *Alternaria* spp. as secondary colonizer. Scientific Reports, 13: 8431.

Pryor, B.M. and Michailides, T.J. 2002. Morphological, pathogenic, and molecular characterization of *Alternaria* isolates associated with Alternaria late blight of pistachio. Phytopathology, 92(4): 406–416.

Wells, L., Brock, J. and Brenneman, T. 2014. Effects of foliar sulfur sprays on pecan independent of pecan scab control. HortScience, 49(4): 434–437.

The effect of mineral sulfur on Alternaria leaf spot control and chlorophyll index improvement in pistachio seedlings

Amir Hossein Mohammadi[1*], Masoumeh Haghdel[1] and Mohammad Moradi Ghahdarijani[1]
1. Pistachio Research Centre, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
[*]*Corresponding Author: ah-mohammadi@pri.ir*

Abstract

Alternaria Leaf Spot is one of the most important diseases in pistachio trees, can significantly reduce both the quantity and quality of the crop under favorable climatic conditions. The use of environmentally friendly chemical compounds, such as elemental sulfur, is a practical approach to mitigating the damage caused by this disease. In the present study, the inhibitory effects of **2,** 4 and 6% mineral sulfur concentrations, as well as 500, 1000, and 1500 mg/L chlorothalonil fungicide, were evaluated on the mycelial growth, conidial germination, and pathogenicity of three *Alternaria* species (*A. alternata*, *A. arborescens*, and *A. tenuissima*) on seedlings of two pistachio cultivars (Ahmad Aghaei and Akbari) under greenhouse conditions. The results showed that in all three *Alternaria* species, increasing the concentration of mineral sulfur and chlorothalonil significantly enhanced the inhibition percentage of both mycelial growth and conidial germination. The highest inhibition of mycelial growth was observed in *A. alternata* at 6% mineral sulfur (48.9%) and *A. arborescens* at 1000 and 1500 mg/L chlorothalonil (48.3% and 49.4%, respectively). Among the species, *A. alternata* and *A. tenuissima* exhibited the highest and lowest vegetative growth inhibition, respectively, across different concentrations of mineral sulfur and chlorothalonil. The trend in conidial germination inhibition was similar to that of mycelial growth, with the highest suppression observed in *A. arborescens* at 1000 and 1500 mg/L chlorothalonil. In the 1000 mg/L chlorothalonil treatment, the reduction in lesion diameter caused by *A. alternata*, *A. arborescens*, and *A. tenuissima* on pistachio leaves was 34.8%, 30.4%, and 27.9%, respectively, showing a significant difference compared to mineral sulfur treatment in *A. alternata* and *A. arborescens*. Additionally, mineral sulfur significantly increased the leaf chlorophyll index in both pistachio cultivars compared to the control and chlorothalonil treatments. Overall, the findings indicate that mineral sulfur can effectively inhibit the mycelial growth and conidial germination of *Alternaria* species. Under low disease pressure, it not only reduces lesion size but also enhances leaf chlorophyll index, making it a viable alternative for disease management in pistachio cultivation.

Keywords: Alternaria leaf spot, Pistachio cultivars, Chlorothalonil, Organic farming.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

تحلیل اثرات متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با غلظت‌های مختلف آمینوبوتیریک اسید (گابا) بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا

علی قادری[1*]
۱-گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، خراسان شمالی، ایران
*نویسنده مسئول: *ghaderi885@yahoo.com*

چکیده

تنش شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت استویا، تأثیرات مخربی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه این گیاه دارد. این مطالعه با هدف بررسی اثرات متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با غلظت‌های مختلف گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا در سال ۱۴۰۳ در آزمایشگاه علوم بذر دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، شامل چهار سطح شوری (صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم) و سه غلظت گابا (صفر، ۲/۵ و ۵ میلی‌مولار) اجرا گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ضریب تغییرات جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه بود. نتایج نشان داد که تنش شوری به‌طور معنی‌داری کلیه صفات مورد بررسی را تحت تأثیر قرار داد. بالاترین درصد جوانه‌زنی (۷۳/۶۷ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۹/۰۵ بذر در روز) در تیمار بدون شوری و پرایمینگ با ۲/۵ میلی‌مولار گابا مشاهده شد. در مقابل، کمترین درصد جوانه‌زنی (۳۳/۳۳ درصد) در بالاترین سطح شوری (۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بدون پیش‌تیمار گابا ثبت گردید. با این حال، پیش‌تیمار بذر با گابا در همین سطح شوری، درصد جوانه‌زنی را تا ۴۲ درصد افزایش داد که ۸/۱۵ درصد بیشتر از تیمار شاهد در همان سطح شوری بود. میانگین زمان جوانه‌زنی از ۴/۴۵ روز در تیمار بهینه به ۶/۱۵ روز در شرایط شوری شدید و بدون گابا افزایش یافت. بالاترین طول گیاهچه (۴/۳۷ سانتی‌متر) و شاخص طولی بنیه گیاهچه (۲۲۷/۸۱) در تیمار بدون شوری و پرایمینگ با ۲/۵ میلی‌مولار گابا مشاهده شد، در حالی که کمترین مقادیر برای طول گیاهچه (۱/۶۷ سانتی‌متر) و شاخص طولی بنیه گیاهچه (۶۹/۷۵) در بالاترین سطح شوری و بدون پرایمینگ گابا به ثبت رسید. تجزیه همبستگی نیز نشان داد که درصد جوانه‌زنی و شاخص طولی بنیه گیاهچه دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با سایر صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه هستند. به‌طور کلی، نتایج حاکی از آن است که پیش‌تیمار بذر با گابا به‌طور مؤثری می‌تواند اثرات منفی تنش شوری را بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه استویا کاهش دهد و بدین ترتیب به افزایش تحمل این گیاه در شرایط شور کمک شایانی نماید.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، کلرید سدیم.

مقدمه

استویا (*Stevia rebaudiana* Bertoni) به‌عنوان یک منبع طبیعی شیرین‌کننده‌های کم‌کالری، در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است. این گیاه از گلیکوزیدهای دی‌ترپنوئیدی مانند استویوزاید و ربودیوزاید A غنی است که جایگزین‌های سالمی برای شکر محسوب می‌شوند (Afshari et al., 2022). با این حال، به دلیل قدرت پایین جوانه‌زنی بذر این گیاه، کشت و کار از محدودیت‌هایی برخوردار است (Aghighi Shahverdi et al., 2017). علاوه بر این، کشت این گیاه در بسیاری از مناطق جهان با چالش‌های محیطی، به‌ویژه تنش شوری، مواجه است. شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که با تأثیر بر جذب آب و مواد غذایی، سمیت یونی و تنش اسمزی، به کاهش عملکرد گیاهان منجر می‌شود (Aghighi Shahverdi et al., 2018). برای مقابله با اثرات نامطلوب شوری، راهکارهای مختلفی از جمله استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد و پیش‌تیمار بذر پیشنهاد شده است (Sahoo et al., 2019). در این میان، آمینوبوتیریک اسید (GABA)، یک اسید آمینه غیرپروتئینی، به‌عنوان یک مولکول سیگنالینگ و تنظیم‌کننده مهم در پاسخ گیاهان به تنش‌های محیطی شناخته شده است. گابا در فرآیندهای فیزیولوژیکی متعددی از

جمله رشد و نمو، تنظیم تعادل یونی و پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی نقش دارد (Islam et al., 2024). مطالعات نشان داده‌اند که پیش‌تیمار بذر با گابا می‌تواند مقاومت گیاهان را در برابر تنش‌هایی مانند خشکی، سرما و شوری افزایش دهد. این اثرات مثبت گابا عمدتاً به بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، تنظیم باز شدن روزنه‌ها، حفظ تعادل یونی و بهبود فتوسنتز نسبت داده می‌شود که در نهایت شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را بهبود می‌بخشد. در پژوهشی گزارش شد که پیش‌تیمار بذر فلفل با گابا موجب بهبود جوانه‌زنی دانه از طریق افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، محتوای رطوبت دانه و کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی تحت تنش شوری شد (AL-Quraan et al., 2024). با توجه به اهمیت استویا و چالش‌های کشت آن در شرایط شور، و همچنین نقش بالقوه گابا در تعدیل اثرات تنش، این مطالعه با هدف تحلیل اثرات متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با غلظت‌های مختلف گابا بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۴۰۳ در آزمایشگاه علوم بذر دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان به‌منظور بررسی اثرات متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با گابا بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل چهار سطح تنش شوری (صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم) و سه غلظت پیش‌تیمار بذر با گابا (۰، ۲/۵ و ۵ میلی‌مولار) بودند. برای آماده‌سازی بذرهای استویا، ابتدا بذرهای سالم و یکنواخت انتخاب شدند. پیش‌تیمار بذر با گابا به مدت ۲۴ ساعت در غلظت‌های ذکر شده انجام شد. بذرهای شاهد (غلظت صفر گابا) نیز به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند. پس از اتمام دوره پیش‌تیمار، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و در سایه خشک شدند تا رطوبت سطحی آن‌ها از بین برود. آزمایش جوانه‌زنی در پتری‌دیش‌های استریل حاوی دو لایه کاغذ صافی سترون انجام شد. به هر پتری‌دیش ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های شوری با غلظت‌های آزمایشی اضافه گردید. پنجاه عدد بذر از هر تیمار به‌طور تصادفی در هر پتری‌دیش قرار داده شد و پتری‌دیش‌ها به ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده روزانه و به مدت ۱۱ روز انجام شد. بذر زمانی جوانه‌زده در نظر گرفته شد که طول ریشه‌چه آن حداقل ۲ میلی‌متر باشد. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ضریب تغییرات جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی بودند (Gorzi et al., 2017). در پایان دوره ۱۱ روزه، از هر پتری‌دیش ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی انتخاب شد و طول گیاهچه (مجموع طول ریشه‌چه و ساقه‌چه) با خط‌کش اندازه‌گیری شد. شاخص طولی بنیه گیاهچه نیز با استفاده از فرمول SVI= (طول گیاهچه × درصد جوانه‌زنی) / ۱۰۰ محاسبه گردید. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) مورد تجزیه و تحلیل واریانس قرار گرفتند و میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند. همبستگی ساده بین صفات نیز با نرم‌افزار ذکر شده آنالیز و محاسبه شد.

نتایج و بحث

تحلیل نتایج حاصل از اثرات متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با گابا بر صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا، تغییرات معنی‌داری را در پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه نشان داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۳/۶۷ درصد) در تیمار بدون تنش شوری (صفر دسی‌زیمنس بر متر) همراه با پیش‌تیمار گابا با غلظت ۲/۵ میلی‌مولار مشاهده شد. در مقابل، کمترین درصد جوانه‌زنی (۳۵/۳۳ درصد) در بالاترین سطح شوری (۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) در بذرهای بدون گابا ثبت گردید. این کاهش شدید نشان‌دهنده اثر بازدارنده شوری بالا بر فرآیند جوانه‌زنی است. با این حال، در همین سطح شوری، پیش‌تیمار با گابا (۲/۵ میلی‌مولار) تا حدودی درصد جوانه‌زنی را به ۴۲ درصد افزایش داد که ۱۵/۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد در همین سطح شوری بود (جدول ۱). همانند درصد جوانه‌زنی، بالاترین سرعت جوانه‌زنی (۹/۰۵ بذر در روز) در تیمار شاهد شوری و پیش‌تیمار با گابا ۲/۵ میلی‌مولار به‌دست آمد که نشان‌دهنده تسریع فرآیند جوانه‌زنی در شرایط بهینه و با حضور گابا است. در شدیدترین سطح شوری، کمترین سرعت جوانه‌زنی (۳/۳۳، ۴/۲۲ و ۴/۲۸ بذر در روز) در هر سه سطح تیمار گابا مشاهده شد. کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۴/۴۵ و ۴/۴۸ روز) در تیمار شاهد شوری و پیش‌تیمار گابا با غلظت‌های ۲/۵ و ۵ میلی‌مولار ثبت گردید. در مقابل، افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی به ۶/۱۵ روز در بالاترین سطح شوری و بدون پیش‌تیمار گابا، تأخیر و عدم یکنواختی در جوانه‌زنی را تحت تنش شدید شوری به‌وضوح نشان می‌دهد. بالاترین مقدار برای میانگین جوانه‌زنی روزانه (۳/۲۱ بذر) در تیمار بدون تنش شوری و غلظت ۲/۵

میلی‌مولار گابا مشاهده شد. از طرف دیگر، در شدیدترین حالت تنش شوری، کمترین مقدار میانگین جوانه‌زنی روزانه (۱/۶۱ بذر) بدون پیش‌تیمار گابا به ثبت رسید. بالاترین ارزش جوانه‌زنی (۲/۳) که ترکیبی از سرعت و درصد جوانه‌زنی است، در تیمار بدون شوری (صفر دسی‌زیمنس بر متر) و پیش‌تیمار با گابا ۲/۵ میلی‌مولار مشاهده شد. در مقابل، کمترین ارزش جوانه‌زنی (۰/۵۷) در بالاترین سطح شوری و تیمار بدون گابا ثبت گردید که نشان‌دهنده تخریب شدید توان جوانه‌زنی در این شرایط است. در رابطه با رشد گیاهچه، بالاترین طول گیاهچه (۴/۳۷ سانتی‌متر) در تیمار بدون تنش شوری و پیش‌تیمار با گابا ۲/۵ میلی‌مولار مشاهده شد. کمترین طول گیاهچه (۱/۶۷ و ۲/۰۳ سانتی‌متر) در بالاترین سطح شوری و تیمار بدون گابا و ۲/۵ میلی‌مولار به ثبت رسید. بالاترین شاخص طولی بنیه گیاهچه (۲۲۷/۸۱) در تیمار بدون تنش شوری و پیش‌تیمار با گابا ۲/۵ میلی‌مولار مشاهده شد. در مقابل، کمترین شاخص طولی بنیه گیاهچه (۶۹/۷۵ و ۷۳/۷۸) در شدیدترین سطح شوری و تیمار بدون گابا و ۲/۵ میلی‌مولار ثبت گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با غلظت‌های مختلف گابا بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه استویا.

بچینگ	درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	میانگین جوانه‌زنی روزانه (بذر)	ضریب تغییرات جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی	طول گیاهچه (سانتیمتر)	شاخص طولی بنیه گیاهچه
1G/	abc2/67±62/67	bc0/17±7/49	cde0/07±4/73	abc0/12±2/85	a-d0±0/21	bc0/16±1/79	b0/15±3/64	ab34/98±211/63
2G/	a5/33±70/67	a0/49±9/05	e0/08±4/45	a0/24±3/21	a0±0/22	a0/33±2/3	a0/27±4/37	a7/99±227/81
3G/	bcd3/53±58/67	bc0/35±7/43	e0/11±4/48	bcd0/16±2/67	a0/01±0/22	bcd0/19±1/58	bcd0/3±3/19	abc19/34±182/85
1G/	def3/53±49/33	d0/24±5/98	de0/19±4/61	def0/16±2/24	ab0/01±0/22	def0/16±1/12	de0/29±2/73	de8/5±133/04
2G/	bc2/31±60	bc0/39±7/34	cde0/13±4/7	bc0/1±2/73	abc0/01±0/21	bc0/13±1/64	de0/19±2/81	bcd12/35±168/41
3G/	ab2/67±65/33	b0/28±7/67	b-e0/06±4/92	ab0/12±2/97	b-e0±0/2	ab0/16±1/95	bcd0/1±3/27	ab10/12±213/21
1G/	efg2/31±46	e0/12±4/59	b0/17±5/35	efg0/1±2/09	e0/01±0/19	efg0/1±0/97	ef0/07±2/34	cd2/77±164/19
2G/	cde4/06±54/67	cd0/65±6/27	bcd0/13±5/04	cde0/18±2/48	b-e0±0/2	cde0/2±1/37	bc0/14±3/58	bcd20/84±174/1
3G/	fgh4/62±42	e0/65±4/57	bc0/26±5/18	fgh0/21±1/91	cde0/01±0/19	fg0/18±0/82	cde0/3±2/95	cde4/79±137/03
1G/	h2/67±35/33	e0/26±3/33	a0/03±6/15	h0/12±1/61	e0/01±0/18	g0/08±0/57	f0/13±1/67	f2/67±69/75
2G/	fgh2/31±42	e0/43±4/22	b0/26±5/43	fgh0/1±1/91	f0±0/16	fg0/09±0/81	f0/4±2/03	f18/42±73/78
3G/	gh4/67±38/67	e0/68±4/28	bc0/33±5/21	gh0/21±1/76	de0/01±0/19	fg0/16±0/7	de0/23±2/86	ef13/64±109/66

ته شده در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند، تفاوت معنیدار آماری از نظر آزمون حداقل اختلاف معنیدار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

همان‌طور که از نتایج همبستگی بین صفات مشخص است، درصد جوانه‌زنی با تمام صفات جوانه‌زنی دیگر از جمله سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ضریب تغییرات جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری است. این همبستگی‌های قوی، نشان‌دهنده آن است که هر عاملی که درصد جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار دهد، به‌طور موازی بر سایر شاخص‌های جوانه‌زنی نیز اثرگذار خواهد بود. با این حال، رابطه درصد جوانه‌زنی با طول گیاهچه و به‌تبع آن با شاخص طولی بنیه گیاهچه کمتر مستقیم اما همچنان معنی‌دار است. درصد جوانه‌زنی با شاخص طولی بنیه گیاهچه دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار است. در مورد شاخص طولی بنیه گیاهچه، این صفت با تمام شاخص‌های جوانه‌زنی (به غیر از میانگین زمان جوانه‌زنی) مورد بررسی همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری نشان می‌دهد. این همبستگی‌های مثبت و قوی، اهمیت شاخص طولی بنیه گیاهچه را به‌عنوان یک معیار جامع برای ارزیابی پتانسیل استقرار و رشد اولیه گیاهچه تحت شرایط تنش برجسته می‌سازد (جدول ۲). نتایج حاصل از مطالعه اثرات متقابل تنش شوری و پیش‌تیمار بذر با گابا بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا، به‌وضوح نشان‌دهنده تأثیر منفی شوری بر فرآیندهای فیزیولوژیکی این گیاه و پتانسیل گابا در تعدیل این اثرات نامطلوب است. همان‌طور که یافته‌ها حاکی از آن است، تنش شوری، به‌ویژه در غلظت‌های بالا، به‌طور معنی‌داری درصد و سرعت جوانه‌زنی را کاهش و میانگین زمان جوانه‌زنی را افزایش داد. این امر با کاهش میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی نیز همراه است، که نشان‌دهنده اختلالات جدی در فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی اولیه بذر تحت شرایط شور است. این نتایج با گزارشات متعدد مبنی بر اثرات بازدارنده شوری بر جوانه‌زنی گیاهان، از طریق کاهش پتانسیل اسمزی محیط و ایجاد سمیت یونی، همخوانی دارد (Janah et al., 2025). با این حال، پیش‌تیمار بذر با گابا، به‌ویژه در غلظت ۲/۵ میلی‌مولار، به‌طور مؤثری توانست مقاومت استویا را در برابر شوری افزایش دهد. مشاهده بالاترین

درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار بدون شوری و با گابا ۲/۵ میلی‌مولار، نشان‌دهنده نقش گابا در بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی بذر حتی در شرایط ایده‌آل است. نکته قابل توجه، توانایی گابا در بهبود نسبی درصد جوانه‌زنی در بالاترین سطح شوری (۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) است، که در مقایسه با تیمار شاهد (بدون گابا) در همین سطح شوری، افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. این اثر مثبت گابا احتمالاً به دلیل نقش آن در تنظیم اسمزی، بهبود عملکرد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو است که از طریق آن به پایداری غشاهای سلولی و حفظ عملکرد پروتئین‌ها کمک می‌کند (AL-Quraan et al., 2024). علاوه بر جوانه‌زنی، شوری تأثیرات مخربی بر رشد اولیه گیاهچه نیز داشت، به‌طوری که کمترین طول گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه در سطوح بالای شوری و بدون پرایمینگ گابا مشاهده شد. این نتایج با گزارشاتی که نشان می‌دهند شوری با کاهش جذب آب و مواد مغذی و ایجاد سمیت یونی، رشد رویشی گیاهچه را محدود می‌کند، مطابقت دارد (Aghighi Shahverdi et al., 2017). با این حال، گابا بار دیگر توانایی خود را در کاهش این اثرات منفی نشان داد. بالاترین طول گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه در تیمار بدون شوری و با گابا ۲/۵ میلی‌مولار به دست آمد. این امر نشان‌دهنده تقویت بنیه گیاهچه توسط گابا است که می‌تواند به استقرار موفق‌تر گیاه در شرایط دشوار کمک کند. مکانیسم احتمالی شامل نقش گابا در بهبود فتوسنتز و تولید زیست‌توده، و همچنین افزایش کارایی مصرف آب تحت تنش است (AL-Quraan et al., 2024). به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تنش شوری، به‌ویژه در غلظت‌های بالا، تأثیرات مخربی بر فرآیندهای جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه استویا دارد. با این حال، پیش‌تیمار بذر با گابا، به‌خصوص در غلظت ۲/۵ میلی‌مولار، می‌تواند تا حد زیادی این اثرات منفی را تعدیل کرده و با افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، بهبود طول گیاهچه و شاخص بنیه، مقاومت استویا را در برابر شوری افزایش دهد.

جدول ۲- تجزیه همبستگی بین شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه استویا تحت تأثیر پرایمینگ با گابا و سطوح شوری.

	GP	GR	MTG	MDG	CV-G	GV	SL	SVI-L
GP	۱/۰۰	**	**	**	**	**	ns	**
GR	۰/۹۹	۱/۰۰	**	**	**	**	ns	**
MTG	-۰/۸۰	-۰/۸۶	۱/۰۰	**	**	**	ns	**
MDG	۰/۹۹	۰/۹۹	-۰/۸۰	۱/۰۰	**	**	ns	**
CV-G	۰/۸۰	۰/۸۷	-۰/۹۹	۰/۸۰	۱/۰۰	**	ns	**
GV	۰/۹۹	۰/۹۸	-۰/۷۷	۰/۹۹	۰/۷۷	۱/۰۰	ns	**
SL	۰/۲۰	۰/۱۷	-۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۹	۱/۰۰	**
SVI-L	۰/۷۸	۰/۷۵	-۰/۶۲	۰/۷۸	۰/۵۸	۰/۷۸	۰/۷۶	۱/۰۰

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

علوم باغبانی ایران

منابع

Afshari, F., Nakhaei, F., Mosavi, S. and Seghatoleslami, M. 2022. Physiological and biochemical responses of *Stevia rebaudiana* Bertoni to nutri-priming and foliar nutrition under water supply restrictions. Industrial Crops and Products, 176: 114399.

Aghighi Shahverdi, M., Omidi, H. and Tabatabaei, S.J. 2017. Effect of nutri-priming on germination indices and physiological characteristics of stevia seedling under salinity stress. Journal of Seed Science, 39: 353–362.

Aghighi Shahverdi, M., Omidi, H. and Tabatabaei, S.J. 2018. Plant growth and steviol glycosides as affected by foliar application of selenium, boron, and iron under NaCl stress in *Stevia rebaudiana* Bertoni. Industrial Crops and Products, 125: 408–415.

Al-Quraan, N.A., Samarah, N.H. and Al-Fawaz, A.M. 2024. The physiological effect of GABA priming on pepper (*Capsicum annuum* L.) during seed germination under salt stress. Plant Growth Regulation, 104: 953–974.

Gorzi, A., Omidi, H. and Bostani, A. 2017. Morpho-physiological responses of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) to various priming treatments under drought stress. Applied Ecology and Environmental Research, 16: 4753–4771.

Islam, S.Nu., Kouser, S., Hassan, P., Asgher, M., Shah, A.A. and Khan, N.A. 2024. Gamma-aminobutyric acid interactions with phytohormones and its role in modulating abiotic and biotic stress in plants. Stress Biology, 4: 36–42.

Janah, I., Elhasnaoui, A., Abouloifa, H., Ait-El-Mokhtar, M. and Ben Laouane, R. 2025. Hormonal priming to increase germination of *Stevia rebaudiana* Bertoni seeds in saline environments. International Journal of Plant Biology, 16: 2–10.

Sahoo, S., Borgohain, P., Saha, B., Moulick, D., Tanti, B. and Panda, S.K. 2019. Seed priming and seedling pre-treatment induced tolerance to drought and salt stress: recent advances. In: Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings: Implication in Plant Stress Tolerance and Enhancing Productivity in Crop Plants, pp. 253–263.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Analysis of the interactive effects of salt stress and seed pre-treatment with different concentrations of Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) on germination characteristics and seedling growth of Stevia

Ali Ghaderi[1*]

1. Department of Horticultural Sciences, Shirvan Branch, Islamic Azad University, North Khorasan, Iran

[*]*Corresponding Author: ghaderi885@yahoo.com*

Abstract

Salt stress, as one of the most important limiting factors for Stevia cultivation, has detrimental effects on seed germination and initial growth of this plant. This study aimed to investigate the interactive effects of salt stress and seed pre-treatment with different concentrations of Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) on the germination characteristics and seedling growth of Stevia. The experiment was conducted in 2024 in the Seed Science Laboratory of the Islamic Azad University, Shirvan Branch, in a factorial design within a completely randomized design with three replications. The experiment included four levels of salinity (0, 2.5, 5, and 7.5 dS/m from sodium chloride) and three GABA concentrations (0, 2.5, and 5 mM). The measured traits included germination percentage and rate, mean germination time, mean daily germination, germination coefficient of variation, germination value, seedling length, and seedling vigor index (length). The results indicated that salt stress significantly affected all the traits under study. The highest germination percentage (73.67%) and germination rate (9.05 seeds per day) were observed in the treatment with no salinity and pre-treatment with 2.5 mM GABA. In contrast, the lowest germination percentage (33.33%) was recorded at the highest salinity level (7.5 dS/m) without GABA pre-treatment. However, seed pre-treatment with GABA at this salinity level increased the germination percentage by 42%, which was 8.15% higher than the control treatment at the same salinity level. The mean germination time increased from 4.45 days in the optimal treatment to 6.15 days under severe salinity conditions without GABA. The highest seedling length (4.37 cm) and seedling vigor index (227.81) were observed in the treatment with no salinity and pre-treatment with 2.5 mM GABA, while the lowest values for seedling length (1.67 cm) and seedling vigor index (69.75) were recorded at the highest salinity level without GABA pre-treatment. Correlation analysis also showed a significant positive correlation between germination percentage and seedling vigor index with other germination and early growth traits. Overall, the results suggest that seed pre-treatment with GABA can effectively reduce the negative effects of salt stress on germination and early seedling growth of Stevia, thus helping to increase the plant's tolerance to saline conditions.

Keywords: Seed priming, Germination percentage, Germination rate, Seedling vigor index, Sodium chloride.

پوترسین به عنوان یک عامل محافظ در برابر تنش ناشی از شوری در حنا (*Lawsonia inermis* L.): پاسخ‌های رشد و کیفیت بصری

ابوالقاسم حمیدی‌مقدم[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
*نویسنده مسئول: *h_moghaddam@ujiroft.ac.ir*

چکیده

حنا (*Lawsonia inermis* L.) یکی از مهمترین درختچه‌های زینتی و دارویی، حاوی ماده موثره لاوسون بوده که در فضای سبز به فرم پرچین کشت می‌شود. پلی‌آمین‌ها از جمله پوترسین می‌توانند نقش مهمی در رشد و نمو گیاه و پاسخ به تنش‌های محیطی از جمله شوری که یکی از عمده‌ترین تنش‌های غیر زیستی است ایفا کنند. به منظور بررسی تاثیر پوترسین و تنش شوری NaCl بر کیفیت بصری و برخی از شاخص‌های رشدی حنا، یک آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به مدت شش هفته اجرا شد. فاکتور اول سطوح پوترسین (صفر و یک میلی‌مولار) و فاکتور دوم شامل چهار سطح تنش شوری صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl بود. نتایج نشان داد اگرچه پوترسین سبب کاهش طول میانگره شد ولی شاخص سبزینگی را افزایش داد. از سوی دیگر تنش شوری سبب کاهش بسیار معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های جانبی، طول شاخه‌های جانبی، طول میانگره، سطح برگ، شاخص سبزینگی، شاخص رشد و کیفیت بصری شد. بهرحال، تنش شوری منجر به افزایش تعداد برگ در طول شاخه گردید. همچنین برهمکنش پوترسین در تنش شوری سبب کاهش آثار منفی تنش شوری بر ارتفاع گیاه، شاخص سبزینگی و شاخص رشد شد، بطوریکه گیاهان بالغ حنا قادر به تحمل تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار بودند.

واژه‌های کلیدی: پلی‌آمین، تحمل به شوری، شاخص رشد، فضای سبز.

مقدمه

گیاهان در طول دوره زندگی خود با انواع تنش‌های محیطی مواجه می‌شوند. شوری از طریق تنش اسمزی، اثرات خاص یون، تنش اکسیداتیو و غیره منجر به تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مضری می‌شود (Ibrahim, 2016). پلی‌آمین‌ها در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی متنوع از جمله نمو گل، جنین‌زایی، اندام‌زایی، پیری، بلوغ و نمو میوه و همچنین در پاسخ به تنش‌های مختلف محیطی از جمله دماهای پایین و بالا، خشکی، شوری و غیره نقش دارند بطوریکه به منظور کاهش اثر تنش‌های محیطی از جمله شوری بر رشد و نمو گیاهان استفاده از غلظت‌های مختلف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بعنوان پیش تیمار توصیه شده است (Borromeo et al., 2023). حنا یکی از درختچه‌ای زینتی و دارویی متعلق به خانواده لیتراسه است و در فضای سبز به صورت پرچین کشت می‌گردد (Chaudhary et al., 2010). حنا اگرچه در مرحله جوانه‌زنی به تنش‌های شوری نسبتاً حساس است (Hamidi Moghaddam, 2024) ولی گیاهان بالغ قادرندی تا حدودی تنش شوری (Najar et al., 2020) را تحمل کنند. در مطالعات پیشین از سطوح مختلف پوترسین برای کاهش اثرات منفی تنش شوری بر رشد و نمو برخی از گیاهان استفاده شده است. با این وجود، برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که پوترسین منجر به کاهش برخی از پارامترهای رشدی شده است (Suchak and Pandya., 2020). از آنجا که رشد رشد فشرده برای برخی گیاهان زینتی (مانند گیاهان پرچینی) یک ویژگی مطلوب محسوب می‌شود، اثر بازدارنده پوترسین بر رشد می‌تواند به عنوان یک کاهنده رشد عمل کرده، نیاز به هرس را کاهش دهد و ارزش زیبایی‌شناختی را افزایش دهد. بنابراین با توجه به جایگاه این گیاه در فضای سبز شهری نواحی گرمسیر، این پژوهش به هدف ارزیابی اثر پوتریسن بر برخی از شاخص‌های رشدی، مورفولوژیکی و کیفیت بصری حنا تحت سطوح مختلف تنش شوری (NaCl) و همچنین برهمکنش آنها انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و بصورت کشت گلدانی در گلخانه اجرا شد. فاکتور اول شامل سطوح پوترسین (صفر و یک میلی‌مولار) و فاکتور دوم شامل سطوح تنش شوری (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl) بود. کیفیت بصری و شاخص رشد گیاه بر اساس روش نیو و همکاران (۲۰۰۷) مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ ٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از اثر منفی تنش شوری (۱۵۰ میلی‌مولار NaCl) بر کلیه شاخص‌های مورد ارزیابی به غیر از تعداد برگ بود. بطوریکه این سطح از تنش شوری سبب کاهش بسیار معنی‌دار در ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های جانبی، طول شاخه‌های جانبی، طول میانگره، شاخص سبزینگی، شاخص رشد (جدول ۱)، سطح برگ و کیفیت بصری (شکل ۱) شد. بهرحال، تنش شوری منجر به افزایش تعداد برگ در طول شاخه گردید. از سوی دیگر تیمار پوترسین سبب کاهش ارتفاع گیاه، طول میانگره و افزایش شاخص سبزینگی شد (جدول ۱) و بر سایر شاخص‌های مورد ارزیابی اثر معنی‌داری نداشت. همچنین برهمکنش تیمار پوترسین در تنش شوری سبب کاهش آثار منفی تنش شوری (۱۵۰ میلی‌مولار) بر ارتفاع گیاه، شاخص سبزینگی و شاخص رشد شد (جدول ۱).

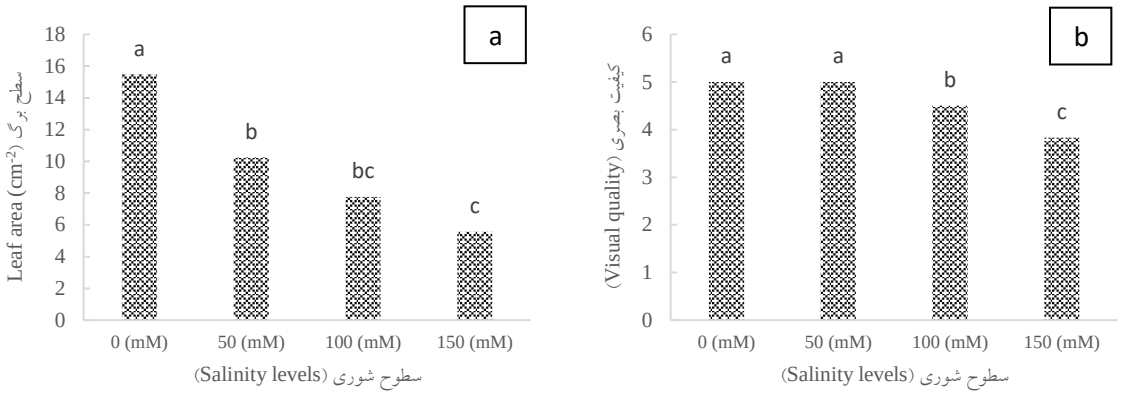
جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پوترسین و تنش شوری بر برخی از شاخص‌های رشدی حنا.

پوترسین (mM)	شوری (mM)	ارتفاع گیاه (cm)	تعدادشاخه جانبی	طول شاخه‌های جانبی (cm)	طول میانگره (cm)	تعداد برگ در طول ۲۰ سانتی‌متر	شاخص رشد	شاخص سبزینگی (SPAD)
0	0	126.67 ^{a}	18.00 ^{ab}	38.02 ^{ab}	2.67 ^{a}	15.00 ^{d}	93.67 ^{a}	43.77 ^{b}
	50	121.67 ^{ab}	18.33 ^{ab}	39.89 ^{a}	2.19 ^{b}	18.333 ^{c}	91.01 ^{b}	43.57 ^{bc}
	100	119.67 ^{bc}	18.00 ^{ab}	34.76 ^{cd}	2.00 ^{cd}	20.00 ^{abc}	88.48 ^{c}	38.20 ^{d}
	150	101.67 ^{e}	15.67 ^{c}	30.74 ^{e}	1.85 ^{e}	21.66 ^{a}	76.23 ^{f}	33.70 ^{e}
1	0	119.00 ^{bc}	20.00 ^{a}	37.05 ^{bc}	2.15 ^{b}	18.66 ^{c}	88.64 ^{bc}	43.73 ^{b}
	50	117.00 ^{bcd}	15.67 ^{c}	35.98 ^{bcd}	2.07 ^{bc}	19.33 ^{bc}	87.12 ^{cd}	44.57 ^{b}
	100	114.67 ^{cd}	15.33 ^{c}	34.98 ^{cd}	2.15 ^{b}	18.66 ^{c}	85.41 ^{d}	47.73 ^{a}
	150	111.33 ^{d}	16.67 ^{bc}	33.28 ^{de}	1.91 ^{de}	21.00 ^{ab}	82.90 ^{e}	41.17 ^{c}

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بیشتر مکانیسم‌های سازگاری به شوری در گیاهان، مرتبط با تغییرات مورفولوژیکی و آناتومیکی می‌باشد (Acosta-Motos et al., 2017). بیان شده است که تنش شوری می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم از تقسیم و طویل شدن سلولی جلوگیری کند. همچنین شوری توانایی گیاهان در جذب آب را محدود می‌کند و منجر به کاهش تورژسانس سلول می‌گردد. بنابراین ظهور و توسعه سطح برگ‌ها و طویل شدن گیاه که از حساس‌ترین فرایندها هستند تحت تاثیر قرارمی‌گیرند (Munns and Tester, 2008). کاهش سطح برگ ممکن است به عنوان یک مکانیسم اجتناب درنظر گرفته شود که میزان از دست‌دهی آب از طریق تعرق را کاهش می‌دهد (Acosta-Motos et al., 2017).

کاهش کیفیت بصری حنا احتمالاً به دلیل تجمع املاح، رادیکال‌های آزاد اکسیژن و تجزیه کلروفیل می‌باشد. در راستای این نتایج گزارش شده است سطوح بالای شوری سبب تجمع یون‌های سدیم و کلر در سلول‌ها شده و سمیت ناشی از آن سبب کلروز و نکروز شدن برگ‌های گیاهان و کاهش کیفیت بصری می‌گردد (Niu et al., 2007; Acosta-Motos et al., 2017).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف تنش شوری بر سطح برگ (a) و کیفیت بصری حنا (b) . تی مارهایی که دارای اختلاف معنادار نمی‌باشند با حروف یکسان مشخص شده‌اند.

بیان شده است پلی‌آمین‌ها نقش آنتی‌اکسیدانی داشته و در سازگاری گیاهان به شرایط تنش موثرند (Prabhavathi et al., 2007; Borromeo et al., 2023) بطوریکه افزایش سبزینگی و کاهش تخریب کلروفیل تحت شرایط تنش شوری می‌تواند به اثرات آنتی‌اکسیدانی پلی‌آمین‌ها مرتبط باشد (Cohen et al., 2004). کاهش ارتفاع گیاه و طول میانگره در اثر پوترسین می‌تواند بیانگر اثر دوگانه پل‌آمین‌ها باشد از یک طرف کاربرد پل‌آمین‌ها از جمله پوترسین با تحمل بیشتر گیاهان به تنش‌های محیطی همبستگی دارد که تا حدودی به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد و در مقابل، گزارش‌های وجود دارد که احتمالاً پلی‌آمین‌ها توانایی گیاهان برای مقابله با تنش را به دلیل افزایش سطح پراکسید هیدروژن (H_2O_2) ناشی از فرایند کاتابولیسم کاهش می‌دهند (Borromeo et al., 2023). بنابراین در گیاهان تحت تنش، نقش پلی‌آمین‌ها می‌تواند کاملاً پیچیده باشد و واکنش متفاوت آنها به پوترسین ممکن است به دلیل نوع تنش، زمان اعمال تنش، گونه گیاهی و غیره باشد (Suchak and Pandya., 2020).

منابع

Acosta-Motos, J.R., Ortuño, M.F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M.J. and Hernandez, J.A. 2017. Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. Agronomy, 7(1): 18.

Borromeo, I., Domenici, F., Del Gallo, M. and Forni, C. 2023. Role of polyamines in the response to salt stress of tomato. Plants, 12: 1855.

Chaudhary, G., Goyal, S. and Poonia, P. 2010. *Lawsonia inermis* Linnaeus: A phytopharmacological review. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research, 2(2): 91–98.

Cohen, A.S., Popovic, R.B. and Zalik, S. 2004. Effects of polyamines on chlorophyll and protein content, photochemical activity, and chloroplast ultrastructure of barley leaf discs during senescence. Plant Physiology, 64(5): 717–720.

Hamidi Moghaddam, A. 2024. Investigating the effect of putrescine and salinity stress on some germination indices of henna seeds (South Kerman's native). Iranian Journal of Seed Science and Technology, 13(3): 39–52.

Ibrahim, E.A. 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. Journal of Plant Physiology, 192.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Physiology, 59: 651–681.

Najar, B., Pistelli, L., Marchioni, I., Pistelli, L., Muscatello, B., De Leo, M. and Scartazza, A. 2020. Salinity-induced changes of photosynthetic performance, lawsone, VOCs, and antioxidant metabolism in *Lawsonia inermis* L. Plants, 9: 1797.

Niu, G., Rodriguez, D.S. and Aguiniga, L. 2007. Growth and landscape performance of ten herbaceous species in response to saline water irrigation. Journal of Environmental Horticulture, 25(4): 204–210.

Prabhavathi, V. and Rajam, R. 2007. Polyamine accumulation in transgenic eggplant enhances tolerance to multiple abiotic stresses and fungal resistance. Plant Biotechnology, 24(3): 273–282.

Suchak, H. and Pandya, R.V. 2020. Effect of spermine and putrescine on germination and growth of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek seeds. In: Proceedings of the National Conference on Innovations in Biological Sciences (NCIBS).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Putrescine as a Protective Agent Against Salinity-Induced Stress in Henna (*Lawsonia inermis* L.): Growth and Visual Quality Responses

Abolghasem Hamidi Moghaddam[1*]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
[*]*Corresponding Author: h_moghaddam@ujiroft.ac.ir*

Abstract

Henna (*Lawsonia inermis* L.), one of the most important ornamental and medicinal shrubs containing Lawson's active substance, is cultivated in some regions as a hedge plant. Polyamines such as putrescine can play an important role in plant growth and responses to environmental stress, with salinity being one of the major abiotic stresses. To investigate the effect of putrescine and NaCl salinity stress on the visual quality and some growth parameters of Henna, a factorial experiment was conducted with two levels of putrescine (0 and 1 mM) and four NaCl salinity levels (0, 50, 100, and 150 mM) based on a completely randomized design with three replications over six weeks. The results showed that putrescine decreased internode length and plant biomass but increased the leaf greenness index (SPAD). In contrast, salinity stress caused a significant decrease in plant height, number of branches, length of axillary shoots, length of internodes, leaf area, plant biomass, the leaf greenness index (SPAD), growth index, and visual quality. However, salt stress led to an increase in the number of leaves. The interaction between putrescine and salinity showed that pretreatment with putrescine alleviated the harmful effects of NaCl and improved plant height, the leaf greenness index (SPAD), and growth index, enabling plants to tolerate 150 mM salinity stress.

Keywords: Growth index, Polyamine, Salinity tolerance, Urban landscape.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات سدیم نیتروپروساید و کیتوزان بر برخی صفات دو رقم توت‌فرنگی تحت تنش شوری

سیده رقیه حسینی کردخیلی[1*]، اسماعیل سیفی [1] و مهدی حدادی‌نژاد[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

*نویسنده مسئول: *Samane2734@gmail.com*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کیتوزان و سدیم نیتروپروساید بر کاهش اثرات تنش شوری در دو رقم توت فرنگی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید .تیمارها شامل سطوح شوری (۰، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار NaCl)، غلظتهای کیتوزان (۰، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ میلیگرم بر لیتر) و سدیم نیتروپروساید (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) بودند. شاخصهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد کیتوزان (۰/۵ میلیگرم بر لیتر) و سدیم نیتروپروساید (۱۰۰ میکرومولار) بهطور معنی داری موجب بهبود شاخصهای رشدی و کاهش اثرات منفی شوری شد. بررسی سفتی میوه نشان داد بیشترین مقدار (۰/۲۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب) در تیمار سدیم نیتروپروساید ۵۰ میکرومولار و شوری ۳۰ میلی مولار در رقم سابرینا مشاهده شد. بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ (۸۸/۰۷٪) و کمترین نشت یونی در تیمارهای حاوی این مواد مشاهده گردید. نشت یونی در شوری ۶۰ میلی مولار به ۷۵/۲۵ ٪ رسید که با کاربرد سدیم نیتروپروساید و کیتوزان به طور معنی داری کاهش یافت. مواد جامد محلول در شوری ۶۰ میلیمولار و تیمار کیتوزان ۰/۵ میلی گرم بر لیتر به ۷/۳ درجه بریکس رسید. به طورکلی، کاربرد کیتوزان و سدیم نیتروپروساید بهویژه در غلظتهای ۰/۵ میلیگرم بر لیتر و ۵۰-۱۰۰ میکرومولار، توانست اثرات مخرب شوری را کاهش داده و شاخص های رشدی و کیفی گیاه را بهبود بخشد.همچنین این تیمارها باعث افزایش معنی دار سفتی میوه و مواد جامد محلول شدند. در مجموع، استفاده از این ترکیبات به ویژه در شرایط تنش شوری می تواند به عنوان راهکاری مؤثر برای بهبود عملکرد و کیفیت توت فرنگی توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: نشت یونی، سفتی حبه، مواد جامد محلول، شاخص رشد.

مقدمه

توت‌فرنگی .*Fragaria ananassa* L از خانواده Rosaceae در مساحت وسیعی از جهان کشت می‌شود و میوه‌ای است که زود به بار نشسته و محصول می‌دهد. میوه توت‌فرنگی حاوی ترکیباتی نظیر پروتئین، فیبر، قندهایی مثل فروکتوز، گلوکز، ساکارز، اسیدهای آلی مثل اسیدسیتریک و اسیدمالیک، ویتامین‌های C، A، تیامین، ریبوفالوین و نیاسین، عناصر معدنی نظیر پتاسیم، کلسیم، فسفر و آهن و همچنین ترکیبات فنولی و آنتوسیانین است (Sharma, 2002). ارقام " کاماروسا "و " سابرینا" جزو ارقام روزکوتاه، زودرس، میوه درشت و سفت، پرمحصول و با قدرت رشد بالا می‌باشند. از عوامل مؤثر در رشد و میزان عملکرد توت‌فرنگی کیفیت آب و خاک مورد نیاز این گیاه می‌باشد و اگر غلظت کلریدسدیم افزایش یابد از عملکرد آن به شدت کاسته می‌شود. کلـریدسدیم محلول‌ترین و فراوان‌ترین نمک موجود می‌باشد، که تمامی گیاهان مکانیسم‌هایی به منظور کنترل انباشت آن اتخاذ می‌نمایند. شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی در کشاورزی محسوب می‌شود که با تأثیر بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و رشدی گیاه، موجب کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌گردد (Munns and Tester, 2008). این تنش از طریق افزایش اسمزی خاک، اختلال در جذب عناصر غذایی، ایجاد سمیت یونی و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن(ROS) ، تأثیر منفی قابل‌توجهی بر رشد و نمو گیاهان دارد. در میان گیاهان حساس، توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa*) با سیستم ریشه‌ای سطحی و نیاز آبی بالا، به‌شدت در معرض آسیب‌های ناشی از شوری قرار دارد (Sharma et al., 2019). در سال‌های اخیر، استفاده از مواد زیست‌فعال به‌منظور القای مقاومت به تنش‌های محیطی به‌ویژه شوری، توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است. یکی از این ترکیبات، سدیم نیتروپروساید (SNP) است که به‌عنوان یک منبع نیتریک‌اکسید (NO) عمل کرده و در تنظیم فرآیندهای دفاعی گیاه

نقش دارد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که NO می‌تواند با تنظیم فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، کاهش پراکسیداسیون لیپیدها، بهبود پایداری غشایی و تنظیم تعادل یونی، نقش مهمی در کاهش آسیب‌های ناشی از شوری ایفا کند (Hasanuzzaman et al., 2018). از سوی دیگر، کیتوزان به‌عنوان یک پلی‌ساکارید طبیعی مشتق از کیتین، خواص شبه‌هورمونی و القاکننده پاسخ‌های دفاعی گیاه را داراست. این ترکیب با افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، به‌ویژه شوری، می‌تواند موجب بهبود رشد، افزایش سنتز ترکیبات فنولی و تنظیم فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شود (Sharif et al., 2018). همچنین شواهدی وجود دارد که استفاده از کیتوزان می‌تواند موجب بهبود خصوصیات رشدی و افزایش عملکرد توت‌فرنگی در شرایط نامساعد گردد (Kumar et al., 2020). با توجه به حساسیت بالای توت‌فرنگی به شوری و لزوم استفاده از راهکارهای زیست‌سازگار برای کاهش آثار منفی این تنش، بررسی اثر ترکیبی SNP و کیتوزان بر رشد رویشی و زایشی ارقام مختلف توت‌فرنگی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش با هدف بررسی اثر این ترکیبات در کاهش آثار منفی تنش شوری در دو رقم تجاری توت‌فرنگی، کاماروسا و سابرینا، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از ترکیبات سدیم نیتروپروساید و کیتوزان به عنوان القاگر در شرایط شوری بر روی دو رقم توت فرنگی "کاماروسا" و "سابرینا" در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اول شوری در ۳ سطح شامل صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار در لیتر به ترتیب معادل صفر، ۳ و ۵ دسی زیمنس بر متر و فاکتور دوم القاگر در ۵ سطح شامل شاهد، سدیم نیتروپروساید ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار در لیتر و کیتوزان ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر بود. پس از اتمام آزمایش، صفات زیر بررسی شدند: پس از اندازه گیری وزن تر برگها و کل گیاه (FW)، نمونه ها در آون ۷۰ درجه سانتی گراد تا وزن خشک اندازه گیری شود (DW). سپس نسبت وزن تر به خشک از تقسیم FW بر DW به دست آمد. با استفاده از سفتی سنج حداکثر نیروی لازم برای نفوذ به میوه ثبت شد. نتایج بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع گزارش گردید. برای سنجش پایداری غشای سلولی، برگهای تازه در آب مقطر قرار داده شدند و هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) اندازهگیری شد. سپس نمونه ها اتوکلاو شده و هدایت نهایی (EC_2) ثبت گردید. نشت یونی به صورت درصد نسبت EC_1 به EC_2 محاسبه شد. برای اندازه‌گیری محتوی نسبی آب برگ، ابتدا وزن تر نیم‌گرم از بافت اولین برگ توسعه‌یافته اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها به مدت ۱۳ ساعت در آب مقطر شناور شدند و وزن اشباع‌شده آنها ثبت شد. پس از آن، برگ‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و وزن خشک اندازه‌گیری شد.درصد محتوی نسبی آب برگ بر اساس رابطه زیر محاسبه شد(Qasim et al., 2003):

$$\text{درصد محتوی نسبی آب برگ} = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}} \times 100$$

یک قطره از آب میوه توت فرنگی روی لنز رفرکتومتر دیجیتال ریخته و مواد جامد محلول اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل رقم، شوری و القاگر بر محتوای آب نسبی، نشت یونی، نسبت وزن تر به خشک برگ، سفتی میوه، مواد جامد محلول و وزن تر و خشک گیاه معنی دار شده است. نتایج بررسی نسبت وزن تر/ خشک برگ نشان داد بیشترین مقدار این صفت زمان کاربرد کیتوزان ۰/۲۵ میلی گرم بر لیتر و در تیمار شاهد رقم کاماروسا بدست آمد. همچنین سدیم نیتروپروساید به میزان ۱۰۰ میکرومولار در همین رقم و در زمان شوری ۶۰ میلی مولار موجب حفظ این نسبت و افزایش معنی دار شده است. در رقم سابرینا نیز کاربرد کیتوزان ۰/۵ میلی گرم بر لیتر توانست اثر مثبت و معنی داری در زمان شوری ۶۰ میلی مولار به همراه داشته باشد. بررسی میزان سفتی حبه حاکی از آن بود که کاربرد القاگر ها در تیمارهای شاهد و شوری رقم سابرینا نسبت به رقم کاماروسا اثرگذاری بیشتری داشته، به طوریکه بیشترین سفتی حبه در تیمار سدیم نیتروپروساید ۵۰ میلی گرم بر لیتر و در زمان اعمال شوری ۳۰ میلی مولار به میزان ۰/۲۴ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب به دست آمد. این مقدار با تیمار ۰/۲۵ میلی گرم بر لیتر کیتوزان در همین سطح شوری و مقادیر مختلف کیتوزان در تیمار شاهد تفاوت معنی داری نشان نمی دهد. در بررسی وزن تر و خشک گیاه، نتایج نشان داد بیشترین مقادیر در رقم سابرینا و در تیمار کیتوزان ۰/۵۰ میلی گرم بر لیتر بدون شوری به ترتیب ۶۱/ ۴۶و ۱۵/۳۲ گرم بدست آمد. البته نتایج گواه آن است که کاربرد کیتوزان در شوری ۶۰ میلی مولار در کاهش اثر منفی آن موثر بوده و توانسته موجب افزایش معنی دار وزن تر و خشک گیاه در رقم کاماروسا شود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی دو رقم توت فرنگی تحت تنش شوری.

شوری	القاگر	وزن تر/ خشک برگ		سفتی میوه		وزن تر گیاه		وزن خشک گیاه	
mM	µM- mg.L^{-1}	-		Kg.cm^{-2}		g		g	
		کاماروسا	سابرینا	کاماروسا	سابرینا	کاماروسا	سابرینا	کاماروسا	سابرینا
0	0	4.15de	3.45g	0.15d-j	0.18b-h	21.34kl	35.02cd	8.16i	12.51b
0	SNP 50	4.16de	2.79j	0.12ij	0.17b-i	25.11ij	40.42b	9.59f-h	12.64b
0	SNP 100	3.24gh	4.85bc	0.18b-h	0.19a-e	23.95i-k	30.45fg	8.79hi	9.96fg
0	Chit. 0.25	5.82a	2.13k	0.11ij	0.22a-c	31.58e-g	37.9bc	11.42cd	12.61b
0	Chit. 0.50	5b	2.7j	0.14e-j	0.21a-c	34.43de	46.61a	11.15d	15.32a
30	0	3.41g	2.85ij	0.12ij	0.22ab	15.18no	16.09no	5.91jk	4.76l
30	SNP 50	3.98e	3.05hi	0.13f-j	0.24a	17.35mn	26.84hi	6.6j	11.1de
30	SNP 100	2.86ij	2.74j	0.12h-j	0.18b-g	22.58j-l	13.1o	9.55f-h	4.94kl
30	Chit. 0.25	2.71j	1.57l	0.11ij	0.2a-d	33.16d-f	14.79no	12.21bc	3.18m
30	Chit. 0.50	2.01k	2.14k	0.11ij	0.16c-j	19.92lm	25.84i	8.8hi	9.03g-i
60	0	3.06hi	3.71f	0.18bf	0.14e-j	19.99lm	13.65o	8.49i	5.01kl
60	SNP 50	2.02k	2.08k	0.12h-j	0.11j-i	22.32j-l	20.03lm	8.04i	5.69j-l
60	SNP 100	4.08cd	3.31g	0.11ij	0.13f-j	25.82i	9.66p	9.72f-h	2.54m
60	Chit. 0.25	3.71f	2.19k	0.12g-j	0.14e-j	26.73hi	13.09o	10.08ef	4.89kl
60	Chit. 0.50	3.26gh	4.25c	0.11j	0.14e-j	29.84gh	14.75no	11.31cd	5.63j-l

**حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی داری می باشد.

بررسی محتوای نسبی آب نشان داد کیتوزان در هر دو غلظت موثر بوده و موجب افزایش معنی دار شده است. به طوریکه بیشتر مقدار این صفت در تیمار شوری ۳۰ میلی مولار و در زمان کاربرد کیتوزان ۰/۵۰ میلی گرم بر لیتر به میزان ۸۸/۰۷ درصد در رقم کاماروسا بدست آمد. همچنین در رقم سابرینا و درزمان شوری ۶۰ میلی مولار، کاربرد کیتوزان ۰/۵۰ میلی گرم بر لیتر موجب افزایش محتوای نسبی شد. نتایج بررسی نشت یونی حاکی از آن بود شوری باعث افزایش این پارامتر شده و بیشترین مقدار آن در شوری ۶۰ میلی مولار به میزان ۷۵/۲۵ درصد در رقم کاماروسا بدست آمد. در همین تیمار استفاده از سدیم نیتروپروساید ۵۰ میکرومولار و کیتوزان ۰/۵۰ میلی گرم بر لیتر موجب شده مقدار نشت یونی به طور معنی داری کاهش یابد. بیشترین مقدار مواد جامد محلول در شوری ۶۰ میلی مولار و کیتوزان ۰/۵ میلی گرم بر لیتر به میزان ۷/۳ درجه بریکس و در رقم کاماروسا بدست آمد. اگرچه این مقدار با تیمارهای سدیم نیتروپروساید ۱۰۰ میکرومولار در زمان اعمال شوری ۳۰ میلی مولار و کیتوزان ۰/۵۰ میلی گرم بر لیتر در زمان اعمال شوری ۳۰ و ۶۰ میلی مولار تفاوت معنی داری نشان نداد(جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیکی دو رقم توت فرنگی تحت تنش شوری.

شوری	القاگر	محتوای نسبی آب		نشت یونی		مواد جامد محلول	
mM	µM- mg.L^{-1}	٪		٪		°Brix	
		کاماروسا	سابرینا	کاماروسا	سابرینا	کاماروسا	سابرینا
0	0	71.95d-g	75.91cd	46.99j	34.96n	5.53e-g	6de
0	SNP 50	71.58d-g	63.06j-l	46.77j	39.34m	5.03g-i	6de
0	SNP 100	72.24d-g	64.22j	48.62de	42.87l	5.23f-h	6.7bc
0	Chit. 0.25	67.17g-j	76.48cd	42.71l	47.27j	6.23cd	4.5j-l
0	Chit. 0.50	63.38jk	79.56c	42.54l	44.48jk	6.3cd	4.47k-l
30	0	64.89j	58.17l	63.24c	46.83j	5.07g-i	4.9h-k
30	SNP 50	70.46e-i	70.11e-i	57.06e	53.66f	4.9h-k	5h-j
30	SNP 100	71.47d-h	72.47d-f	53.28f-h	50.85i	4.5j-l	6.8ab
30	Chit. 0.25	63.58jk	66.02ij	68.06b	47.87j	5h-j	4.6h-l
30	Chit. 0.50	88.07a	64.75j	53.3f-h	45.95jk	4.97h-k	7.2ab
60	0	73.57de	62.88j-l	72.25a	63.41c	4.97h-k	4.33l
60	SNP 50	19.48n	66.32h-j	42.08l	54.24f	4.67h-k	5h-j
60	SNP 100	58.87kl	76cd	51.54hi	49.59de	5.73d-f	5.1g-i
60	Chit. 0.25	73.82de	83.4b	62.82c	51.98g-i	5.3f-h	5h-j
60	Chit. 0.50	67.41f-j	27.32m	43.97kl	53.42f-h	7.3a	7ab

**حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی داری می باشد.

یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات پیشین همخوانی دارد. کیتوزان با تنظیم فعالیت روزنه‌ها به حفظ تعادل آبی گیاه کمک می‌کند که این موضوع افزایش محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای کیتوزان را توجیه می‌نماید. نتایج مربوط به بهبود پارامترهای رشدی تحت تأثیر کیتوزان نیز با یافته‌های Sathiyabama و همکاران (۲۰۱۴) در گوجه‌فرنگی مطابقت دارد. از سوی دیگر، تأثیر مثبت سدیم نیتروپروساید در کاهش اثرات شوری مشابه نتایج Jamali و همکاران (۲۰۱۴) در توت‌فرنگی رقم سلوا است که نشان دادند اکسید نیتریک می‌تواند اثرات منفی شوری را تعدیل کند. تفاوت پاسخ ارقام مختلف به تیمارها نیز تأیید کننده یافته‌های Elsaka و همکاران (۲۰۱۸) در مورد نقش ویژگی‌های ژنتیکی در پاسخ به تنش‌هاست. نتایج این مطالعه مؤید آن است که کاربرد کیتوزان و سدیم نیتروپروساید می‌تواند از طریق مکانیسم‌های مختلفی از جمله حفظ تعادل یونی، کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود وضعیت آبی گیاه، اثرات مخرب شوری را کاهش دهد. در مجموع نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از کیتوزان (۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) و سدیم نیتروپروساید (۵۰–۱۰۰ میکرومولار) می‌تواند اثرات منفی شوری را در توت‌فرنگی کاهش دهد و شاخص‌های رشد، کیفیت میوه و مقاومت گیاه را بهبود بخشد. این ترکیبات به‌ویژه در شرایط شوری، گزینه‌های مناسبی برای افزایش عملکرد و کیفیت محصول هستند.

منابع

Elsaka, M.S., Aboelsoud, H.M. and Khalifa, T.H. 2018. Chitosan and soluble calcium effects on plant systems under salinity stress. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 9(12): 865–871.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K. and Fujita, M. 2013. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In: *Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress*, pp. 25–87.

Jamali, B., Eshghi, S. and Kholdebarin, B. 2014. Response of strawberry 'Selva' plants on foliar application of sodium nitroprusside (nitric oxide donor) under saline conditions. Journal of Horticultural Research, 22(2).

Kumar, A., Karuna, K., Ahmad, F. and Mankar, A. 2020. Chitosan, calcium chloride and low temperature storage (2 °C) effect on organoleptic and biochemical changes during storage of strawberry cv. Camarosa. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(2).

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59(1): 651–681.

Qasim, M., Ashraf, M., Jamil, M.A., Ashraf, M.Y. and RHA, E.S. 2003. Water relations and leaf gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus*) lines under salt stress. Annals of Applied Biology, 142(3): 307–316.

Sathiyabama, M., Akila, G. and Charles, R.E. 2014. Chitosan-induced defence responses in tomato plants against early blight disease caused by *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 47(16): 1963–1973.

Sharif, P., Seyedsalehi, M., Paladino, O., Van Damme, P., Sillanpää, M. and Sharifi, A.A. 2018. Effect of drought and salinity stresses on morphological and physiological characteristics of canola. International Journal of Environmental Science and Technology, 15: 1859–1866.

Sharma, G. and Sharma, C. 2002. Performance of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cultivars under mid hills condition of Himachal Pradesh. Indian Journal of Plant Genetic Resources, 15(1): 62–63.

Sharma, S.D. and Jena, S.K. 2019. V. Pandey, R.M. Sharma, Dinesh Kumar. *Strawberries: Production, Postharvest Management and Protection*, 229.

Effects of Sodium Nitroprusside and Chitosan on Some Characteristics of Two Strawberry Cultivars under Salt Stress

Seyedeh Roghayeh Hosseini Kordkheily[1*], Esmaeil Seifi[1] and Mehdi Haddadinejad[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Department Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran
Corresponding Author: samane2734@gmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the effects of chitosan and sodium nitroprusside (SNP) in mitigating salt stress in two strawberry cultivars. The experiment was conducted as a factorial arrangement in a completely randomized design with three replications. Treatments included salinity levels (0, 30, and 60 mM NaCl), chitosan concentrations (0, 0.25, and 0.50 mg/L), and sodium nitroprusside levels (0, 50, and 100 µM). Morphological and physiological traits were evaluated. The results showed that the application of chitosan (0.50 mg/L) and SNP (100 µM) significantly improved growth parameters and reduced the negative effects of salinity. Fruit firmness analysis revealed the highest value (0.24 kg/cm^2) in the treatment with 50 µM SNP and 30 mM salinity in the 'Sabrina' cultivar. The highest relative water content (88.07%) and the lowest ion leakage were observed in treatments containing these compounds. Ion leakage reached 75.25% under 60 mM salinity but was significantly reduced by SNP and chitosan application. Total soluble solids (TSS) increased to 7.3 °Brix under 60 mM salinity with 0.50 mg/L chitosan. Overall, the application of chitosan and SNP, particularly at concentrations of 0.50 mg/L and 50–100 µM, effectively alleviated the detrimental effects of salinity and enhanced growth and quality parameters. Additionally, these treatments significantly increased fruit firmness and TSS. In conclusion, the use of these compounds, especially under salt stress conditions, can be recommended as an effective strategy to improve strawberry yield and quality.

Keywords: Ion leakage, Berry firmness, Soluble solids, Growth index.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات کمبود و سمیت بور در عملکرد زایشی و رویشی انگور

حامد دولتی بانه[1*]، سیروان منصوری[1] و موسی مرادنژاد[1]
۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *ah_dolati@yahoo.com*

چکیده

بور یکی از عناصر کم‌مصرف اما ضروری برای رشد و توسعه بهینه تاک انگور (*Vitis vinifera* L.) است. این عنصر در فرایندهایی چون تقسیم سلولی، تشکیل دیواره سلولی، گرده‌زایی، رشد لوله گرده و انتقال مواد فتوسنتزی نقش دارد. با این حال، دامنه‌ی مناسب بین کمبود و بیش‌بود بور در خاک بسیار محدود است و هر دو وضعیت می‌تواند رشد رویشی و زایشی را به‌شدت تحت‌تأثیر قرار دهد. کمبود بور اغلب منجر به ریزش گل، تشکیل نامنظم خوشه، برگ‌های بدشکل و کاهش عملکرد می‌شود، در حالی‌که سمیت بور باعث نکروز حاشیه برگ‌ها، کاهش فتوسنتز و زوال تدریجی بوته‌ها می‌گردد. در این مقاله مروری، نقش فیزیولوژیکی بور، رفتار آن در خاک، علائم کمبود و سمیت، و راهکارهای مدیریت بهینه این عنصر در تاکستان‌ها بررسی شده است. نتایج تأکید دارند که پایش دقیق وضعیت تغذیه‌ای و استفاده هدفمند از کودهای بوردار، کلید مدیریت مؤثر این عنصر در تاکستان‌ها است.

واژه‌های کلیدی: بور، کمبود بور، سمیت بور، انگور.

مقدمه

عنصر بور (B) یکی از ریزمغذی‌های ضروری برای رشد و توسعه طبیعی گیاهان است که نقش‌های متعددی در فرآیندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ساختاری ایفا می‌کند. این عنصر در دیواره سلولی، به‌ویژه در تشکیل و پایداری پلی‌ساکاریدهای پکتینی نظیر رامنوگالاکتورونان II (RG-II)، نقش کلیدی دارد و در تنظیم تقسیم سلولی، توسعه مریستم‌ها، رشد لوله گرده، تنظیم متابولیسم کربوهیدرات‌ها، و پایداری غشاهای سلولی مشارکت دارد(Wei et al., 2022). در میان گونه‌های باغی، تاک انگور (*Vitis vinifera* L.) نسبت به کمبود یا بیش‌بود بور حساسیت قابل‌توجهی دارد. کمبود بور باعث کاهش رشد رویشی، نکروز در برگ‌های جوان، و کاهش شدید تشکیل میوه می‌شود، در حالی که غلظت‌های بیش از حد این عنصر منجر به نکروز حاشیه‌ای برگ‌ها، کاهش فتوسنتز و اختلال در رشد زایشی می‌گردد (Bredun et al., 2021).در مناطق کشت انگور، شرایط اقلیمی، ویژگی‌های خاک و کیفیت آب آبیاری، بر در دسترس بودن بور در خاک تأثیرگذارند. به‌طور خاص، در خاک‌های شنی، قلیایی یا دارای زهکش ضعیف، میزان بور خاک ممکن است به حد کمبود یا سمیت برسد که در هر دو حالت، عملکرد کمی و کیفی انگور تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Eraslan et al., 2007). با توجه به اهمیت اقتصادی انگور به عنوان یکی از محصولات باغی استراتژیک در سطح جهانی، درک عمیق‌تری از اثرات کمبود و بیش‌بود بور بر روی عملکرد رویشی و زایشی این گیاه مورد نیاز است. هدف این مقاله مروری، بررسی جامع و تحلیلی مطالعات انجام‌شده پیرامون اثرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و رشدی بور در انگور، با تمرکز بر نقش آن در تولید میوه، رشد رویشی، تحمل تنش و عملکرد کلی بوته است.

نقش فیزیولوژیکی بور در گیاهان

بور به‌عنوان یک ریزمغذی ضروری، در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و رشدی گیاهان نقش دارد. این عنصر عمدتاً در دیواره سلولی تجمع یافته و با اتصال به دی‌ال‌های سیس، به‌ویژه در ترکیباتی مانند رامنوگالاکتورونان II، موجب پایداری ساختار دیواره سلول می‌شود. در شرایط کمبود بور، تقسیم سلولی ادامه می‌یابد اما دیواره‌های سلولی ناقص تشکیل شده و باعث اختلال در رشد و توسعه اندام‌های رویشی و زایشی می‌گردد. همچنین بور در تنظیم انتقال قندها از جمله مانیتول و سوربیتول به بافت‌های در حال رشد نقش دارد، به‌ویژه در گیاهانی که این الکل‌های قندی را سنتز می‌کنند. علاوه بر این، بور برای فرآیندهایی مانند جوانه‌زنی گرده، رشد لوله گرده، حفظ پایداری

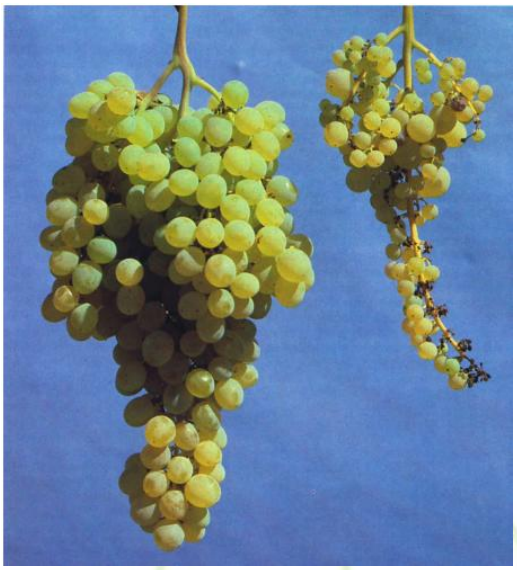
غشاء سلولی، تعادل یونی و فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و نیتروژنی نیز حیاتی است. در مجموع، اختلال در تأمین بور می‌تواند منجر به کاهش فتوسنتز، تضعیف رشد اندام‌های زایشی و رویشی، و در نهایت کاهش عملکرد گیاه شود.(Brown et al., 2002)

رفتار بور در خاک و جذب آن توسط انگور

بور در خاک معمولاً به‌صورت اسید بوریک [$B(OH)_3$] در محلول خاک وجود دارد که فرم غالب و قابل جذب برای گیاهان است. جذب این عنصر در شرایط عادی از طریق انتشار غیرفعال از غشای پلاسمایی سلول‌های ریشه صورت می‌گیرد، اما در شرایط کم‌بور، گیاهان مکانیسم‌های جذب فعال را به‌کار می‌گیرند که وابسته به ناقل‌های غشایی اختصاصی مانند NIP5;1 و BOR1 است. رفتار بور در خاک به‌شدت تحت‌تأثیر عوامل متعددی نظیر pH ، بافت خاک، مقدار ماده آلی، دمای خاک و میزان رطوبت است. در خاک‌های اسیدی با pH زیر ۶، بور بیشتر به‌صورت محلول باقی می‌ماند و مستعد شست‌وشوی شدید است؛ درحالی‌که در خاک‌های قلیایی و pH بالای ۸، به دلیل ایجاد کمپلکس‌های نامحلول با یون‌های کلسیم و دیگر عناصر، تحرک و دسترسی آن برای ریشه کاهش می‌یابد و کمبود آن در گیاه بروز می‌کند. از سوی دیگر، خاک‌های سبک و شنی با ظرفیت نگهداری آب و مواد مغذی پایین، بیشتر مستعد کمبود بور هستند، در حالی که خاک‌های رسی و سنگین ممکن است بور را به‌طور بیش از حد نگه دارند و در نتیجه خطر سمیت افزایش یابد. محتوای ماده آلی خاک نیز نقش مهمی در پایداری و آزادسازی تدریجی بور دارد، چرا که ماده آلی می‌تواند به‌صورت کمپلکس‌های ضعیف با بور وارد واکنش شده و موجب حفظ آن در منطقه ریزوسفر شود. در سیستم‌های کاشت درخت مو (*Vitis vinifera*)، که نیاز نسبتاً بالایی به بور دارند، مدیریت دقیق کوددهی بور از طریق محلول‌پاشی یا کاربرد خاکی، به‌ویژه در مراحل بحرانی رشد مانند گلدهی و تشکیل میوه، برای جلوگیری از بروز کمبود یا سمیت ضروری است. همچنین، آنالیز منظم خاک و بافت برگ و دم‌برگ برای تنظیم صحیح برنامه تغذیه‌ای و جلوگیری از انباشت غیرضروری بور توصیه می‌شود (Bredun et al., 2023).

علائم کمبود بور در اندام‌های رویشی و زایشی انگور

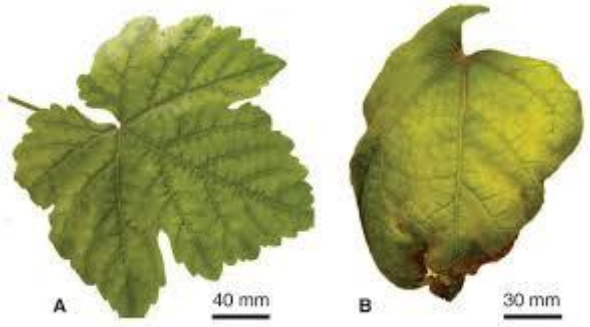
کمبود عنصر بور در انگور به‌صورت مجموعه‌ای از علائم مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ظاهر می‌شود که بسته به شدت کمبود و مرحله فنولوژیکی گیاه متغیر است. در اندام‌های رویشی، علائم اولیه شامل توقف رشد جوانه‌های انتهایی، کوتاه شدن میان‌گره‌ها، زردی بین رگبرگی برگ‌های جوان، پیچ‌خوردگی و سوختگی حاشیه برگ‌ها می‌باشد. برگ‌های متاثر از کمبود بور معمولاً ضخیم‌تر و شکننده‌تر می‌شوند و در نهایت ممکن است ریزش کنند (Brown et al., 2002). در اندام‌های زایشی، کمبود بور موجب کاهش جوانه‌زنی دانه‌های گرده، رشد ناقص لوله گرده، ریزش گل‌ها و میوه‌های تازه تشکیل‌شده، افزایش میزان حبه‌های کوچک و بدون بذر (shot berries) و عدم یکنواختی در اندازه حبه‌ها در خوشه می‌شود. همچنین، در ارقام حساس، کمبود بور منجر به تأخیر در گلدهی و تشکیل ناقص خوشه‌های میوه می‌شود که نهایتاً باعث کاهش عملکرد نهایی محصول می‌گردد (Tavakoli et al., 2021) . بر اساس گزارش‌ها، حساسیت انگور به کمبود بور بسته به رقم، بافت خاک، و شرایط رطوبتی متغیر است و گیاهان در خاک‌های سبک و با زهکش بالا و یا در شرایط تنش خشکی بیشتر در معرض کمبود قرار دارند.



شکل ۱- علائم کمبود بور می‌تواند به‌طور چشمگیری میزان تشکیل میوه در انگورهای تامپسون را کاهش دهد.

اثرات سمیت بور در انگور

بور یکی از عناصر ضروری کم‌مصرف برای رشد گیاهان است، اما دامنه بین کمبود و بیش‌بود آن بسیار باریک است و تجمع بیش‌ازحد آن می‌تواند منجر به بروز سمیت شود. در انگور، سمیت بور معمولاً ابتدا در برگ‌های پیر ظاهر می‌شود، زیرا این عنصر در آوند چوبی به همراه جریان تعرق به سمت بافت‌های بالغ حرکت می‌کند و در آنجا تجمع می‌یابد (Reid, 2007). علائم اولیه سمیت بور شامل نکروزه شدن حاشیه برگ‌ها به‌ویژه در نوک دندانه‌ها، زردی و ایجاد لکه‌های قهوه‌ای متمایل به سیاه در نواحی بین رگبرگ‌ها و به‌تدریج خشک‌شدن برگ‌ها از حاشیه به سمت داخل است. در موارد شدیدتر، ریزش زودهنگام برگ، کاهش سطح فتوسنتز و نهایتاً کاهش رشد و تولید میوه دیده می‌شود .در سطح فیزیولوژیک، سمیت بور با ایجاد اختلال در تعادل اسمزی سلول، افزایش نفوذپذیری غشاء، تجمع پراکسید هیدروژن و آسیب اکسیداتیو به لیپیدهای غشایی همراه است. این پدیده‌ها سبب بروز استرس اکسیداتیو و القای فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز در برگ‌های تحت تأثیر می‌شود .سمیت بور همچنین می‌تواند به‌طور غیرمستقیم باعث اختلال در جذب سایر عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، پتاسیم و فسفر شده و رشد ریشه را محدود کند. اختلال در سنتز کلروفیل و کاهش عملکرد فتوسنتز از دیگر اثرات مخرب آن است.(Camacho-Cristóbal & González-Fontes, 2007)



شکل ۲- سمیت بور موجب نکروز برگ و به صورت لکه‌های قهوه‌ای تیره ظاهر می‌شود که می‌توانند تقریباً به طور پیوسته در برگ پخش شوند.

مدیریت تغذیه بور در تاکستان‌ها

مدیریت صحیح تغذیه بور در تاکستان‌ها یکی از ارکان اساسی در حفظ سلامت، رشد بهینه و افزایش عملکرد کمی و کیفی انگور محسوب می‌شود. از آنجا که دامنه بین کمبود و بیش‌بود (سمیت) بور بسیار محدود است، پایش دقیق وضعیت تغذیه‌ای گیاه و خاک و برنامه‌ریزی اصولی در مصرف کودهای بوردار ضرورت دارد (Reid, 2007). مهم‌ترین روش‌های ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای بور در تاکستان‌ها شامل نمونه‌برداری از دمبرگ برگ در زمان گلدهی و تجزیه آن برای تعیین غلظت بور می‌باشد. محدوده بحرانی کمبود بور در برگ‌های انگور معمولاً کمتر از ۲۵–۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک بوده و غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰–۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ممکن است خطر بروز سمیت را افزایش دهد. در صورت کمبود، کاربرد خاکی کودهای بوردار نظیر بوراکس (با ۱۱.۳٪ بور) یا اسید بوریک توصیه می‌شود. معمولاً مصرف ۰.۵ تا ۱ گرم بور خالص به ازای هر بوته، یا ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم در هکتار، به صورت پخش یکنواخت در زیر پوشش سایه‌انداز یا در ناحیه آبیاری، نتایج مؤثری دارد. این کاربرد معمولاً در فصل پاییز یا زمستان انجام می‌شود تا با بارندگی یا آبیاری بعدی به ناحیه ریشه برسد (Christensen, 2001). همچنین محلول‌پاشی بور با غلظت‌های بسیار پایین (۰.۱–۰.۳ درصد) به‌ویژه در مراحل حساس رشد مانند پیش از گلدهی یا تشکیل میوه، به عنوان روش مکمل، به سرعت کمبود را جبران می‌کند. این روش به‌خصوص در شرایط خاک‌های آهکی، شور، یا با ماده آلی پایین مؤثرتر است. در مناطق دارای احتمال تجمع بیش‌ازحد بور، کنترل کیفی منابع آب آبیاری اهمیت زیادی دارد. غلظت بور در آب آبیاری برای تاکستان‌ها نباید از ۰.۵ میلی‌گرم بر لیتر تجاوز کند. در صورت بالاتر بودن، باید به‌دنبال منابع آب جایگزین، یا ترکیب آن با منابع کم‌بور، و استفاده از روش‌های آبیاری با راندمان بالا نظیر قطره‌ای بود (Yermiyahu et al., 2008). در نهایت، پایش مداوم غلظت بور در خاک، برگ و آب، همراه با انتخاب ارقام و پایه‌های مقاوم‌تر به شرایط بور بالا، از ارکان مدیریت تغذیه‌ای موفق در تاکستان‌ها است.

نتیجه‌گیری

بور عنصری ضروری اما با دامنه مطلوب باریکی در گیاه انگور است که نقش کلیدی در رشد اندام‌های رویشی و زایشی ایفا می‌کند. کمبود آن موجب کاهش تشکیل میوه، بدشکلی برگ و رشد غیرطبیعی شاخه‌ها می‌شود، در حالی‌که بیش‌بود بور باعث نکروز برگ‌ها و افت عملکرد می‌گردد. مدیریت دقیق تغذیه بور از طریق پایش خاک و برگ، مصرف کنترل‌شده کود بور، و انتخاب زمان مناسب کاربرد، برای حفظ سلامت تاکستان و بهبود عملکرد ضروری است.

منابع

Bredun, M.A., Gomes, T.M., Assumpção, T.I., Brighenti, A.F., Chaves, E.S., Panceri, C.P. and Burin, V.M. 2021. Statement of boron application impact on yield, composition and structural properties in Merlot grapes. Scientia Horticulturae, 288: 110364.

Bredun, M.A., Sartor, S., Panceri, C.P., Chaves, E.S. and Burin, V.M. 2023. Changes in phytochemical composition of Merlot grape and wine induced by the direct application of boron. Food Research International, 163: 112258.

Brown, P.H., Bellaloui, N., Wimmer, M.A., Bassil, E.S., Ruiz, J., Hu, H., Pfeffer, H., Dannel, F. and Römheld, V. 2002. Boron in plant biology. Plant Biology, 4(2): 205–223.

Camacho-Cristóbal, J.J. and González-Fontes, A. 2007. Boron deficiency decreases plasmalemma H+-ATPase expression and nitrate uptake, and promotes ammonium assimilation into asparagine in tobacco roots. Planta, 226(2): 443–451.

Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M. 2007. Boron toxicity alters nitrate reductase activity, proline accumulation, membrane permeability, and mineral constituents of tomato and pepper plants. Journal of Plant Nutrition, 30(6): 981–994.

Khalil, A., Nazir, N., Din, S., Sharma, M.K. and Kumar, A. 2021. Effect of fertilizer and micronutrients on leaf and fruit mineral status of grapes cv. Sahebi. In: Biological Forum – An International Journal, 13(1): 270–276.

Reid, R. 2014. Understanding the boron transport network in plants. Plant and Soil, 385(1): 1–13.

Tavakoli, S., Amiri, J. and Barin, M. 2021. Use of foliar spray of zinc for reducing the adverse effects of boron toxicity in two table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. Research in Pomology, 5(2): 37–50.

Wei, R., Huang, M., Huang, D., Zhou, J., Pan, X. and Zhang, W.E. 2022. Growth, gas exchange, and boron distribution characteristics in two grape species plants under boron deficiency condition. Horticulturae, 8(5): 374.

Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., Keren, R. and Reid, R.J. 2008. Combined effect of salinity and excess boron on plant growth and yield. Plant and Soil, 304(1): 73–87.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of boron deficiency and toxicity on reproductive and vegetative performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.)

Hamed Dolati Baneh[1*], Sirvan Mansouri[1] and Muosa Moradnezhad[1]
1. Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sanandaj, Iran
[*]*Corresponding Author: ah_dolati@yahoo.com*

Abstract

Boron is a micronutrient that plays an essential role in the optimal growth and development of grapevines (*Vitis vinifera* L.). It is involved in key physiological processes such as cell division, cell wall formation, pollen development, pollen tube growth, and the translocation of photosynthates. However, the threshold between boron deficiency and toxicity in soil is narrow, and both conditions can severely affect vegetative and reproductive growth. Boron deficiency commonly leads to flower drop, poor fruit set, malformed leaves, and reduced yield, whereas toxicity results in marginal leaf necrosis, reduced photosynthesis, and gradual vine decline. This review article highlights the physiological roles of boron, its behavior in soil, symptoms of deficiency and toxicity, and practical strategies for boron management in vineyards. The findings emphasize that precise monitoring and targeted application of boron fertilizers are key components of effective vineyard nutrition management.

Keywords: Boron, Boron deficiency, Boron toxicity, Grapevine.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کودهای پتاسیم، گوگرد و منیزیوم بر کاهش عارضه سیاه شدگی مغز گردو

ئالان محمد شریف[۱]، تیمور جوادی[۱]، محمود کوشش صبا[۱] و سیروان منصوری[۲*]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: *s.mansouri@uok.ac.ir*

چکیده

به منظور دستیابی به کیفیت مناسب در گردو، تعادل صحیح عناصر غذایی بسیار مهم است. گوگرد، پتاسیم و منیزیم از جمله عناصر مهم در تغذیه گردو بوده و نقش این عناصرکاملاً برجسته است. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر سه عنصر مهم در تغذیه گردو در یک باغ گردوی ده ساله انجام شد. در این آزمایش اثرات سه عنصر پتاسیم، منیزیم و گوگرد بر خصوصیات کیفی میوه‌های گردو بررسی کردیم. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد (بدون کاربرد کود)، گوگرد پودری (به مقدار ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم در درخت)، سولفات منیزیم (به مقدار یک کیلوگرم و دو کیلوگرم در درخت)، سولفات پتاسیم (به مقدار یک کیلوگرم و دو کیلوگرم در درخت) بر روی گردوی رقم چندلر انجام شد. نتایج نشان داد که در مرحله سوم برداشت صفات شاخص قهوه‌ای شدن، درصد قهوه‌ای شدن، پروتئین های محلول کل، آنزیم پراکسیداز بالاتر بود. نتایج نشان داد میزان روشنایی مغز گردو در هر سه برداشت در تیمار پتاسیم ۲ کیلوگرم در درخت بیشتر بود. همچنین در برداشت مرحله سوم تیمار منیزیم منجر به بالا رفتن مقدار شاخص قهوه‌ای شدن گردید و در برداشت سوم میزان ترکیبات فنلی در شاهد و منیزیم دو کیلوگرم در درخت بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: گردو، پتاسیم، گوگرد، منیزیم، سیاه شدگی مغز گردو.

مقدمه

گردوی ایرانی دومین خشکبار مهم دنیا ازنظر مقدار تولید است. ایران با تولید بیش از ۱۳ درصد گردوی دنیا، یکی از مراکز اصلی کشت و کار و تنوع گردو در دنیا است که پس از کشور چین، بزرگ‌ترین تولیدکننده این محصول به شمار می‌رود (Sarikhani et al., 2018). باغ‌های گردو اکثرا بذری بوده و دارای تنوع ژنتیکی هستند. در میان این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های زودرس به دلیل زود گل‌دهی و میوه‌دهی بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها در معرض تهدید کاهش کمیت و کیفیت محصول قرار می گیرند .زود گلدهی باعث افزایش احتمال سرمازدگی و ریزش گلها در بهار می شود و رسیدن زود هنگام میوه در اواسط تا اواخر مرداد باعث قرارگرفتن طولانی مدت میوه در معرض نور و گرمای شدید تابستان، آفتاب سوختگی میوه و در نتیجه اکسیدشدن روغن مغز میوه و سیا ه شدن مغز میوه می شود .ازاین رو توجه به احداث با غ های یکنواخت با کمک کاشت ارقام دیربرگ همانند چندلر و پدرو از اهمیت زیادی برخوردار است.(رحمانیان حقیقی،کریمی پورفرد،۱۳۹۹). یکی از عوامل محیطی موثر در قهوه‌ای شدن مغز گردو بیماری و آفات است. درمیان بیماری هایی که میوه گردو را تحت تاثیر قرار می دهد نکروز اسپیکال قهوه ای می باشد که اخیرا توصیف شده است (Belisario et al., 2002). نام آن مشخصه علائم آن است که منحصرا در انتهای کلاله یا شکوفه میوه منشاء می گیرد که شامل یک لکه قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره است که به یک لکه بزرگ تبدیل می‌شود و سپس تا دو سوم میوه را فرا می‌گیرد.

کمبود و بیشبود بعضی عناصر موجب قهوه‌ای شدن میوه می شود. یکی از این عناصر منیزیم است. علائم کمبود منیزیم بستگی به گونه گیاهی و فاکتورهای دیگری از قبیل شدت نور دارد. (Bergmann, 1992). برگ‌ها و میوه‌های دچار کمبود منیزیم حساسیت بالایی به نور دارند و علایم کلروز و نکروز در آن ها با افزایش شدت نور، تشدید می‌گردد. (Cakmak, 2008). ازطرفی افزایش غلظت عناصر نیز باعث ایجاد حالت سمیت در گیاه می شود. تجمع بیش از حد منیزیم، در جذب یا متابولیسم عناصر ضروری دیگر مثل کلسیم و پتاسیم

اختلال ایجاد می‌کند و رشد گیاه را به صورت معکوس تحت تأثیر قرار می‌دهد. از رشد ریشه جلوگیری می‌نماید و در میتوکندری سلول های ریشه مانع فعالیت آنزیم های مختلف می‌گردد .(Kayama et al., 2005). کمبود پتاسیم برای سنتز و انتقال مواد مغذی در گیاه لازم بوده و در رفع آثار سوء عدم تعادل بعضی از عناصر غذایی گیاه در خاک کمک می‌کند و همچنین در تنظیم فعالیت جذب آب موثر می باشد. پتاسیم مقاومت گیاهان را در برابر آفات و بیماری ها افزایش می‌دهد. شدت نور را کنترل و عمل فتوسنتز را تشدید می‌کند وتمام این عوامل باعث می شود از قهوه‌ای شدن میوه جلوگیری شود.

مهم‌ترین علامت کمبود گوگرد در گیاه رشد ناقص و رنگ پریدگی می‌باشد. کمبود گوگرد در پاره‌ای از گیاهان نشانه هایی شبیه به کلروز ناشی ازکمبود نیتروژن ایجاد می‌کند که مربوط به کمبود پروتئین در گیاه است، با این وجود در کمبود گوگرد، زرد شدن به صورت یکنواخت در سرتاسر گیاه حتی در بر گ های جوان وجود دارد .اغلب در اثر کمبود این عنصر سطح پائینی برگ‌ها و دمبرگ‌ها به رنگ قرمز مایل به صورتی در می آید. گاهی در اثر شدت کمبود، علایم به صورت قهوه‌ای یا لکه‌های نکروتیک ظاهر می شود و همچنین دمبرگ‌ها و برگ‌ها اغلب عمودی، پیچ خورده و شکننده می شود .ساقه‌های گیاهان مبتلا کوتاه تر و نازک تر از معمول و چوبی می شوند، سطح برگ کوچک و تعداد برگ ها نیزکم، تعداد و وزن میو ه ها نیزکاهش می‌یابد. (سلیم و زحمتکش، ۱۳۸۷). اهداف این تحقیق شامل: ارتباط بین کاربرد کودهای پتاسیم، منیزیم و گوگرد با صفات کیفی گردو و ارتباط بین کاربرد کودهای پتاسیم، منیزیم و گوگرد با برخی ترکیبات زیستی و فعالیت برخی آنزیم ها در میوه گردو است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۲در ۳ منطقه از کردستان (مریوان، بانه و کامیاران) انجام شد. مساحت منطقه‌ی مورد بررسی تقریبا ۳۰۰ هکتار بود که از این مقدار قسمتی از آن مربوط به باغات گردو می باشد. دراین پژوهش از گردوی چندلر استفاده شد. گردوی باغ دارای سن ۱۰ سال بود. دارای پوسته نازک و بیضی شکل می باشد و به راحتی از پوسته جدا می شود و به عنوان گردو خشک و تازه برای مصرف مناسب است. این پژوهش در قالب طرح بلوک و کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. در این پژوهش هفت تیمار شامل؛ گوگرد (۲۰۰ و ۴۰۰ گرم برای هر درخت)، سولفات منیزیم (۱ و ۲ کیلوگرم برای هر درخت)، سولفات پتاسیم (۱ و ۲ کیلوگرم برای هر درخت) و تیمار شاهد استفاده شد. تیمارهای کود دهی به صورت چال کود، چهار چاله در چهار جهت سایه انداز درخت و به قطر ۱۰ سانتی متر و عمق ۳۰ تا۴۰ سانتی مترانجام گردید. و از کودهای ذکر شده با کود دامی پوسیده مخلوط و به چاله اضافه گردید. جهت انجام کوددهی، در اواخر خرداد کوددهی شروع شد و بعد از انجام تیمارها نمونه گیری از میوه ها در بازه‌های زمانی ۲۵ روز و در سه دوره انجام شد. اولین نمونه گیری در تاریخ۲۱/۰۴/ ۱۴۰۲ انجام گردید، ۲۵ روز بعد برداشت دوم انجام شد و آخرین مرحله نمونه گیری در زمان قبل از برداشت انجام شد. صفات اندازه گیری شده شامل میزان فنول و پروتئین محلول کل، اندازه گیری عدد اسیدی و عدد پراکسید، ظرفیت آنتی اکسیدانی، فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی فنول اکسیداز و اندازه گیری شاخص رنگ بود.

نتایج و بحث

استفاده از کود سولفات پتاسیم (K_2SO_4)

اگر درختان گردو را در اوایل خرداد، یعنی زمان فندقی شدن میوه‌ها، با ۲ کیلوگرم سولفات پتاسیم به ازای هر درخت به‌صورت چالکود تغذیه کنید، باعث افزایش پروتئین، اسیدهای چرب و توان آنتی‌اکسیدانی مغز گردو می‌شود. این کار به روشن‌تر شدن رنگ مغز گردو کمک کرده و از قهوه‌ای شدن و سیاه‌شدگی آن جلوگیری می‌کند، چون سولفات پتاسیم با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز مانع از ایجاد رنگدانه‌های قهوه‌ای می‌شود. کوددهی با پتاسیم نقش مؤثری در افزایش مقاومت درخت گردو در برابر تنش‌های محیطی به‌ویژه دمای بالا

دارد. پتاسیم با تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها، حفظ تعادل آب در سلول‌ها و بهبود فعالیت‌های آنزیمی، موجب افزایش تحمل گیاه به گرما و کاهش اثرات منفی تنش حرارتی می‌شود.

استفاده از کود سولفات منیزیم ($MgSO_4$)

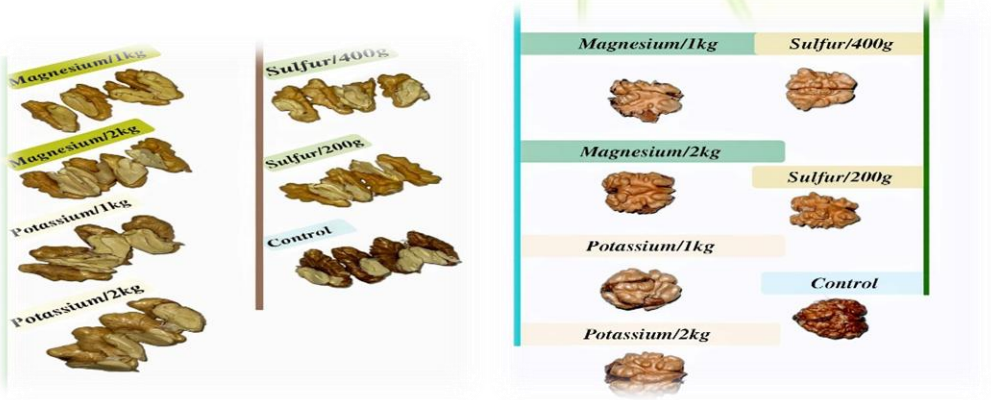
نتایج نشان داد تیمارکود منیزیم در مرحله اول (اواسط خرداد) و استفاده از ۱ کیلوگرم سولفات منیزیم برای هر درخت باعث می‌شود که مغز گردو کمترین مقدار قهوه‌ای شدن را داشته باشد. در مرحله دوم (اواخر خرداد تا تیرماه)، مصرف ۲ کیلوگرم منیزیم باعث کاهش بیشتر قهوه‌ای شدن شد. در مرحله سوم (نزدیک برداشت، معمولاً مردادماه)، استفاده از پتاسیم با مقدار ۱ و ۲ کیلوگرم برای هر درخت، بهترین نتیجه را در کاهش قهوه‌ای شدن نشان داد.

پتاسیم و منیزیم، علاوه بر روشن نگه‌داشتن مغز گردو، باعث افزایش ترکیبات مفید مانند آنتی‌اکسیدان نیز می‌شوند. منیزیم باعث افزایش مواد مفید مانند آنتی اکسیدان و پروتئین در مغز گردو شده و فعالیت آنزیم‌های دفاعی را تقویت می‌کند. در نتیجه، مغز گردو سالم‌تر مانده، دیرتر قهوه‌ای می‌شود و کیفیت بهتری پیدا می‌کند.

بیشترین مقدار آنتی‌اکسیدان کل در مغز گردو، مربوط به درختانی بود که در مرحله اول و دوم رشد با ۲ کیلوگرم منیزیم یا پتاسیم کوددهی شده بودند. به‌طور کلی، استفاده از سولفات منیزیم در اوایل فصل رشد و سولفات پتاسیم در اواخر فصل، باعث بهبود رنگ، طعم، کیفیت و ماندگاری مغز گردو می‌شود.

استفاده از کود گوگرد

اگر در اواخر خرداد و اوایل تیر، درختان با ۲۰۰ یا ۴۰۰ گرم گوگرد به ازای هر درخت تیمار شوند میزان فنول کل مغز گردو کمتر می شود. در واقع هرچه مقدار فنل کل در مغز گردو کمتر باشد، احتمال قهوه‌ای شدن نیز کاهش می‌یابد. زیرا فنل‌ها یکی از مواد اولیه‌ی اصلی برای فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز (PPO) هستند؛ آنزیمی که در فرایند قهوه‌ای شدن نقش کلیدی دارد. وقتی شرایط درون سلولی به سمت اسیدی شدن یا pH پایین‌تر پیش می‌رود، فعالیت این آنزیم نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه، فرآیند تبدیل فنل‌ها به ترکیبات قهوه‌ای‌رنگ کمتر اتفاق می‌افتد و مغز گردو روشن‌تر و سفیدتر باقی می‌ماند. گوگرد همچنین به بهبود طعم و عطر مغز کمک می‌کند و در برخی شرایط خاص، اثر آفت‌کشی هم دارد.



شکل ۱- اثر کاربرد کوددهی پتاسیم، منیزیم و گوگرد در غلظت و زمان‌های مختلف بر کاهش عارضه سیاه شدگی مغز گردو.



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف بر شاخص قهوه ای شدن مغز گردو.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در مرحله سوم برداشت صفات شاخص قهوه‌ای شدن، درصد قهوه‌ای شدن، پروتئین های محلول کل، آنزیم پراکسیداز بالاتر بود.

میزان روشنایی مغز گردو در هر سه برداشت در تیمار پتاسیم ۲ کیلوگرم در درخت بیشتر بود.

در برداشت مرحله سوم تیمار منیزیم منجر به بالا رفتن مقدار شاخص قهوه‌ای شدن گردید.

در برداشت سوم میزان ترکیبات فنلی در شاهد و منیزیم دو کیلوگرم در درخت بیشتر بود.

منابع

سلیم نادر، ز. و زحمتکش، ز. ۱۳۸۷. علائم کمبود عناصر غذایی در درختان میوه. نشریه حوزه ترویج و نظام بهره‌برداری یزد، شماره نشریه ۱۱۴.

Bergmann, W. 1992. *Nutritional Disorders of Plants: Visual and Analytical Diagnosis*. English, French, Spanish.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant and Soil, 302: 1–17.

Kayama, M., Quoreshi, A.M., Uemura, S. and Koike, T. 2005. Differences in growth characteristics and dynamics of elements absorbed in seedlings of three spruce species raised on serpentine soil in northern Japan. Annals of Botany, 95(4): 661–672.

Wang, Y., Yang, H., Wei, L., Liang, H., Huang, X., Tang, J. and Li, X. 2023. The effects of calcium and magnesium deficiency on the growth, physiology, and nutrient uptake characteristics of walnut trees. Journal of Biobased Materials and Bioenergy, 17(5): 547–555.

Yang, H., Xiao, X., Li, J., Wang, F., Mi, J., Shi, Y. and Wan, X. 2022. Chemical compositions of walnut (*Juglans* spp.) oil: Combined effects of genetic and climatic factors. Forests, 13(6): 962.

Effect of potassium, sulfur, and magnesium fertilizers on reducing walnut kernel browning

Alan Mohammad Sharif[1], Taimoor Javadi[1], Mahmoud Koushesh Saba[1] and Sirvan Mansouri[2*]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sanandaj, Iran
**Corresponding Author: s.mansouri@uok.ac.ir*

Abstract

Achieving high-quality walnuts requires an appropriate balance of essential mineral nutrients. Among these nutrients, sulfur, potassium, and magnesium play important roles in walnut nutrition and fruit quality. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of these three essential nutrients on walnut fruit quality in a 10-year-old walnut orchard. The effects of potassium, magnesium, and sulfur fertilization on the quality characteristics of walnut fruit were evaluated. The experimental treatments included an unfertilized control, powdered sulfur at rates of 200 and 400 g tree^{-1}, magnesium sulfate at rates of 1 and 2 kg tree^{-1}, and potassium sulfate at rates of 1 and 2 kg tree^{-1}, applied to 'Chandler' walnut trees. The results showed that, at the third harvest, the browning index, browning percentage, total soluble proteins, and peroxidase enzyme activity were higher. The results also indicated that kernel lightness was higher in trees receiving potassium at a rate of 2 kg tree^{-1} across all three harvests. In addition, at the third harvest, magnesium application increased the browning index, while the highest levels of phenolic compounds at the third harvest were observed in the control and magnesium treatment at 2 kg tree^{-1}.

Keywords: Walnut, Potassium, Sulfur, Magnesium, Walnut kernel browning.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر سایه‌بان بر زمان وقوع فرایند های فنولوژیک، ریزش میوه و عملکرد درختان سیب

محسن پیرمرادیان[1*]، داریوش آتشکار[2] و راضیه محمودی[3]

۱- بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- بخش تحقیقات علوم باغبانی، مرکزتحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

*نویسنده مسئول: *pirmoradian7558@yahoo.com*

چکیده

واکنش ارقام سیب شامل گلدن دلیشس، گالا و گرانی اسمیت روی پایه MM106 به پوشش سایه‌بان مورد بررسی قرار گرفت. پوشش سایه‌بان از توری به رنگ سبز با ۵۰٪ سایه‌اندازی در زمان رکود روی درختان در سطحی معادل ۱۰۰۰متر مربع نصب گردید، در زمان شروع باز شدن گل‌ها شمارش آن‌ها در درختان زیر و بیرون سایه بان انجام شد. بدین منظور دو شاخه در قسمت شمال و جنوب درخت انتخاب، سپس ارزیابی بر روی میزان ریزش گل و میوچه‌ها ، تعداد میوه‌های باقیمانده، وزن میوه، عملکرد درختان، میزان رشد شاخه فصل و کلروفیل برگ(SPAD) صورت گرفت. مراحل فنولوژیک نیز از تورم جوانه ها تا برداشت میوه ثبت گردید. مشاهدات نشان داد که نوع پوشش بر زمان تورم جوانه‌ها و شروع گلدهی بی تاثیر بوده ولی مرحله تمام گل در ارقام گالا، گلدن دلیشس و گرانی اسمیت به ترتیب دو و سه روز در درختان زیر سایه‌بان دیرتر رخ داده است. همچنین ریزش گلبرگ‌ها در رقم گالا چهار روز و در دو رقم گلدن دلیشس و گرانی‌اسمیت سه روز دیرتر به وقوع پیوسته است. اختلاف ریزش گل و میوه درختان زیر سایه‌بان و بیرون سایه بان، طی دو ریزش مجموعا ۴/۶۷ درصد بوده است که عددی قابل ملاحظه می باشد. وزن میوه در درختان زیر سایه‌بان نسبت به بیرون سایه‌بان اختلاف معنی داری نشان داد این اختلاف وزن در هر میوه به ترتیب در ارقام گلدن دلیشس، گرانی اسمیت و گالا ۳۴، ۲۳ و ۱۶ گرم بود. عملکرد درخت که تابعی از تعداد و وزن میوه می باشد به نسبت افزایش این دو متغییر، عملکرد درختان زیر سایه‌بان نسبت به درختان بیرون سایه‌بان در هر سه رقم افزایش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ارقام سیب، عملکرد، سایه بان، تشکیل میوه.

مقدمه

پوشاندن درختان با توری، میکروکلیما و به ویژه تشعشعات دریافتی درخت را تغییر می‌دهد و بر رشد زایشی آن تأثیر می‌گذارد. سایه متوسط در درختان سیب و مرکبات باعث کاهش تنش گرمایی، آبی و افزایش تبادل گازی گردیده، دسترسی کربوهیدرات برای تشکیل و رشد میوه را تسهیل می کند(Bastías et al., 2012). بر اساس گزارش مینا و همکاران (۲۰۱۶) توری‌های فتوسلکتیو می‌توانند تشکیل میوه را به خاطر قابلیت پراکنده سازی نور که منجر به افزایش بهره وری نوری گیاه می‌شود افزایش دهند. بدین ترتیب تسریع فرایندهای متابولیکی، تمایز جوانه گل را تغییر داده، تراکم گلها را افزایش می‌دهد و منجر به تشکیل میوه بیشتر می‌گردد. رشد رویشی تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله دما و شدت نور در تاج درخت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. اثرات سایه‌بان روی رشد رویشی نهال در نهالستان گزارش شده است (Incesu et al., 2016). این تحقیقات نشان می‌دهد که رشد رویشی و محتوای کلروفیل درختان پرتقال ناول 'Lane Late' موجود در زیر سایه‌بان با ۵۰ و۷۰ درصد سطح سایه اندازی، به ترتیب تعداد برگ و محتوای کلروفیل برگ ۲۰ و ۱۳٪ بیشتر نسبت به شاهد (بدون سایه‌بان) داشتند.

بازارپسندی و مقبولیت میوه با کیفیت آن سنجیده می‌شود که شامل شاخص‌های رنگ، اندازه، سفتی و طعم مناسب میوه می‌باشد. میوهای با کیفیت مناسب مورد رغبت مصرف کننده و بازار می‌باشند دما و نیاز آبی از عوامل بسیار موثر بر کیفیت میوه می‌باشند (Sivakuma et al, 2017). با افزایش دمای هوا به خاطر تغییرات اقلیمی و تنش‌های آبی، تامین تقاضای بازار و ارائه میوه‌های باکیفیت یک چالش برای تولیدکنندگان میوه درختی شده است. این شرایط سبب تغییر در صفات میوه به ضرر کیفیت و در نتیجه افت بازار پسندی میوه می‌شود. دستکاری در شرایط محیطی درختان با ایجاد پوشش سایه‌بان قطعا بر کیفیت میوه تاثیر می‌گذارد(Bosco et al, 2015). مشخص شده است

که سایه‌بان به دلیل کاهش سطح تابش خورشید، علاوه بر اینکه باعث کاهش بروز آفتاب سوختگی می‌شود، روند فرآیندهای فیزیولوژیکی درخت و میوه را نیز تغییر می‌دهد. به عنوان مثال، ظرفیت فتوسنتزی برگها در درختان زیر سایه‌بان نسبت به بیرون آن تغییر کند (Gindaba and Wand, 2007).

مواد و روش‌ها

سایه‌بان در یک باغ نیمه متراکم سیب با فاصله کاشت درختان ۴×۲/۵ با استفاده از توری سبز با ۵۰٪ سایه اندازی در سطحی معادل ۱۰۰۰ متر مربع احداث گردید. تیمار های طراحی شده شامل پوشش در سطحی معادل ۱۰۰۰متر مربع و بدون پوشش و ارقام سیب شامل گلدن دلیشس، گالا و گرانی اسمیت روی پایه MM106 بود. پوشش در زمان رکود روی سازه فلزی قرار گرفت. در این پروژه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به مورد اجراء در آمد. مقایسه میانگینها با آزمون دانکن انجام گرفت.

جهت ارزیابی ریزش و تشکیل میوه، شمارش گل‌ها روی دو شاخه در شمال و جنوب درخت که از قبل علامت گذاری شده بودند شمارش گل در مرحله تمام گل و میوه در سه مرحله، انجام شد. ، سپس ارزیابی بر روی میزان ریزش گل و میوچه‌ها ، تعداد میوه‌های باقیمانده انجام شد. وزن میوه، عملکرد درختان، میزان رشد شاخه فصل و مقادیر کلروفیل برگ(SPAD) نیز مورد اندازه گیری قرار گرفت. مراحل فنولوژیک نیز از تورم جوانه ها تا برداشت میوه ثبت گردید. میوه ارقام مورد بررسی، گالا در ۱۰ شهریور (زودرس)، گلدن دلیشس ۱۰ مهر (میان رس) و گرانی‌اسمیت ۲۰ مهر ماه (دیررس) یعنی در زمانهای۱۱۲ (گالا) ۱۴۵ (گلدن دلیشس) و ۱۶۵ (گرانی اسمیت) روز بعد از تمام گل برداشت شدند.

نتایج و بحث

ملاحظه جدول مراحل فنولوژیک درختان نشان می‌دهد(جدول۱) که نوع پوشش بر زمان تورم جوانه‌ها و شروع گلدهی بی تاثیر بوده ولی مرحله تمام گل در ارقام گالا، گلدن دلیشس و گرانی اسمیت به ترتیب دو و سه روز در درختان زیر سایه‌بان دیرتر رخ داده است. همچنین ریزش گلبرگها در رقم گالا چهار روز و در دو رقم گلدن دلیشس و گرانی‌اسمیت سه روز دیرتر به وقوع پیوسته است.

جدول ۱- فنولوژی گلدهی و برداشت میوه.

مراحل فنولوژیک	تورم جوانه ها	شروع باز شدن گل‌ها	تمام گل	ریزش گلبرگ‌ها	برداشت میوه	
نوع پوشش	سایه بان / بیرون	سایه بان / بیرون	سایه بان / بیرون	سایه بان / بیرون	سایه بان	بیرون
زمان / رقم	فروردین	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	شهریور- مهر	
گالا	۲۵ / ۲۵	۳ / ۳	۱۲ / ۱۰	۲۲ / ۱۸	۱۰شهریور	۷ شهریور
گلدن دلیشس	۲۵ / ۲۵	۲ / ۲	۱۰ / ۸	۱۵ / ۱۸	۱۰مهر ماه	۷ مهر ماه
گرانی اسمیت	۲۸ / ۲۸	۵ / ۵	۱۲ / ۱۰	۱۷ / ۲۰	۲۰مهر ماه	۱۸ مهر ماه

طول شاخه فصل جاری در هر سه رقم افزایش معنی دار نشان داد (شکل۱). این افزایش رشد بطور میانگین به ترتیب در ارقام گالا، گلدن دلیشس و گرانی اسمیت ۶، ۱۱ و ۱۸ سانتی متر بوده است. رشد رویشی تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله دما و شدت نور در تاج درخت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. اثرات مثبت سایه‌بان روی رشد رویشی نهال در نهالستان مرکبات نیز گزارش شده است (Incesu et al., 2016). واکنش شاخص کلروفیل برگ بسته به رقم متفاوت بود (شکل۲) بطوریکه این شاخص در رقم گالا زیر سایه بان افزایش یافته در حالیکه در دو رقم

دیگر تفاوت معنی داری از این نظر بین درختان زیر سایه بان و درختان بیرون آن مشاهده نشد. طول شاخه فصل جاری در هر سه رقم افزایش معنی‌دار نشان داد (شکل۱). این افزایش رشد بطور میانگین به ترتیب در ارقام گالا، گلدن دلیشس و گرانی اسمیت ۶، ۱۱ و ۱۸ سانتی متر بوده است. رشد رویشی تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله دما و شدت نور در تاج درخت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. اثرات مثبت سایه‌بان روی رشد رویشی نهال در نهالستان مرکبات نیز گزارش شده است (Incesu et al., 2016). واکنش شاخص کلروفیل برگ بسته به رقم متفاوت بود (شکل۲) بطوریکه این شاخص در رقم گالا و گلدن دلیشس زیر سایه بان افزایش یافته در حالیکه در گرانی اسمیت تفاوت معنی داری از این نظر بین درختان زیر سایه بان و درختان بیرون آن مشاهده نشد.



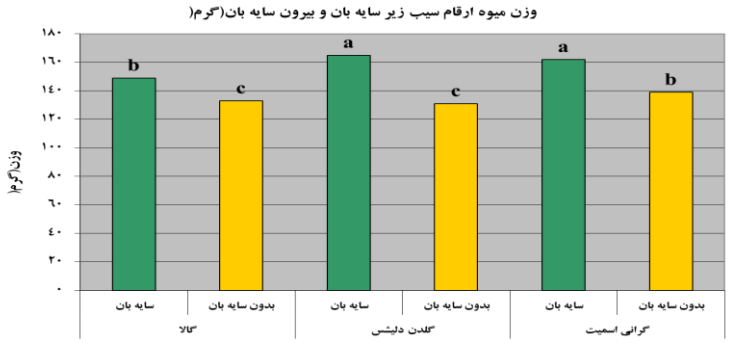
شکل ۱- اثر سایه بان بر رشد شاخه فصل

شکل۲ : اثر سایه بان بر کلروفیل برگ(SPAD). میانگین هایی که در هر ستون حروف مشابه دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند.

بررسی‌ها روی گونه های مختلف نشان داده اند که درجه حرارت، کیفیت نور و رطوبت نسبی محتوای کلروفیل برگ را تحت تاثیر قرار می دهد. همچنین تحقیقات بر روی کرفس نیز نشان داده است که تنشهای سرمایی و گرمایی منجر به کاهش کلروفیل می‌گردند (Huang et al., 2017). توری محافظ یک نوآوری است که می‌تواند برای مهار تنش‌های شدید آب و هوایی مانند گرما، نور و تنش‌های شدید باد مورد استفاده قرار گیرد. تأثیری که توری محافظ ممکن است بر ظرفیت فتوسنتزی درختان سیب داشته باشد، ممکن است به نوع رقم بستگی داشته باشد. در توجیه علت اینکه تحت تاثیر سایه‌بان، کلروفیل در برگ افزایش یافته و در دو رقم دیگر تحت تاثیر قرار نگرفته احتمالا پوشش، نور را تا آستانه نقطه اشباع نوری محدود ساخته است.

وزن میوه

وزن میوه و عملکرد در درختان زیر سایه‌بان نسبت به بیرون سایه‌بان اختلاف قابل ملاحظه‌ای را نشان می دهد. وزن میوه در رقم گلدن دلیشس و گرانی اسمیت به ترتیب ۱۶۵ و ۱۶۲ گرم و در گالا ۱۴۹ گرم زیر سایه‌بان بوده (شکل۳) اختلاف وزن هر میوه با میوه‌های بیرون سایه‌بان به ترتیب ۳۴، ۲۳ و ۱۶ گرم برای سه رقم بوده است. شهاکو همکاران (2004) دریافتند که علی رغم محصول سنگین، اندازه میوه ۷ هفته قبل از برداشت در شرایط سایه‌بان بطور قابل ملاحظه‌ای بزرگتر بود، این میوه‌ها قطری به اندازه ۵ میلیمتر بیشتر از شاهد داشتند.



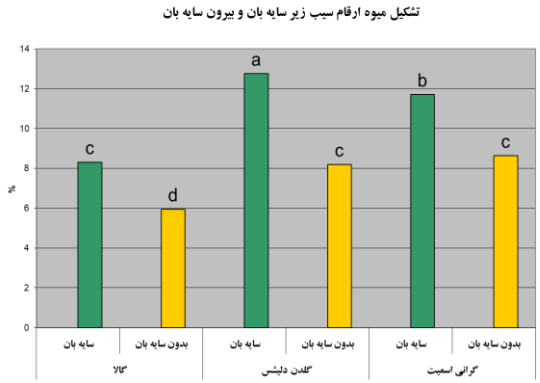
شکل ۳- اثر سایه بان بر وزن میوه. میانگین هایی که در هر ستون حروف مشابه دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند.

ریزش میوه

ریزش میوه درختان زیر سایه‌بان نسبت به درختان بیرون سایه‌بان در هر سه رقم کاهش نشان داد(شکل۴). اختلاف ریزش گل درختان زیر سایه‌بان و بیرون سایه‌بان، در ریزش اول ۲/۶۹ درصد و در ریزش دوم ۱/۹۸ درصد و مجموعا ۴/۶۷ درصد بوده است که عددی قابل ملاحظه می باشد. بیشترین ریزش میوه چه در هر سه رقم در ریزش اول رخ داده است. بیشترین ریزش متعلق به گالا با ۹۲/۸۶ درصد و کمترین ریزش مربوط به گلدن دلیشس با ۸۹/۹۱ درصد می باشد.

تشکیل میوه

افزایش تشکیل میوه و عملکرد درختان در ارقام گالا، گلدن دلیشس و گرانی اسمیت زیر سایه بان محسوس بود(شکل۵). در این تحقیق تشکیل میوه در هر سه رقم در زیر سایه‌بان نسبت به بیرون آن افزایش داشته است. بر اساس گزارش Meena و همکاران (2016) توری‌های فتوسلکتیو می‌توانند تشکیل میوه را به خاطر قابلیت پراکنده سازی نور، که منجر به بهره وری نوری بهترگیاه می‌شود افزایش دهند. پوشاندن درختان با توری، میکروکلیما و به ویژه تشعشعات دریافتی درخت را تغییر می‌دهد و بر رشد زایشی آن تأثیر می‌گذارد. سایه متوسط در درختان سیب و مرکبات از طریق کاهش تنش گرمایی و آبی و افزایش تبادل گازی دسترسی کربوهیدرات برای تشکیل و رشد میوه را تسهیل می کند (Bastías et al., 2012).





شکل ۴- اثر سایه بان بر ریزش میوه شکل۵ : اثر سایه بان بر تشکیل میوه. میانگین هایی که در هر ستون حروف مشابه دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند.

عملکرد درختان

عملکرد ارقام زیر سایه بان نسبت به بیرون سایه بان افزایش مناسبی را نشان می‌دهد بیشترین افزایش در گالا با ۶/۳۶ کیلوگرم و کمترین افزایش متعلق به گالا با ۵/۶۳ کیلوگرم در هر درخت می‌باشد.

سایه‌بان بر کاهش ریزشهای گل و میوه موثر بوده و تشکیل نهایی میوه را افزایش داد. همچنین علاوه بر افزایش تعداد میوه، در افزایش وزن میوه ها نیز موثر بود. در نتیجه با بهبود دو متغیر تعداد و وزن میوه، سایه‌بان بر عملکرد تاثیر مثبت داشت.

منابع

Bastías, R.M. and Grappadelli, L. 2012. Light quality management in fruit orchards: Physiological and technological aspects. Chilean Journal of Agricultural Research, 72(4): 574–581.

Bastías, R.M., Manfrini, L. and Grappadelli, L.C. 2012. Exploring the potential use of photoselective nets for fruit growth regulation in apple. Chilean Journal of Agricultural Research, 72(2): 224–231.

Bosco, L.C., Bergamaschi, H., Cardoso, L.S., de Paula, V.A., Marodin, G.A.B. and Nachtigall, G.R. 2015. Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. International Journal of Biometeorology, 59(7): 773–782.

Gindaba, J. and Wand, S.J. 2007. Do fruit sunburn control measures affect leaf photosynthetic rate and stomatal conductance in 'Royal Gala' apple? Environmental and Experimental Botany, 59(2): 160–165.

Huang, W., Ma, H.Y., Huang, Y., Li, Y., Wang, G.L., Jiang, Q. et al. 2017. Comparative proteomic analysis provides novel insights into chlorophyll biosynthesis in celery under temperature stress. Physiologia Plantarum, 161: 468–485.

Meena, V., Kashyap, P., Nangare, D. and Singh, J. 2016. Effect of coloured shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) cv. Mridula in semi-arid region of Punjab. Indian Journal of Agricultural Sciences, 86(4): 500–505.

Shahak, Y., Gussakovsky, E.E., Cohen, Y., Lurie, S., Stern, R., Kfir, S., Naor, A., Atzmon, I. and Greenblat-Avron, Y. 2004. Colournets: A new approach for light manipulation in fruit trees. Acta Horticulturae, 636: 609–616.

Sivakumar, D., Jifon, J. and Soundy, P. 2017. Spectral quality of photo-selective shade nettings improves antioxidants and overall quality in selected fresh produce after postharvest storage. Food Reviews International, 1–18.

Effect of shade on the timing of phenological processes, fruit drop and yield of apple trees

Mohsen Pirmoradian[1*], Dariush Atashkar[2] and Razieh Mahmoodi[3]

1. Horticultural and Crop science Research Department of Agricultural and Natural Resources of Esfahan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3. Horticultural science Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

Corresponding Author: pirmoradian7558@yahoo.com

Abstract

The response of apple cultivars including "Golden Delicious", "Gala" and "Granny Smith" on "MM106" rootstock to shade cover was investigated. Shade cover made of green netting with 50% shading was installed on the trees during the dormant period in an area equivalent to 1000 square meters. When the flowers started to open, they were counted in the trees under and outside the shade. For this purpose, two branches were selected in the north and south of the tree, then the evaluation was made on the rate of flower and fruit drop, the number of remaining fruits, fruit weight, tree yield, branch growth rate and leaf chlorophyll (SPAD). Phenological stages were also recorded from bud swelling to fruit harvest. Observations show that the type of cover had no effect on the timing of bud swelling and the onset of flowering, but the full flower stage in Gala, Golden Delicious and Granny Smith cultivars occurred two and three days later in the trees under the shade, respectively. Also, the fall of petals in the Gala cultivar occurred four days later and in the two cultivars Golden Delicious and Granny Smith, three days later. The difference inthe fall of flowers and fruits of trees under the canopy and outside the canopy during the two falls was 4.67%, which is a significant number. The weight of fruit in trees under the canopy compared to outside the canopy shows a significant difference. This difference in weight per fruit was 34, 23 and 16 grams in the Golden Delicious, Granny Smith and Gala cultivars, respectively. With the increase in fruit set and fruit weight, the yield of trees under the shade increased in all three cultivars compared to trees outside the shade.

Keywords: Apple cultivars, Yield, shade, Fruit set.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه اثر سطوح مختلف هورمونی بر کالوس‌زایی استویا (*Stevia rebaudiana*)

شیوا میردار[۱*]، عظیم قاسم‌نژاد[۱]، مصطفی خوشحال‌سرمست[۱] و نسترن همتی[۱]
۱- علوم و مهندسی باغبانی،دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *shivamirdar204@gmail.com*

چکیده

استویا (*Stevia rebaudiana Bertoni*) یا گیاه برگ عسلی، از گیاهان ارزشمند دارویی و صنعتی است که امروزه مد نظر محققین قرار دارد. تحقیقات درون‌شیشه‌ای به منظور بررسی مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی در حال انجام است. به این منظور تولید کالوس حائز اهمیت است. اگرچه این گیاه از این نظر در ردیف گیاهان با توانمندی باززایی بالا شناخته می‌شود، با این وجود بررسی‌ها نشان داده است که دستکاری در سطوح هورمونی می‌تواند شرایط بهینه‌ای در تولید حداکثری بیومس فراهم آورد. بر اساس بررسی‌های انجام شده جهت بهینه‌سازی تولید کالوس تحت تاثیر سطوح هورمونی از غلظت‌های مختلف نفتالین‌استیک‌اسید(۰، ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) و کینتین(۰، ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) استفاده شد. بررسی‌ها نشان داد که میزان کالوس قویا تحت تاثیر غلظت هورمون‌های استفاده شده است. به طوری که در همه انواع سطوح هورمونی استفاده شده، تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های شاهد با نمونه‌های تیمار شده با هورمون قرار داشت. بر اساس نتایج حاصل بیان می‌شود که اگرچه کالوس‌زایی بافت استویا در شرایط درون شیشه‌ای وابسته به هورمون خارجی نیست، با این وجود استفاده از سطح بهینه هورمون‌های مهم اکسین و سایتوکنین بر سرعت و میزان تولید کالوس موثر است. این موضوع وقتی حائز اهمیت است که لازم باشد از توده کالوس به عنوان ماده اولیه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: استویا، کالوس، kinetin، NAA.

مقدمه

استویا (*Stevia rebaudiana Bertoni*) که معمولا "برگ عسلی" نیز نامیده می‌شود، گیاهی چند ساله از خانواده Astraceae است که بسیاری از مناطق جهان کشت می‌شود. این گیاه به دلیل استویل‌های گلیکوزید دارای ترکیبات شیرین‌کننده طبیعی بدون کالری است که ۱۰۰ تا ۳۰۰ برابر از ساکارز شیرین‌تر هستند و به دلیل دارا بودن مواد فیتوشیمیایی غنی در برابر طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها اثرات مفیدی دارد. این گیاه دارای جوانه‌زنی ضعیف بذر و تکثیر رویشی آهسته است و با توجه به اینکه برای محصولات مبتنی بر استویا، تقاضای جهانی رو به افزایش است، کشت‌بافت گیاهی که روشی نوین برای ریزازدیادی تجاری گیاهان است توصیه می‌شود (Ahmad et al., 2020, Sharma et al, 2023).

در بررسی کالوس‌دهی استویا Uskutoglu و همکاران(۲۰۱۹) دریافتند که بیشترین مقدار کالوس از تیمار هورمونی 2 mg/l NAA + 0.5 mg/l BAP بدست آمد. کشوری و همکاران(۲۰۱۸) نیز، در بررسی خود تحت تیمار 1 mg/l NAA + 1 mg/l BAP در کوتاه‌ترین زمان کالوس‌زایی را مشاهده کردند. همچنین رضوی و همکاران(۲۰۱۹) نشان دادند که بیشترین مقدار کالوس استویا در محیط هورمونی 1.5 mg/l NAA + 2 mg/l BA مشاهده شد. پژوهش حاضر با هدف حصول حداکثری کالوس تحت تاثیر بالانس هورمون اکسین و سایتوکنین جهت استفاده از کالوس در بررسی‌های آتی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف هورمون‌های نفتالین‌استیک‌اسید و کینتین بر بهینه‌سازی تولید کالوس نمونه‌های گیاه استویا در شرایط درون‌شیشه‌ای انجام شد. به این منظور، ریزنمونه‌های استویا بعد از ضدعفونی در شرایط استریل، در محیط کشت MS

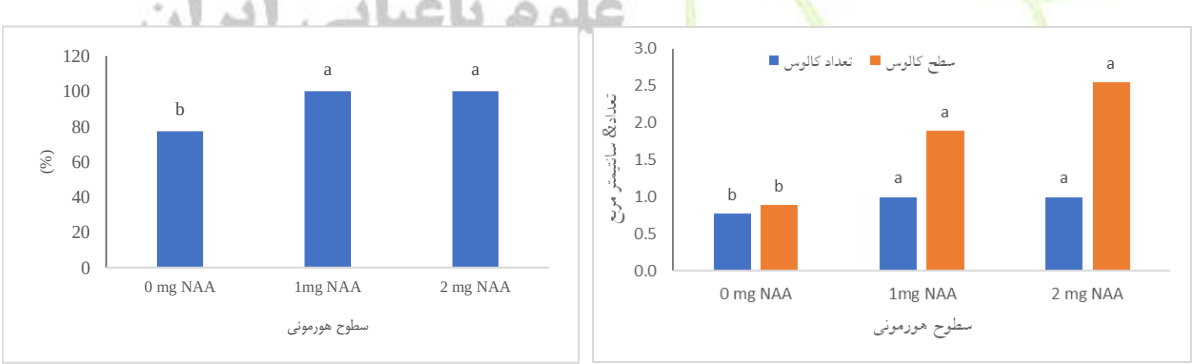
در ۹ سطح هورمونی کشت و اثر متقابل هورمون‌های نفتالین‌استیک‌اسید و کینتین بررسی شد. پس از یک ماه میزان کالوس‌دهی ریزنمونه‌ها بررسی شد.

برای تهیه محیط کشت از MS آماده فیتوتک استفاده شد. جهت تعیین مناسب‌ترین سطح هورمونی برای کالوس‌دهی گیاه استویا از سطوح مختلف نفتالین‌استیک‌اسید (۰، ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) و کینتین (۰، ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) استفاده شد تا اثر متقابل هورمون‌های ذکر شده بررسی شود. تعیین سطوح هورمونی مورد بررسی بر اساس بررسی منابع صورت گرفته و با انتخاب غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر معرفی شده در منابع انجام شد. به منظور آماده‌سازی نمونه گیاهی جهت کشت شاخه‌های استویا از گیاهان گلدانی تهیه شد و به مدت یک ساعت به همراه یک قطره توین زیر آب جاری قرار گرفت. سپس به مدت یک ساعت در محلول قارچ‌کش($2\ g\ L^{-1}$) بر روی شیکر قرار گرفته و در ادامه سه مرتبه با آب مقطر شست‌وشو داده شد. گیاهان به منظور ادامه ضدعفونی به زیر هود لامینار منتقل شدند و به مدت ۱۵ ثانیه در الکل ۷۰ درصد قرار گرفتند. سپس بعد از دو مرتبه شستشو با آب مقطر اتوکلاو شده در محلول هیپوکلریت‌سدیم 2/5 درصد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند و دوباره چهار مرتبه با آب مقطر شستوشو داده شدند. در شرایط هود لامینار، ریزنمونه‌ها از برگ گیاه استویا به اندازه یک سانتی‌متر برش داده شده و در محیط‌های مختلف هورمونی قرار گرفتند. پس از کشت، ظروف حاوی ریزنمونه‌های برگ به اتاق رشد با شرایط کنترل شده، شامل دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و شرایط نیمه تاریکی منتقل و به مدت یک ماه نگهداری شد. در نهایت وضعیت کالوس‌دهی و اندازه سطح ریزنمونه‌ها و وضعیت مرفولوژیکی کالوس پس از ۲۸ روز از کشت مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

اثر ساده هورمون اکسین بر کالوس‌زایی گیاه استویا

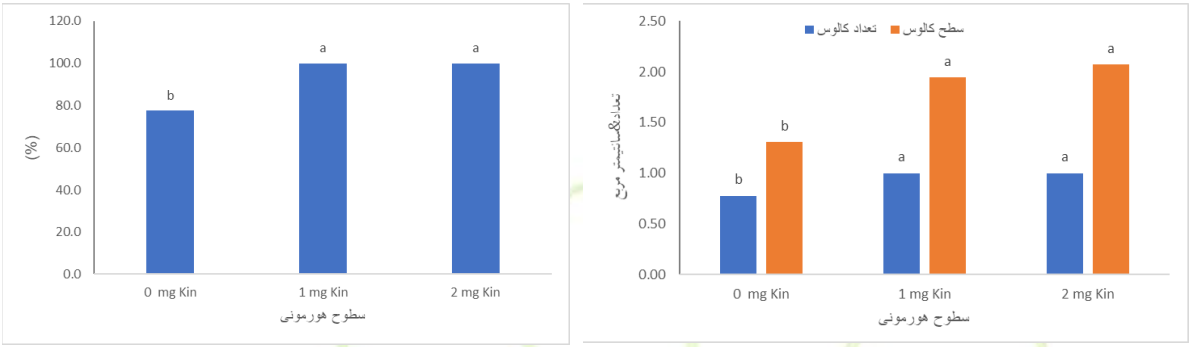
همان گونه که در شکل ۱(راست) آمده است، میزان کالوس‌دهی استویا قویا تحت تاثیر غلظت هورمون اکسین دریافت شده قرار داشت، به طوری‌که با افزایش سطح هورمون NAA به ۲ میلی‌گرم بر لیتر حداکثر تعداد نمونه‌های کالوس‌زایی شده مشاهده شد. روند مشابه‌ای هم در سطح کالوس‌زایی مشاهده شد. نتایج حاضر با نتایج بلینستروبینس و همکاران (۲۰۲۰) که بیان داشتند کالوس‌زایی استویا تحت تاثیر غلظت هورمون اکسین خارجی قرار دارد، همسو است. همانگونه که در شکل ۱(چپ) مشاهده می‌شود، در مقایسه با نمونه‌های شاهد که پایین‌ترین درصد کالوس‌زایی را داشتند، نمونه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف NAA نسبت به شاهد در درصد کالوس‌زایی تفاوت معنی‌داری داشتند. نکته مهم اینکه اگرچه با افزایش غلظت اکسین درصد کالوس‌زایی افزایش داشت، با این وجود تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف هورمونی مشاهده نشد.



شکل ۳- (راست) تاثیر غلظت هورمون NAA بر تعداد و سطح کالوس گیاه استویا، (چپ) بر درصد کالوس‌زایی.

اثر ساده هورمون کینتین بر کالوس‌زایی استویا

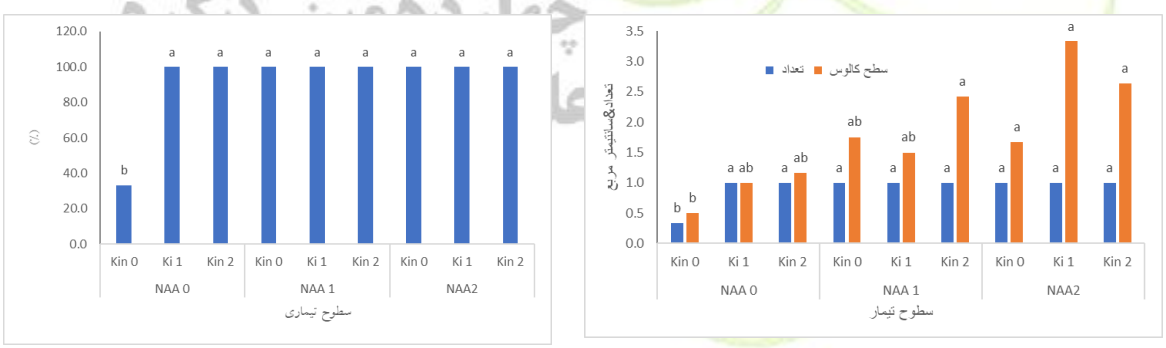
همانطور که در شکل ۲ (راست) مشاهده می‌شود با افزایش سطح هورمون سایتوکنین همانند اکسین تفاوت معنی‌داری در تعداد نمونه‌های کالوس‌زایی شده و همچنین سطح کالوس مشاهده شد. نکته مهم اینکه بین سطوح مختلف هورمونی نه در تعداد نمونه‌های کالوس‌زایی شده و نه در سطح کالوس تولید شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج حاصل از اثر کینتین به عنوان یک سایتوکنین بر کالوس زایی استویا همسو با نتایج جاوید و همکاران (۲۰۱۷) است که بیان داشتند باززایی استویا در شرایط درون‌شیشه‌ای رابطه مستقیمی با نوع و میزان هورمون سایتوکنین مورد استفاده دارد. البته در بررسی‌های آنها نشان داده شد که کالوس زایی استویا در غلظت کم سایتوکنین مشاهده نمی‌شود (Javed et al., 2017).



شکل ۲- (راست) تاثیر غلظت هورمون Kin بر تعداد و سطح کالوس گیاه استویا، (چپ) بر درصد کالوس‌زایی.

اثر متقابل هورمون‌های نفتالین‌استیک‌اسید و کینتین بر کالوس‌زایی گیاه استویا

همانطور که در شکل ۳ (راست) مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار کالوس در سطح هورمونی 2 mg/l NAA + 1 mg/l KN بدست آمد که تفاوت قابل توجهی با سایر سطوح هورمونی داشت. با این وجود در برخی موارد تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای هورمونی مشاهده نشد. نکته ای که توسط جاوید و همکاران(۲۰۱۷) نیز قبلا گزارش شد. کومار و همکاران(۲۰۱۹) گزارش کردند که در سطح هورمونی 1.5 mg/l 2-4.D + 3 mg/l Kin بیشترین مقدار کالوس‌زایی به ثبت رسید در پژوهش حاضر بیشترین میزان کالوس‌زایی در تیمار تلفیقی 2 mg/l NAA + 1 mg/l Kin مشاهده شد که با یافته های کومار و همکاران همسو است.



شکل ۳- (راست) اثر متقابل اکسین و سایتوکنین برتعداد کالوس‌زایی و سطح کالوس، (چپ) درصد کالوس‌زایی گیاه استویا.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل بیان می‌شود که اگرچه کالوس‌زایی بافت استویا در شرایط درون‌شیشه‌ای وابسته به هورمون خارجی نیست، با این وجود استفاده از سطح بهینه هورمون‌های مهم اکسین و سایتو کنین بر سرعت و میزان تولید کالوس موثر است. این موضوع وقتی حائز اهمیت است که لازم باشد از توده کالوس به عنوان ماده اولیه استفاده کرد.

منابع

کشوری، ت.، نجفی، ا.، کهریزی، د. و زبرجدی، ا. ۱۳۹۵. القای کالوس و جنین‌زایی سوماتیکی در گیاه دارویی استویا ربادیانا برتونی. زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، ۶۴(۲): ۴۶–۴۹.

رضوی، س.م.، زهری، ف. و عابدینی، م. ۱۳۹۴. کشت بافت و تولید متابولیت‌های ثانویه فرار از کالوس گیاه *Stevia rebaudiana* در ترکیب‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی. مجله فرآیند و عملکرد گیاهی، ۷(۲۸): ۵۱–۶۰.

Ahmad, J., Khan, I., Blundell, R., Azzopardi, J. and Mahomoodally, M.F. 2020. *Stevia rebaudiana* Bertoni: An updated review of its health benefits, industrial applications and safety. Trends in Food Science & Technology, 100: 177–189.

Blinstrubienė, A., Burbulis, N., Juškevičiūtė, N., Vaitkevičienė, N. and Žūkienė, R. 2020. Effect of growth regulators on *Stevia rebaudiana* Bertoni callus genesis and influence of auxin and proline to steviol glycosides, phenols, flavonoids accumulation, and antioxidant activity in vitro. Molecules, 25(12): 2759.

Javed, R., Yucesan, B., Zia, M. and Gurel, E. 2017. Differential effects of plant growth regulators on physiology, steviol glycosides content, and antioxidant capacity in micropropagated tissues of *Stevia rebaudiana*. Biologia, 72(10): 1156–1165.

Rahim, Z.H.A. and Jawad, L.K. 2021. The role of growth regulators in the multiplication of *Stevia rebaudiana* Bertoni shoot and callus induction in vitro. Diyala Agricultural Sciences Journal, 13(2): 24–31.

Sharma, S., Gupta, S., Kumari, D., Kothari, S.L., Jain, R. and Kachhwaha, S. 2023. Exploring plant tissue culture and steviol glycosides production in *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni: A review. Agriculture, 13(2): 475.

Uskutoğlu, T., Uskutoğlu, D. and Turgut, K. 2019. Effects of pre-treatment and different tissue culture media for androgenesis in *Stevia rebaudiana* Bertoni. Sugar Tech, 21: 1016–1023.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effect of different hormone levels on callus formation of *Stevia rebaudiana*

Shiva Mirdar[1*], Azim Ghasemnezhad[1], Mostafa Kkoshhalsarmast[1] and Nastaran Hemmati[1]
1. Horticultural Science and Engineering, Faculty of Plant production, Gorgan University of Agricultural Science and Natural resource, Gorgan, Iran
[*]Corresponding Author: shivamirdar204@gmail.com

Abstract

Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) or honey leaf plant is a valuable medicinal and industrial plant that is currently being considered by researchers. In vitro research is being conducted to investigate the plant's resistance to environmental stresses. For this purpose, callus production is important. Although this plant is known to be among the plants with high regeneration potential in this regard, studies have shown that manipulating hormone levels can provide optimal conditions for maximum biomass production. Based on the studies conducted to optimize callus production under the influence of hormone levels, different concentrations of naphthaleneacetic acid (0, 1, and 2 mg/L) and kinetin (0, 1, and 2 mg/L) were used. Studies showed that the amount of callus was strongly affected by the concentration of hormones used. So that in all types of hormone levels used, there was a significant difference between the control samples and the hormone-treated samples. Based on the results, it is stated that although callus formation of Stevia tissue in vitro is not dependent on external hormones, the use of optimal levels of the important hormones auxin and cytokinin is effective on the speed and amount of callus production. This is important when it is necessary to use callus mass as a starting material.

Keywords: Stevia, Callus, Kinetin, NAA.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغییرات گیاگان و تنوع گونه‌ای جوامع علف‌های هرز باغ‌های انگور (*Vitis vinifera*) استان فارس پس از یک دهه

فرخ‌دین قزلی[1*] و بیژن کاووسی[1]

۱- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *fghezeli@yahoo.com*

چکیده

علف‌های هرز به عنوان یکی از اجزای مکمل بوم نظامهای باغی و جزئی جدایی ناپذیر در سیستمهای کشاورزی و باغداری محسوب می‌شوند و یکی از مهمترین عوامل کاهش دهنده میزان محصول به شمار می‌روند. به منظور شناسایی گیاگان و بررسی تنوع گونه ای، کارکردی و ساختار جوامع علف‌های‌هرز و همچنین بررسی تغییر فلور باغهای انگور استان فارس طی یک دهه، جمعیت علف‌های هرز باغهای ۵ شهرستان این استان، طی سال زراعی ۱۴۰۲مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج با بررسی های انجام شده طی دهه گذشته مقایسه گردید. نمونه برداریها به صورت تصادفی، و در ادامه به روش سیستماتیک و طبق الگوی W انجام‌شد. در این مطالعه ۱۹ گونه علف هرز متعلق به ۱۰ خانواده گیاهی شناسایی گردید. بیشترین تعداد گونه به ترتیب در خانواده های Astrraceae (۶ گونه)، Poaceae (۴ گونه)، و Brassicaceae(۴ گونه) مشاهده شد. نتایج نشان داد که ۸۰ درصد علف‌های‌هرز یکساله، ۱۵درصد چندساله و ۵ درصد نیز دوساله بودند .چچم(*Lolium rigidum*) مهمترین علف هرز از باریک برگان و پیچک وحشی (*Convolvolus arvensis*) مهمترین علف هرز از پهن برگان بود. مقایسه نتایج با دهه گذشته نشان داد که تراکم علف‌های هرز یولاف وحشی (*Avena fatua*)، چچم (*Lolium rigidum*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*)، و پنیرک (*Malva neglecta*) با گذشت زمان افزایش یافته‌است. بیشترین شاخص تنوع شانون در پیچک(۳۱/۲) و چچم (۲۹/۴) و کمترین آن در سلمه (۷/۶) مشاهده شد. بیشترین شاخص تنوع سیمپسون متعلق به پیچک (۲۷/۰) و کمترین آن متعلق به سلمه (۸/۷) بود.

واژه‌های کلیدی: تراکم، شاخص سیمپسون، شاخص شانون، یکنواختی.

مقدمه

استان فارس یکی از بزرگترین مناطق تولید کننده انگور در ایران محسوب می شود. این استان از نظر تنوع آب و هوایی پتانسیل بالایی جهت کشت این محصول را دارد . سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد این درخت در استان فارس در سال ۱۴۰۰ به ترتیب ۵۲۰۰۰ هکتار، ۴۶۴۰۰۰ تن و ۱۶۰۰۰ و ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار (آبی و دیم) بوده است (Anonymous, 2021) . شهرستان‌های بوانات، پاسارگاد، جهرم، داراب، خرم بید، آباده، اقلید، استهبان، فیروزآباد، سپیدان، کازرون، شیراز، کوار، ممسنی و نی‌ریز تولیدکننده انواع انگور در فارس هستند. علفهای هرز از مهمترین عوامل کاهش عملکرد مجصول انگور هستند که کار چندانی در مورد شناسایی آنها انجام نشده است. در زمینه شناسایی علف‌های هرز غالب باغهای انگور قزوین، صمدانی و همکاران (۱۳۹۶) تعدادعلف‌های هرز مشاهده شده را ۳۰ گونه برآورد کردند که خانواده‌های کاسنی، شب بو، گندمیان و میخک به ترتیب دارای بیشترین فراوانی بودند.. همچنین در زمینه شناسایی علفهای هرز غالب باغهای سیب تهران، ۲۳ گونه علف‌هرز را متعلق به ۲۷ تیره گیاهی شناسایی کردند .خانوادههای Brassicaceae ، Poaceae و Asteraceae به ترتیب با ۱۷، ۱۴و ۱۰ گونه بیشترین علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند. در سالهای اخیر به دلایلی از جمله کنترل نامناسب علفهای هرز و همچنین تغییر گونه های علف هرز، تراکم آنها در بافهای انگور زیاد شده است. به همین جهت، شناسایی نوع و تراکم علف های هرز می تواند راهکار مناسب کنترل آنها را به دست دهد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۲در پنج شهرستان انگور کاری استان فارس (بوانات، پاسارگاد، ممسنی، جهرم و شیراز) انجام گرفت و با نتایج ۱۰ سال پیش از آن مقایسه شد.. در هر شهرستان ۵ باغ انگور با مساحت دست کم ۵۰۰۰متر مربع انتخاب شد. نمونه گیری از علفهای هرز به منظور تعیین گیاگان و تراکم با استفاده از کادر ۰.۵*۰.۵ و به ازاء هر مزرعه ۵ کادر و به روش سیستماتیک Wاستفاده شد (نوروززاده و همکاران، ۱۳۸۷). در پایان نوع علفهای هرز هر کادر به تفکیک جنس و گونه شناسایی گردید.

با بهره گیری از معادلات مریوطه، فراوانی، یکنواختی، میانگین تراکم و شاخص غالبیت گونه های مختلف هر مزرعه محاسبه شد.

محاسبه فراوانی بر اساس معادله $F_k=\Sigma Y_i/n*100$ انجام شد که Y_i حضور(۱) یا عدم حضور (۰) گونه kدر مزرعه شماره i است.

$$U_k = \frac{\sum_{1}^{n}\sum_{1}^{m} X_{ij}}{\sum_{1}^{m} m}$$

بیانگر یکنواختی گونه هاست که Xij حضور(۱) یا عدم حضور (۰) گونه k در کوادرات شماره i در مزرعه شماره j است.

تراکم از معادله $D_{ki} = \frac{\sum_{1}^{m} Z_j}{m} * 4$ محاسبه شد که Zjتعداد گیاهان در کوادراتها (m) است.

شاخص غالبیت گونه k نیز $AI_k=F_k+ U_k+MFD_k$ که MFD_k میانگین تراکم گونه k است.

از شاخص شانون–واینر به منظور بررسی تنوع علف هرز استفاده شد. $H'=-\Sigma[Pi(\ln Pi)]$که Pi فراوانی نسبی گونه i است.
جدول ۱ شاخص‌های غالبیت علف‌های هرز باغهای انگور استان فارس را در بازه زمانی آزمایش نشان می‌دهد.

جدول ۱- نام علمی، فراوانی (F)، یکنواختی (U)، میانگین تراکم (MD) و شاخص غالبیت (DI) علف‌های هرز باغ‌های انگور استان فارس.

Species	Family	F%(SE) 1402	F%(SE) 1395	U%(SE) 1402	U%(SE) 1395	MD%(SE) (plants/m2) 1401	MD%(SE) (plants/m2) 1395	AI%(SE) 1402	AI%(SE) 1395
Acroptilon repense	Asteraceae	3.67(3.3)	3.44(1.06)	3.61(1.95)	1.65(0.53)	1.17(0.028)	1.01(0.012)	1.44(5.28)	4.11(2.22)
Hordeum spontaneum	Poaceae	6.12(3.6)	4.37(2.4)	6.17(3.67)	3.47(2.34)	5.12(2.78)	2.45(1.64)	5.25(3.43)	2.37(1.95)
Chenopodium album	Amaranthaceae	3.12(2.84)	3.14(1.86)	4.23(2.11)	3.54(1.17)	2.25(1.92)	1.54(0.540	3.21(1.1)	2.17(0.90)
Centaurea depressa	Asteraceae	3.43(0.92)	1.44(0.36)	4.51(0.31)	1.43(0.19)	0.08(0.002)	0.02(0.01)	5.93(2.21)	2.91(1.2)
Convolvulus arvensis	Convolvulaceae	48.54(10.09)	20.73(5.54)	27.52(7.86)	17.43(3.83)	3.40(0.73)	1.02(0.26)	89.46(18.34)	39.17(9.74)
Lolium rigidum	Poaceae	11.98(3.01)	8.54(4.13)	3.26(0.83)	5.86(2.84)	0.07(0.05)	0.37(0.23)	14.3(3.81)	14.77(7.04)
Alhagi persarum	Fabaceae	4.88(2.64)	3.66(0.88)	2.93(1.96)	2.61(0.45)	0.08(0.02)	0.05(0.04)	7.04(4.58)	6.31(1.33)
Sinapis arvensis	Brassicaceae	7.32(4.37)	2.44(0.79)	4.07(1.56)	0.98(0.3)	0.09(0.06)	0.03(0.02)	7.48(5.75)	3.45(1.1)
Cuscuta monogyba	Cuscutaceae	6.54(3.19)	5.73(2.13)	3.26(1.68)	2.36(0.61)	0.85(0.14)	0.69(0.17)	2.05(0.53)	1.78(0.11)
Cirsium arvense	Asteraceae	7.51(3.52)	2.44(0.95)	7.73(2.51)	2.44(0.58)	0.86(0.51)	0.29(0.28)	12.10(4.95)	5.17(1.58)
Polygonum avicular	Polygonaceae	1.29(0.83)	1.22(0.83)	3.33(0.22)	5(0.99.1	0.05(0.01)	0.02(0.02)	1.55(1.05)	0.59(1.83)
Malva neglecta	Malvaceae	5.12(2.84)	2.14(1.86)	4.23(2.11)	3.54(1.17)	2.25(1.92)	1.54(0.540	3.21(1.1)	2.17(0.90)

همان‌گونه که جدول ۱ نشان می دهد، در این بازه زمانی جمعیت علف‌های هرز چندساله و برخی از باریک‌برگ‌ها از جمله چچم در حال افزایش است. از جمله دلایل این امر، نقش تغییر اقلیم است. به‌طوری‌که گونه‌های عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر که مناطق گرم‌تری هستند، در حال گسترش به سوی به عرض‌های بالاتر هستند. استفاده از کود دامی نپوسیده نیز نقش به‌سزایی در گسترش علف‌های هرز داشته است. با توجه به سبد علف‌کشی محدود باغها، بروز مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و مشکلات زیست محیطی، انجام مدیریت تلفیقی علف‌های هرز برای کنترل انها در باغها الزامی است.

منابع

بی‌نام. ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی فارس، ۱۶۳ صفحه.

صمدانی، ب.، حسینی، م. و میروکیلی، م. ۱۳۹۶. کنترل علف‌های هرز بهاره و تابستانه باغها توسط علف‌کش‌های پیش‌رویشی، پس‌رویشی و تلفیق آن‌ها. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۳۱: ۱۹۳–۲۰۴.

صمدانی، ب. و اسفندیاری، ح. ۱۳۹۶. مدیریت علف‌های هرز باغ سیب با استفاده از گیاهان پوششی باریک‌برگ چندساله. پژوهش علف‌های هرز، ۹(۱): ۴۹–۶۱.

Norouzzadeh, S., Abbaspoor, M. and Delghandi, M. 2007. Chemical weed control in saffron fields of Iran. Acta Horticulturae, 739: 119–122.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Flora changes and species diversity of weed communities of graprvine (*Vitis vinifera*) orchards during a decade

Farrokhdin Ghezeli[1*] and Bijan Kavoosi[1]

1.Agricultural Research, Education and Extension organization, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Shiraz, Iran

[*]*Corresponding Author: fghezeli@yahoo.com*

Abstract

Weeds are considered as continual, complementary and inseparable components of agricultural and horticultural ecosystems and are known as one of the most important factors of yield loss. In order to identify flora, species diversity and assembly of weed communities of grapevine orchards of Fars province (Bavanat, Pasargad, Mamasani, Jahrom and Shiraz), weed population was studied during 1402 and the results were compared with a decade earlier. Sampling was random, systematic and based on W pattern. There were 19 species belonging to 10 plant families. The maximum species number belonged to Asteraceae (6), Poaceae (4), and Brassicaceae (4). Also, annual, biennial and perennial weeds were 80, 5 and 15%, respectively. The most important grass and wide-leaved weeds were *Lolium rigidum* and *Convolvolus arvensis*. Comparing the results of the two experiments showed that the density of *Avena fatua*, *Lolium rigidum*, *Convolvulus arvensis*, and *Malva neglecta* have increased gradually over time. Shanon index was 31.2, 29.4 and 7.6 for *Convolvolus arvensis* *Lolium rigidum* and *Chenopodium album*, respectively. Simpson index was 27 and 8.7 for *Convolvolus arvensis* and *Chenopodium album*, respectively.

Key words: density, Shanon index, Simpson index, Homogeneity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر اسید سالیسیلیک و کود زیستی بر برخی صفات رویشی گیاه ریحان تحت تنش کم آبیاری

محمد باقر صمدی‌راد[۱]، رحمت‌اله غلامی[۲*] و معصومه خان احمدی[۱]، نریمان رشیدی[۱] و ستاره رمضان قمبری[۲]

۱- گروه آموزشی مهندسی علوم باغبانی، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *gholami.rahmat@yahoo.com*

چکیده

تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین تنش غیر زیستی رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در شرایط خشک و نیمه خشک کشور ایران عامل محدود کننده برای توسعه کشت گیاهان است. در این تحقیق اثرات کاربرد اسید سالیسیلیک و کود زیستی بر تحمل به تنش خشکی و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی وابسته به آن در گیاه ریحان مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری)، سالیسیلیک اسید در سه سطح (شاهد، نیم و یک میلی‌مولار) و کود زیستی در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد) بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در شهرستان صحنه، استان کرمانشاه انجام شد. نتایج نشان داد که گیاه ریحان حساس به تنش خشکی می‌باشد. با افزایش خشکی در این گیاه همه پارامترهای رشدی گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید و کود زیستی سبب افزایش رشد گیاه ریحان در شرایط تنش خشکی می‌شود. در بیشتر صفات مورد مطالعه کاربرد هم‌زمان اسید سالیسیلیک و کود زیستی اثر بهتری بر رشد و نمو گیاه گذاشت. بنابراین می‌توان برای کاهش آثار تنش خشکی در گیاه ریحان کاربرد کود زیستی و سالیسیلیک اسید را توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: ریحان، خشکی، سالیسیلیک.

مقدمه

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* گیاهی یک ساله و متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) می‌باشد، این گیاه به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تمام سطوح گیاهی، تنش‌های غیر زنده باعث ایجاد دامنه‌ای از وقایع فیزیولوژیکی و مولکولی می‌شود که در برخی موارد در پاسخ‌های مشابه منجر می‌شود. خشکی، شوری زیاد و تنش سرما همه می‌توانند به عنوان یک کم آبی فیزیولوژیک در سطح سلولی نشان داده شوند. تنش خشکی زمانی رخ می‌دهد که رطوبت خاک کم باشد و دمای هوای محیط زیاد باشد. این وضعیت نتیجه عدم تعادل بین شار تبخیر و تعرق و جذب آب از خاک است (Lipiec et al., 2013).

مواد و روش‌ها

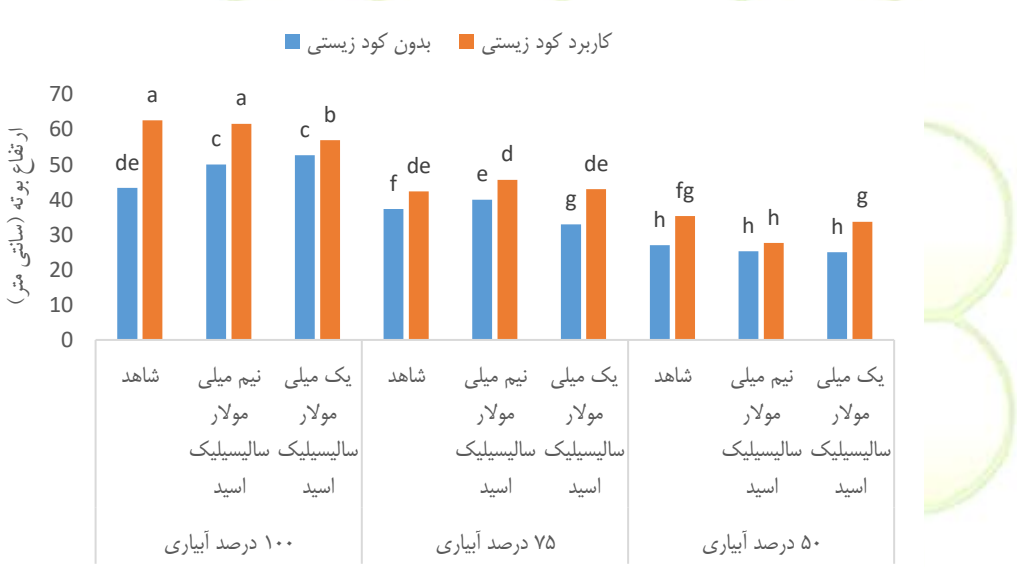
این پژوهش در شهرستان صحنه استان کرمانشاه در سال ۱۳۹۹ به صورت آزمایش فاکتوریل سه‌گانه در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه تیمار به شرح زیر بود: تنش خشکی در سه سطح (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری)، محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سه سطح (شاهد، نیم و یک میلی مولار) و کاربرد کود زیستی در دو سطح (عدم کاربرد و کاربرد) آزمایش به صورت گلدانی انجام شد. ابتدا گلدان‌ها با خاک مزرعه به میزان ۱۰ کیلوگرم پر شدند و بذرهای گیاه ریحان در آن‌ها کاشته شدند. آبیاری گیاهان در روزهای ابتدایی به صورت کامل انجام شد تا همه گیاهان سبز شوند. پس از سبز شدن گیاهان در هر گلدان ۱۰ گیاه انتخاب شد و بقیه حذف

شدند. در مرحله ۴-۶ برگی تیمارهای خشکی شروع شد. تیمار خشکی بر اساس روش وزنی بر اساس ظرفیت مزرعه انجام گرفت. برای انجام تیمار اسید سالیسیلیک محلول تهیه شده در غلظت‌های صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار به صورت محلول‌پاشی برگی انجام شد. همچنین تیمار کود زیستی به صورت بذرمال بر اساس توصیه شرکت تولید کننده کود انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

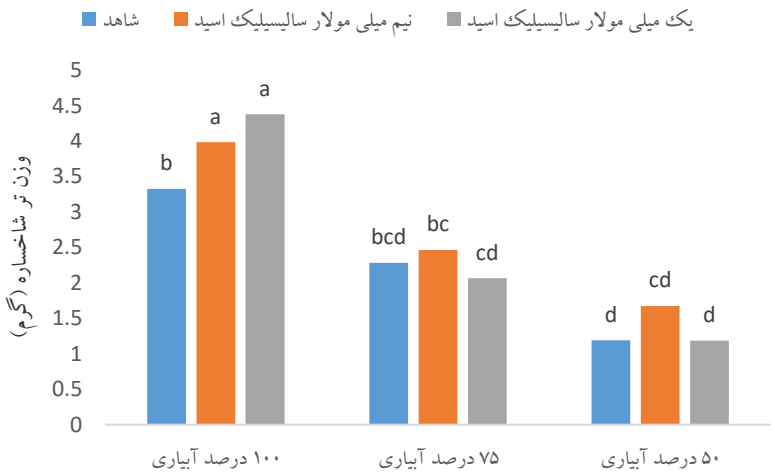
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی تنش خشکی و کود زیستی در سطح یک درصد آماری بر ارتفاع بوته در گیاه ریحان معنی‌دار شد. اثر اصلی اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی‌دار نشد. همچنین نتایج نشان داد که همه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر ارتفاع بوته در گیاه ریحان معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی×اسید سالیسیلیک*کود زیستی نشان داد که به طور کلی تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد. با افزایش تنش خشکی تا سطح ۵۰ درصد آبیاری ارتفاع بوته روند کاهشی داشت. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از کود زیستی نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته شد. کاربرد سالیسیلیک اسید در سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد آبیاری و در شرایط عدم کاربرد کود زیستی سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر اسید سالیسیلیک و کود زیستی بر ارتفاع بوته در گیاه ریحان تحت تنش خشکی.

وزن‌تر شاخساره

تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تنش خشکی، سالیسیلک اسید و کود زیستی در سطح یک درصد بر وزن‌تر شاخساره معنی‌دار شد. همچنین اثرات متقابل خشکی*اسید سالیسیلیک و خشکی*کود زیستی در سطح یک درصد بر وزن‌تر شاخساره در گیاه ریحان معنی‌دار شد. سایر اثرات متقابل بر این صفت معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که با افزایش تنش خشکی میزان وزن‌تر شاخساره در گیاه ریحان کاهش یافت و به کمترین میزان خود در سطح ۵۰ درصد آبیاری رسید. کاربرد اسید سالیسیلیک در هر دو غلظت ۰/۵ و ۱ میلی مولار در سطح ۱۰۰ درصد آبیاری(شاهد) وزن‌تر شاخساره را نسبت به شاهد افزایش داد و در سطوح دیگر تأثیر بر آن نداشت. از طرف دیگر نتایج نشان داد که استفاده از کود زیستی در شرایط ۱۰۰ درصد آبیاری وزن‌تر شاخساره را نسبت به شاهد افزایش داد و در سطوح دیگر تنش خشکی (۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری) تأثیری بر آن نداشت (شکل ۲).



شکل ۲- اثر اسید سالیسیلیک بر وزن‌تر شاخساره در گیاه ریحان تحت تنش خشکی.

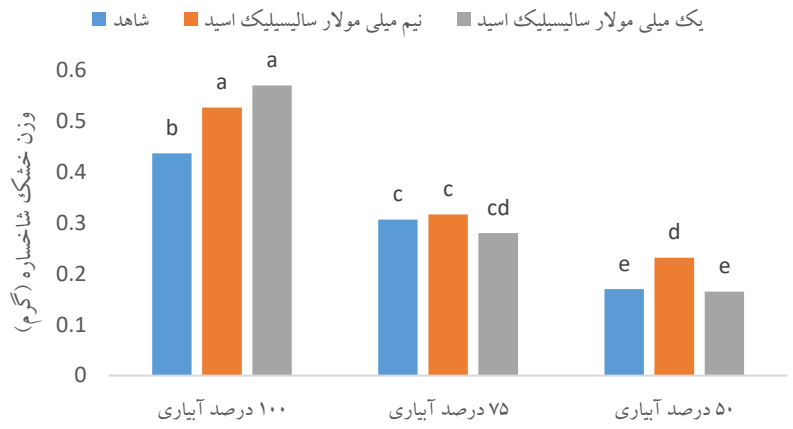


علوم باغبانی ایران

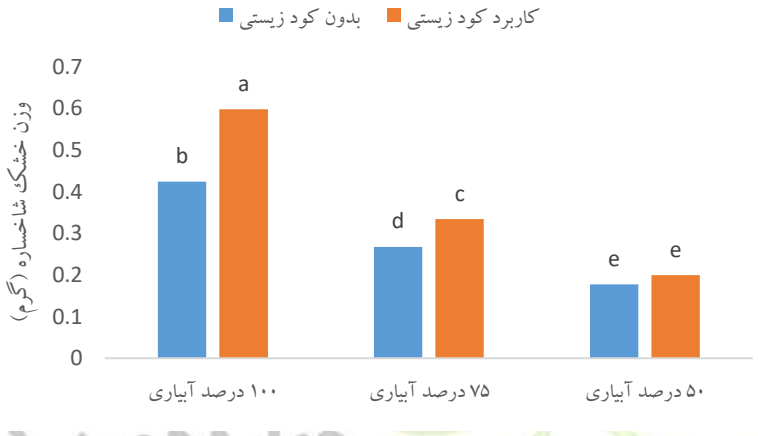
شکل ۳- اثر کود زیستی بر وزن‌تر شاخساره در گیاه ریحان تحت تنش خشکی.

وزن خشک شاخساره

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرات اصلی شامل تنش خشکی، کود زیستی و اسید سالیسیلیک در سطح یک درصد بر وزن خشک شاخساره در گیاه ریحان معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد که اثرات متقابل خشکی*اسید سالیسیلیک و خشکی*کود زیستی در سطح یک درصد بر وزن خشک شاخساره در گیاه ریحان معنی‌دار شد. سایر اثرات متقابل بر این صفت معنی‌دار نبود. همانند سایر صفات رشدی با افزایش سطح خشکی وزن خشک شاخساره نیز کاهش یافت و در سطح آبیاری ۵۰ درصد نسبت به آبیاری کامل (۱۰۰ درصد آبیاری) بیش از ۵۰ درصد کاهش نشان داد. کاربرد اسید سالیسیلیک در ۱۰۰ و ۵۰ درصد آبیاری سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک شاخساره نسبت به شاهد شد. در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد هر دو غلظت ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک وزن خشک شاخساره را نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۴). کاربرد کود زیستی تأثیر مثبت و معنی‌داری در افزایش این صفت نسبت به شاهد داشت. در سطوح ۱۰۰ و ۷۵ درصد آبیاری کود زیستی نسبت به عدم کاربرد آن وزن خشک شاخساره را افزایش داد ولی در سطح ۵۰ درصد آبیاری تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (شکل ۵).



شکل ۴- اثر اسید سالیسیلیک بر وزن خشک شاخساره در گیاه ریحان تحت تنش خشکی.



نمودار ۵- اثر کود زیستی بر وزن خشک شاخساره در گیاه ریحان تحت تنش خشکی.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

منابع

Anjum, N.A., Umar, S. and Ahmad, A. 2012. *Oxidative Stress in Plants: Causes, Consequences and Tolerance*. New Delhi: IK International Publishing House.

Ansari, M.W., Trivedi, D.K., Sahoo, R.K., Gill, S.S. and Tuteja, N. 2013. A critical review on fungi mediated plant responses with special emphasis to *Piriformospora indica* on improved production and protection of crops. Plant Physiology and Biochemistry, 70: 403–410.

Apel, K. and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annual Review of Plant Biology, 55: 373–399.

Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? Annals of Botany, 89(7): 925–940.

Fattahi, S., Khodabakhshzadeh, A., Khazaei, I. and Rostami, G. 2019. Effects of biofertilizers on the growth, physiological parameters, and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of BioScience and Biotechnology, 8(1): 59–67.

Habibi, G. 201. Exogenous salicylic acid alleviates oxidative damage of barley plants under drought stress. Acta Biologica Szegediensis, 56(1): 57–63.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of salicylic acid and biofertilizer on some vegetative traits of basil plants under water deficit stress.

Mohammad Bagher Samadi-Rad[1], Rahmatollah Gholami[2*], Masoumeh Khan Ahmadi [1], Nariman Rashidi[1] and Gambari Samadi Rad[2]

1. Department of Agronomy and Horticultural Research, Jahad Daneshgahi Institute of Higher Education, Kermanshah, Iran
2. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

[*]Corresponding Author: gholami.rahmat@yahoo.com

Abstract

Drought stress as the most important non-biotic stress affects the growth and yield of many plants and in arid and semi-arid conditions of Iran is a limiting factor for the development of plant cultivation. In this study, the effects of salicylic acid and biofertilizer application on drought stress tolerance and some related growth responses in basil were investigated. Treatments included irrigation at three levels (100, 75 and 50% irrigation), salicylic acid at three levels (control, 0.5 and 1 mM) and biofertilizer at two levels (application and non-application). The factorial experiment was conducted in a completely randomized block design with three replications in Sahneh city, Kermanshah province. The results showed that basil is sensitive to drought stress. With increasing drought in this plant, all plant growth parameters decreased significantly. The results showed that the use of salicylic acid and biofertilizer increases the growth of basil under drought stress. In most of the studied traits, the simultaneous application of salicylic acid and biofertilizer had a better effect on plant growth. Therefore, to reduce the effects of drought stress on basil, the use of biofertilizer and salicylic acid can be recommended.

Keywords: Basil, Drought, Salicylic acid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محرک‌های زیستی بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه دارویی مرزه تابستانه تحت تنش خشکی

ویدا سیا[۱]، رحمت‌اله غلامی[۲*] و شهاب خوش‌خوی[۳]

۱- موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، گروه آموزشی مهندسی علوم باغبانی گرایش گیاهان دارویی، کرمانشاه، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

۳- موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، گروه آموزشی مهندسی علوم باغبانی گرایش گیاهان دارویی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *gholami.rahmat@yahoo.com*

چکیده

در تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی، کاربرد محرک‌های زیستی بر پایه اسیدهای آمینه روی گیاه دارویی مرزه می‌تواند سبب بهبود عملکرد کمی آن شود. به همین منظور آزمایشی فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و سه عامل ترکیب کادوستیم، هیومی فورته و تنش خشکی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه در سال ۱۴۰۳ انجام شد. هدف از این تحقیق ارزیابی اثر محرک‌های زیستی کادوستیم و هیومی فورته (هر کدام با دو سطح صفر و یک در هزار) بر روی رشد و عملکرد کمی گیاه دارویی مرزه تحت تنش خشکی {با سه سطح آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد)، ۷۵ و ۵۰ درصد تبخیر و تعرق} در شرایط گلخانه بود. نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۵۶/۵ سانتی‌متر)، وزن تر شاخساره (۳۲/۱۹ گرم) و وزن تر ریشه (۸/۱۳ گرم) در سطح آبیاری صد در صد تبخیر و تعرق به دست آمد و با شدت یافتن تنش خشکی از میزان این صفات کاسته شد. غلظت یک در هزار محرک زیستی هیومی فورته سبب بیشترین میزان ارتفاع بوته (۵۰/۶۷ سانتی‌متر) و وزن تر ریشه (۸/۱۳ گرم) گردید. در این آزمایش، کاربرد کادوستیم و هیومی فورته اثرات منفی تنش خشکی را بر رشد مرزه تابستانه تقلیل داد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، کادوستیم، مرزه، هیومی فورته.

مقدمه

Satureja hortensis یا مرزه تابستانه از خانواده نعناعیان (Labiatae) به دلیل دارابودن مقدار زیادی اسانس کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی و داروسازی دارد (Satil and Kaya, 2007). خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد است که مراحل مختلف رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Ben Ahmed et al., 2009). مختاری و برادران (۱۳۹۰) بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه دارویی مرزه شد. اسیدهای آمینه با تاثیری که در افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی دارند بر فتوسنتز و رشد و عملکرد و تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان اثر می‌گذارند (کاظم‌پور و همکاران، ۱۴۰۱). تیمار کادوستیم با بهبود جذب اسیدهای آمینه و عناصر ضروری همچون نیتروژن و پتاسیم سبب افزایش تعداد ساقه‌های جانبی و فرعی در گیاهان شده است (Abou Dahab and Abd El-Aziz, 2006) و هیومی فورته نیز میزان کل پلی‌فنول‌ها و اسیدهای آمینه را افزایش می‌بخشد (Tomas et al., 2009).

مواد و روش‌ها

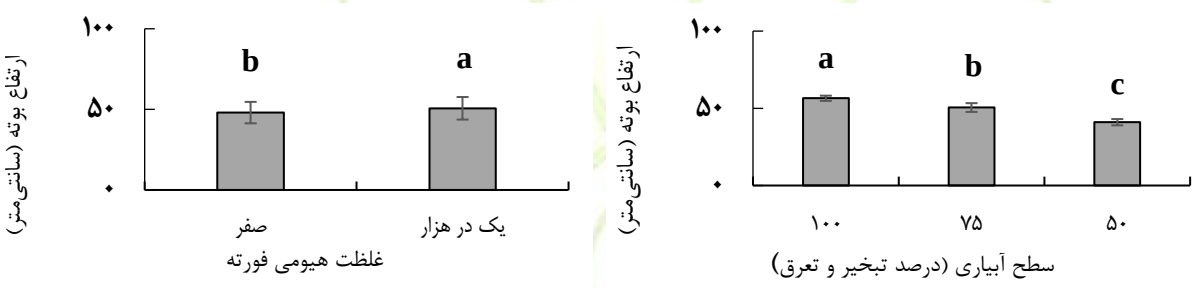
این پژوهش در سال ۱۴۰۳، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه (طول جغرافیائی ۴۷ درجه و ۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۰۰ متر) انجام شد. این پژوهش با هدف ارزیابی اثر محرک‌های زیستی کادوستیم و هیومی فورته بر رشد و عملکرد کمی گیاه مرزه تابستانه در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و با سه فاکتور انجام شد. تیمارها شامل دو سطح کادوستیم (۰ و ۱ در هزار)، دو سطح هیومی فورته (۰ و ۱ در هزار) و تنش خشکی در

سه سطح شاهد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد تبخیر و تعرق بود. بذرها از شرکت بذر اصفهان تهیه شدند و در هفته اول فروردین کاشت صورت گرفت. پس از استقرار اولیه گیاهان، گلدان‌ها، به هوای آزاد منتقل شدند. سه سطح تنش کم‌آبی به گلدان‌ها اعمال شد که به روش لایسیمتری یا وزنی اجرا شد (Doorenbos and Pruitt, 1997). در دو مرحله شش برگی و دو هفته بعد، محرک‌های زیستی در سطوح گفته شده بر گیاهان اعمال شدند. محرک‌های زیستی از عاملیت توزیع نهادهای کشاورزی شرکت دام کشت شهرستان سرپل ذهاب تهیه شدند. برای بررسی اثر محرک‌های زیستی و تنش کم‌آبی و نیز اثر متقابل این دو، صفات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، وزن تر شاخه و ریشه در پایان آزمایش ثبت شدند. برای اندازه‌گیری وزن تر شاخساره و ریشه، ترازوی دقیق دیجیتالی به کار رفت.

نتایج و بحث

بر طبق شکل ۱الف، بیشترین ارتفاع بوته گیاه مرزه در سطح آبیاری صد درصد تبخیر و تعرق حاصل شد (۵۶/۵ سانتی‌متر) که به طور معنی‌داری از ارتفاع بوته در سایر سطوح آبیاری بیشتر شد. همچنین طبق شکل ۱ب، بیشترین ارتفاع بوته در یک درصد هیومی فورته به دست آمد (۵۰/۶۷ سانتی‌متر) که به طور معنی‌داری از ارتفاع بوته در تیمار بدون هیومی فورته بیشتر بود.

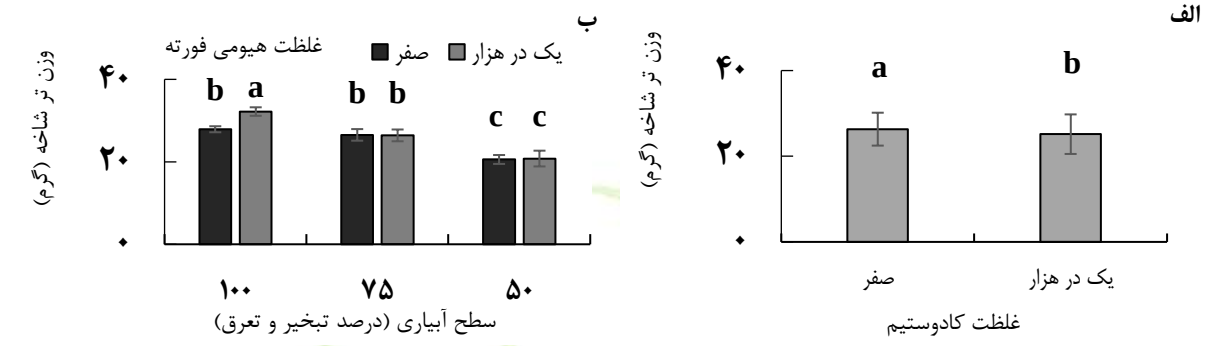
(الف) (ب)



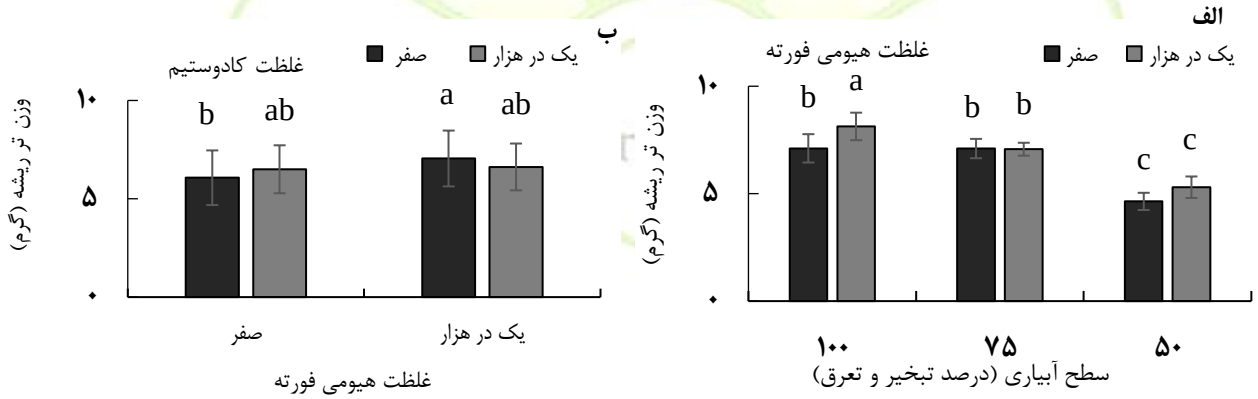
شکل ۱- اثر سطح آبیاری (الف) و غلظت هیومی فورته (ب) بر ارتفاع بوته مرزه تابستانه.

بر اساس شکل ۲ الف، بیشترین وزن تر شاخه در تیمار شاهد (بدون کاربرد کادوستیم) حاصل شد (۲۶/۳۲ گرم) که به طور معنی‌داری از وزن تر شاخه در تیمار یک در هزار کادوستیم بیشتر شد. بیشترین وزن تر شاخه در سطح آبیاری صد در صد و غلظت یک در هزار هیومی فورته حاصل شد (۳۲/۱۹ گرم) که به طور معنی‌داری از وزن تر شاخه در سایر تیمارها بیشتر شد (شکل ۲ب). بر اساس آن چه در شکل ۳الف مشاهده می شود، بیشترین میزان وزن تر ریشه در آبیاری صد در صد تبخیر و تعرق و غلظت یک در هزار هیومی فورته حاصل شد (۸/۱۳ گرم) که به طور معنی‌داری از وزن تر ریشه در سایر تیمارها بالاتر بود. همچنین طبق شکل ۳ب، بیشترین میزان وزن تر ریشه در غلظت یک در هزار هیومی فورته بدون کاربرد کادوستیم حاصل شد (۷/۰۵ گرم) که با وزن تر ریشه در هر دو سطح هیومی فورته در غلظت یک در هزار کادوستیم تفاوت معنی‌دار نداشت اما از وزن تر ریشه در تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود. در مطالعه پیش رو، اغلب پارامترهای رشد تحت تاثیر تنش خشکی کاهش پیدا کردند. کاهش ارتفاع بوته در گیاه دارویی شنبلیله نیز در اثر تنش خشکی گزارش شده است (بزازی و همکاران، ۱۳۹۲). کاهش رشد و نمو در گیاه در شرایط تنش خشکی شدید می‌تواند به دلیل افزایش در تولید آبسیزیک اسید و کاهش میزان اکسین و سیتوکینین نیز در این شرایط باشد (طباطبایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین تنش خشکی سبب از دست رفتن تورژسانس سلولی، کاهش در میزان جذب نور و کاهش میزان متابولیت‌های مورد نیاز برای تقسیم سلولی می‌شود. در نتیجه میتوز دچار اختلال شده و کاهش انبساط سلولی، رشد را هم در نهایت کاهش می‌دهد (Mulugeta and Radacsi, 2022). دلیل کاهش معنی‌دار وزن تر ریشه در شرایط تنش خشکی هم این است که ریشه به عنوان جزئی مهم از گیاه تحت تاثیر این تنش قرار می‌گیرد و با کاهش میزان فتوسنتز برگ طی پیشرفت این تنش و همزمان افزایش نیازهای قندی برگ‌ها جهت تنظیم اسمزی در این شرایط، اسیمیلات‌های کم‌تری به ریشه می‌رسند و

رشد ریشه بسیار کم و حتی متوقف می‌گردد (مختاری و برادران، ۱۳۹۰). دلیل دیگر کاهش وزن تر و خشک ریشه کاهش ضخامت تارهای کشنده در گیاه در اثر تنش خشکی است. تولید ریشه‌های نازک‌تر و بلندتر سازوکار دفاعی در گیاهان در شرایط تنش خشکی است که با این راهکار می‌توانند با کم‌ترین صرف انرژی جذب عناصر غذایی را ادامه بدهند و تنظیم‌کننده رشد آبسیزیک اسید در شرایط تنش‌زا، عامل اصلی کاهش ضخامت تارهای کشنده می‌باشد (گزانچیان و همکاران، ۱۳۸۴). در این آزمایش، هیومی فورته با غلظت یک در هزار نسبت به تیمار شاهد، ارتفاع بوته و وزن تر ریشه را افزایش داد و کادوستیم نیز باعث بهبود وزن تر شاخه شد. ترکیبات اسید آمینه سبب افزایش متابولیسم گیاهی، افزایش در پروتئین‌های مورد نیاز جهت ساخت سلول‌های گیاه و افزایش رشد گیاه می‌شوند (آذرپیرا و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۲– اثر ساده غلظت کادوستیم (الف) و اثر متقابل سطح آبیاری و غلظت هیومی فورته (ب) بر وزن تر شاخه مرزه تابستانه.



شکل ۳– اثر متقابل سطح آبیاری و غلظت هیومی فورته (الف) و اثر متقابل غلظت کادوستیم و غلظت هیومی فورته (ب) بر وزن تر ریشه مرزه تابستانه.

منابع

آذرپیرا، ا.، فتحی، ش.، شرفی، ی. و نجفیان، ش. ۱۳۹۸. تأثیر برخی محرک‌های زیستی بر پایه اسیدهای آمینه روی گیاه نعناع سبز دارویی (*Mentha spicata* L.) تحت تنش شوری. نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی، ۲(۲): ۱۵۴–۱۷۳.

بزازی، ن.، خدام‌باشی، م. و محمدی، ش. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۱: ۳–۲۳.

طباطبایی‌زاده، م.ا.، کریمیان، ع.ا.، متینی‌زاده، م.، راد، م.ه. و صباغ، س.ک. ۱۳۹۹. بررسی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی کلپوره (*Teucrium polium* L.) به تنش خشکی. مرتع، ۱۴: ۴۵۲–۴۶۱.

کاظم‌پور، ع.، شرقی، ی.، مدرس ثانوی، س.ع.م.، زاهدی، ح. و سفیدکن، ف. ۱۴۰۱. اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و اسانس آویشن دنایی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۲(۵۳): ۷۱–۹۰.

گزانچیان، ع.، خوش‌خلق سیما، ن.، ملبوبی، م.ع. و مجیدی، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی و آبیاری مجدد در مراحل اولیه رویشی گراس‌های دائمی فصل سرد پس از استقرار. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸: ۲۱۷–۲۳۰.

مختاری، ا. و برادران، ر. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های رشدی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis*). همایش منطقه‌ای اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، شوشتر.

Abou Dahab, T.A.M. and Abd El-Aziz, N.G. 2006. Physiological effect of diphenylamine and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Philodendron erubescens* plants. World Journal of Agricultural Sciences, 2(1): 75–81.

Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B., Sensoy, S., Boukhris, M. and Ben Abdallah, F. 2009. Changes in gas exchange, proline accumulation and antioxidative enzyme activities in three olive cultivars under contrasting water availability regimes. Environmental and Experimental Botany, 67: 345–352.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1997. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, 144 pp.

Mulugeta, S.M. and Radacsi, P. 2022. Influence of drought stress on growth and essential oil yield of *Ocimum* species. Horticulturae, 8: 175.

Satil, F. and Kaya, A. 2007. Leaf anatomy and hairs of *Turkish Satureja* L. (Lamiaceae). Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 49(1): 67–76.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of biostimulants on morphological characteristics of medicinal plant summer savory exposed to drought stress

Vida Sia[1], Rahmatollah Gholami[2*] and Shahab Khoshkhooy[3]
1. Institute of Higher Education Kermanshah, Department of Horticultural sciences, Kermanshah, Iran
2. Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran
3. Institute of Higher Education Kermanshah, Department of Horticultural sciences, Kermanshah, Iran
**Corresponding Author: gholami.rahmat@yahoo.com*

Abstract

In the stressful condition such as drought stress, the apply of plant growth stimulants based on amino acids in *Satureja hortensis*, can improve the quantitative yield. To achieve this aim, a factorial experiment based on completely randomized design with three replications and three factors including Kadostim, Humiforte and drought stress at Kermanshah agricultural and natural resources, research and education center in 2024. The purpose of this research was the evaluation of the effect of biostimulats Kadostim and Humiforte (0 and 1 in 1000) on the growth and quantitative yield of *Satureja hortensis* subjected to drought stress [100% (control), 75% and 50% evatranspiration]. The obtained results indicated that the highest bush height (56.5 cm), branch fresh weight (32.19 g), root fresh weight (8.13 g) was obtained in 100% evatranspiration and the severity of drought stress decreased these characteristics. Humiforte (1 in 1000) caused the highest bush height (50.67 cm), and root fresh weight (8.13 g). In this experiment, the application of Kadostim and Humiforte mitigated the negative effects of drought tress on summer savory.

Keywords: Savory, Kadostim, Humiforte, Drought stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر کاربرد خارجی ال-کارنیتین در کاهش اثرات تنش شوری بر رشد رویشی و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه دو رقم توت‌فرنگی

جمال عطایی کیله گلان[۱]، تیمور جوادی[۱*] و محمود کوشش‌صبا[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *tjavadi@uok.ac.ir*

چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل غیرزیست محدودکننده تولید توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. توت‌فرنگی به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا از جمله منبع غنی ویتامین ث، آنتوسیانین و ترکیبات فنلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، اما حساسیت زیاد این گیاه به شوری خاک و آب آبیاری باعث کاهش رشد رویشی و عملکرد آن می‌شود. در این پژوهش، اثر محلول‌پاشی ال-کارنیتین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) بر صفات رویشی و خصوصیات کمی و کیفی میوه دو رقم توت‌فرنگی (کاماروسا و آلبیون) تحت تنش شوری ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه کردستان بررسی شد. نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش معنی‌دار تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک ریشه و ویتامین ث میوه گردید، در حالی که محتوای فنل کل، فلاونوئید و آنتوسیانین به عنوان پاسخ دفاعی افزایش یافت. کاربرد ال-کارنیتین به ویژه در غلظت ۱۰۰ میکرومولار با خنثی‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن، حفاظت از غشاهای سلولی و کاهش تجمع سدیم، توانست اثرات منفی شوری را کاهش داده و صفات رویشی را بهبود بخشد. همچنین، ال-کارنیتین باعث افزایش ویتامین ث و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در هر دو رقم تحت شرایط شوری شد. به طور کلی، محلول‌پاشی ۱۰۰ میکرومولار ال-کارنیتین می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای کاهش خسارت ناشی از تنش شوری و بهبود کیفیت میوه توت‌فرنگی توصیه گردد.

کلمات کلیدی: ال-کارنیتین، ترکیبات فنلی، توت‌فرنگی، شوری، رشد رویشی.

مقدمه

توت‌فرنگی به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا (منبع غنی از ویتامین ث، آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنلی) و تقاضای گسترده در بازارهای جهانی، یکی از محصولات مهم باغبانی محسوب می‌شود (Hannum, 2004). با این حال، این گیاه به شوری خاک و آب آبیاری بسیار حساس است و حتی غلظت‌های متوسط نمک (۴۰-۳۰ میلی‌مولار) می‌تواند رشد رویشی و عملکرد آن را کاهش دهد (Zahedi et al., 2019). شوری از طریق دو مکانیسم اصلی شامل تنش اسمزی ناشی از کاهش پتانسیل آب خاک که منجر به بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز می‌گردد، و سمیت یونی ناشی از تجمع سدیم و کلر در برگ‌ها که باعث پیری زودرس و ریزش برگ می‌شود به گیاه آسیب می‌رساند (Munns & Tester, 2008). علاوه بر این، شوری تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را افزایش داده و منجر به تنش اکسیداتیو، پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و کاهش کارایی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌گردد (Parihar et al., 2015).

ال-کارنیتین یک ترکیب آمونیومی درون‌زا است که در تمام موجودات زنده سنتز می‌شود و نقش کلیدی در انتقال اسیدهای چرب با زنجیره بلند به ماتریکس میتوکندری برای تولید ATP ایفا می‌کند (Oney-Birol, 2019). در سال‌های اخیر، مطالعات نشان داده‌اند که کاربرد خارجی ال-کارنیتین می‌تواند تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیست از جمله خشکی، سرما و شوری را افزایش دهد (Oney-Birol, 2019). این اثرات مثبت عمدتاً به دلیل خنثی‌سازیROS ، حفاظت از غشاهای سلولی و بهبود جذب عناصر غذایی مانند پتاسیم و کلسیم است (Turk, 2019).

با وجود این، اطلاعات کمی در مورد اثرات متقابل رقم، غلظت ال-کارنیتین و شدت شوری بر صفات رویشی و کیفیت میوه توت‌فرنگی وجود دارد. ارقام کاماروسا و آلبیون به عنوان ارقام تجاری رایج در ایران شناخته می‌شود که نسبتاً متحمل به شوری هستند (Sun et al., 2015). بنابراین، هدف این مطالعه (۱) ارزیابی اثر شوری بر صفات رویشی و خصوصیات کمی و کیفی میوه دو رقم توت‌فرنگی، (۲) تعیین غلظت بهینه ال-کارنیتین برای کاهش اثرات منفی شوری، و (۳) مقایسه پاسخ دو رقم به کاربرد ال-کارنیتین تحت تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان (سنندج) در سال ۱۴۰۲ انجام شد. نشاهای ریشه‌دار دو رقم آلبیون و کاماروسا در گلدان‌های پلاستیکی ۵ لیتری حاوی بستر کوکوپیت:پرلیت (نسبت حجمی ۱:۱) کشت شدند. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح شوری (صفر و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و سه سطح ال-کارنیتین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) بودند که به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شدند. ال-کارنیتین هر ۱۰ روز یکبار به صورت محلول‌پاشی برگی و طی ۴ مرحله انجام شد. شوری نیز از طریق آب آبیاری با غلظت‌های یاد شده اعمال گردید. نمونه‌برداری از برگ‌های جوان توسعه یافته و میوه‌های کامل قرمز (مرحله رسیدگی تجاری) در پایان دوره تنش (۶ هفته پس از شروع تیمارها) انجام شد.

اندازه‌گیری صفات رویشی

- **تعداد برگ** :شمارش تمام برگ‌های بالغ هر بوته.
- **سطح برگ** :با استفاده از دستگاه سطح‌سنج.(Leaf Area Meter, Delta-T, UK)
- **وزن خشک برگ و ریشه و وزن کل:** اندام‌ها پس از جدا شدن، در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس توزین شدند (دقت ۰.۰۱ گرم).

اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی میوه

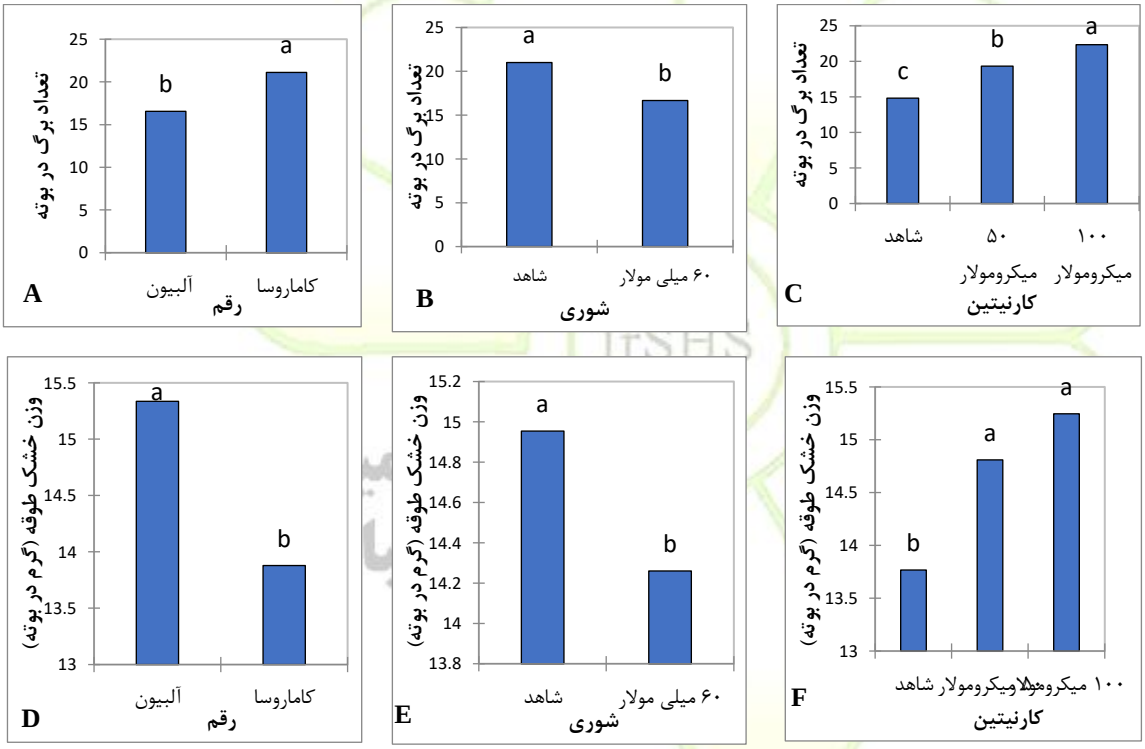
- تعداد میوه در بوته و عملکرد کل میوه (گرم در بوته) :از زمان شروع برداشت تا پایان دوره (چهار چین متوالی).
- ویتامین ث :با روش تیتراسیون با ۲،۶-دی کلروفنل ایندوفنل (Nellson, 2024).
- فنل کل :با معرف فولین-سیوکالتیو (Singleton & Rossi, 1965) و بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه.
- فلاونوئید :با روش کلرید آلومینیوم (Chang et al., 2002) و بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن تازه.
- آنتوسیانین :با روش pH افتراقی (Woodward, 1972) و بر حسب میلی‌گرم پلارگونیدین-۳-گلوکوزاید در ۱۰۰ گرم وزن تازه.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

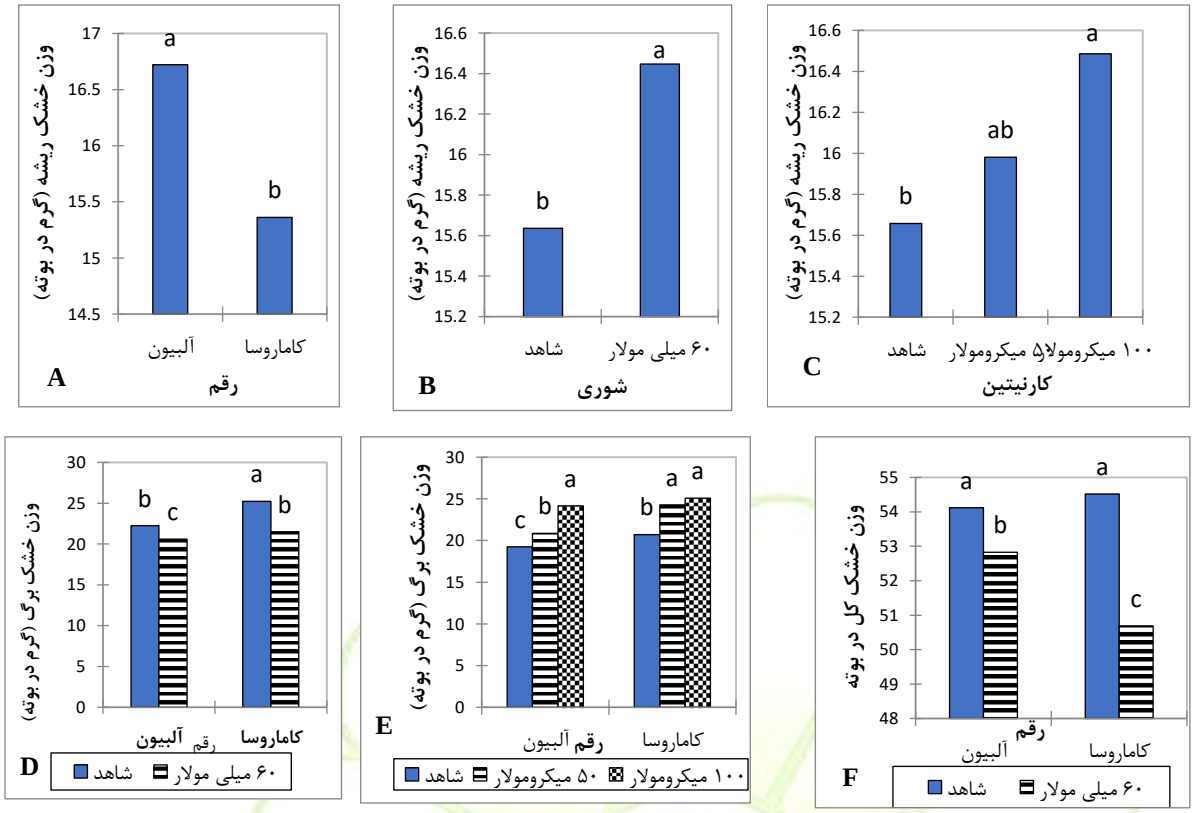
نتایج و بحث

اثر بر صفات رویشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی رقم، شوری و ال-کارنیتین بر تمام صفات رویشی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که شوری ۶۰ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری تعداد برگ، سطح برگ و وزن خشک ریشه را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (شکل ۱B,E و ۲B). این کاهش عمدتاً به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی خاک و اختلال در تقسیم سلولی گزارش شده است (Albacete et al., 2008). رقم کاماروسا تعداد برگ بیشتری نسبت به آلبیون داشت (شکل ۱A). کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار ال-کارنیتین در شرایط شوری سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک طوقه و وزن خشک ریشه گردید و تاثیر غلظت ۱۰۰ میکرومولار بر پارامترهای رویشی بیشتر از ۵۰ میلی مولار بود و با آن تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۱B,C و ۲C). این بهبود را می‌توان به نقش ال-کارنیتین در تسهیل انتقال اسیدهای چرب به میتوکندری و افزایش تنفس و در نتیجه انرژی مورد نیاز برای تقسیم سلولی و توسعه برگ نسبت داد (Dos Santos et al., 2023). همچنین، ال-کارنیتین با کاهش تجمع سدیم در برگ و افزایش جذب پتاسیم(Turk, 2019) ، تنش یونی را کاهش داده و امکان رشد بهتر ریشه و اندام هوایی را فراهم می‌کند. اثر متقابل رقم× شوری بر وزن خشک برگ تاثیر معنی‌داری داشت (شکل ۲D) و رقم کاماروزا در شرایط بدون شوری بیشترین و رقم آلبیون در شرایط شوری ۶۰ میلی‌مولار کمترین وزن خشک برگ را داشت. اثر متقابل رقم× ال-کارنیتین بر وزن خشک برگ تاثیر معنی‌داری داشت و رقم آلبیون در تیمار بدون ال-کارنیتین کمترین وزن خشک برگ را داشت (شکل ۲E). اثر متقابل رقم× شوری بر وزن خشک کل تاثیر معنی‌داری داشت (شکل ۲F). کمترین وزن خشک کل در رقم کاماروسا در شرایط تنش شوری ۶۰ میلی‌مولار مشاهده شد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر رقم (A، D)، شوری (B، E) و کارنیتین (C، F) به ترتیب بر تعداد برگ و وزن خشک طوقه.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر رقم (A، D)، شوری (B، E) و کارنیتین (C، F) به ترتیب بر وزن خشک ریشه وزن خشک برگ.

اثر بر صفات کمی و کیفی میوه

در خصوص صفات کیفی میوه، شوری باعث کاهش معنی‌دار ویتامین ث شد (جدول ۱). این کاهش می‌تواند ناشی از تخریب آسکوربات در اثر تنش اکسیداتیو و کاهش فعالیت آنزیم‌های بیوسنتز آن باشد (Gill & Tuteja, 2010). با این حال، ال-کارنیتین در غلظت ۱۰۰ میکرومولار توانست ویتامین ث را در هر دو رقم تحت شوری افزایش دهد که نشان‌دهنده نقش محافظتی آن در برابر اکسیداسیون است.

شوری باعث افزایش معنی‌دار فنل کل، فلاونوئید و آنتوسیانین شد (جدول ۱). فنل کل در رقم آلبیون از ۲۳۹/۳۲ به ۳۳۱/۵۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه در شرایط شوری رسید. این افزایش یک پاسخ دفاعی رایج در گیاهان تحت تنش است که از طریق فعال‌سازی مسیر فنیل‌پروپانوئید و تجمع ترکیبات فنولی برای خنثی‌سازی ROS صورت می‌پذیرد (Navarro et al., 2006). کاربرد ال-کارنیتین به‌ویژه در غلظت ۱۰۰ میکرومولار، محتوای فنل کل را در شرایط شوری افزایش داد که می‌تواند به دلیل اثر هم افزایی تنش و ال-کارنیتین در القای ژن‌های بیوسنتز فنل باشد. تیمار ال-کارنیتین مقدار آنتوسیانین میوه را در رقم آلبیون در شرایط بدون تنش نسبت به تیمار شاهد در همان شرایط افزایش داد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات کیفی میوه درشرایط شوری و کاربرد کارنیتین در دو رقم توت فرنگی

رقم	شوری (میلی مولار)	کارنیتین (میکرومولار)	ویتامین ث (mg/100g)	فنل (mg/100g)	فلاونوئید (mg/100g)	آنتوسیانین (mg/100g)
آلبیون	0	0	47.73 ± 4.31 bcd	239.32 ± 9.57 ef	37.91 ± 1.47 de	41.57 ± 5.07 cd
آلبیون	0	50	57.4 ± 5.68 b	257.96 ± 1.51 de	41.40 ± 1.95 bcde	59.15 ± 3.05 ab
آلبیون	0	100	76.67 ± 2.11 a	278.68 ± 11.17 bcd	42.97 ± 0.61 abcde	63.64 ± 2.98 a
آلبیون	60	0	40.17 ± 2.77 de	331.52 ± 5.90 a	48.30 ± 0.73 a	47.50 ± 2.97 bc
آلبیون	60	50	40.83 ± 2.72 cde	293.27 ± 10.70 bc	44.16 ± 2.62 abcd	56.57 ± 6.4a7 ab
آلبیون	60	100	50.37 ± 0.50 bcd	299.52 ± 10.02 b	44.07 ± 0.65 abcd	55.85 ± 2.09 ab
کامارووسا	0	0	41.13 ± 2.38 cde	197.39 ± 7.76 g	29.89 ± 4.84 f	40.64 ± 4.17 cd
کامارووسا	0	50	51.2 ± 3.85 bc	225.59 ± 5.75 g	36.95 ± 2.019 e	35.27 ± 3.66 cd
کامارووسا	0	100	54.2 ± 3.43 b	258.81 ± 6.99 de	40.25 ± 1.25 cde	29.03 ± 2.35 d
کامارووسا	60	0	33.97 ± 2.09 e	264.45 ± 14.32 cde	47.76 ± 1.57 ab	37.49 ± 3.23 cd
کامارووسا	60	50	41.27 ± 4.26 cde	251.21 ± 9.90 def	45.02 ± 0.42 abc	38.88 ± 3.91 cd
کامارووسا	60	100	46.8 ± 1.9 bc	201.31 ± 14.93 g	38.52 ± 1.32 cde	43.47 ± 5.26 c

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد (دانکن) است. مقادیر میانگین ± خطای استاندارد.

منابع

Albacete, A., Ghanem, M.E., Martínez-Andújar, C., Acosta, M., Sánchez-Bravo, J., Martínez, V., Lutts, S., Dodd, I.C. and Pérez-Alfocea, F. 2008. Hormonal changes in relation to biomass partitioning and shoot growth impairment in salinized tomato plants. Journal of Experimental Botany, 59(15): 4119–4131.

Nielsen, S.S. 2024. Vitamin C determination by indophenol method. In: *Nielsen's Food Analysis Laboratory Manual*, pp. 153–156. Cham: Springer International Publishing.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3): 178–182.

A B F

Dos Santos, S.K., de Azevedo Soares, V., Dantas, E.F.O., Dos Santos, L.W.O., da Silva Gomes, D., Henschel, J.M. and Batista, D.S. 2023. Exogenous carnitine application enhances the growth of culantro (*Eryngium foetidum*) plants. Vegetos, 36(2): 393–399.

Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48(12): 909–930.

Hannum, S.M. 2004. Potential impact of strawberries on human health: A review of the science. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44(1): 1–17.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.

Navarro, J.M., Flores, P., Garrido, C. and Martinez, V. 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food Chemistry, 96(1): 66–73.

Oney-Birol, S. 2019. Exogenous L-carnitine promotes plant growth and cell division by mitigating genotoxic damage of salt stress. Scientific Reports, 9(1): 17229.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V.P. and Prasad, S.M. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: A review. Environmental Science and Pollution Research, 22(6): 4056–4075.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144–158.

Sun, Y., Niu, G., Wallace, R., Masabni, J. and Gu, M. 2015. Relative salt tolerance of seven strawberry cultivars. Horticulturae, 1(1): 27–43.

Turk, H. 2019. Exogenously treated carnitine upregulates the contents of macro and micro-elements in the leaves of maize (*Zea mays* cv. Hido) seedlings. Journal of Plant Science and Crop Protection, 2(2): 201.

Turk, H., Erdal, S. and Dumlupinar, R. 2020. Carnitine-induced physio-biochemical and molecular alterations.

Woodward, J.C. 1972. Implications for sociolinguistic research among the deaf. Sign Language Studies, 1(1): 1–7.

Zahedi, S.M., Abdelrahman, M., Hosseini, M.S., Hoveizeh, N.F. and Tran, L.S.P. 2019. Alleviation of the effect of salinity on growth and yield of strawberry by foliar spray of selenium-nanoparticles. Environmental Pollution, 253: 246–258.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of exogenous application of L-carnitine in mitigating the effects of salinity stress on vegetative growth and quantitative and qualitative fruit characteristics of two strawberry cultivars

Jamal Ataei Kileh Galan[1], Taimoor Javadi[1*] and Mahmoud Koushesh Saba[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
**Corresponding author: tjavadi@uok.ac.ir*

Abstract:

Salinity stress is one of the most important abiotic factors limiting strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) production in arid and semi-arid regions. Strawberry has special importance due to its high nutritional value, including being a rich source of vitamin C, anthocyanins, and phenolic compounds, but the high sensitivity of this plant to soil and irrigation water salinity reduces its vegetative growth and yield. In this study, the effect of foliar application of L-carnitine (0, 50, and 100 µM) on vegetative traits and quantitative and qualitative fruit characteristics of two strawberry cultivars (Camarosa and Albion) under 60 mM sodium chloride salinity stress was investigated in a completely randomized design with three replications in the greenhouse of the University of Kurdistan. The results showed that salinity significantly decreased leaf number, leaf area, root dry weight, and fruit vitamin C content, while total phenol, flavonoid, and anthocyanin contents increased as a defense response. The application of L-carnitine, especially at the concentration of 100 µM, was able to reduce the negative effects of salinity and improve vegetative traits through scavenging reactive oxygen species, protecting cell membranes, and reducing sodium accumulation. Furthermore, L-carnitine increased vitamin C and antioxidant compounds in both cultivars under salinity conditions. In general, foliar application of 100 µM L-carnitine can be recommended as an effective strategy to reduce damage caused by salinity stress and improve strawberry fruit quality.

Keywords: L-carnitine, Phenolic compounds, Salinity, Strawberry, Vegetative growth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تحلیل تلفیقی مکانیسم‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های آلو نسبت به پروانه میوه‌خوار (*Grapholita funebrana* Treitschke)

مسعود لطیفیان[1*]، محی‌الدین پیرخضری[1] و راضیه قائمی[2]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- بخش تحقیقات نماتولوژی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
نویسنده مسئول: *masoud_latifian@yahoo.com*

چکیده

این پژوهش با هدف انجام تحلیل جامع تلفیقی مکانیسم‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های آلو نسبت به پروانه میوه‌خوار (*Grapholita funebrana* Treitschke) انجام شد. مطالعه سه ساله (۱۴۰۱-۱۳۹۹) بر روی ۲۶ ژنوتیپ امیدبخش آلو شامل ارقام آنجلو، بلک امبر، بلک استار، بخارا، فریار، جی-بلک، جی-۱۰۰، جی-۹۸، جی-۹۹، ژنوتیپ ۱۹، گالو، غالمان، قمی، جی-ملایر، جی-آر-رضائیه، کرمانشاه، خ-مشهد، لارودا، مورتی‌نی، کوئین رزا، سانتارزا، سنقرآبادی، سوسورمی، اورمیه-۲۰، زرد کردستان و زوجلو در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی صورت گرفت. صفات فیزیکوشیمیایی میوه و همچنین شاخص‌های شکل میوه محاسبه شدند. داده‌های مربوط به سه نوع مکانیسم مقاومت آنتی‌زنوزی، آنتی‌بیوزی و تحمل با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره تحلیل شد. شاخص‌های مختلف مقاومت شامل نرخ استقرار لارو (۰/۰-۲/۰۶)، شاخص عدم رجحان (۹۶/۹۱-۹۸/۸۱)، شاخص آنتی‌بیوز (۰/۸۹-۱/۳۹) و شاخص تحمل (۴/۷۱-۵/۰۸) اندازه‌گیری شدند. نتایج تحلیل عاملی نشان داد که سه عامل اصلی ۸۶/۳۲ درصد از واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کنند. ژنوتیپ‌های بلک استار، کوئین رزا، جی-۹۸، جی-۹۹، قمی، سانتارزا، سوسورمی، آنجلو، بلک امبر و جی-آر-رضائیه به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند. همبستگی معنی‌داری بین صفات فیزیکوشیمیایی میوه و شاخص‌های مقاومت مشاهده شد ($p\leq0/05$). این پژوهش نشان داد که رویکرد تلفیقی می‌تواند ابزار مؤثری برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر با سطوح چندگانه مقاومت باشد. در نهایت، این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم شناسایی‌شده می‌تواند به توسعه باغ‌های پایدار و کاهش مصرف سموم شیمیایی منجر شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌بیوز، آنتی‌زنوز، تحمل، تحلیل چند متغیره، صفات فیزیکوشیمیایی، میوه.

مقدمه

آلو (*Prunus domestica* L.) از جمله میوه‌های هسته‌دار با ارزش اقتصادی بالا در ایران و جهان محسوب می‌شود که به دلیل تنوع ژنتیکی و سازگاری با شرایط مختلف آب‌وهوایی، در بسیاری از مناطق کشت می‌شود. با این حال، تولید این محصول با چالش‌های متعددی از جمله حمله آفات مواجه است. پروانه میوه‌خوار آلو (*Grapholita funebrana* Treitschke) یکی از مخرب‌ترین آفات این محصول به شمار می‌رود که با تغذیه لاروها از گوشت میوه، خسارات کمی و کیفی قابل توجهی وارد می‌کند. خسارت این آفت در برخی مناطق ایران تا ۷۰ درصد گزارش شده است (Latifian *et al.*, 2023). مدیریت این آفت عمدتاً مبتنی بر استفاده از سموم شیمیایی است که علاوه بر ایجاد مقاومت در آفت، چالش‌های زیست‌محیطی و سلامت انسان را نیز به همراه دارد.

در سال‌های اخیر، استفاده از ارقام مقاوم به عنوان یکی از راهکارهای پایدار در مدیریت تلفیقی آفات مورد توجه قرار گرفته است. مقاومت گیاهی به آفات به سه شکل اصلی آنتی‌زنوزی، آنتی‌بیوزی و تحمل تقسیم‌بندی می‌شود که هر کدام مکانیسم‌های خاص خود را دارند (Peterson *et al.*, 2017). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که ترکیب این مکانیسم‌ها می‌تواند اثر هم‌افزایی در کنترل آفات داشته باشد. به عنوان مثال، Rizzo و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که صفات فیزیکوشیمیایی میوه از جمله سفتی بافت و میزان مواد جامد

محلول می‌توانند بر مقاومت به پروانه میوه‌خوار تأثیرگذار باشند. similarly, Gogorcena و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که شناسایی ژنوتیپ‌های دارای سطوح چندگانه مقاومت می‌تواند راهکار مؤثری برای کاهش وابستگی به سموم شیمیایی باشد.

با وجود مطالعات پراکنده در زمینه مقاومت آلو به پروانه میوه‌خوار، تاکنون پژوهش جامعی که به تحلیل تلفیقی تمامی مکانیسم‌های مقاومت با استفاده از روش‌های آماری پیشرفته پرداخته باشد، انجام نشده است. بنابراین، این پژوهش با هدف تحلیل جامع تلفیقی مکانیسم‌های مقاومت آنتی‌زنوزی، آنتی‌بیوزی و تحمل در ژنوتیپ‌های آلو نسبت به پروانه میوه‌خوار با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر کرج انجام شد. ۲۶ ژنوتیپ امیدبخش آلو شامل ارقام آنجلو، بلک امبر، بلک استار، بخارا، فریار، جی-بلک، جی-۱۰۰، جی-۹۸، جی-۹۹، ژنوتیپ ۱۹، گالو، غالمان، قمی، جی-ملایر، جی-آر-رضائیه، کرمانشاه، خ-مشهد، لارودا، مورتی‌نی، کوئین رزا، سانتارزا، سنقرآبادی، سوسورمی، اورمیه-۲۰، زرد کردستان و زوجلو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند.

برای ارزیابی مکانیسم‌های مقاومت، از شاخص‌های استاندارد استفاده شد. داده‌های مربوط به مقاومت آنتی‌زنوزی شامل نرخ استقرار لارو، شاخص عدم رجحان و شاخص ترجیح لارو بود. برای سنجش مقاومت آنتی‌بیوزی، شاخص آنتی‌بیوز، نرخ رشد جمعیت لارو و شاخص ساختار سنی جمعیت اندازه‌گیری شد. همچنین شاخص‌های تحمل شامل شاخص حساسیت به تنش و شاخص تحمل محاسبه شد.

صفات فیزیکوشیمیایی میوه شامل ابعاد میوه (طول، عرض و ضخامت با استفاده از کولیس دیجیتال)، وزن تر و خشک میوه (با استفاده از ترازوی دقیق)، درصد ماده خشک، مواد جامد محلول (با رفرکتومتر)، اسیدیته قابل تیتر (با روش تیتراسیون)، pH آب میوه (با pH متر) و سفتی بافت (با پنترومتر) اندازه‌گیری شدند. همچنین شاخص‌های شکل میوه شامل قطر مهندسی میوه، شاخص کروی بودن و مساحت سطح میوه محاسبه شدند.

داده‌های سه ساله با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره شامل تحلیل عاملی، تحلیل تمایزی، روش خوشه‌بندی و رگرسیون چندگانه مورد تحلیل قرار گرفتند. نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر کلیه شاخص‌های مقاومت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. جدول ۱ میانگین شاخص‌های مقاومت در گروه‌های ژنوتیپی را نشان می‌دهد. تحلیل عاملی نشان داد که سه عامل اصلی به ترتیب ۴۵/۶، ۲۸/۳ و ۱۲/۴ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کنند. عامل اول بیشترین همبستگی را با شاخص‌های آنتی‌بیوزی و عامل دوم با شاخص‌های آنتی‌زنوزی نشان داد. بارهای عاملی برای شاخص آنتی‌بیوزی ۰/۸۹۲، برای شاخص عدم رجحان ۰/۸۴۵ و برای شاخص تحمل ۰/۷۸۶ بود که نشان‌دهنده اهمیت این شاخص‌ها در تبیین واریانس کل داده‌ها است.

جدول ۱- میانگین شاخص‌های مقاومت در گروه‌های ژنوتیپی.

گروه	تعداد ژنوتیپ	شاخص آنتی‌زنوزی	شاخص آنتی‌بیوزی	شاخص تحمل	امتیاز کلی مقاومت
I	۶	۰/۸۹ ± ۰/۰۴	۰/۲۴ ± ۰/۰۳	۴/۹۲ ± ۰/۱۲	۸۵/۶ ± ۳/۲
II	۸	۰/۷۶ ± ۰/۰۵	۰/۳۱ ± ۰/۰۴	۴/۷۸ ± ۰/۱۵	۷۲/۳ ± ۴/۱
III	۷	۰/۶۳ ± ۰/۰۶	۰/۴۲ ± ۰/۰۵	۴/۶۵ ± ۰/۱۸	۶۱/۸ ± ۵/۳
IV	۵	۰/۵۱ ± ۰/۰۷	۰/۵۶ ± ۰/۰۶	۴/۵۳ ± ۰/۲۱	۴۹/۲ ± ۶/۷

بر اساس تحلیل تمایزی، ژنوتیپ‌ها به چهار گروه مجزا تفکیک شدند که دقت طبقه‌بندی ۹۲/۷ درصد بود. تابع تشخیص اول ۶۸/۴ درصد و تابع تشخیص دوم ۲۴/۳ درصد از واریانس بین گروهی را تبیین کرد. مقادیر ویژه برای توابع تشخیص اول و دوم به ترتیب ۱۲/۴۶ و ۴/۲۳ بود که نشان‌دهنده قدرت تمایز بالای بین گروه‌ها است.

همبستگی معنی‌داری بین صفات فیزیکوشیمیایی میوه و شاخص‌های مقاومت مشاهده شد. به عنوان مثال، همبستگی مثبت معنی‌داری بین سفتی بافت میوه و شاخص آنتی‌بیوزی (r=۷۲/۰) مشاهده شد. همچنین همبستگی منفی معنی‌داری بین مواد جامد محلول و شاخص ترجیح لارو (r=-۶۵/۰) وجود داشت. این نتایج نشان می‌دهد که صفات فیزیکوشیمیایی میوه می‌توانند نقش مهمی در تعیین سطح مقاومت ژنوتیپ‌ها داشته باشند.

ژنوتیپ‌های بلک استار، جی-۹۹ و قمی به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها از نظر مجموع مکانیسم‌های مقاومت شناسایی شدند. این ژنوتیپ‌ها دارای بالاترین امتیاز کلی مقاومت (۶/۸۵) و پایین‌ترین ضریب تغییرات (۲/۳ درصد) بودند. از طرف دیگر، ژنوتیپ‌های گروه چهارم شامل کرمانشاه، خ-مشهد و سوسورمی پایین‌ترین سطح مقاومت را نشان دادند.

Rizzo و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش کردند که صفات فیزیکی میوه مانند سفتی بافت و مواد جامد محلول می‌توانند بر مقاومت به پروانه میوه‌خوار تأثیرگذار باشند. similarly, Gogorcena و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که ترکیب مکانیسم‌های مقاومت می‌تواند اثر هم افزایی در کنترل آفات داشته باشد. این مطالعه نشان داد که رویکرد تلفیقی می‌تواند ابزار مؤثری برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر با سطوح چندگانه مقاومت باشد. استفاده از چنین رویکردی می‌تواند به برنامه‌های به‌نژادی برای توسعه ارقام مقاوم کمک کند و وابستگی به سموم شیمیایی را کاهش دهد.

منابع

Batinica, J. and Muratovic, S. 1972. The importance of Grapholitha funebrana for the plum variety Bilska Rana. Zastita Bilja, 23: 11-24.

Dahlin, I. and Ninkovic, V. 2013. Aphid performance and population development on their host plants are affected by weed-crop interactions. Journal of Applied Ecology, 50(5): 1281-1288.

Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29(5): 897-912.

Gogorcena, Y., Sánchez, G., Moreno-Vázquez, S., Pérez, S. and Ksouri, N. 2020. Genomic-based breeding for climate-smart peach varieties. In: Kole, C. (ed.), Genomic Designing of Climate-Smart Fruit Crops, Springer, pp. 271-331.

Inayatullah, C., Webster, J.A. and Fargo, W.S. 1990. Index for measuring plant resistance to insects. Entomologist, 109: 146-152.

Kumari, P., Jasrotia, P., Kumar, D., Kashyap, P.L., Kumar, S., Mishra, C.N., Kumar, S. and Singh, G.P. 2022. Biotechnological approaches for host plant resistance to insect pests. Frontiers in Genetics, 13: 914029.

Latifian, M., Pirkhezri, M. and Ghaemi, R. 2023. Integrated analysis of resistance mechanisms in plum genotypes to plum fruit moth. Horticulture Science, 50(2): 112-125.

Peterson, R.K., Varella, A.C. and Higley, L.G. 2017. Tolerance: the forgotten child of plant resistance. PeerJ, 5: e3934.

Rizzo, R., Farina, V., Saiano, F., Lombardo, A., Ragusa, E. and Lo Verde, G. 2019. Do Grapholita funebrana infestation rely on specific plum fruit features? Insects, 10(12): 444.

Zhivondov, A. and Milusheva, S. 2015. Characteristics of the new Bulgarian plum cultivar 'Ostromila'. ISHS Acta Horticulturae, 1139: 63-66.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comprehensive Integrated Analysis of Resistance Mechanisms in Plum Genotypes to the Plum Fruit Moth, *Grapholita funebrana* Treitschke

Masoud Latifian[1*], Mohialdin Pirkhezi[1] and Razieh Ghaemi[2]

1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

2. Nematology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Corresponding Author: masoud_latifian@yahoo.com

Abstract

This study aimed to conduct a comprehensive integrated analysis of resistance mechanisms in plum genotypes against the plum fruit moth (Grapholita funebrana Treitschke). A three-year study (2020-2022) was conducted on 26 promising plum genotypes, including Angelo, Black Amber, Black Star, Bokhara, Friar, G-Black, G-100, G-98, G-99, Genotype 19, Ghalo, Gholaman, Ghomi, G-Malayer, GR-Rezaieh, Kermanshah, Kh-Mashhad, Laroda, Mortini, Queen Rosa, Santa Rosa, Sonqorabadi, Sosourmi, Uromieh-20, Zard Kurdistan, and Zojelo, under field and laboratory conditions. The physicochemical characteristics of the fruit as well as fruit shape indices were calculated. Data related to the three types of resistance mechanisms—antixenosis, antibiosis, and tolerance—were analyzed using multivariate statistical methods. Various resistance indices, including larval establishment rate (0.02–0.06), non-preference index (96.91–98.81), antibiosis index (0.89–1.39), and tolerance index (4.71–5.08), were measured. Factor analysis results revealed that three main factors explained 86.32% of the total variance. The genotypes Black Star, Queen Rosa, G-98, G-99, Ghomi, Santa Rosa, Sosourmi, Angelo, Black Amber, and GR-Rezaieh were identified as the most resistant genotypes. A significant correlation was observed between the physicochemical characteristics of the fruit and the resistance indices ($p \leq 0.05$). This research demonstrated that an integrated approach can be an effective tool for identifying superior genotypes with multiple levels of resistance. Finally, this study indicates that the use of the identified resistant genotypes can contribute to the development of sustainable orchards and reduce the use of chemical pesticides.

Keywords: Antibiosis, Antixenosis, Tolerance, Multivariate Analysis, Fruits.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پاسخ فیزیولوژیکی و بیوش‌یمیایی شاهسپرم (*Tanacetums balsamita*) به محلول‌پاشی پوترسین تحت سمیت نیکل و تنش خشکی

آرزو آجودانی[۱]، محمدباقر حسن‌پوراقدم*[۱]، فرزاد رسولی[۱]، محمد علی اعظمی[۱]، لمیا وجودی مهربانی[۲]، مهتاب شوکتی[۱] و نازیلا واثقی خواجه[۱]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

*نویسنده مسئول: *hassanpouraghdam@gmail.com*

چکیده

در بین فلزات سنگین نیکل در کشاورزی بهره‌وری محصول را محدود می‌کند. از طرف دیگر کمبود آب مهمترین عامل محدود کننده رشد و تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران است. به‌منظور بهبود تحمل به تنش‌های غیرزیستی، پلی‌آمین ها، از جمله پوترسین به عنوان تنظیم کننده های رشد گیاه با عملکردهای متعدد در نظر گرفته می شوند. بر همین اساس در این پژوهش اثر محلول‌پاشی پوترسین در گیاه شاهسپرم تحت تنش خشکی و سمیت فلز سنگین نیکل انجام شد. این پژوهش بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه فاکتور و سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد، که فاکتور اول تنش خشکی با دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، فاکتور دوم شامل محلول‌پاشی پوترسین در سطوح ۰ و ۰/۲ میلی‌مولار و فاکتور سوم تنش سمیت نیکل در غلظت‌های ۰، ۱۶۵ و ۲۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بوده است. نتایج نشان داد تنش خشکی و سمیت نیکل باعث کاهش معنی‌دار رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها) شد، درحالیکه محلول‌پاشی پوترسین این اثرات را به‌طور معنی‌داری تعدیل کرد. همچنین میزان مالون دی آلدهید و پرولین تحت تنش خشکی و با پیشرفت سمیت نیکل افزایش معنی‌داری نشان داد درحالیکه محلول‌پاشی پوترسین باعث کاهش و تعدیل آن‌ها شد. براساس نتایج این پژوهش می‌توان گفت که محلول‌پاشی پلی‌آمین پوترسین باعث کاهش و تعدیل اثرات مخرب تنش‌های غیر زیستی خشکی و سمیت نیکل شده است. به کمک پژوهش‌های آینده و بررسی‌های بیشتر اثرات پلی‌آمین‌ها در گیاهان دارویی تحت تنش‌های غیر زیستی می‌تواند به‌عنوان یک روش کاربردی به تولیدکنندگان و کشاورزان پیشنهاد گردد.

واژه‌های کلیدی: پلی‌آمین، تنش‌های غیر زیستی، گیاه دارویی، فلز سنگین.

مقدمه

گیاهان در طول رشد و نمو در شرایط طبیعی و کشاورزی در معرض تنش‌های محیطی مختلف قرار می‌گیرند. در این میان، خشکی یکی از شدیدترین تنش‌های محیطی است که بر بهره‌وری گیاه تأثیر می‌گذارد. گیاهان تحت تنش خشکی چندین تغییر مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی را نشان می‌دهند که بر رشد و بهره وری آنها تأثیر منفی می‌گذارد (Hayatu et al., 2014). یکی از اولین پاسخ‌های فیزیولوژیکی کاهش محتوای کلروفیل، سرعت فتوسنتز و تعرق است. یکی دیگر از ابزارهای محافظت از گیاهان در برابر تنش خفیف خشکی شامل تجمع اسمولیت‌ها است که پرولین یکی از رایج ترین آنها در گیاهان تحت تنش خشکی است. تجمع پرولین معمولاً به عنوان بخشی از سیگنال دهی استرس در نظر گرفته می شود و بر پاسخ‌های سازگار گیاه تأثیر می‌گذارد (Mafakheri et al., 2010). از طرف دیگر اصلاح فلزات سنگین در خاک با کمک گیاهان یکی از موثرترین راهکارهای گیاه‌پالایی است. این رویکرد به دلیل نتایج با کیفیت بالا و هزینه کم، زمانی که برای اصلاح آلودگی‌های موجود در ریزوسفر به کار می‌رود، پتانسیل بالایی دارد. در بین فلزات سنگین، نیکل در حال تبدیل شدن به یک آلاینده سمی در محیط‌های کشاورزی است. نیکل در غلظت‌های بسیار کم در محیط وجود دارد و توسط گیاهان از طریق ریشه جذب می شود. اگرچه نیکل یک عنصر ضروری است، اما در غلظت‌های بالاتر باعث سمیت می‌شود و علائمی

مانند کلروز برگ ممکن است همراه با مهار رشد، کاهش فتوسنتز و تنفس، و اختلالات تغذیه معدنی، انتقال قند و روابط آب ظاهر شود و به همین دلایل امروزه انتشار نیکل در محیط از جمله رسوب آن در خاک‌های کشاورزی بسیار نگران کننده است (Ghosh and Singh, 2005). پلی‌آمین‌ها (از جمله پوترسین) به عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه با عملکردهای متعدد در نظر گرفته می‌شوند، آنها در بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو گیاه مانند تقسیم سلولی و تکثیر DNA نقش دارند. پلی‌آمین‌ها مانند پوترسین به دلیل نقش خود در تجمع فلزات سنگین و محافظت از گیاهان از اثرات نامطلوب آن شناخته شده‌اند. کاربرد برون زا از پوترسین به طور موثر برای بهبود تنش‌های مختلف در گیاهان از جمله تنش فلزات سنگین استفاده شده است (Gill and Tuteja, 2010). جهت گیاه‌پالایی به ویژه در شرایط خشک و نیمه خشک ایران، استفاده از محصولات کشاورزی همچون گیاهان دارویی می توانند گزینه خوبی باشند. شاهسپرم (*Tanacetum balsamita* L.) متعلق به خانواده Asteraceae و جنس Tanacetum، نام‌های علمی مستند زیادی دارد، اما عموماً به عنوان costmary شناخته می‌شود. این جنس شامل حدود ۲۰۰ گونه است که در آسیا، آفریقا، اروپا و آمریکا پراکنده شده اند. از زمان‌های قدیم، جنس Tanacetum در طب سنتی در درمان اختلالات مختلف (میگرن، معده درد، دندان درد، ناباروری، پسوریازیس، آلرژی، حالت تهوع، مشکل قاعدگی، در درمان زخم‌ها و زخم‌های التهابی و غیره) استفاده می شده است (Venskutonis, 2016). در این پژوهش هدف مطالعه و ارزیابی گیاه دارویی شاهسپرم در شرایط سمیت فلز سنگین نیکل و تحت تنش خشکی بوده است که همزمان از پلی آمین پوترسین به عنوان محرک رشد و بهبود آن در مقابله با تنش‌های زیستی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1800 Shimadzu, Japan) از روش آزنون (Arnon, 1949)، جهت اندازه‌گیری پرولین از تولوئن (Bates et al., 1973) و جهت اندازه‌گیری غلظت مالون دی‌آلدئید از روش پاکر و هلث (Packer and Health, 1968) و استفاده گردید.

نتایج و بحث

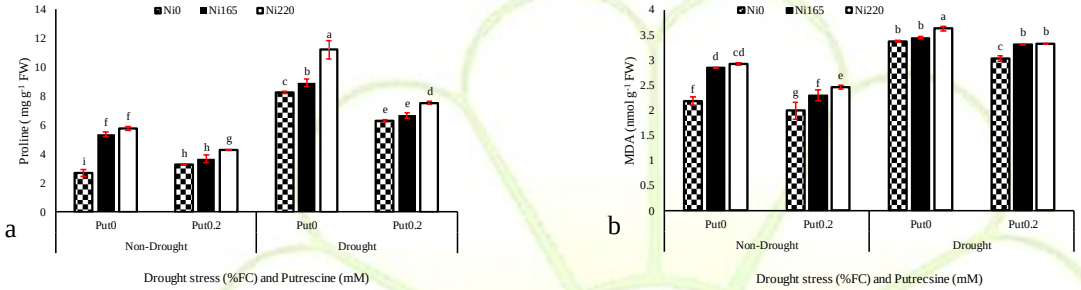
این مطالعه نشان داد که اثرات ترکیبی محلول‌پاشی پوترسین با تنش خشکی و آلودگی نیکل بر کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ معنی دار بود. تیمار محلول پاشی پوترسین این صفات را هم در شرایط خشکی و هم آلودگی نیکل بهبود بخشید. کمترین مقادیر برای این پارامترها در شرایط تنش خشکی و آلودگی شدید نیکل بدون کاربرد پوترسین و بیشترین مقدار آن‌ها، با محلول‌پاشی ۰/۲ میلی‌مولار پوترسین در غیاب خشکی و آلودگی نیکل مشاهده شد. تنش خشکی با آلودگی شدید نیکل باعث کاهش محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها نسبت به شرایط بدون تنش و کاربرد پوترسین به ترتیب ۷۴.۲۷٪، ۱۷۳.۱۶٪ و ۴۸۴.۷۳٪ گردید (جدول ۱).

جدول ۱- اثر محلول‌پاشی برگی پوتریسین تحت آلودگی نیکل و تنش خشکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی.

Drought (%FC)	Nickel (mg Kg^{-1} soil)	Putrescine (mM)	Chl a (mg g^{-1} FW)	Chl b (mg g^{-1} FW)	CARs (mg g^{-1} FW)
100	0	0	0.3149±0.0025cd	0.1318±0.0037cd	0.0482±0.0022bcd
		0.2	0.3557±0.0025a	0.2005±0.0028a	0.0766±0.0007a
	165	0	0.3072±0.0039de	0.1194±0.0014de	0.0430±0.0007cde
		0.2	0.3450±0.0019ab	0.1684±0.0059b	0.0655±0.0068ab
	220	0	0.2971± 0.0049e	0.1139±0.0043ef	0.0371±0.0052cdef
		0.2	0.3291± 0.0030b	0.1432±0.0050c	0.0554±0.0028bc
50	0	0	0.2584±0.0024h	0.0936±0.0016gh	0.0259±0.0035efg
		0.2	0.2900±0.0027efg	0.1121±0.0028ef	0.0362±0.0008def
	165	0	0.2403±0.0308i	0.0894±0.0083hi	0.0189±0.0018fg
		0.2	0.2824±0.0027fg	0.1089±0.0001efg	0.0333±0.0001def
	220	0	0.2041±0.0013j	0.0734±0.0010i	0.0131±0.0009g
		0.2	0.2736±0.0043gh	0.0996±0.0023fgh	0.0315±0.0008def

FC، Chl a، Chl b و CARs به‌ترتیب به ظرفیت زراعی، کلروفیلa ، کلروفیل b و کاروتنوئیدها اشاره دارند. حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها هستند.

این مطالعه نشان داد که اثر محلول‌پاشی پوترسین بر محتوای پرولین در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار بود. نتایج نشان داد محلول‌پاشی پوترسین به طور قابل‌توجهی پاسخ‌های بیوشیمیایی گیاه را به تنش خشکی و آلودگی نیکل تغییر می‌دهد، به ویژه بر سطح پرولین تأثیر می‌گذارد. شدیدترین پاسخ‌های تنش در گیاهانی که در معرض خشکی و آلودگی شدید نیکل بودند بدون تیمار پوترسین مشاهده شد، در حالی که گیاهان شاهد بدون تنش حداقل تجمع این ترکیب را نشان دادند. قابل توجه است که کاربرد پوترسین نسبت به گیاهان تیمار نشده تحت تنش خشکی و آلودگی نیکل، محتوای پرولین را ۳۱۵.۱۲٪ کاهش داد (شکل c).یافته‌ها نشان داد اثر محلول‌پاشی پوترسین بر سطوح MDA تحت تنش خشکی و آلودگی نیکل در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. هر دو تنش خشکی و آلودگی نیکل باعث افزایش MDA شدند، در حالی که تیمار پوترسین آن را کاهش داد. کمترین میزان MDA در گیاهان تیمار شده با ۰/۲ میلی مولار پوترسین در شرایط عادی (بدون خشکی یا آلودگی نیکل) ثبت شد، در حالی که بالاترین سطوح در گیاهان تحت تنش خشکی و آلودگی شدید نیکل بدون کاربرد پوترسین مشاهده شد. قابل ذکر است که محلول پاشی پوترسین در مقایسه با گیاهان تیمار نشده تحت تنش خشکی و نیکل، MDA را تا ۸۲.۳۳٪ کاهش داد. (شکلd).



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی برگی پوتریسین بر پرولین و مالون‌دی‌آلدهید (MDA) تحت آلودگی نیکل و تنش خشکی. حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها هستند.

این مطالعه نشان داد که تنش ترکیبی خشکی و نیکل به‌طور هم افزایی باعث کاهش معنادار محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌شود، به‌طوری که بیشترین کاهش در کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها تحت شرایط تنش شدید مشاهده شد. این کاهش چشمگیر احتمالاً ناشی از افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تخریب غشای کلروپلاست‌ها تحت شرایط تنش ترکیبی است. کاربرد پوترسین به‌صورت معناداری از تخریب این رنگدانه‌ها جلوگیری کرد که می‌توان آن را به چند مکانیسم کلیدی نسبت داد: اولاً، پوترسین با خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی از استرس اکسیداتیو جلوگیری می‌کند. ثانیاً، این پلی‌آمین با تثبیت ساختار غشاهای زیستی از طریق برهمکنش با فسفولیپیدها، از پراکسیداسیون لیپیدی جلوگیری می‌نماید. ثالثاً، پوترسین ممکن است با تنظیم بیان ژن‌های کلیدی در مسیر سنتز کلروفیل (مانند ژن‌های خانواده *CHL* و *HEMA*) از تخریب رنگدانه‌ها ممانعت کند (Gill & Tuteja, 2010). این یافته‌ها از یک سو تأثیر مخرب تنش‌های ترکیبی بر سیستم فتوسنتزی را تأیید می‌کند و از سوی دیگر نقش پوترسین را به‌عنوان یک تنظیم‌کننده مؤثر در بهبود تحمل به تنش‌های چندگانه برجسته می‌سازد (Alcázar et al., 2020). به‌علاوه یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد خارجی پوترسین تأثیر معنی‌داری بر محتوای پرولین گیاهان تحت تنش ترکیبی خشکی و آلودگی نیکل داشته است. بیشترین میزان تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش توأم خشکی و آلودگی شدید نیکل بدون کاربرد پوترسین مشاهده شد که نشان‌دهنده فعال‌شدن مکانیسم‌های دفاعی گیاه برای مقابله با استرس اکسیداتیو است (Ashraf & Foolad, 2007). در مقابل، کمترین میزان پرولین در گیاهان شاهد (بدون تنش) ثبت شد که بیانگر شرایط فیزیولوژیک مطلوب و عدم فعال‌سازی مسیرهای دفاعی است. نکته قابل‌توجه، کاهش ۳۱۵/۱۲ درصدی محتوای پرولین در گیاهان تیمار شده با پوترسین در مقایسه با گیاهان تنش‌دیده بدون تیمار بود که احتمالاً ناشی از توانایی پوترسین در مهار تولید گونه‌های فعال اکسیژن و حفظ یکپارچگی غشاهای سلولی است (Gill & Tuteja, 2010). همینطور این مطالعه نشان داد که کاربرد خارجی پوترسین تأثیر معنی داری بر کاهش سطوح MDA به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی داشته است. مکانیسم این اثر را می‌توان از چند جنبه تحلیل کرد: پوترسین با خنثی سازی مستقیم رادیکال‌های آزاد و تحریک سیستم آنزیمی آنتی اکسیدانی (شامل سوپراکسید دیسموتاز،

کاتالاز و پراکسیداز) موجب کاهش استرس اکسیداتیو می شود(Gupta et al., 2016). این نتایج بر اهمیت استفاده از پلی‌آمین‌ها به‌عنوان راهکاری بیوتکنولوژیک برای کاهش اثرات منفی فلزات سنگین در کشاورزی پایدار تأکید می‌کند، هرچند پژوهش‌های آینده باید به بررسی سازوکارهای مولکولی این تعاملات بپردازند.

منابع

Alcázar, R., Bueno, M. and Tiburcio, A.F. 2020. Polyamines: Small amines with large effects on plant abiotic stress tolerance. Cells, 9(11): 2373.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 59(2): 206–216.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205–207.

Ghosh, M. and Singh, S.P. 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by-products. Asian Journal on Energy and Environment, 6(4): 214–231.

Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Polyamines and abiotic stress tolerance in plants. Plant Signaling & Behavior, 5(1): 26–33.

Hayatu, M., Muhammad, S.Y. and Abdu, H.U. 2014. Effect of water stress on the leaf relative water content and yield of some cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes. International Journal of Scientific & Technology Research, 3(7).

Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125(1): 189–198.

Mafakheri, A., Siosemardeh, A.F., Bahramnejad, B., Struik, P.C. and Sohrabi, Y. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science, 4(8): 580–585.

Venskutonis, P.R. 2016. Costmary (*Chrysanthemum balsamita*) oils. In: *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Academic Press, Cambridge, MA, USA.

Evaluation of physiological and biochemical response of costmary to putrescine foliar application under Ni toxicity and drought stress

Arezoo Ajoudani[1], Mohammad Bagher Hassanpour Aghdam[1*], Farzad Rasouli[1], Mohammad Ali Aazami[1], Lamia Vojodi Mehrabani[2], Mahtab Shokati[1] and Nazila Vaseghi Khaje

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Corresponding Author: hassanpouraghdam@gmail.com

Abstract

Nickel (Ni) toxicity and drought stress significantly reduce crop productivity, particularly in arid regions like Iran. Polyamines, such as putrescine, can enhance plant stress tolerance. Accordingly, this study investigated the effects of foliar application of putrescine on costmary under drought stress and nickel toxicity. The research was conducted as a factorial experiment based on a completely randomized design (CRD) with three factors and three replications under greenhouse conditions. The first factor was drought stress at two levels (50% and 100% of field capacity), putrescine foliar application at concentrations of 0 and 0.2 mM, and Nickel toxicity stress at concentrations of 0, 165, and 220 mg per kg of soil. The results showed that the synergistic effects of drought stress and nickel toxicity significantly reduced photosynthetic pigments (chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids), while putrescine foliar application significantly mitigated these effects. Malondialdehyde and proline levels increased significantly under drought stress and with increasing nickel toxicity, whereas putrescine application reduced and modulated their accumulation. Based on these findings, it can be concluded that foliar application of the polyamine putrescine can reduce and mitigate the detrimental effects of abiotic stresses, including drought and nickel toxicity. Further research on the effects of polyamines in medicinal plants under abiotic stress could provide a practical approach for producers and farmers

Keywords: Abiotic stress, Heavy metal, Medicinal plant, Polyamine.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر محلول‌پاشی اسید سالسیلیک و اسید آسکوربیک در بهبود تحمل به خشکی نهال‌های پسته

الهام ابراهیم‌پور[۱]، بهمن پناهی[۲*] و بهاره دامن‌کشان[۳]

۱- گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: *bahman_2@yahoo.com*

چکیده

این پژوهش به بررسی اثر محلول‌پاشی آنتی اکسیدان‌ها شامل اسید سالیسیلیک (SA) و اسید آسکوربیک (AA) بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی نهال‌های پسته رقم بادامی تحت تنش خشکی پرداخت. این آزمایش در شرایط گلخانه‌ای و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نهال‌ها در گلدان‌هایی با خاک لوم شنی کشت شدند. تیمارها شامل سه سطح تنش خشکی (۳۰٪، ۶۰٪ و ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی) و سه غلظت از SA و AA (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) بودند. در پایان آزمایش، نهال‌های شش‌ماهه از نظر محتوای نسبی آب، نشت یونی، تجمع پرولین، تجمع گلایسین بتائین، و میزان کلروفیلa ، b و کل ارزیابی شدند. نتایج نشان داد تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار ویژگی‌های رشدی و محتوای کلروفیل شد و در عین حال نشت یونی افزایش یافت. با این حال، محلول‌پاشی SAو AA به‌ویژه در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار، آثار منفی تنش را کاهش دادند، به‌ویژه در شرایط تنش متوسط SA و AA تأثیر مشابهی در بهبود حفظ آب، افزایش بیوماس، و پاسخ‌های بیوشیمیایی نظیر تجمع پرولین و گلایسین بتائین داشتند. در مجموع، استفاده از SAبا غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و AA با غلظت ۰/۵ تا ۱ میلی‌مولار برای بهبود تحمل تنش خشکی و و پاسخ‌های بهتر بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در نهال‌های پسته در شرایط کم‌آبی متوسط توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی، اسمولیت، تنظیم اسمزی، نشت یونی.

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی مؤثر بر کاهش رشد و عملکرد گیاهان از طریق تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است (Zokaee-Khosroshahi et al., 2014). پسته به‌عنوان یکی از محصولات اقتصادی مهم ایران، در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور کشت می‌شود (Panahi and Talaie, 2002). بهبود تحمل آن به تنش خشکی از نظر اقتصادی و کشاورزی اهمیت بالایی دارد. اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی، نقش مهمی در جوانه‌زنی، رشد، گل‌دهی، انتقال یون‌ها و فتوسنتز ایفا می‌کند (Hu et al., 2022). این ماده با تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند متابولیسم نیتروژن و پرولین و تولید گلیسین‌بتائین می‌تواند مقاومت گیاه در برابر خشکی را افزایش دهد (Khan et al., 2015). همچنین، اسید آسکوربیک به‌عنوان آنتی‌اکسیدانی محلول در آب، با خنثی‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن مانند H_2O_2، نقش مهمی در کاهش استرس اکسیداتیو دارد (Babashpour-Asl and Piryaei, 2022). این ترکیب همراه با آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و گلوتاتیون، مقاومت به خشکی را تقویت می‌کند (Seminario et al., 2017). با توجه به بازدیدهای میدانی و گزارش های روزافزون از مناطق مهم پسته کاری کشور در رابطه با کاهش عملکرد کمی و کیفی گیاه پسته ناشی از تنش خشکی و اهمیت حفظ ذخایر ژنتیکی ارزشمند این گیاه، پژوهش حاضر، با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی نهال‌های پسته رقم بادامی تحت تنش خشکی در جهت کاهش استرس اکسیداتیو و افزایش مقاومت به خشکی گیاه پسته طراحی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شرایط گلخانه‌ای و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سه عامل مورد بررسی شامل تنش خشکی در سه سطح: شاهد (۱۰۰٪ رطوبت قابل استفاده)، تنش متوسط (۶۰٪)، و تنش شدید (۳۰٪)، اسید سالیسیلیک (SA)در سه سطح: ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار، اسید آسکوربیک (AA) در سه سطح: ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار. تنش‌های آبی بر اساس وزن گلدان و رطوبت خاک مطابق با روش باقری و همکاران (۲۰۱۲) اعمال شد. تیمارها به‌صورت محلول‌پاشی برگی روی نهال‌ها انجام گرفت و خاک مورد استفاده دارای بافت شنی-لومی بود. در پایان دوره‌ی رشد (۶ ماهگی)، صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نهال‌ها ارزیابی شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده شامل: محتوای نسبی آب برگ (RWC) (Turner, 1981)، نشت یونی (Picchioni and Miyamoto, 1991)، میزان پرولین (Bates et al., 1973) ، میزان گلایسین بتائین (Di Martino et al., 2003)، کلروفیل a ، b و کلروفیل کل (Lichtenthaler, 1987)بود. آنالیز آماری با نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

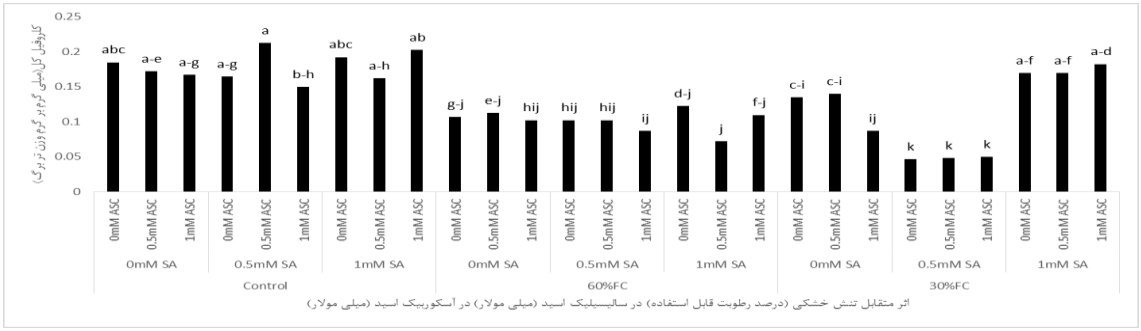
میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در پاسخ به تیمارهای آزمایش در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در پاسخ به تیمارهای آزمایش.

	d.f	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	محتوی نسبی آب	نشت یونی	پرولین	گلایسین بتائین
تنش	2	0.011**	0.027**	0.074**	301.97*	0.034**	74838.56**	66692.6**
اسید سالیسیلیک	2	0.012**	0.007**	0.037**	1075.306**	0.018*	1293.813	3330.857
تنش × اسید سالیسیلیک	4	0.011**	0.005**	0.03**	298.329*	0.012	1627.792	6581.255
آسکوربیک اسید	2	0.0001	0.0005	0.001	3.629	0.009	553.068	757.347
تنش × آسکوربیک اسید	4	0.00025	0.0002	0.00025	46.879	0.002	212.944	1280.142
اسید سالیسیلیک × آسکوربیک اسید	4	0.001*	0.00075	0.003*	184.569	0.008	829.957	3236.89
تنش × اسید سالیسیلیک ×آسکوربیک اسید	8	0.000375	0.000375	0.001	131.176	0.005	927.54	1590.115
خطا	81	0.000321	0.000432	0.001	92.166	0.005	1672.108	9159.518
ضریب تغییرات		24	38	27	13.9	9.25	47	21

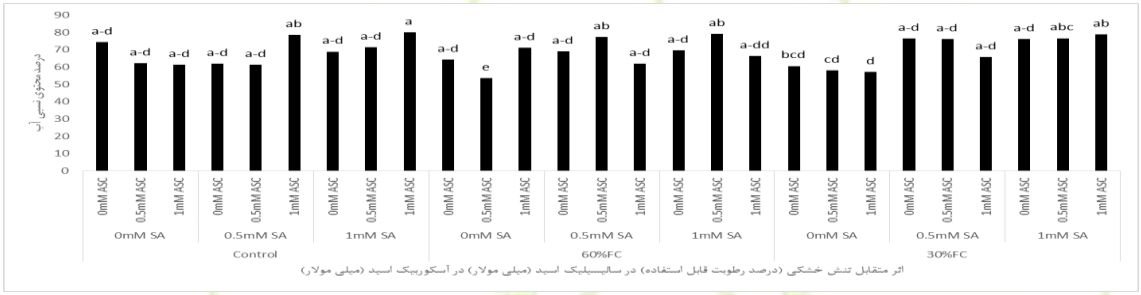
*و** به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد.

در این پژوهش، مشخص شد که محتوای کلروفیل برگ‌ها در شرایط کم‌آبی به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میانگین کلروفیل a مربوط به تیمار شاهد، ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۰/۵ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود. همچنین بیشترین میانگین کلروفیل b به ترتیب به تیمار شاهد، ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۱ میلی‌مولار اسید آسکوربیک تعلق داشت. این نتایج با مطالعات Bastam et al. (2013) هم‌خوانی دارد. می‌توان نتیجه گرفت که تنش خشکی باعث کاهش چشمگیر محتوای کلروفیل شد. کاهش معنی‌دار کلروفیل، کاروتنوئید و رنگدانه‌های کل در تنش خشکی، بخشی به دلیل کمبود آب و عمدتاً به دلیل آسیب به کلروپلاست‌ها توسط گونه‌های فعال اکسیژن است (Li et al., 2025). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک نقش مهمی در افزایش کلروفیل و محتوای نسبی آب دارند (Bastam et al., 2013) (شکل ۱).



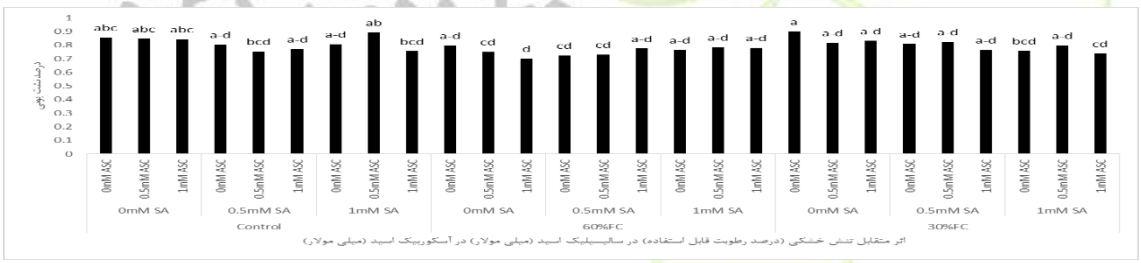
شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر کلروفیل کل (دانکن ۵ درصد).

نتایج نشان داد که شرایط کم‌آبی به‌طور قابل توجهی بر محتوای نسبی آب اثرگذار بود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار بدون تنش، ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۱ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود. این نتایج با یافته‌های دیگران از جمله Bastam et al. (2013) همخوانی دارد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر محتوی نسبی آب (دانکن ۵ درصد).

همچنین مشخص شد که کم‌آبی منجر به افزایش نشت یونی شد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار نشت یونی مربوط به تیمار تنش‌دیده بدون کاربرد اسید سالیسیلیک و آسکوربیک بود Khan et al. (2015) (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر نشت یونی (دانکن ۵ درصد).

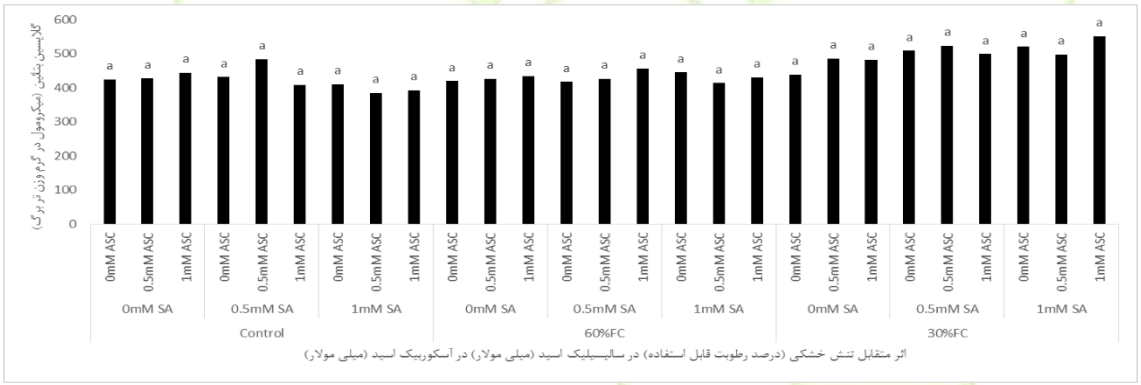
نتایج نشان داد که شرایط کم‌آبی بر محتوای پرولین نیز اثرگذار بود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار پرولین مربوط به تیمار دارای ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده، ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۰/۵ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود. افزایش پرولین در گیاهان تنش‌دیده نشان‌دهنده

سازگاری مؤثر با شرایط تنش است. افزایش سطح پرولین ممکن است نتیجه پاسخ‌های متابولیکی مرتبط با تشخیص شرایط تنش و القای واکنش‌های فیزیولوژیکی باشد Liang et al., (2013) (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر پرولین (دانکن ۵ درصد).

همچنین مشخص شد که شرایط کم‌آبی بر محتوای گلیسین بتائین نیز اثرگذار است، به‌طوری‌که بیشترین مقدار گلیسین بتائین مربوط به تیمار دارای ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده بود. تجمع بالای گلیسین بتائین در گیاهان تحت تنش‌های غیرزیستی نشان‌دهنده سازگاری مؤثر با تنش خشکی است (Li et al., 2025). این ترکیب یکی از مهم‌ترین اسمولیت‌های سازگار است که نقش قابل توجهی در حفظ پایداری ساختاری غشاها و پروتئین‌ها در شرایط تنش دارد (Li et al., 2025). همچنین، گلیسین بتائین باعث تثبیت ساختار آنزیم‌ها و کمپلکس‌های غشایی شده و از تجزیه آن‌ها در اثر تنش جلوگیری می‌کند (نمودار ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر گلایسین بتایین (دانکن ۵ درصد).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد برگی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک، به‌ویژه در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار، می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه تحت تنش خشکی شود. این ترکیبات با کاهش نشت الکترولیت، حفظ محتوای نسبی آب برگ، افزایش میزان کلروفیل و ارتقاء تجمع اسمولیت‌هایی مانند پرولین و گلیسین بتائین، نقش مؤثری در افزایش تحمل گیاه به

تنش خشکی ایفا کردند. بنابراین، استفاده از این ترکیبات به‌عنوان تیمارهای زیستی، می‌تواند روشی مؤثر در مدیریت تنش‌های محیطی در گیاهان زراعی و باغی باشد.

منابع

Babashpour-Asl, M. and Piryaei, M. 2022. Antioxidant activities and several bioactive substances of different extracts of *Vitis vinifera* L. Journal of Food Biosciences and Technology, 12(2): 49–60.

Bastam, N., Baninasab, B. and Ghobadi, C. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regulation, 69: 275–284.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205–207.

Di Martino, C., Delfine, S., Pizzuto, R., Loreto, F. and Fuggi, F. 2003. Free amino acids and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress. New Phytologist, 158: 455–463.

Hu, Y., Zhi, L., Li, P., Hancock, J.T. and Hu, X. 2022. The role of salicylic acid signal in plant growth, development and abiotic stress. Phyton-International Journal of Experimental Botany, 91(12): 2591–2605.

Khan, M.I.R., Fatma, M., Per, T.S., Anjum, N.A. and Khan, N.A. 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. Frontiers in Plant Science, 6: 462.

Li, N., Geng, Z., Huang, X., Huang, S., Song, L., Chen, R., Chen, Z., Du, L. and Xu, C. 2025. A review of differential plant responses to drought, heat, and combined drought + heat stress. Current Issues in Molecular Biology, 47(12): 975.

Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S.K. and Becker, D.F. 2013. Proline mechanisms of stress survival. Antioxidants & Redox Signaling, 19(9): 998–1011.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350–382.

Panahi, B. and Talaie, A.R. 2002. Survey and characterization of pistachio germplasm in Iran. Acta Horticulturae. 591: 39.

Picchioni, G.A. and Miyamoto, S. 1991. Rapid testing of salinity effects on pistachio seedling rootstock. Journal of the American Society of Horticultural Science, 116(3): 555–559.

Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil, 58: 339–366.

Zokaee-Khosroshahi, M., Esna-Ashari, M., Ershadi, A. and Imani, A. 2014. Morphological changes in response to drought stress in cultivated and wild almond species. International Journal of Horticultural Science and Technology, 1(1): 79–92.

Studying the Effect of Foliar Spraying of Salicylic Acid and Ascorbic Acid on Improving Drought Tolerance of Pistachio Seedlings

Elham Ebrahimpour[1], Bahman Panahi[2*] and Bahareh Damankeshan[3]
1. Department of Horticultural Sciences, Tehran Science and Research Branch, Tehran, Iran
2. Pistachio Research Center, HSRI, AREEO, Rafsanjan, Iran
3. Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Kerman, Iran
Corresponding Author: bahman_2@yahoo.com

Abstract

This study investigated the effects of foliar application of antioxidants including salicylic acid (SA) and ascorbic acid (AA) on the physiological characteristics of *Pistacia vera* cv. Badami seedlings under drought stress. The experiment was conducted under greenhouse conditions using a factorial randomized complete block design with three replications. The seedlings were grown in pots with sandy-loam soil. Treatments included three levels of drought stress (30%, 60% and 100% of field capacity and three concentrations of SA and AA (0, 0.5, 1.0 Mm). At the end of the experiment, six-month-old seedlings were evaluated for relative water content; ion leakage; proline accumulation, glycine betaine accumulation, and chlorophyll a, b, and total chlorophyll content. The results showed that drought stress significantly reduced growth characteristics and chlorophyll content, while ion leakage increased. However, foliar application of SA and AA, especially at concentrations of 0.5 and 1.0 mM, reduced the negative effects of stress, particularly under moderate stress. SA and AA had a similar effect on improving water retention, increasing biomass, and biochemical responses such as proline and glycine betaine accumulation. Overall, the application of 0.5 mM SA and 0.5–1.0 mM AA is recommended to improve the drought tolerance and better biochemical and physiological responses in pistachio seedlings under moderate water deficit conditions.

Keywords: ion leakage, Non-enzymatic antioxidants, Osmotic adjustment, Osmolytes.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی میدانی مقاومت به زنجره مو (*Psalmocharias alhageos*) در برخی ارقام و پایه‌های تاک

ولی‌اله رسولی[1*]

۱- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

نویسنده مسئول: *spiiqv@gmail.com*

چکیده

زنجره مو (*Psalmocharias alhageos*) یکی از آفات مهم تاک است که در ایران، افغانستان، نواحی جنوبی روسیه، ترکیه و عراق فعالیت دارد. هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی میدانی مقاومت به زنجره مو در برخی ارقام و پایه‌های تاک بود. مواد گیاهی تحقیق حاضر شامل پایه مقاوم به فیلوکسرا (Kober 5BB)، ارقام هیبریدی گونه *Vitis labrusca* (وورمونک، کیشمیش لوجستی، وولگودون)، پایه‌های مقاوم به سرطان طوقه (اسپوتا و ناظمیه) و ژنوتیپ مقاوم به خشکی (Ch1) بودند. انگور رقم بیدانه سفید نیز به عنوان شاهد تجاری منطقه مورد استفاده قرار گرفت. پس از آلودگی مصنوعی ارقام گیاهی به وسیله شاخه‌های تخم‌ریزی شده طی سه سال، شمارش تعداد تخم، تعداد تخم تفریخ شده و استقرار پوره زنجره در منطقه ریشه هرکدام از تاک‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. طرح در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. بیشترین میزان استقرار آفت در ریشه ارقام بیدانه سفید، کیشمیش لوجستی، وورمونک و وولگودون مشاهده شد و در پایه Kober 5BB کمترین استقرار آفت مشاهده گردید به طوریکه میانگین آن به صفر متمایل بود. بیشترین بروز علائم استقرار آفت زنجره مو در ریشه در رقم بیدانه سفید مشاهده گردید در حالیکه در ژنوتیپ Ch1 و پایه‌های Kober 5BB، اسپوتا و ناظمیه، هیچگونه علائمی مشاهده نگردید. باتوجه به اینکه در پایه¬های اسپوتا، ناظمیه و Kober 5BB استقرار آفت زنجره مو در حداقل ممکن بوده و یا اصلاً مشاهد نگردید بر این اساس این پایه‌ها نسبتاً مقاوم به آفت زنجره مو بودند. ژنوتیپ CH1 از نظر درصد آلودگی به آفت زنجره مو بسیار پایین بوده و فاقد علائم ظاهری مانند رکود رشدی، تاخیر در جوانه زنی و بیدار شدن بهاره بود، به همین دلیل ژنوتیپ CH1 را می‌توان خیلی متحمل به آفت زنجره مو در نظر گرفت. ژنوتیپ CH1 و پایه‌های اسپوتا، ناظمیه و Kober 5bb به عنوان پایه مقاوم/متحمل به آفت زنجره مو قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: انگور، استقرار آفت، تحمل، کنترل زیستی.

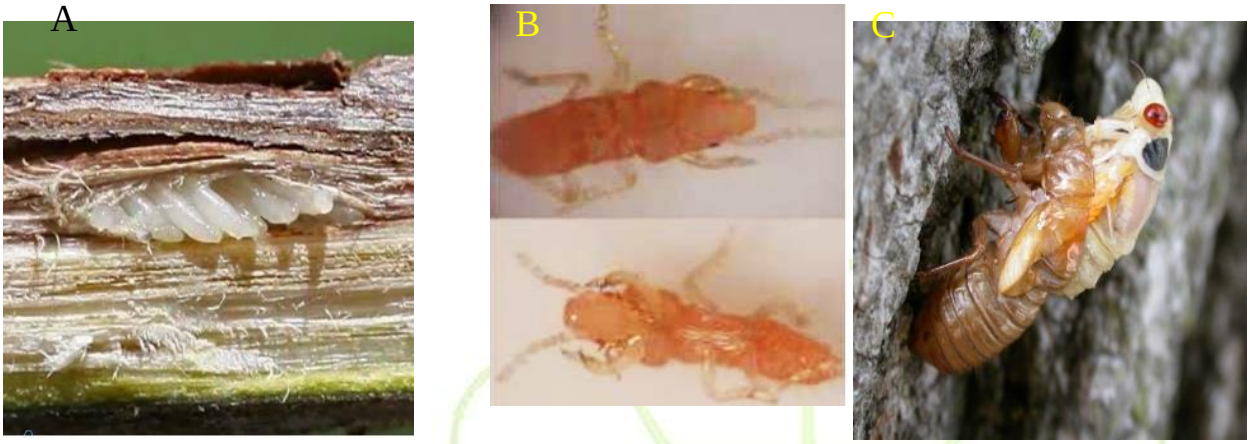
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه

ایران یکی از کشورهای عمدهٔ تولید کنندهٔ انگور (*Vitis vinifera*) و کشمش است که در سال زراعی ۲۰۲۱-۲۰۲۲ تولید جهانی انگور به حدود ۲۵/۶۲ میلیون تن رسید و در این مدت کشور ایران نیز با رقم تولیدی به میزان یک میلیون و ۹۹۰ هزار تن در جایگاه یازدهم دنیا قرار دارد (FAO, 2022). در بین ارقام انگور، تعدادی با میوه‌های مطلوب وجود دارند که به علت برخورداری از کیفیت بالا جهت مصارف تازه‌خوری، تهیه کشمش و فرآوری، توجه باغداران را به خود جلب نموده است. ولی ارقامی که میوه مطلوبی ندارند جایگاه خود را از دست داده ولی برخی از آنها حاوی ژن‌های با ارزشی از قبیل مقاومت به آفات و بیماری‌ها، سرما، شوری، خشکی و نظایر آنها را بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (علیزاده، ۱۳۷۹) و قابلیت استفاده به عنوان پایه را دارند. علاوه بر این؛ پایه‌ها بطور مستقیم، مقاومت، سازگاری، تحمل و کیفیت محصول انگور را متأثر می‌سازند و بطور غیرمستقیم روی کنترل رشد، زمان رسیدن و اندازه حبه اثر دارند (Shaffer et al., 2004).

آفت زنجره مو در ایران، افغانستان، نواحی جنوبی روسیه، ترکیه و عراق فعالیت دارد. این آفت در ایران در از لحاظ پراکنش در استان‌های قم، مرکزی، تهران، سمنان، کردستان، اصفهان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، قزوین، زنجان، همدان و خوزستان وجود دارد (Babaei, 1967) که علاوه بر تاک، بر روی درختان میوه‌های سردسیری نیز صدمه وارد می‌کند (Esmaeili, 1991). در ایران نیز این آفت در بیشتر نقاط کشور علاوه بر مو، به درختان انار، پسته، به، گردو و درختان غیرمثمره حمله می‌کند. خسارت عمده این آفت مربوط به تغذیه طولانی

مدت پوره‌ها از شیره نباتی ریشه تاک است (Babaei, 1967). در سال‌های اخیر به علت افزایش دما، کاهش میزان آب آبیاری و افزایش فواصل آبیاری، این آفت به خصوص در منطقه تاکستان طغیان نموده است (رسولی و همکاران، ۱۴۰۲). حشره بالغ ماده پس از خروج از خاک و جفت‌گیری، بر روی شاخه‌های سال جاری تخم‌گذاری نموده که پس از تفریخ تخم‌ها، روی خاک افتاده و روی ریشه مستقر می‌گردند (Esmaeili, 1991). در اثر تغذیه طولانی به مدت ۵-۴ سال، تاک به مرور زمان ضعیف شده و عملکرد اقتصادی خود را از دست داده و در نهایت خشک می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱- سیکل زندگی و خسارت زنجره مو، A: شاخه تخم ریزی شده، B: پوره های تازه تفریخ شده، C: نمایی از حشره کامل آفت زنجره مو پس از خروج از جلد شفیرگی.

به علت رفتارهای زیست‌شناسی خاص این آفت، هنوز روش عملی مناسبی جهت کاهش خسارت زنجره مو به دست نیامده است. روش‌های مبارزه شیمیایی نیز موفقیت چندانی را در پی نداشته است (ولی زاده و فرازمند، ۱۳۸۸). بااین‌وجود، استفاده از هرس سبز و جداکردن شاخه‌های تخم ریزی شده و از بین بردن آن‌ها، تا حدودی می‌توان از جمعیت این آفت کاست. استفاده از خاک رس کائولن باعث ایجاد یک لایه روی مواد گیاهی می‌شود که به عنوان یک مانع فیزیکی برای دفع آفات مختلف حشرات یا سرکوب هجوم با تغییر محرک‌های بینایی یا حسی میزبان عمل می‌کند. رس کائولن به عنوان یک عامل بازدارنده تخم‌گذاری برای انواع آفات کلیدی حشرات در باغ‌های میوه در ایالات متحده گزارش شده است (Glenn et al., 1999; Knight et al., 2000; Unruh et al., 2000) و در ایران نیز گزارش شده است که میزان تخک‌گذاری در تاکستان را به طور قابل توجهی کاهش می داد (فرازمند و همکاران، ۱۳۹۲). اگرچه هیچ گزارش منتشر شده‌ای از اثربخشی کاربرد ذرات رس کائولن برای جلوگیری از تخم‌گذاری توسط زنجره وجود ندارد، اما به عنوان استقرار با خطر کاهش یافته برای کنترل زنجره در تاکستان‌های غیربارور توصیه شده است (Pfeiffer et al., 2019). هدف از تحقیق حاضر ارزیابی میدانی برخی ارقام و پایه‌های انگور مقاوم از منظر مقاومت به زنجره مو بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی تحقیق حاضر شامل پایه مقاوم به فیلوکسرا (Kober 5BB)، ارقام هیبریدی گونه *Vitis labrusca* (وورمونک، کیشمیش لوجستی، وولگودون)، پایه‌های مقاوم به سرطان طوقه (اسپوتا و ناظمیه) و ژنوتیپ مقاوم به خشکی (Ch1) بودند. انگور رقم بیدانه سفید نیز به عنوان شاهد تجاری منطقه مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). نهال‌های ریشه‌دار یک‌ساله گلدانی هرکدام از پایه‌های مورد ارزیابی در هفته اول فروردین سال ۱۴۰۰ در قالب طرح آزمایشی در زمین اصلی کشت گردید. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه اصله تاک در هر کرت آزمایشی از سال ۱۴۰۰ لغایت ۱۴۰۲ انجام گرفت. در هفته آخر خردادماه شاخه‌های تخم‌ریزی‌شده زنجره

جمع آوری شده و انتهای آنها در کپسول پلاستیکی آب قرار داده شد تا خشک نگردند و به تعداد ۵ شاخه در کنار هر اصله تاک قرار داده شد تا پس از تفریخ در منطقه ریشه مستقر گردند. این عملیات به مدت سه سال متوالی تکرار شد. شمارش تعداد تخم و تعداد تخم تفریخ شده با استفاده از ذره بین دستی با بزرگنمایی ۱۰ برابر انجام شد. در پاییز سال ۱۴۰۲ منطقه ریشه هرکدام از تاک‌ها از نظر وجود پوره‌های سن ۲ تا ۳ زنجره مورد ارزیابی قرار گرفتند که به عنوان داده‌های بررسی میدانی ثبت گردیدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS Ver.26 تجزیه واریانس شد و برای مقایسه میانگین‌ها مقایسه میانگین از آزمون توکی استفاده شد.

جدول ۴- ویژگی‌های ارقام و پایه‌های مورد بررسی.

پایه/رقم	شجره	خصوصیات	رفرنس
اسپوتا	*V. viniferacv. ‹Jighigha› × V. riparia Gloire*	مقاوم به سرطان طوقه	(Mahmoudzadeh, 2015)
ناظمیه	*V. viniferacv. ‹Gharaozum› × Kober 5BB*	مقاوم به سرطان طوقه	(Mahmoudzadeh, 2015)
Kober 5BB	*Vitis berlandieri × V. riparia*	مقاوم به نماتد و شته فیلوکسرا، متحمل به تنش خشکی	(Minio et al., 2022); (Dodson & Andrew, 2017)
CH1	*V. vinifera*	متحمل به تنش خشکی	(رسولی و همکاران، ۱۴۰۲)
وورمونک	*V. labrusca × V. vinifera*	مقاوم به سفیدک	(رسولی، ۱۴۰۱)
کیشمیش لوجستی	*V. labrusca × V. vinifera*	مقاوم به سفیدک	(رسولی، ۱۴۰۱)
وولگودون	*V. labrusca × V. vinifera*	مقاوم به سفیدک	(رسولی، ۱۴۰۱)
بیدانه سفید	*V. vinifera*	شاهد (تجاری)	-
		۱۰۰ × تعداد پوره مستقر شده در ریشه / تعداد اولیه پوره تفریخ شده = درصد استقرار پوره	

نتایج و بحث

مقادیر میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارزیابی مشاهده‌ای مزرعه‌ای در جدول ۲ آورده شده است. تعداد تخم‌های اولیه و درصد تخم تفریخ شده زنجره مو در ارقام مورد بررسی فاقد اختلاف معنی‌دار بود. درصد استقرار و درصد بروز علائم در ارقام مختلف مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بود.

جدول ۲- مقادیر میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارزیابی مشاهده‌ای مزرعه‌ای.

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد اولیه تخم	تفریخ	استقرار	بروز علائم
تکرار	۲	۴۶۶/۶	۹۴	۴/۳۸	۰/۵
تیمار (رقم)	۷	۱۱/۰۴^{ns}	۱۰۵/۲^{ns}	۱۷۵/۰۷**	۷/۶۶**
خطا	۱۴	۵/۵	۵۰/۶	۴/۷۸	۲/۱

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد احتمال خطا

در جدول ۳، مقادیر میانگین و انحراف معیار و همچنین مقایسه آنها به روش توکی صفات تعداد اولیه تخم، درصد تفریخ، درصد استقرار و بروز علائم آورده شده است. بیشترین میزان استقرار آفت در ریشه ارقام بیدانه سفید، کیشمیش لوجستی، وورمونک و وولگودون مشاهده شد و در پایه Kober 5BB کمترین استقرار آفت مشاهده گردید به طوریکه میانگین آن به صفر متمایل بود. بیشترین بروز علائم استقرار آفت زنجره مو در ریشه در رقم بیدانه سفید مشاهده گردید در حالیکه در ژنوتیپ Ch1 و پایه‌های Kober 5BB، اسپوتا و ناظمیه، هیچگونه علائمی مشاهده نگردید. بیشترین میزان استقرار آفت در ریشه رقم بیدانه سفید و ارقام هیبریدی کیشمیش لوجستی، وورمونک و وولگودون

مشاهده شد و در پایه Kober 5BB هیچگونه استقرار آفت مشاهده نگردید و یا نزدیک به صفر بود. همچنین بیشترین بروز علائم استقرار آفت زنجره مو در ریشه در رقم بیدانه سفید مشاهده گردید در حالیکه در ژنوتیپ Ch1 و پایه‌های Kober 5BB، اسپوتا و ناظمیه، هیچ‌گونه علائمی مشاهده نگردید. این نتیجه با نتایج Lawo و همکاران (۲۰۱۱) همسو بود. در تحقیق آنها نیز ملاک اولیه مقاومت پایه‌ها به آفت فیلوکسرا، استقرار آفت در ریشه و برگ و تغذیه از آن بود. مشابه این نتیجه در تحقیق Alexandrov (۲۰۱۶) نیز دیده شد.

جدول ۲– مقایسه میانگین مشاهدات مزرعه‌ای به روش توکی.

ژنوتیپ/رقم/پایه	تعداد اولیه تخم	درصد تفریخ	درصد استقرار	بروز علائم
Ch1	۱۴۵ ± ۷	۷۳/۹ ± ۱۱/۷۱	۱/۴bc ± ۰/۲۳	۰/۰۰۱d* ± ۰/۰۰۰
Kober 5BB	۱۴۶ ± ۹/۵	۶۹ ± ۱۰/۴	۰/۰۰۱c ± ۰/۰۰۰	۰/۰۰۳d ± ۰/۰۰
اسپوتا	۱۵۰ ± ۷/۶	۷۴/۴ ± ۰/۸۷	۵/۸b ± ۱/۹۶	۰/۰۰۲d ± ۰/۰۰۰
بیدانه سفید	۱۴۲ ± ۴/۰۱	۸۲/۱ ± ۲/۵	۱۷/۹a ± ۲/۹۳	۴a ± ۰/۱
کیشمیش لوجستی	۱۵۱ ± ۶/۵	۸۰/۲ ± ۴/۴۷	۱۹/۳۴a ± ۲/۱	۳b ± ۰/۱۲
ناظمیه	۱۴۸ ± ۸/۱۴	۷۰/۶ ± ۸/۴۵	۶/۱b ± ۲/۱۷	۰/۰۰۱d ± ۰/۰۰
وورمونک	۱۴۱ ± ۹/۵	۸۴/۳ ± ۲/۵	۱۳/۹a ± ۳/۳۸	۲c ± ۰/۲
وولگودون	۱۴۷ ± ۸/۴	۸۳/۱ ± ۳/۰۵	۱۶/۱a ± ۲/۳	۲c ± ۰/۱۲

*: وجود حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌داری است.

در بررسی متون علمی، مطالعاتی که مبنی بر تعیین سطح مقاومت ارقام و پایه‌های تاک به زنجره مو مرتبط باشد بسیار محدود بود. با توجه به محدود جغرافیایی فعالیت این آفت و مطالعات رفتارهای بیواکولوژیکی آن، مطالعات در این زمینه را بسیار محدود نموده است. همچنین با توجه به اینکه این آفت از مرحله تفریخ تخم تا مرحله بلوغ حداقل به مدت چهار سال در زیر خاک و در منطقه گسترش ریشه فعالیت می‌نماید، مطالعات ارزیابی مقاومت تاک به آن را با سختی مواجه نموده است. با توجه به اینکه در پایه Kober 5BB، پوره‌های زنجره به هیچ عنوان در روی ریشه آن مستقر نشده و از آن تغذیه ننمودند، لذا مقاومت در این پایه از نوع آنتی‌بیوزیس است. ولی در پایه‌های ناظمیه و اسپوتا و در ژنوتیپ Ch1، با توجه به اینکه تغذیه آفت زنجره از ریشه آنها انجام شده ولی هیچگونه عوارضی را نشان ندادند لذا مقاومت آنها از نوع تحمل بود (Ahman, 2009). از آنجا که مقاومت به زنجره مو در مواد گیاهی مورد بررسی متفاوت بود، میتوان چنین تصور کرد که ژن‌های مقاومت اغلب در بین گونه‌های *Vitis* متفاوت است که به منشاء جغرافیایی پایه والدین تولید کننده آن بستگی دارد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در پایه‌های اسپوتا، ناظمیه و Kober 5bb استقرار آفت زنجره مو در حداقل ممکن بوده و یا اصلاً مشاهد نگردید بر این اساس این پایه‌ها به احتمال زیاد مقاوم به آفت زنجره مو بودند. ژنوتیپ CH1 از نظر درصد آلودگی به آفت زنجره مو بسیار پایین بوده و فاقد علائم ظاهری مانند رکود رشدی، تاخیر در جوانه زنی و بیدار شدن بهاره بود، به همین دلیل ژنوتیپ CH1 را می‌توان خیلی متحمل به آفت زنجره مو در نظر گرفت. ژنوتیپ CH1 و پایه‌های اسپوتا، ناظمیه و Kober 5bb به عنوان پایه مقاوم به آفت زنجره مو قابل توصیه است.

منابع

رسولی، و. ۱۴۰۱. ارزیابی تکمیلی گروه اول ارقام انگور روسی با تکیه بر تحمل به خشکی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره فروست سامانه فیپاک: ۶۲۰۵۸.

رسولی، و.، محمودزاده، ح. و فخرواعظی، ع. ۱۴۰۲. پایداری تولید انگور با استفاده از نهال‌های پیوندی با پایه‌های مقاوم به سرطان طوقه و خشکی. مجله ترویجی انگور، ۴(۷۱): ۲۰–۲۵.

فرازمند، ح.، ولی‌زاده، س.ح. و یوسفی، م. ۱۳۹۲. بررسی مقدماتی تأثیر خاک دیاتومه فرآوری‌شده در کاهش خسارت زنجره مو. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک.

ولی‌زاده، ح. و فرازمند، ح. ۱۳۸۸. مطالعه کارایی روش‌های کنترل زنجره مو، *Psalmocharias alhageos* (*Cicadidae* Hem.) Kol. در استان قم. فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی، ۱(۳): ۲۶۱–۲۶۸.

Ahman, I. 2009. Breeding for inducible resistance against insects – applied plant breeding aspects. Proceedings Working Group “Induced Resistance in Plants against Insects and Diseases”, Heraklion, Crete, Greece, 27–29.

Alexandrov, E. 2016. Interspecific hybrids of vines (*Vitis vinifera* L. × *Muscadinia rotundifolia* Michx.) with increased resistance to biotic and abiotic factors. Scientific Papers Series Management, Economic in Agriculture and Rural Development, 16: 39–44.

Babaei, H. 1965. The study of vine cicada, *Cicadatra ochreata* Melichar. Final report of research project. Iranian Research Institute of Plant Protection, 44 pp.

Dodson, P.J.C. and Walker, M.A. 2017. Influence of grapevine rootstock on scion development and initiation of senescence. American Journal of Enology and Viticulture, 1: 48–54.

Esmaeili, M. 1991. Fruit Trees Important Pests. Sepehr Press, Tehran, 578 pp.

Glenn, D.M., Puterka, G.J., Vanderzwet, T., Byers, R.E. and Feldhake, C. 1999. Hydrophobic particle films. A new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. Journal of Economic Entomology, 92: 759–771.

Knight, A.L., Unruh, T.R., Christianson, B.A., Puterka, G.J. and Glenn, D.M. 2000. Effects of a kaolin-based particle film on oblique banded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Economic Entomology, 93: 744–749.

Lawo, N.C., Weingart, G.J., Schuhmacher, R. and Forneck, A. 2011. The volatile metabolome of grapevine roots: First insights into the metabolic response upon phylloxera attack. Plant Physiology and Biochemistry, 49: 1059–1063.

Mahmoudzadeh, H. 2015. The effects of crown gall resistant rootstocks on the growth, yield, and fruit quality of Thompson Seedless grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology, 2: 1–8.

Minio, A., Cochetel, N., Massonnet, M., Figueroa-Balderas, R. and Cantu, D. 2022. HiFi chromosome-scale diploid assemblies of the grape rootstocks 110R, Kober 5BB, and 101–14. Research Data Management, 9: 660–662.

Pfeiffer, D.G. 2019. Spray bulletin for commercial tree fruit growers. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia; West Virginia University; University of Maryland, 1: 14–17.

Shaffer, R., Sampaio, T.L., Pinkerton, J. and Vasconcelos, M.C. 2004. Grapevine rootstocks for Oregon vineyards. Extension Service, Oregon State University, 201–209 pp.

Unruh, T.R., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M. and Puterka, G.J. 2000. Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. Journal of Economic Entomology, 93: 737–743.

Evaluation of Anatomic Resistance to Cicadas (*Psalmocharias alhageos*) in some Grapevine Varieties and Rootstocks

Valiollah Rasoli[1*]

1. Department of Physiology and Postharvest Technology, Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

[*]*Corresponding Author: spiiqv@gmail.com*

Abstract

The grape Cicadas (*Psalmocharias alhageos*) is one of the major pests of grapevines, found in Iran, Afghanistan, the southern regions of Russia, Turkey, and Iraq. The aim of the present study was to evaluate the field resistance to grape phylloxera in some grape cultivars and rootstocks. The plant materials of the present research included a phylloxera-resistant rootstock (Kober 5BB), hybrid cultivars of the species *Vitis labrusca* (Vormonak, Kishmish Loghasti, Volgodon), rootstocks resistant to crown gall (Spota and Nazemieh), and a drought-resistant genotype (Ch1). The seedless white grape cultivar was also used as a commercial control in the region. Following artificial infestation of the plant cultivars through ovipositing branches over three years, the number of eggs, the number of hatched eggs, and the establishment of the Cicadas nymphs in the root zone of each grapevine were evaluated. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. The highest level of pest establishment was observed in the roots of the seedless white cultivar, Kishmish Loghasti, Vormonak, and Volgodon, while the lowest pest establishment was observed in the Kober 5BB rootstock, with its average tending towards zero. The highest incidence of grape Cicadas establishment symptoms in the roots was observed in the seedless white cultivar, whereas in the Ch1 genotype and the Kober 5BB, Spota, and Nazemieh rootstocks, no symptoms were observed. Given that pest establishment in the Spota, Nazemieh, and Kober 5BB rootstocks was minimal or not observed at all, these rootstocks are likely resistant to grape Cicadas. The Ch1 genotype showed a very low percentage of infestation by grape Cicadas and lacked visual symptoms such as growth stagnation, delayed germination, and spring waking; therefore, the Ch1 genotype can be considered highly tolerant to grape phylloxera. The Ch1 genotype and the Spota, Nazemieh, and Kober 5BB rootstocks are recommended as resistant/tolerant rootstocks to grape Cicadas.

Keywords: Biological control, Grape, Pest establishment, Tolerance.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

کنترل شته *Aphis gossypii* روی گل داودی با کفشدوزک *Adalia decempunctata*

اصغر حسینی‌نیا[۱*]، زهرا مجیب حق قدم[۲]، حسین شیرانی[۳]، انوشه یوسف بیکی[۱]، امیر عربی[۱] و نوشین نظام‌آبادی[۴]

۱ – گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی،سازمان تحقیقات آموزش و تریج کشاورزی، محلات، ایران

۲– بخش گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت ایران

۳– گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ایران

۴– بخش علف هرز، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *Asghar.hosseini.nia@gmail.com*

چکیده

شته جالیز *Aphis gossypii* Glover مهم ترین آفت گل داودی در شرایط گلخانه می باشد.کفشدوزک *Adalia decempunctata* L.یکی از فعال‌ترین کفشدوزک‌های موجود در ایران است. پژوهش حاضر به منظور بررسی کارایی این کفشدوزک در کنترل بیولوژیک شته جالیز روی گل داودی بود. بدین منظور پرورش شته جالیز روی بوته های داودی در شرایط گلخانه‌ای انجام و شته‌های پرورش یافته جهت تغذیه کفشدوزک و آلوده سازی گیاهان زینتی مورد استفاده قرار گرفت. برای پرورش کفشدوزک‌ها نیز تعداد معینی از حشرات کامل (نوظهور) پس از جمع آوری از طبیعت و تعیین جنسیت آن‌ها انتخاب و بصورت جفت‌های جداگانه در اتاقک رشد با تغذیه از شته جالیز در دمای ۱±۲۸ درجه سلیسیوس، رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. سپس تیمارهای نوری با سطوح ۱۰، ۱۲ و ۱۴ هزار لوکس کندل، تیمارهای غذایی با سطوح ۲۰، ۳۰ و ۴۰ شته در روز روی بوته درون قفس توری، تیمارهای دمایی با سطوح ۲۰ ، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس در حداقل ۴ تکرار اجرا شدند. آزمایش با نرم افزار Minitab قالب Desigen of Experment (DOE) روش Box-Behnken-Desigen (BBD) تجزیه تحلیل گردید. نتایج نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*rm*) کفشدوزک با دما، نور و غذا رابطه مستقیمی دارد. بیشترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۰/۱۷۵۶۳ در کفشدوزک ده نقطه ای در دمای ۲۹ درجه سلسیوس، غذای ۴۰ شته در روز در بوته و اتاقک با ۱۴ هزار لوکس بود. لذا در کنترل شته داودی می توان در گلخانه‌ها دما را تا ۲۹ درجه سلسیوس و نور تا ۱۴ هزار لوکس کندل نگه داشت و کنترل تلفیقی شته‌ها را انجام داد.

واژگان کلیدی: داودی ، شته *A. gossypii* ، کفشدوزک *A. decempunctata*

مقدمه

امروزه با توجه به آثار زیان بار آفتکش‌ها، مبارزه تلفیقی آفات که در بخشی از آن، از روش‌های کنترل بیولوژیکی علیه آفات استفاده می‌شود، جایگاه بسیار ویژه‌ای پیدا کرده است .در نتیجه انواع دشمنان طبیعی که شامل شکارگران و پارازیتوئیدها هستند، برای کنترل آفات کشاورزی بسیار حائز اهمیت می‌باشند. به طور کلی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، پرورش و رهاسازی دشمنان طبیعی برای کاهش جمعیت حشرات و کنه‌های خسارت‌زا و در نتیجه ایجاد یک تعادل طبیعی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. گونه‌های مختلف شته‌ها به عنوان یکی از مهمترین آفات برای اکثر محصولات زراعی، باغی و گلخانه‌ای در سراسر دنیا شناخته شده‌اند. گونه‌های مختلف شته‌ها با مکیدن شیره پرورده گیاهی بطور مستقیم باعث کاهش رشد، عدم گلدهی و کاهش محصول، ضعف و پژمردگی گیاه و خسارت غیر مستقیم با انتقال عوامل بیماریزا بخصوص ویروس‌های گیاهی می شوند .در صنعت تولید گل و گیاهان زینتی، شته‌ها یک از مهمترین آفات شناخته شده‌ای هستند که عدم کنترل آنها در گلخانه ها می تواند باعث کاهش بازار پسندی گل ها و گیاهان زینتی شده و خسارت های جبران

ناپذیری به تولید کنندگان وارد می کند.شته جالیز *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) یکی از آفات مهم سبزی، صیفی و گیاهان زینتی در گلخانه‌ها می‌باشد .این آفت چند میزبانه و در بسیاری از مناطق سردسیر، نیمه گرمسیر و معتدل جهان فعال است و با تغذیه از شیره پرورده گیاهی خسارت‌های شدیدی به گیاهان زراعی، باغی و گلخانه‌ای وارد می‌آورد(Carletto, et.al., 2009)..تاکنون ۶۰۰۰ گونه کفشدوزک در دنیا شناسایی و نامگذاری شده که این تعداد در ۴۲ قبیله و ۳۶۰ جنس طبقه بندی شده است که کمتر از ۱۰ درصد آن‌ها گیاهخوار بوده و از آفات کشاورزی محسوب می‌شوند(Michaud,2012). بر پایه ترجیح غذایی، کفشدوزک‌ها را می‌توان بر اساس رسته شکارگری دسته بندی کرد که رایج ترین آن‌ها کفشدوزک‌های شته‌خوار ، شپشک‌خوار و کنه‌خوار است(Lundgren, 2009). کفشدوزک‌های شته‌خوار برای کنترل بیولوژیک گونه‌های مختلف شته‌ها در سامانه‌های مختلف کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Hodek and Michaud,2008). گونه *Adalia decempunctata Linnaeu* معروف به کفشدوزک ده نقطه‌ای از نظر رده‌بندی به خانواده Coccinellidae، زیر خانواده Coccinellinae ، قبیله Coccinellini و جنس Adalia تعلق دارد .کفشدوزک A. decempunctata در ناحیه پالئارکتیک گسترش یافته و از بیشتر کشورهای متعلق به قاره‌های اروپا، غرب‌آسیا و آفریقای شمالی گزارش شده است (Hodek and Michaud,2008).این گونه به صورت عمده شته خوار است(Nikitsky and Ukrainsky,2016) و فعالیت شکارگری لاروها و حشرات بالغ آن روی انواع درختچه‌های زینتی، درختان میوه هسته‌دار، دانه‌دار و درختان جنگلی پهن برگ و سوزنی برگ آلوده به شته، شپشک و پسیل از مناطق مختلف جهان گزارش شده است (Hodek and Honek,2009) اولین بار توسط منتظری (۱۳۷۳) از دشت گرگان و گنبد از روی درختان میوه گیلاس و آلوی آلوده به شته شناسایی و گزارش شد. کارایی و پتانسیل شکارگری دشمنان طبیعی از جمله کفشدوزک‌ها جهت استفاده در برنامه های کنترل بیولوژیک، ارتباط مستقیم به نوع میزبان غذایی دارد و اهمیت به سزایی در موفقیت یک برنامه کنترل بیولوژیک دارد (Kalushkov and Hodek ,2001). تاثیر نوع میزبان غذایی روی فاکتورهای زیستی کفشدوزک *A. decempunctata* ثابت کرد که شته *A. gossypii* یکی از میزبان‌های مناسب برای شکارگر مذکور است زیرا در طی دوره پرورش و تغذیه از شته جالیز، مراحل مختلف رشدی این کفشدوزک نسبت به سایر رژیم‌های غذایی دارای درصد زنده مانی بالایی بودند (Mojib-Haghghadam et al.,2018). . در تحقیقات ثابت شده، گونه های جنس *Adalia* در رهاسازی برای کنترل بیولوژیک شته‌ها پتانسیل بالای شکارگری از خود نشان داده‌اند (De Clercq et al., 2005).همچنین کارایی و شکارگری کفشدوزک گونه *Adalia tetraspilota* روی شته هلو Myzus persicae در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت .نتایج ثابت کرد میزان تغذیه روزانه لاروهای سن چهارم به میزان ۱/۰۴±۳۶/۹۶ عدد شته در روز بیشتر از لاروهای سن سوم بود همچنین حشرات ماده میزان تغذیه بیشتری نسبت به حشرات نر نشان دادند(Joshi *et al*.,2012) , در ایران استفاده از عوامل بیولوژیکی نظیر کفشدوزک‌های شپشک خوار موفقیت‌آمیز بوده به‌طوریکه نتایج کارایی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* در کنترل بیولوژیک شپشک آرد آلود *Planococus citri* روی گیاه حسن یوسف در شرایط گلخانه‌ای، نشان داد رهاسازی ۲ عدد کفشدوزک به ازای هر بوته حسن یوسف می تواند بیش از ۹۲ درصد از جمعیت آفت را تا ۱۵ روز بعد کنترل کند (Ghurbanians et al., 2013).

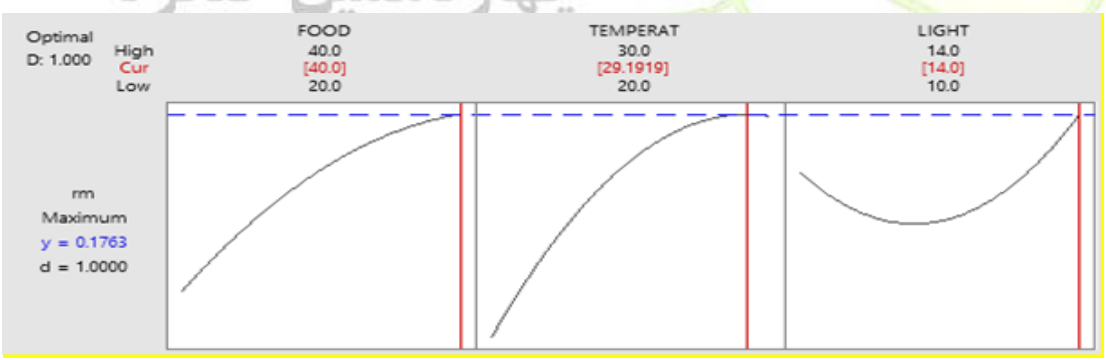
مواد و روش‌ها

قلمه ها از رقم پایه بلند شاخه بریده گل داودی *Chrysanthemum morifolium* با رنگ سفید ژنوتیپ ۶۲۴ تهیه گردید و پس از ریشه دار شدن در گلدان با دهانه ۱۴ سانتیمتری کاشته شد برای آزمایش از بوته های یک دسته ۱۵ سانتیمتری استفاده شد. برای پرورش انبوه شته جالیز *A. gossypii* از بوته های داودی در گلخانه استفاده شد. گلخانه‌ای با دمای ۵±۲۸ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۵۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی کاشته شد. برای هم سن سازی شته‌ها، پس از پرورش اولیه، تعدادی از شته‌های بی بال تازه ظاهر شده با قلم مو به بوته‌های فاقد آلودگی منتقل و بلافاصله پس از بکرزایی این شته‌ها، شته‌های منتقل شده حذف می شوند تا شته هم سن به دست آید (Mojib et al.,2018) برای اعمال تیمار ها اتاقک های رشد و دما ، نور و غذا متفاوت بودند. پس از رشد بوته های داودی در گلخانه، حشرات بالغ شته‌های *A. gossypii* از مزارع داودی جمع آوری و به صورت جداگانه طبق تیمار های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ شته در واحد

بوته درون قفس های توری در سه واحد گلخانه با دما های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس و سه نور متفاوت۱۰، ۱۲ و ۱۴ هزار لوکس کندل رهاسازی شدند. حشرات کامل کفشدوزک پس از انتقال به آزمایشگاه به صورت دسته جمعی در ظروف پرورش قرار داده و بعد از هر بار جفت گیری جنس‌های نر و ماده شناسایی و از ظروف پرورش جدا شدند. جفت به صورت جداگانه در ظروف پلاستیکی به ابعاد ۶ ×۱۰×۱۲سانتی متر قرار داده و درپوش ظروف جهت تهویه هوا به سوراخی با قطر ۳ سانتی متر با پارچه توری مجهز گردیدند. ظروف پرورش هر ۲۴ ساعت یکبار بازدید و با مشاهده دسته‌های تخم، جفت‌ها از ظروف پرورش خارج و به ظروف دیگر منتقل شده و حشرات کامل با شته های شته *A. gossypii* مورد تغذیه قرار می گیرند .تخم‌های جمع آوری شده از این جفت‌ها برای ایجاد کلنی کفشدوزک‌ها، در اتاقک رشد آزمایشگاه پرورش داده می شوند. بازدید قفس‌ها روزانه انجام و همه مراحل رشدی کفشدوزک ها درون قفس روی بوته داودی شمارش شدند. با توجه به تعداد ۲۰، ۳۰ و ۴۰ شته (پوره سن ۴ یا شته بالغ بدون بال) که در اختیار هر کفشدوزک قرار گرفت. هر تکرار شامل یک بوته از داودی در (قفس توری) بود. اجرای آزمایش‌ها، ابتدا هر یک از بوته های داودی با ۲۰، ۳۰ و ۴۰ شته ماده بالغ شته آلوده شدند، تعداد شته‌های مورد نیاز برای هر مرحله رشدی کفشدوزک و حشرات بالغ تعیین و میزان تغذیه روزانه مشخص و روی برگ‌های بالایی بوته داودی قرار داده شدند. به طور تقریب تعداد شته ها در تیمارها نزدیک به تعداد مورد نظر در تیمار نگه داشته شد. ۲۴ ساعت بعد پس از تثبیت شته‌ها روی برگ‌ها یک جفت نر و ماده کفشدوزک *A. decempunctata* رها سازی شد. ثبت وقایع تا پایان نسل بعدی روی بوته‌های داودی ادامه داشت. همچنین در طول انجام آزمایش‌ها نیز شته‌های نوظهور و پوره های سن اول از برگ‌ها حذف نشدند و برای تغذیه پوره‌های حاصل از جفت‌گیری کفشدوزک‌ها استفاده شدند کلیه آزمایش‌ها بطور جداگانه روی هر بوته داودی انجام شد. برای تخمین نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*rm*) کفشدوزک، ثبت وقایع روزانه تا مرگ هر کفشدوزک حاصل از تخم یک کفشدوزک رها شده اولیه ادامه یافت. سپس از روش (Carey, 1993) و نرم افزار Excel برای محاسبه *rm* استفاده گردید.

نتایج و بحث

طبق نتایج حاصله بهترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت با شرایط بهینه دما نور و تغذیه ۰/۱۷۶۳ محاسبه گردید. بهترین رشد و نمو کفشدوزک *A. decempunctata* در دمای بیش از ۲۶ درجه سلسیوس بود و بتهرین دما طبق نمودار (شکل ۱) در دمای ۲۹ درجه محاسبه گردید. بالا ترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت این کفشدوزک در شرای نوری ۱۴هزار لوکس کندل برآورد شد و بهترین شرایط تغذیه ای روی بوته‌های داودی که حدوداً ۴۰ شته با مراحل مختلف روی بوته بودند ایجاد شد (شکل ۱).



شکل ۱- نرخ ذاتی جمعیت (*rm*) کفشدوزک *A. decempunctata* در بهترین شرایط نوری ، دمای و غذای را با رنگ قرمز ، بالا ترین *rm* برای نور ۱۴ هزار لوکس کندل، دمای ۲۹ درجه سلسیوس و غذای حدود ۴۰ شته (مراحل مختلف رشدی).

نتایج ما با مطالعات (Mojib-Haghghadam, et al., 2018) مطابقت داشت. باتوجه به نتایج بدست آمده برای زنده مانی کفشدوک در گلخانه حداقل آفت باید وجود داشته باشد هرچند که این کفشدوزک ده نقطه ای دارای فعالیت شکارگری لاروها و حشرات بالغ روی انواع درختچه‌های زینتی، درختان میوه هسته‌دار، دانه‌دار و درختان جنگلی پهن برگ و سوزنی برگ آلوده به شته، شپشک و پسیل از مناطق

مختلف جهان Hodek and Honek، (2009) بوده است. با عین حال در گلخانه هایی که نور بیشتری دارند و بین ۱۲ تا ۱۴ هزار لوکس کندل روشنایی گلخانه هست فعالیت آن بیشتر بوده و می تواند شته های بیشتری را تغذه نموده و جمعیت شته را را زیر خسارت اقتصادی قرار دهد. همچنین دمای گلخانه باید حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه باشد این کفشدوزک ده نقطه ای دمای خنک را دوست دارد و در مناطق سردسیری فعالیت بیشتری دارد در گلخانه های محصور می تواند فعالیت د اشته باشد ولی چون درختان هسته دار و دانه دار نیز ترجیح می دهد و می تاند روی گونه های دیگر شته نیز استقرار یابد برای حمایت و زنده مانی آن بهتر است در فضای سبزی محیط های گلخانه از این درختان استفاده شود.

منابع

Carey, J.R. 1993. Applied demography for biologists: With special emphasis on insects. Oxford University Press, pp. 1–12.

Carletto, J., Lombaert, E., Chavigny, P., Brevault, T., Lapchin, L. and Vanlerberghe-Masutti, F. 2009. Ecological specialization of the aphid *Aphis gossypii* Glover on cultivated host plants. Molecular Ecology, 18: 2198–2212.

De Clercq, P., Bonte, M., Van Speybroeck, K., Bolckmans, K. and Deforce, K. 2005. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lep., Phycitidae) and pollen. Pest Management Science, 61: 1129–1132.

Ghurbanians, S., Ranjbar Aghdam, H. and Qajarieh, H. 2013. Investigating the efficiency of the ladybird *Cryptolaemus montrouzieri* in the biological control of mealybug *Planococcus citri* on the plant epazote under greenhouse conditions. Iranian Agricultural Sciences Journal, 44(2): 235–241.

Hodek, I. and Honek, A. 2009. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. Biological Control, 51: 232–243.

Jalali Sendi, J., Zibaee, A. and Mohaghegh, J. 2018. Suitability of *Aphis gossypii* Glover, *Aphis fabae* Scop. and *Ephestia kuehniella* Zeller eggs for the biology and life-table parameters of *Adalia decempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). Archives of Biological Sciences, 70(4): 737–747.

Joshi, P.C., Khamashon, L. and Kaushal, B.R. 2012. Predation of *Adalia tetraspilota* (Hope) (Coleoptera: Coccinellidae) on green peach aphid (*Myzus persicae* Sulzer). Entomology, Ornithology & Herpetology, 1(1): 1–3.

Kalushkov, P. and Hodek, I. 2001. New essential aphid prey for *Anatis ocellata* and *Calvia quatuordecimguttata* (Coleoptera: Coccinellidae). Biocontrol Science and Technology, 11: 35–39.

Lundgren, J.G. 2009. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. Biological Control, 51: 294–305.

Michaud, J.P. 2012. Coccinellids in biological control. In: Hodek, I., Van Emden, H.F. and Honěk, A. (eds.), *Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)*.

Nikitsky, N.B. and Ukrainsky, A.S. 2016. The ladybird beetles (Coleoptera, Coccinellidae) of Moscow Province. Entomological Review, 96: 710–735.

Control of *Aphis gossypii* on chrysanthemums using *Adalia decempunctata*

Asghar Hosseininia[1*], Zahra Mojib-Haghghadam[2], Hossein Shirani[3], Anousheh Yousefibeiki[1], Amir Arabi[1] and Noushin Nazemabadi[3]

1. Production Technology and Management Group, Ornamental Plants Research Institute, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Education and Promotion Research Organisation, Mohallat, Iran
2. Plant Protection Department, Agricultural and Natural Resources Research Centre of Gilan Province, Plant Protection Research Institute, Agricultural Education and Promotion Research Organisation, Rasht, Iran
3. Soil Science Group, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

[*]Corresponding Author: Asghar.hosseini.nia@gmail.com

Abstract

The cotton aphid *Aphis gossypii* Glover is the most important pest of chrysanthemums in greenhouse conditions. The ladybird *Adalia decempunctata* L. is one of the most active ladybirds found in Iran. This study aimed to investigate the efficacy of this ladybird in the biological control of the cotton aphid on chrysanthemums. To this end, the cultivation of cotton aphids on chrysanthemum plants was conducted under greenhouse conditions, and the reared aphids were used to feed the ladybirds and infect ornamental plants. For the rearing of the ladybirds, a specific number of adult insects (newly emerged) were collected from nature and sexed, and then kept in separate pairs in a growth chamber, feeding on cotton aphids at a temperature of 28 ± 1 degrees Celsius, relative humidity of 70 ± 5 percent, and with 16 hours of light and 8 hours of darkness. The light treatments were applied at levels of 10, 12, and 14 thousand lux candles, the food treatments consisted of 20, 30, and 40 aphids per day on the plants inside the mesh cage, and the temperature treatments were at levels of 20, 25, and 30 degrees Celsius, conducted with at least 4 replications. The experiment was analyzed using Minitab software with the Design of Experiments (DOE) method Box-Behnken Design (BBD). The results showed that the intrinsic rate of population increase (*rm*) 0.17563 of ladybugs has a direct relationship with temperature, light, and food, with the highest intrinsic rate of increase occurring at a temperature of 29 degrees Celsius, 40 aphids per day on the plant, and 14 thousand lux in the chamber. Therefore, in controlling aphids on chrysanthemums, the temperature in greenhouses can be maintained at 29 degrees Celsius and light at 14 thousand lux while implementing integrated pest management.

Keywords: Chrysanthemum, Aphid *A. gossypii*, Ladybird *A. decempunctata.*

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات محلول‌پاشی سولفات پتاسیم بر صفات کیفی میوه هلو تحت تنش خشکی

منیژه کیانی[1*] و احمد ارشادی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *kiani.manijeh1361@gmail.com*

چکیده

تغذیه پتاسیم می‌تواند باعث افزایش بهره‌وری گیاهان تحت شرایط تنش خشکی شود. در این پژوهش، تاثیر تغذیه برگی سولفات پتاسیم بر کیفیت میوه هلوی رقم آلبرتا تحت تنش خشکی بررسی شد. درختان هلو با غلظت‌های مختلف سولفات پتاسیم (صفر، ۱۰ و ۲۰ در هزار) در رژیم‌های آبی مختلف (تأمین رطوبت خاک در سه سطح ۱۰۰٪، ۸۵٪ و ۷۰٪ آب قابل‌دسترس خاک) محلول‌پاشی شدند. تنش خشکی منجر به کاهش خصوصیات کیفی میوه، از جمله میزان رنگ‌گیری، اندازه میوه، قطر و طول میوه شد. با این حال، به دلیل افزایش تجمع مواد جامد محلول در میوه، شاخص طعم میوه افزایش یافت. محلولپاشی سولفات پتاسیم در شرایط خشکی، در هر دو غلظت، ویژگی‌های کیفی میوه از جمله مواد جامد محلول و شاخص طعم را افزایش داد. محلولپاشی سولفات پتاسیم منجر به تولید میوه‌های شیرین‌تر و خوشمزه‌تر از طریق افزایش محتوای قند و کاهش اسیدیته میوه شد. علاوه بر این، غلظت پتاسیم میوه، شاخص قرمزی، و شاخص L بهبود یافت که به سلامت و بازارپسندی میوه کمک می‌کند با این حال، محلول‌پاشی سولفات پتاسیم تاثیر محسوسی بر برخی صفات مانند وزن میوه، وزن گوشت و سفتی میوه نشان نداد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تغذیه برگی سولفات پتاسیم کیفیت میوه هلو را در شرایط تنش خشکی بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، سولفات پتاسیم، کیفیت میوه، مواد جامد محلول.

مقدمه

حدود ۸۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان تحت شرایط دیم است و بیشتر آن مستعد خشکسالی است که بهره وری محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد (Mphande et al., 2020)، که کشور ایران هم از این مقوله مستثنی نبوده و بیش از ۶۵ درصد از مساحت ایران را مناطق خشک یا نیمه خشک تشکیل می‌دهد که بارندگی نامنظم آن از ۳۰۰ میلی متر در سال تجاوز نمی کند (Abdi et al., 2016). گیاهان در طول دوره رشد خود به طور مستمر در شرایط محیطی نامساعدی مانند خشکی قرار دارند که این تنش ها با مهار فتوسنتز از طریق کاهش محتوای کلروفیل و آسیب به سیستم فتوسنتزی، بهره وری و تولید محصولا را محدود می کنند تنش ها فعالیت فتوشیمیایی را مهار می کنند و فعالیت چرخه کالوین را کاهش می دهند (Avestan et al., 2017). بنابراین انتخاب ارقام مقاوم و استفاده از موادی جهت کاهش اثرات تنش راههای هستند که می تواند برای مقابله با تنش صورت گیرند.

تغذیه معدنی یکی از ابزارهای اصلی برای بهینه‌سازی عملکرد و کیفیت میوه است، که محلول‌پاشی برگ درختان در بین باغداران محبوبیت پیداکرده است زیرا می‌تواند به تأمین نیازهای غذایی گیاه کمک کند. میزان اثربخشی محلول‌پاشی عناصر به ظرفیت جذب و نفوذ در برگ‌ها بستگی دارد (Ashraf et al., 2011). همچنین پتاسیم با تنظیم پتانسیل اسمزی درون‌سلولی، بر تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل قندهای محلول تأثیر می‌گذارد و پتانسیل اسمزی بافت گیاه را کاهش می‌دهد. این شرایط باعث افزایش جذب آب توسط ریشه و بهبود روابط آبی گیاه می‌شود (Hualpa-Ramirez et al., 2024). مطالعات قبلی نشان داده است که سولفات پتاسیم باعث بهبود متابولیت های اولیه در گیاهان می‌شود که می‌توانند بر

بیوسنتز برخی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی تأثیرگذار باشد. درنتیجه این تیمار باعث افزایش کیفیت میوه ازنظر اقتصادی و سلامتی می‌شود (Gaaliche et al., 2019). بنابراین محلول‌پاشی پتاسیم می‌تواند باعث افزایش رشد درخت، بهبود عملکرد درخت و افزایش کیفیت میوه شود (Okba et al., 2021).

با توجه به اهمیت خشکسالی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، و همچنین نقش حیاتی پتاسیم در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم بر بهبود مقاومت گیاهان به تنش خشکی و افزایش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی طراحی شده است. در این تحقیق، تأثیر استفاده از نمک‌های مختلف پتاسیم (مانند کلرید پتاسیم، سولفات پتاسیم و نانو پتاسیم) بر روی گیاهان تحت شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در یک باغ تجاری هلو (رقم آلبرتا) با درختان ۶ ساله، در شهرستان نهاوند با مختصات جغرافیایی x=249163.32 و y=3801675.01 وآزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. مقادیر متفاوتی از سولفات پتاسیم به‌صورت محلولپاشی در اختیار درختان هلو که با فاصله ۴ در۴ کشت شده‌اند، قرار گرفت.

آزمایش در قالب فاکتوریل با طرح پایه بلوک کاملا تصادفی با ۹ تیمار مختلف طی چهار ماه و با سه تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل دو درخت هلو بود. فاکتورهای آزمایشی شامل آبیاری در سه سطح تأمین ۱- رطوبت خاک به میزان: ۱۰۰٪، ۸۵٪ و ۷۰٪ آب قابل‌دسترس خاک و ۲- تغذیه برگی سولفات پتاسیم با غلظت‌های صفر (محلول‌پاشی آب مقطر)، ۱۰ در هزار و ۲۰ در هزار بود. این طرح شامل ۹ تیمار و ۳ تکرار بود و هر واحد آزمایشی حاوی دو درخت بود که درمجموع ۵۴ درخت هلو در این آزمایش موردبررسی قرار گرفت.

اجرای تیمار خشکی از اواخر اردیبهشت ماه آغاز شد و به مدت چهار ماه و نیم ادامه داشت، محلول‌پاشی تیمارهای مختلف سولفات پتاسیم همزمان با تیمارهای رطوبتی شروع شد و بافاصله هرماه یک‌بار (اواخر اردیبهشت، خرداد،تیرماه) و مجموعاً ۳ بار تارسیدن کامل میوه‌ها (اواخر مردادماه) انجام شد. لازم به ذکر است محلول‌ها در هر مرحله به‌صورت تازه تهیه‌شده و در ظرف تاریک تا موقع محلول‌پاشی نگه‌داری شد. محلول‌پاشی روی درختان موردنظر بعدازظهر و تا مرحله‌ی آب چک با سمپاش انجام شد.

در اواخر اردیبهشت ماه تا اوایل خرداد از ارتفاع ۲-۱/۵ متری درخت، به‌صورت تصادفی از چهار طرف درخت دو شاخه یکساله انتخاب و تعداد ده عدد برگ بالغ و سالم از هر درخت (ازهرکرت معادل سی عدد برگ) از سر شاخه های سال جاری انتخاب و جمع آوری شد. نمونه‌های موردنیاز برای اندازه‌گیری فعالیت های آنزیمی به فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و بخشی از برگ‌های تازه نیز برای اندازه‌گیری ترکیبات بیو شیمیایی به فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد منتقل شدند. همچنین پس از اتمام رشد سال جاری در آبان ماه طول (خط کش) و قطر شاخه های سال جاری (بوسیه کولیس)، طول و عرض تاج درخت بوسیه متر که مورد ارزیابی قرار گرفتند.

به‌منظور ارزیابی صفات کمی و کیفی میوه، از هر واحد آزمایشی تعداد ده عدد میوه (ازهرتیمار معادل سی عدد میوه) به‌طور تصادفی برداشت شده و موردبررسی قرار گرفت. وزن میوه‌ها پس از برداشت، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید و طول و قطر میوه‌ها، با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شده و میانگین قطر میوه از دو طرف به‌عنوان قطر میوه در نظر گرفته شد با استفاده از داده‌های طول و قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه محاسبه گردید.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین و تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که تیمار تنش خشکی باعث کاهش معنی دار کمیت و کیفیت هلو شده و در مقایسه با شرایط کنترل در بسیاری از پارامتر های اندازه گیری شده از جمله اسیدیته قابل تتراسیون،

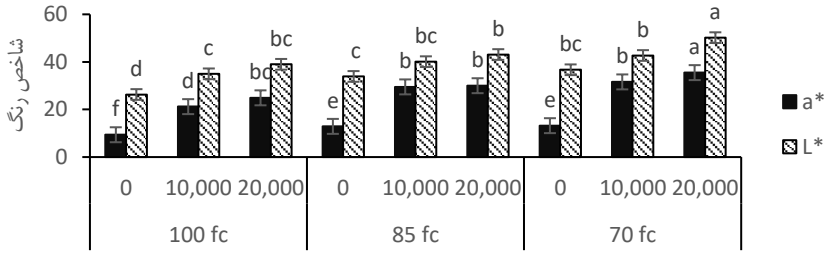
مواد جامد محلول تست چشایی و شاخص رنگ میوه تفاوت معنی داری دیده شد، اما محلول‌پاشی سولفات پتاسیم باعث بهبود شاخص های کمی و کیفی میوه شده بطوریه بیشترین میزان مواد جامد محلول، شاخص چشایی، اسیدیته، سفتی بافت میوه و شاخص رنگ، اندازه میوه شامل طول و قطر میوه با محلول پاشی ۲۰ در هزار سولفات پتاسیم بدست آمد. هر چند در بعضی از شاخص ها مانند مواد جامد محلول بیشترین میزان، در شرایط تنش بدست آمد که این می تواند به دلیل افزایش سطح سازگاری گیاه به شرایط تنشی باشد (جدول ۱). در تایید نتایج این آزمایش سایر محققان گزارش دادند که افزایش غلظت یون پتاسیم می‌تواند در تحمل به شرایط تنش مؤثر باشد زیرا سطوح قابل‌توجه پتاسیم می‌تواند به‌عنوان محافظی در برابر آسیب‌های اکسایشی که در شرایط تنش ایجاد می‌شود، عمل کند و این مورد قبلاً در گیاهانی مانند انگور، گوجه‌فرنگی، فلفل و بادمجان گزارش‌شده است(Saadati et al., 2021). هرچند که تیمارهای تنش خشکی ملایم و متوسط در مرحله اول و دوم آزمایش باعث بهبود محتوای مواد جامد محلول به میزان ۱۶٪ و ۱۵٪ شد و همچنین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون را کاهش داد، اما تنش خشکی و کمبود بخصوص اگر در طی رسیدگی میوه اتفاق بیفتد، باعث کاهش اندازه میوه می شود (Wang et al., 2019).

جدول ۱- تاثیر سولفات پتاسیم و کم آبیاری بر مقدار اندازه میوه، وزن تر، ماده خشک، مقدار پتاسیم، سفتی میوه و شاخص رنگ میوه هلو، رقم آلبرتا.

تیمار		طول (میلی متر)	قطر (میلی متر)	وزن تر میوه	ماده خشک	پتاسیم میوه	سفتی میوه	شاخص رنگ	
				(گرم)		(درصد)	(n/cm^2)	a*	L*
	شاهد	۵/۱۱a	۵/۵۳a	۱۲۳a	۱۵/۲a	۰/۶۰c	۹۹/۸a	۱۲/۰c	۳۲/۳c
سولفات	**۱۰**	۵/۱۹a	۵/۵۶a	۱۲۶a	۱۴/۶ab	۱/۴۴b	۱۰۸a	۱۲/۴b	۳۹/۲b
پتاسیم	**۲۰**	۵/۱۱a	۵/۴۲a	۱۱۵a	۱۴/۰b	۱/۸۳a	۱۰۸a	۳۰/۱a	۴۴/۱a
	۱۰۰	۵/۲۱a	۵/۵۹a	۱۲۶a	۱۳/۸b	۱/۴۵a	۸۳/۱b	۱۸/۵c	۳۳/۴c
کم	**۸۵**	۵/۱۲a	۵/۴۸a	۱۱۹a	۱۴/۰b	۱/۲۸b	۱۱۵a	۲۶/۹a	۴۳/۲a
آبیاری	**۷۵**	۵/۰۸a	۵/۴۴a	۱۱۹a	۱۶/۰a	۱/۱۴c	۱۱۸a	۲۴/۱b	۳۹/۰b
تجزیه واریانس									
سولفات پتاسیم		ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
خشکی		ns	ns	ns	**	**	**	**	**
سولفات پتاسیم*خشکی		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

ns عدم معنی داری، * معنی داری در سطح ۵ درصد و ** معنی داری در سطح یک درصد را نشان می دهند. حروف مشابه در هر ستون عدم تاثیر معنی دار در سطح ۰/۰۵ بر اساس آزمون دانکن را نشان می دهد.

همچنین تحقیقات نشان داده است که تحت تنش خشکی میزان مواد جامد محلول و شاخص طعم میوه نسبت به شرایط عدم تنش افزایش یافته است. از طرفی در سال دوم در گیاهان تحت تنش خشکی اندازه میوه، شیرینی، رنگ و اسیدهای آلی میوه نیز کاهش یافت (Blanco et al., 2019). نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی متوسط و محلول پاشی پتاسیم باعث افزایش رنگ میوه های هلو شده است (شکل ۱) که در مطابقت با این تحقیق سایر محققان اظهار کردند که درصد رنگ قرمز و مقادیر آنتوسیانین محتوای پوست میوه هلو با کاهش آبیاری و افزایش سطح کود دهی پتاسیم افزایش یافت (Mikhael et al., 2010). همچنین بلانکو و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که تنش آبی ۶۵٪ ظرفیت زراعی منجر به افزایش شاخص L^* در پوست میوه نسبت به شرایط عدم تنش و تنش ۵۵٪ شد. هنگامی‌که میوه شروع به تغییر رنگ کرد، تنش ۶۵ درصد به رنگ‌های قرمزتر از میوه بدون تنش و تنش ۵۵ درصد منجر شد، اما در هنگام برداشت درختان از هر دو تیمار کم‌آبیاری، گیلاس‌های تیره‌تری نسبت به آبیاری صد درصد داشتند.



شکل ۱- اثرات متقابل کم آبیاری و سولفات پتاسیم بر روی شاخص رنگ a* و L* میوه هلو رقم آلبرتا.

منابع

Abdi, S., Abbaspur, N., Avestan, S. and Barker, A. 2016. Sana physiological responses of two grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars to CycocelTM treatment during drought. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 91: 211–219.

Ashraf, M.A., Ahmad, M.S.A., Ashraf, M., Al-Qurainy, F. and Ashraf, M.Y. 2011. Alleviation of waterlogging stress in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) by exogenous application of potassium in soil and as a foliar spray. Crop and Pasture Science, 62: 25–38.

Avestan, S., Naseri, L. and Barker, A.V. 2017. Evaluation of nanosilicon dioxide and chitosan on tissue culture of apple under agar-induced osmotic stress. Journal of Plant Nutrition, 40: 2797–2807.

Blanco, V., Martínez-Hernández, G.B., Artés-Hernández, F., Blaya-Ros, P.J., Torres-Sánchez, R. and Domingo, R. 2019. Water relations and quality changes throughout fruit development and shelf life of sweet cherry grown under regulated deficit irrigation. Agricultural Water Management, 217: 243–254.

Gaaliche, B., Ladhari, A., Zarrelli, A. and Mimoun, M.B. 2019. Impact of foliar potassium fertilization on biochemical composition and antioxidant activity of fig (*Ficus carica* L.). Scientia Horticulturae, 253: 111–119.

Hualpa-Ramirez, E., Carrasco-Lozano, E.C., Madrid-Espinoza, J., Tejos, R., Ruiz-Lara, S., Stange, C. and Norambuena, L. 2024. Stress salinity in plants: New strategies to cope with in the foreseeable scenario. Plant Physiology and Biochemistry: 108507.

Mikhael, G., Aziz, M.A. and El-Messeih, A. 2010. Effect of some flood irrigation and potassium fertilization treatments on vegetative growth, yield and fruit quality of 'Dessert Red' peach trees grown in clay soil. Journal of Plant Production, 1: 599–620.

Mphande, W., Kettlewell, P.S., Grove, I.G. and Farrell, A.D. 2020. The potential of antitranspirants in drought management of arable crops: A review. Agricultural Water Management, 236: 106143.

Okba, S.K., Mazrou, Y., Elmenofy, H.M., Ezzat, A. and Salama, A.-M. 2021. New insights of potassium sources impacts as foliar application on 'Canino' apricot fruit yield, fruit anatomy, quality and storability. Plants, 10: 1163.

Saadati, S., Baninasab, B., Mobli, M. and Gholami, M. 2021. Foliar application of potassium to improve the freezing tolerance of olive leaves by increasing some osmolyte compounds and antioxidant activity. Scientia Horticulturae, 276: 109765.

Effects of Potassium Sulfate Foliar Application on the Quality Traits of Peach Fruit under Drought Stress

Manijeh Kiani[1*] and Ahmad Ershadi[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
Corresponding Author: kiani.manijeh1361@gmail.com

Abstract

Potassium nutrition can enhance plant productivity under drought stress conditions. In this study, the effect of foliar application of potassium sulfate on the fruit quality of 'Elberta' peach under drought stress was investigated. Peach trees were sprayed with different concentrations of potassium sulfate (0, 10, and 20 g L^{-1}) under different irrigation regimes (providing soil moisture at 100%, 85%, and 70% of available soil water). Drought stress reduced fruit quality traits, including coloration, fruit size, diameter, and length. However, due to the accumulation of soluble solids in the fruit, the fruit taste index increased. Foliar application of potassium sulfate under drought conditions, at both concentrations, enhanced fruit quality traits such as soluble solids content and taste index. Potassium sulfate spraying resulted in sweeter and more palatable fruits by increasing sugar content and reducing fruit acidity. In addition, fruit potassium concentration, redness index, and L index improved, contributing to fruit health and marketability. Nevertheless, foliar application of potassium sulfate showed no significant effect on some traits such as fruit weight, flesh weight, and fruit firmness. The findings of this study demonstrated that foliar potassium sulfate nutrition improved peach fruit quality under drought stress conditions.

Keywords: Drought stress, Potassium sulfate, Fruit quality, Soluble solid content.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی پاسخ‌های رشدی و فیزیولوژیک پسته به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک تحت تنش خشکی

الهام ابراهیم‌پور[۱]، بهمن پناهی[۲*] و بهاره دامن‌کشان[۳]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه علوم باغبانی، تهران، ایران
۲- پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: *bahman_2@yahoo.com*

چکیده

این پژوهش به بررسی اثر محلول‌پاشی آنتی اکسیدان‌ها شامل اسید سالیسیلیک (SA) و اسید آسکوربیک (AA) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی نهال‌های پسته رقم بادامی تحت تنش خشکی پرداخت. این آزمایش در شرایط گلخانه‌ای و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نهال‌ها در گلدان‌هایی با خاک لوم شنی کشت شدند. تیمارها شامل سه سطح تنش خشکی (۳۰٪، ۶۰٪ و ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی) و سه غلظت از SA و AA (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) بودند. در پایان آزمایش، نهال‌های شش‌ماهه از نظر وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، تعداد برگ، ضخامت برگ، قطر و طول ساقه، طول ریشه، محتوای نسبی آب، نشت الکترولیتی، تجمع پرولین و گلایسین بتائین، و میزان کلروفیل a ، bو کل ارزیابی شدند. نتایج نشان داد تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار ویژگی‌های رشدی و محتوای کلروفیل شد و در عین حال نشت الکترولیتی افزایش یافت. با این حال، محلول‌پاشی SA و AA به‌ویژه در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار، آثار منفی تنش را کاهش دادند، به‌ویژه در شرایط تنش متوسط SA و AA تأثیر مشابهی در بهبود حفظ آب، افزایش بیوماس، و پاسخ‌های بیوشیمیایی نظیر تجمع پرولین و گلایسین بتائین داشتند. در مجموع، استفاده از SA با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و AA با غلظت ۰/۵ تا ۱ میلی‌مولار برای بهبود تحمل تنش خشکی و رشد بهتر نهال‌های پسته در شرایط کم‌آبی متوسط توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی، اسمولیت، تنظیم اسمزی، نشت الکترولیت.

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی مؤثر بر کاهش رشد و عملکرد گیاهان از طریق تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است (Vahdati et al., 2009; Zokaee-Khosroshahi et al., 2014). واکنش گیاه به کم‌آبی بسته به گونه، رقم، شدت و مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است .(Tardieu, 2013) پسته به‌عنوان یکی از محصولات اقتصادی مهم ایران، در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور کشت می‌شود (Panahi et al., 2001). بهبود تحمل آن به تنش خشکی از نظر اقتصادی و کشاورزی اهمیت بالایی دارد. اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی، نقش مهمی در جوانه‌زنی، رشد، گل‌دهی، انتقال یون‌ها و فتوسنتز ایفا می‌کند (Harper and Balke, 1981; Hajam et al., 2017; Khan et al., 2003). این ماده با تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند متابولیسم نیتروژن و پرولین و تولید گلیسین‌بتائین می‌تواند مقاومت گیاه در برابر خشکی را افزایش دهد (Khan et al., 2015). کاربرد برون‌زاد آن از طریق بذرمالی، آبیاری یا محلول‌پاشی، سازوکارهای مقاومت در برابر تنش‌های غیرزیستی را فعال می‌سازد (Shahmoradi and Naderi, 2018; Shamshiri and Hassani, 2015). همچنین، اسید آسکوربیک به‌عنوان آنتی‌اکسیدانی محلول در آب، با خنثی‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن مانند H_2O_2، نقش مهمی در کاهش استرس اکسیداتیو دارد (Babashpour-Asl and Piryaei, 2021; Sharma et al., 2012). این ترکیب همراه با آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و گلوتاتیون، مقاومت به خشکی را تقویت می‌کند (Noctor and Foyer, 1998;).

مطالعات نقش مثبت اسید سالیسیلیک را بر روی فتوسنتز و رشد گیاهان (Rajasekaran et al., 2002) فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی (Ghasemzadeh, 2013 and Hawa)، افزایش میزان کلروفیل، محتوای نسبی آب و کاهش پروکسیداسیون چربی‌ها و گونه‌های فعال اکسیژن (Agarwal et al. 2005) تحت تنش خشکی نشان می‌دهد. محلول پاشی اسیدآسکوربیک به عنوان یک آنتی اکسیدان، سبب

افزایش بردباری به تنش خشکی و کاهش اثرات مضر آن در گیاه شده است (رضایی و قربانلی،۱۳۹۱). بنابراین، با توجه به شیوع بالای تنش خشکی در مناطق پسته‌کاری کشور، اهمیت اقتصادی این محصول راهبردی، و شواهد علمی مبنی بر اثرات سودمند اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در ارتقاء مقاومت گیاهان به خشکی، هدف پژوهش حاضر بررسی اثر محلول‌پاشی این دو ترکیب بر شاخص‌های فیزیولوژیکی نهال‌های پسته رقم بادامی در شرایط تنش خشکی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان با شرایط کنترل‌شده، دمای میانگین روز ۲۵ ± ۲ درجه سانتی‌گراد، شب ۲۰ ± ۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی حدود ۶۵ درصد و طول روز ۱۴ ساعت روشنایی و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سه عامل مورد بررسی شامل تنش خشکی در سه سطح: شاهد (۱۰۰٪ رطوبت قابل استفاده)، تنش متوسط (۶۰٪)، و تنش شدید (۳۰٪)، اسید سالیسیلیک در سه سطح: ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار، و اسید آسکوربیک در سه سطح: ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار بودند. تنش‌های آبی بر اساس وزن گلدان و رطوبت خاک، مطابق با روش باقری و همکاران (۲۰۱۲)، اعمال شد. گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر، حاوی ۱۰ کیلوگرم خاک شنی-لومی (۶۰٪ شن، ۲۵٪ سیلت، ۱۵٪ رس؛ pH = ۵/۷) و نهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند با سن یک‌سال بودند. تیمارها به‌صورت محلول‌پاشی برگی روی نهال‌ها با حجم تقریبی ۵۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان و در ساعات اولیه صبح، در سه نوبت طی دوره رشد انجام گرفت. در پایان دوره‌ی رشد (۶ ماهگی)، صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نهال‌ها ارزیابی شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده شامل: وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، تعداد برگ، ضخامت برگ، قطر ساقه، طول ساقه و ریشه، محتوای نسبی آب برگ (RWC) (Turner, 1981)، نشت الکترولیت (Picchioni et al., 1991)، میزان پرولین (Bates et al., 1973)، میزان گلایسین بتائین (Di Martino et al., 2003)، و کلروفیل a، b و کل (Lichtenthaler, 1987) بود. آنالیز آماری با نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون Duncan در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۱) از ساقه و ریشه، مشخص شد که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک موجب افزایش طول ساقه و ریشه گردید. فتوسنتز یکی از فرآیندهای مهم در حفظ رشد و توسعه گیاه است. سیستم فتوسنتزی در گیاهان عالی، بسیار نسبت به تنش خشکی حساس است (Falk et al., 1996). عامل تنش با کاهش فتوسنتز منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (Malinowska et al., 2018). در این زمینه، نقش اسید سالیسیلیک در جذب و انتقال یون‌ها (Harper & Balke, 1981)، نرخ فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق (Khan et al., 2003) مورد توجه قرار گرفته است؛ بنابراین می‌توان گفت این ترکیب در افزایش ارتفاع گیاه و تولید ماده خشک از طریق بهبود فرآیند فتوسنتز مؤثر است. کاهش ارتفاع گیاه معمولاً به دلیل کاهش تعداد گره‌ها و همچنین کاهش طول میان‌گره‌هاست. این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش فتوسنتز، سرکوب تقسیم سلولی و کاهش رشد طولی سلول‌ها باشد (Korres et al., 2016). نتایج مربوط به تعداد برگ‌ها نشان داد که کاربرد سطوح ۶۰ و ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده به ترتیب منجر به کاهش ۳ و ۱۸ درصدی در تعداد برگ‌ها گردید، در حالی که تیمارهای دارای ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب منجر به افزایش ۲۳ و ۵ درصدی تعداد برگ شدند. این یافته‌ها با نتایج گزارش‌های دیگر (Aroca, 2012., Behboudian et al., 1986., Sepaskhah & Maftoun, 1982) سازگار است. همچنین Loka & Oosterhuis گزارش کردند که تعداد برگ‌های پنبه در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (Loka & Oosterhuis, 2014). نتایج مربوط به قطر ساقه نشان داد که کاربرد سطح ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده منجر به کاهش ۸ درصدی در قطر ساقه نسبت به تیمار شاهد گردید، در حالی که تیمارهای دارای ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب منجر به کاهش ۱۲ و ۶ درصدی شدند. این نتایج با یافته‌های دیگر پژوهشگران همخوانی دارد (Bastam et al., 2013 ., Aroca, 2012). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بیشترین میانگین ضخامت برگ مربوط به تیمار شاهد، ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۱ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود. تنش خشکی باعث کاهش ضخامت برگ به دلیل کاهش فتوسنتز می‌شود (Németh et al., 2002., Malinowska et al., 2018). در این خصوص، نقش اسید سالیسیلیک در جذب و انتقال یون‌ها، نرخ فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق مطرح شده است که می‌تواند در افزایش ضخامت برگ و تولید

ماده خشک از طریق بهبود فتوسنتز مؤثر باشد. کاهش ضخامت برگ ممکن است به دلیل کاهش فتوسنتز و سرکوب تقسیم سلولی باشد (Hanson & Hitz, 1982., Korres et al., 2016).داده‌ها نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش وزن تر ساقه شد، اما کاربرد همه تیمارهای اسید سالیسیلیک و آسکوربیک باعث افزایش وزن تر ساقه گردید. این نتایج با یافته‌های دیگر پژوهشگران هم‌راستا است (Bastam et al., 2013؛ Aroca, 2012؛ Behboudian et al., 1986؛ Sepaskhah & Maftoun, 1982.).همچنین نتایج نشان داد که تنش موجب کاهش وزن تر ریشه و برگ شد، در حالی که کاربرد تمامی تیمارهای اسید سالیسیلیک و آسکوربیک باعث افزایش وزن تر ریشه و برگ گردید (Shirani Bidabadi et al., 2012). گزارش کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک (۳ درصد) در شرایط تنش خشکی در گیاه موز باعث بهبود تولید برگ، افزایش وزن تر و محتوای نسبی آب شد Medrano et al. (2015) نیز بیان کردند که گیاهان تحت تنش معمولاً ماده خشک کمتری نسبت به شاهد تولید می‌کنند. همچنین در مطالعه‌ای توسط Saeidi & Abdoli (2015) روی گندم، کاهش شدید ماده خشک در شرایط تنش نسبت به شاهد مشاهده شد. یافته‌های وزن خشک ریشه نشان داد که کاربرد ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک منجر به افزایش ۵ و ۳۳ درصدی وزن خشک ریشه گردید. تیمار ۱ میلی‌مولار اسید آسکوربیک نیز منجر به افزایش ۸ درصدی در وزن خشک ریشه شد که این نتیجه با یافته‌های Xu et al. (2015) نیز همخوانی دارد. همچنین، کاربرد ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده منجر به کاهش ۱۹ درصدی وزن خشک برگ شد. در حالی که کاربرد تمام تیمارهای اسید سالیسیلیک و آسکوربیک موجب افزایش وزن خشک برگ گردید Hanson & Hitz (1982) نیز گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش ماده خشک گیاه می‌شود.

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در پاسخ به تیمارهای آزمایش.

	درجه آزادی	طول ساقه	طول ریشه	تعداد برگ	قطر ساقه	ضخامت برگ	وزن تر ساقه	وزن تر ریشه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه
تنش	2	11/151	372*	65/398*	1/421**	0/002	0/185	0/285**	0/758*	0/034	0/006
SA	2	63/111*	122/445	65/176*	1/344**	0/003*	0/02	0/146*	0/222	0/01	0/066**
SA × تنش	4	21/688	37/6	51/843**	0/972**	0/009**	0/035	0/032	0/15	0/017	0/007
AA	2	19/445	32/118	2/787	0/007	0/005**	0/026	0/009	0/08	0/013	0/044*
SA × تنش	4	22/703	90/847	7/162	0/075	0/002*	0/029	0/017	0/029	0/004	0/004
SA× AA	4	2/088	317/281*	4/856	0/238	0/0005	0/088	0/141*	0/16	0/022	0/006
SA× AA × تنش	8	8/225	89/337	17/481	0/211	0/001*	0/064	0/027	0/08	0/012	0/015
خطا	81	19/03	120/096	14/599	0/272	0/001	0/066	0/047	0/081	0/015	0/014
ضریب تغییر		17	37	31	16	14	26	50	29	29	56

*و** به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد.

ادامه جدول ۱

	درجه آزادی	وزن خشک برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	محتوای نسبی آب برگ	نشت الکترولیت	پرولین	گلایسین بتائین
تنش	2	0/057*	0/011**	0/027**	0/074**	301/97*	0/034**	74838/56**	66692/6**
SA	2	0/005	0/012**	0/007**	0/037**	1075/30**	0/018*	1293/81	3330/85
SA × تنش	4	0/013	0/011**	0/005**	0/03**	298/32*	0/012	1627/79	6581/25
AA	2	0/005	0/0001	0/0005	0/001	3/629	0/009	553/068	757/34
SA × تنش	4	0/004	0/00025	0/0002	0/00025	46/87	0/002	212/94	1280/14
AA× SA	4	0/02	0/001*	0/00075	0/003*	184/56	0/008	829/95	3236/89
× تنش SA× AA	8	0/007	0/00037	0/00037	0/001	131/17	0/005	927/54	1590/11

خطا	81	0/012	0/00032	0/00043	0/001	92/16	0/005	1672/10	9159/51
ضریب تغییرات		32	24	38	27	13/9	9/25	47	21

در این پژوهش، مشخص شد که محتوای کلروفیل برگ‌ها در شرایط کم‌آبی به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میانگین کلروفیل a مربوط به تیمار شاهد، ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۰/۵ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود. همچنین بیشترین میانگین کلروفیل b به ترتیب به تیمار شاهد، ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۱ میلی‌مولار اسید آسکوربیک تعلق داشت. این نتایج با مطالعات Sedaghati & Hokmabadi (2015)، Bastam et al. (2013) و Ebrahimian & Bybordi (2012) هم‌خوانی دارد. می‌توان نتیجه گرفت که تنش خشکی باعث کاهش چشمگیر محتوای کلروفیل شد. کاهش معنی‌دار کلروفیل، کاروتنوئید و رنگدانه‌های کل در تنش خشکی، بخشی به دلیل کمبود آب و عمدتاً به دلیل آسیب به کلروپلاست‌ها توسط گونه‌های فعال اکسیژن است (Fahad et al., 2017). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک و آسکوربیک نقش مهمی در افزایش کلروفیل و محتوای نسبی آب دارند (Nazar et al., 2015., Bastam et al., 2013). نتایج نشان داد که شرایط کم‌آبی به‌طور قابل توجهی بر محتوای نسبی آب اثرگذار بود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار بدون تنش، ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۱ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود. این نتایج با یافته‌های دیگران از جمله Hasanuzzaman et al. (2019)، Razmi et al. (2017)، Sedaghati & Hokmabadi (2015) و Bastam et al. (2013) همخوانی دارد. همچنین مشخص شد که کم‌آبی منجر به افزایش نشت الکترولیت شد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار نشت الکترولیت مربوط به تیمار تنش‌دیده بدون کاربرد اسید سالیسیلیک و آسکوربیک بود (Ahanger et al., 2017., Khan et al., 2015). نتایج نشان داد که شرایط کم‌آبی بر محتوای پرولین نیز اثرگذار بود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار پرولین مربوط به تیمار دارای ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده، ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۰/۵ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود. افزایش پرولین در گیاهان تنش‌دیده نشان‌دهنده سازگاری مؤثر با شرایط تنش است (Elhakem, 2019., Chun et al., 2018., Penella et al., 2017). افزایش سطح پرولین ممکن است نتیجه پاسخ‌های متابولیکی مرتبط با تشخیص شرایط تنش و القای واکنش‌های فیزیولوژیکی باشد(Liang et al., 2013). همچنین مشخص شد که شرایط کم‌آبی بر محتوای گلیسین بتائین نیز اثرگذار است، به‌طوری‌که بیشترین مقدار گلیسین بتائین مربوط به تیمار دارای ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده بود. تجمع بالای گلیسین بتائین در گیاهان تحت تنش‌های غیرزیستی نشان‌دهنده سازگاری مؤثر با تنش خشکی است (Hasanuzzaman et al., 2019). این ترکیب یکی از مهم‌ترین اسمولیت‌های سازگار است که نقش قابل توجهی در حفظ پایداری ساختاری غشاها و پروتئین‌ها در شرایط تنش دارد (Chen & Murata, 2008). همچنین، گلیسین بتائین باعث تثبیت ساختار آنزیم‌ها و کمپلکس‌های غشایی شده و از تجزیه آن‌ها در اثر تنش جلوگیری می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد برگی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک، به‌ویژه در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار، می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه تحت تنش خشکی شود. این ترکیبات با کاهش نشت الکترولیت، حفظ محتوای نسبی آب برگ، افزایش میزان کلروفیل و ارتقاء تجمع اسمولیت‌هایی مانند پرولین و گلیسین بتائین، نقش مؤثری در افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی ایفا کردند. بنابراین، استفاده از این ترکیبات به‌عنوان تیمارهای زیستی، می‌تواند روشی مؤثر در مدیریت تنش‌های محیطی در گیاهان زراعی و باغی باشد.

منابع

Abbaspour, N. and Babaee, L. 2017. Effect of salicylic acid application on oxidative damage and antioxidant activity of grape (*Vitis vinifera* L.) under drought condition. International Journal of Horticultural Science and Technology, 4(1): 29–50.

Ahanger, M.A., Akram, N.A., Ashraf, M., Alyemeni, M.N., Wijaya, L. and Ahmad, P. 2017. Plant responses to environmental stresses—from biotechnology. AoB Plants, 9(4): plx025.

Aroca, R. 2012. Plant responses to drought stress: From morphological to molecular features. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany, pp. 1–5.

Babashpour-Asl, M. and Piryaei, M. 2021. Free radical scavenging and phenolic compounds of peel and pulp of quince. International Journal of Horticultural Science and Technology, 8(1): 91–101.

Bagheri, V., Shamshiri, M.H., Shirani, H. and Roosta, H.R. 2012. Nutrient uptake and distribution in mycorrhizal pistachio seedlings under drought stress. Journal of Agricultural Science and Technology, 14: 1591–1604.

Bastam, N., Baninasab, B. and Ghobadi, C. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regulation, 69(3): 275–284.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the Growth and Physiological Responses of Pistachio to Salicylic Acid and Ascorbic Acid Foliar Sprays under Drought Stress

Elham Ebrahimpour[1], Bahman Panahi[2*] and Bahareh Damankeshan[3]

1. Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, Department of Horticultural Sciences, Tehran, Iran
2. Pistachio Research Center, HSRI, AREEO, Rafsanjan, Iran
3. Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Kerman, Iran

[*]Corresponding Author: Bahman_2@yahoo.com

Abstract

This study investigated the effects of foliar application of antioxidants, including salicylic acid (SA) and ascorbic acid (AA), on the morphological traits of 'Badami' pistachio seedlings under drought stress. The experiment was conducted under greenhouse conditions in a factorial arrangement based on a randomized complete block design with three replications. Seedlings were grown in pots filled with sandy loam soil. Treatments included three levels of drought stress (30%, 60%, and 100% field capacity) and three concentrations of SA and AA (0, 0.5, and 1 mM). At the end of the experiment, six-month-old seedlings were evaluated for fresh and dry weights of leaves, stems, and roots; leaf number; leaf thickness; stem diameter and length; root length; relative water content; electrolyte leakage; accumulation of proline and glycine betaine; and amounts of chlorophyll a, b, and total chlorophyll. The results showed that drought stress significantly reduced growth traits and chlorophyll content, while increasing electrolyte leakage. However, foliar application of SA and AA, particularly at 0.5 and 1 mM concentrations, mitigated the adverse effects of stress. Under moderate stress, SA and AA had similar effects in enhancing water retention, increasing biomass, and improving biochemical responses such as proline and glycine betaine accumulation. Overall, the use of 0.5 mM SA and 0.5–1 mM AA is recommended to improve drought tolerance and promote better growth of pistachio seedlings under moderate water deficit conditions.

Keywords: Electrolyte leakage, Non-enzymatic antioxidants, Osmotic adjustment, Osmolytes.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش نانوسیلیس در بهبود عملکرد گیاه آهار (*Zinnia elegans*) در محیط تنش‌زای مزرعه

زهرا فاضل نجف‌آبادی[1*] و دکتر علی نیک‌بخت[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *zahrafazel76@gmail.com*

چکیده

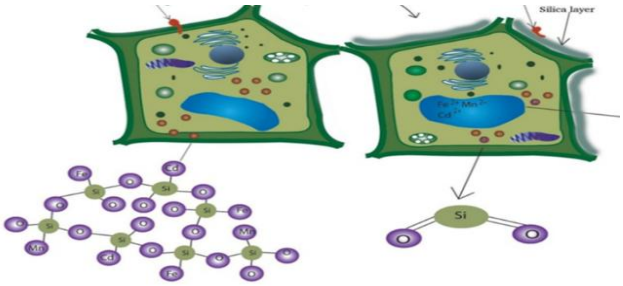
گیاه آهار از جمله مهمترین گیاهان فضای سبز است که با دارا بودن رنگ‌های متنوع سهم بزرگی در زیبایی مناظر دارد. با وجود مقاومت بودن این گیاه به دما و نور بالا برخی از تنش‌ها و نوسانات محیطی همواره کیفیت گل‌های این گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. استفاده از عناصر سودمند مانند سیلیس در راستای افزایش مقاومت گیاهان از راهکارهای بروز و مهم در بهبود کیفیت گیاه همزمان با توجه به محورهای کشاورزی پایدار و اهمیت به محیط زیست خواهد بود. در این مطالعه کاربرد عنصر نانوسیلیس بر گیاه آهار در محیط مزرعه بررسی شد و براساس نتایج به دست آمده نانوسیلیس بر صفات بیوفیزیولوژیک آهار اثری مثبت و موثر داشت؛ به این صورت که توانست وزن‌تر گیاه، که شاخصی از میزان حفظ آب در سلول‌هاست را به میزان ۷۴ درصد افزایش دهد. قطر گل‌آذین که از مهم‌ترین ویژگی‌های زیبایی‌شناسی در گل‌هاست در اثر کاربرد نانوسیلیس تا ۱۴درصد افزایش یافت و از سویی افزایش ارتفاع بوته نیز تا ۹درصد در حضور این عنصر سودمند گزارش شد. در این پژوهش افزایش محتوای کلروفیل برگ به میزان ۵۳ درصد در اثر محلولپاشی با نانوسیلیس مشاهده شد که خود موجب بهبود سبزینگی در برگ‌ها خواهد بود، باید توجه داشت که این صفت نشان‌دهنده‌ی چگونگی کیفیت فرآیند فتوسنتز خواهد بود. از طرفی افزایش ضخامت دیواره‌ی سلولی در گیاهان تیمار شده به میزان ۷۵درصد، از جمله نتایج مثبت این مطالعه می‌باشد؛ بر این اساس می‌توان گفت نانوسیلیس سبب بهبود کیفیت مورفولوژیک و بیولوژیک گیاه آهار می‌شود، این امر افزایش عملکرد و تاب‌آوری گیاهان در فضای باز و محیط‌های پر تنش را به همراه خواهد داشت.

کلمات کلیدی: تنش، نانوسیلیس، بیوفیزیولوژیک، کلروفیل، فتوسنتز.

مقدمه

متأسفانه به دلیل پدیده‌ی تغییر اقلیم و نتایج منفی ناشی از آن، عملکرد کلیه‌ی گیاهان تحت تأثیر طیف وسیعی از تنش‌های محیطی در سراسر جهان قرارگرفته‌است؛ بنابراین توسعه راهکارهایی که بتوانند در این شرایط تاثیر تنش‌های محیطی را بر گیاهان کاهش دهد ضروری است. یکی از این روش‌ها استفاده از عناصر سودمند کمتر استفاده شده مانند سیلیس است. عنصر سیلیس(Si) بعد از اکسیژن (O_2) دومین عنصر فراوان در پوسته زمین می‌باشد که در کشاورزی جزء عناصر سودمند برای گیاهان عالی در نظر گرفته می‌شود (Anantasaran et al,2007). عنصر سیلیس در بهبود کیفیت آهار و دیگر گل‌های شاخه بریده، به عنوان یک ماده مغذی مفید می‌تواند هم در بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهان مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه و برگ، ضخامت ساقه، سطح برگ، وزن‌تر و خشک، تعداد و قطر گل‌ها مؤثر باشد و هم سبب بهبود صفات فیزیولوژیکی مانند سبزینگی، تولید رنگدانه‌ی گیاهی و افزایش طول عمرگل‌ها بر روی گیاه مادری و همچنین در مرحله‌ی پس از برداشت شود. به طور کلی می‌توان گفت این عنصر تحمل گیاه را نسبت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی مانند نوسانات شدید دمایی و آبیاری نامناسب افزایش می‌دهد(شکل-۱) (مالی مقدم و ملکوتی، ۱۳۸۴). در سال‌های اخیر مهندسی نانو، به عنوان ابزاری

مفید برای تقویت محصولات کشاورزی شناخته شده‌است. کودهای نانو می‌توانند یک یا چند ماده غذایی را در اختیار گیاه قرار دهند و با این روش سبب افزایش محصول و عملکرد گیاه شوند (حاجی‌پور و همکاران،۱۳۹۸).



شکل ۱- افزایش ضخامت دیواره‌ی سولی در اثر کاربرد سیلیس که موجب افزایش تحمل گیاه به تنش‌های محیطی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

روش کشت و اعمال تیمار نانوسیلیس

این پژوهش در فروردین۱۴۰۳ در محل مرزعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت، بذرها پس از نشاگیری در مرحله‌ی ۶-۴ برگ حقیقی به مزرعه انتقال یافتند. همزمان با مشاهده‌ی اولین غنچه در ۵۰ درصد از گیاهان کشت شده، عملیات محلول‌پاشی با کود نانوسیلیس تولید شده در شرکت خضرا، طی ۶ هفته با غلظت۲ میلی‌گرم در لیتر با فاصله‌ی زمانی ۷ روز یک‌بار انجام گرفت و یک هفته پس از پایان محلولپاشی با نانوسیلیس اندازه‌گیری صفات مورد نظر آغاز شد(شکل ۲).



شکل۲- گلستان گل آهار در زمان اندازه‌گیری صفات.

صفات اندازه‌گیری شده

وزن‌تر و خشک اندام هوایی گل: گل پس از برداشت به طول ۳۰سانتی‌متر اندازه‌گیری و به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۱ میلی‌گرم توزین شد. صفت وزن خشک گل پس از ۴۸ ساعت قرارگیری در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به وسیله ترازوی با دقت ۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری شد.

طول ساقه‌ی گل‌دهنده: جهت بررسی این صفت از محل انشعاب شاخه در بوته تا زیر دم‌گل به وسیله خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

قطر گل‌آذین: قطر گل آذین با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد؛ در این روش دو قطر عمودبرهم در هر گل‌آذین اندازه‌گیری و سپس از دو مقدار به دست آمده میانگین گرفته‌شد تا قطر نهایی گل با دقت بیشتری ثبت شود.

محتوای کلروفیل برگ: اندازه‌گیری میزان غلظت کلروفیل برگ به روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) انجام گرفت.

ضخامت دیواره‌ی سلولی: جهت اندازه‌گیری این صفت از برگ‌های بالغ گیاه استفاده شد؛ این برگ‌ها پس از مقطع گیری و رنگ آمیزی با دو رنگ کارمن زاجی و سبز متیل، به همراه گلیسیرین بر روی لام مناسب فیکس شدند و در نهایت ضخامت دیواره سلولی به کمک میکروسکوپ نوری Olympus CH_2 ساخت کشورژاپن و با نرم‌افزار Dino Capture 2.0 با بزرگنمایی x۴۰ عکس برداری و اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

وزن‌تر و خشک اندام هوایی: اثر تیمار نانوسیلیس بر صفات وزن‌تر و خشک اندام هوایی گل‌های آهار موثر و قابل مشاهده بود (جدول-۱). در این پژوهش تیمار نانوسیلیس توانست به میزان ۷۴ درصد در افزایش وزن‌تر اندام هوایی گیاهان موثر باشد؛ در ارتباط با صفت وزن‌خشک گیاه افزایش ۱/۵ برابری در افزایش این صفت مشاهده شد که به نحوی نشان دهنده‌ی اثر مفید این تیمار در افزایش محتویات سلولی و رشد مناسب بافت‌ها در حضور نانوسیلیس می‌باشد (شکل-۵).

وزن تر و خشک گیاهان زینتی از جمله عواملی‌ست که نشان دهنده‌ی استحکام گل خواهد بوده و اثر بسزایی بر افزایش طول عمر پیش و پس از برداشت گل‌ها خواهد داشت (Rasha,2019). حاجی پور و همکاران (۱۳۹۸) دریافتند که وجود عنصر سیلیس در بستر کشت گل داوودی بهبود صفات وزن‌تر وخشک این گیاه را تا مقدار قابل توجهی موجب شده و می‌تواند به طور مستقیم بر کیفیت گل‌ها موثر باشد. محققان بر این باورند که استفاده از نانوسیلیس با اثر بر بهبود ضخامت سلول‌های اپیدرمی و بافت‌های رویشی موجب افزایش وزن تر و خشک در گیاهان خواهد شد (Avestan te al., 2021).

ارتفاع بوته: استفاده از نانوسیلیس به صورت محلولپاشی افزایش ارتفاع بوته‌ها را نسبت به نمونه‌ی شاهد به همراه داشت (جدول-۱). بر اساس مشاهدات به دست آمده این نانوذرات توانستند به میزان ۹ درصد موجب افزایش طول ساقه‌های گیاه آهار شوند(شکل-۵).

کاربرد نانوسیلیس بر افزایش رشد رویشی و ارتقای شاخص‌های فیزیکی گیاه اثر بسزایی دارد چراکه فرآیند فتوسنتز را بهبود بخشیده و موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی خواهد شد (Wang et al., 2022). در یک پژوهش محققان پس از محلول پاشی گیاه مریم گلی با نانوسیلیس موجب افزایش ۱۱ درصدی ارتفاع ساقه‌ها در اولین فصل رویش گیاه شدند؛ این پژوهشگران در ادامه پی‌بردند که با افزایش غلظت تیمار تا ۲۰۰ میلی‌گرم برلیتر می‌توان افزایش ۱۸ درصدی این صفت را شاهد بود (Attia and Elhawat, 2021).

قطر گل‌آذین: براساس مشاهدات، دریافت می‌شود که اثر نانوسیلیس بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول-۱). در این پژوهش نانوسیلیس توانست به میزان ۱۴ درصد موجب افزایش قطر گل‌آذین در گیاه آهار شود(شکل-۵).

کاربرد سیلیس در یک پژوهش بر گیاه آفتابگردان زینتی باعث بهبود برخی ویژگی‌های کیفی گیاه مانند قطر گل‌ها شد (Ranger et al,2009). همچنین پژوهشگران شاهد افزایش قطر گل‌های ژربرا پس از اعمال این عنصر بودند و دلیل این تاثیر مثبت را افزایش فتوسنتز گیاه و افزایش رانده‌مان تولید و رشد در اثر اعمال سیلیس بیان کردند (Rasha,2019).

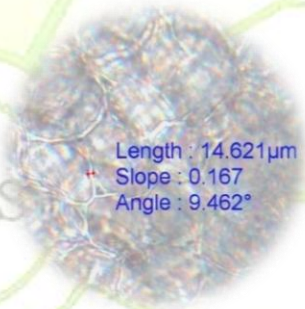
محتوای کلروفیل در برگ: مقدار شاخص کلروفیل در اثر تیمار نانوسیلیس با افزایش قابل مشاهده‌ای همراه بود (جدول-۱). نانوسیلیس در افزایش مقدار محتوای این فاکتور فیزیولوژیک به نسبت ۵۳ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد موثر بود (شکل-۵).

کلروفیل در سلول از اصلی‌ترین فاکتورهای جذب انرژی نور خوشید برشمرده می‌شود (Ranger et al,2009). طی مطالعات انجام شده استفاده از عنصر سیلیس موجب افزایش غلظت کلروفیل در هر واحد از برگ خواهدشد چرا که این عنصر در جایگاه یک عامل ضدتنش

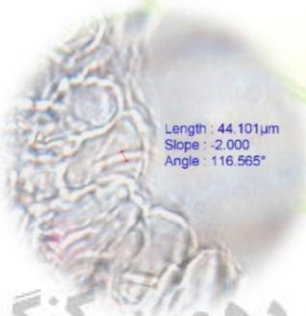
نوری عمل کرده و نه تنها توانایی گیاه در جذب نور در محیط‌های کم‌نور را افزایش می‌دهد بلکه مقاومت گیاه را در شرایط مازاد نور نیز بهبود می‌بخشد (Asgari and Diyanat, 2021). بررسی‌ها نشان داد که نانوسیلیس با اثر بر ضخامت مزوفیل برگ‌ها و افزایش قطر آن‌ها اثر زیادی بر افزایش محتوای کلروفیل تولید شده بر گیاه داشته و می‌توند شاخص سبزینگی در برگ‌ها را افزایش دهد (El Emary et al., 2018).

ضخامت دیواره‌ی سلولی: اثر تیمار نانوسیلیس بر ضخامت دیواره‌ی سلولی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. ملحولپاشی نانوسلیس در گیاه آهار توانست به میزان ۷۵ درصد ضخامت دیواره را افزایش دهد (جدول-۱). افزایش این صفت بهبود مقاومت فیزیکی گیاهان و افزایش برافراشتگی ساقه‌های گلدهنده را بر بوته در پی دارد که خود سبب بهبود فتوسنتز و افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده خواهدشد.

رسوب سیلیس در قسمت تیغه‌های میانی دیواره‌ی سلولی ابتدا موجب استحکام دیواره شده و به تبع آن سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی در گیاه خواهدشد (Song et al.,2021). استفاده از این عنصر سودمند با تقویت سیستم دفاع فیزیکی، بهبود فتوسنتز و القای تولید ترکیبات ضد تنش در بافت‌ها، از گیاه در برابر آسیب‌های فیزیکی و عوامل تنش‌زای زنده و غیرزنده محافظت می‌کند (Rakesh et al., 2025). در یک مطالعه بر گیاه توت فرنگی استفاده از نانوسیلیس منجر به افزایش ضخامت دیواره‌ی سلولی شد، این تغییر در نهایت افزایش محتوی نسبی آب و میزان کلروفیل در برگ‌ها را سبب شد و توانست مقاومت گیاه را در برابر تنش شوری به میزان قابل توجهی افزایش دهد (Avestan te al., 2021).



شکل۳-ضخامت دیواره‌ی سلولی با بزرگنمایی x۴۰ در عدم کاربرد نانوسیلیس ژنوتیپ زرد



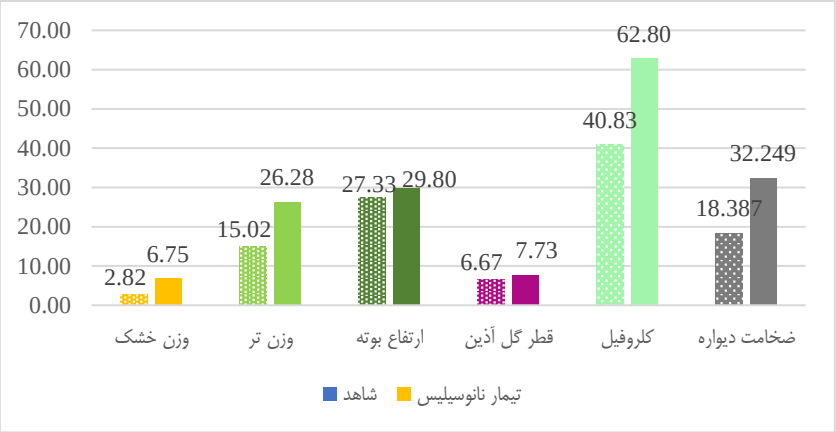
شکل۴-ضخامت دیواره‌ی سلولی با بزرگنمایی x۴۰ در اثر تیمار نانوسیلیسژنوتیپ زرد

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر اصلی تیمار نانوسیلیس بر شاخص‌های رشدی گل آهار.

نانوسیلیس	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک گیاه (گرم)	ارتفاع بوته (میلی متر)	قطر گل آذین (میلی متر)	غلظت کلروفیل (میلی‌گرم برگرم)	ضخامت دیواره‌ی سلولی (میکرومتر)
شاهد	۱۲/۳ b	۲/۱۸ b	۲۶/۷۵ b	۷/۰۱ b	۳۸/۷۵ b	۲۵/۹۹b
نانوسیلیس	۱۵/۶۴ a	۳/۵۲ a	۲۹/۸۲ a	۷/۸۹ a	۵۴/۲۴ a	۴۱/۲۶a
LSD	۲/۴	۰/۸۱	۲/۵	۰/۴۲	۸/۹	۳/۲۳

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.



شکل ۵– مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های رویشی گیاه آهار در اثر کاربرد نانوسیلیس.

منابع

حاجی‌پور، ه.، جبارزاده، ز. و رسولی صدقیانی، م.ح. ۱۳۹۷. اثر محلول‌پاشی سیلیس بر برخی ویژگی‌های رشدی، بیوشیمیایی، زایشی و میزان عناصر داوودی گل‌بُریده (*Dendranthema* × *grandiflorum* cv. Fellbacher Wein). مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱۰(۱).

مالی مقدم، ع. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. جایگاه تغذیه‌ای سیلیسیم در گیاهان. کتاب. انتشارات سنا.

Agarie, S., Hanaoka, N., Ueno, O., Miyazaki, A., Kubota, F., Agata, W. and Kaufman, P.B. 1998. Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. Plant Production Science, 1: 96–103.

Anantasaran, J., Schröder, M.B., Eimert, K. and Kanchanapoom, K. 2007. Cytogenetic characterization of *Zinnia* species and cultivars. Floriculture and Ornamental Biotechnology, 1: 125–130.

Asgari, F. and Diyanat, M. 2021. Effects of silicon on some morphological and physiological traits of rose (*Rosa chinensis* var. *minima*) plants grown under salinity stress. Journal of Plant Nutrition, 44: 536–549.

Attia, E.A. and Elhawat, N. 2021. Combined foliar and soil application of silica nanoparticles enhances the growth, flowering period and flower characteristics of marigold (*Tagetes erecta* L.). Scientia Horticulturae, 282: 110015.

Avestan, S., Ghasemnezhad, M. and Esfahani, M. 2021. Effects of nanosilicon dioxide on leaf anatomy, chlorophyll fluorescence, and mineral element composition of strawberry under salinity stress. Journal of Plant Nutrition, 44(1): 1–15.

El Emary, F.A.A. and Amer, M.M. 2018. Role of nanosilica in amelioration salt stress effect on some soil properties, anatomical structure and productivity of faba bean (*Vicia faba* L.) and maize (*Zea mays* L.). Journal of Plant Production, 9(11): 955–964.

Rakesh, B., Thiyagarajan, C. and Ganesan, M. 2025. Nanosilica: Synthesis and its impact on plant nutrition and stress management. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 25(2).

Ranger, C.M., Singe, A.P., Frants, J.M., Canas, L., Locke, J.C., Reding, M.E. and Vorsa, N. 2009. Influence of silicon on resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). Environmental Entomology, 38: 129–136.

El-Serafy, R. 2019. Silica nanoparticles enhances physio-biochemical characters and postharvest quality of *Rosa hybrida* L. cut flowers. Journal of Horticultural Research, 27: 47–54.

Song, J., Li, Y., Hu, J., Lee, J. and Jeong, B.R. 2021. Pre- and/or postharvest silicon application prolongs the vase life and enhances the quality of cut peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) flowers. Plants, 10: 1742.

Wang, L., Ning, C., Pan, T. and Cai, K. 2022. Role of silica nanoparticles in abiotic and biotic stress tolerance in plants: A review. International Journal of Molecular Sciences, 23: 1947.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The role of nanosilica in improving the performance of the plant Zinnia elegans in a farm stress environment

Zahra Fazel najafabadi[1*] and Ali Nikbakht[1]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[*]*Corresponding Author: zahrafazel76@gmail.com*

Abstract

The aster plant is one of the most important plants in green spaces, which, due to its diverse colors, plays a significant role in the beauty of landscapes. Despite this plant's resistance to high temperatures and light, some environmental stressors and fluctuations always affect the quality of its flowers. Utilizing beneficial elements such as silica to enhance plant resistance is one of the modern and important strategies for improving plant quality while considering sustainable agricultural practices and emphasizing environmental protection. In this study, the application of nano-silica on the okra plant in a field environment was examined, and based on the results obtained, nano-silica had a positive and effective impact on the bio-physiological traits of Zinnia. In this way, it was able to increase the weight of the plant, which is an indicator of water retention in cells, by 74 percent. The diameter of the inflorescence, which is one of the most important aesthetic features in flowers, increased by up to 14 percent due to the application of nano-silica, while the height of the plant also increased by 9 percent in the presence of this beneficial element. In this study, an increase in leaf chlorophyll content by 53 percent was observed as a result of spraying with nano-silica, which in itself will improve the greenness of the leaves; it should be noted that this trait indicates the quality of the photosynthesis process. Additionally, the increase in cell wall thickness in treated plants by 75 percent is among the positive results of this study; based on this, it can be said that nano-silica improves the morphological and biological quality of the Zinnia plant, leading to increased yield and resilience of plants in open spaces and stressful environments.

Keywords: Tension, nanocellulose, biophysiological, chlorophyll, photosynthesis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر تنش شوری، سلنیوم و نانوسلنیوم بر وزن تر کالوس‌های زعفران مزروعی (*Crocus sativus* L.) تحت تیمار هورمونی کینتین و نفتالن‌استیک‌اسید

رویا کرمیان[1*]، مهسا السادات خرسندی مقدم[1]
گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *karamian.roya@gmail.com*

چکیده

جنس *Crocus* از خانواده Iridaceae، با بیش‌از ۷۰ گونه زینتی، به خاطر رنگ زیبای گل هایشان بسیار ارزشمندند و در باغبانی و فضاهای سبز استفاده می‌شوند. در بین این گونه‌ها گیاه زعفران تنها گونه‌ای است که از نظر زراعی اهمیت ویژه‌ای دارد. در پژوهش حاضر اثر تیمارهای سلنیوم و نانوسلنیوم با غلظت ۵ پی پی ام و تنش شوری با غلظت ۵۰ میلی‌مولار تحت ترکیب هورمونی کینتین (یک میلی‌گرم در لیتر) و نفتالن‌استیک‌اسید (یک میلی‌گرم در لیتر) بر وزن ترکالوس‌های زعفران مزروعی در شرایط درون شیشه ای مورد بررسی قرارگرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام‌شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون ANOVA در سطح معنی داری پنج درصد انجام‌گرفت. نتایج نشان‌داد که افزودن سلنیوم به ترکیب هورمونی کینتین (۱ mg/L) و نفتالن‌استیک‌اسید (۱mg/L) منجر به افزایش ملایم رشد کالوس شد. بیشترین میزان وزن تر کالوس مربوط به تیمار ترکیبی نانوسلنیوم ۵ پی‌پی‌ام و تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار در حضور ترکیب هورمونی کینتین (۱ mg/L) و نفتالن‌استیک‌اسید (۱mg/L) بود. در مقابل، کمترین وزن تر کالوس به تیمار شاهد (تنها ترکیب هورمونی بدون افزودن تیمار) تعلق داشت (شکل ۱). همچنین استفاده از نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیوم معمولی، اثربخشی بیشتری نشان‌داد، که این تفاوت به ویژگی فیزیکی نانوسلنیوم نظیر اندازه کوچک‌تر، نسبت سطح به حجم بیشتر، و توانایی نفوذ بهتر به درون سلول‌ها و بافت‌های گیاهی نسبت داده می شود.

واژه های کلیدی: زعفران، سلنیوم، شوری، کالوس، نانوسلنیوم.

مقدمه

جنس *Crocus* از خانواده‌ی زنبق (Iridaceae) دارای بیش از ۷۰ گونه‌ی زینتی است که به دلیل رنگ زیبای گل‌هایشان ارزش بالایی دارند و در باغبانی و طراحی فضاهای سبز کاربرد فراوانی یافته‌اند (Shu et al., 2020). این گیاه به دلیل عقیم بودن، قادر به تولید بذر نیست و تنها روش تکثیر آن از طریق بنه می‌باشد (Gómez-Gómez et al., 2012). در طب سنتی، زعفران به‌عنوان دارویی با خواص کاهش‌دهنده‌ی چربی خون، ضد سرطان، آنتی‌اکسیدان، ضد التهاب و ضد افسردگی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ahrazem et al., 2020). شوری، بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، که این تأثیرات در سطح سلولی نیز قابل مشاهده است. تکنیک‌های کشت درون‌شیشه‌ای (in vitro) شرایط یکنواخت و کنترل‌شده‌ای را برای بررسی واکنش‌های ناشی از تنش شوری در کالوس‌های تمایزنیافته فراهم می‌آورند و پیچیدگی‌های ناشی از تنوع ژنتیکی و مورفولوژیکی در گیاه کامل حتی در گونه‌های مشابه را حذف می‌کنند(McCoy, 1987). در سال‌های اخیر، استفاده از عناصر کم‌مصرفی همچون سلنیوم به عنوان ترکیبات ضد استرس در شرایط تنش‌زا مورد توجه قرار گرفته‌است. سلنیوم(Se) عنصری فلزی و ریزمغذی ضروری برای انسان و بسیاری از موجودات زنده است Djanaguiraman) et al., 2018)این عنصر می‌تواند از طریق کاهش آسیب‌های اکسیداتیو، بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و تنظیم تعادل یونی، نقش مؤثری در کاهش اثرات تنش شوری ایفاکند. با این حال، مرز میان اثرات مفید و مضر سلنیوم بسیار باریک است و به فرم شیمیایی، غلظت آن و شرایط محیطی وابسته می‌باشد (Mahn, 2017). نانوفرم سلنیوم به دلیل سطح تماس بیشتر و کارایی بالاتر، نسبت به فرم معمولی عملکرد مؤثرتری از خود نشان داده‌است (Zahedi et al., 2020). همچنین گزارش‌ها حاکی از آن است که کاربرد سلنیوم و نانوسلنیوم در گیاه به‌لیمو باعث بهبود تحمل به تنش شوری شده است (Ghanbari et al., 2023). از سوی دیگر، تنظیم رشد و تمایز سلول‌های گیاهی در شرایط درون‌شیشه‌ای نیازمند به‌کارگیری دقیق تنظیم‌کننده‌های رشد مانند کینتین و نفتالن‌استیک‌اسید (NAA) است. ترکیب مناسب این

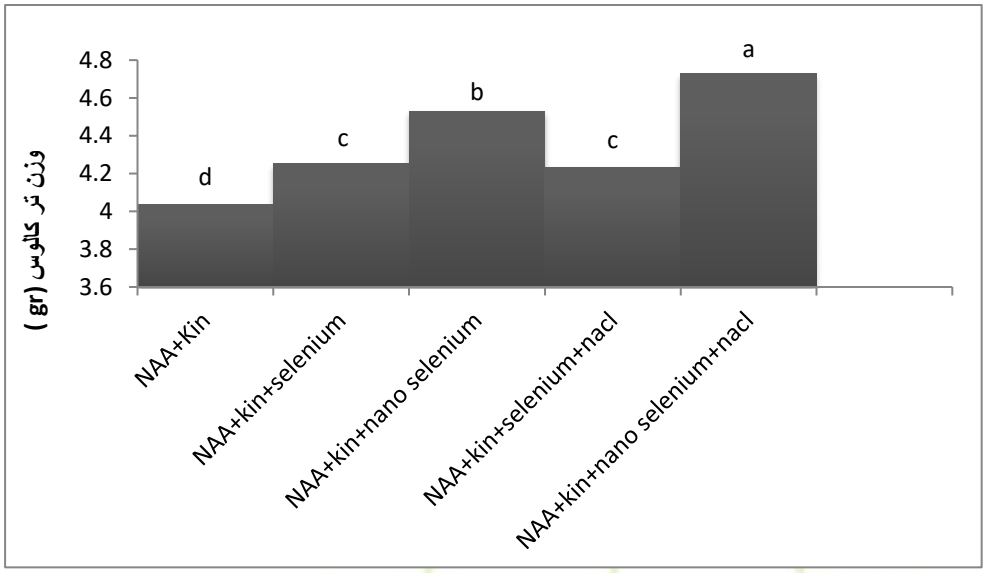
هورمون‌ها می‌تواند موجب تسهیل در القای کالوس و افزایش بازده تولید گردد. با توجه به اهمیت موارد یادشده، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تنش شوری و تیمارهای سلنیوم و نانوسلنیوم در حضور کینتین و NAA طراحی و اجرا شده‌است.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، پیازهای زعفران به منظور حذف خاک و گرد و غبار، به مدت ۲۰ دقیقه با آب شهری شسته شدند. سپس جهت ضدعفونی، ابتدا به مدت ۵ دقیقه در محلول ٪۷۰ اتانول قرارگرفتند و سپس به مدت ۲۰ دقیقه در محلول ٪۲۰ هیپوکلریت سدیم (وایتکس) تیمار شدند. در پایان، قطعات پیاز در شرایط استریل در زیر هود لامینار، سه مرتبه با آب مقطر استریل‌شده شسته شدند. قطعات پیاز به طول ۲ سانتی‌متر، در محیط کشت پایه‌ی MS حاوی هورمون کینتین با غلظت یک میلی‌گرم بر لیتر و NAA با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر قرار داده‌شدند. ظروف کشت در اتاق رشد با دمای ۲±۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند و هر ۲۰ روز یک‌بار واکشت صورت گرفت. پس از گذشت حدود ۶ ماه و بزرگ شدن کالوس‌ها، آن‌ها به مدت ۳۰ روز به محیط‌های حاوی تیمار (سلنیوم با غلظت ۵ پی پی ام، نانوسلنیوم با غلظت ۵ پی پی ام و NaCl با غلظت ۵۰ میلی مولار) منتقل شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر تیمارهای سلنیوم ۵ پی‌پی‌ام، نانوسلنیوم ۵ پی‌پی‌ام و تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار بر وزن تر کالوس‌های زعفران مزروعی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که افزودن سلنیوم به ترکیب هورمونی کینتین (۱ mg/L) و نفتالن‌استیک‌اسید (۱mg/L) منجر به افزایش ملایم رشد کالوس شد. سلنیوم به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی، از طریق کاهش استرس اکسیداتیو و تقویت سیستم دفاعی سلولی، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود رشد گیاه ایفا کند(Feng et al., 2013). بیشترین میزان وزن تر کالوس مربوط به تیمار ترکیبی نانوسلنیوم ۵ پی‌پی‌ام و تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار در حضور ترکیب هورمونی یاد شده بود. در مقابل، کمترین وزن تر کالوس به تیمار شاهد (تنها ترکیب هورمونی بدون موادافزودنی) تعلق داشت (شکل ۱). استفاده از نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیوم معمولی، اثربخشی بالاتری داشت. این تفاوت احتمالاً ناشی از ویژگی‌های فیزیکی نانوسلنیوم نظیر اندازه کوچک‌تر، نسبت سطح به حجم بیشتر، و توانایی نفوذ بهتر به درون سلول‌ها و بافت‌های گیاهی است (Rastogi et al., 2019). از سوی دیگر، بین تیمارهای حاوی سلنیوم ۵ پی‌پی‌ام و ترکیب سلنیوم و شوری (۵۰ میلی‌مولار NaCl) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱). این موضوع نشان می‌دهد که تنش شوری رشد کالوس را مهار کرده‌است و سلنیوم توانسته است تا حدی با اثر محافظتی خود از شدت آسیب‌های ناشی از شوری بکاهد، اما نتوانسته اثرات منفی شوری را به‌طور کامل خنثی کند (Hawrylak-Nowak et al., 2010). به‌طور کلی، شوری از طریق برهم‌زدن تعادل یونی، کاهش جذب آب و افزایش استرس اکسیداتیو، رشد سلولی را مختل می‌کند و حتی با حضور آنتی‌اکسیدان‌ها نیز می‌تواند محدودکننده اصلی رشد باشد(Munns and Tester, 2008).



شکل ۱– اثر تنش شوری، سلنیوم و نانو سلنیوم بر وزن تر کالوس های زعفران مزروعی (*Crocus sativus* L.) تحت تیمار هورمونی کینتین و نفتالن استیک اسید.

این مطالعه نشان داد که هم سلنیوم و هم نانوسلنیوم در بهبود رشد کالوس مؤثر هستند، اما نانوسلنیوم به‌دلیل ویژگی‌های ساختاری و زیستی خود عملکرد بهتری دارد. یافته‌های حاضر همسو با گزارش‌هایی است که نشان داده‌اند کاربرد نانومواد می‌تواند نقش مؤثری در کاهش اثرات تنش‌های زیستی و افزایش رشد گیاهی ایفا کند. به‌عنوان مثال، در پژوهشی روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) ، کاربرد سلنیوم تحت شرایط شوری منجر به افزایش وزن کالوس شد (Asghari et al., 2023). همچنین، در مطالعه‌ای روی گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) تیمار نانوسلنیوم تحت استرس محیطی باعث افزایش معنی‌دار وزن کالوس گردید (Rezaei Nazari et al., 2022).

منابع

Ahrazem, O., López, A.J., Argandoña, J., Castillo, R., Rubio-Moraga, A. and Gómez-Gómez, L. 2020. Differential interaction of OR proteins with the PSY enzymes in saffron. Scientific Reports, 10(1): 1–11.

Asghari, J., Mahdavikia, H., Rezaei-Chiyaneh, E., Banaei-Asl, F., Amani Machiani, M. and Harrison, M.T. 2023. Selenium nanoparticles improve physiological and phytochemical properties of basil (*Ocimum basilicum* L.) under drought stress conditions. Land, 12(1): 164.

Djanaguiraman, M., Belliraj, N., Bossmann, S. and Prasad, P.V. 2018. High temperature stress alleviation by selenium nanoparticle treatment in grain sorghum. ACS Omega, 3(3): 2479–2491.

Feng, R., Wei, C. and Tu, S. 2013. The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. Environmental and Experimental Botany, 87: 58–68.

Gómez-Gómez, L., Trapero-Mozos, A., Gómez, M.D., Rubio-Moraga, A. and Ahrazem, O. 2012. Identification and possible role of a MYB transcription factor from saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Plant Physiology, 169: 509–515.

Kumar, A., Gupta, K., Dixit, S., Mishra, K. and Srivastava, S. 2018. A review on positive and negative impacts of nanomaterials in plants—critical review. Nanotoxicology, 10(3): 257–278.

Mahn, A. 2017. Modelling of the effect of selenium fertilization on the content of bioactive compounds in broccoli heads. Food Chemistry, 233: 492–499.

Rezaei Nazari, M., Abdossi, V., Zamani Hargalani, F. and Larijani, K. 2022. The effect of nano selenium foliar application on some secondary metabolites of *Hypericum perforatum* L. Journal of Medicinal Plants, 21(81): 67–78.

Shu, H.M., Guo, S.Q. and Ni, W.C. 2020. Comprehensive transcriptome analysis of different *Crocus* flower tissues uncovers genes involved in crocin biosynthesis. Biologia Plantarum, 64: 504–511.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effects of various treatments on fresh weight and morphological changes of saffron callus under in vitro conditions

Roya Karamian[1*] and Mahsa sadst khorsandi Moghadam[1]
1. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
**Corresponding author: karamian.roya@gmail.com*

Abstract

The genus *Crocus*, belonging to the family *Iridaceae*, includes over 70 ornamental species that are highly valued for their attractive flower colors and are widely used in horticulture and landscaping. Among these species, saffron (*Crocus sativus*) is the only one of significant agricultural importance. In the present study, the effects of selenium and nano-selenium treatments (at a concentration of 5 ppm) and salinity stress (at a concentration of 50 mM), under a hormonal combination of kinetin (1 mg/L) and naphthalene acetic acid (1 mg/L), were evaluated on the fresh weight of calli derived from cultivated saffron under in vitro conditions. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. Data analysis was performed using ANOVA at a 5% significance level.The results showed that the addition of selenium to the hormonal combination of kinetin and NAA led to a moderate increase in callus growth. The highest fresh weight of callus was observed in the treatment combining nano-selenium (5 ppm) and salinity stress (50 mM) under the mentioned hormonal conditions. In contrast, the lowest fresh weight was recorded in the control treatment, which included only the hormonal combination without any additional agents (Figure 1). Moreover, nano-selenium demonstrated higher effectiveness compared to regular selenium, which can be attributed to its unique physical properties, including smaller particle size, higher surface area-to-volume ratio, and enhanced penetration into plant cells and tissues.

Keywords: Crocus, Salinity, Selenium, Nano selenium.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات سطوح مختلف شوری کلرید سدیم بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر خرمندی

اورنگ خادمی[۱*]، حسن طاهری[۱]، مصطفی قاسمی[۱] و مهسا آزموده[۱]
۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *o.khademi@shahed.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف شوری کلرید سدیم بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه بذر خرمندی انجام شد. تیمارهای کلرید سدیم شامل غلظت‌های صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار بودند. نتایج نشان داد که در غلظت پایین تیمار (۲۵ میلی‌مولار)، درصد جوانه‌زنی تغییر معنی‌داری نسبت به نمونه‌های شاهد نداشت. ولی با افزایش غلظت تیمار به ۵۰ میلی‌مولار و بالاتر، کاهش قابل توجهی در درصد جوانه‌زنی و درصد گیاهچه‌های دارای برگ مشاهده شد. در مقابل، تعداد گیاهچه‌های بدون برگ به طور معنی‌داری در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار افزایش پیدا نمود. شاخص‌های رشدی نظیر طول برگ، طول ساقه و طول ریشه نیز تحت تأثیر تنش ناشی از سطوح مختلف شوری کلرید سدیم قرار گرفتند و با افزایش غلظت نمک، روند نزولی نشان دادند. بیشترین کاهش در پارامترهای مذکور در تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید. مقدار کلروفیل و کلروفیل فلورسانس در تیمارهای دارای شوری بالا کاهش چشمگیری نشان داد، که بیانگر آسیب شدید به سیستم فتوسنتزی بود. با این حال، نشت الکترولیت در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نداد. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که دانهال‌های خرمندی حساس به تنش شوری کلرید سدیم بوده و در مواجهه با غلظت بالاتر از ۲۵ میلی‌مولار دچار اختلال در جوانه‌زنی، رشد و فرآیندهای فیزیولوژیک می‌شوند. این یافته‌ها می‌توانند به عنوان مبنایی برای برنامه‌ریزی و مدیریت کشت خرمندی، به عنوان پایه اصلی تولید خرمالوی خوراکی، و همچنین اصلاح ژنتیکی این گونه جهت بهبود تحمل به تنش شوری مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، دانهال خرمندی، شوری کلرید سدیم، کلروفیل فلورسانس.

مقدمه

خرمندی (*Diospyros lotus* L.) متعلق به خانواده آبنوس می‌باشد که به عنوان پایه برای خرمالوی خوراکی مطرح است (Yonemori et al., 2000). در چین و ژاپن از خرمندی به عنوان پایه برای خرمالوی خوراکی استفاده می‌شود. در ایران نیز استفاده از این پایه عمومیت بیشتری دارد، زیرا دارای ریشه‌های منشعب بوده و جابجایی و استقرار درختان بهتر انجام می‌گیرد و علاوه بر آن به طور طبیعی در جنگل‌های شمال ایران گسترش دارد و تهیه بذر آن آسان می‌باشد. خرمندی، گونه‌ای از جنس خرمالو، به‌عنوان پایه‌ای مهم برای خرمالوهای تجاری در مناطق مدیترانه‌ای شناخته می‌شود و به دلیل سازگاری نسبی با شرایط محیطی مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، تنش شوری، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، یکی از موانع اصلی برای تولید پایدار این گونه محسوب می‌شود (Gil-Muñoz et al., 2020). در مقادیر کم، نمک‌های محلول برای رشد و توسعه طبیعی گیاه ضروری هستند، اما در سطوح بالا مضر بوده و اغلب باعث مرگ گیاهان می‌شوند (Nebauer et al., 2013). کلرید سدیم شایع‌ترین نمک موجود در خاک‌ها و آب‌های شور است (Nebauer et al., 2013; Riaz et al., 2019). شوری از طریق اثرات اسمزی و سمیت یونی، فرایندهای فیزیولوژیکی نظیر جوانه‌زنی، رشد، و فتوسنتز را مختل می‌کند و تولید گونه‌های گیاهی حساس را به‌شدت کاهش می‌دهد (Munns & Tester, 2008). قرار گرفتن گیاهان تحت تنش شوری اثرات منفی بر رشد و توسعه آن‌ها دارد و حتی ممکن است به مرگ گیاهان منجر شود. اولین علامت قابل مشاهده از تنش شوری در گیاهان معمولاً رشد کند است (Zahra et al., 2020). در خرمندی، تجمع یون‌هایی مانند Na^+ و Cl^- نه‌تنها رشد را محدود می‌کند، بلکه کیفیت میوه و عمر پس از برداشت را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد، مطالعات نشان داده‌اند که شوری می‌تواند با افزایش نسبت یونهای Na/K و کاهش نرخ تثبیت کربن، به‌طور قابل‌توجهی رشد نسبی گیاه را کاهش دهد (Gil-Muñoz et al., 2020). یکی از چالش‌های اصلی خرمندی در مراحل اولیه رشد،

خواب عمیق بذر است که تحت تنش شوری تشدید می‌شود و جوانه‌زنی را به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در شرایط شوری بالا، درصد جوانه‌زنی خرمندی به‌شدت کاهش می‌یابد و این امر می‌تواند به دلیل اثرات سمیت یونی و اختلال در تعادل اسمزی باشد (Munns & Tester; 2008). از سوی دیگر، تحلیل‌های ترانسکریپتومیک مکانیسم‌های تحمل به شوری در خرمندی را شناسایی کرده‌اند که شامل تنظیم انتقال یون‌ها، به‌ویژه کلراید، و بیش‌بیان ژن‌های H^+/ATPase برای حفظ گرادیان پروتون است، همچنین، تغییر در معماری ریشه از طریق سنتز ترموسپرمین می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی در برابر شوری عمل کند (Gil-Muñoz et al., 2020). هدف این پژوهش، بررسی دقیق اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی، رشد اولیه، و ویژگی‌های فیزیولوژیکی دانهال خرمندی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات تنش شوری کلرید سدیم بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه خرمندی در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه شاهد تهران در سال ۱۴۰۲ انجام شد. بذرهای خرمندی ابتدا از میوه جدا و داخل پرلایت مرطوب به مدت دو ماه در دمای ۴°C به منظور اعمال چینه سرمایی قرار گرفتند. سپس به منظور آزمایش، بذور با محلول هیپوکلریت سدیم (۱٪ به مدت ۱۰ دقیقه) ضدعفونی شدند. بذرها در پتری‌دیش‌های ۱۵ سانتی‌متری روی کاغذ صافی قرار گرفته و با محلول‌های NaCl در غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار به مدت ۲۱ روز تیمار شدند. هر تیمار شامل ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۲۰ بذر بود.

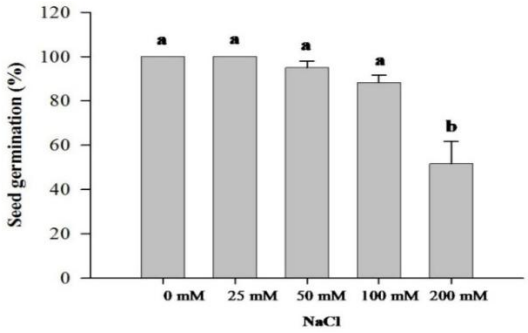
درصد جوانه‌زنی پس از ۱۴ روز با شمارش نسبت بذرهای جوانه‌زده به کل بذور محاسبه شد. همچنین طول ریشه‌چه، برگ و ساقه‌چه با کولیس دیجیتال (دقت ۰/۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. نشت الکترولیت با روش اندازه‌گیری تفاوت در هدایت الکتریکی گیاهچه‌ها ارزیابی شد. محتوای کلروفیل با دستگاه SPAD و فلورسانس کلروفیل با استفاده از فلوریمتر (Hansatech Instruments Ltd., King's Lynn, UK) اندازه‌گیری شد. همچنین متوسط وزن گیاهچه‌ها توسط ترازوی آزمایشگاهی (AND, Japan) با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۳ تجزیه و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر شوری کلرید سدیم بر جوانه‌زنی

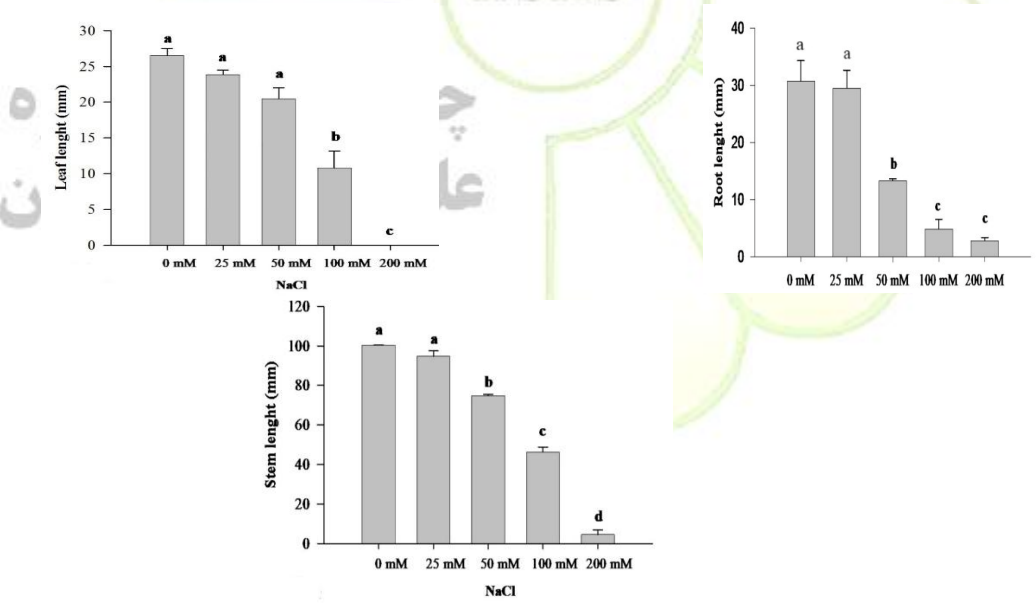
بررسی درصد جوانه‌زنی بذرهای خرمندی نشان داد (شکل ۱) که در شرایط فاقد شوری و همچنین کلرید سدیم ۲۵ میلی‌مولار بذرها به‌طور کامل (۱۰۰٪) جوانه زدند. ولی با افزایش غلظت کلرید سدیم، این روند تغییر نمود. در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار، حدود ۹۰٪ بذرها جوانه زدند ولی در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار، درصد جوانه‌زنی به زیر ۶۰٪ رسید. این کاهش جوانه زنی در غلظت بالای کلرید سدیم نشان می‌دهد که شوری مانع جذب آب و فعالیت‌های متابولیکی بذر می‌شود. بررسی توسط رضایی آدریانی و همکاران (۱۳۹۵) نیز این نتایج را تایید می‌کند؛ آن‌ها گزارش کردند که گیاه خرمندی در مراحل اولیه‌ی رشد، به شدت به تنش شوری حساس است. همچنین، (Munns & Tester, 2008) بیان داشتند که این اتفاق به‌خاطر اثرات اسمزی و سمیت یون‌هایی مثل Na^+ و Cl^- است که متابولیسم بذر را مختل می‌کند. این حساسیت اولیه می‌تواند استقرار خرمندی را در خاک‌های شور دشوار کند.



شکل ۱- اثر تنش شوری کلرید سدیم در غلظت‌های مختلف بر جوانه زنی بذر خرمندی.

اثر شوری کلرید سدیم بر طول ساقه، ریشه و برگ

شوری کلرید سدیم نه‌تنها جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار داد، بلکه رشد دانهال‌ها را هم در غلظت‌های بالا به‌شدت کاهش داد. بر اساس نتایج (شکل ۲)، در شرایط شوری صفر (شاهد)، ساقه‌ها تا ۱۰۰ میلی‌متر نیز رشد داشتند، ولی در کلرید سدیم ۲۰۰ میلی‌مولار ، میزان رشد ساقه‌ها حدود به صفر رسید. همین الگو در طول ریشه و برگ هم قابل مشاهده بود؛ طول ریشه از ۳۰ میلی‌متر در شاهد به حدود صفر و طول برگ از ۲۵ میلی‌متر در شاهد به حدود صفر در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کاهش یافت. غلظت ۲۵ میلی‌مولار تاثیر معنی‌دار روی رشد گیاهچه نداشت ولی از غلظت ۵۰ میلی‌مولار اثرات منفی شوری کلرید سدیم قابل مشاهده بود. این نتایج با یافته‌های رضایی آدریانی و همکاران (۱۳۹۵) همخوانی دارد. این روند نشان می‌دهد که شوری، تقسیم و طویل شدن سلول‌ها را مختل می‌کند و توانایی گیاه برای جذب آب و مواد غذایی را کاهش می‌دهد. Gil-Muñoz و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود به نتایج مشابهی رسیدند و گزارش کردند که شوری نرخ رشد نسبی خرمندی را کاهش داد. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که تجمع یون‌های سمی و کاهش پتانسیل آب در این فرآیند نقش دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که خرمندی در برابر شوری بسیار حساس است و برای بهبود تحمل آن، باید روی مکانیسم‌های مولکولی مثل تنظیم انتقال کلراید کار شود (Gil-Muñoz et al., 2020).



شکل ۲- اثر تنش شوری کلرید سدیم در غلظت‌های مختلف بر طول ریشه، برگ و ساقه گیاهچه خرمندی.

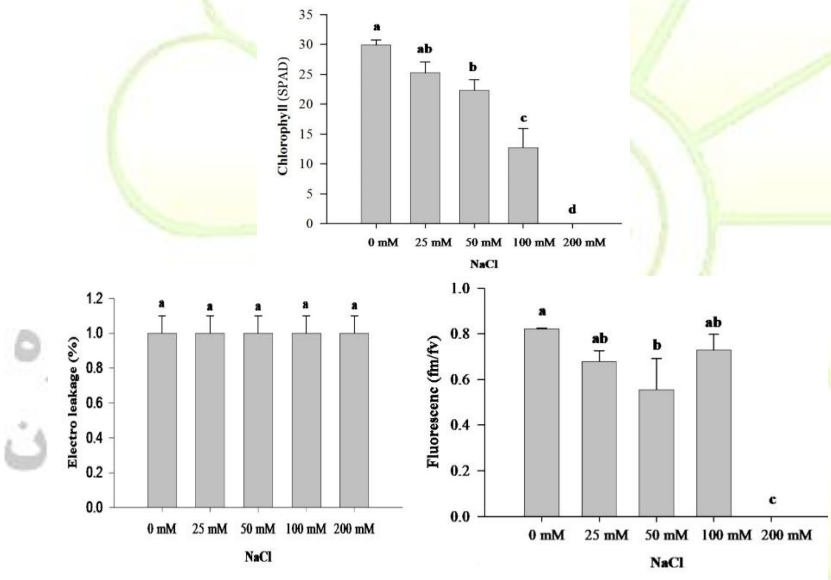
اثر شوری کلرید سدیم بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی

تنش شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی خرمندی نیز تأثیر معنی‌داری داشت (شکل ۳). مقدار کلروفیل از کلرید سدیم ۵۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت و در غلظت ۲۰۰ میکرومولار قابل اندازه‌گیری نبود. فلورسانس کلروفیل نیز که نشان‌دهنده کارایی فتوسنتز است، از مقدار ۰/۸ در شاهد به صفر در کلرید سدیم ۲۰۰ میلی‌مولار کاهش یافت. . Gil-Muñoz و همکاران (۲۰۲۰) بیان نمودند این کاهش در فتوسنتز در اثر شوری به‌دلیل تجمع یون‌های سمی و تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است که کلروپلاست‌ها را تخریب می‌کند.

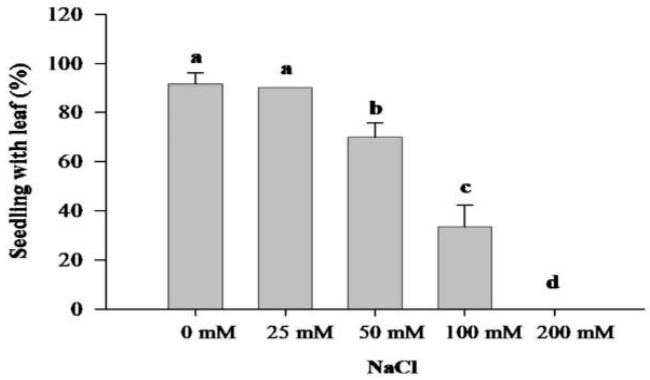
نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین نمونه‌های مختلف تیمار شوری و شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر نشت الکترولیت قابل مشاهده نبود که با سایر نتایج سازگاری نداشت.

اثر شوری کلرید سدیم بر دانهال‌های دارای برگ

در بررسی اثرات شوری کلرید سدیم بر دانهال‌های خرمندی (شکل ۴) مشاهده شد که شوری روی تشکیل برگ‌ها هم تأثیر معنی‌داری داشت. در شرایط شاهد بالای ۹۰٪ دانهال‌ها دارای برگ بودند ولی در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار، این عدد به صفر رسید. شوری در غلظت ۲۵ میلی‌مولار تاثیر معنی‌داری بر تشکیل برگ نداشت ولی از غلظت ۵۰ میلی‌مولار به بالاتر تعداد دانهال‌های دارای برگ کاهش چشمگیری نشان داد. Gil-Muñoz و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که شوری رشد رویشی خرمندی را کاهش داده و این کاهش را به تجمع یون‌های سمی و اختلال در فتوسنتز نسبت دادند. این نتایج نشان می‌دهد که خرمندی برای تشکیل برگ و رشد رویشی به شرایط سطح شوری وابسته است.



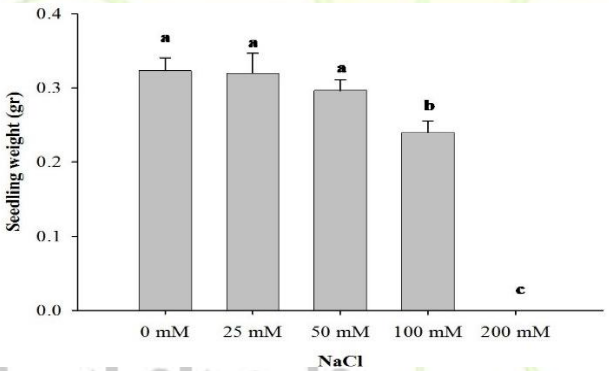
شکل ۳- اثر تنش شوری کلرید سدیم در غلظت‌های مختلف بر نشت یونی، مقدار کلروفیل و کلروفیل فلورسانس گیاهچه خرمندی.



شکل ۴- اثر تنش شوری کلرید سدیم در غلظت‌های مختلف بر درصد دانهال‌های دارای برگ.

اثر شوری کلرید سدیم بر وزن دانهال

نتایج پژوهش حاضر نشان داد وزن دانهال‌های خرمندی (شکل ۵) تحت تأثیر شوری کلرید سدیم قرار گرفت. در شرایط فاقد شوری (شاهد)، وزن دانهال ۰/۳۲ گرم بود که در غلظت‌های ۱۰۰ و به خصوص ۲۰۰ میلی‌مولار کاهش شدیدی نشان داد. این کاهش معنی‌دار نشان می‌دهد که تنش شوری، جذب آب و مواد غذایی را مختل کرده و رشد کلی دانهال را به دلیل اثرات اسمزی و سمیت یونی محدود کرده است (Munns and Tester, 2008).



شکل ۵- اثر تنش شوری کلرید سدیم در غلظت‌های مختلف بر وزن دانهال‌هایی خرمندی.

نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که تنش شوری یکی از عوامل محدودکننده اصلی در جوانه‌زنی و رشد اولیه دانهال‌های خرمندی است. افزایش غلظت شوری در تیمارهای مختلف باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، طول ساقه، ریشه و برگ شد و به دنبال آن محتوای کلروفیل و کارایی فتوسنتزی (Fv/Fm) نیز کاهش معنی‌داری یافت. این نتایج نشان‌دهنده حساسیت شدید خرمندی بخصوص در مراحل اولیه رشد به استرس‌های اسمزی و سمیت یونی ناشی از تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- است. با توجه به حساسیت بالای بذرهای خرمندی به تنش شوری، به نظر می‌رسد که موفقیت در کشت و استقرار خرمندی در اراضی شور نیازمند به‌کارگیری راهکارهای مدیریتی موثر است. در نهایت، پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های آتی با تمرکز بر بهبود شرایط فیزیولوژی بذر، مهندسی متابولیک و اعمال تنش‌های تدریجی شوری جهت افزایش تحمل به شوری در این گونه گیاهی صورت گیرد. توسعه و اصلاح ارقام خرمندی مقاوم به تنش شوری می‌تواند نقش بسزایی در این زمینه ایفا کند.

منابع

رضایی آدریانی، ف.، رضایی، آ.، خادمی، ا. و شرفی، ی. (۱۳۹۵). بررسی بهبود صدمات تنش شوری در دانهال‌های خرمندی با پوتریسین و کیتوزان. به زراعی کشاورزی, ۱۹(۳)، ۶۷۱-۶۸۶.

Gil-Muñoz, F., Pérez-Pérez, J.G., Quiñones, A., del Mar Rubio, M., García-García, A.L. and Martínez-Gómez, P. 2020. Molecular mechanisms underlying persimmon salt tolerance. Environmental and Experimental Botany, 172: 104112.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.

Nebauer, S.G., Sánchez, M., Martínez, L., Lluch, Y., Renau-Morata, B. and Molina, R.V. 2013. Differences in photosynthetic performance and its correlation with growth among tomato cultivars in response to different salts. Plant Physiology and Biochemistry, 63: 61–69.

Riaz, M., Arif, M.S., Ashraf, M.A., Mahmood, R., Yasmeen, T., Shakoor, M.B. et al. 2019. A comprehensive review on rice responses and tolerance to salt stress. In: Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance, pp. 133–158. Elsevier, Duxford, United Kingdom.

Yonemori, K., Sugiera, A. and Yamada, M. 2000. Persimmon genetics and breeding. Plant Breeding Reviews, 19: 191–225.

Zahra, N., Raza, Z.A. and Mahmood, S. 2020. Effect of salinity stress on various growth and physiological attributes of two contrasting maize genotypes. Brazilian Archives of Biology and Technology, 63: e20200072.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of different levels of sodium chloride salinity on the germination characteristics of date plum seed

Orang Khademi[1*], Hassan Taheri[1], Mostafa Ghasemi[1] and Mahsa Azmoude[1]
1. Faculty Member, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
**Corresponding Author: o.khademi@shahed.ac.ir*

Abstract

This study examined how varying levels of sodium chloride salinity affect seed germination and early seedling growth in date plum. Treatments using NaCl were applied at 0 mM (control), 25 mM, 50 mM, 100 mM, and 200 mM. At 25 mM, germination percentage did not differ significantly from the control. But at 50 mM and above, both germination rates and the proportion of seedlings that developed leaves dropped significantly. In contrast, the number of leafless seedlings rose markedly at the 100 mM and 200 mM levels. Growth metrics; including leaf length, stem length, and root length, all declined as salinity increased, with the most severe reductions observed at 200 mM. Photosynthetic performance also suffered: both chlorophyll content and chlorophyll fluorescence decreased sharply at high salinity, indicating substantial damage to the photosynthetic apparatus. Interestingly, electrolyte leakage remained statistically unchanged across treatments. In summary, the results demonstrate that date plum seedlings are highly sensitive to NaCl-induced salinity, with exposure above 25 mM NaCl disrupting germination, early growth, and physiological processes. These findings offer valuable guidance for cultivation planning, breeding programs, and genetic improvement efforts aimed at enhancing salinity tolerance in date plum.

Keywords: Chlorophyll fluorescence, Date Plum seedling, Germination, Sodium chloride salinity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر اکوتیپ سنندج یونجه باغی (*Coronilla varia*)، گونه‌ای وحشی با قابلیت زینتی جهت کشت در فضای سبز

رحیمه صابرفر[1*]، غلامرضا حیدری[1]، فرزاد نظری[2]، سیروان بابایی[1] و ایوب ملا احمد نالوسی[2]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: *saber1139@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی اکوتیپ یونجه باغی سنندج، آزمایشی با طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد و سطوح شوری شامل (۰ (شاهد)،۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار از نمک کلرید سدیم) بود. نتایج نشان دادند، بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد و ۷/۱۴) در شوری ۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد و با افزایش غلظت شوری این شاخص‌ها کاهش یافت. میانگین زمان جوانه‌زنی در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به بیشترین مقدار (۷/۱۴) و در شوری ۲۵ میلی‌مولار به کمترین مقدار (۴/۴۵) رسید. بالاترین میانگین جوانه‌زنی روزانه (۰/۲۲) متعلق به تیمار ۲۵ میلی‌مولار و کمترین آن (۰/۱۰ و ۰/۱۲) به‌ترتیب متعلق به تیمارهای شوری ۲۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار بود. بالاترین سرعت جوانه‌زنی روزانه (۷/.) مربوط به تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و سپس سایر تیمارها بود. بالاترین ضریب سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب (۱۰ و ۹/۱۷) به تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی مولار اختصاص یافت. طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر در شوری ۲۵ میلی‌مولار به بیشترین مقدار خود رسیدند.

واژه‌های کلیدی: یونجه باغی، تنش شوری، شاخص‌های جوانه‌زنی.

مقدمه

یونجه باغی (*Coronilla varia*) یک حبوبات تتراپلوئید چند ساله است و متعلق به خانواده Fabaceae است. گیاهی مقاوم در برابر سرما و زمستان است. این محصول به اکثر نماتدهای گره ریشه مقاوم است حتی اگر برخی از آنها از آن جدا شده باشند و در برابر اکثر حشرات مقاومت می کند. یونجه باغی با داشتن گل‌هایی چترمانند و معطر با طیفی از رنگ‌های سفید تا بنفش پررنگ، به‌عنوان گیاهی زینتی نیز مورد توجه قرار گرفته است. گل‌دهی گسترده، فرم نیمه‌پوششی و توده‌ای گیاه، و پوشش متراکم آن که در قالب تاجی به ارتفاع حدود یک متر ظاهر می‌شود، زیبایی بصری قابل‌توجهی به فضاهای سبز می‌بخشد. از سوی دیگر، پایداری بالا، نیاز کم به نگهداری، و تحمل به شرایط محیطی نامساعد، این گونه را به گزینه‌ای مناسب برای کاشت در دامنه‌های جاده‌ای، فضاهای عمومی، شیب‌های مستعد فرسایش و مناظر طبیعی خشک‌پسند تبدیل کرده است. به‌واسطه این ویژگی‌ها، یونجه باغی به‌عنوان گونه‌ای زینتی-کاربردی در طراحی منظر و مدیریت اکولوژیک فضای سبز، به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک، جایگاه ویژه‌ای یافته است (GISD, 2022).

تنش شوری، به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی محدودکننده رشد و تولید گیاهان، در مناطق خشک و نیمه خشک است که یکی از دلایل اصلی کمبود آب در گیاهان محسوب می‌شود و تهدیدی جدی برای امنیت غذایی جهان و پایداری تولیدات گیاهی می‌باشد (Tariq *et al.*, 2020). شوری‌آب یا خاک از جمله عوامل تنش‌زای محیطی‌می‌باشد که علاوه بر اختلال و کاهش در قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی‌دچار مشکل می‌نماید (Anjum *et al.*, 2003). استفاده از گیاهان بومی مقاوم به خشکی و شوری، یکی از بهترین و مقرون به‌صرفه‌ترین راه‌های پایدار مقابله با کمبود منابع آبی است (Simmons *et al.*, 2011). تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی در مراحل مختلف زندگی گیاه متفاوت است و معمولاً مرحله ابتدایی رشد حساس‌ترین مرحله رشدی محسوب می‌شود. در شرایط تنش شوری جوانه‌زنی بذر با مشکل مواجه می‌شود و این تنش با محدود کردن جذب آب، کاهش تجزیه مواد ذخیره‌ای

بذر و اختلال در ساخت آنزیم‌های ذخیره‌ای موجود، منجر به کاهش جوانه‌زنی بذور می‌شود. همچنین، سمیت ناشی از یون‌های سدیم و کلر در شرایط شوری نقش مهمی در کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر دارند (Causin *et al.*, 2020). اکثر گیاهان نه در محیط‌های شور و نه در محیط‌های خاک قلیایی رشد می‌کنند و حتی غلظت متوسط نمک ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl باعث کاهش شدید عملکرد می‌شود (Cheeseman, 2015).

در آزمایش (Bhattarai *et al.*, 2022)، جوانه‌زنی ۵ رقم یونجه در ۵ سطح شوری (۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) بررسی شد. درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر رقم و شوری قرار گرفتند. رقم ورنال در شوری صفر بالاترین درصد جوانه‌زنی (۹۰ درصد) را داشت. رقم هالو در تنش‌های شوری ۷۳ تا ۸۶ درصد جوانه‌زنی داشت. در شوری ۱۶، هالو بالاترین سرعت جوانه‌زنی و رنجلندر در همه تیمارها کمترین سرعت را داشت. با افزایش شوری، سرعت جوانه‌زنی برای هر پنج رقم کاهش یافت. نرخ جوانه‌زنی هالو در تمام سطوح شوری بالاترین و رنجلندر کمترین بود. در مطالعه‌ای، پاسخ‌های چهار رقم سویا در مرحله جوانه‌زنی به شوری (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذر در تمام سطوح تیمار NaCl به‌شدت کاهش یافت. علاوه بر این، تیمار شوری باعث کاهش ارتفاع بوته و طول ریشه، وزن کل اندام هوایی و ریشه و محتوای نسبی آب در مقایسه با تیمار شاهد شد. بااین‌حال، کاهش در بین ارقام مشابه نبود، و تاخیر رشد قطعی در رقم PI37 مشاهده شد (Begum *et al.*, 2022). جوانه‌زنی یونجه در شش سطح شوری (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) و شاهد (آب مقطر) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مطالعه شد. درصد جوانه‌زنی ۸۰ درصد و شاخص جوانه‌زنی ۹۸ درصد افزایش یافت، در حالی که انرژی جوانه‌زنی و شاخص بنیه جوانه‌زنی ۹۵ درصد کاهش یافت. با این حال، میانگین زمان جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کاهش معنی‌داری در جوانه‌زنی (۳۰ درصد) در ۲۵۰ میلی‌مولار و کمترین جوانه‌زنی (۱۰ درصد) در ۳۰۰ میلی‌مولار ثبت شد (Khan *et al.*, 2025). یونجه باغی در ایران عمدتاً به‌عنوان گیاهی مرتعی، علف هرز باغات و حاشیه مزارع شناخته می‌شود و علی‌رغم ویژگی‌های زیباشناختی و سازگاری بالا، تاکنون پتانسیل آن برای استفاده در فضای سبز مناطق شور بررسی نشده است. همچنین، اطلاعات محدودی درباره پاسخ این گونه به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی وجود دارد. از این‌رو، هدف از این مطالعه بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر اکوتیپ شهرستان سنندج با رویکرد ارزیابی پایداری و قابلیت استفاده زینتی این گونه در فضای سبز مناطق نیمه‌خشک و شور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی در اکوتیپ یونجه باغی جمع‌آوری شده از شهرستان سنندج، آزمایشی به‌صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش سطوح مختلف شوری شامل (۰ (شاهد)،۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار از نمک کلرید سدیم) بود. برای این منظور پس از ضدعفونی، بذور در ۳ تکرار ۲۵ عددی برروی کاغذ صافی واتمن نمره ۱ در پتری دیش‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شدند و مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری‌دیش اضافه شد. درصورت لزوم در طی دوره جوانه‌زنی آب اضافه می‌شد (Vivanco *et al.*, 2021). پتری‌ها درداخل سینی و سینی داخل یک پلاستیک قرارداده شد تا تبخیر آب درون پتری‌ها در مدت آزمایش به حداقل برسد. سپس نمونه‌ها در دماهای (۲۰ درجه سلسیوس) درون ژرمیناتور در دوره ۱۴ روزه قرار گرفتند (ISTA, 2011). در پایان آزمایش، صفات مربوط به جوانه‌زنی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه و ضریب سرعت جوانه‌زنی محاسبه و طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه اندازه‌گیری شد و شاخص بنیه بذر محاسبه گردید.

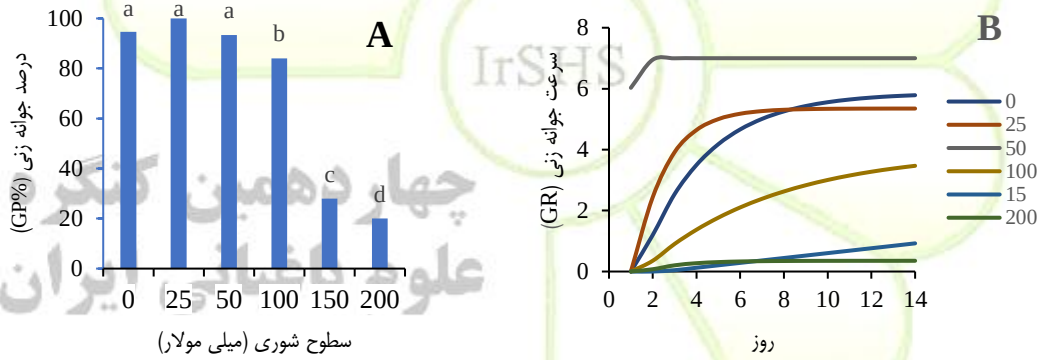
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در تمام آزمایشات با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL انجام پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که غلظت‌های مختلف نمک به‌طور معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی (از برازش معادله سیگموئیدی)، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه، ضریب سرعت جوانه‌زنی و همچنین میانگین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه تأثیر گذاشته است.

درصد و سرعت جوانه‌زنی

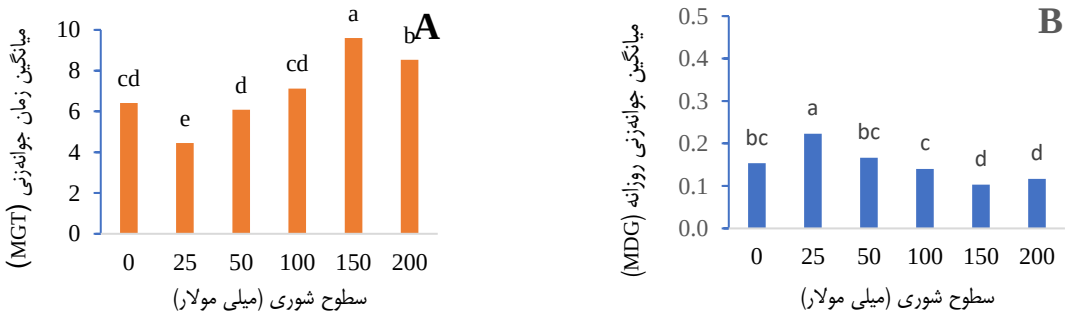
مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی و سرعت آن بیانگر بالا بودن این شاخص‌ها (۱۰۰ درصد جوانه‌زنی و ۷/۱۴ سرعت جوانه‌زنی) در شوری ۲۵ میلی‌مولار بود، اگرچه از نظر آماری اختلاف معناداری با شاهد و شوری ۵۰ میلی‌مولار نداشت و شوری ۱۵۰ و ۲۰۰ به‌ترتیب دارای کمترین درصد جوانه‌زنی (۲۰درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۱/۴۳) بودند (شکل۱). مقادیر بالای شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی را کاهش داد. به‌طور کلی، شوری با ایجاد سه عامل اصلی شامل کاهش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و تغییر در تعادل عناصر غذایی، جوانه‌زنی گیاه را کاهش می‌دهد. غلظت نمک و یون‌های تشکیل‌دهنده محلول، عوامل اصلی در کاهش درصد جوانه‌زنی به‌شمار می‌روند. تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهند که ترکیبات حاوی عنصر کلر بیشترین تأثیر را در کاهش جوانه‌زنی دارند. در طی جوانه‌زنی، کاهش پتانسیل اسمزی در غلظت‌های متوسط یا پایین یکی از عوامل محدود کننده است. اما در غلظت‌های بالا، مسمومیت یونی و به‌ویژه افزایش جذب یون‌ها مانند کلرید سدیم، باعث عدم تعادل بین عناصر غذایی شده و از عوامل مهم ایجاد اختلال و کاهش درصد جوانه‌زنی به‌شمار می‌آید (Adolf *et al.*, 2012). افزایش غلظت شوری تا ۵۰ میلی‌مولار سبب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی شد و پس از آن با افزایش غلظت کاهش این شاخص‌ها مشاهده گردید. در تحقیقات مختلف افزایش غلظت نمک در برخی محصولات ابتدا سبب افزایش این شاخص‌ها و سپس در غلظت‌های بالا سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی گردیده است (Bhattarai *et al.*, 2022; Buedo *et al.*, 2020).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی (A) و سرعت جوانه‌زنی (B) بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

میانگین زمان جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه

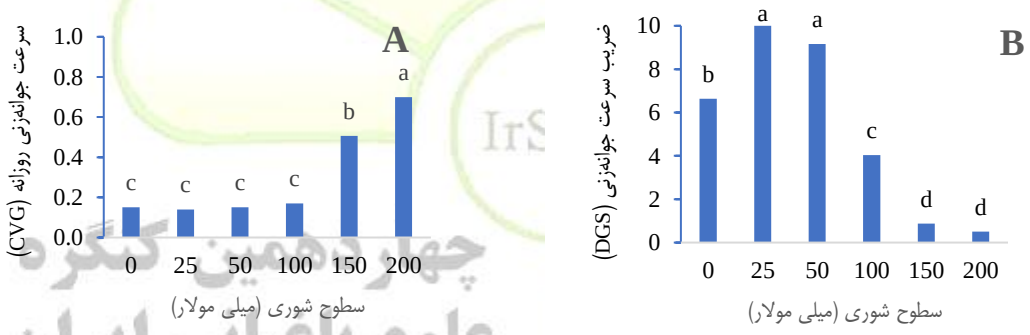
بالاترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۷/۱۴) در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و کمترین آن (۴/۴۵) در شوری ۲۵ میلی‌مولار بدست آمد. همچنین بالاترین میانگین جوانه‌زنی روزانه (۰/۲۲) متعلق به تیمار ۲۵ میلی‌مولار و کمترین آن (۰/۱۰ و ۰/۱۲) به‌ترتیب متعلق به تیمارهای شوری ۲۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار بود (شکل۲). نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که با افزایش غلظت شوری میانگین زمان جوانه‌زنی بذر افزایش می‌یابد که نشان دهنده تاخیر در جوانه‌زنی در غلظت بالاتر نمک است (Khan et al., 2025) و میانگین جوانه‌زنی روزانه کاهش پیدا می‌کند (قلی‌نژاد، ۱۳۹۱؛ سعادت و همکاران، ۱۴۰۱).



شکل ۲- اثر سطوح مختلف شوری بر میانگین زمان جوانه‌زنی (A) و میانگین جوانه‌زنی روزانه (B) بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

سرعت جوانه‌زنی روزانه و ضریب سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه‌زنی روزانه و ضریب سرعت جوانه‌زنی آن نشان داد که بالاترین سرعت جوانه‌زنی روزانه (۷/.) مربوط به تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و سپس تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار و پس از آن سایر تیمارها بود، بالاترین ضریب سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب (۱۰ و ۹/۱۷) به تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی مولار تعلق گرفت و کمترین آن به‌ترتیب (۰/۸۷ و ۰/۵۰) به تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار اختصاص یافت (شکل۳). در تحقیق (سعادت و همکاران، ۱۴۰۱) سرعت جوانه‌زنی روزانه با افزایش غلظت شوری افزایش یافته و کمترین سرعت جوانه‌زنی روزانه در تیمار بدون شوری و حداقل سطح شوری مشاهده گردید.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه‌زنی روزانه (A) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (B) بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر

بالاترین طول ریشه‌چه (۹/۳۲)، ساقه‌چه (۱)، گیاهچه (۱۰) و شاخص بنیه بذر (۶/۲۶) در تیمار شوری ۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد و کمترین طول ریشه‌چه (۱/۲۰) در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار، طول ساقه‌چه (۰/۷) در تیمارهای شاهد، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار شوری، طول گیاهچه (۲/۵۰) و شاخص بنیه بذر (۰/۶۴) در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار شوری مشاهده گردید (جدول ۱). با افزایش شوری کاهشی در طول ریشه‌چه و گیاهچه مشاهده می‌شود. همچنین افزایش سطوح تنش شوری از طریق کاهش میزان آب بافت گیاهچه، در اثر کاهش فشار آماس و تجمع مادهٔ خشک در بافت‌های ذخیره‌ای ریشه و ایجاد فعالیت‌های غیرطبیعی در اثر سمیت یون‌های کلر و سدیم و ایجاد پتانسیل اسمزی منفی در گیاهچه باعث کاهش بنیه بذر می‌گردد (سعادت و همکاران، ۱۴۰۱؛ Begum *et al.*, 2022).

جدول ۱- اثر سطوح مختلف شوری بر میانگین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

سطوح شوری (میلی‌مولار)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)	طول گیاهچه (سانتیمتر)	شاخص بنیه بذر

۰	5.41 a	0.7 d	7 b	3.92 c
۲۵	9.32 a	1 a	10 a	6.26 a
۵۰	8.01 b	0.9 b	9.80 a	4.66 b
۱۰۰	3.61 d	0.7 d	4.80 c	3.67 c
۱۵۰	2.10 e	0.8 c	3.10 d	.80 d
۲۰۰	1.20 f	0.7 d	2.50 d	.64 d

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD5%)، تفاوت معنی دار ندارند.

منابع

سعادت، ط.، صدقی، م.، سید شریفی، ر. و فرزانه، س. ۱۴۰۱. تأثیر کیتوزان بر شاخص‌های جوانه‌زنی لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*) رقم صدری در شرایط تنش شوری. مجله پژوهش‌های بذر ایران، ۹(۲): ۱۵۱–۱۶۲.

قلی‌نژاد، ا. ۱۳۹۱. تأثیر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گندم. مجله علوم و تکنولوژی بذر، ۱(۱): ۱۴–۲۱.

Adolf, V.I., Jacobsen, S.E. and Shabala, S. 2012. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Environmental and Experimental Botany, 92: 43–54.

Anjum, F., Yaseen, M., Rasool, E.A. and Anjum, S. 2003. Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.) II. Effect on chemical composition and chlorophyll contents. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 40(1–2): 41–49.

Begum, N., Hasanuzzaman, M., Li, Y., Akhtar, K., Zhang, C. and Zhao, T. 2022. Seed germination behavior, growth, physiology and antioxidant metabolism of four contrasting cultivars under combined drought and salinity in soybean. Antioxidants, 11(3): 498.

Bhattarai, S., Lundell, S. and Biligetu, B. 2022. Effect of sodium chloride salt on germination, growth, and elemental composition of alfalfa cultivars with different tolerances to salinity. Agronomy, 12(10): 1625.

Buedo, S.E. and Gonzalez, J.A. 2020. Effect of salinity stress on quinoa germination. Influence of ionic and osmotic components. Emirates Journal of Food and Agriculture, 32: 577–582.

Causin, H.F., Bordon, D.A. and Burrieza, H. 2020. Salinity tolerance mechanisms during germination and early seedling growth in *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes with different sensitivity to saline stress. Environmental and Experimental Botany, 172: 103997.

Cheeseman, J.M. 2015. The evolution of halophytes, glycophytes, and crops, and its implications for food security under saline conditions. New Phytologist, 206(2): 557–570.

Global Invasive Species Database (GISD). 2022. Species profile: *Coronilla varia*. Available from: http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=276 (Accessed July 27, 2022).

International Seed Testing Association (ISTA). 2011. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. The International Seed Testing Association, Bassersdorf, 540 p.

Khan, M.A., Fawad, M., Jamal, A., Ali, A. and Ahmad, R. 2025. Influence of varying salinity on germination indices and threshold of salt tolerance in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Sarhad Journal of Agriculture, 41(2): 528–537.

Simmons, M., Bertelsen, M., Windhager, S. and Zafian, H. 2011. The performance of native and nonnative turf grass monocultures and native turf grass polycultures: An ecological approach to sustainable lawns. Ecological Engineering, 37(8): 1095–1103.

Tariq, M., Khan, F., Shah, A.H., Fahad, S., Wahid, F., Ali, J., Adnan, M., Ahmad, M., Irfan, M., Zafar-ul-Hye, M. and Battaglia, M.L. 2020. Effect of micronutrients foliar supplementation on the production and eminence of plum (*Prunus domestica* L.). Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, 12(1): 32–40.

Vivanco, P., Oliveira, J.A. and Martin, I. 2021. Optimal germination conditions for monitoring seed viability in wild populations of fescues. Spanish Journal of Agricultural Research, 19(3): 1–9.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of Salinity Stress Effects on Seed Germination of the Sanandaj Ecotype of Crownvetch (*Coronilla varia* L.), a Wild Species with Ornamental Potential for Landscape Cultivation"

Rahimeh Saberfar[1*], Gholamreza Heidari[1], Farzad Nazari[2], Sirwan Babaei[1], Ayoub Molaahmad Nalousi[2]

1. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

[*]*Corresponding Author: saber1139@gmail.com*

Abstract

In order to examine the effect of salinity on the germination of the Sanandaj crown vetch ecotype, an experiment was conducted using a completely randomized design with three replications. The salinity levels included 0 (control), 25, 50, 100, 150, and 200 mM of sodium chloride salt. The results showed that the highest percentage and germination rate (100% and 14.7) were observed at 25 mM salinity, and these indices decreased with increasing salinity concentration. The average germination time reached its maximum (14.7) at 150 mM salinity and its minimum (4.5) at 25 mM salinity. The highest average daily germination (0.22) belonged to the 25 mM treatment, while the lowest (0.10 and 0.12) belonged to the 200 and 150 mM salinity treatments, respectively. The highest daily germination rate (7.0) was associated with the 200 mM salinity treatment, followed by the other treatments. The highest germination rate coefficient (10.0 and 9.17.0) was associated with the 25 and 50 mM treatments, respectively. The length of radicle, shoot and seedling and the seed vigor index reached their highest values at 25 mM salinity.

Keywords: crown vetch, Salinity Stress, Germination Indices.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر اکوتیپ سنندج یونجه باغی (*Coronilla varia*)، گونه‌ای وحشی با قابلیت زینتی جهت کشت در فضای سبز

رحیمه صابرفر[1*]، غلامرضا حیدری[1]، فرزاد نظری[2]، سیروان بابایی[1] و ایوب ملا احمد نالوسی[2]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: *saber1139@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر خشکی بر جوانه‌زنی اکوتیپ یونجه باغی سنندج، آزمایشی با طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد و سطوح خشکی شامل (شاهد، ۲-، ۴-، ۶-، ۸- بار (با استفاده از محلول پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰) بود. نتایج نشان دادند که درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای خشکی ۲-، ۴- و ۶- با شاهد تفاوت معناداری نداشته‌اند، اما تیمار ۸- بار تفاوت معناداری داشت. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب ۹۶ و ۲۵/۳۳ و بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی ۶/۸۶ و ۱/۸۱ بود. بالاترین سرعت جوانه‌زنی روزانه ۰/۵۵ در تیمار ۸- بار مشاهده شد. بالاترین ضریب سرعت جوانه‌زنی به تیمارهای شاهد و ۴- بار تعلق گرفت و کمترین آن متعلق به تیمار ۸- بار بود. بالاترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای شاهد و ۴- و ۶- بار و شاخص بنیه بذر در تیمار ۲- بار و شاهد مشاهده شد. کمترین مقادیر این صفات در تیمار ۸- بار مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر.

مقدمه

یونجه باغی (*Coronilla varia*) یک گونه لگوم و متعلق به خانواده Fabaceae است. به خشکی و سرما مقاوم است. یونجه باغی بومی اروپای مرکزی و جنوبی است و در حال حاضر کشت آن در منطقه مدیترانه، روسیه، خاورمیانه و ایالات متحده رایج است. در چهار دهه گذشته از اهمیت سیاسی و زیبایی‌شناختی زیادی در ایالات متحده و سایر کشورها برخوردار بوده است و به‌طور گسترده‌ای برای کنترل فرسایش و پوشش سطح زمین مورد استفاده قرار گرفته است گل‌ها به‌صورت خوشه‌ای (چترمانند)، دارای دمگل هستند، رنگ آن‌ها از سفید تا بنفش پررنگ متغیر است و بوی خوشایندی دارند (Yerlikaya et al., 2021). در ایران حضور این گیاه در رویشگاه‌های طبیعی استان‌های به‌عنوان گیاهی مرتعی، دارویی و سمی گزارش شده است (وهابی و همکاران، ۱۳۹۷).

تنش خشکی روی گیاهان در طول چرخه زندگی یعنی از جوانه‌زنی تا بلوغ تأثیر می‌گذارد. خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاهان تاثیر گذاشته و موجب کاهش و به تاخیر انداختن جوانه‌زنی و کاهش رشد اندام‌های هوایی، فتوسنتز و متابولیسم، مواد مغذی در دسترس خاک و تولید ماده خشک می‌گردد (Seleiman et al., 2021).

تنش خشکی زمانی به گیاهان زراعی آسیب می‌زند که در مراحل اولیه جوانه‌زنی و رشد گیاهچه باشند. این تنش علاوه بر ایجاد اختلال جدی در جوانه‌زنی و سست شدن گیاهچه‌ها، باعث تولید گیاهچه‌های ضعیف و کاهش توان استقرار آنها شده و در نهایت منجر به کاهش قابل توجه عملکرد می‌شود. خشکی باعث کاهش پتانسیل آب خاک و آب جذب شده توسط بذرها می‌شود. یکی از دلایل اصلی کاهش جوانه‌زنی در زمان وقوع تنش خشکی این است که زمان آبنوشی بذرها طولانی می‌گردد و این وضعیت می‌تواند جوانه‌زنی بذر گیاهان زراعی مثل لوبیا را در پتانسیل اسمزی کمتر از ۸- بار به شدت کاهش دهد یا حتی متوقف کند (Himaja et al., 2023).

در یک آزمایش، تأثیر اسموپرایمینگ بذر با پلی‌اتیلن‌گلایکول بر جوانه‌زنی و پارامترهای فیزیولوژیکی یونجه باغی بررسی شد . پرایمینگ بذر در محلول‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلایکول انجام شد و از PEG6000 با غلظت‌های ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد به ترتیب برای ایجاد پتانسیل آب ۰.۱-، ۰.۱۵- و ۰.۲- مگاپاسکال در طول جوانه‌زنی استفاده شد. نتایج نشان داد که پرایمینگ با ۱۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلایکول به‌طور قابل توجهی درصد جوانه‌زنی، بنیه جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، شاخص سرزندگی و زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T50) را تحت تأثیر تنش آبی بهبود بخشید (Ma et al., 2024).

در مطالعه‌ای، پاسخ‌های چهار رقم سویا در مرحله جوانه‌زنی به خشکی (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد پلی اتیلن گلیکول، PEG-6000)، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذر در تیمارهای PEG ۱۰ درصد افزایش یافته و ۱۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت، علاوه بر این، تیمار خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته و طول ریشه، وزن کل اندام هوایی و ریشه و محتوای نسبی آب در مقایسه با تیمار شاهد شد. بااین‌حال، کاهش در بین ارقام مشابه نبود، و تاخیر رشد قطعی در رقم PI5A تحت خشکی مشاهده شد (Begum et al., 2022).

یک عامل مهم در انتخاب گیاهان برای کشت در شرایط مختلف جغرافیایی، ارزیابی تحمل گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی است و عوامل تنش‌زای محیطی نقش عمده‌ای در تغییر کمیت و کیفیت محصولات زراعی دارند (Khan et al., 2014).

یونجه باغی در ایران عمدتاً به‌عنوان گیاهی مرتعی، علف هرز باغات و حاشیه مزارع شناخته شده و تاکنون کاربرد بالقوه آن به‌عنوان یک گونه زینتی مقاوم در فضای سبز مورد توجه قرار نگرفته است. با توجه به ویژگی‌های زیباشناختی، پایداری بالا و توانایی استقرار در شرایط نامساعد محیطی، این گونه می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای طراحی منظرهای طبیعی و خشک‌پسند در مناطق شهری و بین‌شهری باشد. از سوی دیگر، اطلاعات کافی درباره تحمل تنش خشکی در مراحل اولیه رشد این گیاه در دست نیست. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر اکوتیپ شهرستان سنندج با رویکرد ارزیابی پتانسیل زینتی آن در فضای سبز مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی اکوتیپ‌های یونجه باغی جمع‌آوری شده از شهرستان سنندج، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش، تنش خشکی در سطوح مختلف (شاهد، ۲-، ۴-، ۶-، ۸- بار (با استفاده از محلول پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰) اعمال شد که این محلول به پتری‌دیش‌های حاوی نمونه‌های بذری اضافه گردید (Michel and Kaufman, 1973).

بذور پس از ضدعفونی، در گروه‌های ۲۵تایی روی کاغذ صافی واتمن نمره ۱ درون پتری‌دیش‌های به قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شدند. به هر پتری‌دیش مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و در صورت نیاز در طول دوره جوانه‌زنی آب اضافه گردید. پتری‌دیش‌ها داخل سینی و سینی داخل یک پلاستیک قرار گرفت تا تبخیر آب به حداقل برسد. سپس نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس درون ژرمیناتور به مدت ۱۴ روز قرار گرفتند (Vivanco et al., 2021).

در این آزمایش، صفات مربوط به جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه زنی (از برازش معادله سیگموئیدی)، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه و ضریب سرعت جوانه‌زنی محاسبه و طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه اندازه‌گیری شد و شاخص بنیه بذر محاسبه گردید.

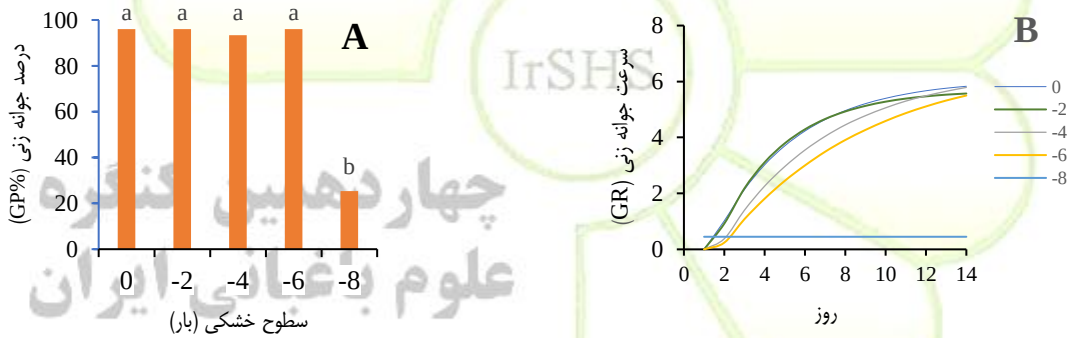
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در تمام آزمایشات با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL انجام پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف خشکی به‌طور معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه، ضریب سرعت جوانه‌زنی و همچنین میانگین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه بذر اثرگذار بوده است.

درصد و سرعت جوانه‌زنی

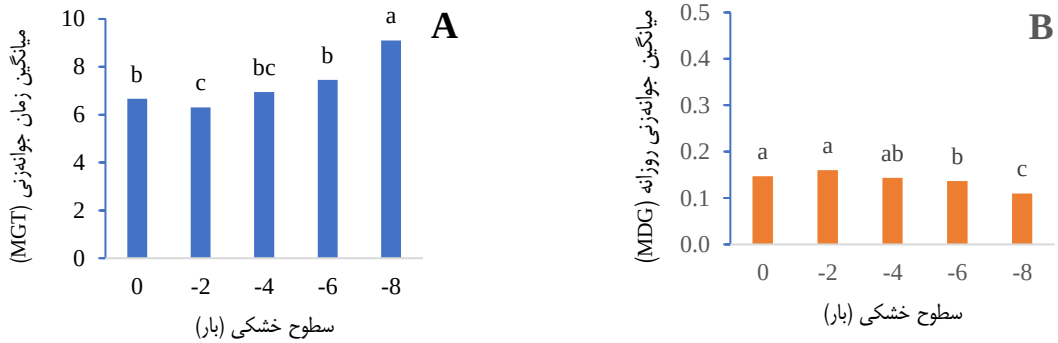
مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف خشکی بر درصد جوانه‌زنی و سرعت آن بیانگر عدم اختلاف معنادار بین تیمارهای خشکی ۲-، ۴- و۶- با تیمار شاهد می‌باشد ولی سطح خشکی ۸- با شاهد اختلاف معنادار داشت. بنابراین بیشترین (۹۶) و کمترین (۲۵/۳۳) درصد جوانه‌زنی در بین تیمارها مشاهده شد. و بیشترین (۶/۸۶) و کمترین (۱/۸۱) سرعت جوانه‌زنی بدست آمد (شکل۱). مقادیر بالای خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی را کاهش داد. به‌طور کلی، بالا بودن میزان درصد جوانه‌زنی در استقرار گیاهچه در مزرعه، تحت شرایط تنش نقش مهمی دارد. با افزایش سطح تنش میزان جذب آب کاهش می‌یابد اما میزان این کاهش بسته به ژنوتیپ، می‌تواند متفاوت باشد (Mahpara et al., 2022). با افزایش سطح تنش خشکی، فعالیت آنزیم‌های کنترل کننده جوانه‌زنی و ذخیره غذا برای رشد گیاهک، مختل می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت درصد جوانه‌زنی در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی (Memon et al., 2023) می‌توان نتیجه گرفت اکوتیپ یونجه باغی سنندج متحمل به خشکی می‌باشد. در پتانسیل‌های اسمزی بالاتر، میزان بذر جوانه زده شده در روز، با سرعت بیشتری روند کاهشی می‌یابد، افزایش پتانسیل اسمزی موجب کاهش توانایی دستیابی بذر به آب می‌شود. با کاهش جذب آب، روند فعالیت‌های متابولیکی، کم شده و درنتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد. از این رو سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند (Oveisi et al.,, 2024)، ولی یونجه باغی در تمام تیمارهای خشکی بجز تیمار ۸- بار سرعت جوانه‌زنی مشابه شاهد بوده که بیانگر تحمل بالای این گونه به خشکی می‌باشد.



شکل ۱- اثر سطوح مختلف خشکی بر درصد جوانه‌زنی (A) و سرعت جوانه‌زنی (B) بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

میانگین زمان جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه

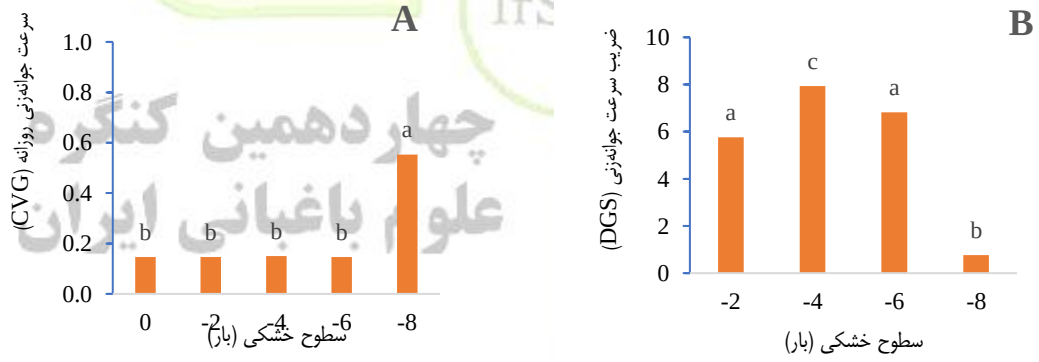
بالاترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۹/۱۰) در خشکی ۸- بار و کمترین آن (۶/۳۰) در خشکی ۲- بار بدست آمد. همچنین بالاترین میانگین جوانه‌زنی روزانه (۰/۱۶) متعلق به تیمار ۲- بار و کمترین آن (۰/۱۱) متعلق به تیمار ۸- بار بود (شکل۲). اختلال یا کندی در جذب آب توسط بذر، منجر به کاهش سرعت انجام فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی در داخل بذر شده و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و در نتیجه میانگین مدت جوانه‌زنی افزیش می‌یابد (اله دادی، ۱۳۹۸).



شکل۲- اثر سطوح مختلف خشکی بر میانگین زمان جوانه‌زنی (A) و میانگین جوانه‌زنی روزانه (B) بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

سرعت جوانه‌زنی روزانه و ضریب سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف خشکی بر سرعت جوانه‌زنی روزانه و ضریب سرعت جوانه‌زنی آن نشان داد که تمام تیمارها سرعت جوانه‌زنی روزانه (۰/۱۵) دارند ولی تیمار ۸- بار بالاترین (۰/۵۵) سرعت جوانه‌زنی روزانه را داشت. بالاترین ضریب سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب (۸/۴۴ و ۷/۹۳) به تیمارهای شاهد و ۴- تعلق گرفت و کمترین آن (۰/۷۶) به تیمارهای ۸- بار اختصاص یافت (شکل۳). در این تحقیق سرعت جوانه‌زنی روزانه با افزایش تنش خشکی افزایش یافته و ضریب سرعت جوانه‌زنی با افزایش خشکی کاهش یافته است. در تحقیقی مقایسه‌های میانگین سطوح خشکی بر ضریب سرعت جوانه‌زنی نشان داد سطح شاهد بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی را داشت و با افزایش سطوح خشکی تا ۱۴- بار ضریب سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت و این کاهش معادل ۴۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بود (غفاری و تدین، ۱۳۹۷).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف خشکی بر سرعت جوانه‌زنی روزانه (A) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (B) بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر

بالاترین طول ریشه‌چه (۷/۶۰ و ۷/۱۰) در تیمار شاهد و ۴- بار، ساقه‌چه (۱/۲۰) در تیمار ۶- بار، گیاهچه (۸/۸۰ و ۸/۵۰) در تیمار شاهد و ۴- بار و شاخص بنیه بذر (۴/۱۴ و ۴/۰۶) در تیمار ۲- بار و شاهد مشاهده شد و کمترین طول ریشه‌چه (۱/۵۰)، طول ساقه‌چه (۰/۷)، طول گیاهچه (۳) و شاخص بنیه بذر (۰/۷۴) در تیمار ۸- بار مشاهده گردید (جدول ۱). واکنش ریشه به تغییرات محیطی از طریق صفت طول ریشه انجام می‌شود. تحت تنش خشکی، رشد ریشه محدود خواهد شد علت این امر می‌تواند کم آبی پروتوپلاسم در شرایط پتانسیل اسمزی و اثر آن روی کاهش تقسیم سلولی باشد. در برخی ژنوتیپ‌ها افزایش سطح خشکی موجب افزایش طول ریشه‌چه برای سازگاری با

محیط شده است (Abido and Zsombik, 2018). در شرایط تنش با کاهش جذب آب و اختلال فعالیت‌های آنزیمی و کاهش تولید اکسین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافته و در نتیجه، طول گیاهچه حاصل نیز کم می شود. در شرایط تنش از جمله خشکی، میزان آبسیزیک اسید افزایش یافته و مانع رشد سلول‌های گیاه می‌شوند (Gupta and Palma, 2021). شاخص بنیه بذر نشان دهنده قدرت و توانایی گیاهچه برای رشد سریع و واکنش به شرایط محیطی است. در این تحقیق خشکی ۲– و ۴– با تیمارشاهد اختلاف معنادار نداشتند.

جدول ۱– اثر سطوح مختلف خشکی بر میانگین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه بذر یونجه باغی اکوتیپ سنندج.

سطوح خشکی (میلی‌مولار)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)	طول گیاهچه (سانتیمتر)	شاخص بنیه بذر
۰	7.60 a	1 b	8.80 a	4.06 a
–۲	4.70 c	0.80 d	6 c	4.14 a
–۴	7.10 a	1.20 c	8.50 a	3.65 ab
–۶	5.50 b	0.90 a	7.10 b	3.50 b
–۸	1.50 d	0.70 e	3 d	0.74 c

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD5%)، تفاوت معنی دار ندارند.

منابع

الهدادی، م. ۱۳۹۸. تأثیر تغذیه گیاه مادری بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه آرتیشو (*Cynara scolymus* L.). نشریه علوم و فناوری بذر ایران، ۸(۲): ۵۹–۷۲.

غفاری، ح. و تدین، م.ر. ۱۳۹۷. اثر پرولین بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر رقم کاستیل چغندرقند تحت تنش خشکی. نشریه علوم و فناوری بذر ایران، ۷(۲): ۱۷۱–۱۸۲.

وهابی، م.ر.، ترکش اصفهانی، م.، فرهنگ، ح.ر. و صالحی اردلی، ع. ۱۳۹۷. بررسی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان منطقه حفاظت شده شیدا (چهارمحال بختیاری، ایران). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۱(۲۳): ۴۶۳–۴۸۲.

Abido, W.A.E. and Zsombik, L. 2018. Effect of water stress on germination of some Hungarian wheat landraces varieties. Acta Ecologica Sinica, 38(6): 422–428.

Begum, N., Hasanuzzaman, M., Li, Y., Akhtar, K., Zhang, C. and Zhao, T. 2022. Seed germination behavior, growth, physiology and antioxidant metabolism of four contrasting cultivars under combined drought and salinity in soybean. Antioxidants, 11(3): 498.

Gupta, K.D. and Palma, J. 2021. Plant Growth and Stress Physiology. Springer International Publishing, Switzerland.

Himaja, R., Radhika, K., Reddy, K.B. and Raghavendra, M. 2023. Screening of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for germination and early seedling growth under PEG 6000 induced drought stress. Legume Research: An International Journal, 46(7): 813–821.

International Seed Testing Association (ISTA). 2011. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. The International Seed Testing Association, Bassersdorf, 540 p.

Khan, P., Rehman, S., Jamil, M., Irfan, S., Waheed, M.A., Aslam, M.M., Kanwal, M. and Shakir, S.K. 2014. Alleviation of boron stress through plant-derived smoke extracts in *Sorghum bicolor*. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 10(3): 153–165.

Ma, L., Wei, J., Han, G., Sun, X. and Yang, X. 2024. Seed osmopriming with polyethylene glycol (PEG) enhances seed germination and seedling physiological traits of *Coronilla varia* L. under water stress. PLoS ONE, 19(5): 1–21.

Mahpara, S., Zainab, A., Ullah, R., Kausar, S., Bilal, M., Latif, M.I. and Zuan, A. 2022. The impact of PEG-induced drought stress on seed germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. PLoS ONE, 17(2): e0262937.

Memon, S., Abro, A., Jakhro, M.I., Farid, A., Habib, M., Ahmed, M., Bhutto, L.A., Memon, S.A. and Farooq, M. 2023. Polyethylene glycol mediated osmotic stress impacts on growth and biochemical aspects of wheat under artificial osmotic stress condition. Journal of Innovative Sciences, 9(1): 44–50.

Michel, B.E. and Kaufman, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51(5): 914–916.

Oveisi, M., Alizadeh, H., Lorestani, S.A., Esmaili, A., Sadeghnejad, N., Piri, R., Gonzalez-Andujar, J.L. and Müller-Schärer, H. 2024. Triangle area model (TAM) for predicting germination: An approach to enhance hydrothermal time model applications. Current Plant Biology, 39: 1–15.

Sherman, B. 2021. Cover Crops and Sustainable Agriculture. In: Islam, R. (Ed.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 105 p.

Vivanco, P., Oliveira, J.A. and Martin, I. 2021. Optimal germination conditions for monitoring seed viability in wild populations of fescues. Spanish Journal of Agricultural Research, 19(3): 1–9.

Yerlikaya, S., Baloglu, M.C., Altunoglu, Y.C., Diuzheva, A., Jeko, J., Cziaky, Z. and Zengin, G. 2021. Exploring *Coronilla varia* L. extracts as a source of high-value natural agents: Chemical profiles and biological connections. South African Journal of Botany, 143(1): 382–392.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of Drought Stress Effects on Seed Germination of the Sanandaj Ecotype of Crownvetch (*Coronilla varia* L.): A Wild Species with Ornamental Potential for Landscape Use"

Rahimeh Saberfar[1*], Gholamreza Heidari[1], Farzad Nazari[2], Sirwan Babaei[1], Ayoub Molaahmad Nalousi[2]
1. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[*]*Corresponding Author: saber1139@gmail.com*

Abstract

To investigate the effect of salinity on the germination of the garden crown vetch ecotype from Sanandaj, an experiment was conducted using a completely randomized design with three replications. The drought levels included (control, -2, -4, -6, -8 bar) using a polyethylene glycol 6000 solution. The results showed that the percentage and rate of germination in the -2, -4, and -6 bar drought treatments did not differ significantly from the control, but the -8 bar treatment showed a significant difference. The highest and lowest germination percentages were 96% and 25.33%, respectively, and the highest and lowest germination rates were 6.86 and 1.81, respectively. The highest daily germination speed of 0.55 was observed in the -8 bar treatment. The highest germination rate coefficient belonged to the control and -4 bar treatments, while the lowest was observed in the -8 bar treatment. The greatest root and shoot lengths were found in the control, -4, and -6 bar treatments, and the seed vigor index was highest in the -2 bar and control treatments. The lowest values for these traits were observed in the -8 bar treatment.

Keywords: Germination percentage, Germination rate, Seed vigor index.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی دوپامین بر انگور پیوندی رقم 'بی‌دانه قرمز' روی پایه‌های مختلف تحت تنش خشکی در شرایط باغ

موسی رسولی[1*] و سید محمدمهدی میرفتاح[2]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین(ره)، قزوین، ایران

۲- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *mousarasouli@gmail.com*

چکیده

انگور یک گیاه مهم اقتصادی است که به دلیل عملکرد نسبتا خوب میوه و مقاومت نسبی در برابر تنش، محبوبیت زیادی دارد. در تعداد محدودی از مطالعات، انتقال‌دهنده عصبی دوپامین، که در قلمرو حیوانی و گیاهی یافت می‌شوند، نقشی در دفاع از استرس غیرزیستی و زیستی گیاهان دارند. در تحقیق صورت گرفته، طرح آزمایش اسپیلت اسپیلت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار با تیمار آبیاری به عنوان کرت اصلی با سه سطح(۱۰۰ درصد رطوبت زراعی)، (۷۵درصد رطوبت زراعی) و (۵۵ درصد رطوبت زراعی) و تیمار پایه به عنوان کرت فرعی شامل ۷ رقم('بی دانه قرمز' خود ریشه، 'بی دانه سفید'، 'چفته'، 'کره رویه'، 'مولایی'، 'رشه'، 'ساهانی') و با پیوندک 'بی دانه قرمز' و کرت فرعی فرعی محلول پاشی دوپامین در سه غلظت ۰، ۵۰ و۱۵۰ میکرومول در لیتر مشخص شدند. پارامترهای مختلف مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و بیان ژن اندازه گیری گردیدند. مقایسه میانگین این آزمایش نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی با افزایش غلظت محلول پاشی دوپامین در سطح ۱۵۰ میکرومول در لیتر، کلیه فاکتورهای مرتبط با تنش خشکی از جمله پرولین، کربوهیدرات محلول، کاتالاز، پراکسیداز در ارقام متحمل‌تر به خشکی افزایش چشمگیری داشته اند. بخصوص این افزایش درپایه‌های 'چفته'، 'مولایی' و 'کره رویه' نسبت به بقیه پایه ها این صفات افزایش بهتری داشته اند. این پایه ها در تنش متوسط و شدید با استفاده از محلول دوپامین باعث افزایش فاکتورهای تحمل به تنش و القا به پیوندک بی دانه قرمز در این آزمایش شده اند.

واژه‌های کلیدی: انگور، تنش خشکی، پایه و پیوندک، دوپامین.

مقدمه

با توجه به شرایط آب و هوایی کشور ایران و همچنین تغییرات اقلیمی شدیدی که در چند سال اخیردر دنیا رخ داده است، یکی از عوامل محدود کننده ی رشد و تولید در باغات انگور کشور، تنش خشکی و کم آبی است (Sharma et al.,2020). در چنین شرایطی، از آنجایی که گیاهان ساکن هستند، کشت گیاهانی که بتوانند با محیط خشک سازگار شوند و عملکرد و رشد طبیعی خود را حفظ کنند، بسیار مهم است. علاوه بر این، استفاده از روش‌های مصنوعی (مانند سخت شدن خشکی و کاربرد برون‌زای تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه) نیز می‌تواند تحمل گیاه را به خشکی بهبود بخشد (Tesfahun and Yildiz, 2018). در این بین یکی از روشهای مؤثر و کاربردی در افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی، محلولپاشی تنظیم کننده های رشد گیاهی مانند پلی آمین ها است (Habibi et al.,2022). دوپامین یک آمین طبیعی در گیاهان و حیوانات است که دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی قوی است. عوامل استرس زای غیرزیستی مختلف، مانند خشکی، شوری، و کمبود مواد مغذی، بیوسنتز دوپامین درون زا را القا می کنند، در حالی که کاربرد دوپامین برون زا تحمل به استرس غیرزیستی را ایجاد می کند. در بررسی Ahammed و همکاران(۲۰۲۳)، نقش دوپامین در تحمل گیاه به عوامل استرس‌زای غیرزیستی مانند خشکی، تنش شوری، سرما، کمبود مواد مغذی، نیترات اضافی و تنش آلاینده‌های آلی بر اساس ادبیات موجود در گیاهان باغبانی مورد بحث قرار گرفته است. در

تحقیق Prestes و همکاران(۲۰۲۵) روی گیاه گوجه فرنگی ثابت کردند که EBRوDOP، به تنهایی یا به‌صورت ترکیبی، آسیب‌های وارده به برگ‌ها و ریشه‌ها را که در معرض تنش سرب قرار داشتند، کاهش دادند، اما وقتی EBR به تنهایی اعمال شد، نتایج بهتری حاصل شد

در یک آزمایش گلخانه‌ای توسط Liang و همکاران(۲۰۱۸) چگونگی تأثیر دوپامین بر ویژگی‌های تحمل به خشکی درختان سیب در سطوح فیزیولوژیکی و مولکولی بررسی گردید در این آزمایش فتوسنتز، غلظت کلروفیل و روزنه به طور قابل توجهی تحت تنش کاهش یافت، اما تیمار دوپامین اثرات بازدارنده خشکسالی بر رشد گیاه را کاهش داد و به حفظ فتوسنتز قوی، سطوح کلروفیل و عملکرد روزنه‌ها کمک کرد (Liang et al.,2017). بدلیل وجود انگور بعنوان یکی از مهمترین محصولات باغبانی در برخی از شهرستان های استان مرکزی ایده استفاده از پایه های متحمل به خشکی و استقرار پیوندک رقم ' بی دانه قرمز'از ارقام بومی در شرایط تنش خشکی در شرایط باغ و استفاده ار مکمل دوپامین بصورت فرضیه بیان گردید که پس از محلول پاشی با دوپامین و اعمال تنش خشکی ویژگی‌های مهم مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و بررسی بیان ژن های دخیل در تحمل به خشکی ارقام پیوندی و تاثیر پایه های متحمل تا حساس که تاکنون در شرایط باغ انجام نشده بود در این مرحله آزمایش گردید. هدف از انجام این تحقیق بررسی تحمل به استرس خشکی انگور رقم'بیدانه قرمز'به عنوان یکی از ارقام مهم در سطح باغ های انگور استان مرکزی روی پایه های انتخابی(متحمل تا حساس به خشکی) جهت شناسایی متحمل ترین ترکیب پایه و پیوندک به تنش در شرایط باغ در شرایط آب و هوای استان مرکزی بود.

مواد و روش‌ها

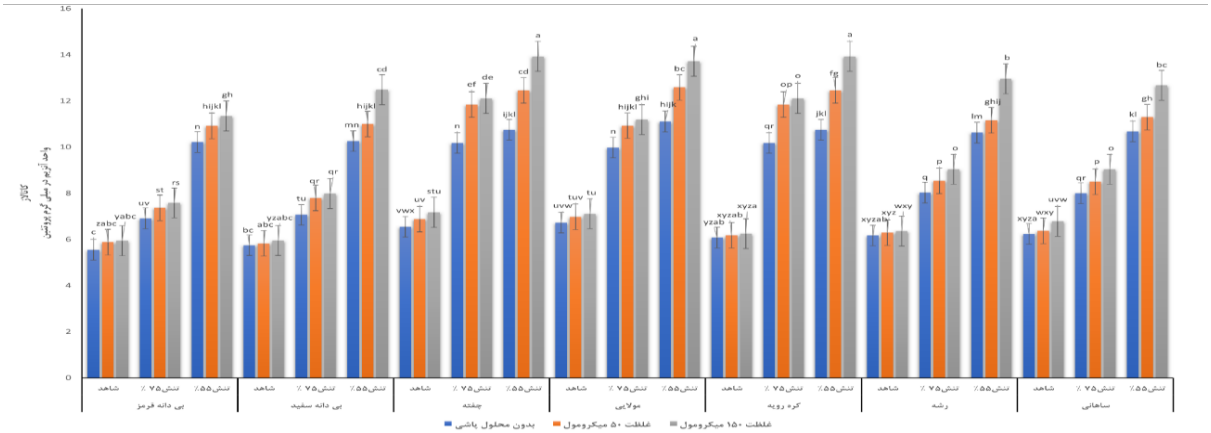
این پژوهش در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی اراک واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی با موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۷ دقیقه شمالی و ۴۹ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۷۶۰ متر از سطح دریا طی سالهای ۱۴۰۲-۱۳۹۷ انجام شد. در این آزمایش قلمه های ارقام ('چفته'، 'مولایی'، 'کره رویه' ، 'رشه'، 'ساهانی' ، 'بیدانه سفید' و رقم 'بیدانه قرمز' (خود ریشه) به عنوان پایه های انتخابی ، جمع آوری و در محل مورد نظر با فاصله کاشت ۲متر روی ردیف و ۳ متر بین ردیف کشت گردید. در ادامه پس از عملیات داشت و رشد قلمه ها ارقام 'چفته'، 'مولایی'، 'کره رویه'، 'رشه'، 'ساهانی' و 'بیدانه سفید'سربرداری و عمل پیوند روی پایه ها بصورت اسکنه خواب و سبز انجام شد. در زمان ۵ تا ۶ برگی شدن و رشد پیوندک ها قبل از اعمال تنش خشکی ماده دوپامین جهت این آزمایش آماده(ماده دوپامین بر اساس وزن مولکولی و بر اساس غلظت های مورد نظر وزن گردید و در سم پاش ۲۰ لیتری به حجم مورد نظر حل گردید و روی تیمارهای مورد نظر بصورت مجزا محلول پاشی گردید) و در سطح شاهد، تنش متوسط و شدید به میزان صفر، ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول به ترتیب محلول پاشی صورت گرفت و سپس تیمار خشکی بر اساس رطوبت وزنی خاک اعمال شد. آزمایش به صورت اسپیلیت اسپیلت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار با تیمار آبیاری به عنوان کرت اصلی با ۳ سطح (محدوده ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی(شاهد)، محدوده ۷۵ درصد (تنش متوسط) و محدوده۵۵ درصد (تنش شدید) و تیمار پایه به عنوان کرت فرعی در ۷ رقم تعیین شد. همچنین ۳ محلول دوپامین(۰ درصد، ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول در لیتر) بعنوان کرت فرعی فرعی در نظر گرفته شد. پس از اعمال تنش خشکی، در مراحل رشدی برخی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی ، بیوشیمیایی و بیان برخی از ژن های مهم اندازه گیری شدند. تجزیه داده ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹.۱ و مقایسه میانگین آنها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس داده های آزمایش مورد بررسی، تغییرات فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در انگور 'بی دانه قرمز' پیوند شده روی پایه 'چفته' و 'مولایی' به طور معنی داری بیشتر از سایر پایه ها بود. در این تحقیق با استفاده از محلول پاشی دوپامین در سطح ۵۰ میکرومول غلظت (۹/۰۱ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) و در غلظت ۱۵۰ میکرومول(۹/۶۴ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) نسبت به شاهد بدون محلول پاشی(۸/۳۶ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) در آنزیم کاتالاز ثبت گردیده است. در اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی دوپامین در سطح تنش متوسط با غلظت ۱۵۰میکرومول(۹/۴۲ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) و در سطح تنش شدید با این غلظت(۱۲/۹۸ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) میزان کاتالاز ثبت شد(شکل ۱). در صفت اندازه گیری شده پراکسیداز هم با استفاده از محلول دوپامین با غلظت ۱۵۰ میکرومول در برگ پیوندک 'بی دانه قرمز' پیوند شده

در پایه 'مولایی' (۸/۴۹ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) و 'چفته' (۸/۲۵ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) بیشترین میزان پراکسیداز در 'بی دانه قرمز'خود ریشه بدون محلول پاشی (۴/۴۸ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) کمترین میزان پراکسیداز را نشان داد. در این صفت اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی نیز معنی دار بوده است . در شرایط شاهد بدون محلول دوپامین (۴/۹۱ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) کمترین و (۸/۰۲ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) در شرایط تنش شدید با غلظت ۱۵۰ میکرومول بیشترین میزان پراکسیداز مشاهد شد. درتنش متوسط پراکسیداز برگ پیوندک رقم 'بی دانه قرمز' روی پایه 'چفته' (۷/۳۸ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) بیشترین و در 'بی دانه قرمز'خود ریشه (۴/۶۹ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) کمترین میزان را نشان داد. همچنین در تنش شدید کمترین میزان پراکسیداز در برگ پیوندی روی رقم 'بی دانه سفید' (۵/۸۹ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) و بیشترین میزان این آنزیم در برگ 'بی دانه قرمز' پیوندی روی پایه 'مولایی' (۹/۸۷ واحد آنزیم بر میلی گرم پروتئین) به دست آمد. از نتایج مقایسه میانگین های این صفت می توان نتیجه گرفت که با افزایش تنش خشکی و غلظت محلول دوپامین آنزیم پراکسیداز در همه پایه ها افزایش یافت که در ارقامی مانند 'چفته'، 'مولایی' و 'کره رویه' که از ارقام متحمل به خشکی هستند این افزایش معنی دار تر بود. نتایج مقایسه میانگین صفت پرولین نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی و غلظت محلول دوپامین سطح پرولین در برگ پیوندک 'بی دانه قرمز' پیوندی روی پایه های مورد بررسی بخصوص ارقام متحمل به خشکی افزایش معنی داری داشته است. میزان این ماده در شرایط رطوبت زراعی(شاهد)(۱۹.۹۹ میکرومول در گرم وزن تر)، شرایط ۷۵ درصد تخلیه رطوبت زراعی(تنش متوسط)(۲۵.۵۶ میکرومول در گرم وزن تر) و در شرایط ۵۵درصد تخلیه رطوبت زراعی(تنش شدید)(۳۳.۱۱ میکرومول در گرم وزن تر) ثبت گردیده که نشان دهنده افزایش معنی دار این ماده با افزایش تنش خشکی می باشد. با استفاده از محلول دوپامین در این آزمایش هم بین شرایط زراعی(۲۵.۳۲ میکرومول در گرم وزن تر) و تنش متوسط(۲۶.۵۷ میکرومول در گرم وزن تر)، شدید(۲۶.۷۷ میکرومول در گرم وزن تر) تغییر معنی داری در میزان ماده پرولین بوده است.

خشکی، یکی از شدیدترین و پیچیده‌ترین تنش‌های غیرزیستی، به دلیل تغییرات آب و هوایی جهانی به طور فزاینده‌ای رخ می‌دهد و بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. در تعداد محدودی از مطالعات، انتقال‌دهنده‌های عصبی (Nts) دوپامین و پروژسترون، که در قلمرو حیوانی و گیاهی یافت می‌شوند، نقشی در دفاع از تنش غیرزیستی و زیستی گیاه دارند .تنظیم کننده های زیستی و محرک های زیستی مواد طبیعی هستند که بهره وری محصول و همچنین تحمل تنش را بهبود می بخشند و استفاده از آنها پتانسیل زیادی برای تولید مواد غذایی سازگار با محیط زیست و پایدار دارد. در شرایط خشکسالی، تیمار دوپامین می تواند ظرفیت نگهداری آب در برگ‌های سیب را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد، پژمردگی برگ‌ها و تخلیه الکترولیت‌ها را کاهش دهد و باز شدن روزنه را تنظیم کند (Gao et al.,2020). همانگونه که در این تحقیق مشاهده گردید با استفاده از محلول پاشی دوپامین در غلظت های ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول در لیتر کاهش کمتری در محتوی نسبی آب برگ اتفاق افتاده است. همچنین با استفاده از این ماده، تراکم روزنه تغییرات زیادی نداشته است و باعث تنظیم بهتر روزنه ها در برگ های پیوندک 'بی دانه قرمز' پیوندی روی پایه های مورد بررسی شده است. در نتایج آزمایش مورد بررسی این تحقیق با افزایش سطح تنش خشکی و غلظت دوپامین در میزان ۱۵۰ میکرومول در لیتر میزان کربوهیدرات محلول در برگ پیوندک 'بی دانه قرمز' مستقر روی پایه های متحمل تر مثل 'چفته' افزایش یافته است. این یافته ها نشان می دهد که پایه تحمل را به پیوندک القا نموده است. در آزمایش حاضر پیوندک انگور رقم 'بی دانه قرمز' پیوندی روی ۷ پایه بررسی شده در شرایط تنش خشکی با استفاده از ماده دوپامین نیز کاربرد این محلول در هر دو غلظت(۵۰ و ۱۵۰ میکرومول در لیتر) باعث کاهش برخی بازدارنده ها گردید. در بررسی های انجام شده در تحقیق پیوندک 'بی دانه قرمز'مستقر روی پایه های متحمل تا حساس به خشکی در این آزمایش همچنین با افزایش سطح تنش خشکی در تنش شدید(۵۵ درصد رطوبت زراعی) با غلظت دوپامین ۱۵۰ میکرومول در لیتر نشان داد که در برگ پیوندک 'بی دانه قرمز' روی پایه های متحمل کلروفیل و رنگیزه های فتوسنتزی کاهش کمتری را نشان داده اند.



شکل۱ – مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی، پایه و محلول پاشی دوپامین بر میزان آنزیم کاتالاز برگ پیوندک رقم بی دانه قرمز روی ۷ پایه.

منابع

Ahammed, G.J. and Li, X. 2023. Dopamine-induced abiotic stress tolerance in horticultural plants. Scientia Horticulturae, 307: 111506.

Gao, T., Zhang, Z., Liu, X., Wu, Q., Chen, Q., Liu, Q. and Li, C. 2020. Physiological and transcriptome analyses of the effects of exogenous dopamine on drought tolerance in apple. Plant Physiology and Biochemistry, 148: 260–272.

Habibi, F., Liu, T., Folta, K. and Sarkhosh, A. 2022. Physiological, biochemical, and molecular aspects of grafting in fruit trees. Horticulture Research, 9: uhac032.

Sharma, A., Wang, J., Xu, D., Tao, S., Chong, S., Yan, D. and Zheng, B. 2020. Melatonin regulates the functional components of photosynthesis, antioxidant system, gene expression, and metabolic pathways to induce drought resistance in grafted *Carya cathayensis* plants. Science of the Total Environment, 713: 136675.

Prestes, L.R., da Silva, M.M.S., da Silva, S.G.A., Gonçalves, M.A.F., Batista, B.L., Viana, I.B. and da Silva Lobato, A.K. 2025. Dopamine and 24-epibrassinolide upregulate root resilience, mitigating lead stress on leaf tissue and stomatal performance in tomato plants. Agronomy, 15(1): 239.

Tesfahun, W. 2018. A review on: Response of crops to paclobutrazol application. Cogent Food & Agriculture, 4(1): 1525169.

Effect of dopamine foliar spray on grafted grapevines 'Bidaneh Qermez' cultivar on different rootstocks under drought stress in vineyard conditions

Mousa Rasouli[1*] and Mohammad Mahdi Mirfatah[2]
1. Department of Horticultural Science Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
2. Researcher, Horticulture Crops Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran
Corresponding Author: mousarasouli@gmail.com

Abstract

Grape is an important economic crop that is very popular due to its relatively suitable fruit yield and relative tolerance to stress. In a limited number of studies, dopamine neurotransmitters, which are found in the animal and plant kingdoms, have a role in the defense of plants against abiotic and biotic stress. In the research, a split split-plot experimental design based on randomized complete blocks with 3 replications was carried out with irrigation treatment as the main plot with three levels (100% field capacity), (75% field capacity) and (55% field capacity) and basal treatment as a subplot in 7 cultivars (scion of 'Bidaneh Qermez' cultivar on rootstocks including 'Bidaneh Sefid', 'Chafte', 'Kare Royeh', 'Moulai', "Rashe' , 'Sahani' and 'Bidaneh Ghermez' self-root) and a subplot of foliar application of dopamine at three concentrations of 0, 50 and 150 µmol/L. Various morphological, physiological, biochemical and gene expression parameters were measured. The comparison of the averages of this experiment showed that with increasing the level of drought stress by increasing the concentration of dopamine spraying at the level of 150 micromol/liter, all factors related to drought stress, including proline, soluble carbohydrates, catalase, peroxidase, have increased significantly in the more drought-tolerant varieties. This increase was especially greater in the rootstocks of 'Chafte', ' Moulai ' and 'Kare Royeh' than in the other rootstocks. These rootstocks have increased stress tolerance factors and induced 'Bidaneh Ghermez' scions in this experiment under moderate and severe stress using dopamine solution.

Keywords: Grape, Drought stress, Rootstock and scion, Dopamine.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهینه‌سازی سطوح آبیاری، غلظت ملاتونین و متیل جاسمونات در گیاه دارویی نعناع گریپفروت

سارا رضائی[۱]، عبدالله جوانمرد[۱*]، ناصر صباغ‌نیا[۱] و محمدرضا مرشدلو[۱]
۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سراسری مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: a.javanmard@maragheh.ac.ir

چکیده

تنش خشکی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین تنش‌های غیرزیستی، بر رشد، خواص فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه تثیر منفی می‌گذارد. با توجه به اثرات منفی تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان، استفاده از راهکارهای جدید برای بهبود کارایی گیاهان در شرایط تنش‌زا به یکی از چالش‌های عمده در بخش کشاورزی تبدیل شده است. در حال حاضر، استفاده از مواد ضد تنش مانند ملاتونین و متیل جاسمونات به عنوان یک روش موثر برای کاهش اثرات منفی شرایط تنش‌زا شناخته شده است. این پژوهش با طرح مرکب مرکزی با پنج سطح مطالعه حاضر به بررسی اثرات ملاتونین (در غلظت‌های ۰، ۷۰، ۱۵۵، ۲۴۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات (در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۱۰، ۱۷۰ و ۲۱۰ میکرومولار) از طریق محلول‌پاشی پرداخت. این کار در سطوح مختلف آبیاری (۷۵، ۶۵، ۵۰، ۳۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) برای مدل‌سازی و بهینه‌سازی کمیت و کیفیت اسانس، انجام شد. و محتوای کلروفیل و همچنین برخی خواص فیزیولوژیکی نعناع گریپ فروت (*Mentha suaveolens* × *Mentha piperita*). نتایج ما نشان داد سطوح مختلف تنش آبی، ملاتونین و متیل جاسمونات مقدار لینالول موجود در گیاه نعناع گریپ فروت را افزایش می‌دهند و این عوامل بر الگوهای بیان ژن‌های دخیل در تولید لینالول تأثیر دارند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، تنش غیرزیستی، رنگیزه فتوسنتزی، متیل جاسمونات.

مقدمه

گیاهان در محیط‌هایی که دائما در حال تغییر هستند در معرض تنش‌های غیرزیستی مختلف قرار می‌گیرند که برای رشد و نمو گیاهان نامطلوب هستند. تنش‌های محیطی بر رشد، متابولیسم و عملکرد گیاهان تأثیر منفی می‌گذارد و در نتیجه عملکردهای مربوط به سنتز، تولید، ترشح و ذخیره‌سازی متابولیت‌های ثانویه در پاسخ به تنش می‌تواند تغییر کند (Zhu, 201). نعناع گریپ فروت (*Mentha suaveolens×piperita*) از خانواده نعناییان (Lamiaceae) گیاهی علفی، چند ساله، دارای برگ‌های بزرگ با کرک‌های سفید می‌باشد (Fatima et al., 2022). کیفیت اسانس یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در ارزیابی کیفیت نعناع است و تنوع، مهم‌ترین عاملی است که بر عملکرد و کیفیت اسانس نعناع تأثیر می‌گذارد (Baek et al., 2016). اسانس نعناع شامل یک جزء غالب کارون (R-(-)- carvone) است (Mahalik, 2022). ملاتونین بطورطبیعی سنتز و به عنوان محرک زیستی شناخته می‌شود که موجب افزایش تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده، افزایش فعالیت آنزیم‌ها، افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و بهبود رشد گیاهان خواهد شد. متیل جاسمونات یک ماده فرار است که با مشارکت در ارتباط بین گیاه با تنش‌های زیستی و غیرزیستی پاسخ می‌دهد. کاربرد متیل جاسمونات ممکن است باعث افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی شود (Mohamed and Latif, 2017). تنش‌خشکی به سیستم فتوسنتزی آسیب می‌رساند و انتقال الکترون در کلروپلاست و سایر سلول‌ها را کاهش می‌دهد و باعث انباشت گونه‌های واکنشگر اکسیژن می‌شود (. با توجه به اثرات منفی تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان، استفاده از راهکارهای جدید برای بهبود کارایی گیاهان در شرایط تنش‌زا به یکی از چالش‌های عمده در بخش کشاورزی تبدیل شده است. در حال حاضر استفاده از مواد ضد تنش مانند ملاتونین و متیل جاسمونات به عنوان روشی موثر برای کاهش اثرات منفی شرایط تنش‌زا شناخته شده است. بنابراین، این مطالعه با هدف مدل‌سازی و بهینه‌سازی کاربرد ملاتونین و متیل جاسمونات روی نعناع گریپ فروت تحت تنش خشکی با استفاده از روش سطح پاسخ انجام شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی بستر کشت

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در گلخانه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه و در سال زراعی ۱۴۰۱ در مزرعه دانشگاه مراغه اجرا گردید. در پژوهش حاضر ریزوم‌های حاصل از گیاه مادری در ترکیب خاکی مناسب کشت شد سپس به گلدان پنج لیتری منتقل شدند. اعما تیمارها هم در مزرعه وگلخانه یک ماه بعد از استقرار صورت گرفت. همچنین چند روز قبل از اعمال تنش به منظور تحریک سیستم دفاعی محلولپاشی با تیمارها انجام گرفت و اعمال تیمارها به فاصله زمانی ۱۵ الی ۲۰ روز در سه مرحله انجام گرفت.

طرح آزمایشی و تیمارهای مورد آزمایش

پژوهش به روش سطح پاسخ (Response Surface Methodology) (RSM) درگلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا گردید. روش سطح پاسخ مجموعه ای از تکنیک‌های آماری است که در بهینه‌سازی فرآیندهایی به کار می‌رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. طرح سطح پاسخ با نقاط مرکزی در هر وجه و ۵ نقطه مرکزی برای بررسی تاثیر سه متغیر مستقل مورد استفاده قرار گرفت. فاکتورها شامل سطوح مختلف آبیاری بر اساس ظرفیت زراعی (۷۵درصد ظرفیت زراعی، ۶۵ درصد ظرفیت زراعی،۵۰ درصد ظرفیت زراعی، ۳۵درصد ظرفیت زراعی، و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی)، ملاتونین با سطوح (۰، ۷۰، ۱۵۵، ۲۴۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات با سطوح (۰، ۵۰، ۱۱۰، ۱۷۰و ۲۱۰میکرومولار) بود.

۱- استخراج اسانس

نمونه‌های برگی خرد شدند و به میزان ۲۰ گرم از هر نمونه برای اسانس‌گیری به داخل بالن منتقل گردید و با استفاده از آب مقطر به حجم ۳۰۰ سی‌سی رسانده شد. در انتها در دستگاه کلونجر مدل فارماکوپه بریتانیا قرار داده و هر نمونه به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری شد.

۲- شناسایی ترکیبات اسانس

اسانس‌ها عصاره‌های گیاهی غلیظی هستند که عطر طبیعی و خواص مفید گیاهان مختلف را جذب می‌کنند. آن‌ها معمولاً از طریق روش‌هایی مانند تقطیر با بخار آب استخراج می‌شوند و معمولاً در برگ‌ها، گل‌ها، پوست و ریشه گیاهان وجود دارند. برای محاسبه درصد ترکیبات اسانس از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنجی جرمی (GC-(Gas Chromatography-Mass Spectrometry (MS مدل Agilent 5977A ساخت کشور آمریکا، استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس کروماتوگرافی ترکیبات اصلی اسانس شامل لینالول استات، لینالول، کارون (Carvone) و دودکان (Dodecane) می‌باشد. بالاترین مقادیر به دست آمده برای ترکیب لینالول استات در سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به همراه ۱۵۵ میلی‌مولار ملاتونین برابر ۶۶/۶۷ درصد و کمترین مقدار با افزایش سطح تنش به ۶۵ درصد ظرفیت زراعی به همراه کاربرد ۷۰ میلی‌مولار ملاتونین و ۱۷۰ میکرومولار متیل جاسمونات برابر ۰/۶۶ درصد بود. می‌توان بیان کرد با قرار گرفتن گیاه در سطح تنش آبی متوسط به همراه کاربرد مقدار حدواسط ملاتونین بالاترین مقدار لینالول استات حاصل می‌شود. کمیت و اجزای اسانس‌ها در مناطق مختلف به دلیل تفاوت در آب و هوا، ترکیب خاک، شرایط زراعی، فصل برداشت، تکنیک فرآوری اسانس و سیستم خشک کردن اعمال شده متفاوت است. فیتوهورمون‌ها به طور مثبت بر مقادیر و طعم اسانس تأثیر می‌گذارند، به‌ویژه اسید جاسمونیک (JA)، که بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه، به ویژه ترپنوئیدها را کنترل می‌کند و مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های ثانویه را تنظیم می‌کند (Chiappero et al., 2022). به نظر می‌رسد در زمان تنش کم آبی، تولید متابولیت‌های گیاهی برای جلوگیری از اکسیداسیون سلولی افزایش می‌یابد (Ghanbari and Ariafar, 20). در شرایط تنش خشکی، با بسته شدن روزنه‌ها کاهش در غلظت CO_2 در بافت مزوفیل منجر به کاهش سرعت فتوسنتز در گیاهان می‌شود.

جدول ۱- ترکیبات اسانس گیاه نعناع گریپ فروت تحت تنش آبی به همراه کاربرد ملاتونین و متیل جاسمونات در شرایط گلخانه.

ترکیبات	شاخص بازداری (RI)*	۷۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۲۵
		۱۵۵	۷۰	۷۰	۲۴۰	۲۴۰	۱۵۵	۱۵۵	۱۵۵	۳۰۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۷۰	۷۰	۱۵۵
		۱۱۰	۵۰	۱۷۰	۵۰	۱۷۰	۱۱۰	۲۱۰	۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۷۰	۵۰	۵۰	۱۷۰	۵۰	۱۲۰
ان-نونان	۹۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۰۰۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سیترونللن	۹۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بتا-پینن	۹۷۴	۰.۱۳۸	۰.۱۲۴	۰.۰۶۳	۰.۱۰۱	۰.۱۶۸	۰.۱۱۷	۰.۰۹۱	۰.۱۳۴	۰.۱۳۴	۰.۱۳۴	۰.۱۶۸	۰.۱۰۱	۰.۰۶۳	۰.۱۲۲	۰.۱۳۴	۰.۱۳۲
۱-اوکتن-۳ اول	۹۷۷	۰.۸۶	۰.۴۹۵	۰.۳۲۶	۰.۳۴۱	۰.۵۱	۰.۴۹۳	۰.۳۲۵	۰.۵۱۸	۰.۵۹۲	۰.۴۵۳	۰.۵۱	۰.۳۴۱	۰.۳۲۶	۰.۷۷۲	۰.۹۳۱	۰.۶۶۸
بتا میرسن	۹۸۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۰۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ان - دکان	۱۰۰۰	۰.۰۳۸	۰.۰۳۳	۰.۰۳۳	۰.۰۳۲	۰.۰۳۸	۰.۰۳۱	۰.۰۳۱	۰.۰۴	۰.۰۳۴	۰.۰۴۷	۰.۰۳۸	۰.۰۳۲	۰.۰۳۳	۰.۰۴۶	۰.۰۴	۰.۰۴۳
پی- سیمن	۱۰۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۰۰۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
لیمینن	۱۰۲۵	۰.۰۳	۰.۶۵	۰.۰۲۲	۰	۰.۰۴۳	۰.۰۲۷	۰.۰۲۶	۰.۶۹۷	۰.۰۲۷	۰.۰۴۷	۰.۰۴۳	۰	۰.۰۲۲	۰.۰۴۶	۰.۰۲۷	۰.۰۳۵
۱و۸سینئول	۱۰۲۶	۰.۹۳۷	۰.۶۵	۰.۴۹۳	۰.۶۳۷	۰.۷۶	۰.۶۱۴	۰.۵۶۸	۰.۳۳۵	۰.۷۵	۰.۷۱۴	۰.۷۶	۰.۶۳۷	۰.۴۹۳	۰.۸۶۳	۱.۰۷۳	۰.۸۰۴
أ سیمنن Z)β)>	۱۰۳۲	۰.۶۵۲	۰.۳۷۲	۰.۲۶۹	۰.۳۱۵	۰.۳۶۷	۰.۳۳	۰.۳۶	۰.۳۷۶	۰.۳۴۷	۰.۴۰۴	۰.۳۶۷	۰.۳۱۵	۰.۲۶۹	۰.۳۸	۰.۳۴۲	۰.۳۸۱
أ سیمنن E)β)>	۱۰۴۴	۰	۰	۰	۰.۲۸	۰.۳۴۵	۰.۱۳۸	۰	۰	۰.۴۲۸	۰.۳۲۸	۰.۳۴۵	۰.۲۸	۰	۰	۰	۰.۴۸۳
گاما ترپینن	۱۰۵۴	۰.۰۴۵	۰.۰۵۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۳۹	۰.۰۷۳	۰.۰۲۹	۰.۰۳۴	۰.۰۳۷	۰.۰۳۷	۰.۰۳۹	۰.۰۳۶	۰.۰۲۹	۰.۰۴۳	۰.۰۴	۰.۰۳۹
ترپینولن	۱۰۸۶	۰.۲۵۲	۰.۱۵۱	۰.۱۱۶	۰.۱۳۲	۰.۱۶۷	۰.۱۲۵	۰.۱۳۵	۰.۱۴۴	۰	۰.۱۲۹	۰.۱۶۷	۰.۱۳۲	۰.۱۱۶	۰.۱۸۶	۰.۲۶۶	۰.۱۶۷
لینالول	۱۰۹۶	۳۳.۱۹	۲۸.۵۳	۳۰.۸۶	۲۷.۰۶	۲۸.۵۲	۲۷.۴۷	۲۶.۰۳	۲۴.۸۹	۲۶.۲۰	۲۷.۳۷	۲۸.۵۲	۲۷.۰۶	۳۰.۸۶	۲۴.۲۷	۲۶.۴۱	۲۴.۳۱
برنئول	۱۱۶۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
پینوکامفون	۱۱۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ترپینئول	۱۱۸۶	۰.۲۲۲	۰.۱۸	۰.۱۵	۰.۲۰۸	۰.۱۹۳	۰.۲۴۱	۰.۱۸۳	۰.۲۳۳	۰.۱۹۶	۰.۱۷۴	۰.۱۹۳	۰.۲۰۸	۰.۱۵	۰.۱۷۷	۰.۲۴۷	۰.۱۹۴
دودکان	۱۲۰۰	۰.۰۲۵	۰.۰۲۱	۱.۴۶۳	۰.۰۱۸	۰.۰۲۶	۱.۷۷	۱.۷۴۹	۱.۳۴۶	۰.۰۱۷	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۱۸	۱.۴۶۳	۰.۰۴۱	۰.۰۳۳	۰.۰۲۴
نرول	۱۲۲۷	۰.۵۵۸	۰.۳۲۷	۰.۲۸۶	۰.۳۱۴	۰.۲۹۹	۰.۲۷۲	۰.۳۳۹	۰.۲۶۹	۰.۰۳۸	۰.۲۶۸	۰.۲۹۹	۰.۳۱۴	۰.۲۸۶	۰.۴۸	۰.۷۷۱	۰.۴۲۳
کارون	۱۲۳۹	۰	۶۲.۳۶	۶۱.۳۵	۶۴.۶۲	۰.۰۳۳	۰.۰۰۷	۰	۰	۰	۰.۰۳۷	۰.۰۳۳	۶۴.۶۲	۶۱.۳۵	۰.۰۳۲	۰.۰۴	۰.۰۳۱
لینالول استات	۱۲۵۴	۵۳.۰	۰.۷۸۸	۰.۶۶۶	۰.۷۱۷	۶۲.۸۹	۶۳.۱۵	۶۵.۰۸	۶۶.۶۷	۶۳.۹۳	۶۴.۳۹	۶۲.۸۹	۰.۷۱۷	۰.۶۶۶	۶۳.۵۳	۵۷.۳۸	۶۴.۹۷
تیمول	۱۲۸۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۰۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کارواکرول	۱۲۹۸	۰.۱۲۷	۰.۰۴۶	۰.۰۳۳	۰.۰۳۷	۰.۰۴۲	۰.۰۸۴	۰	۰.۰۶	۰.۱۰۹	۰.۰۳۹	۰.۰۴۲	۰.۰۳۷	۰.۰۳۳	۰.۰۰۸	۰.۱۴	۰.۰۳۴
نریل استات	۱۳۶۱	۰.۸۶۷	۰.۴۹۵	۰.۴۲	۰.۴۶۵	۰.۴۲۱	۰.۵۰۸	۰.۴۷۹	۰.۴۷۴	۰.۵۴۹	۰.۴۱۸	۰.۴۲۱	۰.۴۶۵	۰.۴۲	۰.۷۴۵	۱.۱۲۴	۰.۷۰۸
ژرانیل استات	۱۳۸۱	۱.۶۴۴	۰.۹۲۷	۰.۸۰۶	۰.۸۷۸	۰.۷۸۹	۰.۹۵۹	۰.۹۰۸	۰.۹۱۲	۱.۰۳۸	۰.۷۸	۰.۷۸۹	۰.۸۷۸	۰.۸۰۶	۰.۰۷۸	۲.۱۳۸	۱.۳۴۳
ترنس-کاریوفیلن	۱۴۱۷	۰.۰۶۱	۰.۱۲۹	۰.۰۷۴	۰.۰۷۶	۰.۰۳۵	۰.۰۶۳	۰.۰۵۸	۰.۰۷۸	۰.۰۵۸	۰.۰۳۹	۰.۰۳۵	۰.۰۷۶	۰.۰۷۴	۰.۰۸۶	۰	۰.۰۳۵
فارنسن<(E-)-β>	۱۴۵۴	۰.۳۰۶	۰.۳۷۵	۰.۴۳۲	۰.۴۱۷	۰.۳۵۹	۰.۳۶۲	۰.۳۸۳	۰.۳۴۳	۰.۳۲۶	۰.۳۸۱	۰.۳۵۹	۰.۴۱۷	۰.۴۳۲	۰.۳۵۶	۰.۲۴۳	۰.۳۱۸
ژرماکرن D	۱۴۸۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بیسیکلوژرم اکرن	۱۵۰۰	۰.۴۹۴	۰.۶۱۴	۰.۷۲۷	۰.۶۶	۰.۵۸۳	۰.۵۲۷	۰.۷۵۲	۰.۵۹۱	۰.۵۹۳	۰.۷۳۳	۰.۵۸۳	۰.۶۶	۰.۷۲۷	۰.۶۰۳	۰.۳۳۵	۰.۵۸۴
ویریدیفلورول	۱۵۹۲	۰	۰.۰۲۱	۰	۰.۰۵	۰	۰.۰۱۲	۰.۰۵	۰	۰	۰.۰۵۲	۰	۰.۰۵	۰	۰.۰۲۶	۰	۰

*RI: Retention indices determined on GC/MS capillary column.

نتایج ما نشان داد سطوح مختلف تنش آبی، ملاتونین و متیل جاسمونات مقدار لینالول موجود در گیاه نعناع گریپ فروت را افزایش می‌دهند و این عوامل بر الگوهای بیان ژن‌های دخیل در تولید لینالول تأثیر دارند. افزایش درصد اسانس تحت تنش آبی ۵۰ و ۳۵ درصد FC به بالاترین مقدار خود می‌رسد برای حفظ اسانس سودآور کمبود بیش از ۳۵ درصد آب مورد نیاز توصیه نمی‌شود. همچنین سطح سودآور تولید استات لینالول که بالاترین درصد ترکیب را در این مطالعه داشت مشخص شد در شرایط کشت گلخانه با مقدار ۶۶/۶۷ درصد با میزان ۵۰

درصد آبیاری به همراه ۱۵۵ میلی‌مولار ملاتونین و ۱۱۰ میکرومولار متیل جاسمونات بود. همچنین سطح سودآور این ترکیب در شرایط کشت مزرعه با مقدار ۴۹/۳۲ درصد با میزان ۶۰ درصد آبیاری به همراه ۲۴۰ میلی‌مولار ملاتونین و ۱۷۰ میکرومولار متیل جاسمونات حاصل شد.

منابع

Baek, J. P., Park, K. W., Craker, L. E. and Kang, H. M. 2016. Changes in growth and quality of three mint cultivars at different harvesting periods. Horticulture, Environment, and Biotechnology. 57: 207-212.

Chiappero, J., Cappellari, L. D. R., Palermo, T. B., Giordano, W. and Banchio, E. 2022. Influence of Drought Stress and PGPR Inoculation on Essential Oil Yield and Volatile Organic Compound Emissions in Mentha piperita. Horticulturae. *8*(12): 1120.

Fatima, E. S., Zakaria, H. A. Z. Z. O. U. M. I. and Khalid, A. J. 2022. Improving copper stress tolerance in *Mentha suaveolens* L. by foliar application of salicylic acid.1-17.

Ghanbari, M. and Ariafar, S. 2013. The effect of water deficit and zeolite application on Growth Traits and Oil Yield of Medicinal Peppermint (*Mentha piperita* L.). International Journal of Medicinal and Aromatic Plants. *3*(1): 32-39.

Mahalik, G. 2022. A Review on Effectiveness and Biological Activities of Different Mentha Species. Indian Journal of Natural Sciences. 13: 41169-41184.

Mohamed, H. I. and Latif, H. H 2017. Improvement of drought tolerance of soybean plants by using methyl jasmonate. Physiology and Molecular Biology of Plants. 23: 545-556.

Zhu, J. K. 2016. Abiotic stress signaling and responses in plants. Cell. 167(2): 313-324.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Optimization of irrigation levels, melatonin and methyl jasmonate concentrations in the medicinal plant grapefruit mint

Sara Rezaei[1], Abdollah javanmard[1*], Naser Sabaghnia[1], Mohammad Reza Morshedloo[1]
1. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
Corresponding Author: a.javanmard@maragheh.ac.ir

Abstract

Drought stress, as one of the main abiotic stresses, negatively affects plant growth, physiological and biochemical properties. Given the negative effects of drought stress on the quantitative and qualitative performance of plants, the use of new strategies to improve plant performance under stress conditions has become one of the major challenges in the agricultural sector. Currently, the use of anti-stress substances such as melatonin and methyl jasmonate is known as an effective method to reduce the negative effects of stress conditions. This study, with a central mixed design with five levels of the present study, investigated the effects of melatonin (at concentrations of 0, 70, 155, 240 and 300 mM) and methyl jasmonate (at concentrations of 0, 50, 110, 170 and 210 µM) via foliar spraying. This work was carried out at different irrigation levels (75, 65, 50, 35 and 25% of field capacity) to model and optimize the quantity and quality of essential oil, and chlorophyll content as well as some physiological properties of grapefruit mint (Mentha suaveolens × Mentha piperita). Our results showed that different levels of water stress, melatonin and methyl jasmonate increase the amount of linalool in grapefruit mint and these factors affect the expression patterns of genes involved in linalool production.

Keywords: Abiotic stress**,** Essential oil, Methyl jasmonate, Photosynthetic pigment.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهینه‌سازی غلظت ملاتونین و متیل جاسمونات در گیاه نعناع گریپ‌فروت با استفاده از مدل‌سازی سطح-پاسخ

سارا رضائی[۱]، عبدالله جوانمرد[۱*]، ناصر صباغ نیا[۱] و محمدرضا مرشدلو[۲]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

*نویسنده مسئول: *a.javanmard@maragheh.ac.ir*

چکیده

اخیراً، غلظت‌های مختلف ملاتونین به عنوان یک مولکول زیستی چند منظوره برای کمک به گیاهان برای مقابله با تنش استفاده شده است. این شامل ارزیابی سیستماتیک اثربخشی آن‌ها و شناسایی سطوحی است که بیشترین سود را به همراه دارد. از سوی دیگر، سطح تنش در گیاهان را می‌توان با استفاده از متیل جاسمونات (MeJA)، هورمونی که نقش کلیدی در سیگنال‌دهی دارد، کاهش داد. مطالعه حاضر به بررسی اثرات ملاتونین (در غلظت‌های ۰، ۷۰، ۱۵۵، ۲۴۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات (در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۱۰، ۱۷۰ و ۲۱۰ میکرومولار) از طریق محلول‌پاشی پرداخت. این کار در سطوح مختلف آبیاری (۷۵، ۶۵، ۵۰، ۳۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) برای ارزیابی خصوصیات فلورسانس نعناع گریپ فروت (*Mentha suaveolens* × *piperita*) در مزرعه و گلخانه با استفاده از روش سطح پاسخ (RSM) انجام شد. تنش خشکی از میان شاخص‌های فلورسانس، حداکثر فلورسانس (Fm)، را کاهش داد. تنش خشکی، از سوی دیگر، فلورسانس پایه را افزایش داد. ملاتونین و متیل جاسمونات پتانسیل قابل توجهی برای بهبود رشد و عملکرد گیاهان در پاسخ به تنش دارند. تأثیرات غیرخطی متغیرهای A^2 ، B^2 و C^2 (خشکی، ملاتونین و متیل جاسمونات) در شرایط کشت گلخانه و مزرعه نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، تنظیم کننده‌های رشد، سیستم فتوسنتزی، ریزوم، گیاه دارویی.

مقدمه

گیاهان دارویی گیاهانی هستند که در تسکین یا درمان بیماری‌ها توانمند بوده و به عنوان دارو در جوامع، کاربرد تاریخی دارند. گیاه دارویی نعناع متعلق به جنس منتا، یک گیاه چندمنظوره و معطر است که به خاطر طعم و بوی تازه و خنک خود شناخته شده است. (Paniagua-Zambrana et al., 2020). نعناع گریپ فروت (*Mentha suaveolens*×*piperita*) گیاهی است چند ساله که دارای برگ‌های بزرگ با کرک‌های سفید از خانواده Mentha است (Le et al., 2008). هنگامی که گیاهان تنش خشکی را تجربه می‌کنند، در ابتدا با تغییر ظاهر خارجی و ساختار داخلی خود واکنش نشان می‌دهند. مهمترین پیامد از دست دادن آب است که رشد گیاه کند می‌شود و حتی ممکن است بمیرد (Khan et al., 2013). در پاسخ به این تنش، گیاهان سیستم دفاعی داخلی خود را فعال می‌کنند. با این حال، در شرایط خشکسالی شدید، این مکانیسم‌های دفاعی می‌توانند ناکارآمد باشند. این اختلال باعث ایجاد عدم تعادل بین تولید و حذف گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) می‌شود که منجر به تنش اکسیداتیو می‌گردد. در این زمینه، ملاتونین به عنوان یک مولکول سیگنالینگ مهم ظاهر شده است که نقش مهمی در افزایش تحمل تنش در گیاهان دارد (Sharma and Zheng, 2019). پیش تیمار با ملاتونین فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف گیاه مانند تنظیم اسمزی، جوانه زنی، فتوسنتز، پیری، متابولیسم اولیه و ثانویه در شرایط کمبود آب تنظیم می‌شود. تنظیم چرخه آسکوربات-گلوتاتیون با واسطه ملاتونین نقش مهمی در از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال تولید شده در سلول‌ها در طول خشکسالی ایفا می‌کند (Tiwari et al., 2021). همچنین متیل جاسمونات (MeJA)، عملکرد گیاهان تحت تنش خشکی را با افزایش میزان فتوسنتز، محتوای نسبی آب برگ، غلظت کلروفیل، غلظت پرولین، غلظت بتائین، تجمع زیست توده، کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب غشایی بهبود می‌بخشد (Fugate et al., 2018). در اینجا، در این بررسی، دانش فعلی در مورد نقش ملاتونین و متیل جاسمونات در بهبود اثرات نامطلوب خشکسالی با تعدیل فرآیندهای تنظیمی مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و کاهش اکسیداسیون مورد بحث قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی بستر کشت

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در گلخانه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه و در سال زراعی ۱۴۰۱ در مزرعه دانشگاه مراغه اجرا گردید. در پژوهش حاضر ریزوم‌های حاصل از گیاه مادری در ترکیب خاکی مناسب کشت شد سپس به گلدان پنج لیتری منتقل شدند. اعما تیمارها هم در مزرعه وگلخانه یک ماه بعد از استقرار صورت گرفت. همچنین چند روز قبل از اعمال تنش به منظور تحریک سیستم دفاعی محلولپاشی با تیمارها انجام گرفت و اعمال تیمارها به فاصله زمانی ۱۵ الی ۲۰ روز در سه مرحله انجام گرفت.

طرح آزمایشی و تیمارهای مورد آزمایش

پژوهش به روش سطح پاسخ (RSM) درگلخانه دانشکده کشاورزی و مزرعه دانشگاه مراغه اجرا گردید. روش سطح پاسخ (RSM) مجموعه ای از تکنیک‌های آماری است که در بهینه‌سازی فرآیندهایی به کار می‌رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با کمک این طرح آماری، تعداد آزمایش‌ها کاهش یافته و کلیه ضرایب مدل رگرسیون درجه دوم و اثر متقابل فاکتور ها، قابل برآورد هستند. طرح سطح پاسخ با نقاط مرکزی در هر وجه و ۵ نقطه مرکزی برای بررسی تاثیر سه متغیر مستقل مورد استفاده قرار گرفت. فاکتورها شامل سطوح مختلف آبیاری بر اساس ظرفیت زراعی (۷۵درصد ظرفیت زراعی، ۶۵ درصد ظرفیت زراعی،۵۰ درصد ظرفیت زراعی، ۳۵درصد ظرفیت زراعی، و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی)، ملاتونین با سطوح (۰، ۷۰، ۱۵۵، ۲۴۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات با سطوح (۰، ۵۰، ۱۱۰، ۱۷۰و ۲۱۰میکرومولار) بود.

اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل

فلورسانس کلروفیل در گیاهان یک ابزار ارزشمند برای ارزیابی سلامت کلی و کارایی فتوسنتز است. هنگامی که گیاهان نور خورشید را جذب می‌کنند، مولکول‌های کلروفیل حاوی انرژی می‌شوند. با این حال تمام انرژی جذب شده برای فتوسنتز استفاده نمی‌شود. مقداری از آن دوباره به صورت فلورسانس منتشر می‌گردد. این انتشار را می‌توان اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل کرد تا بینشی در مورد وضعیت فیزیولوژیکی گیاه، از جمله سطوح تنش، کارایی استفاده از نور و عملکرد بالقوه فتوسنتزی ارائه دهد. بعد از پایان تنش خشکی و اعمال تیمارها، میزان فلورسانس کلروفیل با استفاده از دستگاه فلورمتر مدل (PAM2500-WALZ, Germany) از آخرین برگ توسعه یافته در حالت روشنایی و تاریکی روی برگ، مقادیر فلورساتس حداقل (Fo)، فلورسانس حداکثر (Fm)، مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

فلورسانس پایه (Fo)

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، نشان داد تنش آبی بر میزان فلورسانس پایه (Fo)، حداکثر فلورسانس (Fm)، در هر دو شرایط کشت با سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با کاربرد ملاتونین و متیل جاسمونات و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان فلورسانس پایه، تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد ولی غلظت‌های مختلف ملاتونین بر میزان حداکثر فلورسانس در هر دو شرایط کشت تأثیر معنی‌داری داشت.

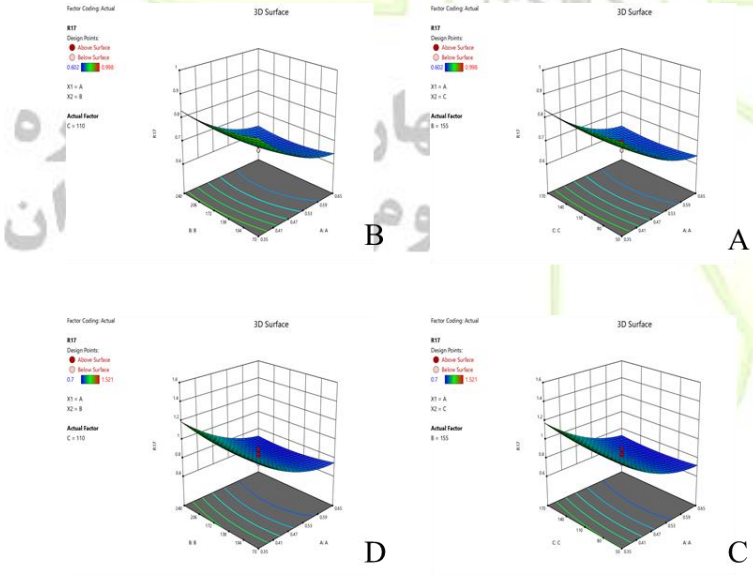
جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به فلورسانس پایه (Fo)، حداکثر فلورسانس (Fm)، گیاه دارویی نعناع گریپ فروت تحت تنش آبی به همراه کاربرد ملاتونین.

	متغیر وابسته							
	Fo				Fm			
منبع تغییرات	df	گلخانه	df	مزرعه	df	گلخانه	df	مزرعه

مدل	۹	۰/۰۱**	۹	۰/۰۸**	۹	۰/۴۶**	۹	۰/۶۴**
A	۱	۰/۱۳**	۱	۰/۵۹**	۱	۳/۶۴**	۱	۵/۰۱**
B	۱	۰/۰۰ ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۱۹*	۱	۰/۰۴*
C	۱	۰/۰۰ ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۲ns	۱	۰/۰۱ns
AB	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns
AC	۱	۵/۱۵×۱۰$^{-۶}$ ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns
BC	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۰ns
A^2	۱	۰/۰۲**	۱	۰/۱۱**	۱	۰/۱۰ ns	۱	۰/۴۶**
B^2	۱	۰/۰۰**	۱	۰/۰۲ ns	۱	۰/۱۷*	۱	۰/۲۹**
C^2	۱	۰/۰۰*	۱	۰/۰۱ ns	۱	۰/۰۰ns	۱	۰/۰۶**
باقیمانده	۱۰	۰/۰۰	۱۰	۰/۰۰	۱۰	۰/۰۳	۱۰	۰/۰۰
عدم برازش	۵	۰/۰۰ns	۵	۰/۰۰ ns	۵	۰/۰۶*	۵	۰/۰۰ ns
خطای خالص	۵	۰/۰۰	۵	۰/۰۰	۵	۰/۰۰	۵	۰/۰۰

ns عدم اختلاف معنی‌دار، ** بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و * بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد.

افزایش فلورسانس پایه بیانگر مشکل و تخریب در فتوسیستم II و یا اختلال در انتقال انرژی به مرکز واکنش است. بررسی جدول تجزیه واریانس (۱) مربوط به پارامترهای فلورسانس کلروفیل برگ گیاه نعناع گریپ فروت نشان داد گیاه با قرار گرفتن در معرض تنش آبی روند تغییر فلورسانس پایه از سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی تنش به سطح ۶۵ درصد ظرفیت زراعی کاهشی (۱/۳۵٪) و در سطح ۵۰، ۳۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی ۸/۱۰، ۲۸/۱۳۷۲ و ۴۸/۶۴ درصد نسبت به بالاترین سطح ظرفیت زراعی افزایش مشاهده شد (شکل۱ A و B). از طرفی اختلاف معنی‌دار بین داده‌های تیمار شده با ملاتونین و متیل جاسمونات در این گونه مشاهده نشد (شرایط کشت گلخانه). در شرایط کشت مزرعه با افزایش سطح تنش میزان فلورسانس پایه در سطوح ۷۵، ۶۵، ۵۰، ۳۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۰/۹۶، ۰/۸۸، ۰/۹۱، ۱/۱۲ و ۱/۳۵ بود که مشخص می‌شود با افزایش سطح تنش آبی میزان فلورسانس پایه افزایش می‌یابد (شکل۱ C و D).

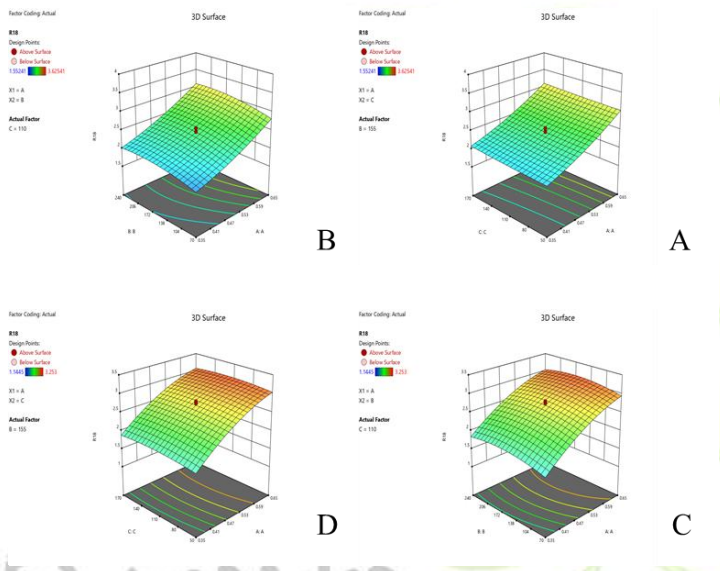


شکل ۱- نمودار سه بعدی سطح پاسخ اثرات هر پارامتر (تنش آبی (A)، ملاتونین (B)و متیل جاسمونات (C)) بر میزان فلورسانس پایه (Fo) برگ گیاه داروئی نعناع گریپ فروت (Mentha suaveolens×piperita) در شرایط گلخانه (A و B) و مزرعه (C و D).

حداکثر فلورسانس (Fm)

تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه حداکثر فلورسانس نشان داد که هر دو مدل در شرایط کشت گلخانه و مزرعه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۰۰۱$). میزان حداکثر فلورسانس برگ گیاه نعناع گریپ فروت تحت سطوح مختلف تنش آبی کاهش می‌یابد که در سطح تنش شدید (۲۵٪ ظرفیت زراعی) حداکثر فلورسانس بوته نسبت به سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی ۵۷/۵۲ درصد کاهش نشان می‌دهد. بالاترین مقدار حداکثر فلورسانس برگ بوته در ظرفیت زراعی ۷۵ درصد با مقدار ۲/۹۹ مشاهده شد. از طرفی با افزایش غلظت ملاتونین حداکثر فلورسانس برگ بوته افزایش یافت. حداکثر فلورسانس در تیمار شاهد از غلظت صفر تا ۲۴۰ میلی‌مولار ملاتونین به ترتیب از ۲/۹۹ به ۳/۳۵ افزایش و در سطح ۳۰۰ میلی‌مولار ملاتونین به مقدار ۳/۴۴ در شرایط کشت گلخانه رسید (شکل۲ A و B).

همچنین در شرایط کشت مزرعه با افزایش سطح تنش آبی حداکثر فلورسانس برگ گیاه داروئ نعناع گریپ فروت کاهش می‌یابد. بالاترین مقدار حداکثر فلورسانس در سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان در ۲۵ درصد ظرفیت زراعی ثبت شد. با افزایش سطح تیمار ملاتونین نیز حداکثر فلورسانس برگ کاهش یافت. میزان حداکثر فلورسانس در ۷۰، ۱۵۵، ۲۴۰ و ۳۰۰ میکرومولار ملاتونین در مقایسه با شاهد ۴/۳۳، ۲۳/۲۲، ۵۶/۲۹ و ۸۶/۲۲ درصد کاهش داشت (شکل ۲ C و D).



شکل ۲– نمودار سه بعدی سطح پاسخ اثرات هر پارامتر (تنش آبی (A)، ملاتونین (B)و متیل جاسمونات (C)) بر میزان حداکثر فلورسانس (Fm) برگ گیاه داروئی نعناع گریپ فروت (Mentha suaveolens×piperita) در شرایط گلخانه (A و B) و مزرعه (C و D).

تنش خشکی بر فرآیندهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان تأثیر منفی می‌گذارد. در پاسخ، گیاه مکانیسم‌های دفاعی خود را فعال می‌کند، اما خشکی شدید این پاسخ‌ها را مختل می‌نماید. برای درک از مکانیسم تنظیم ملاتونین و متیل جاسمونات به گیاه نعناع گریپ فروت در طول مقاومت به تنش آبی غلظت‌های مختلف ملاتونین و متیل جاسمونات اضافه شد.

منابع

Fugate, K.K., Lafta, A.M., Eide, J.D., Li, G., Lulai, E.C., Olson, L.L. and Finger, F.L. 2018. Methyl jasmonate alleviates drought stress in young sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants. Journal of Agronomy and Crop Science, 204(6): 566–576.

Khan, M.A., Iqbal, M., Akram, M., Ahmad, M., Hassan, M.W. and Jamil, M. 2013. Recent advances in molecular tool development for drought tolerance breeding in cereal crops: A review. Zemdirbyste-Agriculture, 100(3): 325–334.

Le, Y.C., Wu, Y.N., Zhang, Y.L. and Yao, L. 2008. ISSR analysis of genetic relationships between eleven varieties of *Mentha*. Journal of Shanghai Jiaotong University, 26(1): 29–32.

Paniagua-Zambrana, N.Y., Bussmann, R.W., Echeverría, J. and Romero, C. 2020. *Mentha* × *piperita* L., *Mentha spicata* L., *Mentha suaveolens* Ehrh. (Lamiaceae). Ethnobotany of the Andes: 1–11.

Sharma, A. and Zheng, B. 2019. Melatonin-mediated regulation of drought stress: Physiological and molecular aspects. Plants, 8(7): 190.

Tiwari, R.K., Lal, M.K., Kumar, R., Chourasia, K.N., Naga, K.C., Kumar, D. and Zinta, G. 2021. Mechanistic insights on melatonin-mediated drought stress mitigation in plants. Physiologia Plantarum, 172(2): 1212–1226.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Optimization of melatonin and methyl jasmonate concentration in grapefruit mint using response-surface modeling

Sara Rezaei[1], Abdollah javanmard[1*], Naser Sabaghnia[1] and Mohammad Reza Morshedloo[2]
1. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh Maragheh, Iran
Corresponding Author: a.javanmard@maragheh.ac.ir

Abstract

Recently, different concentrations of melatonin have been used as a multifunctional biomolecule to help plants cope with stress. This involves systematically evaluating their effectiveness and identifying the levels that provide the most benefit. On the other hand, stress levels in plants can be reduced by using methyl jasmonate (MeJA), a hormone that plays a key role in signaling. The present study investigated the effects of melatonin (at concentrations of 0, 70, 155, 240 and 300 mM) and methyl jasmonate (at concentrations of 0, 50, 110, 170 and 210 µM) via foliar application. This work was carried out at different irrigation levels (75, 65, 50, 35 and 25% of field capacity) to evaluate the fluorescence characteristics of grapefruit mint (Mentha suaveolens × piperita) in the field and greenhouse using the response surface methodology (RSM). Drought stress reduced the maximum fluorescence (Fm) among the fluorescence indices. Drought stress, on the other hand, increased the basal fluorescence. Melatonin and methyl jasmonate have significant potential to improve plant growth and yield in response to stress. Nonlinear effects of variables A2, B2 and C2 (drought, melatonin and methyl jasmonate) under greenhouse and field cultivation conditions are shown.

Keywords: Growth regulators, Medicinal plant, Photosynthetic system, Rhizome water stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر تعدیل‌کننده‌های تنش بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نعناع گریپ‌فروت (*Mentha suaveolens* × *piperita*) در سطوح مختلف آبیاری

سارا رضائی[۱]، عبدالله جوانمرد[۱*]، ناصر صباغ‌نیا[۱] و محمدرضا مرشدلو[۱]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

*نویسنده مسئول: *a.javanmard@maragheh.ac.ir*

چکیده

خشکسالی عامل مهمی است که تولیدات کشاورزی را محدود کرده و تأثیر جدی بر عملکرد محصول دارد. خشکی یکی از چالش‌های اصلی بر رشد گیاه است زیرا می‌تواند فرآیندهایی مانند تنفس، فتوسنتز و حرکت روزنه را مختل کند و بر رشد کلی گیاه و متابولیسم فیزیولوژیکی تأثیر منفی بگذارد. برای مقابله با تنش خشکی استفاده از موادی به صورت محلول پاشی می‌تواند نتیجه مثبتی در کاهش آسیب‌های ناشی از تنش خشکی داشته باشد. متیل جاسمونات سنتز ترکیبات دفاعی را ترویج و باعث بیان ژن‌های مرتبط با بیماری‌زایی که به مقاومت سیستمیک اکتسابی و مقاومت موضعی کمک می‌کند. همچنین ملاتونین، یک مولکول چند منظوره، پتانسیل محافظت از گیاهان را در برابر اثرات نامطلوب تنش خشکی با افزایش کارآیی مهار رادیکال‌های آزاد را دارد که به محافظت از دستگاه فتوسنتزی و کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از خشکسالی کمک می‌کند. در پژوهش حاضر به بررسی اثرات ملاتونین (در غلظت‌های ۰، ۷۰، ۱۵۵، ۲۴۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات (در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۱۰، ۱۷۰ و ۲۱۰ میکرومولار) از طریق محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری (۷۵، ۶۵، ۵۰، ۳۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) پرداخته شد. تنش خشکی سطوح مالون‌دی‌آلدئید، ترکیبات پراکسید هیدروژن را افزایش داد. در این شرایط ملاتونین و متیل جاسمونات پتانسیل بالایی در بهبود رشد و عملکرد گیاهان تحت شرایط تنش دارند.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، تنش آبی، سیستم دفاعی، محلول‌پاشی.

مقدمه

تحقیقات نشان می‌دهد گیاهانی که با تنش غیرزیستی مواجه هستند، می‌توانند از طریق فرآیندی با شرایط محیطی در حال تغییر سازگار شوند. بنابراین، گیاهان سازگار با محیط‌های خشک، صفات مورفولوژیکی خاصی را در طول تکامل ایجاد کرده‌اند و به آن‌ها اجازه می‌دهد در طول رشد خود با خشکسالی کنار بیایند. نعناع گریپ فروت (*Mentha suaveolens*×*piperita*) گیاهی است چند ساله که دارای برگ‌های بزرگ با کرک‌های سفید از خانواده Mentha است. نعناع گریپ فروت بومی اوراسیا و آفریقا می‌باشد. در پاسخ به این تنش، گیاهان سیستم دفاعی داخلی خود را فعال می‌کنند. این مکانیسم‌های دفاعی می‌توانند ناکارآمد باشند. این اختلال باعث ایجاد عدم تعادل بین تولید و حذف گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) می‌شود که منجر به تنش اکسیداتیو می‌گردد. در این زمینه ملاتونین، یک مولکول چند منظوره، پتانسیل محافظت از گیاهان را در برابر اثرات نامطلوب تنش خشکی با افزایش کارآیی مهار ROS دارد که به محافظت از دستگاه فتوسنتزی و کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از خشکسالی کمک می‌کند. (Zhang et al., 2013).گزارش شده است که متیل جاسمونات تأثیر زیادی بر تنظیم متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی دارد. متیل جاسمونات خارجی می‌تواند تحمل به خشکی را با تعدیل مسیرهای سیگنالینگ، متابولیسم و فتوسنتز بهبود بخشد (Ndiaye et al., 2022). در این پژوهش در مورد نقش ملاتونین و متیل جاسمونات در بهبود اثرات نامطلوب خشکسالی با تعدیل فرآیندهای تنظیمی مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و کاهش اکسیداسیون مورد بحث قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی بستر کشت

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در گلخانه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه و در سال زراعی ۱۴۰۱ در مزرعه دانشگاه مراغه اجرا گردید. در پژوهش حاضر ریزومهای حاصل از گیاه مادری در ترکیب خاکی مناسب کشت شد سپس به گلدان پنج لیتری منتقل شدند. اعما تیمارها هم در مزرعه وگلخانه یک ماه بعد از استقرار صورت گرفت. همچنین چند روز قبل از اعمال تنش به منظور تحریک سیستم دفاعی محلولپاشی با تیمارها انجام گرفت و اعمال تیمارها به فاصله زمانی ۱۵ الی ۲۰ روز در سه مرحله انجام گرفت.

طرح آزمایشی و تیمارهای مورد آزمایش

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش سطح پاسخ (RSM) در گلخانه دانشکده کشاورزی و مزرعه دانشگاه مراغه اجرا گردید. در این مطالعه، تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف آبیاری بر اساس درصدی از ظرفیت زراعی (۷۵، ۶۵، ۵۰، ۳۵ و ۲۵ درصد)، سطوح متفاوت ملاتونین (۰، ۷۰، ۱۵۵، ۲۴۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) و نیز سطوح مختلف متیل‌جاسمونات (۰، ۵۰، ۱۱۰، ۱۷۰ و ۲۱۰ میکرومولار) در نظر گرفته شدند.

اندازه‌گیری میزان مالون‌دی‌آلدهید (MDA)

غلظت MDA به روش (Packer and Heath,1968) اندازه‌گیری گردید و با استفاده از فرمول زیر میزان آن محاسبه شد.

$$MDA=1000\times [(532nm - 600nm) \times 1/049]/155$$

اندازه‌گیری غلظت پراکسید هیدروژن

از روش ولیکاوا و همکاران (Velikova et al., 2000) برای اندازه‌گیری غلظت پراکسید هیدروژن نمونه‌ها استفاده شد. از غلظت‌های مختلف پراکسیدهیدروژن برای ترسیم منحنی استاندارد استفاده شد و بر حسب میکروگرم بر لیتر محاسبه گردید.

نتایج و بحث

مالون‌دی‌آلدهید (MDA) و پراکسید هیدروژن (H_2O_2)

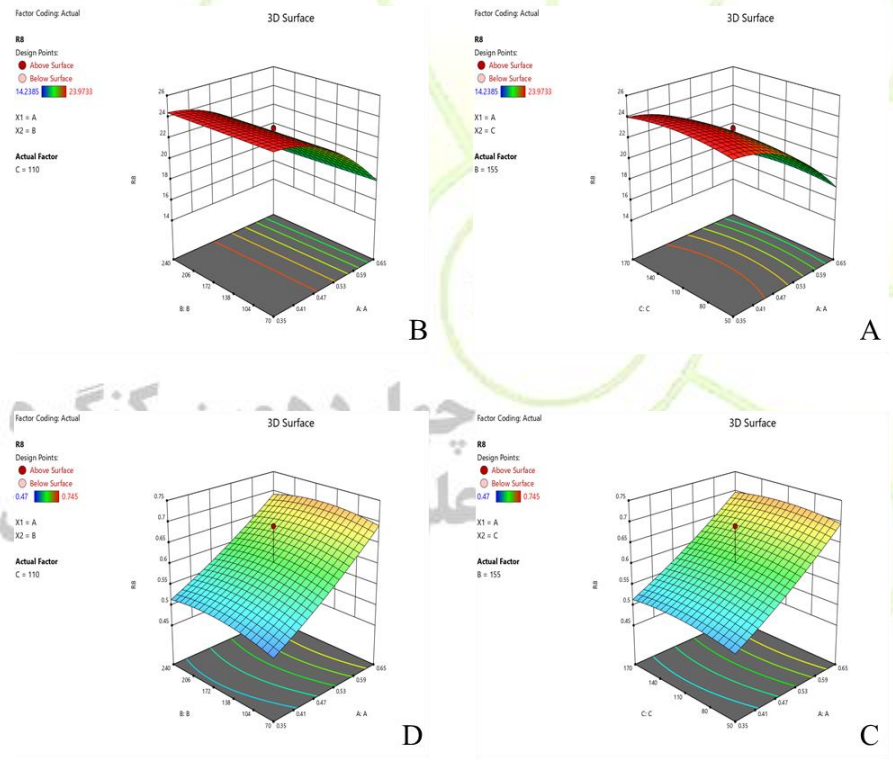
نتایج نشان داد اثرات اصلی تنش آبی، غلظت‌های ملاتونین و متیل جاسمونات بر میزان ترکیبات مالون‌دی‌آلدهید و پراکسید هیدروژن در گیاه داروئی نعناع گریپ فروت (Mentha suaveolens×piperita) تأثیر می‌گذارد. سطوح مختلف تنش آبی بر میزان مالون‌دی‌آلدهید در سطح احتمال یک درصد در شرایط کشت گلخانه و مزرعه معنی‌دار شد. همچنین تنش آبی بر میزان پرکسید هیدروژن در هر دو شرایط کشت در سطح احتمال یک درصد و کاربرد ملاتونین در سطح احتمال ۵ درصد در شرایط کشت گلخانه معنی‌دار بود. اثرات متقابل ملاتونین و متیل جاسمونات تأثیر معنی‌داری بر گیاهان تحت تنش آبی در اندازه‌گیری مقدار مالون‌دی‌آلدهید و پراکسید هیدروژن نداشت. با افزایش تنش آبی مقدار مالون‌دی‌آلدهید در شرایط کشت گلخانه افزایش و در شرایط کشت مزرعه کاهش یافت. بیشترین مقدار ترکیب مالون‌دی‌آلدهید (۲۲/۰۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در پایین‌ترین ظرفیت زراعی به دست آمد (شکل۱ A و B). در شرایط مزرعه بالاترین میزان ترکیب مالون‌دی‌آلدهید ۰/۶۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان ۰/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در ۲۵ درصد ظرفیت زراعی گزارش شد که با کاهش ظرفیت زراعی میزان تولید مالون‌دی‌آلدهید کاهش یافت. نتایج حاصل در هر دو محیط کشت کاملا عکس یکدیگر بودند (شکل ۱ C و D).

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ترکیبات مالون‌دی‌آلدهید (MDA) و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) در برگ گیاه داروئی نعناع گریپ فروت تحت تنش آبی به همراه کاربرد ملاتونین (B) و متیل جاسمونات (C).

	متغیر وابسته							
	MDA				H_2O_2			
منبع تغییر	df	گلخانه	df	مزرعه	df	گلخانه	df	مزرعه

مدل	۹	۲۱/۰۲**	۹	۰/۰۱۴۳**	۷	۰/۸۳**	۹	۰/۳۵×۱۰^{۵}**
A	۱	۱۵۱/۷۰**	۱	۰/۱۱۸۷**	۱	۵/۵۲**	۱	۳/۱۴**
B	۱	۰/۱۵۷۲ ns	۱	۰/۰۰۰۳ns	۱	۰/۲۲۴۹*	۱	۰/۰۰۰ ns
C	۱	۰/۰۰۰۲ ns	۱	۰/۰۰۰۱ns	۱	۰/۰۰۰۰ ns	۱	۴/۵۸۰×۱۰^{۶}ns
AB	۱	۰/۰۵۸۶ns	۱	۰/۰۰۰۲ns	۱	۰/۰۰۰۲ns	۱	۰/۰۰۰۴ns
AC	۱	۰/۰۴۹۹ns	۱	۰/۰۰۰ns	–	۶/۵۰×۱۰^{۶}ns	۱	۰/۰۰۰۳ns
BC	–	۰/۰۷۰۹ns	۱	۰/۰۰۰۱ns	–	۰/۰۷۲۴ns	۱	۰/۰۱۹۰ns
A^2	۱	۳۴/۵۳**	۱	۰/۰۰۱۴ ns	۱	۰/۰۵۶۲ ns	۱	۰/۰۲۰۸ ns
B^2	۱	۰/۰۰۱۶ns	۱	۰/۰۰۴۹ ns	۱	۰/۰۰۰۱ns	۱	۷۳۵/۸۰ns
C^2	۱	۴/۷۵ *	۱	۰/۰۰۲۴ ns	۱	۰/۰۲۹۰ns	۱	۰/۰۱۷۴ns
باقیمانده	۱۰	۰/۸۱	۱۰	۰/۰۰۲۹	۱۲	۰/۰۳۷۱	۱۰	۰/۰۰۷۲
عدم برازش	۵	۱/۵۵**	۵	۰/۰۰۱۷ ns	۷	۰/۰۴۳۵ns	۵	۰/۰۰۵۸ ns
خطای خالص	۵	۰/۰۷	۵	۰/۰۰۴۵	۵	۰/۰۲۱۷	۵	۰/۰۰۸۸

ns عدم اختلاف معنی‌دار، ** بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و * بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد.

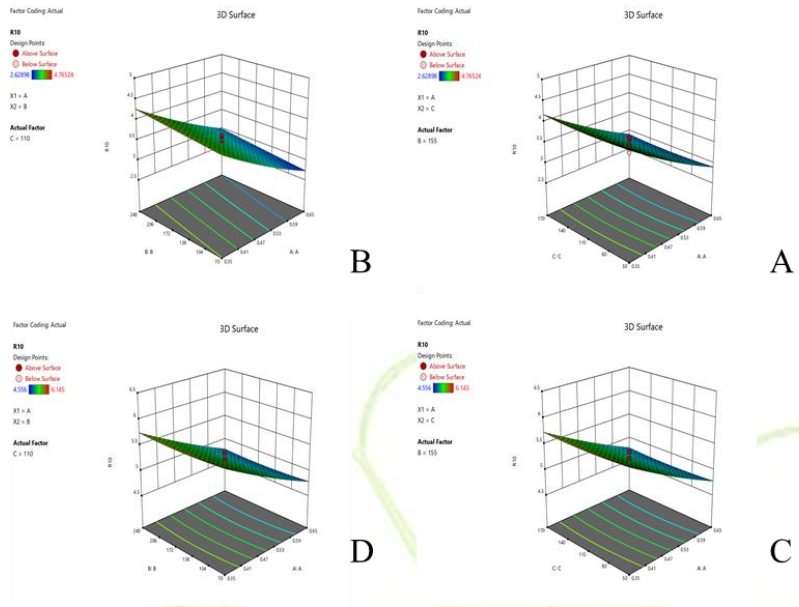


شکل ۱– نمودار سه بعدی سطح پاسخ اثرات هر پارامتر (تنش آبی (A)، ملاتونین (B) و متیل جاسمونات (C)) بر میزان ترکیب مالون‌دی‌آلدهید در برگ گیاه دارویی نعناع گریپ فروت (Mentha suaveolens×piperita) در شرایط گلخانه (A و B) و مزرعه (C و D).

پراکسید هیدروژن (H_2O_2)

کاربرد ملاتونین در کشت گلخانه در غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار بالاترین مقدار (۲/۶۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) پراکسید هیدروژن را نشان داد (شکل۲– A و B). بیشترین H2O2 تجمع یافته در برگ گیاه نعناع گریپ فروت تحت تنش کم آبی در کشت گلخانه در ظرفیت زراعی

۲۵ درصد برابر ۴/۳۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و در شرایط کشت مزرعه برابر ۶/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در همان سطح تنش بود با افزایش سطح تنش میزان تولید H2O2 در ظرفیت زراعی ۶۵، ۵۰، ۳۵ و ۲۵ درصد به ترتیب ۵/۵۴، ۱۵/۳۵، ۲۶/۶۵ و ۳۴/۹۶ درصد نسبت به سطح ۷۵ درصد ظرفیت زراعی در شرایط کشت مزرعه افزایش داشت (شکل۲-C و D).



شکل ۲- نمودار سه بعدی سطح پاسخ اثرات هر پارامتر (تنش آبی (A)، ملاتونین (B)و متیل جاسمونات (C)) بر میزان ترکیب پراکسید هیدروژن (H2O2) در برگ گیاه دارویی نعناع گریپ فروت (Mentha suaveolens×piperita) در شرایط گلخانه (A و B) و مزرعه (C و D).

در این آزمایش مشخص شد گیاه نعناع گریپ فروت که در هر دو محیط کشت تحت تنش آبی رشد کردند مقدار H2O2 به طور قابل توجهی افزایش یافت. همچنین در غلظت‌های پایین ملاتونین، H2O2 کاهش و در غلظت‌های بالا سطح H2O2 افزایش یافت. کاربرد ملاتونین نیز به طور موثری از سلول‌های گیاهی در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کند (Altaf et al., 2022). محتوای ROS با افزایش MDA و H2O2 در گیاه افزایش یافت.

منابع

Altaf, M.A., Shahid, R., Ren, M.X., Naz, S., Altaf, M.M., Khan, L.U. and Ahmad, P. 2022. Melatonin improves drought stress tolerance of tomato by modulating plant growth, root architecture, photosynthesis, and antioxidant defense system. Antioxidants, 11(2): 309.

Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125(1): 189–198.

Ndiaye, A., Diallo, A.O., Fall, N.C., Diouf, R.D., Diouf, D. and Kane, N.A. 2022. Transcriptomic analysis of methyl jasmonate treatment reveals gene networks involved in drought tolerance in pearl millet. Scientific Reports, 12(1): 51–58.

Velikova, V., Yordanov, I. and Edreva, A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: Protective role of exogenous polyamines. Plant Science, 151(1): 59–66.

Zhang, N., Zhao, B., Zhang, H.J., Weeda, S., Yang, C., Yang, Z.C. and Guo, Y.D. 2013. Melatonin promotes water stress tolerance, lateral root formation, and seed germination in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of Pineal Research, 54(1): 15–23.

Effect of stress modifier on antioxidant enzyme activities of grapefruit mint (*Mentha suaveolens* × *piperita)* under different irrigation levels

Sara Rezaei[1], Abdollah javanmard[1*], Naser Sabaghnia[1], Mohammad Reza Morshedloo[2]
1. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh Maragheh, Iran
[*]*Corresponding Author:a.javanmard@maragheh.ac.ir*

Abstract

Drought is an important factor that limits agricultural production and has a serious impact on crop yield. Drought is one of the main challenges to plant growth because it can disrupt processes such as respiration, photosynthesis, and stomatal movement, negatively affecting overall plant growth and physiological metabolism. To combat drought stress, the use of foliar sprays can have a positive result in reducing the damage caused by drought stress. Methyl jasmonate promotes the synthesis of defense compounds and induces the expression of genes associated with pathogenesis, which contributes to acquired systemic resistance and local resistance. Melatonin, a multifunctional molecule, also has the potential to protect plants against the adverse effects of drought stress by increasing the efficiency of free radical scavenging, which helps protect the photosynthetic apparatus and reduce oxidative stress caused by drought. In the present study, the effects of melatonin (at concentrations of 0, 70, 155, 240 and 300 mM) and methyl jasmonate (at concentrations of 0, 50, 110, 170 and 210 µM) were investigated through foliar spraying at different irrigation levels (75, 65, 50, 35 and 25% of field capacity). Drought stress increased the levels of malondialdehyde and hydrogen peroxide compounds. In these conditions, melatonin and methyl jasmonate have high potential in improving plant growth and yield under stress conditions.

Keywords: Antioxidant enzyme, Defense system, Foliar application, Water deficit.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تحمل به سرمای بهاره و زمستانه برخی از ارقام داخلی و خارجی انگور ایران (*Vitis vinifera* L.)

محمد علی نجاتیان[1*]، حامد دولتی بانه[2] و علی رضائی[3]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران
۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران
۳- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *nejatianali@yahoo.com*

چکیده

تحمل در برابر سرما، عامل مهم در توسعه کشت اکثر ارقام انگور اروپایی می‌باشد. حد آستانه تحمل در برابر سرما در ارقام و کلون های انگور متفاوت است. در بعضی از سال‌ها گاهی تا ۹۵-۹۰٪ محصول از پدیده سرمازدگی خسارت دیده و از بین می‌رود. با هدف ارزیابی تحمل و تعیین میزان خسارات وارده از سرما به جوانه‌های انگور در ۲۱ رقم انگور امید بخش، پژوهش در طی دوسال در ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان انجام گرفت. ابتدا از بین حدود هزار رقم و ژنوتیپ کلکسیون ملی انگور و براساس آزمون دستورالعمل DUS و در فاز بعدی (سنجش تحمل به سرمای زمستان) قلمه‌های یکساله ۲۱ رقم منتخب، در معرض دماهای زیر صفر زمستانه (بین ۱۵- تا ۲۴- درجه سانتی گراد) قرارگرفتند. در ادامه تحمل به سرمای بهاره ۱۱ رقم برتر تحت تیمارهای سرمایی ۴+، ۰، ۲- و ۴- درجه سانتی‌گراد در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. درصد زنده بودن جوانه‌ها تحت تاثیر تیمار متقابل رقم و سرما در تمامی صفات در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد از نظر زمان باز شدن اولین جوانه، رقم یوسکی‌بیسر (۴۷/۵۰ روز) بیشترین میزان و رقم ترکمنستان ۴۷ (۳۰/۵۶ روز) کمترین میزان را در میان ارقام مورد مطالعه داشت. در صفت درصد جوانه‌های باز شده، ارقام یوسکی‌بیسر، عسگری، کاردینال و خلیلی دانه‌دار بیشترین میانگین و سرخ فخری کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. شمارش جوانه‌های سبز شده بعد از سرمادهی مصنوعی نشان دهنده توانایی یک رقم برای تحمل به دمای کم و معیاری قابل اعتماد برای مقایسه تحمل به سرمای ارقام است. لذا رقم یوسکی‌بیسر متحمل ترین و ارقام سرخ فخری و ترکمنستان ۴، حساسترین ارقام نسبت به سرما شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: سرمای بهاره و زمستانه، سرمای مصنوعی، کلکسیون ملی انگور.

مقدمه

غالب‌ترین گونه کشت شده انگور در دنیا، گونه ویتیس وینیفرا (*Vitis vinifera*) است و انگورهای مورد کشت و کار در ایران، از همین جنس و گونه می‌باشند. تحمل به سرما عامل مهم در توسعه کشت اکثر ارقام انگور اروپایی است. در بعضی از سال‌ها گاهی تا ۹۰٪ محصول از پدیده سرمازدگی خسارت دیده و از بین می‌رود. به‌عنوان مثال به طور بالقوه ۹۹٪ ارقام کشت شده انگور در ایران به دلیل اینکه از ارقام اروپایی (وینیفرا) هستند، در دمای پایین‌تر از ۱۵- درجه سانتی‌گراد آسیب شدید و گاهی دچار مرگ بوته خواهند شد (Nejatian, 2013). طبق بررسی دیگر حدآستانه تحمل در برابر سرمای زمستانه در کلون‌های نرمال ارقام انگور بین ۱±۱۵- تا ۱±۱۷- سانتی‌گراد اما در کلون‌های برتر معرفی شده تحمل در برابر سرما می‌تواند تا ۱±۲۰- سانتی‌گراد باشد (EL-Hammady and Jensen, 1999).

استرس‌های محیطی به طور وسیعی رشد و نمو و تکثیر گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در پی این تنش‌ها تغییرات ظاهری، مورفوفیزیولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی در گیاه اتفاق می‌افتد که با طی این مراحل، گیاه برای مقابله با شرایط تنش سازگار خواهد شد (Zhang *et al.*, 2020). در میان تنش‌های محیطی، تنش‌های دمایی (بالا و پایین تز از حد استانه تحمل) از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده کشت گیاهان می باشد. دماهای پایین اغلب بر روی رشد و عملکرد تاثیر می‌گذارد و میزان محصول گیاهان را به‌طور

قابل ملاحظه‌ای تحت تاثیر قرار می‌دهد (Wang *et al.*, 2020). تحمل گیاهان در میزان دماهای پایین (۱۵-۰ درجه سانتی‌گراد) و یخزدگی (زیر صفر درجه سانتی‌گراد) متفاوت می‌باشند. سازگاری به دماهای پایین با قرارگیری در معرض سرماهای کوتاه مدت حاصل می‌شود، که این پروسه تحمل سرما، سازگاری به سرما شناخته می‌شود. تحمل به سرما عبارت است از توانایی گیاه به تحمل دماهای پایین (۰-۱۵ درجه سانتیگراد) بطوریکه صدمه و خسارتی به بافت گیاه وارد نمی‌گردد (Yadav, 2010). این فرآیند همراه با تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک همراه است که در نهایت تغییرات چشمگیری را در بیان ژن، وضعیت لیپیدهای غشایی و تجمع مولکول‌های کوچک به دنبال خواهد داشت (Yamaguchi-Shinozaki and Shinozaki, 2006). در انگور در مواجهه با سرمای پاییزه تقریباً میزان تحمل پوست و آوندهای چوبی یکسان است ولی به هنگام زمستان شانس زنده ماندن پوست کمتر خواهد بود (Levitt, 1980). دمای کم باعث کاهش فعالیت بیوسنتزی گیاهان، انجام وظایف و فرآیندهای فیزیولوژیک شده و نهایتاً باعث خسارت های دائمی و مرگ می‌شود (Paul and Gamet, 2008). براساس مطالعات صورت گرفته، حدود یک شبانه روز سرمای شدید زمستان برای از بین بردن کامل بوته‌های انگور کافی است و پس از آن افزایش روزهای سرما، دیگر تأثیری در میزان خسارت به جوانه‌ها ندارد. استان قزوین به عنوان یکی از مراکز اصلی تولید انگور در کشور، جزو مناطقی است که تاکستان‌های آن در بیشتر سال‌ها با سرمای زمستانه مواجه شده و آسیب می‌بینند. لذا شناسایی ارقام و یا کلون‌هایی از یک رقم دارای میوه با کیفیت و عملکرد بالا که به سرما نیز تحمل نشان دهد، می‌تواند در برنامه‌های آینده انگورکاری و گسترش سطح زیرکشت انگور در مناطق سرد ایران موثر باشد. با توجه به تنوع بسیار زیاد ارقام انگور در کشور و خصوصاً کلون‌های گزینش شده و همچنین پایه‌های امیدبخش انگور، لذا ارزیابی تحمل در برابر تنش سرما و نیز دست‌یابی به ارقام تجاری متحمل به سرمای بهاره و زمستانه به ویژه در مناطق اصلی انگورکاری در کشور ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

ابتدا براساس صفات مورفولوژیک مرتبط با سرمازدگی، یک غربالگری اولیه در کلکسیون ملی انگور (متشکل از ۱۴۲ رقم داخلی و وارداتی) به جهت شناسایی ارقام مستعد متحمل به سرما انجام شد. بطوریکه کلیه ارقام مورد مطالعه براساس حدود ۵۰ صفت ظاهری و طبق دستورالعمل تمایز، یکنواختی و پایداری ارقام انگور (دستورالعمل DUS) مورد ارزیابی مورفولوژیک، کمی و کیفی قرار گرفتند (داده‌های مربوطه آورده نشده است)، در نهایت ۲۱ رقم انگور ایرانی و خارجی از بین ارقام مورد ارزیابی به منظور اعمال تنش سرما انتخاب شدند. در سال دوم و در فاز دوم آزمایش به منظور بررسی میزان تحمل ارقام انگور به دماهای زیر صفر (تنش سرمای زمستان)، تنش سرمای مصنوعی بر روی قلمه‌ها اعمال گردید. برای این کار از شاخه‌های یک‌ساله تاک‌های مورد بررسی در بهمن ماه سال ۱۳۹۸ قلمه‌های ۸ جوانه‌ای تهیه شد و در آزمایشگاه مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی قزوین در داخل یخچال در معرض دماهای ۴ درجه (به عنوان شاهد) و در فریزر در دماهای ۱۵-، ۱۸-، ۲۱- و ۲۴- درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت قرار داده شدند. سرمادهی در فریزر تایمر دار اعمال شد که در آن کاهش دما به تدریج انجام شد تا اینکه ابتدا قلمه‌ها در دمای ۵- درجه به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و سپس دما در هر تیمار با روند ۳ درجه کاهش در هر ساعت به دمای مورد نظر رسید و قلمه‌ها در هر دما به مدت سه ساعت نگهداری شده و سپس به دمای بعدی کاهش یافت، تا از تنش ناگهانی به قلمه‌ها خودداری شود و کاهش دمای شبیه شرایط طبیعی فراهم گردد. پس از ۱۲ ساعت باقی ماندن در سرمای مورد نظر به طور تدریجی دمای قلمه‌ها تا دمای اتاق افزایش یافت. لازم به توضیح است که از بین آن‌ها، تعداد ۱۰ رقم در اثر تیمارهای سرما مصنوعی از بین رفتند. پس از اعمال تیمار، قلمه‌ها به دو گروه چهار تایی تقسیم شد. در گروه اول قلمه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و پس از قرارگیری در دمای اتاق به مدت ۱۲ ساعت جوانه‌ها به تفکیک موقعیت از یک تا هشت در هر ترکیب تیماری جدا شده و از طریق مشاهده زیر بینوکولر درصد زنده بودن و خشک شدن جوانه‌های اولیه، ثانویه و ثالثیه محاسبه گردید. به منظور بررسی میزان خسارت سرما به بافت آوندی و لایه زاینده، میزان نکروز شدن کامبیوم قلمه‌ها نیز اندازه‌گیری شد. از وسط میانگره قلمه‌ها برش‌های عرضی نازک تهیه کرده و از طریق مشاهده و اندازه‌گیری مساحت منطقه قهوه‌ای شده زیر بینوکولار ثبت شد. داده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC و SPSS (Ver. 9) تجزیه واریانس شد و در نهایت مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سرمازدگی طبیعی بهاره (جدول ۱)، بین ارقام از نظر صفات درصد برگ سرمازده، درصد شاخه‌های آسیب‌دیده، درصد جوانه سالم و درصد جوانه آسیب دیده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. از سوی دیگر اثر متقابل دوگانه بین رقم × سال نیز برای صفات اشاره شده معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به نتایج بدست آمده، اثر سال در برهمکنش با ارقام مختلف، تأثیر قابل توجهی بر صفات مورد ارزیابی داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب تاثیر تنش سرمای طبیعی بهاره بر صفات مورفولوژیک مورد مطالعه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	برگ سرمازده	شاخه‌های سالم	شاخه آسیب‌دیده	جوانه سالم	جوانه آسیب‌دیده
سال(Y)	۱	۸۸۱۸۵/۷۱ **	۲۵۵۲۴/۴۵ **	۲۵۵۰۳/۴۴ **	۶۲۰۶/۹۲ **	۵۸۵۲/۳**
تکرار	۲	۱۸۹/۰۷ **	۴۶۴/۹۸ **	۴۵۸/۴۹ **	۸۲۸۰/۱ **	۸۵۳۸/۲۹ **
رقم (C)	۱۴۱	۱۱۸۵/۸۷ **	۳۷۳/۲۶ **	۳۷۳/۳۱ **	۴۱۰۲/۱۷ **	۴۱۳۵/۴۳ **
Y×C	۱۴۱	۶۲۴/۹۹ **	۲۵۱/۹۶ **	۲۵۲ /۰۳ **	۵۹۵/۶۲ **	۵۹۵ /۵۱ **
خطا	۵۶۴	۱۰/۱۸	۱۵/۶۷	۱۵/۶۱	۲۱۵/۴۸	۲۰۲/۷۹
CV (%)	-	۲۴/۷۳	۴/۳	۵۰/۲۰	۲۱/۷۳	۴۴/۰۱

**و * معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ارزیابی تاثیر تنش سرمای مصنوعی (سرمای زمستان) بر صفات مورفولوژیک

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، تاثیر تیمار تنش سرمای مصنوعی بر صفات زمان باز شدن اولین جوانه و درصد جوانه‌های باز شده معنی‌دار ($p<0.01$) بود. از سوی دیگر اثر متقابل دوگانه و سه‌گانه بین رقم، تیمار و سال (تیمار×سال، رقم×سال، رقم × تیمار و رقم×تیمار×سال) نیز برای دو صفت زمان باز شدن اولین جوانه و درصد جوانه‌های باز شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به نتایج بدست آمده، اثر سال در دو صفت زمان باز شدن اولین جوانه و درصد جوانه‌های باز شده معنی‌دار شد که این امر می‌تواند به دلیل تفاوت شرایط اقلیمی دو سال آزمایش باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب اعمال تنش سرمای مصنوعی بر صفات زمان باز شدن اولین جوانه و درصد جوانه‌های باز شده در بین برخی ارقام انگور.

منابع تغییرات	درجه آزادی	باز شدن اولین جوانه زمان	درصد جوانه‌های باز شده
سال(Y)	۱	۷۸۰/۰ **	۱۱/۰۲ns
تکرار	۴	۱/۷۸ **	۱۵۳/۰۱ **
تیمار (T)	۴	۲۴۴۹/۸۳ **	۸۹۵۵۴/۱۹ **
Y×T	۴	۲۷/۱۷ **	۷۳/۳۴ **
رقم (C)	۲۰	۵۲۳/۷۳ **	۸۷۰/۷۳ **
Y×C	۲۰	۳/۴۸**	۵۴/۷۸**
T×C	۸۰	۲۰۵/۴۱ **	۲۶۷/۰ **
T×Y×C	۸۰	۳/۱۴ **	۴۹/۶۳ **
خطا	۴۱۶	۰/۴۴	۲۱/۴۵
CV (%)	-	۵/۴۴	۱۲/۳۱

** و * معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها برای صفت زمان باز شدن اولین جوانه نشان داد که رقم یوسکی‌بیسر با داشتن میانگین ۲۱/۵۷ روز بیشترین میزان را نسبت به سایر ارقام داشت (جدول ۳)، در حالی‌که کمترین میزان این صفت مربوط به رقم سرخ فخری بود. ارقام یوسکی‌بیسر، عسگری، کاردینال و خلیلی دانه‌دار در صفت درصد جوانه‌های باز شده بیشترین میانگین و رقم ترکمنستان ۴ کمترین مقدار را در بین ارقام مورد مطالعه به خود اختصاص داد (جدول ۳). شمارش جوانه‌های سبز شده بعد از سرمادهی مصنوعی نشان دهنده توانایی یک رقم برای تحمل به دمای کم و معیاری قابل اعتماد برای مقایسه تحمل به سرمای ارقام است.

براساس نتایج مقایسه میانگین برهمکنش اثر ارقام در سطوح مختلف تیمارهای سرمایی (جدول ۴)، مشخص شد که با افزایش سرما جوانه‌ها دیرتر باز شده و همچنین مرگ جوانه‌ها نیز در دماهای پایین‌تر بیشتر اتفاق افتاد که این موضوع با مشاهدات باغی نویسنگان کاملاً منطبق است. کریمی علویجه و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که در ارقام انگور حساس به سرما، تیمارهای دمایی ۱۴- درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر، سبب خسارت شدید به جوانه‌ها شد و به اصطلاح جوانه‌ها کور ماندند و رشد جدید در آن‌ها حاصل نشد، درحالی‌که در ارقام مقاوم، تیمار دمایی ۱۸ - درجه سانتی‌گراد موجب مرگ کامل همه جوانه‌ها شد و باز شدن جوانه‌ها مشاهده نشد

جدول ۳- مقایسات میانگین صفات زمان باز شدن اولین جوانه و درصد جوانه‌های باز شده در بین برخی ارقام انگور.

رقم	درصد جوانه‌های باز شده	باز شدن اولین جوانه زمان
یوسکی‌بیسر	۲۱/۵۷ a	۴۷/۵۰ a
آلیگونه	۲۰/۴۳ b	۴۰/۵۶ b
بلی‌رامفی	۱۸/۰ c	۴۰/۸۴ b
پیکامی کاشمر	۸/۹۷ k	۳۳/۶۱ defg
سرخ فخری	۶/۹۳ m	۳۶/۳۹ bcde
خوشنام	۱۲/۳۰ h	۳۳/۶۱ defg
کاردینال	۱۱/۰۷ i	۴۵/۵۶ a
ریش‌بابا	۱۲/۹۰ gh	۳۶/۳۹ bcde
عسگری	۷/۵۰ m	۴۷/۵۰ a
خلیلی دانه‌دار	۱۵/۱۷ d	۴۵/۲۸ a
ترکمنستان ۴	۹/۵۰ jk	۳۰/۵۶ g
شاهانی قزوین	۹/۰۳ k	۳۵/۸۳ cdef
ملائی قزوین	۱۴/۳۳ def	۳۶/۹۵ bcd
چفته قزوین	۱۲/۷۷ gh	۳۲/۲۲ efg
دیوانه کاشمر	۸/۵۰ kl	۳۳/۶۱ defg
خلیلی دیررس	۱۳/۷۰ fg	۴۰/۵۶ b
امین	۸/۵۳ kl	۴۰/۲۸ bc
موسکات سیاه	۱۴/۰۰ ef	۳۲/۵۰ defg
شاهرودی	۷/۳۷ m	۳۲/۲۲ efg
ایتالیایی	۱۰/۱۳ ij	۳۶/۶۷ bcde
سرخاب	۱۴/۸۰ de	۳۱/۳۹ fg

در هر ستون، مانگین ها با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر ندارند.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای سرمایی حاصل از سرمای مصنوعی بر صفات زمان باز شدن اولین جوانه و درصد جوانه‌های باز شده در بین برخی ارقام انگور.

تیمارهای سرمایی (درجه سانتی گراد)	باز شدن اولین جوانه (روز)	درصد جوانه‌های باز شده
شاهد	۷/۵۶ d	۷۳/۷۴ a
-۱۵	۱۲/۱۰ c	۵۲/۴۵ b
-۱۸	۱۴/۹۲ b	۳۵/۷۱ c
-۲۱	۱۸/۱۷ a	۲۰/۵۷ d
-۲۴	۱۸/۵۶ b	۵/۶۲ e

در هر ستون، مانگین ها با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر ندارند.

منابع

EL-Hammady, M. and Jensen, F. 1999. The effects of optimal nutrition on cold resistance in vineyards. American Journal of Enology and Viticulture, 49(2): 96–102.

Grassi, F. and Arroyo-García, R. 2020. Origins and domestication of the grape. Frontiers in Plant Science, 11: 1176.

Karimi Alavijeh, M., Ebadi, A., Mousavi, A. and Salami, A. 2015. Investigation of catalase, peroxidase and total protein level in some cold-treated grapevine cultivars' cold stress response. Journal of Horticultural Science, 29(1): 103–110.

Nejatian, M.A. 2013. Comparison of cold resistance in some Iranian and European grape cultivars. Journal of Crop Production and Processing, 3(7): 157–171. (In Persian).

Paul, E.R. and Gamet, S. 2008. Anatomy of the freeze of 2007: Assessing damage, repair and vineyard restoration. University of Nebraska Viticulture Program, 35 p.

Wang, H., Blakeslee, J.J., Jones, M.L., Chapin, L.J. and Dami, I.E. 2020. Exogenous abscisic acid enhances physiological, metabolic, and transcriptional cold acclimation responses in greenhouse-grown grapevines. Plant Science: 110437.

Yadav, S.K. 2010. Cold stress tolerance mechanisms in plants: A review. Agronomy for Sustainable Development, 30(3): 515–527.

Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. 2006. Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 57: 781–803.

Zhang, H., Zhao, Y. and Zhu, J.K. 2020. Thriving under stress: How plants balance growth and the stress response. Developmental Cell, 55(5): 529–543.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study on spring and winter cold tolerance of some domestic and foreign Iranian grape cultivars (*Vitis vinifera* L.)

Mohammad Ali Nejatian[1*], Hamed Doulati Baneh[2] and Ali Rezaei[3]

1. Qazvin Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qazvin, Iran
2. Kurdistan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sanandaj, Iran
3. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

[*]*Corresponding Author: nejatianali@yahoo.com*

Abstract

Cold tolerance is an important factor in the development of most European grape varieties. The threshold of cold tolerance varies among grape varieties and clones. In some years, up to 90-95% of the crop is damaged and destroyed by frost. With the aim of evaluating tolerance and determining the amount of cold damage to grape buds in 21 promising grape varieties, research was conducted over two years at the Takestan Grape Research Station. First, one-year-old cuttings of 21 selected varieties from among about a thousand varieties and genotypes of the National Grape Collection and based on the DUS1 manual test, and in the next phase (measuring winter cold tolerance), were exposed to subzero winter temperatures (between -15 and -24 degrees Celsius). Next, the spring cold tolerance of 11 top cultivars under cold treatments of +4, 0, -2 and -4°C was carried out in a factorial experiment based on a randomized complete block design. The percentage of bud survival under the influence of the reciprocal treatment of cultivar and cold in all traits was significantly different at the 1% probability level. Comparison showed that in terms of the time of opening of the first young, the cultivar Yuskey Besar (47.50 days) had the highest rate and the cultivar Turkmenistan 47 (30.56 days) had the lowest rate among the studied cultivars. In terms of the percentage of opened buds, the cultivars Yuskey Besar, Asgari, Cardinal and Khalili Danehdar, Meza and Sorkh Fakhri had the lowest rate. The numbers of young sprouts that sprouted after artificial chilling indicate a cultivar for tolerance to low temperatures and is reliable for comparing the cultivars' cold tolerance. Yuskey Besar number was the most tolerant and the cultivars Sorkh Fakhri and Turkmenistan 4 were the most sensitive cultivars to cold.

Keywords: Spring and winter cold, artificial cold, National Grape Collection.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهینه‌سازی کیفیت و کمیت گیاه دارویی نعناع فلفلی

سهیلا افکار[1]*
۱- گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *dr.afkar@pnu.ac.ir*

چکیده

نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) به عنوان یک گیاه دارویی با کاربردهای گسترده در درمان عفونت‌های گوارشی، اختلالات تنفسی و بهداشت دهان و دندان شناخته می‌شود. اسانس این گیاه خواص ضدمیکروبی و ضدعفونی‌کنندگی دارد و در کاهش علائم سردردهای میگرنی موثر است. سالیسیلیک اسید هورمونی گیاهی است نقش مهمی در بهبود رشد و متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارد و کاربرد آن با غلظت‌ها و شرایط محیطی مختلف می‌تواند اثرات متفاوتی بر رشد گیاهان داشته باشد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید بر عوامل رشد شامل وزن تر، وزن خشک و درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی در زمان‌های ۱ و ۴ روز پس از محلول‌پاشی است. در این مطالعه گیاهان نعناع فلفلی با غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (۰، ۱ و ۰/۵ میلی‌مولار) تیمار شدند. عوامل رشد شامل وزن تر و خشک اندام هوایی به همراه درصد اسانس اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن زمان نمونه‌برداری بر وزن تر نمونه‌هاست در حالیکه غلظت الیسیتور و زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل آنها تفاوت معنی‌داری در درصد اسانس ایجاد کردند. بالاترین درصد اسانس در گیاهان تیمارشده با غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید ۱ روز پس از تیمارمشاهده شد. نتایج این پژوهش می‌تواند به بهینه‌سازی روش‌های کشت و افزایش کیفیت نعناع فلفلی کمک کند و درک بهتری از تأثیر سالیسیلیک اسید بر این گیاه دارویی فراهم آورد.

کلیدواژه: نعناع فلفلی، سالیسیلیک اسید، وزن تر، وزن خشک، درصد اسانس.

مقدمه

نعناع فلفلی از خانواده نعناعیان در درمان عفونت‌های گوارشی، اختلالات گوارشی، بیماری‌های تنفسی، درمان تهوع، خستگی عضلانی و بهداشت دهان و دندان کاربرد دارد (Alex *et al*., 2018) و همچنین اسانس آن عموما کاربرد ضدخارش، بهبود سریع زخم، ضد عفونی کنندگی و ضد میکروبی داشته و برای درمان سردردهای میگرنی نیز استفاده می‌شود (Crown, 1999). این گیاه که هیبریدی از دو گیاه *Mentha spicata* و *Mentha aquatic* است در طب سنتی برای کاهش اشتها، درمان آماس روده بزرگ، درمان التهاب ریه‌ها، سرفه، تب و حالت تهوع استفاده می‌شود (Galeottia *et al*., 2002). ترکیب فنلی سالیسیلیک اسید یکی از هورمون‌های گیاهی است که در افزایش رشد گیاه ، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و متابولیت‌های ثانویه نقش دارد (Belkhadi *et al*., 2010). این ترکیب در افزایش متابولیت‌های ثانویه گیاهان موثر بوده و چگونگی تاثیر آن به عامل‌های مختلفی مثل گونه، مرحله رشدی، روش کاربرد و غلظت آن بستگی دارد (Seo *et al*., 1995). محققان گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت کم می‌تواند منجر به بهبود وزن تر و تجمع ماده خشک و در غلظت‌های بالا موجب کاهش این ویژگی‌های رشدی در گیاه آرابیدوپسیس گردد. همچنین ظهور علائم ناشی از تیمار این هورمون اعم از افزایش یا کاهش رشد به شرایط محیطی در زمان کاربرد بستگی دارد (Hayat *et al*., 2010). مشخص شده کابرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش وزن خشک برگ و بوته در گیاه استویا شده است (Jalilvand Shirkhanitabar *et al*., 2020). هدف از این پژوهش بررسی تاثیر سالیسیلیک اسید بر عوامل رشد مثل وزن تر، وزن خشک و نیز میزان اسانس گیاه نعناع فلفلی در دو زمان ۲۴ و ۹۶ ساعت پس از محلول‌پاشی بود.

مواد و روش‌ها

گیاهان نعناع فلفلی در گلدان‌ها کشت شدند و در زمان شروع گلدهی با غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۱، ۰/۵ میلی مولار) محلول‌پاشی انجام شد. بعد از یک و چهار روز از قسمت هوایی گیاهان نعناع فلفلی تیمارشده با غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید

نمونه‌برداری شد. وزن تر و خشک اندام هوایی اندازه‌گیری شد. وزن تر اندام هوایی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت صدم گرم توزین شد و جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون ۴۰ درجه نگهداری شدند و در نهایت وزن آنها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت صدم گرم اندازه‌گیری شد (Soroori et al., 2022). برای استخراج اسانس و اندازه‌گیری درصد اسانس، نمونه‌ها در دمای اتاق خشک شدند و استخراج اسانس با استفاده از دستگاه کلونجرصورت گرفت. با استفاده از فرمول زیر درصد اسانس محاسبه شد.

وزن اسانس = وزن گیاه/ وزن اسانس ×۱۰۰ (Jaimand and Rezaee, 2004)

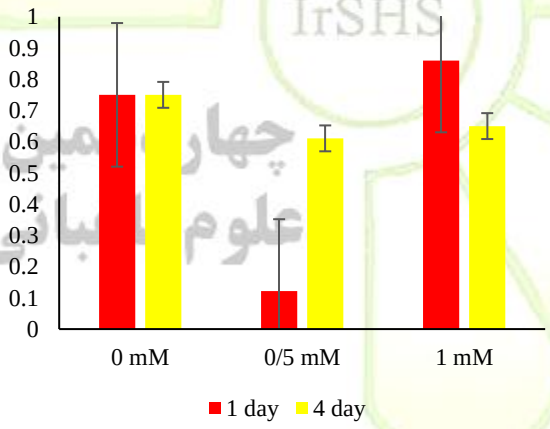
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت‌های مورد استفاده سالیسیلیک اسید در این آزمایش باعث تفاوت معنی‌داری در وزن خشک و وزن تر گیاه نشده اما زمان نمونه‌برداری باعث تفاوت معنی‌دار در وزن تر گیاه نعناع فلفلی شد. غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید ، زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل آنها باعث تفاوت معنی‌دار در درصد اسانس گیاهان نعناع فلفلی شد (جدول ۱). بالاترین درصد اسانس در گیاهان تیمارشده با غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید پس از ۱ روز بدست آمد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید و زمان نمونه‌برداری بر عوامل رشد و درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی.

S.O.V	MS		
	وزن تر	وزن خشک	درصد اسانس
T	۴۵۸ ns	۲۹/۵۶ ns	۰/۱۴۴***
D	۴۷۶۹/۴*	۹۸ ns	۰/۱۲۹***
T*D	۲۴۹/۶ns	۴/۶۷ns	۰/۳۶۶***
E	۶۱۳/۸	۴۴/۵۶	۰/۰۰۰۸

ns غیر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، *** معنی‌دار در سطح ۰/۱ ٪



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر درصد اسانس نعناع فلفلی ۱ و ۴ روز پس از محلول پاشی.

در آزمایشی که بر روی گشنیز (*Coriandrum sativum*) انجام شد محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش اسانس شد (Naderi *et al.*, 2015). محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار درصد اسانس، وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه بادرنجبویه شد (Bakhshi Bakhshi Ganjeh et al., 2022). غلظت ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید باعث افزایش وزن تر و وزن خشک گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) گردید (فهمیده و همکاران، ۱۳۹۹). مطالعات ذکرشده نتایج این تحقیق را تایید می‌کند. محققان گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت کم می‌تواند منجر به بهبود وزن تر و تجمع ماده خشک و در غلظت‌های بالا موجب کاهش این ویژگی‌های رشدی در گیاه آرابیدوپسیس گردد. همچنین ظهور علائم ناشی از تیمار این هورمون اعم از افزایش یا کاهش رشد به شرایط محیطی در

زمان کاربرد بستگی دارد (Hayat et al., 2010). ایـن افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی را می‌توان به اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر جذب بیشتر مـواد معـدنی توسط گیاه و افزایش فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز و به طبع آن افزایش فتوسنتز خالص برگ نسبت (Fariduddin et al., 2003; Szepesi et al., 2016). افزایش درصد اسانس در اثر محلول‌پاشی گیاهان با سالیسیلیک اسید ممکن است در اثر افزایش رشد رویشی و جذب مواد غذایی بیشتر توسط ریشه‌ها و افزایش بیشتر فعالیت فتوسنتزی گیاه و همچنین افزایش در جمعیت غده‌های تولیدکننده و اسانس باشد (Hassan zadeh et al., 2016). بنابراین با استناد به یافته‌های مطالعه حاضر و همچنین انجام تحقیقات تکمیلی می‌توان محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک را جهت بهبود رشد گیاه نعناع فلفلی و افزایش درصد اسانس پیشنهاد کرد. این یافته‌ها می‌تواند راهنمایی برای کشاورزان و محققان باشد تا از سالیسیلیک اسید به عنوان یک مکمل موثر برای بهبود کیفیت و کمیت محصولات گیاهی، به ویژه در گیاهانی مانند نعناع فلفلی استفاده کنند. در نهایت این تحقیق می‌تواند به توسعه استراتژی‌های بهینه‌سازی تولید گیاهان دارویی کمک کرده و به افزایش تولید اسانس‌های با کیفیت بالا در صنعت داروسازی و آرایشی منجر شود.

منابع

فهمیده، ل.، قادری، ع.ا.، مزارعی، ا.ف.، رجبی، ا. ۱۳۹۹. تأثیر سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت سمیت آرسنیک. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۳(۱): ۳۱۲–۲۹۷.

Alexa, E., Danciu, C., Radulov, I., Obistioiu, D., Sumalan, R.M., Morar, A. and Dehelean, A.D. 2018. Phytochemical screening and biological activity of *Mentha piperita* and *Lavandula angustifolia* Mill. extract. Analytical Cellular Pathology: 1–7.

Bakhshi Ganjeh, A., Rahimi, M.M. and Kelidari, A.S. 2022. Evaluation of cycocel and salicylic acid on growth characteristics, physiological traits and essential oil yield in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under water stress. Journal of Plant Process and Function, 11(50): 105–121.

Belkhadi, A., Hediji, H., Abbes, Z., Nouairi, I., Barhoumi, Z., Zarrouk, M., Chaibi, W. and Djebali, W. 2010. Effects of exogenous salicylic acid pre-treatment on cadmium toxicity and leaf lipid content in *Linum usitatissimum* L. Ecotoxicology and Environmental Safety, 73(5): 1004–1011.

Crown, M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews, 12: 564–582.

Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica, 41: 281–284.

Galeotti, N.D., Mannelli, L.C., Mazzanti, G., Bartolini, A. and Ghelardini, C. 2002. Menthol: A natural analgesic compound. Neuroscience Letters, 322(5): 145–148.

Hassanzadeh, K., Hemmati, K.H. and Alizadeh, M. 2016. Effect of organic and salicylic acid on performance and some secondary metabolites of *Melissa officinalis* L. Plant Breeding Research, 20: 107–130.

Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environmental and Experimental Botany, 68: 14–25.

Jaimand, K. and Rezaee, M.B. 2003. Chemical constituents of essential oil from *Achillea vermicularis* Trin. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 15: 49–58.

Jalilvand Shirkhanitabar, H., Tavakolli, A., Moradi, F. and Shekari, F. 2020. Effect of salicylic acid foliar application on the morphological and biochemical traits of Stevia (*Stevia rebaudiana*). Journal of Plant Process and Function, 9(39): 245–255.

Naderi, N., Haha, H. and Ahmadi, H. 2015. The effect of salicylic acid on some physiological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Scientific Journal of Ecophysiology of Agricultural Plants, 7: 287–305.

Seo, S., Ishizuka, K. and Ohashi, Y. 1995. Induction of salicylic acid β-glucosidase in tobacco (*Nicotiana tabacum*) leaves by exogenous salicylic acid. Plant and Cell Physiology, 36(3): 447–453.

Soroori, S., Danaee, E., Hemmati, K. and Aladannemoghadam, A. 2022. Effect of spermidine foliar application on some morphophysiological traits and secondary metabolites of marigold (*Calendula officinalis* L.) under drought stress. Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research, 17(66): 108–125.

Szepesi, A., Csiszar, J., Gemes, K., Horvath, E., Horvath, F., Simon, M. and Tari, I. 2009. Salicylic acid improves acclimation to salt stress by stimulating abscisic aldehyde oxidase activity and abscisic acid accumulation, and increases Na+ content in leaves without toxicity symptoms in *Solanum lycopersicum* L. Journal of Plant Physiology, 166: 914–925.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Optimization of the quality and quantity of the medicinal plant peppermint

Soheila afkar[1*]
1. Agriculture Department, Payame Noor University, Tehran, Iran
**Corresponding Author: dr.afkar@pnu.ac.ir*

Abstract

Peppermint (*Mentha piperita*) is recognized as a medicinal plant with wide applications in the treatment of gastrointestinal infections, respiratory disorders, and oral health. The essential oil of this plant possesses antimicrobial and disinfectant properties and is effective in reducing the symptoms of migraine headaches. Salicylic acid, a plant hormone, plays a significant role in enhancing plant growth and secondary metabolites, and its application at varying concentrations and environmental conditions can have different effects on plant growth. The aim of this study is to investigate the impact of salicylic acid on growth factors, including fresh weight, dry weight, and the percentage of essential oil in peppermint at 1 and 4 days after spraying. In this study, peppermint plants were treated with different concentrations of salicylic acid (0, 1, and 0.5 mM). Growth factors including fresh and dry weight of the aerial parts along with the percentage of essential oil were measured. The results of variance analysis indicated a significant effect of sampling time on the fresh weight of the samples, while the concentrations of the elicitor, sampling time, and their interaction resulted in significant differences in the percentage of essential oil. The highest percentage of essential oil was observed in the plants treated with 1 mM salicylic acid 4 days after treatment. The results of this research can contribute to the optimization of cultivation methods and improve the quality of peppermint, providing a better understanding of the impact of salicylic acid on this medicinal plant.

Keywords: Peppermint, Salicylic acid, Fresh weight, Dry weight, Percentage of essential oil.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر نیترات نیکل بر جوانه‌زنی بذر شاهی: گامی به سوی پالایش زیست محیطی

سهیلا افکار[1*] و زهرا نوری[2]
۱- گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم آباد، ایران
*نویسنده مسئول: *dr.afkar@pnu.ac.ir*

چکیده

استفاده از گیاهان برای حذف آلاینده‌های خاک روش جدیدی برای پالایش خاک است. با توجه به معضل آلودگی خاک این تحقیق با هدف بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف نیترات نیکل (۰، ۵۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر جوانه‌زنی بذر سبزی شاهی انجام شد. سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و وزن تر گیاهچه بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد غلظت‌های مختلف نیترات نیکل باعث تفاوت معنی‌داری در خصوصیات جوانه‌زنی نشد. بعبارتی جوانه‌زنی گیاه شاهی تحت تاثیر غلظت‌های مورد استفاده نیترات نیکل قرار نگرفت که به دو صورت می‌توان آنرا توجیه کرد یکی غلظت‌های مورد استفاده نیترات نیکل در این آزمایش تاثیر منفی بر حوانه زنی نداشته و دیگر اینکه گیاه شاهی بعنوان گیاه انباشت‌کننده این فلز سنگین عمل می‌کند. در تحقیقات آتی استفاده از غلظت‌های بالاتر نیترات نیکل و اندازه گیری مقدار این فلز سنگین در برگ شاهی توصیه می‌شود.

کلیدواژه: فلزات سنگین، گیاه شاهی، آلودگی خاک، جوانه‌زنی بذر.

مقدمه

جذب فلزات سنگین توسط گیاهان می‌تواند آثار زیان‌آور متنوعی روی گیاهان برجای بگذارد و با توجه به اینکه گیاهان بخش مهمی از زنجیره غذایی به‌شمار می‌روند، برای انسان و سایر مصرف‌کنندگان خطر قابل توجهی ایجاد می‌کند. فلزات سنگین از دو مسیر بر جوانه‌زنی گیاه اثر می‌گذارند: اول از طریق سمیت عمومی و دوم با ممانعت از جذب آب (امینی فرد و بیات، ۱۳۹۷). مشخص شده نیکل و سرب سهم عمده‌ای در آلودگی محیطی دارند (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۹). نیکل یکی از فلزات سنگین است که برای انسان، حیوانات و گیاهان سمی است اما این عنصر برای رشد برخی از گیاهان سودمند بوده و گیاهانی هم وجود دارند که بعنوان انباشت‌کننده نیکل معرفی شده‌اند (Khatib et al., 2008). کاربرد گیاهان (Yang, 2008) و میکروارگانیسم‌های وابسته به آنها (Schwitzguebel, 2001) برای پایین آوردن، تغییر شکل دادن، تلفیق کردن، متابولیزه کردن یا رفع مسمومیت آلاینده‌های پر خطر را گیاه پالایی (Phytoremediation) می‌گویند (Liu et al., 2011). گیاهانی وجود دارند که بر روی خاک‌های دارای فلز و مکان‌هایی آلوده به فلزات سنگین در اثر فعالیت تکاملی بشر زنده می‌مانند، رشد می‌کنند و تکثیر می‌شوند. به گیاهانی که توانایی رشد کردن در خاک‌های دارای فلز وذخیره کردن مقادیر فوق‌العاده بالایی از فلزات سنگین در اندام‌های هوایی دارند گیاهان بیش اندوز (Hyperaccumulator) گفته می‌شود. سطوح بالای فلزات سنگین در این گیاهان ایجاد مسمومیت نمی‌کند (Rascio and Navari-Izzo, 2011). در مقایسه تاثیر نیترات نیکل، نیترات کادمیوم، نیترات سرب و سولفات مس بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا چیتی مشخص شد که اثر منفی نیترات نیکل برای شاخص‌های جوانه‌زنی، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کمتر از بقیه فلزات بود (امینی و همکاران، ۱۳۹۵). گزارش شده گیاه شاهی (*Lepidium sativum*) بیش اندوز مناسبی برای نیکل است (Mojiri et al., 2013). با توجه به معضل آلودگی خاک این تحقیق با هدف بررسی تاثیر فلز سنگین نیترات نیکل بر جوانه‌زنی بذر سبزی شاهی به منظور راهکاری برای پالایش خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر شاهی برگ‌پهن از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذور با هیپوکلریدسدیم ۵٪ به مدت سه دقیقه ضدعفونی کرده سپس چندین بار با آب مقطر شستشو داده شدند. در این آزمایش از سه غلظت نیترات نیکل (۰، ۵۰، ۲۰۰، ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) استفاده شد. از هر گیاه ۳۰ بذر با چهار تکرار برای هر تیمار داخل پتریدیش روی کاغذ صافی کشت شد. سپس برای انجام آزمون جوانه‌زنی از غلظت‌های مختلف نیترات‌نیکل به مقدار ۲ml به هر پتریدیش اضافه شد. نمونه‌ها به ژرمیناتوری ۱۶ ساعت روشنایی با دمای ۲۱ درجه سانتیگراد، ۸ ساعت تاریکی با دمای ۲۳ درجه سانتیگراد، رطوبت ۶۰٪ در منتقل گردید و تعداد بذر جوانه‌زده روزانه به مدت یک هفته یادداشت گردید. ظهور ریشه‌چه به اندازه یک میلی‌متر بعنوان معیار جوانه‌زنی بذرها در نظر گرفته شد. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی از فرمول‌های زیر (جدول ۱) محاسبه گردید.

جدول ۱ -روابط محاسباتی پارامترهای جوانه‌زنی. NG: تعداد کل بذرهای جوانه‌زده طی دوره NT: تعداد بذرهای کاشته‌شده، Ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص، Di: تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی T.

منابع	رابطه	شاخص	شماره معادله
Salehzadeh et al., 2009	$\sum(NG/NT) \times ۱۰۰$	درصد جوانه‌زنی (GP)	(۱)
Salehzadeh et al., 2009	$\sum(Ni/Di) \times ۱۰۰$	سرعت جوانه‌زنی (GR)	(۲)
Salehzadeh et al., 2009	$\Sigma(DiNi)/\Sigma NG$	میانگین مدت جوانه‌زنی (MGT)	(۳)
Zadeh Bagheri, 2014	$(gn \times i1) + (gn-1 \times i2) +\ldots. + (n - (n-1) \times in)$	شاخص جوانه‌زنی (GI)	(۴)

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین غلظت‌های مختلف نیترات نیکل برای صفات اندازه‌گیری‌شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بعبارتی دیگر شاخص‌های جوانه‌زنی در گیاهان تیمارشده با نیترات نیکل و شاهد تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. محققین قبلی نشان دادند که فلز سنگین نیکل در غلظت‌های پایین برای رشد گیاه مناسب بوده و در غلظت‌های بالا برای گیاه سمی است (امیراحمدی و همکاران، ۱۴۰۱). در مطالعات گذشته مشخص شده بود که که شاهی جزو گیاهان انباشتگر فلز سرب می‌باشد و کاشت آن در محیطهای آلوده به سرب به منظورگیاه پالایی پیشنهادشده است (مهربانی و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین مشخص شد که گیاه شاهی برگ‌پهن در مرحله جوانه‌زنی مقاومت بیشتری نسبت به تنش فلز سنگین سرب داشته است (افکار، ۱۴۰۱). جذب فلزات سنگین و عناصر پر مصرف توسط خاک و انتقال آن از طریق ریشه گیاه به برگ‌های سبزی شاهی مرتبط دانست.

جدول ۲- تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی مورد مطالعه در گیاه شاهی برگ پهن.

		میانگین مربعات				
منبع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	وزن تر گیاهچه
غلظت نیترات نیکل	۳	۰/۰۰۱۲^{ns}	۱/۰۲۱^{ns}	۰/۲۶۵^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۸
خطا	۱۲	۰/۰۰۰۷	۱/۷	۰/۱۶۲	۰/۰۵	۰/۰۰۳

می‌توان اذعان داشت که مصرف سبزی شاهی کشت‌شده در تیمارهای کود و لجن برای سلامتی افراد مضر است (Younesian et al., 2021). در این تحقیق شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه شاهی تحت تاثیر غلظت‌های مورد استفاده نیترات نیکل قرار نگرفت که به دو صورت می‌توان آنرا توجیه کرد یکی برخی غلظت‌های نیترات نیکل تاثیر منفی بر جوانه‌زنی ندارند و دیگر اینکه ثابت شده گیاه شاهی بعنوان گیاه

انباشت‌کننده فلزات سنگین عمل می‌کند. بنابراین توصیه می‌شود غلظت‌های بالاتر نیترات‌نیکل آزمایش شود و مقدار نیترات‌نیکل در برگ‌های شاهی رشدیافته در این شرایط اندازه‌گیری شود.

منابع

افکار، س. ۱۴۰۱. بررسی واکنش سه گیاه بادرنجبویه، شوید و شاهی برگ‌پهن (*Melissa officinalis*, *Anethum graveolens*, *Lepidium sativum*) به آلودگی فلز سنگین سرب در مرحله جوانه‌زنی. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی، ۲۷–۳۰ شهریورماه، گرگان.

امیراحمدی، ث.، آسمانه، ط. و جوانمرد، ا. ۱۴۰۱. بررسی میزان تجمع و تحمل نیکل توسط گیاه شبدر سفید در شرایط کشت هیدروپونیک. فصلنامه علمی زیست‌شناسی کاربردی دانشگاه الزهرا، ۳۵(۲): ۱۹–۳۶.

امینی، ف.، بلوچی، ح.ر.، موحدی دهنوی، م. و عطارزاده، م. ۱۳۹۵. تأثیر غلظت‌های مختلف برخی فلزات سنگین بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*). فصلنامه علوم و تحقیقات بذر ایران، ۳(۲): ۱–۱۱.

امینی‌فرد، م.ح. و بیات، ح. ۱۳۹۷. تأثیر فلزهای سنگین نیکل و سرب بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه تربچه. نهمین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، ۳ بهمن، همدان.

رنجبر، م.، اسماعیلی، ش. و مشتاقی، ع.ا. ۱۳۹۹. تأثیر سرب و نیکل بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شوید (*Anethum graveolens*). زیست‌شناسی گیاهی، ۱۲(۴۴): ۱–۲۲.

مهربانی، ل.، ولیزاده کامران، ر.، فتاحی، ن. و صفردوست، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر سرب در محیط کشت بر رشد و نمو و برخی صفات فیزیولوژیک شاهی در شرایط کشت درون‌شیشه‌ای. مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی، ۶(۱): ۸۵–۹۴.

Khatib, M., Rashed Mohassel, M.H., Ganjeali, A. and Lahootee, M. 2008. The effects of different nickel concentrations on some morpho-physiological characteristics of parsley (*Petroselinum crispum*). Iranian Journal of Field Crop Research, 6(2): 295–302.

Liu, Y., Liu, Q. and Ding, H. 2011. Reviews on soil pollution, risks, sources and phytoremediation involving metal contaminants. In: Handbook of Phytoremediation, pp. 223–262. Nova Science Publishers.

Mojiri, A., Abdul Aziz, H., Qarani Aziz, S., Selamat, M.R.B., Gholami, A. and Aboutorab, M. 2013. Phytoremediation of soil contaminated with nickel by *Lepidium sativum*: Optimization by response surface methodology. Global NEST Journal, 15(1): 69–75.

Rascio, N. and Navari-Izzo, F. 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? Plant Science, 180: 169–181.

Salehzade, H., Izadkhah Shishvan, M., Ggiyasi, M., Forozani, F. and Abbasi Siyahjani, A. 2009. Effect of seed priming on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Research Journal of Biological Sciences, 4(5): 629–631.

Schwitzguébel, J.P. 2001. Hype or hope: The potential of phytoremediation as an emerging green technology, pp. 63–78.

Yang, L. 2008. Phytoremediation: An ecotechnology for treating contaminated sites. Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management, 12(4): 290–298.

Younesian, M., Cheraghi, M., Sobhanardakani, S., Lorestani, B. and Merrikhpour, H. 2021. Assessing the effects of bio-organic and chemical fertilizers application on absorption of macronutrients and heavy metals in vegetables (case study: *Lepidium sativum*). Journal of Environmental Health Engineering, 9(1): 59–72.

Zadeh Bagheri, M. 2014. The effect of maize priming on germination characteristics, catalase and peroxidase enzyme activity, and total protein content under salt stress. International Journal of Biosciences, 4(2): 104–112.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effect of nickel nitrate on *Lepidium sativum* seed germination: A step towards environmental purification

Soheila afkar[1*] and Zahra noori[2]
1. Agriculture Department, Payame Noor University, Tehran, Iran
2. Agricultural and Natural Resources Research Centre of Lorestan, Khorramabad, Iran
**Corresponding Author: dr.afkar@pnu.ac.ir*

Abstract

The use of plants for the removal of soil pollutants is a novel method for soil remediation. Given the problem of soil contamination, this study aimed to investigate the effects of different concentrations of nickel nitrate (0, 50, 200, and 500 mg/L) on the germination of *Lepidium sativum* seeds. Variables assessed included germination rate, germination percentage, mean germination time, germination index, and seedling fresh weight. The results of the analysis of variance revealed that different concentrations of nickel nitrate did not result in significant differences in the germination characteristics. In other words, the germination of *Lepidium sativum* plants was unaffected by the concentrations of nickel nitrate used in this experiment. This can be interpreted in two ways: either the concentrations of nickel nitrate employed in this experiment did not negatively impact germination, or the *Lepidium sativum* plant acts as an accumulator of this heavy metal. Future research is recommended to test higher concentrations of nickel nitrate and measure the levels of this heavy metal in *Lepidium sativum* leaves.

Key words: Heavy metals, *Lepidium sativum*, Soil pollution, Seed germination.

,

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر پایه، هرس و قارچ‌کش بر خصوصیات کمی و کیفی نارنگی پیچ آلوده به بیماری لکه‌قهوه‌ای آلترناریایی

حسین طاهری[1*]، جواد فتاحی مقدم[1] و اسماعیل غلامیان[2]

۱- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۲- گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *taheri81@yahoo.com*

چکیده

مرکبات مهمترین محصول باغی استان مازندران و یکی از مهمترین محصولات کشاورزی کشور می¬باشد. لکه قهوه¬ای آلترناریایی یکی از بیماری¬های مهم تانجرین¬ها و دورگ¬های آنها در مناطق مرطوب و نیمه خشک می¬باشد. در کنار بررسی روش‌های مختلف کنترل بیماری، تاثیر آنها بر خصوصیات کمی و کیفی میوه نیز اهمیت بسزایی دارد و تعیین آن در کاربردهای بعدی میوه مخصوصا در صنایع تبدیلی حایز اهمیت می‌باشد. این پروژه در قالب طرح فاکتوریل ۳ فاکتوره شامل دو پایه (نارنج و سیترومیلو)، هرس (با هرس و بدون هرس) و سمپاشی با قارچ‌کش اکسی‌کلرورمس (سمپاشی و آب پاشی) با ۳ تکرار انجام شد. میزان وقوع و شدت بیماری و خصوصیات کمی و کیفی میوه ها در زمان برداشت و طی نگهداری بررسی شدند. بر اساس نتایج، نوع پایه، سمپاشی و هرس درخت در میزان شدت و وقوع بیماری در درختان پیچ تاثیر دارند. به طوری‌که در پایه نارنج، درختان سمپاشی شده و هرس شده به ترتیب نسبت به پایه سیترومیلو، درختان سمپاشی نشده و هرس نشده این میزان کمتر بود. وزن، حجم و مواد محلول جامد در میوه‌های روی پایه سیترومیلو و اسیدیته کل، نسبت میزان قند محلول به اسیدیته کل و درصد رطوبت پوست روی پایه نارنج بیشتر بودند. همچنین وزن، مواد محلول جامد و میزان فنل میوه در درختان بدون هرس نسبت به درختان هرس شده بیشتر بودند. نسبت میزان قند محلول به اسیدیته کل و درصد رطوبت در درختان سمپاشی شده و اسیدیته کل در تیمارهای سمپاشی نشده بیشتر بود. در بررسی تاثیر زمان انبارداری بر خصوصیات کمی و کیفی میوه درختان تیمار شده؛ مواد محلول جامد، اسیدیته کل در یک ماه بعد از برداشت و وزن، نسبت میزان قند محلول به اسیدیته کل، چگالی و درصد رطوبت پوست میوه در زمان برداشت بیشتر بودند.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیماری، قارچ، مرکبات، خصوصیات میوه.

مقدمه

مرکبات مهمترین محصول باغی استان مازندران و یکی از مهمترین محصولات کشاورزی کشور می¬باشد. نارنگی پیچ دورگ کمپلکس حاصل از تلاقی نارنگی کلمانتین و مینیولا تانجلو بوده که سطح زیرکشت آن به نحو چشمگیری در استان مازندران در حال گسترش است.

لکه قهوه¬ای آلترناریایی یکی از بیماری¬های مهم تانجرین¬ها و دورگ¬های آنها در مناطق مرطوب و نیمه خشک می¬باشد و در منطقه شمال ایران آلودگی شدید به این بیماری بر روی این ارقام به ویژه نارنگی پیچ مشاهده شده است و مبارزه با بیماری و کنترل آن ضروری می‌باشد. این بیماری موجب ریزش برگ و میوه و ایجاد لکه‌های قهوه‌ای رنگ در سطح آنها می‌شود. بروز لکه‌ها بر روی میوه باعث کاهش محصول و بازارپسندی آنها می‌شود ولی تاثیر آن بر خصوصیات کمی و کیفی میوه چندان مشخص نیست .لذا در کنار بررسی روش‌های مختلف کنترل بیماری، تاثیر آن بر خصوصیات کمی و کیفی میوه نیز اهمیت بسزایی دارد و تعیین آن در کاربردهای بعدی میوه مخصوصا در

صنایع تبدیلی حایز اهمیت می‌باشد. بیماری لکه قهوه¬ای آلترناریایی مرکبات اولین بار از استرالیا (Kiely, 1964) گزارش شده است. برای تولید میوه¬های با بازارپسندی خوب، در مناطقی که بیماری-های ناشی از آلترناریا شایع است، کاربرد قارچ¬کش¬های موثر ضروری است (Carvalho et al., 2011). در ایران این بیماری نخستین بار از منطقه سیاورز تنکابن روی نارنگی تانجلو گزارش شد (مهدویان، ۱۳۷۹). در این مقاله تأثیر پایه، هرس و قارچ‌کش بر خصوصیات کمی و کیفی نارنگی پیچ آلوده و شدت و میزان وقوع بیماری لکه‌قهوه‌ای آلترناریایی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در باغ نارنگی رقم پیچ دارای سابقه بیماری آلترناریایی در دو سال انجام شد. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل ۳ فاکتور شامل دو پایه (نارنج و سیترومیلو)، هرس (با هرس و بدون هرس) و سمپاشی با قارچ‌کش اکسی‌کلرورمس (سمپاشی و آب پاشی) طراحی و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

برای تعیین درصد وقوع و شدت بیماری، ۱۵ روز بعد از سمپاشی تعداد ۱۰۰ برگ از هر تکرار و در زمان برداشت ۳۰ میوه از تمام جهات هر تیمار (درخت) به طور تصادفی انتخاب و چیده شدند. درصد وقوع بیماری طبق فرمول زیر محاسبه شد.

[۱۰۰×(کل میوه شمارش شده / میوه دارای علایم)=درصد وقوع بیماری]

برای شدت بیماری علایم روی هر میوه، بر اساس درصد تخمینی پوشش لکه روی سطح میوه از صفر تا ۱۰۰ بر اساس روش مایلز و همکاران (۲۰۰۵) محاسبه شدند.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زیادی از میوه در این مطالعه بررسی شد که موارد طول، دو قطر میوه و صفات مرتبط، حجم، وزن، میزان رطوبت پوست، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث و میزان فنل کل در این مقاله ذکر شده‌اند.

نتایج و بحث

اثر نوع پایه، سمپاشی و هرس درخت در میزان شدت و وقوع بیماری در برگ معنی دار بود (جدول ۱). به طوری‌که در پایه نارنج، درختان سمپاشی شده و هرس شده این میزان کمتر بود. در رابطه با میوه اثر نوع پایه، سمپاشی و هرس درخت در میزان شدت بیماری معنی‌دار بود. و در پایه نارنج، درختان سمپاشی شده و هرس شده این میزان کمتر بود ولی در مورد میزان وقوع بیماری این تیمارها اثری در کاهش آن نداشتند. کاهش بیماری بر اثر کاربرد قارچکش‌ها در مطالعات مختلفی به اثبات رسیده است (Carvalho et al., 2011;). پایه‌ها به صورت غیر مستقیم در شدت بیماری موثر هستند (Ramin and Alirezanezhad, 2005). تاثیر هرس در کاهش وقوع و شدت بیماری‌های قارچی هوازاد مانند این بیماری در مرکبات و سایر درختان میوه به اثبات رسیده است (Azevedo et al., 2019; Dewdney, 2019).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب داده‌های اثر تیمارها بر میزان وقوع و شدت بیماری لکه قهوه‌ای آلترناریایی و برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه نارنگی پیچ.

	میزان شدت بیماری (برگ)	میزان وقوع بیماری (برگ)	میزان شدت بیماری (میوه)	میزان وقوع بیماری (میوه)
پایه (A)	۰/۰۳**	۰/۱۷**	۰/۰۳**	۰/۰۲
سمپاشی (B)	۰/۰۲**	۰/۰۸**	۰/۰۱**	۰/۰۱
هرس (C)	۰/۰۳**	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۰۱

** معنی دار در سطح ۱ درصد و * معنی دار در سطح ۵ درصد.

در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زیادی از میوه، نوع پایه، هرس، زمان انبارداری در میزان وزن میوه تاثیر معنی‌داری داشتند. نارنگی‌های روی پایه نارنج، درختان هرس شده، یک ماه پس از برداشت وزن کمتری نسبت به تیمار مقابل خود داشتند. حجم میوه نارنگی

روی پایه سیترومِلو بیشتر از حجم آن روی پایه نارنج بود. میزان مواد محلول جامد: در میوه نارنگی روی پایه سیترومِلو نسبت به پایه نارنج، درختان هرس نشده نسبت به هرس شده و یک ماه انبارداری نسبت به زمان برداشت بیشتر بود (جدول ۲). میزان اسیدیته کل میوه نارنگی روی پایه سیترومِلو نسبت به پایه نارنج، درختان سمپاشی نشده نسبت به سمپاشی شده و یک ماه انبارداری نسبت به زمان برداشت بیشتر بود. نسبت مواد محلول جامد به اسیدیته کل در میوه نارنگی روی پایه نارنج نسبت به سیترومِلو،در درختان سمپاشی شده نسبت به بدون سمپاشی و در زمان برداشت نسبت به یک ماه انبارداری بیشتر بود. میزان چگالی میوه نارنگی در زمان برداشت نسبت به یک ماه انبارداری بیشتر بود. میزان درصد رطوبت پوست میوه نارنگی روی پایه نارنج نسبت به پایه سیترومِلو ، درختان سمپاشی شده نسبت به بدون سمپاشی و زمان برداشت نسبت به یک ماه انبارداری بیشتر بود. میزان فنل میوه نارنگی در درختان هرس نشده بیشتر بود. بیشترین میزان فنل در اثر متقابل نارنج و سمپاشی و کمترین آن در نارنج و بدون سمپاشی بود و دو مورد بعدی حدواسط این دو بودند (جدول ۲).

بسیاری از خصوصیات درختان باغی مانند اندازه، میزان باردهی و خصوصیات کیفی میوه تحت تاثیر پایه قرار می‌گیرد (Ramin and Alirezanezhad, 2005). زمان انبارداری روی برخی از خصوصیات میوه مانند وزن، درصد رطوبت و غیره تاثیر می‌گذارد. (Abdrabboh, 2012). هرس نیز بر خصوصیات کمی و کیفی میوه تاثیر می‌گذارد (Ahmadpoor et al., 2022، فتاحی مقدم و همکاران، ۱۴۰۰).

در نهایت می‌توان گفت که نوع پایه، سمپاشی و هرس درخت در میزان شدت و وقوع بیماری تاثیرگذار هستند. همچنین پایه روی بیشتر خصوصیات کمی و کیفی میوه و هرس و سمپاشی روی تعداد کمتری موثر هستند

جدول ۲– تجزیه واریانس مرکب داده‌های اثر تیمارها بر خصوصیات کمی و کیفی میوه نارنگی پیج.

	وزن میوه	حجم میوه	مواد محلول جامد	اسیدیته کل	TSS/TA	چگالی	درصد رطوبت	فنل
پایه (A)	۴۲۸۱/۰۸**	۲۶۱۳/۴۴**	۱۶/۲۹**	۰/۱۲**	۳۱/۵۹*	۰/۰۱	۸۳/۷۳*	۰/۰۱
سمپاشی (B)	۲۸/۵۱	۴۰۷/۷۵	۰/۳۶	۰/۰۳*	۴۸/۹۲*	۰/۰۳	۹۰/۲۴*	۰/۰۹
هرس (C)	۱۰۵۰/۷۲*	۴۵۸/۱۹	۴/۶۱**	۰/۰۰۱	۰/۱۳	۰/۰۱	۱۵/۰۲	۰/۳۰*
زمان (D)	۳۴/۲۸**	۰/۰۵	۳۵/۱۷**	۰/۷۹**	۱۶۹/۳۰**	۰/۴۲**	۳۵۴/۷۴**	۰/۱۷

** معنی دار در سطح ۱ درصد و * معنی دار در سطح ۵ درصد.

منابع

فتاحی مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا.، طاهری، ح. و نجفی، ک. ۱۴۰۰. ویژگی‌های فیزیکی–شیمیایی و حسی و ترکیب‌های زیست‌فعال نارنگی خرم در زمان برداشت و در طول انبارداری به عنوان یک رقم معرفی‌شده جدید. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۲(۱): ۴۱–۵۴.

مهدویان، س.ا. ۱۳۷۹. شیوع *Alternaria citri* عامل بیماری لکه قهوه‌ای آلترناریایی نارنگی تانجلو رقم مینولا در تنکابن استان مازندران. چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، اصفهان، ایران، ۳۲۴ ص.

Abdrabboh, G.A. 2012. Effect of some pre-harvest treatments on fruit quality and storability of Canino apricot under cold storage conditions. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 4: 227–234.

Ahmadpoor, A., Salari, M. and Miri, S.M. 2022. Pruning and girdling influence alternative bearing of 'Kinnow' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Journal of Horticulture and Postharvest Research, 5(1): 13–20.

Azevedo, F.A., Milaneze, T.F., Conceição, P.M., Andrade Pacheco, C., Martinelli, R. and Bastianel, M. 2019. Winter pruning: Option for management against Alternaria brown spot (*Alternaria alternata* f. sp. *citri*) in Honey Murcott tangor [*Citrus reticulata* Blanco × *C. sinensis* (L.) Osbeck]. Australian Journal of Crop Science, 13(10): 1631–1637.

Carvalho, D.D., Alves, E., Barbosa Camargos, R., Ferreira Oliveira, D., Soares Scolforo, J.R., de Carvalho, D.A. and Samia Batista, T.R. 2011. Plant extracts to control *Alternaria alternata* in Murcott tangor fruits. Revista Iberoamericana de Micología, 28(4): 173–178.

Dewdney, M.M. 2013. Alternaria brown spot. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Miles, A.K., Willingham, S.L. and Cooke, A.W. 2005. Field evaluation of a plant activator, captan, chlorothalonil, copper hydroxide, iprodione, mancozeb, strobilurins for the control of citrus brown spot of mandarin. Australasian Plant Pathology, 34: 63–71.

Ramin, A.A. and Alirezanezhad, A. 2005. Effects of citrus rootstocks on fruit yield and quality of Ruby Red and Marsh grapefruits. Fruits, 60: 311–317.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of rootstock, pruning and fungicide on management of page mandarin Alternaria brown spot disease

Hossein Taheri[1*], Javad Fatahi Moghadam[1] and Esmaeil Gholamian[2]

1. Postharvest Physiology and Technology department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

2. Technology and Production Management department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

[*]*Corresponding Author: taheri81@yahoo.com*

Abstract

Citrus is the most important horticultural crop in Mazandaran province and one of the most important agricultural products in the country. Alternaria brown spot is one of the important diseases of tangerines and their hybrids in humid and semi-arid regions. In addition to examining different methods of disease control, their effect on the quantitative and qualitative characteristics of the fruit is also very important in the subsequent applications of the fruit, especially in processing industries. This project was carried out in a three factorial design including two rootstocks (orange and citrumelo), pruning (with pruning and without pruning), and spraying with the fungicide copper oxychloride (spraying and without spraying) with 3 replications. The incidence and severity of the disease and the quantitative and qualitative characteristics of the fruits were investigated at the time of harvest and during storage. The type of rootstock, spraying and pruning of the tree affected the severity and occurrence of the disease. In sour orange rootstock, sprayed and pruned trees, this amount was lower than in citrumelo rootstock, without spraying and pruning trees, respectively. The weight, volume, and soluble solids in fruits on citrumelo rootstock and total acidity, TSS/TA and the percentage of skin moisture were higher on orange rootstock. Also, the weight, soluble solids, and fruit phenol content were higher in without pruning trees than pruned trees. The TSS/TA and the percentage of moisture were higher in sprayed trees and total acidity in unsprayed treatments. In examining the effect of storage time on the quantitative and qualitative characteristics of the fruits; soluble solids and total acidity were higher at one month after harvest, the weight, TSS/TA, density and percentage of skin moisture were higher at the time of harvest.

Keywords: Disease control, Fungi, Citrus and fruit characteristics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش سیلیکون بر رشد و سلامت درختان بادام در دوره تنش خشکی و بازیابی

هدیه صادقی زریسفی[۱]، سهیل کریمی[۱*] و حید توللی[۲]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران، تهران

*نویسنده مسئول: *skarimi@ut.ac.ir*

چکیده

به منظور مقایسه دقیق و جامع کارایی تیمارهای مختلف سیلیکات پتاسیم بر ویژگی‌های رشدی، روابط آبی و محتوای کلروفیل دانهال‌های بادام در شرایط تنش خشکی و همچنین ارزیابی توانایی بازیابی آن‌ها پس از دوره استرس، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو عامل سطح آبیاری در سه سطح (آبیاری مطلوب، تنش خشکی و دوره بازیابی) و تیمار سیلیسیم در دو سطح (شاهد، سیلیکات پتاسیم ۲ گرم بر لیتر). روش کاربرد به صورت محلول‌پاشی برگی بود که در دو نوبت با فاصله ۱۵ روز بر روی دانهال‌های ۴۰-۵۰ سانتی‌متری اعمال گردید. پس از اعمال تنش خشکی تا مرحله ریزش برگ‌ها، برای شبیه‌سازی شرایط طبیعی بهبود گیاهان مجدداً آبیاری شده و مرحله بازیابی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ، تعداد برگ، وزن خشک، محتوای نسبی آب (RWC)، شاخص پایداری غشا (MSI) و کلروفیل کل گردید. کاربرد خارجی سیلیکون، این اثرات منفی را به طور معنی‌داری تعدیل کرد و باعث بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک در طول تنش و تسریع بازیابی پس از آبیاری مجدد شد. سیلیکات پتاسیم در حفظ محتوای نسبی آب و سطح برگ مؤثرتر بود. همچنین به طور ویژه وزن خشک و سطح برگ را در مرحله بازیابی افزایش داد. بنابراین، محلول پاشی سیلیکون پیش از وقوع دوره‌های گرم و خشک در فصل رشد می‌تواند به عنوان یک راهکار کاربردی تحمل وکمک به بازیابی بهتر گیاه باشد.

واژه‌های کلیدی: بادام، تنش خشکی، سیلیکات پتاسیم، بازیابی، محتوای نسبی آب.

مقدمه

آب عامل بسیار مهمی در توزیع گونه‌های گیاهی در سطح زمین است. خشکسالی و تنش ناشی از آن مهمترین و رایجترین عوامل تنش‌زای محیطی است. آثار این عوامل زمانی بروز می‌کند که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث ایجاد تنش در فیزیولوژی رشد گیاه و درنتیجه باعث کاهش عملکرد در گیاهان باغی می‌شود (Karimi et al., 2013). بادام (Prunus dulcis) بومی فلات ایران بوده و یکی از محبوب‌ترین خشکبار جهان به‌شمار می‌رود که ارزش غذایی و اقتصادی بالایی دارد. متأسفانه در نیم‌قرن گذشته به دلایل مختلف سهم تولید بادام ایران، نسبت به تولید جهانی کاهش یافته است. گسترش خشک‌سالی و محدودیت دسترسی به آب یکی از عوامل کاهش تولید بادام در ایران است (Karimi et al, 2013). یافتن راه‌هایی برای کاهش اثرات دوره‌های کم آبی و شرایط مستعد تنش خشکی در طول فصل رشد برای حفظ سلامت گیاه و عملکرد حائز اهمیت است. سیلیکون می‌تواند تنش‌های زنده و غیرزنده را در گیاهان کاهش می‌دهد (Wang et al., 2021). سیلیکون باعث بهبود تنظیم اسمزی و افزایش فعالیت آنزیم‌ها شود. همچنین می‌تواند اثرات تنش شوری، دمای بالا و سمیت فلزات سنگین را در گیاهان کاهش می‌دهد (Shen et al., 2010). محلول پاشی برگی و سیلیسی شدن سطوح برگ، کاهش اتلاف آب از طریق تعرق، و همچنین کاهش قطر منافذ روزنه را به همراه خواهد داشت. احتمالاً اثر مثبت سیلیکون مرتبط با فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی مانند ریبولوزبیس‌فسفات‌کربوکسیلاز است، که منجر به حفظ رشد و سلامت برگ می‌شود (Moussa and Galad, 2015). از این رو در پژوهش حاضر سعی شده است به نقش کلیدی سیلیکون در رشد و توسعه گیاه، نحوه عملکرد آن و اهمیت آن در بهبود بهره‌وری درختان بادام تحت تنش خشکی ارزیابی و راهکاری برای کاهش اثرات مخرب تنش خشکی روی گیاهان بادام معرفی شود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش بذر بادام از بادام‌های بومی شهرستان بافت استان کرمان جمع‌آوری گردید. تعداد ۲ بذر در هر گلدان ۸ لیتری پلی‌اتیلن حاوی خاک برگ الک شده و مخلوطی از یک بستر لومی رسی- شنی کاشته و در گلخانه به مدت تقریبا یک ماه نگه‌داری شد. زمانی که ارتفاع گیاه به ۵۰-۴۰ سانتی‌متر رسید محلول‌پاشی برگی سیلیکون با غلظت ۲گرم بر لیتر صورت گرفت. این تیمار بعد از ۱۵روز تکرار شد. توقف آبیاری به مدت یک ماه تا مرحله شروع ریزش و پژمردگی برگ‌ها ادامه یافت. یک مرحله داده برداری انجام و سپس گیاهان مجددا آبیاری و بعد از ۳ هفته میزان بازیابی گیاهان ارزیابی گردید. ویژگی رشدی گیاه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و ویژگی‌های فیزیولوژیک شامل شاخص پایداری غشا (Sairam, 2001) و محتوای کلروفیل (Arnon et al.,1976) اندازه‌گیری شد. آزمایش در چهار تکرار، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا و پس از آنالیز واریانس، میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردید. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

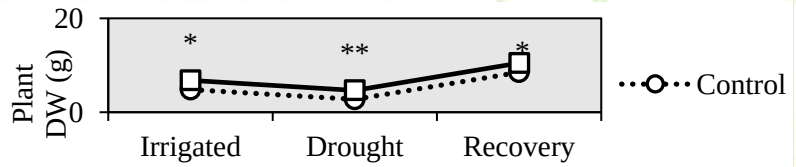
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی تاثیر معنی‌دار بر سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک گیاه دارد. کاربرد سیلیکون بر وزن خشک و سطح برگ تاثی معنی‌داری دارد اما بر تعداد برگ تاثیری ندارد، از طرفی ، اثر متقابل تنش خشکی و سیلیکون و همچنین بلوک بر هیچ‌کدام از این شاخص‌ها تاثیر معنی‌داری ندارد (جدول۱). سیلیکون وزن خشک گیاهان بادام را ۱/۸ گرم هم در شرایط تنش خشکی و هم در مرحله بازیابی افزایش داد. سیلیکون در مرحله بازیابی بهبودی قابل توجهی در وزن خشک گیاهان ایجاد کرد. میانگین وزن خشک گیاهان تیمار شده نسبت به شاهد به صورت معنی داری بیشتر بود (شکل ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و سیلیکون بر وزن خشک، تعداد و سطح برگ بادام.

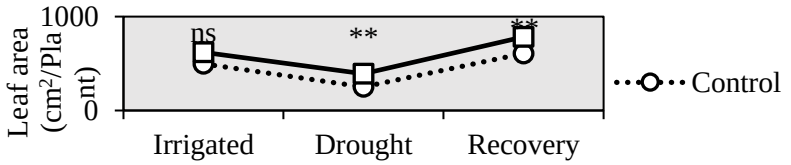
منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	تعداد برگ	سطح برگ
تنش خشکی	۱	۲۰/۱*	۵۲۰۱/۸**	۶۱/۹**
سیلیکون	۲	۱۵/۴*	۳۲۶/۱ ns	۲۴/۰*
تنش خشکی×سیلیکون	۲	۰/۰۶ns	۱۶۸/۱ ns	۸/۵ ns
بلوک	۳	۲/۰ ns	۲۴۳/۱ ns	۶/۰ ns
خطا	۴۵	۲/۳	۳۱۴/۴	۷/۶

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد ns: نشاندهنده عدم معنی دار.



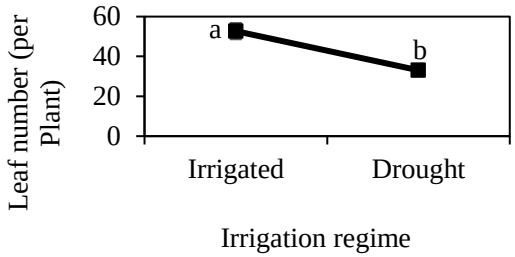
شکل ۱- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی سیلیکون بر وزن خشک بادام.

سطح برگ تحت تاثیر تنش خشکی و کاربرد سیلیکون قرار گرفت. تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ در سطح یک درصد شد. کاربرد سیلیکون در مقایسه با شاهد باعث افزایش سطح برگ در سطح یک درصد در مرحله‌ی بازیابی شد (شکل ۲).



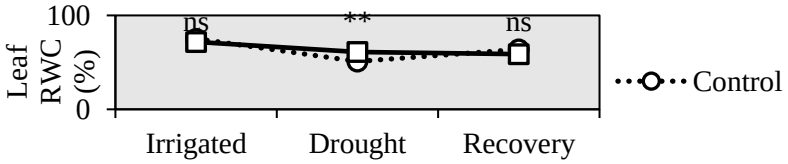
شکل ۲- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی سیلیکون بر سطح برگ بادام.

تنش خشکی بر تعداد برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. تنش خشکی باعث کاهش تعداد برگ شد (شکل ۳). کاربرد سیلیکون بر تعداد برگ تاثیری نداشت و اثر برهم کنش خشکی و سیلیکون نیز معنی‌دار نبود (جدول ۱).



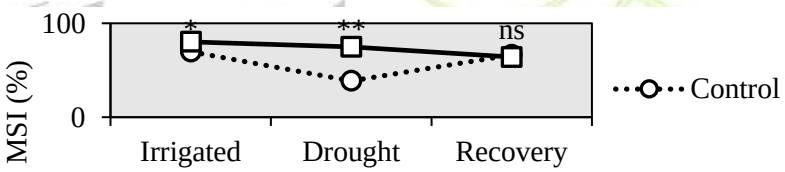
شکل ۳- اثر خشکی و آبیاری بر تعداد برگ بادام.

گیاهان تیمار شاهد محتوای نسبی آب بیشتری نسبت به گیاهان تحت تنش خشکی داشتند. در شرایط تنش خشکی بدون کاربرد سیلیکون افت شدید محتوای نسبی آب برگ مشاهده شد. بیشترین محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی در برگ گیاهان تیمار سیلیکون مشاهده شد سیلیکون تاثیر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ در مرحله‌ی بازیابی نداشت. (شکل ۴).



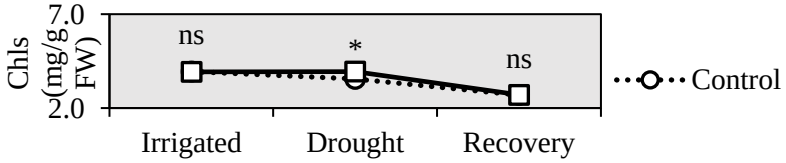
شکل ۴- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی سیلیکون بر محتوای نسبی آب برگ بادام.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین در مرحله‌ی تنش خشکی سیلیکون باعث افزایش شاخص پایداری غشا شد. این تفاوت در سطح ۵ درصد معنادار است (شکل ۵). این در حالی است که تفاوت معنی‌داری در شاخص پایداری غشا، در گیاهان شاهد و گیاهان تیمار شده با سیلیکون در مرحله بازیابی مشاهده نشد.



شکل ۵- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی سیلیکون بر شاخص پایداری غشا بادام.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد، سیلیکون باعث افزایش معنی دار محتوای کلروفیل در شرایط خشکی شد. در مرحله بازیابی در محتوای کلروفیل در گیاهان تیمار شده با سیلیکون نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به عبارتی زمانی که گیاهان در شرایط خوب آبیاری قرار دارند سیلیکون تاثیری در محتوای کلروفیل نداشت (شکل۶).



شکل ۶- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی سیلیکون بر محتوای کلروفیل بادام.

در اثر خشکی در درختان بادام، وزن خشک گیاه متناسب با سطح آب در دسترس کاهش می‌یابد (Goldhamer and Ferese, 2017). این امر نیز در کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه نقش چشمگیری دارد. تنش خشکی روابط آبی گیاه را برای کاهش بهره‌وری مصرف آب بر هم می‌زند و پایداری غشا را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Karimi et al., 2013). کاهش شاخص پایداری غشاء و محتوای کلروفیل در برگ گیاهان تحت تنش خشکی نشان دهنده توسعه آسیب‌های تنش خشکی هستند که با کاهش محتوای نسبی آب برگ در ارتباط بود. این آسیب‌ها با افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن در سلول و آسیب اکسیداتیو در ارتباط هستند که در نهایت سبب تسریع فرآیند پیرشدن و ریزش برگ می‌شوند. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد سیلیکون با کاهش آسیب تنش خشکی سبب حفظ سطح برگ در گیاهان تحت تنش خشکی شد. این امر در محدود کردن اثرات تنش خشکی بر ظرفیت فتوسنتزی و از دست رفتن وزن خشک گیاه موثر بود. استفاده از سیلیکون در بادام تحت تنش خشکی که توسط برخی پژوهشگران انجام شد نیز منجر به کاهش محتوای کلروفیل برگ شد و درعین‌حال مقاومت روزنه‌ها را افزایش داد (Karimi et al., 2012). بنابراین نتایج این پژوهش ضمن تاکید بر اثرات مفید سیلیکون در محدود کردن تنش خشکی در بادام نشان داد که کاربرد سیلیکون می‌تواند اثرات بیشتری در حفظ روابط آبی و کاهش آسیب‌های خشکی بر غشاء سلول و دستگاه فتوسنتز داشته باشد.

منابع

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1–15.

Goldhamer, D.A. and Fereres, E. 2017. Establishing an almond water production function for California using long-term yield response to variable irrigation. Agricultural Water Management, 35: 169–179.

Karimi, S., Yadollahi, A. and Arzani, K. 2013. Responses of almond genotypes to osmotic stress induced *in vitro*. Journal of Nuts, 4(4): 1–7.

Karimi, S., Yadollahi, A., Nazari-Moghadam, R., Imani, A. and Arzani, K. 2012. *In vitro* screening of almond (*Prunus dulcis* (Mill.)) genotypes for drought tolerance. Journal of Biological and Environmental Sciences, 6(18): 263–270.

Moussa, H.E.L. and Galad, E.R. 2015. Comparative response of salt-tolerant and salt-sensitive maize (*Zea mays* L.) cultivars to silicon. European Journal of Academic Essays, 2: 1–5.

Sairam, R.K., Chandrasekhar, V. and Srivastava, G.C. 2001. Comparison of hexaploid and tetraploid wheat cultivars in their response to water stress. Biologia Plantarum, 44: 89–94.

Shen, X., Zhou, Y., Duan, L., Li, Z., Eneji, A.E. and Li, J. 2010. Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. Journal of Plant Physiology, 167: 1248–1252.

Wang, L., Cao, S., Wang, P., Lu, K., Song, Q., Zhao, F.J. and Chen, Z.J. 2021. DNA hypomethylation in tetraploid rice potentiates stress-responsive gene expression for salt tolerance. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 118: e2023981118.

The role of silicon on the growth and health of almond trees during drought stress and recovery

Hedyeh Sadeghi Zarifi[1], Soheil Karimi[1*] and VahidTavalali[2]
1. Department of Horticultural Science, College of Agricultural Technology, University of Tehran, Iran
2. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding author: skarimi@ut.ac.ir*

Abstract

In order to conduct a precise and comprehensive comparison of the efficacy of different potassium silicate treatments on the growth characteristics, water relations, and chlorophyll content of almond seedlings under drought stress conditions, as well as to evaluate their recovery potential following the stress period, a factorial experiment was conducted based on a randomized complete block design (RCBD) with four replications. The treatments consisted of two main factors: irrigation level at three stages (control including optimal and sufficient irrigation, severe drought stress, and re-recovery period) and silicon treatment at two levels (control without silicon, and treatment with 2 g L^{-1} potassium silicate). The application method was foliar spraying, which was applied in two consecutive rounds with a 15-day interval on 40-50 cm tall seedlings. After inducing drought stress until the leaf abscission stage, to simulate natural recovery conditions, the plants were re-irrigated, and the recovery phase was evaluated. The results indicated that drought stress significantly reduced leaf area, leaf number, dry weight, relative water content (RWC), membrane stability index (MSI), and total chlorophyll content. The exogenous application of silicon significantly mitigated these adverse effects, leading to a considerable improvement in physiological and morphological indices during the stress period and a significant acceleration of recovery following re-irrigation. Potassium silicate was more effective in preserving relative water content and leaf area. It also specifically increased dry weight and leaf area during the recovery phase. Therefore, foliar application of silicon prior to the occurrence of hot and dry periods in the growing season can be proposed as a practical and cost-effective management strategy to enhance drought tolerance and facilitate better and faster recovery of almond plants.

Keywords: Almond, Drought stress, Potassium silicate, Recovery.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی نقش تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بر رشد و کارایی درختان بادام در دوره تنش خشکی و بازیابی

هدیه صادقی زریسفی[۱]، سهیل کریمی[۱*] و وحید توللی[۲]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران، تهران

نویسنده مسئول: *skarimi@ut.ac.ir*

چکیده

درخت بادام (*Prunus dulcis*) یکی از مهم‌ترین درختان میوه مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است که تولید آن به شدت تحت تأثیر محدودیت منابع آب و وقوع خشکسالی قرار دارد. بهره‌گیری از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و عناصر مفید به‌ویژه در قالب نانوذرات، به‌عنوان رویکردی نوین در افزایش کارایی مصرف آب و ارتقای مقاومت به تنش خشکی مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی تریاکونتانول (۲۵ میلی‌گرم در لیتر) و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون (۲ گرم در لیتر) بر شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی درختان بادام تحت تنش خشکی و طی دوره بازیابی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ابوریحان اجرا گردید. تنش خشکی از طریق قطع آبیاری به مدت یک ماه تا زمان ریزش برگ‌ها اعمال و سپس با آبیاری مجدد به مدت سه هفته توان بازیابی گیاه ارزیابی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک (بیش از ۲۰ درصد)، تعداد و سطح برگ و همچنین کاهش شاخص پایداری غشا و محتوای نسبی آب گردید. محلول‌پاشی برگی با تریاکونتانول و به‌ویژه نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون به طور معنی‌داری اثرات منفی خشکی را تعدیل کرده و منجر به افزایش وزن خشک و سطح برگ، بهبود شاخص پایداری غشا و ارتقای محتوای نسبی آب در گیاهان تحت تنش و مرحله بازیابی شد. اثر متقابل تنش خشکی و تیمار سیلیکون بر محتوای نسبی آب و کلروفیل کل برگ معنی‌دار بود که نشان‌دهنده نقش سیلیکون در حفظ ساختار کلروفیل و پایداری روابط آبی گیاه است. بر اساس یافته‌ها، کاربرد نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون می‌تواند به‌عنوان رویکردی نویدبخش در افزایش تحمل به خشکی و ارتقای بهره‌وری آب در باغ‌های بادام مناطق خشک کشور توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: بادام، تریاکونتانول، تنش خشکی، روابط آبی، نانو کمپلکس.

مقدمه

تریاکونتانول یک الکل اولیه زنجیره طویل است که برا ی اولین بار دریونجه شناسایی شد و بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان مختلف تأثیر می‌گذارد (Karam and Keramat, 2017). این یک ماده محرک رشد گیاهی شناخته شده است که وقتی به صور ت برون زا در غلظت‌های نسبتا کم در اکثر محصولات استفاده شود رشد را افزایش می‌دهد (Naeem et al., 2009). درخت بادام (*Prunus dulcis*) یکی از اولین درختان کشت شده در دنیای قدیم بود. گونه بومی مناطق گرم و خشک جنوب‌شرقی آسیا و دامنه‌های کوهستانی آسیای مرکزی است (Mushtaq and Khaliq, 2015). گسترش خشک‌سالی و محدودیت دسترسی به آب یکی از عوامل کاهش تولید بادام در ایران است (Karimi et al, 2013). یافتن راه‌هایی برای کاهش اثرات دوره‌های کم‌آبی و شرایط مستعد تنش خشکی در طول فصل رشد برای حفظ سلامت گیاه و عملکرد حائز اهمیت است. کاربرد سیلیکون می‌تواند تنش‌های زنده و غیرزنده را درگیاهان کاهش دهد (Tubana et al, 2016).اسدی و همکاران (2020) گزارش کردند که کاربرد تریاکونتانول در درختان انگور سبب بهبود کارایی مصرف آب و کاهش اثرات منفی خشکی شد. امروزه با توجه به توسعه نانوتکنولوژی، اثرات سیلیکون را می‌توان با تولید نانوذرات ارتقا داد. نانوذرات را می‌توان برای افزایش غلظت مواد مغذی معدنی در گیاهان مورد استفاده قرار داد. از این رو، استفاده از این دانش و فناوری می‌تواند تحت شرایط تنش‌زا بر رشد گیاه تأثیر مثبت بگذارد (Raliya et al, 2018). با توجه به اثرات مفیدی که کاربرد کودهای نانو در بهبود کارایی گیاه

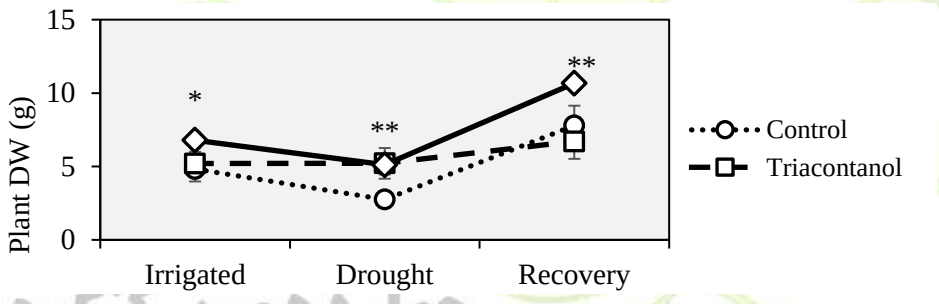
نشان داده‌اند، در پژوهش حاضر اثرات کاربرد تریاکونتانول و نانو کمپلکس تریاکونتانول- سیلیکون بر رشد و پاسخ‌های فیزیولوژیک و سازگاری‌های مورفولوژیک درختان بادام تحت تنش خشکی مقایسه شد.

مواد و روش ها

در این آزمایش تعداد ۲ بذر در هر گلدان ۸ لیتری پلی‌اتیلن حاوی خاک برگ الک شده و مخلوطی از یک بستر لومی رسی- شنی کاشته و در گلخانه تحقیقاتی گروه باغبانی دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) نگهداری شدند. زمانی که ارتفاع گیاه به ۵۰-۴۰ سانتی‌متر رسید محلول‌پاشی برگی نانوذرات سیلیکون- تریاکونتانول به ترتیب با غلظت ۲ گرم بر لیتر و ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد. این تیمارها ۱۵روز بعد از روز تکرار شد. پس از اولین محلول‌پاشی توقف آبیاری به مدت یک ماه تا مرحله شروع ریزش و پژمردگی برگ‌ها ادامه یافت و در نهایت داده برداری انجام شد. در این آزمایش سطح برگ به روش غیرتخریبی (Karimi et al., 2009) ، وزن خشک گیاه، نرخ تعرق برگ، شاخص پایداری غشا (Sairam et al., 2001) و محتوای کلروفیل کل (Arnon et al., 1949) در چهار تکرار اندازه‌گیری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا و پس از آنالیز واریانس، میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه و با استفاده از نرم‌افزار SPSS v. 21 آنالیز گردید.

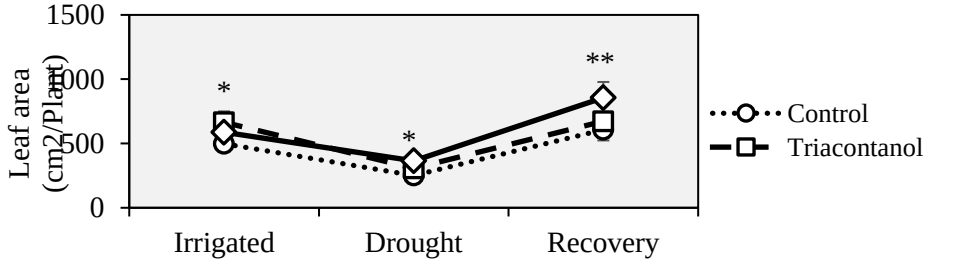
نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین نشان داد، در زمان آبیاری، وزن خشک گیاهان شاهد و گیاهان تیمار شده با تریاکونتانول تفاوت معنی‌داری نداشت. نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون در مرحله بازیابی بهبودی قابل توجهی در وزن خشک گیاهان ایجاد کرد (شکل ۱).



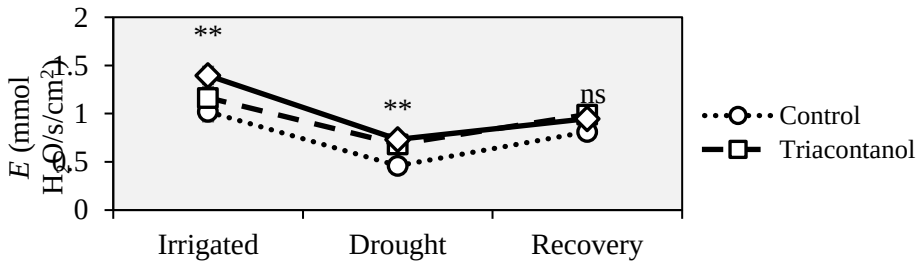
شکل ۱- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بر وزن خشک بادام.

تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ شد. کاربرد نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون و تریاکونتانول باعث افزایش سطح برگ در هر سه مرحله‌ی آبیاری، خشکی و بازیابی شد. در مرحله‌ی بازیابی تیمار نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بهترین عملکرد را نشان داد (شکل ۲).



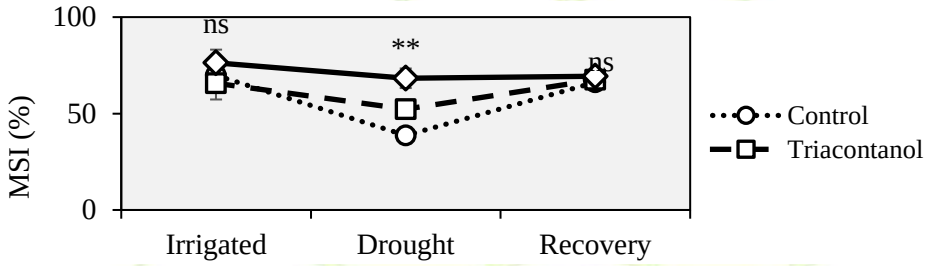
شکل ۲- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بر سطح برگ بادام.

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد کاربرد تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون در شرایط تنش خشکی باعث شد کاهش چشمگیری در نرخ تعرق برگ شد. بیشترین کاهش نرخ تعرق برگ در شرایط در برگ گیاهان تیمارشده با نانو کمپلکس تریاکونتانول- سیلیکون مشاهده شد (شکل ۳).



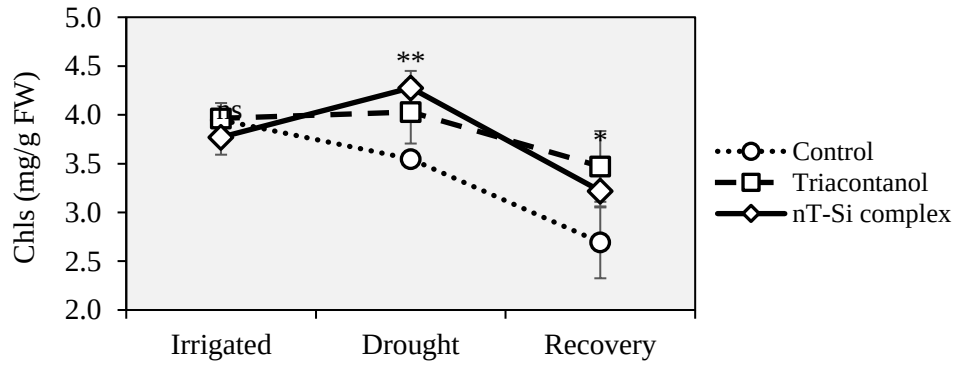
شکل ۳- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بر نرخ تعرق برگ بادام.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون در شرایط تنش خشکی در سطح ۱ درصد بر شاخص پایداری غشا معنی‌دار شد و سبب افزایش آن در برگ گردید. بیشترین شاخص پایداری غشا در تیمار نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون مشاهده شد در دو مرحله آبیاری و بازیابی برای هر سه گروه (شاهد، تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون) تفاوت معنی‌داری در شاخص پایداری غشا، وجود نداشت. (شکل ۴).



شکل ۴- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بر شاخص پایداری غشا بادام.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد، تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون باعث افزایش معنی دار محتوای کلروفیل در شرایط خشکی شد. در مرحله بازیابی نیز افزایش در محتوای کلروفیل در گیاهان گیاهان تیمار شده با تریاکونتانول نسبت به شاهد مشاهده شد. گیاهان آبیاری شده تفاوت معنی‌داری در محتوای کلروفیل نشان ندادند، به عبارتی زمانی که گیاهان در شرایط خوب آبیاری قرار دارند محلول‌پاشی تاثیری در محتوای کلروفیل ندارد (شکل۵). تریاکونتانول به گیاهان بادام کمک کرد تا در شرایط خشکی با افزایش وزن خشک اندام‌های خود، اثرات استرس خشکی را کاهش داده و بهتر تحمل کنند. همچنین نتایج نشان داد محلول‌پاشی برگی تریاکونتانول می‌تواند به گیاهان در بهبودی پس از استرس خشکی با افزایش در وزن خشک، کمک کند. کاربرد آن تأثیر مثبتی بر روی فعالیت آنزیم‌های کلیدی مانند روبیسکو و نیترات ردوکتاز دارد که به بهبود فرآیندهای فتوسنتزی و متابولیکی کمک می‌کند (Silva et al., 2013). افزایش محتوای کلروفیل پس از استفاده از تریاکونتانول نشان داد این ماده به گیاهان بادام کمک کرد تا در مرحله خشکی و بازیابی پس از آن ، سطح کلروفیل بیشتری را حفظ کنند و به این ترتیب بهبودی بهتری را تجربه کنند. چنین تاثیری از تریاکونتانول ممکن است به نقش آن در محافظت از کلروفیل در برابر اکسیداسیون نسبت داده شود (Silva et al., 2013). پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که استفاده از نانوذرات عناصر معدنی رشد گیاه را افزایش داده و آسیب تنش‌های محیطی را کاهش می‌دهند (Gil-Diaz et al., 2016). نتایج این پژوهش نشان داد که ترکیب تریاکونتانول با سیلیکون به صورت نانوذرات با کاهش آسیب تنش خشکی سبب حفظ سطح برگ در گیاهان تحت تنش خشکی شد. این امر در محدود کردن اثرات تنش خشکی بر ظرفیت فتوسنتزی و از دست رفتن وزن خشک گیاه موثر بود. استفاده از سیلیکون در بادام تحت تنش خشکی که توسط برخی پژوهشگران انجام شد نیز منجر به کاهش محتوای کلروفیل برگ شد و درعین‌حال مقاومت روزنه‌ها را افزایش داد مکانیسم اصلی اثر سیلیکون در کاهش اثرات تنش خشکی مبتنی بر افزایش توانایی حفظ آب در برگ است (Karimi et al., 2012). انجام تحقیقات بیشتر برای بررسی تأثیرات طولانی‌مدت تریاکونتانول بر انواع مختلف گیاهان و در شرایط مختلف محیطی می‌تواند به درک بهتر از آن در جهت بهبود کارایی و بهره‌وری در تولید بیانجامد.



شکل ۵- اثر خشکی، بازیابی و کاربرد برگی تریاکونتانول و نانوکمپلکس تریاکونتانول-سیلیکون بر محتوای کلروفیل برگ بادام.

منابع

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1–15.

Asadi, W., Rasouli, M., Gholami, M. and Maleki, M. 2020. Effect of some cultivars of native grapevine as rootstocks and triacontanol on the physiology of 'Bidaneh Sefid' grapevine scion (*Vitis vinifera* L.) under drought stress. Iranian Journal of Horticultural Science, 51(2): 413–428.

Gil-Díaz, M., Ortiz, L.T., Costa, G., Alonso, J., Rodriguez-Membibre, M.L., Sanchez-Fortún, S., Perez-Sanz, A. and Lobo, M.C. 2014. Immobilization and leaching of Pb and Zn in an acidic soil treated with zerovalent iron nanoparticles (nZVI): Physicochemical and toxicological analysis of leachates. Water, Air, & Soil Pollution, 225: 1990.

Karam, E.A. and Keramat, B. 2017. Foliar spray of triacontanol improves growth by alleviating oxidative damage in coriander under salinity. Indian Journal of Plant Physiology, 22: 124.

Karimi, S., Tavallali, V., Rahemi, M., Rostami, A.A. and Vaezpour, M. 2009. Estimation of leaf growth on the basis of measurements of leaf lengths and widths, choosing pistachio seedlings as model. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 1070–1075.

Karimi, S., Yadollahi, A. and Arzani, K. 2013. Responses of almond genotypes to osmotic stress induced *in vitro*. Journal of Nuts, 4(4): 1–7.

Karimi, S., Yadollahi, A., Nazari-Moghadam, R., Imani, A. and Arzani, K. 2012. *In vitro* screening of almond (*Prunus dulcis* (Mill.)) genotypes for drought tolerance. Journal of Biological and Environmental Sciences, 6(18): 263–270.

Mushtaq, A., Khaliq, M., Saeed, A., Azeem, M.W. and Ghania, J. 2015. Ben almond (*Prunus amygdalus* L.): A review on health benefits, nutritional value and therapeutic applications. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences, 8: 103–106.

Naeem, M., Khan, M.M., Aminuddin, M.M. 2009. Triacontanol: A potent plant growth regulator in agriculture. Journal of Plant Interactions, 7: 142.

Raliya, R., Franke, C., Chavalmane, S., Nair, R., Reed, N. and Biswas, P. 2016. Quantitative understanding of nanoparticle uptake in watermelon plants. Frontiers in Plant Science, 7: 1288.

Silva, E.N., Vieira, S.A., Ribeiro, R.V., Ponte, L.F., Ferreira-Silva, S.L. and Silveira, J.A. 2013. Contrasting physiological responses of *Jatropha curcas* plants to single and combined stresses of salinity and heat. Journal of Plant Growth Regulation, 32: 159–169.

Evaluation of the role of triacontanol and triacontanol-silicon nanocomplex on the growth and efficiency of almond trees during drought stress and recovery

Hedyeh Sadeghi Zarifi[1], Soheil Karimi[1*] and VahidTavalali[2]
1. The Department of Horticultural Science, College of Agricultural Technology, University of Tehran, Iran
2. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
Corresponding author: skarimi@ut.ac.ir

Abstract

The almond tree *(Prunus dulcis*) is one of the most important fruit trees in the arid and semi-arid regions of Iran, whose production is severely affected by water resource limitations and drought occurrences. The utilization of plant growth regulators and beneficial elements, particularly in nanoparticle form, has garnered attention as a novel approach for enhancing water use efficiency and improving drought stress resistance. The present study was conducted to investigate the effects of foliar application of triacontanol (25 mg L^{-1}) and a triacontanol-silicon nano-complex (2 g L^{-1}) on the growth and physiological indices of almond trees under drought stress and during a recovery period. The experiment was carried out as a factorial arrangement based on a randomized complete block design (RCBD) with four replications in the research greenhouse of the University of Aburaihan. Drought stress was imposed by withholding irrigation for one month until leaf abscission occurred, followed by a three-week re-watering period to assess plant recovery capacity. Analysis of variance revealed that drought stress caused a significant reduction in dry weight (over 20%), leaf number and area, as well as a decrease in membrane stability index and relative water content. Foliar application with triacontanol, and particularly the triacontanol-silicon nano-complex, significantly mitigated the adverse effects of drought. This led to increased dry weight and leaf area, improved membrane stability index, and enhanced relative water content in plants under both stress and recovery phases. The interaction effect between drought stress and the silicon treatment was significant for leaf relative water content and total chlorophyll content, indicating the role of silicon in preserving chlorophyll structure and stabilizing plant water relations. Based on the findings, the application of the triacontanol-silicon nano-complex can be recommended as a promising strategy for enhancing drought tolerance and improving water productivity in almond orchards in the arid regions of the country.

Keywords: Almond, Triacontanol, Drought stress, Water relations, Nano-complex.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تنش شوری بر صفات بیوشیمیایی گیاه بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) در شرایط گلخانه

لیلا جلیلی[1*]، علیرضا زبرجدی[2،1] و زینب چقاکبودی[1]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- پژوهشکده گیاهان دارویی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *leilajalili7121375@gmail.com*

چکیده

یکی از مهمترین تنش‌های غیر زیستی که باعث کاهش عملکرد محصولات می‌شود تنش شوری می‌باشد. در این مطالعه به منظور بررسی اثر شوری روی خصوصیات بیوشمیایی گیاه بالنگو آزمایشی بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در سال ۱۴۰۳ انجام شد. فاکتور اول شامل چهار توده بالنگو (سارا ، سنقر ، دهلان ، تبریز) و فاکتور دوم شامل سطوح مختلف تنش شوری (صفر، ۴، ۸ و ۱۲دسی‌زیمنس بر متر) بود. صفات مورد آزمایش شامل اندازه‌گیری محتوای قند محلول کل، فنل کل و محتوای فلاونوئید کل بود. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث افزایش معنی دار میزان فنول، قند محلول و فلانوئید کل گردید. بیشترین میزان قند محلول کل (۱۹/۷۴ میلی‌گرم در لیتر) مربوط به توده تبریز در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بود. بیشترین میزان فنل کل نیز مربوط به توده تبریز در سطح ۱۲ دسی زیمنس با (۰/۶۱۵ میلی‌گرم در لیتر) بدست آمد. و بیشترین محتوای فلاونوئید کل مربوط به توده سارا در سطح شاهد (۲/۳۴ میکروگرم در لیتر) و توده تبریز در سطح ۱۲ دسی زیمنس با (۲/۰۲ میکروگرم در لیتر) بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: محتوای قند محلول کل، فنل کل، فلاونوئید کل.

مقدمه

گیاه دارویی بالنگو (*Lallemantia*) متعلق به خانواده *Lamiaceae* بوده و دارای پنج گونه در دنیا اســـت (*L. iberrica, L. baldshuanica, L. royleana, L. peltata, L. canescens*) که بیشـتر آن‌ها یک سـاله بوده و در فصـل بهار روییده و تا اوایل فصـل تابسـتان دوام می‌آورند. گونه‌های مذکور اهمیت دارویی و اقتصـادی داشـته و در سـراسـر ایران (در اسـتان های اصـفهان، فارس، خراسـان، سـمنان، تهران، کرمان، کردسـتان، سیسـتان و بلوچسـتان و آذربایجان شـرقی) به صـورت محدود پراکنش دارند. گیاه دارویی بالنگو ارزش دارویی و صـنعتی دارد، دانه‌های بالنگو منبع خوبی از فیبر، روغن (۲۸-۲۰٪) و پروتئین (۱۸٪) بوده و اثرات دارویی و تغذیه‌ای زیادی دارند. در آزمایشـی تاثیر تنش شـوری بر صـفات فیزیولوژیک، فعالیت آنزیم پراکسـیداز و عملکرد دانه پنج جمعیت گیاه بالنگو مورد بررسـی قرار گرفت، نتایج نشـان داد اثر تنش شـوری بر صـفات مورد مطالعه معنی دار بود. با افزایش تنش شـوری میزان ترکیب‌های فنلی و آنتوسـیانین افزایش یافت (احمدی و امیدی، ۱۳۹۷). در یک مطالعه گلخانه‌ای، اثر تنش شوری در سطوح مختلف (صفر، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) و تلقیح با سه گونه قارچ میکوریزا *R. irregularis* ، *G. versiform* و *F. mosseae* بر گیاه بالنگو بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری موجب کاهش عملکرد دانه و عناصر معدنی شد، اما درصد روغن، محتوای پرولین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت. همچنین، تلقیح با قارچ *R. irregularis* بیشـترین تأثیر مثبت را بر صـفات کیفی و کمی گیاه داشـت. مطالعه‌ای دیگر به بررسـی نقش موسیلاژ سطح بذر در جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بالنگو تحت تنش‌های شوری و خشکی پرداخت. نتایج نشان داد که بذرهای دارای موسیلاژ در شـرایط شـوری عملکرد بهتری از نظر طول ریشـه‌چه، سـاقه‌چه و وزن خشـک گیاهچه داشـتند، در حالی که در شـرایط خشـکی تفاوت

معنی‌داری مشاهده نشد. در تحقیقی دیگر، تأثیر تنش شوری بر شاخص‌های رشد گیاهچه و بنیه بذر بالنگو برداشت‌شده از پایه‌های مادری تیمار شده با نانوکود آهن و تنش خشکی بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری، شاخص‌های رشد گیاهچه و بنیه بذر کاهش یافتند. با این حال، بذور برداشت‌شده از پایه‌های مادری تغذیه‌شده با نانوکود آهن عملکرد بهتری در تمامی سطوح تنش شوری داشتند. آزاد و همکاران (۱۳۹۷)، پژوهشی با هدف بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری و اسیدسالسیلیک بر خصوصیات فیزیولوژیک بالنگو انجام دادند. نتایج نشان داد میزان تاثیر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری به شدت تنش بستگی دارد وکاربرد آن به دلیل تشدید اثرات نامطلوب، تاثیر منفی بر صفات مورد بررسی داشت. نبی‌زاده و همکاران (۱۴۰۱)، در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر تنش شوری و سه نوع قارچ میکوریزا بر روی گیاه دارویی بالنگوی شیرازی پرداختند. نتایج نشان داد استفاده از قارچ *R. irregularis* بیشترین تاثیر مثبت را بر خصوصیات کمی و کیفی در مقایسه با عدم تلقیح قارچ داشت به طور کلی تلقیح میکوریزا به گیاه کمک می‌کند تا در شرایط تنش شوری، مقاومت بیشتری نشان دهد و جذب عناصر غذایی و عملکرد بذر بهبود یابد، همچنین به کاهش مصرف کودهای شیمیایی کمک می‌کند. فاضلی‌نسب و همکاران (۱۴۰۱)، به منظور بررسی تاثیر اسید هیومیک بر جوانه‌زنی و رشد اولیه تحت تنش شوری از کلرید سدیم استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که تنش شوری باعث کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها شد و کاربرد اسید هیومیک توانست اثرات منفی تنش شوری را تا حد زیادی تعدیل کند. هدف از این مطالعه بررسی اثر شوری بر روی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه بالنگو است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در سال ۱۴۰۳ انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار توده گیاه بالنگو (سارا ، سنقر ، دهلان ، تبریز) و سطوح مختلف تنش شوری شامل (صفر، ۴، ۸ و ۱۲دسی زیمنس بر متر) بود. کلرید سدیم از شرکت مرک آلمان خریداری شد. بذرها از مرکز تحقیقات دیم کشاورزی استان کرمانشاه تهیه شد. استخراج عصاره: (طبق روش سپهری فر و حسنلو، ۱۳۸۸) انجام شد. مقدار فنل (طبق روش Pandjaitan *et al.*, 2005) اندازه گیری شد. تعیین مقدار آنتوسیانین (طبق روش Rapisarda *et al.*, 2000) اندازه گیری شد. تعیین میزان قندمحلول (طبق روش Shlegl, 1986) اندازه گیری شد. تعیین میزان فلاونوئید کل (طبق روش Chang *et al.*, 2002) اندازه گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرات متقابل با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گردید. نمودارهای مقایسه میانگین نیز با نرم افزار EXCELL رسم گردید.



شکل ۱- الف) ارقام سنقر، تبریز، دهلان و سارا که مورد تنش شوری قرار گرفته‌اند ب) اندازه‌گیری قند، فنل و فلاونوئید کل.

نتایج و بحث

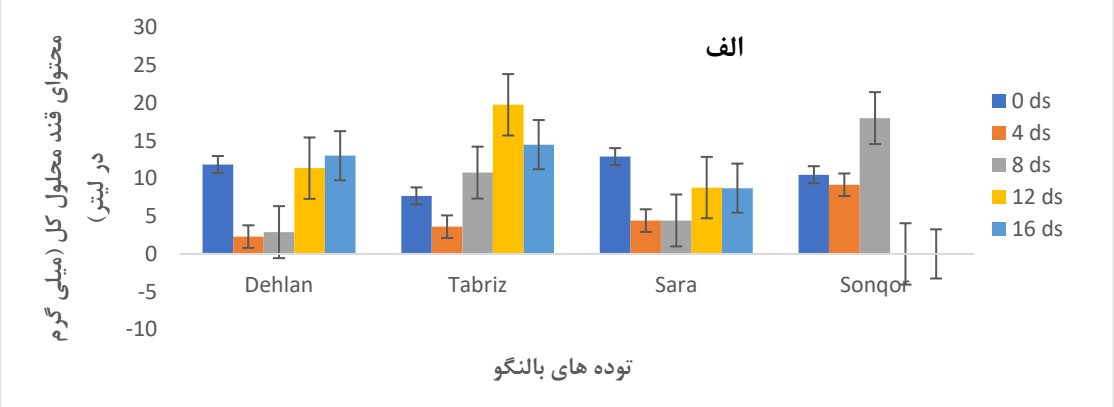
نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول یک) نشان داد که تنش شوری اثر معنی داری در سطح یک درصد بر همه صفات مورد بررسی داشت.

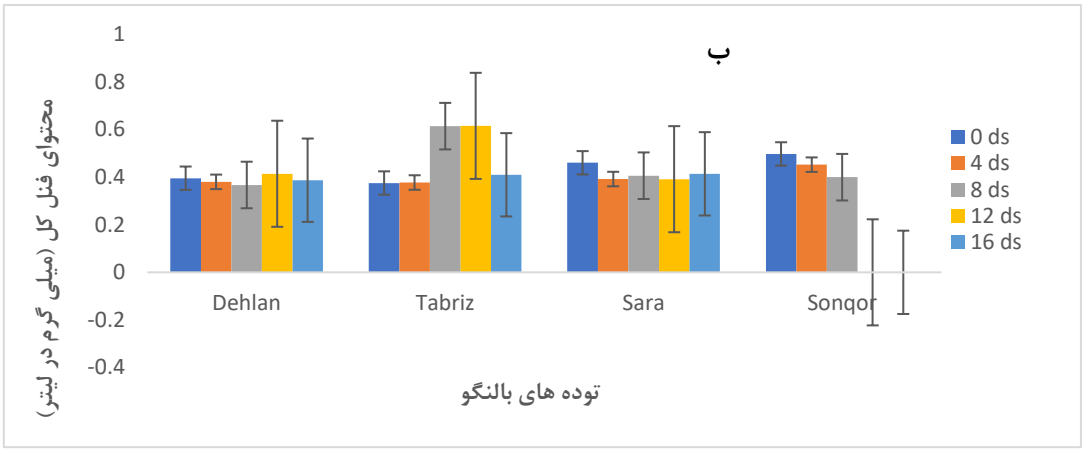
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش شوری بر خصوصیات بیوشیمایی بالنگوی شهری.

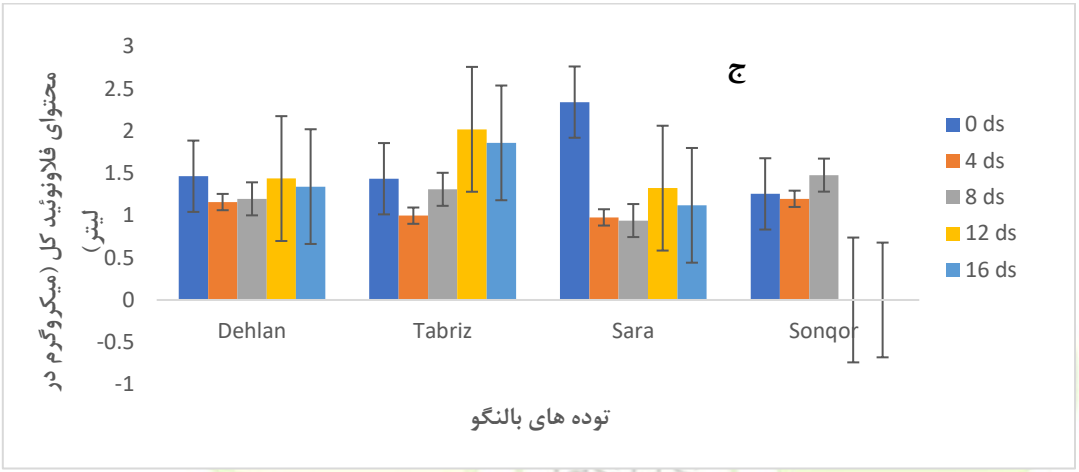
		میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	قند محلول	فنل کل	فلاوونوئید
اکوتیپ	۳	۴۱۵۶/۲۸۷**	۱۲۱/۷۲۶**	۴۰/۰۵۸**
شوری	۳	۱۶۳۷/۱۹۲**	۱۲/۸۸۳ns	۴/۱۲۵ns
شوری × اکوتیپ	۹	۵۵۲۳/۱۴۹**	۸۶/۴۶۳**	۳۳/۵۱۱**
اشتباه آزمایشی	۲۶			

ns، * و ** به ترتیب بی معنی، معنی دار در سطح پنج و یک درصد.

نمودارهای مقایسه میانگین صفات مورد بررسی (شکل ۲) نشان‌دهنده تفاوت‌های معنی‌داری بین توده‌های مختلف در سطوح مختلف شوری می‌باشند. بیشترین مقدار قند محلول کل (شکل ۲- الف) در توده تبریز و در سطح ۱۲ دسی‌زیمنس به میزان ۱۹/۷۴ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. همچنین، بالاترین میزان فنل کل (شکل ۲-ب) نیز در همین تیمار، یعنی توده تبریز در سطح ۱۲ دسی‌زیمنس، به مقدار ۰/۶۱۵میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. در خصوص فلاونوئید کل (شکل ۲-ج)، بیشترین مقدار مربوط به توده سارا در تیمار شاهد (بدون شوری) با مقدار ۲/۳۴ میکروگرم در لیتر و پس از آن توده تبریز با ۲/۰۲ میکروگرم در لیتر مشاهده گردید. افزایش قند محلول کل و فنل کل در توده تبریز تحت تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس می‌تواند نشان‌دهنده پاسخ‌های دفاعی گیاه در برابر تنش باشد، چرا که تولید این ترکیبات اغلب در واکنش به شرایط نامساعد محیطی افزایش می‌یابد (Gupta and Huang, 2014). بالا بودن میزان فنل و قند محلول در این شرایط، می‌تواند به عنوان شاخصی از تحمل نسبی به شوری در توده تبریز تلقی شود. از سوی دیگر، کاهش محتوای فلاونوئید کل در سطوح بالای شوری و مشاهده بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد، بیانگر تأثیر منفی شوری بر سنتز این ترکیبات ثانویه می‌باشد. در این راستا، توده سارا در شرایط بدون تنش بیشترین محتوای فلاونوئید را نشان داد که می‌تواند به پتانسیل ژنتیکی بالای آن در شرایط مطلوب رشدی نسبت داده شود. به طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهند که توده تبریز در شرایط شور قادر به حفظ و حتی افزایش برخی ترکیبات فیزیولوژیک مهم می‌باشد و این موضوع می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به شوری مورد استفاده قرار گیرد.







شکل ۲- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی در توده های مختلف بالنگو.

منابع

آزاد، م.، رستمی، م.، قبولی، م. و موحدی، ز. ۱۳۹۷. برهم‌کنش تنش شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات فیزیولوژیک بالنگو (*Lallemantia royleana*). پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۱(۲).

احمدی، خ. و امیدی، ح. ۱۳۹۷. تأثیر تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک، فعالیت آنزیم پراکسیداز و عملکرد دانه پنج جمعیت گیاه دارویی بالنگوی شیرازی (*Lallemantia royleana* Benth.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۴(۳): ۴۱۲–۴۲۹.

فاضلی‌نسب، ب.، خواجه، ح.، پیری، ر. و مرادیان، ز. ۱۴۰۱. اثر اسید هیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بالنگو (*Lallemantia royleana*) و گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) تحت تنش شوری. پژوهش‌های بذر ایران، ۹(۲): ۵۱–۶۲.

نبی‌زاده، ا.، حق‌شناس، م. و احمدی، خ. ۱۴۰۲. ارزیابی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی بالنگوی شیرازی (*Lallemantia royleana*) در پاسخ به تنش شوری و قارچ میکوریزا. نشریه علوم باغبانی، ۳۷(۴): ۱۰۴۳–۱۰۵۸.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10: 178–182.

Pandjaitan, N., Howard, L.R., Morelock, T. and Gil, M.I. 2005. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 8618–8623.

Rapisarda, P., Fanella, F. and Maccarone, E. 2000. Reliability of analytical methods for determining anthocyanins in blood orange juices. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 2249–2252.

Shlegl, H.G. 1986. Die verwertung organischer souren durch chlorella lincht. Plant Sciences, 41: 47–51.

Gupta, B. and Huang, B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. International Journal of Genomics, 2014: 701596.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Salinity Stress on Biochemical Traits of Urban Balangu (*Lallemantia iberica*) Under Greenhouse Conditions

Leila Jalili[1*], Alireza Zabarjadi[1,2] and Zeinab Chaghakaboodi1
1. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Research Institute of Medicinal Plants, Razi University, Kermanshah, Iran.
Corresponding author: leilajalili7121375@gmail.com

Abstract

Salinity stress is one of the most important abiotic stresses that leads to a reduction in crop yield. In this study, an experiment was conducted to investigate the effects of salinity on the biochemical properties of Balangu (*Lallemantia iberica*). The experiment was designed as a factorial based on a completely randomized design with three replications and was carried out in the greenhouse of the Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, in the year 1403 (2024–2025). The first factor included four Balangu ecotypes (Sara, Sonqor, Dehlan, Tabriz), and the second factor included different salinity stress levels (0, 4, 8, and 12 dS/m). The traits measured were total soluble sugar content, total phenol content, and total flavonoid content. The results showed that salinity stress caused a significant increase in phenol content, soluble sugar content, and total flavonoid content. The highest amount of total soluble sugar (19.74 mg/L) was observed in the Tabriz population at the salinity level of 12 dS/m. The highest amount of total phenol (0.615 mg/L) was also obtained from the Tabriz population at the same salinity level (12 dS/m). Furthermore, the highest total flavonoid content was recorded in the Sara population under control conditions (2.34 µg/L) and in the Tabriz population at 12 dS/m (2.02 µg/L).

Keywords: Total soluble sugar content, Total phenol content, Total flavonoid content.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه و بررسی اثر قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد در کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج) در خوزستان

مجید امانی[1*]، مسعود لطیفیان[2]، بهار راد[1]، احمد مستعان[1] و سارا احمدی‌زاده[1]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز ایران
۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *majidamani2008@Yahoo.com*

چکیده

خرما یکی از محصولات باغی مهم در استان‌های جنوبی ایران محسوب می‌گردد و محصول خرما به لحاظ این که تنها منبع درآمدی برخی کشاورزان خوزستان محسوب می‌گردد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. وقوع بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در شرایط مرطوب اواخر زمستان و اوایل بهار، به سوختگی گل‌آذین‌های نخل خرما منجر می‌شود. این بیماری به وسیله عوامل بیمارگر قارچی مختلفی از جمله *Mauginiella scaettae*، *Fusarium annulatum*، *F. proliferatum* و *Thielaviopsis paradoxa* ایجاد می‌شود و خسارت آن طی سال‌های اخیر، رو به افزایش بوده است. از این رو، مدیریت صحیح و به موقع بیماری از اهمیت فراوانی برخوردار است. کاربرد ترکیباتی با ویژگی قارچ‌کشی می‌تواند در کنترل این بیماری مؤثر باشد. این تحقیق با هدف ارزیابی تأثیر قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد در کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در شهرستان‌های آبادان و شادگان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد قارچ‌کش کاربندازیم با غلظت ۱/۵ در هزار، محلول‌پاشی گوگرد با غلظت ۸ درصد، کاربرد خاکی گوگرد با غلظت ۶ درصد و شاهد بدون قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد بودند. برای این منظور آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار در ۳ تکرار بر روی رقم استعمران اجرا شد. در هر شهرستان، یک نخلستان با سابقه بیماری پوسیدگی گل آذین خرما انتخاب شد و در هر نخلستان، ۲۱ نفر نخل به منظور اعمال تیمارها انتخاب و علامت گذاری شدند. برای ارزیابی بیماری از مقیاس نمره دهی براساس درصد آلودگی، شدت بیماری و میزان توسعه بیماری استفاده شد. درصد آلودگی در هر تکرار بر اساس نسبت خوشه‌های آلوده به کل خوشه‌ها و شدت آلودگی در هر تکرار بر اساس میانگین نسبت بافت آلوده به کل بافت در هر خوشه محاسبه گردید. میزان عملکرد هر تیمار به طور جداگانه در فصل برداشت محصول براساس اندازه گیری وزن خوشه‌های هر نخل با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد. نتایج نشان داد تمام تیمارها به جز تیمار کاربرد خاکی گوگرد نسبت به شاهد در کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار بوده و تیمار کاربرد قارچ‌کش کاربندازیم بیشترین اثر را داشته است.

کلمات کلیدی: پوسیدگی گل‌آذین، خامج، قارچ‌کش، خرما، خوزستان.

مقدمه

استان خوزستان با سطح زیرکشت بالغ بر ۴۰ هزار هکتار نخلستان و متوسط تولید حدود ۲۰۰ هزار تن در سال یکی از استان‌های مهم تولید خرما در کشور می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱). محصول خرما از این نظر که تنها منبع درآمدی کشاورزان شهرستان‌های اصلی تولیدکننده خرما نظیر آبادان، شادگان و خرمشهر محسوب می‌گردد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تولید خرما در استان خوزستان به واسطه چالش‌های تغییر اقلیم و شیوع بیماریهای نوظهور با مشکلات فراوانی مواجه است. بیماری پوسیدگی گل‌آذین نخل خرما معروف به خامج (Khamedj & Inflorescence Rot of Date Palm) به عنوان یکی از چالش‌های اخیر، در بسیاری از نخلستان‌های استان دارای پراکنش است (امانی و همکاران، ۱۴۰۲).

بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما بر گل‌آذین‌های نر و ماده ارقام مختلف خرما تأثیرگذار است و به دلیل این که با کاهش تولید محصول نسبت مستقیم دارد، عملکرد محصول را به شدت کاهش می‌دهد. براثر این بیماری، گل‌آذین‌های ارقام مختلف خرما دچار کپک زدگی، پوسیدگی و سوختگی می‌شوند و کاملاً از بین می‌روند، به طوری که در اغلب موارد هیچ میوه‌ای تشکیل نمی‌شود (امانی و همکاران، ۱۴۰۲). این بیماری با صدمه زدن مستقیم به اندام بارده نخل باعث نابودی گل و میوه و کاهش محصول می‌گردد. در استان خوزستان، بیماری تقریباً

در تمام مناطق خرماخیز با شدت متفاوت وجود دارد و حداقل ۲۵٪ از نخل‌های استان به این بیماری آلوده‌اند (امانی و همکاران، ۱۴۰۲). در سال ۱۳۷۳ میزان خسارت ناشی از این بیماری در آبادان ۳۸٪، شادگان ۵۷٪ و رامین ۲۲٪ برآورد شده است (شتاب بوشهری، ۱۳۷۳).

وقوع بیماری پوسیدگی گل‌آذین به دلیل از بین بردن تمام یا قسمتی از گل‌آذین‌های نر و ماده کاهش میوه نشینی در پایه‌های ماده و کاهش کمّیت و کیفیت دانه گرده در پایه‌های نر موجب وارد شدن خسارت‌های زیادی به درختان خرما می‌شود. در زمینه کنترل شیمیایی بیماری تحقیقاتی انجام شده است؛ ولی در ارتباط با استفاده از ترکیبات گوگردی معدنی به منظور تقویت نخل خرما و افزایش مقاومت آن به بیماری در داخل و خارج کشور تحقیقی صورت نگرفته است. با توجه به بررسی‌های مقدماتی، خسارت ناشی از بیماری در نخلستان‌هایی که از بهداشت باغی و تغذیه مناسبی برخوردار نیستند، بسیار قابل توجه است (امانی و همکاران، ۱۳۹۷). براساس مشاهدات میدانی اولیه در زمستان ۱۳۹۸ در نخیلات استان خوزستان، علائم پوسیدگی غیر معمول در گل‌آذین‌های ارقام مختلف نخل خرما به ویژه رقم استعمران مشاهده شد. اولین علائم بیماری قبل از شروع گرده‌افشانی و از نوک یا بخش‌های دیگر اسپات‌ها بسته به محل حمله قارچ عامل بیماری، شروع می‌شود. ابتدا لکه‌های قهوه‌ای رنگ روی سطح اسپات‌ها ظاهر می‌شود و پس از گذشت ۵-۴ روز، گل‌ها سیاه رنگ می‌شوند. نوک گل‌آذین‌ها دچار سوختگی می‌شود و به تدریج گل‌آذین‌ها به طور کامل خشک می‌شوند. در برخی موارد، به دلیل وقوع سوختگی شدید گل‌آذین‌ها، هیچ میوه‌ای تشکیل نمی‌شود. با توجه به شدت بیماری چنانچه نسبت به کنترل آن به ویژه در نخلستان‌های رها شده اقدامی صورت نگیرد، در مدت زمان کوتاهی نخلستان‌های مجاور دچار خسارت غیرقابل جبرانی خواهند شد. بنابراین مدیریت و کنترل عوامل بیماری‌زا به ویژه عوامل ایجاد پوسیدگی گل‌آذین و خامج خرما جهت برنامه ریزی و مدیریت بیماری لازم و ضروری است(امانی و همکاران، ۱۴۰۲). در صورت پیشگیری از انتقال بیماری و کاربرد ترکیبات گوگردی مؤثر با خاصیت قارچ‌کشی، می‌توان خسارت و هزینه‌های کنترل را کاهش داد. این مطالعه با هدف کاربرد گوگرد زرکوه با ۲۰ درصد گوگرد، به منظور کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین نخل خرما روی رقم استعمران در دو منطقه آبادان و شادگان به مدت دو سال و شش ماه اجرا شد.

بررسی منابع در مورد بیماری پوسیدگی گل‌آذین نخل خرما نشان می‌دهد که بیشتر گزارش‌ها مربوط به شناسایی عوامل بیماری‌زای قارچی است و کنترل آن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. میکائیل و صابر (Michaeil and saber, 1966) گزارش کرده‌اند که در نخلستان‌های رها شده و یا نخلستان‌هایی که اصول مدیریتی در آنها رعایت نمی‌شود، میزان خسارت بیماری بسیار شدید است، به طوری که در بعضی موارد تا ۸۰ درصد محصول از بین می‌رود. تاکزانا و لاروس (Taxanna and Larous, 2003) طی بررسی که در الجزایر انجام دادند، قارچ‌های *Botrytis aclada*، *F. solani*، *F. moniliforme*، *M. scaettae*، *Memnoniella* sp.، *Trichothecium roseum* و *Acremonium strictum* را به عنوان عوامل بیماری گزارش کردند. طی مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲ در جنوب عراق، قارچ *F. proliferatum* از گل‌آذین‌های آلوده خرما جداسازی و به عنوان عامل بیماری پوسیدگی گل‌آذین گزارش شد (Muhammed, 2012). ال-فدهل و شریف (Al-fadhal & Sharif, 2006) با تزریق ۱/۷ میلی‌لیتر محلول قارچ‌کش دیفنوکونازول به تنه نخل خرما در عراق موفق به کنترل بیماری خامج به میزان ۹۳/۷٪ شدند. فیاد و ال-بدران (Fayyadh & Al-Badran, 2012) با کاربرد قارچ‌کش دیفنوکونازول ۲۵٪، قارچ *Trichoderma harzianum* و باکتری *Pseudomonas fluorescence* عوامل کنترل زیستی در عراق در شرایط آزمایشگاه نشان دادند که قارچ‌کش دیفنوکونازول ۲۵٪ در مهار رشد دو قارچ بیماری‌زای *M. scattae* و *F. solani* مؤثر بوده و درصد مهار رشد این قارچ‌ها به ترتیب به ۱۰۰ تا ۹۵/۵٪ رسیده است. همچنین قارچ *T. harzianum* و باکتری *Pseudomonas fluorescence* عوامل زیستی در مهار رشد *M. scattae* و *F. solani* مؤثر بودند. نتایج بررسی در شرایط نخلستان نشان داد که *P. fluorescence* به تنهایی و یا همراه با قارچ *T. harzianum* مؤثرترین عامل در کاهش میزان بیماری خامج تا ۶/۹٪ بوده است. همچنین آنها مشخص کردند که تیمار کاربرد قارچ‌کش دیفنوکونازول ۲۵٪و باکتری *P. fluorescence* عملکرد نخل خرما را در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۵۶٪ افزایش داده است (Fayyadh & Al-Badran, 2012). اخیراً عباس و مازیل (Abass & Maziel, 2019) با محلول‌پاشی قارچ‌کش‌های کاربندازیم (۱/۵ در هزار)، دیفنوکونازول (۰/۷۵ در هزار) و مایکلوبوتانیل (۰/۷۵ در هزار) در عراق نشان دادند که قارچ‌کش کاربندازیم قادر به کنترل بیماری‌های خامج ناشی از *M. scattae* و خشکیدگی برگ ناشی از *Serenomyces phoenicis* بوده است.

این بیماری تا کنون از استان‌های اصفهان، بوشهر، خوزستان، سیستان و بلوچستان و فارس گزارش شده است (امانی و همکاران، ۱۴۰۲). بیماری بر روی نخل‌های ماده قادر است تمام گل‌آذین‌ها را به طور کامل از بین ببرد. به طوری که در بعضی موارد تا ۸۰ درصد

محصول در هر نخل از بین می‌رود (فرخی نژاد، ۱۳۶۳). در سال ۱۳۷۳ میزان خسارت این بیماری در شادگان ٪۵۷، آبادان ٪۳۸ و رامین ٪۲۲ برآورد شده است (شتاب بوشهری و همکاران، ۱۳۷۳). بیماری در نخلستان‌های زمین‌های شور و سنگین، مناطق دارای زمستان‌های طولانی و بهار پر باران و همچنین نخلستان‌های رها شده که اصول بهداشتی در آنها رعایت نمی‌شود، بسیار شدید است (امانی و همکاران، ۱۳۹۷). لطیفیان و همکاران (۱۳۸۱)، با بررسی تحلیلی و مقدماتی نقش عوامل مدیریتی بر روی شدت آلودگی نخلستان‌ها به آفات و بیماریهای مهم خرما در استان خوزستان نتیجه گرفتند که عوامل مدیریت زراعی به ویژه بهداشت زراعی نخلستان می‌تواند در کاهش بیماری خامج بسیار مؤثر باشد. راهخدایی و همکاران (۱۳۸۹)، با بررسی نقش کاربرد بهینه تغذیه نخل خرما بر روی بیماری پوسیدگی گل آذین خرما (خامج) در استان خوزستان نتیجه گرفتند که اختلاف معنی داری بین درصد و شدت بیماری، میزان عملکرد و میزان عناصر فسفر، پتاسیم و ازت موجود در برگ مشاهد نشد؛ ولی در مقایسه آزمون چند دامنه‌ای دانکن میزان عناصر فسفر و پتاسیم متفاوت بود. نتایج بررسی نقش عوامل مدیریتی، بهداشت زراعی و کاربرد قارچ‌کش کاربندازیم ٪۶۰ و قارچ‌کش زیستی تریکودرمین در شرایط نخلستان بر شدت آلودگی نخلستان‌ها در استان خوزستان در سال ۱۳۹۶ نشان داده است که این عوامل می‌تواند بر روی کاهش بیماری خامج بسیار مؤثر باشد (امانی و همکاران، ۱۳۹۷). تحقیقات قبلی در خصوص بررسی وجود عوامل بیماری‌زای قارچی در ایجاد پوسیدگی گل‌آذین نخل خرما در خوزستان نشان داد که قارچ‌های *M. scaettae*، *F. proliferatum* و *F. annulatum* از برخی نمونه‌های دارای علائم این بیماری جداسازی شده‌اند (امانی و همکاران، ۱۳۹۷؛ امانی، ۱۴۰۲).

تحقیقات انجام شده در زمینه کنترل شیمیایی بیماریهای قارچی خرما محدود و تعداد قارچ‌کش‌های ثبت شده در این زمینه محدود به ترکیب بردو می‌باشد (اصلاحی و همکاران، ۱۴۰۰). در این تحقیق، به منظور بررسی کارآیی قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد در شرایط نخلستان برای اولین بار در کشور بر روی رقم استعمران در دو نخلستان مناطق آبادان و شادگان با سابقه بیماری به مدت ۲ سال و شش ماه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، از نخلستان‌های دو شهرستان آبادان و شادگان طی زمستان ۱۳۹۸ بازدید به عمل آمد. در هر شهرستان یک نخلستان خرمای رقم استعمران با سابقه بیماری پوسیدگی گل‌آذین در سال‌های قبل، انتخاب شد و نخل‌های دارای سابقه آلودگی تعیین و ۲۱ نخل علامت گذاری شدند. به منظور ارزیابی تأثیر گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم در کنترل بیماری،آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار به صورت محلول پاشی و خاک کاربردی به صورت چال‌کود روی ۲۱ نخل خرمای رقم سایر (استعمران) اجرا شد. در این آزمایش هر نخل خرما به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. خوشه‌ها و اسپات‌های خشکیده و بقایای دم خوشه‌ها، قبل از اعمال تیمارهای آزمایش حذف، جمع‌آوری و سپس از نخلستان خارج شدند. سم‌پاش مورد استفاده برای محلول‌پاشی از نوع فرغونی ۱۰۰ لیتری بود که پس از کالیبراسیون، میزان محلول مصرفی برای هر نخل ۱۰ لیتر برآورد گردید. تیمارهای آزمایش شامل:

T_1: تیمار شاهد (بدون مصرف قارچ‌کش و گوگرد)، T_2: قارچ‌کش کاربندازیم ٪۶۰ پودر وتابل با غلظت ۱/۵ در هزار، T_3: گوگرد با غلظت ۴ درصد به صورت محلول پاشی، T_4: گوگرد با غلظت ۶ درصد به صورت محلول پاشی، T_5: گوگرد با غلظت ۸ درصد به صورت محلول پاشی، T_6: گوگرد با غلظت ۶ درصد به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد و T_7: گوگرد با غلظت ۶ درصد به صورت خاک کاربرد بودند. در تیمارهای محلول‌پاشی، در بهمن‌ماه و قبل از ظهور اسپات‌ها، نخل‌ها با گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم با استفاده از سمپاش فرغونی ۱۰۰ لیتری محلول‌پاشی شدند. در تیمارهای محلول‌پاشی+ خاک کاربرد نیز در اواخر زمستان و قبل از ظهور اسپات‌ها، محلول‌پاشی با استفاده از سمپاش فرغونی و چال‌کود در ناحیه سایه‌انداز نخل انجام شد. تیمارهای خاک کاربرد، در ناحیه سایه‌انداز نخل به عمق ۳۰ سانتی‌متر به صورت چال‌کود و نواری در بهمن‌ماه به صورت مخلوط با خاک به کار برده شدند. پس از اعمال تیمارهای آزمایش، نمونه برداری از تیمارهای مختلف طی اسفند و فروردین انجام گردید. پس از انتقال نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه، جداسازی قارچ‌های عامل بیماری روی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز آگار (PDA) انجام شد. قارچ‌های عامل بیماری از اسپات‌های نیمه باز که علائم مشخصی را نشان می‌دادند جدا شد. در شرایط غیر عفونی، اسپات‌ها باز گردیدند، رشته‌های آلوده آزاد شدند و حلقه‌ای از رشد قارچ‌های داخلی به پتری حاوی سیب‌زمینی دکستروز آگار (PDA) منتقل شد و در دمای ۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷-۵ روز انکوبه شد. سپس بر اساس

مشخصات مورفولوژی کلنی و بررسی میکروسکوپی میسلیوم، کنیدی و آرتروکنیدیا مطابق روش عبدالله و همکاران، (Abdullah *et al*., 2005) شناسایی شدند. همزمان با ظهور اسپات‌ها، هر هفته از نخل‌های تیمار شده بازدید به عمل آمد و روند پیشرفت بیماری بررسی شد. وقوع بیماری (Disease incidence) براساس نسبت تعداد نخل‌های آلوده به کل نخل‌های خرما و درصد آلودگی (Infection Percent) براساس نسبت اسپات‌های آلوده به کل اسپات‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر مطابق روش ال-فدهل و شریف (Al-fadhal and Sharif, 2013) تعیین شد.

$$\text{وقوع بیماری (\%)} = \frac{\text{تعداد نخل‌های آلوده}}{\text{تعداد کل نخل‌های خرما}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصدآلودگی (\%)} = \frac{\text{تعداد اسپات‌های آلوده}}{\text{تعداد کل اسپات‌های نخل}} \times ۱۰۰$$

شدت بیماری (Disease Severity) در هر تکرار نیز بر اساس میانگین بافت آلوده به کل بافت خوشه‌ها با توجه به نمره دهی به هرخوشه به روش ال- مورسی و همکاران (El-Morsi, *et al*., 2012)، مطابق جدول شماره ۱ از نمره صفر برای خوشه‌های سالم، نمره ۱ برای آلودگی ۲۰-۱ درصد، نمره ۲ برای آلودگی ۴۰-۲۰ درصد، نمره ۳ برای آلودگی ۶۰-۴۰ درصد، نمره ۴ برای آلودگی ۸۰-۶۰ درصد و نمره ۵ برای آلودگی ۱۰۰-۸۰ درصد برآورد شد.

جدول ۱- مقیاس نمره دهی علائم بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (El-Morsi, et al., 2012).

علائم بیماری	نمره	درصد
اسپات سالم و بدون علائم بیماری	۰	۰٪
علائم آبسوختگی جزئی	۱	۲۰-۱٪
پوسیدگی و تشکیل پوشش قارچی روی برخی از قسمت‌های گل	۲	۴۰-۲۰٪
پوسیدگی و تشکیل پوشش قارچی روی اسپات‌ها	۳	۶۰-۴۰٪
پوسیدگی گسترده، پژمردگی و بافت مرده شدن گل‌ها	۴	۸۰-۶۰٪
پوسیدگی کامل و از بین رفتن اسپات‌ها	۵	۱۰۰-۸۰٪

برای اندازه‌گیری شدت بیماری، سه اسپات آلوده در هر نخل انتخاب و شدت آلودگی خوشه‌ها در هر اسپات به صورت چشمی تعیین و یادداشت‌برداری شد. میانگین شدت بیماری در سه اسپات با استفاده از فرمول ذیل به روش ال- مورسی و همکاران (El-Morsi, *et al*., 2012) محاسبه گردید.

$$\text{Disease severity (\%)} = [\Sigma\,(a) + (b) + (c)/\ 5N] \times 100$$

در این فرمول، (a، b و c)= نمره هر شاخص توصیفی برای ۳ خوشه، N = تعداد کل اسپات‌ها در نظر گرفته شده است. میزان کارایی تیمارها براساس توزین خوشه‌های هر نخل در فصل برداشت محاسبه شد و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. همچنین، درجه تأثیر کاربرد گوگرد زرکوه بر شدت بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در تیمارهای مختلف، از طریق تجزیه و تحلیل رابطه همبستگی و محاسبه ضریب همبستگی به کمک نرم افزار IBM SPSS Statistics 27.0.1.0 مورد بررسی قرار گرفت (Gogtay & Thatte, 2017).

نتایج و بحث

آزمایش در شرایط نخلستان در دو منطقه آبادان و شادگان واقع در جنوب استان خوزستان با سابقه آلودگی به بیماری پوسیدگی گل‌آذین روی رقم استعمران اجرا گردید. در اواخر زمستان سال ۱۳۹۸ پس از بارندگی در نیمه اول بهمن ماه، علائم پوسیدگی در اسپات‌های نخل‌های آلوده در سطح نخیلات دارای سابقه بیماری مشاهده شد. اولین علائم بیماری روی سطح اسپات و خوشه‌های آلوده به صورت نقاط ریز

آب‌سوخته به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای روی سطح محور گل‌آذین ظاهر گردید. علائم پوسیدگی کامل گل‌آذین به صورت نقاط و لکه‌های قهوه‌ای روشن تا سیاه مشاهده شد (شکل ۱).

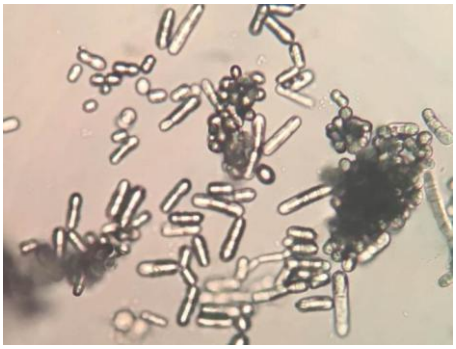


شکل ۱- علائم بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (راست) و توسعه پوسیدگی در سطح گل‌آذین‌های آلوده در تیمار شاهد (چپ).

بعد از اعمال تیمارهای آزمایش، نمونه برداری از تیمارهای مختلف طی اسفند و فروردین سال‌های ۱۴۰۱- ۱۳۹۹ انجام گردید (شکل‌های ۲ و ۳). پس از انتقال نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه، قارچ‌های *Mauginiella scaettae*، *Fusarium annulatum* و *F. proliferatum* از تیمارهای شاهد (T_1)، کاربرد گوگرد با غلظت ۶ درصد به صورت خاک کاربرد (T_7) و کاربرد گوگرد با غلظت ۴ درصد به صورت محلول پاشی (T_3) روی محیط کشت PDA جداسازی شدند (شکل‌های ۴ و ۵)؛ ولی از نمونه‌های سایر تیمارهای گوگرد و قارچ‌کش کاربندازیم هیچ جدایه قارچی جداسازی نشد.

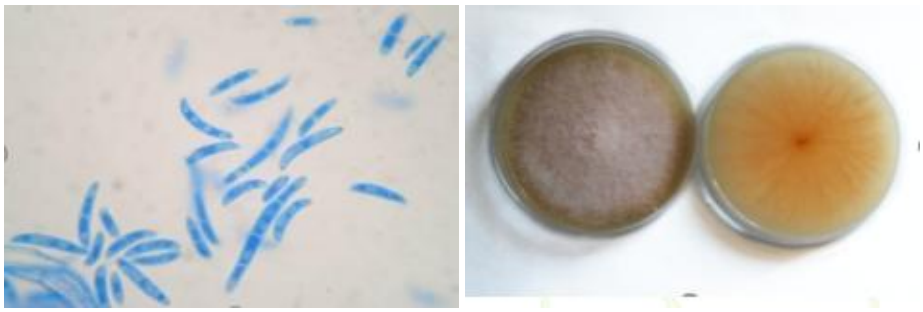


شکل ۲- اعمال تیمارهای آزمایش به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد.





شکل ۳- نمونه برداری پس از اعمال تیمارهای آزمایش. شکل ۴- کنیدیوم‌های قارچ *Mauginiella scaettae* جداسازی شده از اسپات‌های آلوده تیمارهای T_1، T_2 و T_7 .



شکل ۵- پرگنه و کنیدیوم‌های قارچ *Fusarium proliferatum* جداسازی شده از اسپات‌های آلوده تیمارهای T_1، T_2 و T_7 .

بررسی‌های قبلی نشان داده بود که پیشرفت بیماری در پایه‌های نر باعث پوسیدگی و خشکیدگی بخشی یا کل اسپات‌ها شده و در پایه‌های ماده نیز سبب پوسیدگی کامل اسپات‌ها و گل‌آذین‌ها شده بود. این اسپات‌ها عملاً هیچ محصولی تولید نکرده و به عنوان منابع آلودگی محسوب می‌شوند (امانی، ۱۳۹۵). بر اساس مشاهدات صورت گرفته، پوسیدگی و سوختگی در اسپات‌ها و گل‌آذین‌های آلوده در هر تیمار مشاهده و ثبت شد. ضمن تعیین درصد آلودگی، وزن خوشه‌های هر تیمار به طور جداگانه مشخص گردید.

نتایج ارزیابی تأثیر گوگرد زرکوه در کاهش بیماری خامج نخل خرما

نتایج تجزیه و تحلیل آماری تأثیر گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم در آبادان و شادگان طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۹ در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم در کاهش پیشرفت بیماری در جدول‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در مقایسه با تیمار شاهد، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد وجود دارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر درصد و شدت بیماری خامج نخل خرما در آبادان.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی دار
مدل تصحیح شده	۸۷/۹۵۲	۹	۹/۷۷۲	۹/۷۸۷	۰/۰۰۰**
مقدار ثابت	۱۷۶/۰۹۵	۱	۱۷۶/۰۹۵	۱۷۶/۳۵۸	۰/۰۰۰**
سال	۰/۳۸۱	۱	۰/۳۸۱	۰/۳۸۲	۰/۵۴۱ns
تیمار	۸۵/۲۳۸	۶	۱۴/۲۰۶	۱۴/۲۲۸	۰/۰۰۰**
تکرار	۲/۳۳۳	۲	۱/۱۶۷	۱/۱۶۸	۰/۳۲۴ns
خطا	۳۱/۹۵۲	۳۲	۰/۹۹۹	–	–
کل	۲۹۶/۰۰۰	۴۲	–	–	–
کل اصلاح شده	۱۱۹/۹۰۵	۴۱	–	–	–

ns اختلاف معنی دار وجود ندارد. *اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. **اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

براساس نتایج مندرج در جدول شماره ۲ اثر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در آبادان در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار بوده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه در بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در شادگان.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی دار
مدل تصحیح شده	۵۲/۷۸۶	۹	۵/۸۶۵	۵/۱۸۶	۰/۰۰۰**

مقدار ثابت	۱۲۰/۰۲۴	۱	۱۲۰/۰۲۴	۱۰۶/۱۲۶	۰/۰۰۰**
سال	۰/۲۱۴	۱	۰/۲۱۴	۰/۱۸۹	۰/۶۶۶ns
تیمار	۵۱/۸۱۰	۶	۸/۶۳۵	۷/۶۳۵	۰/۰۰۰**
تکرار	۰/۷۶۲	۲	۰/۳۸۱	۰/۳۳۷	۰/۷۱۷ns
خطا	۳۶/۱۹۰	۳۲	۱/۱۳۱	–	–
کل	۲۰۹/۰۰۰	۴۲	–	–	–
کل اصلاح شده	۸۸/۹۷۶	۴۱			

ns اختلاف معنی دار وجود ندارد. *اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. **اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

بر اساس نتایج مندرج در جدول شماره ۳ اثر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر بیماری پوسیدگی گل‌آذین نخل خرما در شادگان در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار بوده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه در کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در شهرستان آبادان.

تیمار	میانگین تعداد نمونه (N)	گروه‌بندی تیمارها A	AB	B	C
کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل	۶	۰/۱۶۶۷	–	–	–
گوگرد ۸٪ به صورت محلول پاشی	۶	–	۰/۵۰۰۰	–	–
گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی	۶	–	۱/۳۳۳۳	–	–
گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد	۶	–		۱/۵۰۰۰	–
گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی	۶	–		–	۳/۳۳۳۳
گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد	۶	–		–	۳/۶۶۶۷
شاهد (بدون قارچ‌کش و گوگرد)	۶	–		–	۳/۸۳۳۳

*میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری نیستند.

همان طوری که در جدول شماره ۴ ملاحظه می‌شود، تیمار کاربرد قارچ‌کش کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل در گروه A، تیمارهای گوگرد با غلظت ۸٪ به صورت محلول پاشی و گوگرد با غلظت ۶٪ به صورت محلول پاشی در گروه AB، تیمار گوگرد با غلظت ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد در گروه B و تیمارهای گوگرد با غلظت ۴٪ به صورت محلول پاشی، گوگرد با غلظت ۶٪ به صورت خاک کاربرد و تیمار شاهد (بدون مصرف قارچ‌کش و گوگرد) در گروه C قرار گرفتند.

جدول ۵- نتایج آزمون دانکن مقایسه تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه در بیماری پوسیدگی گل‌آذین نخل خرما در شادگان.

تیمار	میانگین تعداد نمونه (N)	درصد میانگین و گروه‌بندی تیمارها A	AB	B	C
کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل	۶	۰/۰۰۰۰	–	–	–
گوگرد ۸٪ به صورت محلول پاشی	۶	۰/۵۰۰۰	–	–	–
گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی	۶	–	۱/۱۶۶۷	–	–
گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد	۶	–	–	۱/۱۶۶۷	–
گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی	۶	–	–	–	۳/۰۰۰۰
گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد	۶	–	–	–	۳/۰۰۰۰
شاهد (بدون قارچ‌کش و گوگرد)	۶	–	–	–	۲/۵۰۰۰

*میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری نیستند.

همان طوری که در جدول شماره ۵ ملاحظه می‌شود، تیمارهای کاربرد کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل و گوگرد ۸٪ به صورت محلول پاشی در گروه A، تیمار گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی در گروه AB، تیمار گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد در

گروه B و تیمارهای کاربرد گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی، گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد و شاهد (بدون قارچ‌کش و گوگرد) در گروه C قرار گرفتند. نتایج تجزیه و تحلیل آماری تأثیر گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم بر وزن خوشه در آبادان و شادگان در جدول‌های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم در میزان عملکرد در جدول‌های ۱۲ و ۱۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد میان تیمارها نسبت به شاهد وجود دارد.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر وزن خوشه‌های خرما در آبادان.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی دار
مدل تصحیح شده	۲۲۴۸/۸۱۰	۹	۲۴۹/۸۶۸	۶/۰۹۶	۰/۰۰۰**
مقدار ثابت	۱۱۴۴۰۱/۵۲۴	۱	۱۱۴۴۰۱/۵۲۴	۲۷۹۰/۹۹۰	۰/۰۰۰**
سال	۱۸/۶۶۷	۱	۱۸/۶۶۷	۰/۴۵۵	۰/۵۰۵ns
تیمار	۱۸۸۷/۸۱۰	۶	۳۱۴/۶۳۵	۷/۶۷۶	۰/۰۰۰**
تکرار	۳۴۲/۳۳۳	۲	۱۷۱/۱۶۷	۴/۱۷۶	۰/۰۲۴ns
خطا	۱۳۱۱/۶۶۷	۳۲	۴۰/۹۹۰	–	–
کل	۱۱۷۹۶۲/۰۰۰	۴۲	–	–	–
کل اصلاح شده	۳۵۶۰/۴۷۶	۴۱	–	–	–

ns اختلاف معنی دار وجود ندارد. *اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. **اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

براساس داده‌های جدول ۷، اثر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر وزن خوشه‌های نخل خرما در آبادان در سطح یک و پنج درصد معنی دار بوده است.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر وزن خوشه‌های خرما در شادگان.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی دار
مدل تصحیح شده	۲۶۱۳/۱۴۳	۹	۲۹۰/۳۴۹	۷/۷۸۶	۰/۰۰۰**
مقدار ثابت	۱۱۱۴۹۷/۵۲۴	۱	۱۱۱۴۹۷/۵۲۴	۲۹۸۹/۸۷۸	۰/۰۰۰**
سال	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰**
تیمار	۲۰۵۱/۸۱۰	۶	۳۴۱/۹۶۸	۹/۱۷۰	۰/۰۰۰**
تکرار	۵۶۱/۳۳۳	۲	۲۸۰/۶۶۷	۷/۵۲۶	۰/۰۰۲**
خطا	۱۱۹۳/۳۳۳	۳۲	۳۷/۲۹۲	–	–
کل	۱۱۵۳۰۴/۰۰۰	۴۲	–	–	–
کل اصلاح شده	۳۸۰۶/۴۷۶	۴۱	–	–	–

ns اختلاف معنی دار وجود ندارد. *اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. **اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

براساس داده‌های جدول ۸، اثر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر وزن خوشه‌های نخل خرما در شادگان در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار بوده است.

جدول ۸- نتایج آزمون دانکن مقایسه تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر وزن خوشه‌های نخل خرما در آبادان.

درصد میانگین و گروه‌بندی تیمارها		میانگین تعداد نمونه	
B	A	(N)	تیمار
–	۴۳/۵۰۰	۶	شاهد (بدون قارچ‌کش و گوگرد)
–	۴۵/۰۰۰	۶	گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد
–	۴۵/۱۶۶۷	۶	گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی

گوگرد ۸٪ به صورت محلول پاشی	۶	-	۵۶/۰۰۰۰
کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل	۶	-	۵۷/۵۰۰۰
گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد	۶	-	۵۸/۶۶۶۷
گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی	۶	-	۵۹/۵۰۰۰

*میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری نیستند.

همان طوری که در جدول شماره ۸ ملاحظه می‌شود، تیمارهای شاهد (بدون قارچ‌کش و گوگرد)، کاربرد گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد و گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی در گروه A و تیمارهای گوگرد ۸٪ به صورت محلول پاشی، کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل، گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد و گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی به ترتیب در گروه B قرار گرفتند.

جدول ۹- نتایج آزمون دانکن مقایسه تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر وزن خوشه‌های نخل خرما در شادگان.

تیمار	میانگین تعداد نمونه (N)	درصد میانگین و گروه‌بندی تیمارها	
		A	B
شاهد (بدون قارچ‌کش و گوگرد)	۶	۴۲/۵۰۰۰	-
گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد	۶	۴۳/۰۰۰۰	-
گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی	۶	۴۳/۱۶۶۷	-
گوگرد ۸٪ به صورت محلول پاشی	۶	-	۵۵/۰۵۵۵
کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل	۶	-	۵۷/۵۵۶۶
گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد	۶	-	۵۸/۶۸۸۸
گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی	۶	-	۵۹/۳۳۳۳

*میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری نیستند.

همان طوری که در جدول شماره ۹ ملاحظه می‌شود، تیمارهای شاهد (بدون مصرف قارچ‌کش و گوگرد)، کاربرد گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد و گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی در گروه A و تیمارهای کاربرد گوگرد ۸٪ به صورت محلول پاشی، کاربندازیم ۶۰٪ پودر وتابل، گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد و گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی به ترتیب در گروه B قرار گرفتند. با توجه به نتایج به دست آمده، بیشترین پیشرفت آلودگی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در تیمارهای شاهد (بدون قارچ‌کش و گوگرد)، کاربرد گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی و گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد مشاهده می‌شود و پس از آن، تیمارهای کاربرد گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد و کاربرد گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد به ترتیب در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین تعداد اسپات‌های آلوده به بیماری در تیمار شاهد، کاربرد گوگرد ۴٪ به صورت محلول پاشی و گوگرد ۶٪ به صورت خاک کاربرد و کاربرد گوگرد ۶٪ به صورت محلول پاشی و خاک کاربرد از سایر تیمارها بیشتر است که نشانگر عدم کارایی گوگرد با غلظت ۴ و ۶ درصد در کنترل بیماری می‌باشد. از طرفی وزن خوشه‌های برداشت شده در تیمارهای خاک کاربرد گوگرد بیشتر از سایر تیمارها بوده است که به دلیل مصرف گوگرد به عنوان یکی از عناصر غذایی مورد نیاز نخل نقش داشته است.

بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما یکی از بیماریهای قارچی مهم در اغلب مناطق نخل‌کاری جهان محسوب می‌شود. این بیماری طی سال‌های اخیر در بعضی از مناطق خرماخیز جنوبی استان خوزستان گسترش یافته و آسیب قابل توجهی به وضعیت اقتصادی-اجتماعی صنعت نخل خرما در منطقه وارد کرده است. این بیماری باعث تلفات شدید به محصول خرما در الجزایر (Taxanna and Larous, 2003; Bensaci *et al.*, 2023) و عراق (Al-fadhal & Sharif, 2013; Abass & Maziel, 2019) نیز شده است. طی مطالعه قبلی (امانی و همکاران ۱۳۹۷)، براساس ویژگی‌های مورفولوژیک، علاوه بر قارچ *M. scaettae*، قارچ *F. proliferatum* به عنوان عامل جدید مرتبط با بیماری در نخلستان‌های آبادان، شادگان و خرمشهر شناخته شده است که با نتایج Hameed, 2012 در جنوب عراق مطابقت دارد. علائم بیماری همزمان با ظهور اسپات‌ها در اوایل بهار به‌صورت لکه‌های قهوه‌ای‌رنگ یا زنگ‌زده بر روی سطح خارجی اسپات‌های باز نشده دیده می‌شود. هنگامی‌که اسپات‌های آلوده باز می‌شدند، علائم پوسیدگی بیشتر در نوک آن‌ها دیده می‌شد؛ ولی عامل بیماری در تمام گل وجود داشت و همین امر

باعث تخریب کامل گل‌ها می‌شد. علائم پوسیدگی عمدتاً در نوک آن‌ها ظاهر می‌گردید که منجر به تخریب کامل گل‌ها می‌شد. در طی تحقیق حاضر، علائم و روند بروز بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما و قارچ‌های عامل آن در دو محل مختلف آبادان و شادگان در استان خوزستان بسیار شبیه به هم بود که از این نظر با نتایج (Abass & Maziel, 2019) در عراق مشابه بود. در این بررسی به منظور ارزیابی تأثیر گوگرد و قارچ‌کش کاربندازیم مطابق برخی تحقیقات انجام شده در سایر کشورها نظیر عراق (Al-fadhal & Sharif, 2006; 2013; Abass & Maziel, 2019) و مصر (El-Morsi *et al*., 2012)، ترکیب گوگرد معدنی زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم در شرایط نخلستان مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد کاربرد پیشگیرانه گوگرد و قارچ‌کش‌های سیستمیک نظیر کاربندازیم، قبل از ظهور اسپات‌ها و قبل از شروع بیماری در مراحل اولیه شروع علائم بیماری می‌تواند در کاهش شدت بیماری مؤثر باشد که با نتایج تحقیق انجام شده در بصره عراق مطابقت دارد (Abass & Maziel, 2019). کاربرد قارچ‌کش‌های سیستمیک و محافظتی برای کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما، باید قبل از ظهور و باز شدن اسپات‌ها و در مراحل اولیه و یا قبل از شروع علائم بیماری استفاده شوند. نتایج نشان داد گوگرد معدنی زرکوه در مقایسه با قارچ‌کش کاربندازیم مورد استفاده، کارآیی کنترل کمتری داشته؛ ولی جهت کاهش ریسک مقاومت در قارچ‌های عامل بیماری، می‌تواند در تناوب با سایر قارچ‌کش‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر. و هلدا عبدشاه. ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

اصلاحی، م.ر.، امانی، م. و ع. حمادی. ۱۴۰۰. بررسی کنترل شیمیایی خشکیدگی برگ خرما ناشی از عوامل بیمارگر قارچی در استان خوزستان. انتشارات مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور.

امانی، م. ۱۳۹۲. سیستم پیش‌آگاهی و ردیابی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج) در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

امانی، م. ۱۳۹۷. بررسی بهداشت نخلستان در کاهش آلودگی بیماری خامج در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

امانی، م.، فرخی‌نژاد، ر. و مهدی مهرابی کوشکی. ۱۳۹۷. وقوع بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما ناشی از *Fusarium proliferatum* در خوزستان. خلاصه مقالات بیست و سومین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، ۵ تا ۸ شهریور ۱۳۹۷، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص. ۵۳.

امانی، م.، تراهی، ع.، لطیفیان، م.، راد، ب. و سیدسمیح مرعشی. ۱۴۰۲. بررسی و پراکندگی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج) در ارقام مختلف در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

راهخدائی، ا. و حجت دیالمی. ۱۳۸۹. بررسی نقش کاربرد بهینه تغذیه نخل خرما بر روی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج). انتشارات مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۲۸ ص.

شتاب بوشهری، م. و محمد اشکان. ۱۳۷۲. بررسی میزان آلودگی نخلیات به بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما و خسارت وارده به محصول خرما در خوزستان. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی، رشت، ص. ۲۲۹.

شتاب بوشهری، م. و محمد اشکان. ۱۳۷۲. بررسی روش‌های کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

شتاب بوشهری، م. ۱۳۷۶. بررسی اثر چند قارچ‌کش و قارچ آنتاگونیست *Trichoderma* sp. روی قارچ *Mauginiella scaettae* عامل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۴ ص.

شتاب بوشهری، م. ۱۳۷۶. بررسی اثر چند قارچ‌کش و قارچ آنتاگونیست *Trichoderma* sp. روی قارچ *Mauginiella scaettae* عامل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۴ ص.

فرخی‌نژاد، ر. ۱۳۶۳. بررسی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۲ ص.

لطیفیان، م. و علیرضا احمدی. ۱۳۸۱. گزارش پژوهشی. بررسی مقدماتی نقش عوامل مدیریت زراعی بر شدت آلودگی آفات و بیماری‌های مهم خرما در استان خوزستان. انتشارات مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۳۲ ص.

میناسیان، و. ۱۳۵۱. گزارش مطالعات دو ساله روی بیماری‌های گیاهی در خوزستان. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، نشریه شماره ۱۰، ۱۵ ص.

Abass, M.H. and Maziel, M.M. 2019. Chemical control of leaf blight and inflorescence rot diseases on date palm in large-scale field trials in Basrah, Iraq. Basrah Journal of Date Palm Research, 18(1): 1–5.

Abdullah, S.K., Asensio, L., Monfort, E., Gomez-Vidal, S., Palma-Guerrero, J., Salinas, J., Lopez-Llorca, L.V., Jansson, H.B. and Guarro, J. 2005. Occurrence in Elx, SE Spain of inflorescence rot disease of date palms caused by *Mauginiella scaettae*. Journal of Phytopathology, 153(7–8): 417–422.

Al-Fadhal, F. and Sharif, F.M. 2013. Control of inflorescence rot of date palm by low-rate trunk injection with difenoconazole in a large-scale field trial. Al-Kufa University Journal for Biology, 5(1).

Anderson, S. 2002. The relationship between nutrients and other elements to plant disease. Natlarb, TCIMar 2002: 5.

Bensaci, M.B., Toumatia, O., Bouras, N., Rahmania, F., Douglas, B., Wade, S. and Mur, L.A. 2023. Phylogenetic and pathogenic characterization of *Mauginiella scaettae* as the causal agent of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) inflorescence rot in southeast of Algeria. Physiological and Molecular Plant Pathology, 102062.

El-Morsi, M., Aborehab, M.E. and Abd-Elmalek, J. 2012. Pathological studies on fungal diseases of date palm in New Valley Governorate. Egyptian Journal of Phytopathology, 40(1): 59–72.

Fayyadh, M.A. and Al-Badran, B.A. 2012. Chemical and biological control of date palm inflorescence rot caused by *Mauginiella scaettae* Cav. and *Fusarium solani*. Basrah Journal of Agricultural Sciences, 25(3): 579–594.

Hameed, M.A. 2012. Inflorescence rot disease of date palm caused by *Fusarium proliferatum* in Southern Iraq. African Journal of Biotechnology, 11(35): 8616–8621.

Michael, I.F. and Saber, K.A. 1966. Occurrence of khamedj disease, inflorescence rot of date palm in U.A.R. Journal of Microbiology, U.A.R., 12: 207–211.

Investigation on the effect of Sulfur & Carbendazim fungicides in control of Date palm inflorescence rot (Khamaj) in Khuzestan

Majid Amani[1*], Masoud Latifyan[2], Bahar Rad[1], Ahmad Mostaan[1] and Sara Ahmadizadeh[1]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
2. Temperate Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: majidamani2008@yahoo.com*

Abstract

Date Palm is one of the important horticultural crops in the southern provinces of Iran and the date crop is of particular importance as it is the only source of income for some farmers in Khuzestan. The occurrence of date inflorescence rot disease in humid conditions in late winter and early spring leads to the burning of date palm inflorescences. This disease is caused by various fungal pathogens including *Mauginiella scaettae*, *Fusarium annulatum*, *F. proliferatum* and *Thielaviopsis paradoxa* and its damage has been increasing in recent years. Therefore, disease management is very important. The use of compounds with fungicidal properties can be effective in controlling this disease. This research was conducted with the aim of evaluating the effect of carbendazim and sulfur fungicides in control of inflorescence date palm disease in Abadan and Shadegan regions. Experimental treatments included the application of carbendazim fungicide with a concentration of 1.5 per thousand, sulfur spraying with a concentration of 8%, soil application of sulfur with a concentration of 6% according to the manufacturer's opinion and control without carbendazim and sulfur fungicide. For this purpose, an experiment was carried out in the form of a completely randomized block design with 4 treatments in 3 repetitions on the colonized cultivar. In each region, one palm tree with a history of date blossom rot disease was selected, and in each palm tree, 21 date palm trees were selected and marked to apply the treatments. The scoring scale of Al-Morsi *et al*. (2012), based on the percentage of infection and the rate of disease development was used to evaluate the disease. The percentage of infection in each repetition was calculated based on the ratio of infected clusters to all clusters, and the intensity of infection in each repetition was calculated based on the average ratio of infected tissue to the total tissue in each cluster. The yield of each treatment was measured separately in the harvest season based on measuring the weight of the bunches of each palm with a digital scale. The results showed that all the treatments, except for the sulfur soil application treatment, were significant in controlling date blossom rot disease at 1% and 5% levels, and the carbendazim fungicide treatment had the most effect.

Key words: Inflorescence rot, Fungicide, Khamedj, Khuzestan, Dates.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مطالعه و بررسی اثر قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد در کنترل بیماری زردی و خشکیدگی برگ‌های نخل خرما در خوزستان

مجید امانی[1*]، مسعود لطیفیان[2]، بهار راد[1]، احمد مستعان[1] و سارا احمدی‌زاده[1]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز ایران
۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *majidamani2008@yahoo.com*

چکیده

خرما یکی از محصولات مهم باغی استان خوزستان و یکی از منابع درآمدی کشاورزان شهرستان‌های آبادان و شادگان می‌باشد. زردی و خشکیدگی برگ با مصادف شدن شرایط مرطوب در اواخر زمستان و اوایل بهار همزمان با بارندگی، در مدت زمان کم‌تر از سه ماه موجب خشکیدگی تعداد زیادی از برگ‌های سبز می‌گردد. این بیماری که اواخر سال ۱۳۹۳ و ابتدای سال ۱۴۰۰ در بعضی از مناطق جنوبی استان شیوع پیدا نموده، باعث کاهش محصول می‌شود و در صورت گسترش و انتشار، تهدید جدّی برای نخلستان‌های سایر مناطق خواهد بود. با توجه به نقش قارچ‌های بیماری‌زا نظیر *Alternaria alternata*، *Nattrassia mangiferae* و*Serenomyces phoenicis* در گسترش بیماری و تأثیر قارچ‌کش‌ها و ترکیبات گوگردی با خاصیت قارچ‌کشی، در این تحقیق تأثیر کاربندازیم و گوگرد زرکوه برای کاهش درصد آلودگی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار در ۳ تکرار محلول پاشی و کاربرد خاکی بر روی رقم استعمران در شهرستان‌های آبادان و شادگان به مدت دو سال و شش ماه اجرا شد. پس از بازدید از نخلستان‌های دارای سابقه بیماری، از هر شهرستان یک نخلستان مبتلا به بیماری انتخاب گردید. در هر نخلستان تعداد ۲۱ نفر نخل به منظور تعیین درصد آلودگی و اعمال تیمارها انتخاب و علامت گذاری شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- شاهد بدون کاربرد گوگرد ۲- کاربرد قارچ‌کش کاربندازیم با غلظت ۱/۵ در هزار ۳- محلول پاشی ۴٪ گوگرد ۴- محلول‌پاشی ۶٪ گوگرد ۵- محلول‌پاشی ۸٪ گوگرد ۶- محلول پاشی + خاک کاربرد ۶٪ گوگرد و ۷- خاک کاربرد ۶٪ گوگرد مطابق درخواست شرکت تولیدکننده بود. برای ارزیابی تأثیر گوگرد روی میزان پیشرفت بیماری از سیستم نمره‌دهی استفاده شد. درصد آلودگی در هر تکرار براساس نسبت برگ‌های آلوده به کل برگ‌ها در هر تکرار بر اساس میانگین نسبت برگچه‌های آلوده به کل برگچه‌ها محاسبه گردید. میزان عملکرد هر تیمار به طور جداگانه در فصل برداشت محصول با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد. نتایج نشان داد تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ بر زردی برگ‌های نخل خرما در آبادان و شادگان در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار بوده و تیمارهای ۲ و ۵ بیشترین اثر داشته‌اند. تیمار ۷ نسبت به شاهد معنی‌دار نبود که نشانگر عدم اثر کاربرد خاکی گوگرد در جلوگیری از توسعه بیماری می‌باشد. همچنین کارآیی کنترل گوگرد معدنی زرکوه در مقایسه با قارچ‌کش کاربندازیم کمتر بود.

واژه‌های کلیدی: زردی برگ، گوگرد، قارچ‌کش، خرما، خوزستان.

مقدمه

خرما یکی از محصولات مهم باغی استان خوزستان محسوب می‌گردد. این استان با سطح زیرکشت بالغ بر ۴۲ هزار هکتار نخلستان و متوسط تولید حدود ۲۰۰ هزار تن در سال یکی از استان‌های مهم تولید خرما در کشور می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱). محصول خرما به لحاظ این که تنها منبع درآمدی کشاورزان شهرستان‌های عمده تولیدکننده مانند آبادان، شادگان و خرمشهر محسوب می‌گردد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (پژمان، ۱۳۸۰؛ مستعان و همکاران، ۱۳۹۷). تولید خرما در خوزستان به واسطه خشکسالی، چالش‌های تغییر اقلیم و شیوع بیماریهای نوظهور با مشکلات فراوانی روبه‌رو شده است. زردی و خشکیدگی برگ‌های نخل خرما (Yellowing & Leaf Blight of Date Palm) به عنوان یکی از چالش‌های اخیر، در بخش قابل توجهی از نخلستان‌های استان انتشار پیدا کرده است (امانی و همکاران، ۱۴۰۲) که براثر عوامل مختلف قارچی، فیتوپلاسمایی، ریزگردها، شوری و اقلیمی ایجاد می‌گردد. این بیماری، در سال‌های اخیر در برخی کشورهای تولید کننده خرما نظیر امارات، عراق، عربستان سعودی، پاکستان، فلسطین اشغالی، کالیفرنیا و تکزاس گزارش شده است (Elliott,

(*et al.*, 2006). براثر این بیماری، ۵-۳ ردیف از برگ‌های مسن‌تر و قدیمی‌تر نخل‌های مبتلا، دچار زردی و خشکیدگی زودرس شده و کاملاً خشکیده و از بین می‌روند. این زردی و خشکیدگی که براثر عوامل مختلف غیرزنده و زنده ایجاد می‌شود، روند افزایشی داشته و خسارت آن از سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ آغاز و تا کنون رو به افزایش بوده است. به طوری که در اوایل سال ۱۴۰۰ بخش زیادی از نخیلات خوزستان براثر خشکیدگی و مرگ زودرس برگ دچار کاهش عملکرد تولید محصول شده‌اند. این پدیده بر روی فتوسنتز نخل خرما تأثیرگذار است و چون با کاهش تولید نسبت مستقیم دارد، عملکرد را هم از لحاظ کیفی و هم از لحاظ کمّی کاهش می‌دهد (امانی و همکاران، ۱۴۰۲). این بیماری در سال ۱۳۹۳ در شهرستان‌های آبادان، دارخوین، شادگان و خرمشهر مشاهده گردیده و قارچ‌های *Nattrassia mangiferae*، *Pestalotiopsis palmarum*، *Alternaria alternata* و *Serenomyces phoenicis* از نخل‌های آلوده جداسازی و گزارش شده است (امانی، ۱۳۹۴). براساس مشاهدات میدانی، انواعی از علائم زردی و خشکیدگی غیر معمول در برگ‌های پایینی نخل خرما مشاهده گردید. اولین علائم بیماری در مرحله گرده‌افشانی از نوک برگ‌های آلوده شروع می‌شد. ابتدا نقاط و لکه‌های بسیار ریز زرد رنگ روی سطح برگچه‌های یک طرف برگ ظاهر می‌شد. سپس برگچه‌های تغییر رنگ داده به رنگ زرد مایل به نارنجی دیده می‌شدند. نوک برگچه‌ها دچار خشکیدگی شده و سپس کل برگچه خشک می‌شد. پس از آن برگچه‌های طرف دیگر برگ نیز از نوک شروع به خشک شدن می‌کردند و پس از ۳ تا ۴ هفته کل برگ به طور کامل دچار خشکیدگی می‌شد. با توجه به شدت بیماری چنانچه نسبت به کنترل آن به ویژه در نخلستان‌های رها شده اقدامی صورت نگیرد، در مدت زمان کوتاهی سایر نخلستان‌های همجوار دچار خسارت غیر قابل جبرانی خواهند شد. بنابراین مدیریت و کنترل عوامل خسارت‌زا به ویژه عوامل ایجاد زردی و خشکیدگی برگ جهت برنامه ریزی و مدیریت بیماری بسیار مهم و حیاتی است. در صورت پیشگیری و جلوگیری از انتقال عوامل بیماری و کاربرد ترکیبات گوگردی مؤثر، می‌توان خسارت و هزینه‌های کنترل را کاهش داد.

بررسی منابع علمی در مورد خشکیدگی برگ‌های نخل خرما نشان می‌دهد که اغلب گزارش‌ها به شناسایی عوامل زنده قارچی و فیتوپلاسمایی مربوط است و کنترل آن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بلایت و خشکیدگی قارچی برگ نخل خرما برای اولین بار در سال ۱۹۸۹ در کالیفرنیا توسط بار و همکاران (Barr et al., 1989) مورد مطالعه قرار گرفت و قارچ *S. californica* را از رقم *Washingtonia filifera* گزارش نمودند. سپس ال ملیجی (El-Meleigi, 2004) گونه *S. californica* را از مکه و ال اسدی (AL-Asadi, 2010) گونه *S. phoenicis* را از بصره به عنوان عامل بلایت و سوختگی برگ نخل خرما گزارش داده‌اند. عباس و همکاران (Abass *et al.*, 2013) قارچ *Nigrospora sphaerica* را به عنوان عامل لکه برگی نخل خرما در استان بصره عراق گزارش نمودند. در پاکستان نیز گزارش کاملی از خشکیدگی برگ و مرگ نخل‌های خرما از منطقه خیرپور انتشار یافته است (Maitlo et al., 2014). منصوری و کرد (۱۳۸۲) با مشاهده زردی عمومی و افتادگی برگ‌های نخل خرما در شهرستان کازرون واقع در استان فارس، قارچ *F. solani* را به عنوان عامل بیماری مرگ زرد (Yellow death) گزارش دادند. خشکیدگی برگ نخل خرما در استان کرمان توسط نجفی‌نیا و آزادوار در سال‌های۱۳۸۳-۱۳۸۱ مورد بررسی قرار گرفت و قارچ *N. mangifera* را به عنوان عامل خشکیدگی برگ خرما گزارش نمودند. تحقیقات قبلی در خوزستان نشان داده است قارچ‌های *N. mangiferae*، *P. palmarum*، *A. alternata* و یک گونه جدید به نام *S. phoenicis* در ایجاد این بیماری نقش دارند؛ ولی قارچ *Alternaria* بیشترین فراوانی را نشان داده است (امانی، ۱۴۰۲). علائم بیماری عمدتاً روی برگچه‌ها و به صورت لکه‌های گرد، مستطیلی شکل موازی با رگبرگ میانی و گاهی غیر منظم دیده می‌شوند. پیشرفت بیماری باعث زردی و خشکیدگی کامل برگچه‌ها و برگ‌ها شده و عملاً نقشی در فتوسنتز نخل نداشته و به عنوان منبع آلودگی روی تاج نخل محسوب می‌شوند (امانی، ۱۴۰۲). براساس تحقیقات انجام شده در عمان، کاربرد برخی قارچ‌کش‌های حفاظتی نظیر مانکوزب (دیتان ام ۴۵)، اکسی‌کلرورمس (چامپیون) و مانکورب+مس (تریمیلتوکس) قبل از بروز علائم و یا در مراحل اولیه بیماری لکه برگی، در کنترل بیماری مؤثر بوده است (Livingston et al., 2002). عباس و مازیل (Abass &Maziel, 2019) با محلول‌پاشی قارچ‌کش‌های کاربندازیم (۱/۵ در هزار)، دیفنوکونازول (۰/۷۵ در هزار) و مایکلوبوتانیل (۰/۷۵ در هزار) در بصره عراق نشان دادند که قارچ‌کش کاربندازیم قادر به کنترل بیماریهای خشکیدگی برگ ناشی از *S. phoenicis* و خامج ناشی از *Mauginiella scattae* بوده است.

در خصوص کنترل شیمیایی بیماری لکه‌برگی و خشکیدگی برگ نخل خرما در ایران تحقیقات اندکی انجام شده است. بررسی مقدماتی انجام شده توسط نجفی‌نیا (۱۴۰۱) نشان داده که محلول‌پاشی نخل‌های خرما با قارچ‌کش پروپیکونازول در کنترل لکه‌برگی خرما در جنوب

کرمان تأثیر کمی داشته است. اصلاحی و همکاران (۱۴۰۰) با بررسی تأثیر کاربرد قارچ‌کش‌ها روی بیماری لکه‌برگی خرما در خوزستان استفاده از قارچ‌کش فالکن یک در هزار، الیت ۲/۵ در هزار و پریویکورانرژی ۳ در هزار را هر ۱۵روز یکبار(سه مرتبه) با مشاهده اولین علائم توصیه کرده‌اند. نتایج نجفی‌نیا و همکاران (۱۴۰۱) در کرمان نشان داد که قارچ‌کش‌های کاپتان، آلیادو سی‌تی‌ال، مانکوزب، رورال تی‌اس و داکونیل به ترتیب با کارآیی کنترل ۹۳/۷، ۸۹/۷، ۸۸/۷، ۸۵/۵ و ۸۴/۱ درصد می‌تواند برای کنترل شیمیایی بیماری لکه برگی خرما مورد استفاده قرار گیرند. همان طوری که ملاحظه می‌شود، تا کنون هیچ مطالعه‌ای در خصوص ارزیابی تأثیر ترکیبات شیمیایی و معدنی گوگردی در کنترل بیماری زردی برگ‌های نخل خرما در دنیا صورت نگرفته است و این بررسی به منظور ارزیابی کارآیی گوگرد زرکوه با ۲۰ درصد گوگرد، به سفارش شرکت شیمی گستر رضوان برای اولین بار در کشور بر روی رقم استعمران در در شرایط نخلستان دو منطقه آبادان و شادگان با سابقه بیماری به مدت ۲ سال و شش ماه انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، از نخلستان‌های مناطق خرماخیز آبادان و شادگان بازدید به عمل آمد. در هر شهرستان یک نخلستان رقم استعمران با سابقه بیماری، انتخاب و نخل‌های دارای سابقه آلودگی تعیین و ۲۱ نخل علامت‌گذاری شدند. به منظور ارزیابی تأثیر گوگرد بر روی بیماری، آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار در ۳ تکرار به صورت محلول‌پاشی و کاربرد خاکی بر روی ۲۱ نفر نخل خرما اجرا شد. برگ‌های خشکیده و دارای علائم مراحل پیشرفته بیماری، قبل از اعمال تیمارها هرس، جمع‌آوری و سپس از نخلستان خارج شدند. سم‌پاش مورد استفاده برای محلول‌پاشی از نوع فرغونی ۱۰۰ لیتری بود و پس از کالیبراسیون، میزان محلول مصرفی برای هر نخل ۱۰ لیتر برآورد گردید. تیمارهای آزمایشی با سفارش شرکت شیمی گستر رضوان تولید کننده گوگرد معدن زرکوه با ۲۰ درصد گوگرد براساس درصد وزنی محاسبه و تعیین گردید که شامل:

T_1 : تیمار شاهد (بدون مصرف گوگرد)، T_2 : کاربرد قارچ‌کش کاربندازیم با غلظت ۱/۵ در هزار، T_3 : محلول پاشی ۴٪ گوگرد، T_4 : محلول پاشی ۶٪ گوگرد، T_5 : محلول پاشی ۸٪ گوگرد، T_6 : محلول پاشی+ خاک کاربرد ۶٪ گوگرد و T_7 : خاک کاربرد ۶٪ گوگرد بودند. تیمارهای خاک کاربرد در سایه انداز نخل به عمق ۳۰ سانتی‌متر به صورت چالکود در فصل زمستان با خاک مخلوط گردید. در تیمار محلول‌پاشی در اواخر زمستان و قبل از ظهور اسپات‌ها، نخل‌ها با گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم با استفاده از سمپاش فرغونی، محلول‌پاشی شدند. در تیمارهای محلول‌پاشی+ خاک کاربرد نیز در اواخر زمستان و قبل از ظهور اسپات‌ها، یک بار محلول‌پاشی با استفاده از سمپاش فرغونی و مخلوط گوگرد با خاک به صورت نواری و چالکود در سایه انداز نخل انجام شد. برای تعیین درصد وقوع آلودگی (Disease incidence)، با تعیین برگ‌های آلوده در هر نخل مطابق روش عبدالله و همکاران (Abdalla et al., 2000) اقدام و محاسبه انجام شد. برای این منظور، تعداد کل برگ‌های سالم و آلودهٔ هر نخل در هر تیمار و تکرار شمارش شد و سپس نسبت برگ‌های آلوده به سالم محاسبه گردید. برای ارزیابی میزان پیشرفت زردی و خشکیدگی برگ‌های تاج از سیستم نمره‌دهی استفاده شد. برای اندازه‌گیری درصد وقوع آلودگی، ابتدا تعداد برگ‌های آلوده در هر نخل شمارش گردید و سپس نسبت برگ‌های آلوده به سالم محاسبه شد. برای این منظور سه برگ آلوده ردیف‌های اول تا سوم پایینی انتخاب و از نظر مشاهده ظاهری، درصد آلودگی در هر برگ یادداشت‌برداری شد. در هر برگ نیز تعداد ۳ برگچه به فواصل مساوی از نوک برگ به سمت تنه، انتخاب شدند. سپس شدت آلودگی برگچه‌های برگ‌های آلوده درجه‌بندی شد. برای ارزیابی و اندازه‌گیری شدت بیماری (Disease Severity)، میزان پیشرفت زردی و خشکیدگی برگ‌های تاج از سیستم نمره‌دهی استفاده شد. بدین طریق به برگچه برگ‌هایی که پس از بررسی کامل عاری از بیماری بودند، مطابق جدول ۱ عدد (۱) و برگچه برگ‌هایی که آلودگی خیلی شدید داشتند، عدد(۵) داده شد (۵-۱ با دامنه خیلی ضعیف تا خیلی شدید). درجه آلودگی سایر برگ‌ها به تناسب بین این دو عدد قرار گرفت (Abdalla et al., 2000).

جدول ۱- سیستم امتیازدهی بر اساس درصد آلودگی و شدت بیماری (Abdalla et al., 2000).

شاخص	نمره و درصد
برگچه سالم و بدون علائم	۰ =۰٪
نقاط و لکه‌های کوچک زرد خیلی خفیف	۱=۱۰-۱٪
علائم آبسوختگی و لکه‌های نکروز کوچک	۲=۲۵-۱۱٪

لکه‌های تیره با حاشیه زرد پراکنده	۳=۵۰-۲۶٪
لکه‌های گسترده، پژمردگی و نکروز برگچه	۴=۷۵-۵۱٪
نکروز پیشرفته و مرگ کامل برگچه	۵=۱۰۰-۷۶٪

برای اندازه‌گیری درصد آلودگی و شدت بیماری در شاهد و تیمارها، پس از انتخاب سه برگ آلوده، درصد و شدت آلودگی برگچه‌ها در هر برگ به صورت چشمی تعیین و یادداشت‌برداری شد و با استفاده از فرمول‌های ذیل به روش Abdalla و همکاران (2000) محاسبه گردید.

$$\text{درصد آلودگی}(\%) = \frac{\text{تعداد برگ‌های آلوده}}{\text{تعداد کل برگ‌های نخل}} \times ۱۰۰$$

برای تعیین میزان پیشرفت زردی و خشکیدگی برگ‌های تاج از سه برگ آلوده، بر اساس تعداد لکه‌ها یا سطح آلوده برگ اسکیل تهیه و نمره داده شد. به طور تصادفی ۳ برگچه از قسمت‌های مختلف برگ جدا و بر اساس نمره‌دهی مطابق فرمول زیر شدت آلودگی هر نخل به روش (Abdalla et al., 2000) محاسبه شد.

$$\text{Disease severity index (\%)} = [\Sigma (a) + (b) + (c)/ 5N] \times 100$$

در این فرمول، (a، b و c)= نمره هر شاخص توصیفی برای ۳ برگ، N = تعداد کل برگ‌ها در نظر گرفته شده است.

به منظور بررسی میزان تأثیر کاربرد گوگرد زرکوه بر روی درصد و شدت آلودگی تیمارها به بیماری، بعد از تصحیح آماری داده‌ها به کمک روش آبوت (Abbott) درصد تأثیر تیمارها بر بیماری محاسبه و سپس به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن تیمارها با هم مقایسه گردید. درجه تأثیر گوگرد بر میزان آلودگی و همچنین میزان عملکرد تیمارها براساس توزین میوه‌های هر نخل از طریق تجزیه و تحلیل رابطه همبستگی و محاسبه ضریب همبستگی به کمک نرم افزار IBM SPSS Statistics 27.0.1.0 مورد بررسی قرار گرفت (Gogtay and Thatte, 2017).

نتایج و بحث

در اواخر زمستان پس از بارندگی در اسفند ماه، انواعی از علائم زردی و خشکیدگی غیر معمول، لکه برگی گرد، لکه مستطیلی، لکه قهوه‌ای و خشکیدگی در برگ‌های پایینی نخل‌های خرما مشاهده شد. علائم بیماری ابتدا به صورت لکه‌های زرد کشیده و سپس به رنگ قهوه‌ای کاملاً تیره و یا با حاشیه تیره و مرکز روشن به ابعاد ۱۰× ۵-۱ میلی‌متر ظاهر شدند (شکل ۱). در مراحل خیلی پیشرفته بیماری، گاهی این لکه‌ها به هم وصل شده و لکه‌های بزرگتری را تشکیل می‌دادند. علاوه بر برگچه‌ها، لکه‌ها روی خارها، محور اصلی برگ و همچنین دمبرگ با فراوانی کمتر دیده شدند. در نهایت با پیشرفت بیماری زردی و خشکیدگی کامل برگچه‌ها و برگ‌ها مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۱- علائم و گسترش زردی و لکه برگی ناشی از *Alternaria* و *Serenomyces* در سطح برگ‌چه‌های آلوده تیمار شاهد در تیر ماه.



شکل ۲- علائم و گسترش زردی و خشکیدگی برگ ناشی از *Fusarium* و *Nattrassia* در نخل‌های مبتلا در تیمار شاهد.

پس از اعمال تیمارهای آزمایشی نمونه‌برداری انجام شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری قارچ‌های *Nattrassia mangiferae*، *Fusarium* sp.، *Alternaria alternata* و *Serenomyces* sp. از برگ‌های دارای علائم لکه برگی و زردی تیمارهای شاهد، محلول پاشی ۴٪ گوگرد و کاربرد خاکی ۶٪ گوگرد جداسازی شدند؛ ولی از نمونه‌های سایر تیمارها هیچ‌گونه قارچی جداسازی نشد. قارچ‌های عامل بیماری از برگ‌های دارای علائم زردی و لکه‌برگی پس از کشت روی پتری حاوی سیب‌زمینی دکستروز آگار (PDA) بر اساس مشخصات مورفولوژی کلنی و بررسی میکروسکوپی میسلیوم و کنیدیا مطابق روش عبدالله و همکاران (۲۰۰۵)، شناسایی شدند.



شکل ۳- اعمال تیمارهای آزمایشی محلول پاشی و خاک کاربرد.

بر اساس مشاهدات صورت گرفته، زردی و خشکیدگی در برگ‌های سه ردیف پایینی همراه با علائم لکه برگی و خشکیدگی کامل مشاهده و ثبت شد. سپس ضمن تعیین درصد آلودگی وزن خوشه‌های هر تیمار مشخص گردید.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری تأثیر گوگرد زرکوه و قارچ‌کش کاربندازیم طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۸ در در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن تأثیر قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد زرکوه در کاهش پیشرفت بیماری در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد میان تیمارها وجود دارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه در بیماری زردی برگ نخل خرما در آبادان.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	P	سطح معنی دار
مدل تصحیح شده	۹	۵۲/۰۴۸	۵/۷۸۳	۵/۲۷۳	۰/۰۰۰**
مقدار ثابت	۱	۴۱۴/۸۵۷	۴۱۴/۸۵۷	۳۷۸/۲۶۹	۰/۰۰۰**
سال	۱	۳/۴۲۹	۳/۴۲۹۹	۳/۱۲۶	۰/۰۸۷ns
تیمار	۶	۴۸/۴۷۶	۸/۰۷۹	۷/۳۶۷	۰/۰۰۰**
تکرار	۲	۰/۱۴۳	۰/۰۷۴	۰/۰۶۵	۰/۹۳۷ns

خطا	۳۲	۳۵/۰۹۶	۱/۰۹۷
کل	۴۲	۵۰۲/۰۰۰	
کل اصلاح شده	۴۱	۸۷/۱۴۳	

ns اختلاف معنی دار وجود ندارد. *اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. **اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

براساس نتایج مندرج در جدول ۲ اثر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر زردی برگ‌های نخل خرما در آبادان در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه در بیماری زردی برگ نخل خرما در شادگان.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	P	سطح معنی دار
مدل تصحیح شده	۹	۵۹/۴۲۹	۶/۶۰۳	۴/۰۴۹	۰/۰۰۰۲**
مقدار ثابت	۱	۴۴۰/۳۸۱	۴۴۰/۳۸۱	۲۷۰/۰۱۵	۰/۰۰۰**
سال	۱	۱/۵۲۴	۱/۵۲۴	۰/۹۳۴	۰/۳۴۱ns
تیمار	۶	۵۱/۲۸۶	۸/۵۴۸	۵/۲۴۱	۰/۰۰۱**
تکرار	۲	۶/۶۱۹	۳/۳۱۰	۲/۰۲۹	۰/۱۴۸ns
خطا	۳۲	۵۲/۱۹۰	۱/۶۳۱		
کل	۴۲	۵۵۲/۰۰۰			
کل اصلاح شده	۴۱	۱۱۱/۶۱۹			

ns اختلاف معنی دار وجود ندارد. *اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. **اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

براساس نتایج مندرج در جدول ۳ ، اثر تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه بر زردی برگ‌های نخل خرما در شادگان در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۴- نتایج آزمون دانکن مقایسه تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه در بیماری زردی برگ نخل خرما در آبادان.

		گروه‌بندی تیمارها			
تیمار	N	زردی برگ	سطح معنی دار	خشکیدگی برگ	سطح معنی دار
T_2	۶	۲/۰۰۰^{a}	۰/۴۵۹	۲/۶۶۶۷^{ab}	۰/۱۱۸
T_5	۶	۲/۱۶۶۷^{a}	۰/۴۵۹	۲/۳۳۳۳^{a}	۰/۱۹۲
T_4	۶	۲/۳۳۳۳^{a}	۰/۴۵۹	۲/۶۶۶۷^{ab}	۰/۱۱۸
T_3	۶	۲/۵۰۰۰^{a}	۰/۴۵۹	۳/۶۶۶۷^{b}	۰/۱۱۸
T_6	۶	۳/۸۳۳۳^{b}	۰/۱۲۷	۳/۲۶۶۷^{ab}	۰/۱۱۸
T_7	۶	۴/۳۳۳۳^{b}	۰/۱۲۷	۵/۵۰۰۰^{c}	۱/۰۰۰
T_1	۶	۴/۸۳۳۳^{b}	۰/۱۲۷	۵/۵۰۰۰^{c}	۱/۰۰۰

جدول ۵- نتایج آزمون دانکن مقایسه تیمارهای مختلف گوگرد زرکوه در بیماری زردی برگ نخل خرما در شادگان.

		گروه‌بندی تیمارها			
تیمار	N	زردی برگ	سطح معنی‌دار	خشکیدگی برگ	سطح معنی دار
T_5	۶	۲/۱۶۶۷^{a}	۰/۴۱۸	۲/۸۳۳۳^{a}	۰/۱۱۰
T_2	۶	۲/۱۶۶۷^{a}	۰/۴۱۸	۲/۵۰۰۰^{a}	۰/۱۱۰
T_3	۶	۲/۱۶۶۷^{a}	۰/۴۱۸	۳/۶۶۶۷^{b}	۰/۱۱۰
T_4	۶	۲/۸۳۳۳^{ab}	۰/۱۸۵	۲/۸۳۳۳^{a}	۰/۱۱۰
T_6	۶	۳/۸۳۳۳^{b}	۰/۲۱۰	۳/۵۰۰۰^{b}	۰/۱۱۰

T_7	۶	۴/۶۶۶۷^{b}	۰/۲۱۰	۵/۱۶۶۷^{c}	۰/۰۷۰
T_1	۶	۴/۸۳۳۳^{b}	۰/۲۱۰	۵/۱۶۶۷^{c}	۰/۰۷۰

همان طوری که در جدول‌های شماره ۴ و ۵ ملاحظه می‌شود، بیشترین پیشرفت آلودگی زردی و خشکیدگی برگ نخل خرما در تیمارهای کاربرد خاکی گوگرد ۶٪ و محلول‌پاشی+ کاربرد خاکی ۶٪ گوگرد مشاهده می‌شود. همچنین تعداد برگ‌های آلوده به زردی و خشکیدگی در تیمار کاربرد خاکی گوگرد ۶٪ از سایر تیمارها بیشتر می‌باشد که نشانگر عدم اثر کاربرد خاکی گوگرد در جلوگیری از توسعه بیماری می‌باشد. از طرفی وزن خوشه‌های برداشت شده در تیمارهای کاربرد خاکی گوگرد بیشتر از تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی بود که می‌تواند به دلیل مصرف گوگرد به عنوان یکی از عناصر غذایی مورد نیاز نخل نقش داشته است.

بیماری زردی و خشکیدگی برگ‌های نخل خرما یکی از چالش‌های مهم در اغلب مناطق نخل‌کاری جهان محسوب می‌شود. این بیماری در مناطق خرماخیز جنوبی استان خوزستان گسترش یافته و آسیب قابل توجهی به وضعیت اقتصادی–اجتماعی صنعت نخل خرما در منطقه وارد کرده است. بررسی‌های قبلی نشان داده که پیشرفت بیماری باعث خشکیدگی کامل برگچه‌ها شده و عملاً این برگچه‌ها نقشی در فتوسنتز ندارند و منبع آلودگی روی نخل و نخلستان محسوب می‌شوند. بنابراین، قبل از اعمال تیمارها، برگ‌های مسن و دارای علائم پیشرفته بیماری هرس و از نخلستان خارج شدند که این امر خود در کاهش منبع اینوکولوم قارچ مؤثر است. در این تحقیق به منظور بررسی کارآیی قارچ‌کش کاربندازیم و گوگرد مطابق تحقیقات انجام شده در سایر کشورهای تولید کننده خرما (livinstone et al., 2002, Saeed *et al.*, 2016)، برای اولین بار در شرایط نخلستان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد کاربرد، قبل از شروع بیماری در مراحل اولیه شروع علائم بیماری می‌تواند در کاهش شدت بیماری مؤثر باشد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق انجام شده در بصره عراق با کاربرد قارچ‌کش‌های کاربندازیم، دیفنوکونازول و مایکلوبوتانیل که توانسته بود در کاهش شدت بیماریهای خشکیدگی برگ ناشی از *S. phoenicis* و خامج ناشی از *Mauginiella scattae* مؤثر باشند، مطابقت دارد (Abass and Maziel, 2019). با توجه به این که گوگرد از جوانه زدن هاگ قارچها جلوگیری می‌کند، باید قبل از شیوع بیماری اعمال شود تا مؤثر واقع گردد (Beckerman, 2016). بنابراین کاربرد گوگرد و قارچ‌کش‌های سیستمیک و محافظتی برای کنترل بیماری زردی و خشکیدگی برگ، باید در مراحل اولیه و قبل از شروع علائم بیماری استفاده شوند. نتایج تیمار شاهد نشان داد در صورتی‌که هیچ مراقبتی انجام نشود، بیماری قادر است به طور کامل باعث خشک شدن برگ‌ها شود. لکه‌های برگی منجر به زردی، خشک شدن برگچه‌ها و برگ‌ها و کاهش سطح سبز نخل بیمار شده و در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود. هر چند در این تحقیق میزان دقیق خسارت و کاهش عملکرد ناشی از بیماری محاسبه نگردید؛ ولی تحقیقات قبلی نشان داده که کاهش سطح سبز برگ و کاهش میزان فتوسنتز، باعث کاهش عملکرد تولید میوه می‌شود (Livingston et al., 2002). نتایج ارزیابی درصد آلودگی و شدت بیماری تیمارهای شاهد و کاربرد خاکی گوگرد ۶٪ نشان داد بیشترین پیشرفت آلودگی زردی و خشکیدگی برگ نخل خرما را دارند. همچنین تعداد برگ‌های آلوده به زردی و خشکیدگی در تیمار کاربرد خاکی گوگرد ۶٪ از سایر تیمارها بیشتر بود که نشانگر عدم اثر کاربرد خاکی گوگرد در جلوگیری از توسعه بیماری می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد گوگرد معدنی زرکوه در مقایسه با قارچ‌کش کاربندازیم مورد استفاده، کارآیی کنترل کمتری داشته؛ ولی جهت کاهش ریسک مقاومت در قارچ‌های عامل بیماری، می‌تواند در تناوب با سایر قارچ‌کش‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر. و هلدا عبدشاه. ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

امانی، م. ۱۳۹۴. وقوع *Serenomyces* sp. مرتبط با سوختگی برگ نخل خرما در ایران. چکیده مقالات دومین کنگره قارچ‌شناسی ایران، ۱–۳ شهریورماه، دانشگاه تهران–کرج، ایران.

امانی، م. ۱۳۹۶. جداسازی و شناسایی قارچ‌های مرتبط با سوختگی برگ نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) در استان خوزستان. خلاصه مقالات سومین کنگره قارچ‌شناسی ایران، ۴–۶ شهریور، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

امانی، م.، فرخی‌نژاد، ر. و مهرابی کوشکی، م. ۱۳۹۷. وقوع خشکیدگی برگ نخل خرما ناشی از *Pestalotiopsis palmarum* در خوزستان. خلاصه مقالات بیست و سومین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، ۵–۸ شهریور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

امانی، م. ۱۳۹۷. گزارش نهایی بررسی وجود عوامل بیماری‌زای قارچی در ایجاد یا تشدید عارضه خشکیدگی سریع برگ نخل خرما در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

امانی، م. ۱۴۰۲. گزارش نهایی پایش و ردیابی زردی و خشکیدگی برگ‌های نخل خرما در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

اصلاحی، م.ر. و امانی، م. ۱۴۰۰. بررسی کنترل شیمیایی خشکیدگی برگ خرما ناشی از عوامل بیمارگر قارچی در استان خوزستان. انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان.

بنی‌هاشمی، ض. ۱۳۹۲. تغذیه معدنی و بیماری‌های گیاهی. نشر آییژ، ۳۶۴ ص.

پژمان، ح. ۱۳۸۰. راهنمای خرما (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی، تهران، ۲۶۶ ص.

راه‌خدایی، ا. ۱۳۸۲. بررسی اثر عوامل آب‌وهوایی بر روی عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. گزارش نهایی. مؤسسه تحقیقات خرما، ۳۷ ص.

قاسمی، ک. ۱۳۹۶. نقش گوگرد در مدیریت بیماری‌های گیاهی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی، ۷(۱): ۶۳–۷۲.

کرمپور، ف. ۱۳۸۲. بررسی امکان دخالت عوامل فیتوپلاسمایی و باکتری‌های بیماری‌زا در ایجاد عارضه خشکیدگی خوشه خرما. چکیده یافته‌های تحقیقاتی عارضه خشکیدگی خوشه خرما، مؤسسه تحقیقات خرما، ۲۸ ص.

لطیفیان، م. و امانی، م. ۱۴۰۰. پیش‌آگاهی و ردیابی عارضه زردی و خشکیدگی برگ خرما در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

محبی، ع. و لیزا نبهانی. ۱۳۹۰. اصول و مبانی تغذیه نخل خرما. انتشارات کتیبه سبز.

مستعان، ا.، لطیفیان، م.، تراهی، ع.، امانی، م.، محبی، ع. و مجید علی‌حوری. ۱۳۹۷. راهنمای فنی کاشت، داشت و برداشت خرما. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

نجفی‌نیا، م. و آزادوار، م. ۱۳۸۷. خشکیدگی برگ درختان خرما ناشی از قارچ *Nattrassia mangiferae* در استان کرمان. مجله دانش گیاه‌پزشکی ایران. انتشارات دانشگاه تهران.

نجفی‌نیا، م. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر برخی قارچ‌کش‌های شیمیایی در کنترل بیماری‌های لکه برگی خرما (*Phoenix dactylifera*) در استان کرمان. انتشارات مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی.

Abass, M.H. and Maziel, M.M. 2019. Chemical control of leaf blight and inflorescence rot diseases on date palm in large-scale field trials in Basrah, Iraq. Basrah Journal of Date Palm Research, 18(1): 1–5.

Abdalla, M.Y., Al-Rokibah, A., Moretti, A. and Mule, G. 2000. Pathogenicity of toxigenic *Fusarium proliferatum* from date palm in Saudi Arabia. Plant Disease, 84: 321–324.

Ahmed, I., Muhammad Abid, M., Hussain, F., Abbas, S.Q. and Rao, T.A. 2016. Pathogenic fungi associated with date palm trees in Turbat, Balochistan. International Journal of Biology and Biotechnology, 3(1): 33–38.

Anderson, S. 2002. The relationship between nutrients and other elements to plant disease. Natlarb, TCIMar 2002: 5.

Barr, M.E., Ohr, H.D. and Murphy, M.K. 1989. The genus *Serenomyces* on palms. Mycologia, 81: 47–51.

Barr, M.E., Ohr, H.D., Ferin, D.M. and Ocampo. 1997. A new species of *Seranomycetes* from date palm. Mycotaxon, 61: 481–484.

Beckerman, J. 2016. Disease management strategies: Using organic fungicides. Disease Management Strategies Series, Purdue University, BP-69.

Broschat, T.K. 2002. Palm nutrition guide. University of Florida, EDIS.

Chase, A.R. and Broschat, T.K. 1991. Diseases and disorders of ornamental palms. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 56 pp.

Chase, A.R. and Broschat, T.K. 1992. Disease and disorder of ornamental palms. APS Press, 58 p.

Currah, R.S. and Stockey, R.S. 1991. A fossil smut fungus from the anthers of an Eocene angiosperm. Mycologia, 90(4): 667–673.

Currah, R.S., Stockey, R.S. and LePage, B.A. 1998. An Eocene tar spot on a fossil palm and its fungal hyperparasite. Nature, 350: 698–699.

Djerbi, M. 1983. Diseases of date palm (*Phoenix dactylifera*). Regional Project for Palm and Dates Research Center in Near East, North Africa (FAO), Baghdad, Iraq, 106 pp.

El-Arosi. 1982. El-Wijam, decline date palm. Al-Hassa, K.F.U., Saudi Arabia.

Elliott, M.L. and Des Jardin, E.A. 2006. First report of *Cocoicola californica* on *Washingtonia robusta* in Florida. Online. Plant Health Progress.

Elliott, M.L. 2012. Petiole (rachis) blight of palm. University of Florida, EDIS.

Elliott, M.L. 2012. First report of Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *palmarum* on Canary Island date palm in Florida. Plant Disease, 96: 356.

Ghayeb, M.Z. and Eslahi, R. 2019. Molecular study of two distinct phytoplasma species associated with streak yellows of date palm in Iran. Journal of Phytopathology, 167: 19–25.

Hanlin, R.T. 1990. Illustrated genera of Ascomycetes. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 263 p.

Hyde, K.D. and Cannon, P.F. 1999. Fungi causing tar spots on palms. Mycological Papers, 175. CABI Publishing, Wallingford, U.K.

Klikocka, H., Haneklaus, S., Bloem, E. and Schnug, E. 2005. Influence of sulfur fertilization on infection of potato tubers with *Rhizoctonia solani* and *Streptomyces scabies*. Journal of Plant Nutrition, 28: 819–833.

Louver, J. and Toutain, G. 1981. Bayoud, Fusarium wilt of date palm. In: *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*, Nelson, P.E., Tousson, T.A. and Cook, R.J. (eds.), pp. 13–20. Pennsylvania State Press, University Park and London.

Maitlo, W.A., Markhand, G.S., Abul-Soad, A.A., Lodhi, A.M. and Jatoi, M.A. 2014. Fungi associated with sudden decline disease of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) and its incidence at Khairpur, Pakistan. Pakistan Journal of Phytopathology, 26: 67–73.

Mansoori, B. 2003. Yellow death: A disease of date palm in Iran caused by *Fusarium solani*. Iranian Journal of Plant Pathology, 39: 77–81.

Mansoori, B. and Kord, M.H. 2006. Yellow death: A disease of date palm in Iran caused by *Fusarium solani*. Journal of Phytopathology, 154: 125–127.

Miwase, W. and Kapooria, R. 2000. Incidence and severity of frogeye leaf spot and associated losses in soybeans in agro-ecological zone II of Zambia. Mycopathologia, 149(2): 73–78.

Mohamed, A. El-Meleigi. 2004. First report on two new diseases of date palm (*Phoenix dactylifera*), rachis blight caused by *Serenomyces californica* and wilt of fruit bunch caused by *Fusarium moniliforme* in Saudi Arabia. King Saud University, Gassim Branch.

Ramiz, M.S. Al-Asadi. 2010. Histological study of infected date palm leaves by rachis blight caused by *Serenomyces phoenicis* and their control. Date Palm Research Center, University of Basrah.

Rashed, M.F. and Abdel Hafeez, N.E. 2001. Decline of date palm trees in Egypt. 2nd International Conference on Date Palm, 25–27 March, Al Ain, UAE, p. 401–407.

Rausch, T. and Wachter, A. 2005. Sulfur metabolism: A versatile platform for launching defense operations. Trends in Plant Science, 10: 503–509.

Saeed, E.E., Sham, A., El-Tarabily, K., Abu Elsamen, F., Iratni, R. and AbuQamar, S.F. 2016. Chemical control of black scorch disease on date palm caused by the fungal pathogen *Thielaviopsis punctulata* in United Arab Emirates. Plant Disease, 100(12): 2370–2376.

Sarhan, A.R.T. 2001. A study of fungi causing decline of date palm trees in middle of Iraq. 2nd International Conference on Date Palm, 25–27 March, Al Ain, UAE, pp. 424–430.

Simone, G.W. 2004. Rachis blight. In: *Compendium of Diseases and Disorders of Ornamental Palms*, Elliott, M.L., Broschat, T.K., Uchida, J.Y. and Simone, G.W. (eds.), pp. 33–34. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

Yanna, Ho, W.H. and Hyde, K.D. 2002. Fungal succession on fronds of *Phoenix hanceana* in Hong Kong. In: *Fungal Succession*, Hyde, K.D. and Jones, E.B.G. (eds.). Fungal Diversity, 10: 185–211.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation & Evaluation on the effect of Carbendazim & sulfur fungicides in controlling yellowing and date palm leaves blight in Khuzestan

Majid Amani[1*], Masoud Latifyan[2], Bahar Rad[1], Ahmad Mostaan[1] and Sara Ahmadizadeh[1]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
2. Temperate Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
Corresponding Author: majidamani2008@yahoo.com

Abstract

Dates are one of the important products of Khuzestan province and one of the sources of income for farmers in Abadan and Shadgan regions. Yellowing and drying of leaves due to the coincidence of humid conditions in late winter and early spring at the same time as rain, causes a large number of green leaves to dry up in a period of less than three months. This disease, which has spread in some southern regions of the province since 2016 and the beginning of 2022, causes a decrease in the yield, and if it spreads and spreads, it will be a serious threat to the groves of other regions. Considering the role of pathogenic fungi such as *Alternaria alternata*, *Nattrassia mangiferae* and *Serenomyces phoenicis* in the spread of disease and the effect of sulfur compounds with fungicidal properties, in this research the effect of Zarkoh sulfur to reduce the percentage of contamination was investigated. For this purpose, an experiment was conducted in the form of a completely randomized block design with 7 treatments in 3 repetitions of foliar spraying and soil application on the colonized variety in Abadan and Shadgan cities for two years and six months. After visiting the groves with a history of disease, one diseased grove was selected from each city. In each grove, 21 palm trees were selected and marked in order to determine the percentage of contamination and apply the treatments. Experimental treatments include 1- control without sulfur application 2- application of carbendazim fungicide with a concentration of 1.5 per thousand 3- foliar spraying of 4% sulfur 4- foliar spraying of 6% sulfur 5- foliar spraying of 8% sulfur 6- foliar spraying + 6% sulfur application soil and 7- 6% sulfur application soil was according to the manufacturer's request. A scoring system was used to evaluate the effect of sulfur on the progress of the disease. The percentage of infection in each repetition was calculated based on the ratio of infected leaves to all leaves in each repetition based on the average ratio of infected leaves to all leaves. The yield of each treatment was measured separately in the harvest season with a digital scale. The results showed that treatments 2, 3, 4 and 5 were significant on the yellowing of date palm leaves in Abadan and Shadgan at the level of 1 and 5%, and treatments 2 and 5 had the most effect. Treatment 7 was not significant compared to the control, which indicates the lack of effect of soil application of sulfur in preventing the development of the disease. Also, the effectiveness of Zarkoh mineral sulfur control was lower compared to carbendazim fungicide.

Keywords: Leaf yellowing, Sulphur, Fungicide, Date palm, Khuzestan.

بررسی و پراکندگی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در ارقام مختلف استان خوزستان

مجید امانی[1*]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز ایران

*نویسنده مسئول: *majidamani2008@yahoo.com*

چکیده

خرما یکی از محصولات مهم باغی مناطق جنوبی استان خوزستان محسوب می‌گردد. این استان با سطح زیر کشت بالغ بر ۴۰ هزار هکتار نخلستان و متوسط تولید حدود ۲۰۰ هزار تن در سال یکی از استان‌های مهم تولید خرما در کشور می‌باشد. بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج) ناشی از قارچ‌های *Mauginiella scaettae* و *Fusarium proliferatum* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های نخل خرما در خوزستان است. شیوع و گسترش این بیماری در اکثر نخلستان‌های مناطق جنوبی استان سبب خسارت زیادی به محصول خرما شد. این مطالعه به منظور تعیین پراکنش بیماری و بررسی میزان حساسیت ارقام مختلف در نخلستان‌های مناطق آبادان، اهواز، خرمشهر، شادگان و بهبهان اجرا گردید. در اواخر بهمن‌ماه ۱۴۰۰ نخلستان‌ها و نخل‌های مشکوک به بیماری انتخاب و علامت گذاری شدند. در اسفندماه بازدید و نمونه‌برداری به صورت تصادفی انجام گرفت و تا اوایل اردیبهشت ۱۴۰۳ ادامه داشت. براساس بازدیدهای میدانی انجام شده، علائم بیماری در نخلستان‌های آبادان، اهواز، بهبهان، خرمشهر، دارخوین، شادگان و ماهشهر مشاهده گردید. پس از نمونه‌برداری و جمع‌آوری اندام‌های آلوده و انتقال به آزمایشگاه ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری و سپس کشت روی محیط PDA، قارچ‌های *M. scaettae*، *F. anulatum* و *F. proliferatum* جداسازی شدند که *F. anulatum* بیش‌ترین فراوانی را داشت. درصد آلودگی، شدت بیماری و پراکنش بیماری طی دو سال ۱۴۰۲-۱۴۰۰ تعیین و عملکرد تیمارها نیز در شهریورماه اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل توصیفی داده‌ها و درصد آلودگی و شدت بیماری به کمک روش‌های آماری محاسبه و میزان حساسیت و تحمل ارقام مشخص گردید. میزان عملکرد تیمارها براساس توزین میوه‌های هر نخل در فصل برداشت محاسبه و با هم مقایسه شدند و میزان خسارت بیماری در هر رقم تعیین گردید. بالاترین درصد آلودگی در ارقام غنامی، وردی، استعمران، برحی، کبکاب و خاصی مشاهد شد و کمترین درصد آلودگی در ارقام بریم، دیری، فرسی و زاهدی در نخلستان‌های آلوده مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی، گل آذین، خامج، بیماری، خوزستان.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

استان خوزستان با بیش از ۴۰ هزار هکتار نخلستان و تولید سالانه قابل‌توجه خرما، یکی از مناطق مهم خرماخیز کشور است و این محصول نقش مهمی در اقتصاد و معیشت کشاورزان استان دارد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱). با این حال، تغییرات اقلیمی و نوسانات دما و رطوبت، زمینه بروز و گسترش بیماری‌های نخل خرما، از جمله پوسیدگی گل‌آذین یا خامج را فراهم کرده است. این بیماری در سال‌های اخیر در بسیاری از نخلستان‌های استان گسترش یافته و موجب خسارت به محصول شده است (امانی و همکاران، ۱۴۰۲).

پوسیدگی گل‌آذین یک بیماری قارچی است که با ایجاد کپک‌زدگی، پوسیدگی و سوختگی در اسپات‌ها و گل‌آذین‌های نر و ماده، می‌تواند موجب کاهش شدید میوه‌نشینی و در موارد شدید، از بین رفتن کامل محصول شود (امانی و همکاران، ۱۴۰۲). شرایط مرطوب، بارندگی و سیلاب در اواخر زمستان ۱۳۹۷ و اوایل بهار ۱۳۹۸ موجب تشدید بیماری و پوسیدگی شدید اسپات‌ها در مناطق آبادان، بهبهان، خرمشهر و شادگان شد (امانی، ۱۳۹۷). برآوردها نشان می‌دهد این بیماری در برخی مناطق خسارت قابل‌توجهی ایجاد کرده و حدود ۱۵ درصد کاهش عملکرد محصول را به همراه داشته است (امانی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، آلودگی بیماری در بخش قابل‌توجهی از

نخلستان‌های استان گزارش شده است؛ به‌طوری‌که در سال ۱۳۷۳ میزان آلودگی در آبادان، شادگان و رامین به‌ترتیب ۳۸، ۵۷ و ۲۲ درصد برآورد شد (شتاب بوشهری، ۱۳۷۳).

مشاهدات میدانی زمستان ۱۴۰۰ نیز بروز علائم شدید بیماری، به‌ویژه در ارقام استعمران، برحی و خاصی، را نشان داد. علائم از نوک اسپات با ظهور لکه‌های قهوه‌ای آغاز شده و با سیاه‌شدن گل‌ها، سوختگی و خشکیدگی گل‌آذین ادامه می‌یافت؛ به‌گونه‌ای که در گل‌آذین‌های آلوده میوه تشکیل نمی‌شد. اگرچه مطالعاتی در زمینه کنترل شیمیایی بیماری انجام شده است، اطلاعات کافی درباره پراکنش بیماری و حساسیت ارقام مختلف خرما در استان وجود ندارد. ازاین‌رو، شناسایی ارقام حساس و متحمل و تعیین پراکنش و شدت بیماری برای مدیریت و کنترل آن ضروری است.

بر این اساس، این مطالعه طی دو سال و شش ماه با هدف **بررسی نخلستان‌های آلوده، تعیین درصد و شدت آلودگی، شناسایی ارقام حساس و متحمل و تعیین پراکنش بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، در بهمن ماه سال ۱۴۰۰ از نخلستان‌های مشکوک به بیماری مناطق آبادان، اهواز، بهبهان، خرمشهر، و شادگان بازدید به عمل آمد. در هر شهرستان سه نخلستان و از هر نخلستان سه نفر نخل آلوده از هر رقم انتخاب و علامت گذاری گردید. سپس از ارقامی که آلودگی بسیار شدیدی به بیماری پوسیدگی گل‌آذین نشان دادند، نمونه برداری شد و نخل‌های آلوده برای ادامه اجرای آزمایش علامت گذاری شدند. به منظور تعیین میزان حساسیت رقم، از ارقام مختلف نخل خرما به صورت کاملاً تصادفی نمونه برداری در اسفند ماه ۱۴۰۱ و فروردین ماه سال ۱۴۰۲ انجام گردید و تعداد اسپات‌های آلوده و سالم شمارش و ثبت شد.

در این تحقیق، تمام نخل‌ها در شرایط مشابهی از نظر نوع خاک، آبیاری، و تغذیه گیاهی انتخاب شدند. از نظر روش‌های زراعی نیز، تمامی نخل‌ها تحت یک برنامه یکسان از نظر سم‌پاشی، آبیاری و اصلاحات زراعی بودند. این اقدام برای اطمینان از این که تفاوت‌های مشاهده‌شده در حساسیت ارقام ناشی از عوامل غیرمرتبط با مدیریت زراعی نباشد، ضروری بود. همچنین برای دقت بیشتر، انتخاب ارقام مقاوم و حساس نیز با دقت انجام گرفت تا تأثیرات مختلف بیماری بر این ارقام در شرایط یکسان به‌درستی اندازه‌گیری شود. این انتخاب‌ها شامل ارقامی همچون زاهدی و دیری برای بررسی مقاومت و ارقامی مانند استعمران و وردی برای بررسی حساسیت بودند.

در اردیبهشت تا خرداد ماه ۱۴۰۲ درصد آلودگی بیماری (Disease incidence) براساس نسبت خوشه‌های آلوده به کل خوشه‌ها مطابق روش ال-فدهل و شریف (Al-fadhal and Sharif, 2013) محاسبه و به کمک رابطه ذیل محاسبه گردید:

$$I = In/Tn \times 100$$

I= عبارتست از میزان شیوع (فراوانی) بیماری، In = تعداد نخل‌های آلوده و Tn = تعدادکل نخل‌ها (سالم و آلوده)

شدت بیماری (Disease severity) نیز براساس میانگین بافت آلوده به کل بافت خوشه‌ها با توجه به سیستم نمره دهی به هرخوشه که از عدد ۰ برای خوشه‌های سالم، عدد ۱ برای آلودگی ۲۵-۱ درصد، عدد ۲ برای آلودگی ۵۰-۲۶ درصد، عدد ۳ برای آلودگی ۷۵-۵۱ درصد، عدد ۴ برای آلودگی ۱۰۰-۷۶ درصد مطابق روش ال- مورسی و همکاران (El-Morsi, *et al*., 2012) استفاده گردید، به کمک رابطه ذیل محاسبه و برآورد شد:

$$S = I\alpha/T\alpha \times 100$$

S= عبارتست از میزان شدت بیماری، $I\alpha$ = سطحی از بافت گل آذین است که آلودگی را نشان می دهد و $T\alpha$ کل سطح گل‌آذین می‌باشد.

جدول ۱- مقیاس نمره دهی علائم بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (El-Morsi, *et al*., 2012) .

علائم بیماری	نمره	درصد
اسپات سالم و بدون علائم بیماری	۰	۰٪
علائم آبسوختگی جزئی	۱	۱-۲۰٪

پوسیدگی و تشکیل پوشش قارچی روی برخی از قسمت‌های گل	۲	٪۲۰-۴۰
پوسیدگی و تشکیل پوشش قارچی روی اسپات‌ها	۳	٪۴۰-۶۰
پوسیدگی گسترده، پژمردگی و بافت مرده شدن گل‌ها	۴	٪۶۰-۸۰
پوسیدگی کامل و از بین رفتن اسپات‌ها	۵	٪۸۰-۱۰۰

برای این منظور، سه اسپات آلوده در هر نخل انتخاب و از نظر مشاهده ظاهری شدت آلودگی خوشه‌ها در هر اسپات یادداشت‌برداری شد. سپس میانگین آن در سه اسپات به روش ال- مورسی و همکاران (El-Morsi, et al., 2012) محاسبه گردید.

عملکرد ارقام نیز در شهریور ماه هنگام برداشت محصول، با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه پتانسیل عملکرد محصول طبق مدل Atkinson و Grant (1967) با تعیین نسبت عملکرد یک نفر نخل آلوده به یک نفر نخل سالم در شرایط یکسان مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$Y = (W \times HP / TP \times HW) \times 100$$

Y= عبارتست از درصد عملکرد از پتانسیل واقعی در هر نخل، W= وزن کل خوشه‌های هر نخل، HP= تعداد اسپات‌های سالم در هر نخل، TP= تعداد کل اسپات‌های هر نخل و HW= عملکرد یا وزن کل خوشه‌های سالم در هر نخل

تجزیه و تحلیل داده‌ها، درصد آلودگی و شدت بیماری به روش آماری SPSS محاسبه و میزان آلودگی و خسارت بیماری در ارقام مختلف مشخص گردید. همچنین میزان عملکرد ارقام براساس توزین میوه‌های هر نخل در فصل برداشت محاسبه و به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن با هم مقایسه شدند. در پایان میزان آلودگی و درصد خسارت بیماری در ارقام حساس به بیماری در هر شهرستان جهت برنامه ریزی پروژه‌های سازگاری ارقام معرفی گردید.

همچنین براساس منابع موجود برای تعیین درصد فراوانی ایزوله‌های قارچی عوامل پوسیدگی گل‌آذین از فرمول زیر استفاده گردید:

$$\text{فراوانی (٪)} = \frac{\text{تعداد ایزوله‌های هر قارچ}}{\text{تعداد ایزوله‌ها}} \times ۱۰۰$$

شناسایی در این مطالعه توسط تیم تخصصی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری شناسایی و تأیید شدند. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها از نخلستان‌های مختلف استان خوزستان، ایزوله‌های مختلف قارچی با استفاده از تکنیک‌های مولکولی مانند PCR و توالی‌یابی ژن‌ها شناسایی و تأیید شدند.

نتایج و بحث

در اواخر زمستان سال ۱۴۰۰ پس از بارندگی در نیمه آخر اسفند ماه، علائم پوسیدگی در اسپات‌های نخل‌های آلوده در سطح نخیلات دارای سابقه بیماری مشاهده شد (شکل ۱). اولین علائم و نشانه‌ها روی سطح اسپات و خوشه‌های آلوده به صورت ظهور نقاط ریز آب‌سوخته زرد متمایل به قهوه‌ای روی سطح محور گل‌آذین ظاهر گردید. سپس علائم پوسیدگی کامل گل‌آذین به صورت لکه‌های قهوه‌ای روشن تا سیاه در مرحله تشکیل میوه مشاهده شد (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱- علائم اولیه پوسیدگی گل‌آذین در نخل‌های آلوده، نشان‌دهنده لکه‌های آب‌سوخته روی اسپات‌ها.

همان طوری که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد، ظهور لکه‌های آب‌سوخته زرد متمایل به قهوه‌ای روی اسپات‌ها، اولین نشانه بیماری بوده که این علائم معمولاً قبل از گرده‌افشانی و قبل از گسترش کامل بیماری ظاهر می‌شوند. این علائم می‌توانند به‌عنوان شاخصی برای اقدامات پیشگیرانه مانند سم‌پاشی به‌موقع مورد استفاده قرار گیرند. در صورت تشخیص به موقع و زودهنگام و با شناسایی سریع این علائم در مراحل اولیه می‌توان گسترش بیماری به سایر بخش‌های نخلستان را کاهش داد و هزینه‌های کنترلی را کم کرد. لکه‌های زرد متمایل به قهوه‌ای روی اسپات‌ها اولین نشانه‌های بیماری هستند که معمولاً قبل از گرده‌افشانی ظاهر می‌شوند. همان طوری که در این شکل مشاهده می‌گردد، اطلاعات ارزشمندی را برای تشخیص زودهنگام بیماری ارائه می‌دهد. در این مرحله، استفاده از روش‌های پیشگیرانه (مانند سم‌پاشی با قارچ‌کش‌های سیستمیک) می‌تواند از گسترش بیماری جلوگیری کند. اگر این مرحله از بیماری شناسایی و کنترل نشود، می‌تواند به مرحله پیشرفته منجر شود که خسارت بیشتری به دنبال دارد.



شکل ۲- علائم پیشرفته پوسیدگی گل‌آذین در نخل‌های آلوده.

همان طوری که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، علائم پیشرفته بیماری نمایش داده شده است. لکه‌های سیاه و پوسیدگی گسترده که به مرگ کامل اسپات‌ها منجر می‌شوند، تأثیر جدی بر عملکرد نخل خرما دارند. در این مرحله، هیچ میوه‌ای در خوشه‌های آلوده تشکیل نمی‌شود. شدت پوسیدگی در این مرحله تا ۸۰٪ محصول را از بین می‌برد و سبب کاهش شدید عملکرد محصول می‌گردد. این نشان می‌دهد که اقدامات کنترلی باید پیش از رسیدن بیماری به این مرحله انجام شود. با پیشرفت علائم، لکه‌های قهوه‌ای تیره تا سیاه ظاهر شده و سبب پوسیدگی کامل گل‌آذین‌ها می‌گردد که باعث از بین رفتن کامل محصول می‌شود. در این مرحله، تمام خوشه‌های آلوده قابلیت باردهی خود را از دست می‌دهند و عملکرد محصول به شدت کاهش می‌یابد. داده‌های جمع‌آوری‌شده نشان می‌دهد که شدت بیماری در برخی نخلستان‌ها به ۸۰٪ کاهش عملکرد منجر شده است. این تصویر تأکید بر ضرورت تشخیص و مداخله زودهنگام دارد. پس از رسیدن بیماری به این مرحله، اقدامات کنترلی مؤثر نخواهند بود و باید بر پیشگیری متمرکز شد. اگر این مرحله از بیماری شناسایی و کنترل نشود، می‌تواند به مرحله پیشرفته منجر شود که خسارت بیشتری را به دنبال خواهد داشت.

با عنایت به بازدیدهای متعدد میدانی که در طی اجرای پروژه از سال ۱۴۰۰ الی ۱۴۰۳ انجام شد، علائم بیماری در نخلستان‌های آبادان، اهواز، بهبهان، خرمشهر، دارخوین و شادگان در اقام مختلف نخل خرما مشاهده شد. نتایج درصد و شدت بیماری در مناطق مختلف استان طی مشاهدات سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۰ در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

براساس بررسی‌های انجام شده در مناطق آلوده استان تا ۳۰٪ گل‌آذین‌ها براثر ابتلا به این بیماری از بین رفته که این امر مستقیماً روی تولید محصول اثر منفی دارد. درصد بالای شیوع بیماری در برخی مناطق مستقیماً بر کاهش عملکرد محصول خرما تأثیر گذاشته است که این اطلاعات می‌تواند برای تدوین استراتژی‌های کنترل بیماری و انتخاب ارقام مقاوم به کار گرفته شوند.

پس از انتقال و کشت نمونه‌های جمع آوری شده روی محیط PDA در آزمایشگاه ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری قارچ‌های *Mauginiella scaettae*، *Fusarium anulatum* و *F. proliferatum* جداسازی شدند که گونه *F. anulatum* بیش‌ترین فراوانی را داشت (شکل‌های ۳ و ۴).

جدول ۲- درصد و شدت آلودگی بیماری پوسیدگی گل‌آذین و خامج در ارقام مختلف استان خوزستان طی سال ۱۴۰۲-۱۴۰۰.

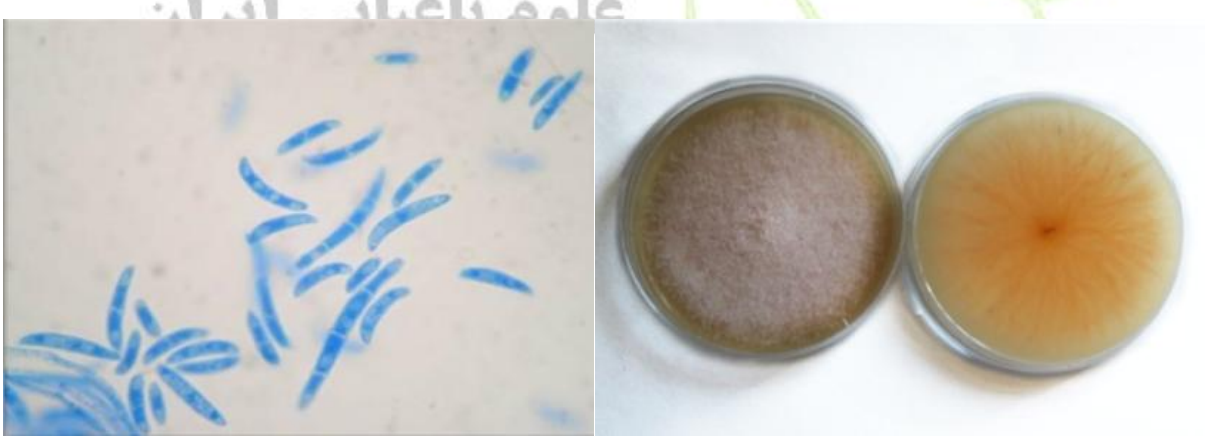
محل		سن نخل (سال)	رقم	تعداد اسپات‌های نخل			درصد و شدت بیماری	وزن خوشه (کیلوگرم)
شهرستان	روستا			سالم	آلوده	مجموع		
آبادان	ثوامر	۱۲	استعمران	۱۲	۳	۱۵	۲۵	۴۷
آبادان	ثوامر	۱۲	برحی	۸	۱	۹	۱۱/۱	۵۸
آبادان	ثوامر	۱۲	بریم	۱۰	۲	۸	۲۰	۴۶
آبادان	ثوامر	۱۲	گنطار	۱۰	۲	۱۲	۱۶/۷	۱۰
اهواز	ام‌الطمیر	۸	فرسی	۱۰	۰	۱۰	۰	۴۰
اهواز	بیوض	۸	استعمران	۱۲	۴	۱۶	۲۵/۰	۴۳
اهواز	بیوض	۸	وردی	۸	۶	۱۴	۴۲/۹	۴۵
اهواز	بیوض	۱۲	مجول	۸	۶	۱۴	۴۲/۹	۴۴
اهواز	موری	۱۲	برحی	۱۰	۴	۱۴	۱۰	۴۲
خرمشهر	مینوشهر	۲۰	استعمران	۱۰	۳	۱۳	۲۳/۱	۳۴
خرمشهر	مینوشهر	۲۰	برحی	۹	۵	۱۴	۱۲/۹	۴۶
خرمشهر	مینوشهر	۲۰	بریم	۱۰	۲	۱۲	۱۶/۷	۵۸
شادگان	گیداری	۱۲	استعمران	۱۰	۳	۱۳	۲۳/۱	۴۷
شادگان	گیداری	۱۲	زاهدی	۱۰	۱	۱۱	۹/۱	۴۴
شادگان	گیداری	۱۲	خضراوی	۶	۴	۱۰	۴۰/۰	۵۶
شادگان	گیداری	۱۲	غنامی	۱۱	۳	۱۴	۲۱/۴	۴۰
شادگان	گیداری	۱۲	برحی	۱۳	۲	۱۵	۱۳/۳	۴۳
بهبهان	دودانگه	۱۰	خاصی	۸	۴	۱۲	۳۳/۳	۳۶
بهبهان	دودانگه	۱۰	کبکاب	۱۲	۲	۱۴	۶/۳	۵۸

همان طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، درصد آلودگی و شدت بیماری در ارقام مختلف خرما نشان داده شده است. بالاترین درصد آلودگی در ارقام وردی، استعمران، بریم، خضراوی، گنطار و خاصی مشاهد شد و کمترین درصد آلودگی در ارقام برحی، دیری، فرسی،

کبکاب و زاهدی مشاهده گردید؛ ولی هیچ‌گونه علائمی در ارقام اشرسی، فرسی، حلاوی، جوزی، پیارم و حاجی محمدی دیده نشد. ارقامی مانند وردی و استعمران بالاترین حساسیت و زاهدی و دیری کمترین حساسیت را به بیماری نشان داده‌اند. این نتایج به شناسایی ارقام مقاوم برای کاشت در مناطق مستعد بیماری و کاهش استفاده از قارچ‌کش‌ها کمک می‌کند.



شکل ۳- آرتروکنیدی‌های قارچ *M. scaetta* عامل پوسیدگی گل‌آذین خرما.



شکل ۴- پرگنه و کنیدی‌های قارچ *F. proliferatum* عامل پوسیدگی گل‌آذین خرما.

بالاترین درصد آلودگی در ارقام وردی، استعمران، بریم، خضراوی، گنطار و خاصی مشاهد شد و کمترین درصد آلودگی در ارقام برحی، دیری، فرسی و زاهدی مشاهده گردید؛ ولی هیچ‌گونه علائمی در ارقام اشرسی، فرسی، حلاوی، و حاجی محمدی دیده نشد.

پراکنش بیماری براثر قارچ‌های *M. scaettae*، *F. anulatum* و *F. proliferatum* در مناطق مختلف استان طی مشاهدات سال ۱۴۰۰–۱۴۰۲ همراه با توزیع و فراوانی آنها در ارقام مختلف نخل خرما نشان در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳– پراکنش بیماری پوسیدگی گل آذین و خامج در ارقام مختلف استان خوزستان طی سال ۱۴۰۲–۱۴۰۰.

منطقه	نام رقم	درصد فراوانی و گونه قارچ
اهواز	استعمران، برحی، خضراوی، وردی و مجول	*M. scaettae* (۱۳٪/۳) *F. proliferatum* (۴۶٪) و *F. anulatum* (۴۰٪)
شادگان	استعمران، برحی، خضراوی، غنامی و زاهدی	*M. scaettae* (۲۸٪/۵) *F. proliferatum* (۵۷٪/۱۴) و *F. anulatum* (۱۴/۲۸٪)
آبادان	استعمران، بریم، برحی و گنطار	*F. proliferatum* (۳۷٪/۵) و *M. scaettae* (۶۲/۵٪)
خرمشهر	استعمران، بریم و برحی	*F. anulatum* (۶۶٪/۶) و *M. scaettae* (۳۳/۳٪)
بهبهان	خاصی و زاهدی	*M. scaettae* (۲۵٪) *F. proliferatum* (۵۸٪/۳) و *F. anulatum* (۱۶/۶٪)

همان طوری که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، قارچ‌های *M. scaettae*، *F. anulatum* و *F. proliferatum* سبب بروز بیماری و ایجاد خسارت در ارقام مختلف خرما در پنج منطقه عمده و اصلی تولید محصول خرما در مناطق مختلف استان خوزستان شده‌اند که نشان دهنده تنوع میزبان‌ها و شرایط محیطی است. گونه *F. anulatum* با ۶۶/۶٪ بیشترین فراوانی را در خرمشهر و گونه *M. scaettae* با ۱۳٪/۳، کمترین فراوانی را در اهواز داشته‌اند. به طوری که ارقام خاصی و کبکاب در بهبهان، استعمران، برحی، بریم و گنطار در مناطق آبادان، اهواز، خرمشهر و شادگان توسط قارچ‌های مذکور به بیماری مبتلا شده‌اند. در حالی که ارقام اشرسی، فرسی، حلاوی، جوزی، پیارم و حاجی محمدی هیچ‌گونه علائمی از وجود بیماری را نشان ندادند.

نتایج این مطالعه نشان داد که بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما در مناطق مختلف خوزستان با شدت متفاوتی شیوع دارد و آبادان و شادگان بالاترین میزان آلودگی را نشان دادند. شدت بیماری با عواملی مانند رطوبت بالا، شوری خاک، قدمت نخلستان و ضعف بهداشت زراعی ارتباط داشت که با گزارش‌های فرخی‌نژاد (۱۳۶۳) و شتاب بوشهری (۱۳۷۳) و همچنین یافته‌های این مطالعه همخوانی دارد. بیماری با حمله مستقیم به گل‌آذین‌های نر و ماده، موجب کاهش کیفیت و کمیت گرده و کاهش میوه‌نشینی و عملکرد می‌شود. شدت بیماری در برخی مناطق تا ۸۰٪ کاهش محصول برآورد شد و در آبادان حدود ۳۰٪ گل‌آذین‌ها به‌طور کامل از بین رفتند. این نتایج با گزارش‌های مربوط به خسارت بیماری در الجزایر(Taxanna and Larous, 2003; Bensaci *et al*., 2023) ، عراق (Al-Fadhal and Sharif, 2013; Abass and Maziel, 2019)و مصر همخوانی دارد. همچنین، نتایج نشان داد که ارقام زاهدی و دیری با شدت آلودگی حدود ۱۰–۱۵٪ تحمل بیشتری داشته، در حالی که ارقام وردی و استعمران با شدت ۵۰–۶۰٪ حساس‌تر بودند؛ موضوعی که با گزارش‌های مربوط به تفاوت حساسیت ارقام در مراکش، الجزایر و عراق (Sedra, 2015; Laville, 1973) و نتایج Al-Fadhal and Sharif (2013) مطابقت دارد. با توجه به تولید سالانه حدود ۲۰۰ هزار تن خرما در خوزستان (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱)، گسترش بیماری می‌تواند خسارت اقتصادی قابل‌توجهی ایجاد کند و انتخاب ارقام متحمل و اولویت‌بندی مناطق آلوده را ضروری سازد.

یافته‌های این پژوهش همچنین بر اهمیت مدیریت بهداشت زراعی و کنترل بیماری تأکید دارد. حذف و جمع‌آوری اسپات‌های آلوده، هرس مناسب، مراقبت منظم از نخلستان، تغذیه و آبیاری مناسب و استفاده هدفمند از قارچ‌کش‌های شیمیایی و زیستی می‌تواند در کاهش شدت بیماری مؤثر باشد؛ به‌طوری‌که در مناطقی با مدیریت بهتر، شدت بیماری به کمتر از ۱۰٪ کاهش یافت. این نتایج با مطالعات امیدبخش و همکاران (۱۳۸۹)، امانی و همکاران (۱۳۹۷) و Al-Hassan *et al*. (1977) همخوانی دارد. مطالعات پیشین در خوزستان نیز حضور *Mauginiella scaettae* و *Fusarium proliferatum* و در این مطالعه، پراکنش *M. scaettae*، *F. anulatum* و *F. proliferatum* را نشان داده‌اند که با گزارش Hameed (2012) در جنوب عراق و Abass and Maziel (2019) مشابهت دارد. بیماری خامج پیش از این از مناطق مختلف خرماخیز کشور نیز گزارش شده است (ارشاد، ۱۳۸۸؛ میرزایی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین، پایش مستمر مناطق آلوده،

رعایت بهداشت زراعی، استفاده از روش‌های تلفیقی کنترل، آموزش نخلداران و استفاده از ارقام متحمل می‌تواند در کاهش خسارت و جلوگیری از گسترش بیماری در نخلستان‌های خوزستان و سایر مناطق خرماخیز کشور مؤثر باشد.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر. و هلدا عبدشاه. ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

امانی، م. ۱۳۹۲. سیستم پیش‌آگاهی و ردیابی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج) در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

امانی، م. ۱۳۹۷. بررسی بهداشت نخلستان در کاهش آلودگی بیماری خامج در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

امانی، م.، فرخی‌نژاد، ر. و مهرابی کوشکی، م. ۱۳۹۷. وقوع بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما ناشی از *Fusarium proliferatum* در خوزستان. خلاصه مقالات بیست و سومین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، ۵ تا ۸ شهریور ۱۳۹۷، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص. ۵۳.

امانی، م.، تراهی، ع.، لطیفیان، م.، راد، ب. و سیدسمیح مرعشی. ۱۴۰۲. بررسی و پراکندگی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج) در ارقام مختلف در استان خوزستان. انتشارات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.

امیدبخش، م.، محمدخان مظفری، م.، محسنی، م.، باغدار، ع. و لطیفیان، م. ۱۳۸۹. بررسی حساسیت ارقام خرما نسبت به بیماری پوسیدگی گل‌آذین *Mauginiella scaettae* در منطقه بهبهان. خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، ۹–۱۲ مرداد، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور.

راه‌خدائی، ا. و دیالمی، ح. ۱۳۸۹. بررسی نقش کاربرد بهینه تغذیه نخل خرما بر روی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما (خامج). انتشارات مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۲۸ ص.

شتاب بوشهری، م. و اشکان، م. ۱۳۷۲. بررسی میزان آلودگی نخلیات به بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما و خسارت وارده به محصول خرما در خوزستان. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی، رشت، ص. ۲۲۹.

شتاب بوشهری، م. و اشکان، م. ۱۳۷۳. گزارش نهایی بررسی روش‌های کنترل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

شتاب بوشهری، م. ۱۳۷۶. بررسی اثر چند قارچ‌کش و قارچ آنتاگونیست *Trichoderma* sp. روی قارچ *Mauginiella scaettae* عامل بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۴ ص.

فرخی‌نژاد، ر. ۱۳۶۳. بررسی بیماری پوسیدگی گل‌آذین خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۲ ص.

لطیفیان، م. و احمدی، ع. ۱۳۸۱. گزارش پژوهشی: بررسی مقدماتی نقش عوامل مدیریت زراعی بر شدت آلودگی آفات و بیماری‌های مهم خرما در استان خوزستان. انتشارات مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۳۲ ص.

میناسیان، و. ۱۳۵۱. گزارش مطالعات دو ساله روی بیماری‌های گیاهی در خوزستان. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، نشریه شماره ۱۰، ۱۵ ص.

Abass, M.H. and Maziel, M.M. 2019. Chemical control of leaf blight and inflorescence rot diseases on date palm in large-scale field trials in Basrah, Iraq. Basrah Journal of Date Palm Research, 18(1): 1–5.

Abdullah, S.K., Asensio, L., Monfort, E., Gomez-Vidal, S., Palma-Guerrero, J., Salinas, J., Lopez-Llorca, L.V., Jansson, H.B. and Guarro, J. 2005. Occurrence in Elx, SE Spain of inflorescence rot disease of date palms caused by *Mauginiella scaettae*. Journal of Phytopathology, 153(7–8): 417–422.

Al-Hassan, K.K., Abdallah, M.S. and Aboud, A.K. 1977. Controlling inflorescence rot disease of date palm caused by *Mauginiella scaettae* Cav. by chemical methods. Yearbook of Plant Protection Research, Ministry of Agriculture, Iraq, 1: 223–236. (In Arabic).

Al-Fadhal, F. and Sharif, F.M. 2013. Control of inflorescence rot of date palm by low-rate trunk injection with difenoconazole in a large-scale field trial. Al-Kufa University Journal for Biology, 5(1): 1–6.

Anderson, S. 2002. The relationship between nutrients and other elements to plant disease. Natlarb, TCIMar 2002: 5.

Atkinson, T.G. and Grant, M.N. 1967. An evaluation of streak mosaic losses in winter wheat. Phytopathology, 57: 188–192.

Balasubramaniam, R., Harvey, I.C., Braithwaite, M. and Jordan, D. 1993. Grapevine disease identification workshop. HortResearch Client Report 93/36. Submitted by Helen Percy.

Bensaci, M.B., Toumatia, O., Bouras, N., Rahmania, F., Douglas, B., Wade, S. and Mur, L.A. 2023. Phylogenetic and pathogenic characterization of *Mauginiella scaettae* as the causal agent of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) inflorescence rot in southeast of Algeria. Physiological and Molecular Plant Pathology, 102062.

Cavara, F. 1925. *Mauginiella scaettae* Cav., nuovo ifomicete parassita della palma da datteri in Cirenaica. Bollettino dell'Orto Botanico di Napoli, 8: 207–211.

Chabrolin, C. 1928. La pourriture de l'inflorescence du palmier-dattier. Annales des Épiphyties, 14: 377–414.

El-Morsi, M., Aborehab, M.E. and Abd-Elmalek, J. 2012. Pathological studies on fungal diseases of date palm in New Valley Governorate. Egyptian Journal of Phytopathology, 40(1): 59–72.

Fayyadh, M.A. and Al-Badran, B.A. 2012. Chemical and biological control of date palm inflorescence rot caused by *Mauginiella scaettae* Cav. and *Fusarium solani*. Basrah Journal of Agricultural Sciences, 25(3): 579–594.

Hameed, M.A. 2012. Inflorescence rot disease of date palm caused by *Fusarium proliferatum* in Southern Iraq. African Journal of Biotechnology, 11(35): 8616–8621.

Michael, I.F. and Saber, K.A. 1966. Occurrence of khamedj disease, inflorescence rot of date palm in U.A.R. Journal of Microbiology, U.A.R., 12: 207–211.

Omidbakhsh, M., Latifian, M. and Baghdar, A. 2009. Investigating the effectiveness of management practices in controlling Khamaj disease of date palms in Behabhan region. Proceedings of the 9th Iranian Plant Protection Congress, Tehran, Iran.

Taxanna, A. and Larous, L. 2003. Fungi associated with Khamedj disease. Eighth Arab Congress of Plant Protection, 19–23 November, El Beida, Libya. (Abstract).

Zaid, A., de Wet, P.F., Djerbi, M. and Oihabi, A.C. 2002. Diseases and pests of date palm. In: *Date Palm Cultivation*, Zaid, A. and Arias-Jimenez, E. (eds.), pp. 227–281. FAO Plant Production and Protection Paper 156.

Zhao, X. and Zhou, Y. 2018. Statistical analysis of plant disease resistance: A review. Journal of Plant Pathology, 56(2): 135–145.

Investigation and distribution of Date Palm Inflorescence rot disease in different cultivars in Khuzestan province

Majid Amani[1*]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
[*]*Corresponding Author: majidamani2008@yahoo.com*

Abstract

Dates are one of the important garden products of the southern regions of Khuzestan province. This province is one of the most important date production provinces in the country with a cultivated area of more than 40 thousand hectares of palm trees and an average production of about 200 thousand tons per year. Date blossom rot (Khamaj) caused by *Mauginiella scaettae* and *Fusarium proliferatum* is one of the most important date palm diseases in Khuzestan province. The spread of this disease at the beginning of this year in most of the groves in the southern regions of the province caused a lot of damage to the date crop. This study was carried out in order to determine the distribution map of the disease and check the sensitivity of different cultivars in the groves of Abadan, Ahvaz, Khorramshahr, Shadgan and Behbahan regions. At the end of February 2022, palm groves and palm trees suspected of disease were selected and marked. In March, the visit and sampling were done randomly and continued until the beginning of May 1403. Based on numerous field visits, disease symptoms were observed in the groves of Abadan, Ahvaz, Behbahan, Khorramshahr, Darkhovain, Shadgan and Mahshahr. Sampling and collection of infected organs were done and transferred to the headquarters laboratory of Dates and Tropical Fruits Research Institute to isolate the agents. After culturing the collected samples on PDA medium, *Mauginiella scaettae*, *Fusarium anulatum* and *F. proliferatum* were isolated from the infected palms, and *Fusarium anulatum* was the most abundant. The percentage of contamination, the severity of the disease and the distribution map of the disease were determined during the two years of 1400-1402 and the performance of the treatments was also measured in September. Data analysis and the percentage of infection and severity of the disease were calculated with the help of statistical methods at the end of the project and the sensitivity and tolerance of the cultivars were determined. The yield of the treatments was calculated based on the weight of the fruits of each palm in the harvest season, and they were compared with each other, and the amount of disease damage in each variety was determined. The highest percentage of contamination was observed in Ghanami, Verdi, Stamaran, Barhi, Kabkab and Khasi cultivars, and the lowest percentage of contamination was observed in Brim, Deiri, Farsi and Zahedi cultivars in contaminated groves.

Key words: Rot, Inflorescence, Khamedj, Disease, Khuzestan.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

ارزیابی میزان تحمل به سرمای بهاره در ارقام مختلف انار

سکینه فرجی[1*]، وحیده نرجسی[1] و محمد مهدی میرفتاح[1]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *s_faraji61@yahoo.com*

چکیده

انار از جمله مهم‌ترین محصولات باغبانی در ایران و جهان می‌باشد. یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید پایدار بروز سرماهای دیررس بهاره می‌باشد، که هر ساله خسارت زیادی را به باغداران وارد می‌کند. بنابراین هدف از این تحقیق، شناسایی ارقام متحمل به سرماهای دیررس بهاره بود. به همین منظور، آزمایشی به صورت فاکتوریل درقالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور، فاکتور اول دما با چهار سطح (۰،۲-، ۲،۴-) و فاکتور دوم رقم و ژنوتیپ با ۳ سطح (ملس ساوه، واندفول، پوست سیاه) در سال ۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقاتی انار ساوه بر روی جوانه زنی دانه گرده و سلامت مادگی انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد میزان قهوه‌ای شدن مادگی با کاهش دما افزایش یافت، این افزایش در ژنوتیپ و ارقام مختلف متفاوت بود. ژنوتیپ پوست سیاه در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد حدود ۳۰ درصد از گل‌ها مادگی آن‌ها به طور کامل سیاه شدند. رقم واندفول و ژنوتیپ پوست سیاه در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد تا ۷۰ درصد گل‌ها دچار سرمازدگی شدند. نتایج این آزمایش نشان داد ملس ساوه از متحمل‌ترین ارقام از نظر آسیب مادگی در اثر سرمای بهار بود. با کاهش دما درصد جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام مختلف کاهش یافت. این کاهش در ارقام مختلف متفاوت بود به طوریکه در ارقام واندفول و ملس ساوه میزان جوانه زنی تا ۴۰ درصد کاهش یافت رقم پوست‌سیاه دارای بالاترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده در تیمارهای مختلف دمایی را داشت.

واژه‌های کلیدی: انار، جوانه‌زنی دانه گرده، سرمای بهاره، سیاه‌شدگی مادگی.

مقدمه

تنش سرما و یخزدگی از جمله مهمترین تنش‌های محیطی می‌باشند که با از بین بردن پروتئین‌های سلولی، اختلال در سوخت و ساز و تغییر در پایداری و نفوذپذیری غشاء سلولی رشد و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد(Harding et al., 1999). اولین آسیب دماهای زیر صفرتشکیل یخ در آوندهای گیاه است. این بلورها به سرعت تمام شاخه‌های گیاه را در برمی گیرند، سپس یخ به فضای بین سلولی نفوذ کرده و باعث ایجاد تفاوت در فشار اسمزی درون و بیرون سلول می‌گردد و منجر به نشت آب از سلول می‌شود. فرآیند بازگشت از یخ زدگی در کنار تشکیل حباب‌های هوا در بافت آوندی به شکل قابل توجهی باعث ایجاد آسیب و از بین رفتن بخش هوایی گیاه می‌گردد. سرمای دیررس بهاره بیشتر از طریق انجماد آب میان بافتی و انهدام غشاء سلولی در اندام‌های زایشی گل و میوه‌های تازه تشکیل شده موجب از بین رفتن محصول می‌شوند. همچنین از طریق اختلال در سیستم گرده‌افشانی، رشد لوله گرده و کاهش فعالیت زنبور عسل درصد تشکیل میوه و محصول را به شدت کاهش می‌دهد(دژم پور،۱۳۹۲). برخی محققان عقیده دارند میزان مقاومت به سرمای دیررس بهاره در جوانه‌های هلو با میزان قند کل همبستگی دارد با اینکه معمولا تحمل جوانه‌های گل انتهایی شاخه به سرما با کربوهیدرات کل و یا نشاسته همبستگی ندارد (Wang et al., 2008). نوسانات باردهی و نداشتن عملکرد در درختان میوه از جمله عوارض سرمای دیررس بهاره می‌باشد. عوامل دیگر محیطی نظیر وزش باد و سرما با تاثیر روی فعالیت زنبور عسل و گرده‌افشانی و خطر سرما از طریق کاهش تعداد جوانه‌ها، گل‌ها خسارت آن را بیشتر نمایان می‌سازد. همچنین باران و رطوبت نسبی بالا می‌تواند از طریق محدود کردن گرده‌افشانی و شیوع بیماری‌های‌های گل در طول گلدهی اثر نموده و این مشکل را حادتر نماید. عوامل

متعددی نظیر درجه‌حرارت محیط، کمبود برخی عناصر غذایی مانند بر، روی و ازت با تاثیر در زمان پذیرش دانه گرده توسط گل‌ها و رشد لوله گرده دوره گرده‌افشانی موثر را تغییر می‌دهد (Zhang et al., 2012).

مواد و روش‌ها

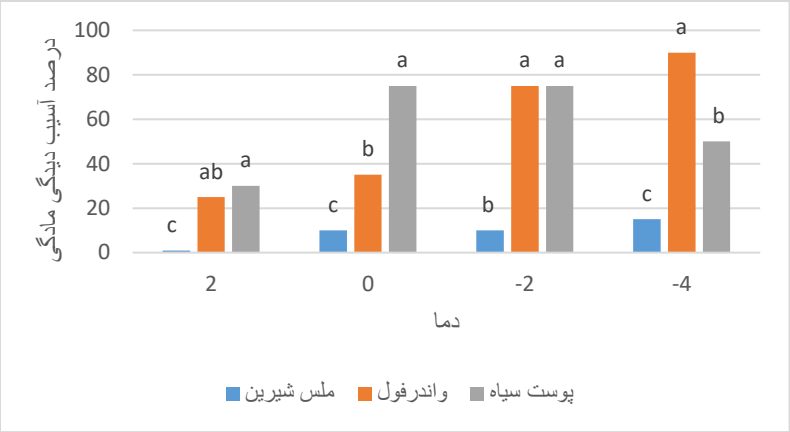
این آزمایش در سال ۱۴۰۲به صورت فاکتوریل درقالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور، فاکتور اول دما با چهار سطح (۲،۰ ،۲- ،۴-) و فاکتور دوم رقم و ژنوتیپ با ۳ سطح (ملس ترش ، واندرفول و پوست سیاه) در سه تکرار بر روی جوانه‌زنی دانه گرده و سلامت مادگی انجام شد. بدین‌منظور در پانزدهم اردیبهشت ماه نمونه‌هایی به طول ده سانتی‌متر از اسپور درختان ۴ ساله تهیه گردید، نمونه های مورد نظر در پاکت-های کاغذی قرار داده شده و سپس در داخل کیسه های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها در داخل انکوباتور (مدل SBOD-201 ، شرکت FINETECH، کره) قرار گرفتند، سپس دما در هر ساعت دو درجه کاهش یافت تا به دمای مورد نظر که (۲،۰ ،۲-،۴-) درجه سانتی‌گراد می‌باشد، رسید و به مدت یک ساعت در دمای مورد نظر ماند و در پایان نمونه‌ها از انکوباتور خارج گردیدند، و سلامت مادگی آنها(درصد مادگی‌های قهوه ای شده و از بین رفته) و درصد جوانه زنی دانه های گرده بررسی شدند.

۱۰۰* (تعداد کل گل/گل تعداد گل‌های سرمازده - تعداد کل) =تعیین درصد سرمازدگی

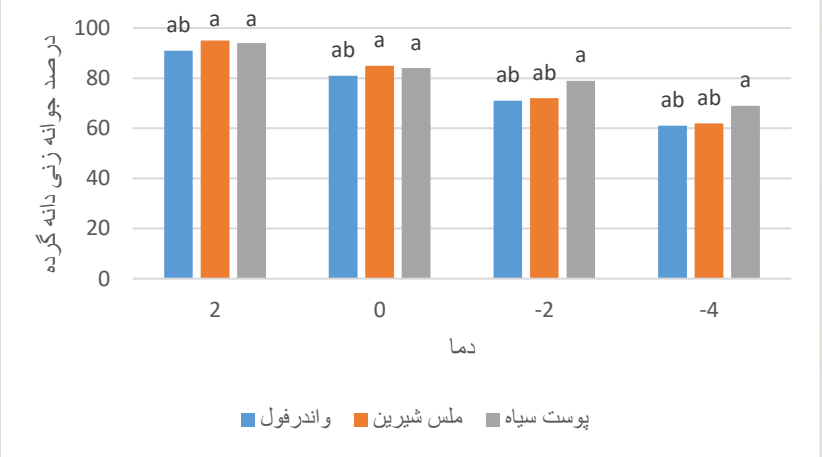
جهت بررسی درصد جوانه زنی دانه‌های گرده ، گل‌های مورد نظر انتخاب و دانه‌های گرده آن‌ها داخل یک شیشه ساعت با ضربات آرام یک میله فلزی تکانده شد سپس دانه‌های گرده در ظروف پتری‌دیش بر روی محیط کشت قرار گرفتند. محیط کشت مورد استفاده برای کشت دانه گرده، حاوی پنج درصد ساکارز، ۰/۰۱ اسید بوریک و نیم درصد آگار بود جوانه زنی دانه‌های گرده گل‌ها بعد از ۲ ساعت با استفاده از میکروسکپ نوری محاسبه شد. برای این محاسبه در هر ظرف پتری ۵ میدان دید به طور تصادفی انتخاب و در هر میدان دید درصد جوانه زنی محاسبه و میانگین گیری شدند(پیری و همکاران، ۱۳۹۲).

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده نشان داد اثرات دما بر روی سرمازدگی گل‌ها (سلامت مادگی) معنی‌دار بود. مقایسه میانگین انجام شده بین تیمارها نشان داد در اکثر ارقام با کاهش دما درصد آسیب (سیاه شدن) به مادگی افزایش یافت (شکل۱). این افزایش در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. ژنوتیپ پوست سیاه در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد حدود ۳۰ درصد از گل‌ها مادگی آن‌ها به طور کامل سیاه شدند. رقم واندفول و ژنوتیپ پوست سیاه در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد تا ۷۵ درصد گل‌ها دچار سرمازدگی شدند. نتایج این آزمایش نشان داد ملس ساوه از متحمل‌ترین ارقام از نظر آسیب مادگی در اثر سرمای بهار بودبا توجه به این نتایج در دمای ۴- میزان آسیب به مادگی در رقم ملس ساوه ۱۵ درصد بود، در حالیکه این آسیب در رقم واندرفول ۸۰ درصد می‌باشد. با توجه به این نتایج مادگی رقم واندرفول به سرمای دیررس بهاره بسیار حساس می‌باشد. بنابراین در مناطقی که بروز سرمای دیررس بهاره طی سال‌های متمادی تکرار می‌شود از کشت این رقم خودداری شود. با توجه به مقایسه میانگین انجام شده اثرات دما بر روی جوانه‌زنی دانه گرده معنی‌دار می‌باشد (شکل۲). مقایسه میانگین انجام شده بین تیمارها نشان می‌دهد با کاهش دما میزان جوانه‌زنی در همه ارقام کاهش یافت (شکل۲). نتایج این آزمایش نشان داد میزان جوانه‌زنی گرده در ارقام مختلف متفاوت بود به طوریکه ژنوتیپ پوست سیاه در همه تیمارهای دمایی مورد بررسی دارای بیشترین درصد جوانه زنی و رقم واندفول دارای کمترین درصد جوانه‌زنی بود (شکل ۲).



شکل ۱– اثر متقابل دما و رقم بر میزان آسیب دیدگی مادگی.



شکل ۲– اثرات متقابل رقم و دما بر درصد جوانه زنی دانه گرده.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

منابع

پیری، ایمانی، س.، معصومی، ع. و بدرزاده، ح. ۱۳۹۲. بهینه‌سازی محیط کشت دانه گرده توت‌فرنگی و ارزیابی جوانه‌زنی آن پس از نگهداری در دماهای مختلف. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۶(۲): ۱۷۶–۱۸۳.

دژم‌پور، ج. ۱۳۹۲. ارزیابی خسارت سرمای بهاره در تیپ‌های مختلف ارقام بادام و زردآلو. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۷(۳): ۳۰۱–۳۰۹.

Harding, M.M., Ward, L.G., Haymet, A.D.J. and Type, I. 1999. 'Antifreeze' proteins: Structure activity studies and mechanisms of ice growth inhibition. European Journal of Biochemistry, 264: 653–665.

Wang, W.J., Chen, Y.Z., Liu, M.G. and Lu, C.F. 2008. Effects of cold-hardening on compatible solutes and antioxidant enzyme activities related to freezing tolerance in *Ammopiptanthus mongolicus* seedlings. Forest Studies in China, 10: 101–106.

Zhang, J., Wu, X., Niu, R., Liu, Y., Liu, N., Xu, W. and Wang, Y. 2012. Cold resistance evaluation in 25 wild grape species. Vitis, 51(4): 153–160.

Evaluation of Spring Frost Tolerance in Different Pomegranate Cultivars

Sakine faraji[1*], vahideh narjesi[1] and mohammad mehdi mirfatah[1]
1. Crop and horticultural science research department, markazi Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Arak, Iran
[*]Corresponding Author: s_faraji61@yahoo.com

Abstract

Pomegranate is among the most important horticultural crops in Iran and worldwide. One of the major limiting factors for sustainable production is the occurrence of late spring frosts, which cause significant damage to orchardists each year. Therefore, the aim of this study was to identify cultivars tolerant to late spring frosts. To achieve this, an experiment was conducted in a factorial arrangement based on a randomized complete block design with two factors: the first factor was temperature at four levels (2, 0, -2, -4°C), and the second factor was cultivar at three levels (Malas Saveh, Wonderful, and Post Siah), focusing on pollen germination and pistil viability. The results showed that with decreasing temperature, pistil damage increased and pollen germination percentage decreased in all cultivars. These findings indicated that the Post Siah cultivar had the highest pollen germination rate, while the Wonderful cultivar exhibited the greatest pistil damage (blackening).

Keywords: Pomegranate, Spring Frost.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات تنش گرمایی بر محتوای متابولیت‌های ثانویه در مراحل مختلف نموی میوه انار

سکینه فرجی[1*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *s_faraji61@yahoo.com*

چکیده

به‌منظور کاهش خسارت عارضه سفیدشدگی آریل انار و مدیریت اصولی باغات، مطالعه حاضر با هدف شناسایی حساس‌ترین مرحله از مراحل رشد و نمو میوه انار در خصوص تغییرات متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (پال) در دو شرایط محتمل (وجود تنش گرمایی) و غیرمحتمل (عدوم وجود تنش گرمایی) برای بروز عارضه سفیدشدگی اجرا گردید. مراحل رشد و نمو میوه انار شامل تشکیل میوه (مرحله ۱)، فندقی شدن (مرحله ۲)، رشد سریع میوه (مرحله ۳) و رسیدن میوه (مرحله ۴) می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، در هر دو شرایط محتمل و غیرمحتمل برای بروز عارضه سفیدشدگی آریل انار، تغییرات در محتوای مواد فنلی کل (TPC) بعد از مرحله فندقی شدن تا پایان مرحله رشد و نمو میوه روندی نزولی و منظم را نشان داد؛ با این وجود، این روند کاهشی در شرایط محتمل در مقایسه با شرایط غیرمحتمل از شدت بیشتری برخوردار بود. محتوای آنتوسیانین (cyd) از مرحله ۱ تا مرحله ۳، در هر دو شرایط مورد بررسی، روندی افزایشی داشته است؛ اما پس از مرحله رشد سریع میوه (مرحله ۳) تغییر قابل ملاحظه‌ای در محتوای سیانیدین در شرایط غیرمحتمل (روند افزایشی) و محتمل (روند کاهشی) برای بروز عارضه سفیدشدگی مشاهده گردید. فعالیت آنزیم PAL از زمان تشکیل میوه تا مرحله رشد سریع میوه روند افزایشی نشان داده است و بیشترین فعالیت آنزیم PAL در مرحله رشد سریع میوه (مرحله سوم) ثبت گردید.

واژه‌های کلیدی: باغات انار، بیوسنتز آنتوسیانین، تنش گرمایی، ترکیبات پلی فنولیک.

مقدمه

تولید متابولیت‌های ثانویه در مراحل رشد و نمو تا رسیدگی میوه، پدیده‌ای ضروری است که کیفیت (طعم، بو و رنگ) و بازار پسندی میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Gould & Lister, 2006). مطالعه حاضر با هدف شناسایی حساس‌ترین مرحله از مراحل رشد و نمو میوه انار در خصوص تغییرات متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) در دو شرایط محتمل (وجود تنش گرمایی) و غیرمحتمل (عدوم وجود تنش گرمایی) برای بروز عارضه سفیدشدگی اجرا گردید. مراحل رشد و نمو میوه انار شامل تشکیل میوه (مرحله ۱)، فندقی شدن (مرحله ۲)، رشد سریع میوه (مرحله ۳) و رسیدن میوه (مرحله ۴) می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، در هر دو شرایط محتمل و غیرمحتمل برای بروز عارضه سفیدشدگی آریل انار، تغییرات در محتوای مواد فنلی کل (TPC) بعد از مرحله فندقی شدن تا پایان مرحله رشد و نمو میوه روندی نزولی و منظم را نشان داد؛ با این وجود، این روند کاهشی در TPC در شرایط محتمل در مقایسه با شرایط غیرمحتمل از شدت بیشتری برخوردار بود. در عارضه سفیدشدگی، آریل‌ها بدشکل شده و شفافیت خود را از دست می‌دهند و مانند کریستال دارای ترک‌های فراوان بوده و رنگ آن‌ها از قرمز اناری شفاف با توجه به شدت عارضه، به سفید کرمی تا قهوه‌ای سوخته تغییر می‌نماید (Meighani et al., 2014). این عارضه در واقع نوعی اختلال فیزیولوژیک است که در طول دوره رشد و نمو میوه آغاز می‌گردد. در ارتباط با سفیدشدگی آریل انار دلایل متنوعی از جمله آفتاب سوختگی، کم آبی، خشکسالی دخالت دارد (Meighani et al., 2014).

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر طی دو سال (۱۴۰۲-۱۴۰۱) در باغ‌های انار مناطق مختلف ساوه اجرا گردید. با توجه به اینکه از نظر ظاهری بین میوه آسیب دیده و سالم تا پایان مرحله بلوغ میوه تفاوتی وجود ندارد؛ لذا طراحی آزمایش و انتخاب واحدهای آزمایشی بر اساس نتایج مطالعه Faraji)

(Faraji & Karimi 2024)در طی یک دوره دو ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۹) با هدف بررسی پراکنش عارضه سفیدشدگی آریل انار رقم ساوه در ۱۹ منطقه ساوه، مهمترین عوامل موثر بر بروز و شدت عارضه سفیدشدگی انار را دما، شوری آب آبیاری و خاک معرفی نمودند. از این رو در فاز ابتدایی مطالعه حاضر (سال ۱۴۰۱) باغ شماره ۱۹ با کمترین درصد سفیدشدگی در طی دو سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ (۱۳/۳ و ۱۷/۷ درصد)، آب آبیاری مناسب (<۳/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) و خاک غیرشور (<۴/۰۰ دسی‌زیمنس بر متر) و باغ شماره ۱۷ با بیشترین درصد سفیدشدگی در طی دو سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ (۷۸/۰۰ و ۹۴/۰۰ درصد)، آب آبیاری نامناسب (>۳/۲۵ دسی زیمنس بر متر) و خاک شور (>۴/۰۰ دسی زیمنس بر متر) بر اساس مطالعه (Faraji & Karami 2024) انتخاب گردید. ارتفاع از سطح دریا برای باغ شماره ۱۹ و ۱۷ به‌ترتیب ۱۱۰۰ و ۹۰۳ متر و فاصله دو باغ از یکدیگر ۴۵ کیلومتر بود. سپس برای انتخاب واحد آزمایشی مناسب (درخت انار) در هر دو باغ از ابتدای اردیبهشت ماه، دماسنج‌های حداقل و حداکثر در ده نقطه مختلف باغ تعبیه و دما در هر روز ثبت گردید. بر اساس میانگین دما در طول دوره رشد و نمو میوه (اوایل اردیبهشت ماه تا پایان شهریورماه) دو نقطه از هر باغ انتخاب گردید. برای باغ شماره ۱۹ با سابقه کمترین درصد سفیدشدگی میانگین دمایی در طول دوره رشد میوه برای نقاط انتخابی بین ۲۷-۲۵(دمای کانوپی درخت) درجه سانتیگراد و برای باغ شماره ۱۷ با بیشترین سابقه درصد سفیدشدگی میانگین دمایی در طول دوره مزبور بیشتر از ۳۸ درجه سانتیگراد بود. از هر نقطه ۱۵ درخت انتخاب و پلاک‌گذاری گردید (۳۰ درخت در هر باغ) و در پایان شهریورماه ۱۰ میوه از جهات مختلف هر درخت (مجموعا ۳۰۰ میوه از هر باغ) به تفکیک برداشت و درصد سفیدشدگی در هر درخت بر اساس دستورالعمل (Kavand *et al.*, 2020)محاسبه گردید. محتوای مواد فنلی کل (TPC): محتوای مواد فنلی کل بر اساس روش فولین- سیوکالتیو (Folin–Ciocalteu) و با استفاده از گالیک اسید (GAE) به‌عنوان استاندارد، اندازه‌گیری شد (Du *et al.*, 2009). محتوای آنتوسیانین (Cyd): بر اساس دستورالعمل Siegelman & Hendricks 1958) و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL): بر اساس دستورالعمل (Wang *et al*,. 2006) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون Z فیشر در سال اول (۱۴۰۱) نشان داد که بین دو باغ شماره ۱۹ و ۱۷ به‌ترتیب با ۰/۶۳ و ۹۵/۳۲ درصد سفیدشدگی آریل انار تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ وجود داشت (P=0.001). مقایسه مراحل رشدی میوه در شرایط غیرمحتمل نشان داد که بیشترین انباشت محتوای مواد فنلی کل عصاره آب انار مربوط به مرحله ۲ و ۳ و کمترین آن در مرحله تشکیل میوه حاصل شد (جدول ۱). از سوی دیگر روند تغییرات در TPC در ابتدا افزایشی (از مرحله ۱ تا ۲) و بعد از مرحله فندقی شدن روندی نزولی و منظم را نشان داد که تا مرحله رسیدن میوه ادامه داشت (جدول ۱). در شرایط غیرمحتمل، بیشترین و کمترین انباشت آنتوسیانین آب انار به ترتیب در مرحله چهارم (رسیدگی کامل میوه) و مرحله اول (تشکیل میوه) رخ داد (جدول ۱). از سوی دیگر نتایج نشان داد تغییرات Cyd روندی افزایشی داشته و در فاصله رشد سریع میوه (مرحله سوم) تا رسیدگی کامل میوه (مرحله چهارم) افزایش قابل ملاحظه‌ای در محتوای آنتوسیانین مشاهده گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین محتوای مواد فنلی کل، محتوی فلاونوئید کل، آنتوسیانین و میزان فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در مراحل مختلف رشد و نمو میوه انار تحت دو شرایط محتمل و غیر محتمل برای بروز عارضه سفید شدگی آریل انار.

مراحل رشد و نمو میوه	محتوای فنل کل mg) (GAL/100ccJ	آنتوسیانین mg) (cya/100cc	فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز mcin/min)µ	محتوای فنل کل mg) GAL/100ccJ)	آنتوسیانین mg) cya/100ccJ)	فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز mcin/min)µ(
	شرایط غیر¬محتمل برای بروز عارضه سفیدشدگی آریل انار			شرایط محتمل برای بروز عارضه سفیدشدگی آریل انار		
شروع تشکیل میوه	۳۴۹/۹۲^{c}	۰/۶۲۷^{c}	۱/۰۶^{c}	۴۳۱/۲۳^{a}	۱/۰۸^{c}	۱/۴۰^{c}
فندقی‌شدن میوه	۴۱۵/۹۵^{a}	۴/۸۲۲^{b}	۱/۲۰^{b}	۴۲۶/۰۸^{a}	۲/۲۷^{b}	۱/۶۰^{b}
رشد سریع میوه	۴۰۲/۳۰^{ab}	۶/۷۰۷^{b}	۲/۹۱^{a}	۳۷۸/۰۰^{b}	۴/۷۹^{a}	۱/۹۷^{a}
رسیدگی کامل میوه	۳۸۴/۳۰^{b}	۲۵/۳۱^{a}	۰/۳۹^{d}	۳۳۹/۲۰^{c}	۱/۰۴^{c}	۰/۲۷^{d}

در هر ستون میانگین‌هایی با حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند (منبع: یافته‌های پژوهش).

فعالیت آنزیم فنیل الانین آمونیالیاز (PAL): در هر دو شرایط بررسی شده در مطالعه حاضر (محتمل و غیر محتمل برای وقوع عارضه سفیدشدگی آریل انار) ، فعالیت آنزیم PAL از زمان تشکیل میوه تا مرحله رشد سریع میوه روند افزایشی نشان داده است و بیشترین فعالیت آنزیم PAL در مرحله رشد سریع میوه (مرحله سوم) ثبت گردید (جدول ۱).

منابع

Du, G., Li, M., Ma, F. and Liang, D. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. Food Chemistry, 113(2): 557–562.

Faraji, S. and Karami, S. 2024. Spatial distribution of pomegranate aril paleness and its relationship with some environmental and non-environmental factors using geographic information system (GIS). Iranian Journal of Horticultural Science. doi: 10.22059/ijhs.2024.372626.2156 (in Persian).

Gould, K.S. and Lister, C. 2006. Flavonoid functions in plants. In: Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications, pp. 397–441. Andersen, M. and Markham, K.R. (eds.). CRC Press, Boca Raton, FL.

Kavand, M., Arzani, K., Barzegar, M. and Mirlatifi, M. 2020. Pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit quality attributes in relation to aril browning disorder. Journal of Agricultural Science and Technology, 22(4): 1053–1065.

Meighani, H., Ghasemnezhad, M. and Bakshi, D. 2014. Evaluation of biochemical composition and enzyme activities in browned arils of pomegranate fruits. International Journal of Horticultural Science and Technology, 1(1): 53–65.

Siegelman, H.W. and Hendricks, S.B. 1958. Photocontrol of anthocyanin synthesis in apple skin. Plant Physiology, 33(3): 185.

Wang, J.W., Zheng, L.P., Wu, J.Y. and Tan, R.X. 2006. Involvement of nitric oxide in oxidative burst, phenylalanine ammonia-lyase activation and taxol production induced by low-energy ultrasound in *Taxus yunnanensis* cell suspension cultures. Nitric Oxide, 15(4): 351–358.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of heat stress on the secondary metabolites content at different stages of fruit development in pomegranate

Sakine faraji[1*]
1. Crop and horticultural science research department, markazi Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Arak, Iran
[*]*Corresponding Author: s_faraji61@yahoo.com*

Abstract

To reduce the damage caused by the aril whitening disorder in pomegranate and to manage orchards effectively, the present study was conducted with the aim of identifying the most sensitive stage of pomegranate fruit growth and development regarding changes in secondary metabolites and the activity of the enzyme phenylalanine ammonia-lyase (PAL) under two possible conditions: presence of heat stress (likely condition) and absence of heat stress (unlikely condition) for the occurrence of the aril whitening disorder. The stages of pomegranate fruit growth and development included fruit set (stage 1), nutlet formation (stage 2), rapid fruit growth (stage 3), and fruit ripening (stage 4). According to the results obtained, under both likely and unlikely conditions for the occurrence of aril whitening, changes in total phenolic content (TPC) showed a consistent decreasing trend from after the nutlet formation stage until the end of fruit growth and development; however, this decreasing trend was more pronounced under the likely condition compared to the unlikely condition. Anthocyanin content (cyanidin) increased from stage 1 to stage 3 in both conditions; nevertheless, after the rapid fruit growth stage (stage 3), a notable difference was observed in cyanidin content, with an increasing trend under the unlikely condition and a decreasing trend under the likely condition for aril whitening occurrence. PAL enzyme activity showed an increasing trend from fruit set to the rapid fruit growth stage, with the highest PAL activity recorded at the rapid fruit growth stage (stage 3).

Keywords: Anthocyanin biosynthesis, Heat stress, Polyphenolic compounds, Pomegranate orchards.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه میزان برخی عناصر معدنی موجود در انارهای دارای عارضه دانه سفیدی آریل در انار (*Punica granatum* L.)

سکینه فرجی[1*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *s_faraji61@yahoo.com*

چکیده

پژوهش حاضر با هدف مقایسه ترکیبات معدنی (غلظت عناصر آهن، روی و کلسیم) و بیوشیمیایی (محتوای آنتوسیانین) انارهای مبتلا به عارضه سفیدشدگی آریل و سالم رقم 'ملس ساوه' طراحی گردید. به‌منظور بررسی تأثیر عارضه سفیدشدگی آریل بر میزان برخی عناصر غذایی ماکرو و میکرو میوه‌های انار، در پایان شهریو ماه و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی میوه‌ها (بلوغ تجاری) ، همه میوه‌ها برداشت و پوست میوه‌ها در ناحیه استوایی با یک چاقوی تیز به‌دقت بریده و میوه‌های آسیب‌دیده با شدت آسیب زیاد و سالم از یکدیگر جدا و به دو گروه (به‌ترتیب گروه ۱ و گروه ۲) تقسیم شدند. در ادامه، به‌منظور اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین و مقدار عناصر آهن (Fe)، روی (Zn) و کلسیم (Ca)، از هر گروه ۲۰ میوه به‌طور تصادف انتخاب گردید و پس از جداسازی آریل از میوه‌های انتخابی، آب‌گیری از آریل‌ها با استفاده از دستگاه آبمیوه‌گیری دستی انجام شد. سپس عصاره حاصل با سرعت دوران ۶۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ و محلول روشناور جدا گردید. مقدار عناصر آهن، روی و کلسیم در محلول روشناور حاصل از عصاره آب میوه انار در هر دو گروه با استفاده از طیف‌سنج اتمی (Perkin-Elmer 400) آنالیز و اندازه‌گیری شد. براساس آزمون t(α=۰/۰۵، df= ۳۸) مستقل، به استثناء غلظت Zn، غلظت عناصر Fe، Ca و محتوای آنتوسیانین در میوه‌های سالم بیشتر از میوه‌های آسیب‌دیده بود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، باغات انار، تغذیه برگی، عناصر غذایی.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یکی از مهم‌ترین میوه‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری شناخته‌شده در دنیا است که متابولیت‌ها و ترکیبات زیست‌فعال متعددی از جمله تری‌پنوئیدها، توکوفرول، پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها از میوه این گونه گیاهی گزارش شده است (Bedigian, 2007). علاوه‌بر اهمیت متابولیت‌های ثانویه، میوه انار یک منبع غنی از مواد معدنی است که محتوای این عناصر غذایی (ماکرو: پتاسیم، نیتروژن، کلسیم، فسفر، منیزیم و سدیم و میکرو: بور، آهن، مس، روی و منگنز) در طی مراحل رشد و رسیدگی میوه تغییر می‌کند (Mirdehghan & Rahemi, 2007). از بین عناصر معدنی، ارتباط و نقش عناصر کلسیم، آهن و روی با سنتز آنتوسیانین در بسیاری از میوه‌ها و بافت‌های گیاهی به اثبات رسیده است (Davarpanah et al., 2013 Song et al., 2015). کلسیم یکی از عناصر ضروری و پرمصرف برای گیاهان است که نقش کلیدی در استحکام دیواره سلولی، حفظ انسجام و پایداری غشاء، کنترل تبادلات و انتخاب‌پذیری یون‌ها و همچنین رشد، توسعه و کیفیت عمومی میوه‌ها ایفا می‌کند (Moradinezhad et al., 2018). آهن، عنصری ضروری در فرآیند رشد و نمو گیاهان است که نقش آن در متابولیسم سلولی، سنتز کلروفیل، زنجیره انتقال الکترون، فتوسنتز و تنظیم فعالیت آنزیم‌های چرخه کلوین اثبات شده است (Schaart et al., 2013). مطالعات نشان داده است که آهن در تولید و ذخیره متابولیت‌های ثانویه از جمله فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها نقش دارد (Amaliotis et al., 2002; Landi et al., 2014). عنصر روی باعث کاهش سطح تولید اکسیژن فعال در شرایط تنش و آسیب‌های ناشی از آن می‌شود (Amirinejad et al., 2015).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر عارضه سفیدشدگی آریل بر میزان برخی عناصر غذایی ماکرو و میکرو میوه‌های انار، در پایان شهریو ماه ۱۴۰۱ و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی میوه‌ها (بلوغ تجاری)، کلیه میوه‌های باغ مورد بررسی برداشت و پوست میوه‌ها در ناحیه استوایی با یک چاقوی تیز به‌دقت بریده و میوه‌های آسیب‌دیده (با شدت آسیب زیاد و خیلی زیاد)و سالم از یکدیگر جدا و به دو گروه (به‌ترتیب گروه ۱ و گروه ۲) تقسیم شدند. در ادامه، به‌منظور اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین و مقدار عناصر آهن (Fe)، روی (Zn) و کلسیم (Ca)، از هر گروه ۲۰ میوه به‌طور تصادف انتخاب گردید و پس از جداسازی آریل از میوه‌های انتخابی، آب‌گیری از آریل‌ها با استفاده از دستگاه آبمیوه‌گیری دستی انجام شد. سپس عصاره حاصل با سرعت دوران ۶۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ و محلول روشناور جدا گردید. مقدار عناصر آهن، روی و کلسیم در محلول روشناور حاصل از عصاره آب میوه انار در هر دو گروه با استفاده از طیف‌سنج اتمی (Perkin-Elmer 400) آنالیز و اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری آزمون نرمال بودن داده‌های کمّی براساس روش کلموگروف-اسمیرنوف انجام گردید. تجزیه داده‌های مربوط به آزمایش اول با استفاده از آزمون پارامتری t مستقل انجام گردید و برای تجزیه داده‌های سال دوم از روش تجزیه واریانس (ANOVA)، رویه GLM استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین تیمارهای محلول‌پاشی با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و آزمون پارامتری t وابسته در سطح احتمال $p\leq$ ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون $t_{(\alpha=0.05,\ df=38)}$ مستقل نشان داد که بین میوه‌های سالم و آسیب‌دیده از نظر میانگین محتوای عناصر آهن، روی و کلسیم و همچنین محتوای آنتوسیانین تفاوت معنی‌داری ($p<0.05$) وجود داشت (جدول ۱)، به‌طوری‌که، سه پارامترهای اندازه‌گیری شده به استثناء میزان عنصر روی در میوه‌های تحت تأثیر عارضه سفیدشدگی آریل انار کاهش چشم‌گیری داشته‌اند.

جدول ۱- مقایسه عناصر معدنی و محتوی آنتوسیانین در انارهای سالم و آسیب‌دیده (عارضه سفیدشدگی آریل انار) با استفاده از آزمون پارامتری $t_{(\alpha=0.05,df=38)}$ مستقل (سال ۱۴۰۱-باغ شماره ۹).

پارامتر	آماره آزمون t	میوه‌های سالم	میوه‌های آسیب‌دیده
آهن ($mg.kg^{-1}$)	5.81*	39.98^{a}	26.25^{b}
روی ($mg.kg^{-1}$)	3.76*	21.41^{b}	25.63^{a}
کلسیم ($g.kg^{-1}$)	12.10*	1.59^{a}	0.62^{b}
آنتوسیانین (mg Cyd.100 ml^{-1} J)	8.38*	26.84^{a}	4.79^{b}

* در هر ردیف میانگین‌هایی با حرف مشترک، از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

تغذیه در دوران رشد میوه یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر خصوصیات کمّی و کیفی میوه است . نتایج آزمایش انجام شده گویای این واقعیت است که با وقوع عارضه سفیدشدگی، کیفیت میوه‌های انار از نظر ارزش غذایی مرتبط با عناصر معدنی و آنتوسیانین به‌شدت کاهش یافت. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، میقانی و همکاران (Meighani et al., 2014) نیز گزارش داد که مقدار کلسیم، آهن و محتوای آنتوسیانین در میوه‌های آسیب‌دیده انار ناشی از عارضه دانه سفیدی در مقایسه با میوه‌های سالم کمتر بود، امّا میزان روی در میوه‌های آسیب‌دیده بالاتر بود. همچنین شاته و واسکار (Shete & Waskar, 2005)، کاهش در مقدار عنصر کلسیم در میوه‌های دچار عارضه سفیدشدگی انار را تأیید نمودند. آنتوسیانین یکی از مهم‌ترین شاخص های کیفی انار است و رنگ آب انار را به این ترکیب نسبت می‌دهند. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، شیواشانکار و همکاران (Shivashankara et al., 2004) نشان دادند که محتوای آنتوسیانین در آریل میوه‌های دچار عارضه دانه سفیدی، کمتر از آریل‌های سالم است. کاهش محتوای آنتوسیانین در میوه‌های آسیب‌دیده می‌تواند منعکس‌کننده کاهش همزمان در نرخ سنتز آنتوسیانین به‌دلیل مهار رونویسی mRNA ژن‌های بیوسنتتیک آنتوسیانین از یک‌سو و تسریع تخریب شیمیایی رنگ دانه‌ها از سوی دیگر تحت شرایط محتمل در بروز عارضه سفیدشدگی آریل انار باشد. از سوی دیگر، نقش عناصر آهن، روی و کلسیم در الگوی بیان برخی ژن‌های دخیل در بیوسنتز و انباشت آنتوسیانین تأیید شده است (Rezaei et al., 2022)؛ با این وجود، غلظت این عناصر در بافت‌های گیاهی به‌شدت بر نقش این عناصر در فعالیت ژن‌های مسیر بیوسنتز آنتوسیانین و سایر ژن‌های دخیل در فرآیند رشد و نمو گیاه مؤثر است. به‌عنوان مثال، فعالیت آنزیم آنتوسیانین ۳-O- گلوکوزیل ترانسفراز به‌عنوان یک آنزیم کلیدی در بیوسنتز آنتوسیانین در بافت‌های

گیاهی، در حضور عناصر روی، منگنز و مس با غلظت یک میلی‌مولار به‌طور کامل مهار می‌شود. اثر مهارکنندگی این عناصر آزاد در محیط *in vitro* احتمالاً ناشی از تخریب پیش‌ماده‌های بیوسنتز آنتوسیانین باشد . در مطالعه حاضر نیز در میوه‌های آسیب‌دیده با آریل‌هایی به رنگ قهوه‌ای در مقایسه با میوه‌های سالم با رنگ آریل قرمز شفاف، غلظت بالایی از عنصر روی مشاهده شد. علی‌رغم وجود گزارش‌هایی مبنی بر وجود ارتباط بین غلظت عناصر فلزی و سنتز آنتوسیانین، اطلاعات کمی در مورد نقش یون‌های فلزی در تجزیه آنتوسیانین وجود دارد. امّا ارتباط بین یون‌های فلزی با عوامل اکسیداسیون ترکیبات پلی‌فنلی مشارکت‌کننده در بیوسنتز آنتوسیانین تأیید شده است. براساس نتایج مطالعه حاضر تأثیر منفی عارضه سفیدشدگی آریل انار بر محتوای عناصر میکرو و ماکرو به‌خصوص کلسیم، آهن در آب میوه انار تأیید گردید (Pojer et al., 2013).

منابع

Amaliotis, D., Velemis, D., Bladenopoulou, S. and Karapetsas, N. 2002. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield. Acta Horticulturae, 567: 447–450.

Amirinejad, M., Akbari, G., Baghizadeh, A., Allahdadi, I., Shahbazi, M. and Naimi, M. 2015. Effects of drought stress and foliar application of zinc and iron on some biochemical parameters of cumin. Journal of Crops Improvement, 17(4): 855–866.

Bedigian, D. 2007. Pomegranates: Ancient roots to modern medicine. Medicinal and Aromatic Plants—Industrial Profiles 43. Economic Botany, 61(1): 107–108.

Davarpanah, S., Akbari, M., Askari, M.A., Babalar, M. and Naddaf, M.E. 2013. Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate cv. 'Malas-e-Saveh'. World of Sciences Journal, 4: 179–187.

Mirdehghan, S.H. and Rahemi, M. 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. Scientia Horticulturae, 111(2): 120–127.

Moradinezhad, F., Hassan Pour, S. and Sayyari Zahan, M.H. 2018. Influence of preharvest spray of calcium chloride and salicylic acid on physicochemical and quality properties of fresh seedless barberry fruit. Journal of Horticultural Science, 32(1): 61–74.

Pojer, E., Mattivi, F., Johnson, D. and Stockley, C.S. 2013. The case for anthocyanin consumption to promote human health: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12(5): 483–508.

Rezaei, S., Amiri, M., Bahari, A., Razavi, F., Soleimani Aghdam, M. and Beyrami, H. 2022. Effect of foliar iron application on anthocyanin genes expression during of developmental stages in strawberry fruit. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 35(4): 745–762.

Schaart, J.G., Dubos, C., Romero De La Fuente, I., van Houwelingen, A.M., de Vos, R.C., Jonker, H.H., Xu, W., Routaboul, J.M., Lepinies, L. and Bovy, A.G. 2013. Identification and characterization of MYB-bHLH-WD40 regulatory complexes controlling proanthocyanidin biosynthesis in strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) fruits. New Phytologist, 197(2): 454–467.

Shete, M.B. and Waskar, D.P. 2005. Internal breakdown of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits: A review. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 30: 59–61.

Study of Mineral Element Levels in Pomegranates (*Punica granatum* L.) Aril Paleness

Sakine faraji[1*]
1. Crop and horticultural science research department, markazi Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Arak, Iran
[*]*Corresponding Author: s_faraji61@yahoo.com*

Abstract

The present study was designed to compare the mineral (concentrations of iron, zinc, and calcium) and biochemical (anthocyanin content) compositions of pomegranates (Punica granatum L. cv. 'Malas Saveh') aril paleness and those of healthy fruits. To investigate the impact of Aril Paleness on the levels of selected macro- and micronutrients in pomegranate fruits, all fruits were harvested at the end of Shahrivar 1401 (September 2022), following physiological ripening (commercial maturity). The fruit peels were carefully cut at the equatorial region using a sharp knife, and the fruits were categorized into two groups based on the extent of aril paleness: severely affected (group 1) and healthy (group 2). For each group, 20 fruits were randomly selected for further analysis. After separating the arils from the selected fruits, juice extraction was performed using a manual juicer. The resulting juice was centrifuged at 6000 rpm for five minutes, and the supernatant was collected. The concentrations of iron (Fe), zinc (Zn), and calcium (Ca) in the supernatant of both groups were measured using atomic absorption spectrophotometry (Perkin-Elmer 400). According to the results of the independent t-test ($t(38)$, $\alpha = 0.05$), except for the concentration of Zn, the concentrations of Fe, Ca, and anthocyanin content in healthy fruits were higher than Pomegranates (*Punica granatum* L.) aril paleness.

Keywords: Anthocyanin, Foliar nutrition, Nutritional elements, Pomegranate orchards.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری بر صفات رویشی پایه‌های مختلف پسته

سیدجواد حسینی‌فرد[1*]، ناصر صداقتی[1]، حجت هاشمی‌نسب[1] و محمدرضا نیکویی دستجردی[1]
۱- پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *hosseinifard@pri.ir*

چکیده

یکی از مشکلات آب و خاک در مناطق پسته‌کاری بالا بودن غلظت منیزیم نسبت به کلسیم در آب آبیاری و محلول خاک می‌باشد و این مسئله اثرات منفی بر روی خاک و گیاه دارد. همچنین در سال‌های اخیر پایه هیبرید UCB1 در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی پایه UCB1 بذری و کشت بافتی و مقایسه آن با پایه بومی بادامی زرند، نسبت به غلظت‌های مختلف منیزیم اجرا شد. در خصوص پایه‌های یک‌ساله UCB1، آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور پایه پسته در دو سطح (UCB1 کشت‌بافتی و بذری) و فاکتور غلظت منیزیم در ۵ سطح شامل آبیاری با غلظت‌های منیزیم صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی مولار، در سه تکرار انجام شد. برای پایه بذری بادامی زرند نیز پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و فاکتور غلظت منیزیم در ۵ سطح فوق‌الذکر، در سه تکرار انجام شد. مقایسه سه پایه با شاخص تنش پایداری عملکرد (YSI) استفاده شد. نتایج نشان داد که وجود منیزیم در آب آبیاری بر اکثر صفات رویشی دانهال‌های بادامی زرند اثر معنی‌دار داشت. در مجموع در پایه بادامی زرند غلظت ۲ میلی‌مول بر لیتر منیزیم در بیشتر صفات وضعیت بهتری داشت. این غلظت حدوداً بیش از ۷۰ درصد ارتفاع نهال‌ها را نسبت به غلظت صفر منیزیم افزایش داد و باعث افزایش ۳۰ درصد سطح برگ و ۵۴ درصد نسبت وزن اندام هوایی به ریشه در مقایسه با شاهد شد. نتایج نشان داد که اغلب صفات رویشی نهال‌های UCB1، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر نوع پایه، سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفتند. نتایج نشان داد که پایه UCB1 بذری نسبت به نوع کشت‌بافتی آن غلظت‌های بیشتری از منیزیم آب آبیاری را تحمل نموده است. در مقایسه سه پایه حداکثر افزایش عملکرد مربوط به غلظت ۳ میلی‌مول منیزیم آب آبیاری و پایه UCB1 بذری و به مقدار ۵۶ درصد بود. در رتبه بعدی پایه بادامی زرند در غلظت ۲ میلی‌مول بر لیتر منیزیم با ۴۸ درصد افزایش عملکرد قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: پایه بومی پسته، پایه غیربومی پسته، شاخص پایداری عملکرد.

مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، سطح و کیفیت آب به شدت کاهش یافته و تعادل میان عناصر منیزیم و کلسیم به نفع منیزیم بر هم خورده است (صالحی و همکاران، ۲۰۰۶، حسینی فرد و میرزایی امینیان، ۲۰۱۵). طبق برخی گزارش‌ها، در حال حاضر بسیاری از مناطق پسته‌کاری استان کرمان با افزایش غلظت منیزیم در خاک و آب آبیاری مواجه هستند (حسینی فرد و میرزایی امینیان، ۲۰۱۵). پژوهش‌های بسیار کمی در مورد تاثیر منیزیم و بالابودن غلظت آن بر روی ویژگی‌های خاک و رشد گیاه پسته انجام شده است. باقری و همکاران (۱۳۹۶) اثرات غلظتهای مختلف منیزیم بر دو رقم پسته بادامی زرند و قزوینی را بررسی نموده و نتیجه گرفتند که کاربرد غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سولفات منیزیم، باعث افزایش رشد گیاه پسته (رشد رویشی اندام‌های هوایی و وزن خشک اندام‌های هوایی به اضافه ریشه) گردید. در مقابل با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری (سطح ۲ به ۳ میلی‌مولار منیزیم)، رشد رویشی نهال‌ها و وزن خشک اندام‌های هوایی به اضافه ریشه نسبت به شاهد کاهش یافت. علاوه بر این پایه های غیربومی UCB1 اخیراً در مناطق پسته کاری مورد استفاده قرار گرفته است و در مورد اثرات منیزیم بر آنها پژوهشی انجام نشده است. بنابرین پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثرات غلظت‌های مختلف منیزیم در آب آبیاری بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و نیز شاخص‌های رشدی در دو پایه پسته غیربومی بذری و کشت بافتی UCB1 و پایه بومی بادامی زرند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه پژوهشکده پسته در شهرستان رفسنجان و به مدت یک سال اجرا شد. در خصوص پایه‌های یک‌ساله UCB1، آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور پایه پسته در دو سطح (UCB1 کشت‌بافتی و بذری) و فاکتور غلظت منیزیم در ۵ سطح شامل آبیاری با غلظت‌های منیزیم صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی مولار، در سه تکرار انجام شد. برای پایه بذری بادامی زرند نیز پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و فاکتور غلظت منیزیم در ۵ سطح فوق‌الذکر، در سه تکرار انجام شد.

برای پایه بادامی زرند تعداد ۵ بذر جوانه زده در هر گلدان کاشته شد. گلدان‌ها تا زمانی که نهال‌ها به مرحله ۴ تا ۵ برگی برسند (حدود ۲ ماه پس از کشت بذور)، با آب مقطر و دو روز یک‌بار آبیاری شدند. در انتهای این مرحله نیز در هر گلدان، ۳ نهال که وضعیت رشدی مطلوب‌تری داشتند حفظ شده و بقیه نهال‌ها حذف گردیدند. در خصوص پایه UCB1 کشت‌بافتی و بذری، نهال‌های یک‌ساله یکنواخت از ابتدا انتخاب شدند. با توجه به اینکه نهال‌های بادامی زرند و UCB1 (بذری و کشت‌بافتی)، از نظر نوع تکثیر و شرایط رشدی با یکدیگر متفاوت بودند، علاوه بر اینکه نهال‌ها پس از اعمال تیمارهای منیزیم با نهال‌های شاهد خود در هر پایه مقایسه شدند، مقایسه بین پایه‌ها با استفاده از شاخص‌های رشد و تنش انجام شد. در پایان آزمایش (۴ ماه پس از اعمال تیمارهای منیزیم)، پارامترهای رویشی شامل ارتفاع ساقه، قطر ساقه، تعداد برگ ریزش کرده، سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه اندازه‌گیری شد و تغییرات آن‌ها در مدت اعمال تیمارها و نسبت به مقادیر اولیه، بررسی گردید. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SPSS26 و مقایسه میانگین داده‌ها با روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر غلظت منیزیم در آب آبیاری بر اکثر صفات رویشی و روابط آبی دانهال‌های بادامی زرند در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. اما این اثر بر وزن خشک ساقه و وزن خشک کل گیاه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. همچنین از بین صفات مورد بررسی، اثر غلظت منیزیم در آب آبیاری بر وزن خشک ریشه و محتوای نسبی آب برگ (RWC) معنی‌دار نبود. بر همین اساس نتایج مقایسه میانگین این صفات با استفاده از آزمون دانکن انجام شد که نتایج آن‌ها در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر غلظت منیزیم آب آبیاری بر صفات رویشی و روابط آبی دانهال‌های پسته بادامی زرند.

غلظت منیزیم آب آبیاری (mmol L^{-1})	صفات مورد مطالعه						
	وزن خشک برگ (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	وزن خشک اندامهای هوایی (gr)	وزن خشک کل گیاه (gr)	محتوای نسبی آب برگ (٪) RWC	بهره‌وری مصرف آب گیاه (mg/cm^3) WUP
۰	۱/۶۱ c	۰/۸۴ c	۲/۳۶ a	۲/۴۵ c	۴/۸۱ c	۷۵/۷۱ a	۰/۳۶ b
۰/۵	۱/۸۶ b	۱/۰۰ bc	۲/۲۷ a	۲/۸۶ bc	۵/۱۳ bc	۷۲/۶۶ a	۰/۴۲ a
۱	۱/۹۴ ab	۱/۱۸ b	۲/۵۴ a	۳/۱۳ b	۵/۶۷ ab	۷۳/۱۶ a	۰/۴۲ a
۲	۲/۱۳ a	۱/۵۰ a	۲/۲۹ a	۳/۶۳ a	۵/۹۲ a	۷۰/۱۵ a	۰/۴۱ a
۳	۱/۹۳ ab	۱/۱۹ b	۲/۱۸ a	۳/۱۲ b	۵/۳۰ ab	۶۹/۶۲ a	۰/۴۵ a

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر غلظت منیزیم آب آبیاری بر صفات رویشی دانهال‌های پسته بادامی زرند.

غلظت منیزیم آب آبیاری (mmol L-1)	صفات مورد مطالعه					
	تغییرات ارتفاع (cm)	تغییرات قطر پایین (mm)	تغییرات قطر بالا (mm)	تعداد برگ ریزش‌کرده	سطح برگ (mm۲)	نسبت وزن اندام‌های هوایی به ریشه
۰	۱/۹۲ b	۰/۲۳ d	۰/۲۳ c	۳/۱۱ b	۱۴۳/۵ c	۱/۰۴ c
۰/۵	۲/۰۱ b	۰/۲۷ d	۰/۲۴ c	۳/۲۲ b	۱۶۳/۹ b	۱/۲۶ b
۱	۳/۳۳ a	۱/۲۰ a	۰/۸۸ a	۳/۶۷ b	۱۷۱/۳ ab	۱/۲۴ bc

۲	۳/۲۹ a	۰/۵۴ c	۰/۵۰ b	۳/۰ b	۱۸۷/۲ a	۱/۶۰ a
۳	۲/۳۵ b	۰/۸۰ b	۰/۸۵ a	۴/۷۸ a	۱۶۹/۹ ab	۱/۴۳ ab

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

از نظر صفت تغییرات ارتفاع نهال، غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مول بر لیتر حدوداً بیش از ۷۰ درصد ارتفاع نهال‌ها را نسبت به غلظت صفر منیزیم (شاهد) افزایش دادند. بررسی تغییرات قطر بالا و پایین نهال‌ها نشان داد که غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میلی‌مول بر لیتر باعث افزایش قطر بالا و پایین نهال‌ها شدند. غلظت ۳ میلی‌مول بر لیتر باعث افزایش حدود ۵۰ درصد ریزش برگ نسبت به شاهد و سایر تیمارهای کاربرد منیزیم شد. کاربرد همه غلظت‌های منیزیم باعث افزایش سطح برگ و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه در مقایسه با غلظت صفر منیزیم (شاهد) شد. غلظت ۲ میلی‌مول بر لیتر منیزیم باعث افزایش ۳۰ درصد سطح برگ و ۵۴ درصد نسبت وزن اندام هوایی به ریشه در مقایسه با شاهد شد. نتایج همچنین نشان داد که غلظت ۲ میلی‌مول بر لیتر بیشترین وزن اندام هوایی را ایجاد نموده که بیش از ۴۸ درصد افزایش وزن اندام هوایی نسبت به غلظت صفر منیزیم آب آبیاری (شاهد) را باعث شده است. همه تیمارهای کاربرد منیزیم در آب آبیاری باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب گیاه شد این افزایش حدود ۱۴ درصد نسبت به غلظت صفر منیزیم بود.

در مورد نهال‌های پایه‌های بذری و کشت بافتی UCB1 نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غیر از نسبت وزن اندامهای هوایی به ریشه، بقیه صفات رویشی و روابط آبی به‌طور معنی‌داری و در سطح احتمال ۱٪، تحت تاثیر فاکتور نوع پایه قرار گرفتند. اما در خصوص اثر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری، همه صفات مورد بررسی به طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) تحت تاثیر این فاکتور قرار گرفتند. اثر متقابل پایه پسته و سطوح منیزیم آب آبیاری نیز بر تمام صفات رویشی و روابط آبی نهال‌ها، معنی‌دار شد. بر همین اساس مقایسه میانگین اثر منیزیم آب آبیاری بر صفات رویشی و روابط آبی نهال‌های یک‌ساله UCB1 انجام شد که نتایج آن در جداول ۳ و ۴ آمده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر منیزیم آب آبیاری بر صفات رویشی نهال‌های یکساله .UCB-1

عامل تغییر	سطح عامل تغییر	صفات مورد مطالعه					
		تغییرات ارتفاع نهال (cm)	تغییرات قطر پایین نهال (mm)	تغییرات قطر بالای نهال (mm)	تعداد برگ ریزش‌کرده	سطح برگ (mm۲)	نسبت وزن اندامهای هوایی به ریشه
پایه UCB-1	کشت‌بافتی (T)	۶/۴ a	۰/۴۴ b	۰/۳۵ b	۱۲/۹ b	۲۰۴/۲ b	۱/۵۸ a
	بذری (S)	۵/۵ b	۱/۰۸ a	۰/۹۸ a	۱۹/۹ a	۶۷۶/۶ a	۱/۴۶ a
منیزیم آب آبیاری (mmol L-1)	۰	۲/۰ d	۱/۰۶ a	۰/۹۳ a	۲۱/۰ a	۲۸۱/۴ d	۱/۳۳ b
	۰/۵	۴/۷ c	۰/۹۳ ab	۰/۶۴ b	۱۴/۷ b	۴۹۵/۲ b	۱/۳۱ b
	۱	۴/۹ c	۰/۴۰ d	۰/۵۰c	۱۶/۰ b	۴۰۹/۲ c	۱/۴۸ b
	۲	۷/۶ b	۰/۶۷ c	۰/۵۵ c	۱۵/۵ b	۴۷۰/۱ b	۱/۷۳ a
	۳	۱۰/۴ a	۰/۷۵ bc	۰/۷۰ b	۱۴/۸ b	۵۴۶/۴ a	۱/۷۶ a
اثر متقابل پایه و منیزیم آب آبیاری	T۰	۱/۳ f	۰/۵۳ c	۰/۴۵ d	۱۳/۷ def	۱۴۷/۴ h	۱/۵۷ bc
	T۰/۵	۶/۶ c	۰/۳۸ dc	۰/۰۸ f	۱۲/۰ ef	۱۹۰/۳ g	۱/۱۸ de
	T۱	۷/۰ c	۰/۳۳ dc	۰/۲۱ e	۱۴/۷ cde	۲۰۵/۶ g	۱/۸۲ ab
	T۲	۱۰/۴ b	۰/۸۴ b	۰/۳۱ e	۱۱/۰ f	۲۵۰/۱ f	۱/۷۰ abc
	T۳	۶/۲ c	۰/۱۱ d	۰/۷۲ c	۱۳/۳ def	۲۲۷/۶ fg	۱/۶۲ abc
	S۰	۲/۷ e	۱/۶ a	۱/۴۱ a	۲۸/۳ a	۴۱۵/۴ e	۱/۰۹ e
	S۰/۵	۲/۸ e	۱/۴۸ a	۱/۲۱ b	۱۷/۳ bc	۸۰۰/۲ b	۱/۴۴ cd
	S۱	۲/۸ e	۰/۴۴ c	۰/۷۸ c	۱۷/۳ bc	۶۱۲/۸ d	۱/۱۵ de
	S۲	۴/۳ d	۰/۴۹ c	۰/۷۹ c	۲۰/۰ b	۶۹۰/۰ c	۱/۷۵ abc
	S۳	۱۴/۷ a	۱/۳۸ a	۰/۶۹ c	۱۶/۳ cd	۸۶۵/۱ a	۱/۸۹ a

در هر ستون مربوط به هر عامل تغییر، میانگین‌های با حروف مشترک، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. در تیمارهای اثر متقابل T و S به ترتیب مربوط به پایه‌های UCB-1 کشت‌بافتی (Tissue Culture) و بذری (Seedling) و اندیس‌های آن‌ها مربوط به منیزیم آب آبیاری (۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مول بر لیتر) می‌باشند.

به استثنای دو صفت نسبت وزن اندامهای هوایی به ریشه که اثر پایه معنی‌دار نشد (P≤۰.۰۱) و همچنین تغییرات ارتفاع نهال که پایه UCB1 کشت بافتی وضعیت بهتری داشت، در سایر صفات پایه UCB1 بذری بر پایه UCB1 کشت‌بافتی برتری داشت. تغییرات ارتفاع نهال در دوره اعمال تیمارها در پایه UCB1 کشت‌بافتی در حدود ۱۶/۴ درصد نسبت به پایه UCB1 بذری بیشتر بود.

تغییرات قطر پایین و بالای نهال پایه UCB1 بذری به ترتیب ۲/۴۶ و ۲/۸۰ برابر پایه UCB1 کشت بافتی بود. تعداد برگ ریزش کرده نیز در پایه UCB1 بذری ۵۴/۳ درصد نسبت به پایه کشت‌بافتی بیشتر بود. سطح برگ پایه UCB1 بذری بسیار بیشتر و در حدود ۳/۳ برابر پایه کشت‌بافتی بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر منیزیم آب آبیاری بر صفات رویشی و روابط آبی نهال‌های یکساله UCB-1

عامل تغییر	سطح عامل تغییر	صفات مورد مطالعه						
		وزن خشک برگ (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	وزن خشک اندامهای هوایی (gr)	وزن خشک کل گیاه (gr)	محتوای نسبی آب برگ (٪) RWC	بهره‌وری مصرف آب گیاه (mg/cm3) WUP
پایه UCB-1	کشت‌بافتی (T)	۳/۰ b	۶/۷ b	۶/۲ b	۹/۵ b	۱۵/۹ b	۵۰/۶ b	۰/۹۵ b
	بذری (S)	۶/۱ a	۱۵/۴ a	۱۵/۳ a	۲۲/۰ a	۳۷/۳ a	۶۱/۰ a	۱/۸۲ a
منیزیم آب آبیاری (mmol L-1)	۰	۲/۹ d	۹/۶ c	۱۰/۴ b	۱۲/۵ d	۲۲/۸ c	۵۴/۸ b	۱/۲۱ d
	۰/۵	۵/۰ b	۱۱/۷ b	۱۲/۳ a	۱۶/۷ b	۲۹/۰ a	۵۷/۶ b	۱/۶۰ a
	۱	۴/۳ c	۱۱/۱ b	۱۱/۶ a	۱۵/۳ c	۲۷/۰ b	۵۴/۳ b	۱/۴۷ b
	۲	۵/۰ b	۱۱/۵ b	۹/۵ c	۱۶/۵ b	۲۶/۰ b	۶۴/۶ a	۱/۳۴ c
	۳	۵/۶ a	۱۲/۶ a	۱۰/۱ bc	۱۸/۱ a	۲۸/۲ a	۴۷/۷ c	۱/۳۲ c
اثر متقابل پایه و منیزیم آب آبیاری	T۰	۲/۱ h	۶/۰ f	۵/۲ e	۸/۰ h	۱۳/۲ e	۵۰/۵ dc	۰/۹۰ f
	T۰/۵	۲/۸ g	۶/۴ f	۷/۷ d	۹/۱ g	۱۶/۹ d	۵۰/۲ dc	۱/۱۷ e
	T۱	۳/۰ f	۷/۸ e	۶/۰ e	۱۰/۸ f	۱۶/۸ d	۴۷/۵ d	۰/۹۹ f
	T۲	۳/۷ e	۶/۶ f	۶/۰ e	۱۰/۲ f	۱۶/۳ d	۶۵/۲ a	۰/۷۳ g
	T۳	۳/۳ ef	۶/۶ f	۶/۲ e	۱۰/۰ fg	۱۶/۲ d	۳۹/۲ e	۰/۹۸ f
	S۰	۳/۷ e	۱۳/۲ d	۱۵/۵ b	۱۶/۹ e	۳۲/۴ c	۵۹/۱ ab	۱/۵۲ d
	S۰/۵	۷/۲ b	۱۷/۰ b	۱۶/۸ a	۲۴/۳ b	۴۱/۱ a	۶۴/۹ a	۲/۰۴ a
	S۱	۵/۵ d	۱۴/۳ c	۱۷/۳ a	۱۹/۸ d	۳۷/۱ b	۶۱/۱ ab	۱/۹۵ b
	S۲	۶/۲ c	۱۶/۵ b	۱۳/۰ c	۲۲/۸ c	۳۵/۸ b	۶۴/۰ a	۱/۹۵ b
	S۳	۷/۸ a	۱۸/۵ a	۱۳/۹ c	۲۶/۳ a	۴۰/۲ a	۵۶/۱ bc	۱/۶۶ c

در هر ستون مربوط به هر عامل تغییر، میانگین‌های با حروف مشترک، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. در تیمارهای اثر متقابل T و S به ترتیب مربوط به پایه‌های UCB-1 کشت‌بافتی (Tissue Culture) و بذری (Seedling) و اندیس‌های آن‌ها مربوط به منیزیم آب آبیاری (۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مول بر لیتر) می‌باشند.

وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در پایه UCB1 بذری به ترتیب ۲/۰، ۲/۳ و ۲/۵ برابر پایه کشت‌بافتی بود. مقایسه وزن خشک اندامهای هوایی و کل گیاه هم نشان می‌دهد که هر دو صفت در پایه UCB1 بذری حدوداً ۲/۳ برابر پایه کشت‌بافتی بود. نتایج جدول ۴ همچنین نشان داد که محتوای نسبی آب برگ و بهره‌وری مصرف آب نهال‌های UCB1 بذری نیز به ترتیب در حدود ۲۰/۶ و ۹۱/۵ درصد بیشتر از پایه UCB1 کشت‌بافتی بود.

در مورد صفات وزن خشک اندام‌های گیاهی و نیز بهره‌وری مصرف آب گیاه تیمارهای پایه UCB-۱ بذری در همه سطوح منیزیم آب آبیاری به مراتب وضعیت بهتری نسبت به پایه کشت‌بافتی داشتند. در مجموع افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری از ۰ به ۰/۵، ۱، ۲ و ۳

میلی‌مول بر لیتر در پایه UCB1 کشت‌بافتی به ترتیب باعث افزایش وزن خشک اندامهای هوایی به مقدار ۱۳/۸، ۳۵/۰، ۲۷/۵ و ۲۵/۰ درصد و در پایه UCB1 بذری به مقدار ۴۳/۸، ۱۷/۲، ۳۴/۹ و ۵۵/۰ درصد شد. این افزایش برای وزن خشک ریشه در پایه UCB1 کشت‌بافتی به میزان ۴۸/۱، ۱۵/۴، ۱۵/۴ و ۱۹/۲ درصد گردید. اما وزن خشک ریشه در پایه UCB1 بذری با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری از ۰ به ۰/۵ و۱ به میزان ۸/۴ و ۱۰/۴ درصد افزایش یافته و افزایش غلظت منیزیم به ۲ و ۳ میلی‌مول بر لیتر باعث کاهش ۱۶/۱ و ۱۰/۳ درصدی آن شد. به نظر می‌رسد هنگامی که غلظت منیزیم در محیط رشد کم است گیاه با رشد و توسعه ریشه سعی در جذب بیشتر منیزیم دارد. در مقایسه سه پایه با استفاده از شاخص پایداری عملکرد براساس وزن خشک اندام هوایی، حداکثر افزایش عملکرد مربوط به غلظت ۳ میلی‌مول منیزیم آب آبیاری و پایه UCB1 بذری و به مقدار ۵۶ درصد بود. در رتبه بعدی پایه بادامی زرند در غلظت ۲ میلی‌مول بر لیتر منیزیم با ۴۸ افزایش عملکرد قرار گرفت. پایه UCB1 کشت بافتی با ۳۴ درصد افزایش عملکرد در غلظت ۱ میلی‌مول بر لیتر منیزیم در مرتبه بعدی قرار گرفت.

منابع

باقری، ن.، یزدان‌پناه، ن. و صداقتی، ن. ۱۳۹۶. تأثیر غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری بر شاخص‌های رویشی، برخی خصوصیات شیمیایی خاک و عناصر غذایی برگ نهال‌های پسته بادامی زرند و قزوینی. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۴(۶): ۱–۲۴.

Hosseinifard, S.J. and Aminiyan, M.M. 2015. Hydrochemical characterization of groundwater quality for drinking and agricultural purposes: A case study in Rafsanjan Plain, Iran. Water Quality, Exposure and Health, 7: 531–544.

Salehi, M.H. and Hosseinifard, S.J. 2012. Soil and groundwater relationships with pistachio yield in the Rafsanjan area, Iran. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43(4): 660–671.

Salehi, F., Moradi, M., MirAbolfathi, M. and Asgharzadeh, A. 2006. The effect of mycorrhizal colonization VA and different levels of phosphorus absorption of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and zinc and vegetative growth pistachios. Journal of Agronomy and Horticulture, 78: 49–55.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying effects of different concentrations of irrigation water magnesium on vegetative traits of different pistachio rootstocks

Seyed Javad Hosseinifard[1*], Nasser Sedaghati[1], Hojat Hasheminesab[1] and Mohammadreza Nikouei Dastjerdi[1]

1. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

Corresponding Author: hosseinifard@pri.ir

Abstract

One of the water and soil problems in the pistachio growing areas is the high concentration of magnesium compared to calcium in the irrigation water and soil solution, and this problem has negative effects on the soil and plants. Also, the UCB-1 hybrid rootstocks have been expanding in the region. Therefore, this project was carried out with the aim of evaluating the seed and tissue culture of UCB-1 rootstock and comparing with the native rootstock of Badami-Zarand, in relation to different concentrations of magnesium. Regarding UCB-1 one-year rootstocks, experiment was done as factorial in the form of randomized complete block design with two pistachio rootstocks factors at two levels (UCB-1 tissue culture and seedling) and magnesium concentration factor at 5 levels including irrigation with zero magnesium concentrations, 0.5, 1, 2 and 3 mM, in three repetitions. For Badami-Zarand rootstock, research was done in the form of randomized complete block design and magnesium concentration factor at the above-mentioned 5 levels, in three repetitions. In order to compare three rootstocks, Yield Stability Index (YSI) was used. The results showed that magnesium in irrigation water had a significant effect on most of the vegetative traits of Badami-Zarand seedlings. Totally, the concentration of 2 mmol/liter of magnesium in Badami-Zarand rootstock had a better condition in most of the traits. This concentration increased the height of the seedlings more than 70% compared to the zero concentration of magnesium and increased about 30% the leaf area and 54% ratio of shoot to root weight compared to the control. The results showed that most of the vegetative traits and water relations of UCB-1 seedlings were significantly influenced by the type of rootstock, different levels of magnesium in irrigation water and their interaction effects. In other words, based on the results, the seedling UCB-1 rootstock has tolerated higher concentrations of magnesium in irrigation water than its tissue cultured type. In the comparison of three rootstocks the maximum increase in yield was 56% and related to the concentration of 3 mmol/liter magnesium in irrigation water and UCB-1 seedling. In the next rank, the Badami-Zarand at a concentration of 2 mmol/liter of magnesium were placed with 48% increase in yield.

Keywords: Native Pistachio rootstock, Non-native Pistachio rootstock, Yield Stability Index.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

معرفی ارقام متحمل گلایول *Gladiolus communis* L. به کنه تـارتن دولکه‌ای

اصغر حسینی نیا[1*] ، محمد حسین عظیمی[2] و انوشه یوسف بیکی[1]

۱ -گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی،سازمان تحقیقات آموزش و تریج کشاورزی، محلات، ایران

۲- گروه به نژادی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی،سازمان تحقیقات آموزش و تریج کشاورزی، محلات، ایران

*نویسنده مسئول: *asghar.hosseini.nia@gmail.com*

چکیده

گلایول بیشترین سطح زیرکشت گل‌های پیازی ایران را دارد و یکی از مهمترین آفت گلایول کنه تارتن دولکه‌ای است. ارقام مقاوم از ایمن‌ترین روش‌های مدیریت تلفیقی*T. urticae* می‌باشد. نتایج حاصله تلاقی چهار رقم آمستردام، وایت پراس‌پرتی، ادونس‌رد و رزسوپریم ۴۸ هیبرید بود. از بین ده کد هیبرید منتخب، مقاومت، حساسیت و تحمل به کنه تارتن دولکه‌ای با روش آزمون شاخص مقاومت و شاخص های (آنتی زنوز، آنتی بیوز و تحمل) واکاوی شد. از کنه های همسن برای ارزیابی آنتی بیوز استفاده شد. در روی یک برگ هر بوته یک کنه ماده بالغ رها شد و تعداد برگ‌ها تکرار در نظر گرفته شد و تا سی روز ثبت وقایع گردید. شاخص مقاومت گیاهی با استفاده از فرمول (PRI)=1.XYZ ارزیابی گردید:(PRI) شاخص مقاومت گیاه، X: شاخص آنتی زنوز (تعداد کنه های شمارش شده پس از ۷۲ ساعت)، Y: شاخص آنتی بیوز (نرخ ذاتی افزایش جمعیت) و Z: شاخص تحمل بر اساس مقیاس (۶-۱) محاسبه گردید. نتایج آزمایش نشان داد: که کد هیبرید (۵-۳) بیشترین عدم رجحان را داشت. در نتیجه ارزیابی تحمل، هیبریدهای Yellow-2 بیشترین تحمل را در برابر تعداد ۳۰ کنه ماده در واحد برگ نشان داد. نتایج آنتی‌بیوزی نشان داد که هیبرید yellow-2 در گروه های اول گرفت. بر اساس شاخص مقاومت (PRI)، برای کد هیبریدYellow-2 بیشترین مقاومت به کنه تارتن دولکه‌ای تخمین زده شد. به عنوان ژنوتیپ متحمل تحت تلاقی ارقام آمستردام، ادونس‌رد می توان در کنترل تلفیقی کنه‌های تارتن از آن ژنوتیپ استفاده نمود.

واژگان کلیدی: گلایول، مقاومت، کنه تارتن.

مقدمه

گلایول بومی آفریقای جنوبی است و از زیبا ترین گل های پیازی بوده و یکی از بیشترین سطح زیر کشت‌های گیاهان زینتی ایران را دارد (Anonymous, 2019) همچنین مهمترین آفات آن کنه تارتن، تریپس و کنه پیاز گلایول می باشد(Nazerian and Hosseininia, 2022). کنه تارتن دولکه‌ای با نام علمی(Acari: Tetranychidae) *Tetranychus urticae* Koch از مهمترین کنه‌های خسارت‌زای نباتی می‌باشد که دامنه پراکندگی آن در سراسر جهان وسیع است و تاکنون خسارت آن در بیش از ۹۰۰ گونه و ۱۲۴ خانواده گیاهی گزارش شده‌است(Santamaria *et al.*, 2020). کنه تارتن دولکه ای به علت خسارت زیاد، دامنه میزبانی وسیع، سرعت افزایش جمعیت و توانایی در گسترش مقاومت به آفت‌کش‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. کنه تارتن دولکه‌ای اولین آفت گلخانه‌ای است که مقاومت به آفت‌کش‌ها را نشان داد، این ویژگی‌ها، امروزه آن را به صورت آفت خطرناک و کاهش دهنده کمیت و کیفیت محصولات گلخانه‌ای درآورده است و در صورت عدم مبارزه با این آفت ۱۰ درصد و در برخی گیاهان ۱۵ درصد محصولات کشاورزی را از بین می‌برد (Nazerian and Hosseininia, 2022). مقاومت گیاهان به آفات عبارت است از کیفیت‌های وراثتی گیاه که موجب می‌شود تا گیاهی از یک واریته یا گونه در مقایسه با گیاه حساس که فاقد این کیفیت‌های ارثی می‌باشد از حمله آفت خسارت کمتری ببیند. مقاومت گیاهان همیشه نسبی است و در مقایسه با گیاه حساس تعیین می‌گردد. در گیاهان حساس گاهی مقاومت دروغی است که با تغییر تاریخ کشت انجام می‌شود و گاهی مقاومت هم‌کشتی است که گیاه حساس در کنار گیاه مقاوم کشت می‌گردد (Cruz-Miralles et al., 2019). گاهی وجود برخی عوامل در بیان ژن دفاعی Jasmonic acid responsive gene (PIN2) و دو مارکر بازدارنده پروتئاز Two Protease Inhibitor Markers (PI-II1 and PI-II2) می‌شود و برخی مواقع وجود ترکیبات ترپنی مانند Zingiberene (monocyclic sesquiterpene) در تریکوم‌های

واکنش‌های مقاومتی به کنه تارتن ایجاد می‌کند (Cruz-Miralles et al., 2019). طی سال‌های اخیر، کنه تارتن دولکه‌ای روی گلایول حالت طغیانی پیدا کرده است (Nazerian and Hosseininia, 2022). با توجه به سمپاشی‌های فراوان علیه این آفت و هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی ناشی از آن(Khanjani, 2010)، تصمیم بر آن شد مقاومت هیبریدهای امید بخش گلایول به کنه تارتن بررسی گردد. لذا ده کد منتخب از هیبریدهای حاصل از چهار رقم رایج گلایول ارزیابی شد (Azimi 2019). در ارزیابی مقاومت ارقام مختلف گیاهی به روش های زیادی اقدام شده است مثلا در بررسی مقاومت رقم‌های مختلف گیاهی به کنه تارتن دولکه‌ای، از شاخص تجمعی آلودگی استفاده شده است (Wartten et al., 1979). آنتی زنوز گیاه مربوطه محاسبه گردیده است در برخی آزمایشات تعداد کنه بعلاوه یک تبدیل داده‌ها به لگارتیم، ($y = \log (x + 1)$) در تخمین مقاومت بکارگرفته شده است (Wartten et al., 1979). همچنین میزان مقاومت کد هیبریدهای مختلف اراقام گیاهی با شاخص تجمعی آلودگی CII= SUM (Xn-Xn-1)/2 ارزیابی شده است و با استفاده از تفاوت فراوانی کنه در کد هیبریدهای مختلف در طی فصل رشد مقاومت ژنوتیپ‌ها امید بخش ارزیابی شده است. در برخی از آزمایشات با تفاوت فراوانی آفات میزان مقاومت کد هیبرید های مختلف گیاهان در طی فصل رشد مشخص گردیده است(Wartten et al., 1979).

مواد و روش‌ها

به منظور دورگ‌گیری، از چهار رقم Amesterdam، White Prosporti، Adonis Red و Rose Supreme به عنوان والدین استفاده شد و ۴۸ نتاج oprc1 تا oprc48 حاصل شد (Azimi, 2019). شمارش با میکروسکوپ تشریح با برگنمایی ۱۰×۱۰ بود. تعداد ۱۰ برگ هم سن آلوده به ۳۰ کنه انتخاب و میزان خسارت با مقیاس های (۶-۱) که شامل: ۱- بدون علائم خسارت در پشت برگ ۲- دارای کمتر از ۵ درصد علائم خسارت درپشت برگ ۳- بین ۵- ۲۵ درصد علائم خسارت در پشت برگ ۴- بین ۲۵-۴۵ درصد علائم خسارت در پشت برگ ۵- بین ۴۵-۶۵ درصد علائم خسارت در پشت برگ و کلروزه شدن سطح بالائی برگ ۶- بیش از ۶۵ درصد علائم خسارت در پشت برگ و علائمی دیگر از قبیل کلروزه شدن، نکروزه شدن و گرد و غباری شدن بوته، به روش (Yousefi and Dori, 2007) در دوره پنج برگی با گیاه حدود ۱۵ تا ۲۵ سانتی متری طی زمان ۲۸ روزه برآورد شد. برای بررسی اثرات آنتی بیوزی بر روی کدهای منتخب گلایول، از کنه‌های همسن استفاده شد. پیاز های گلایول به صورت جداگانه با کدهای مختلف گلایول در داخل گلدان شفاف (۱۲ سانتیمتر ارتفاع دهانه ۱۰ سانتیمتر که کف آن دستمال کاغذی برای رطوبت قرار داده شد) وآب و مواد غذایی به روی داستمال کاغذی چکیده شد تعداد ۱۰ پیاز به قطر ۳ سانتی متر برای هر هیبرید (۱۰۰تکرار) اقدام شد، تجزیه و تحلیل با روش (Carey, 1993) و فراسنجه نرخ ذاتی افزایش جمعیت *rm* برآورد شد. برای آنتی‌زنوز (عدم رجحان)، از هر ده هیبرید گلایول، ۱۰ گلدان به قطر ۱۴ سانتی‌متر دایره‌وار حول مرکز آلوده سازی قرار و با ده تکرار انجام شد و کنه های جلب شده روی بوته (R) بعد از ۷۲ ساعت شمارش و از فرمول(NPI = [100-R/100+R]×100 Non-Preference Index با روش (Antonio et al., 2011) برآورد شد. طرح در قالب کرت های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد، با استفاده از نرم افزار آماری SAS آنالیز و سپس میانگین‌ها چون حداقل تفاوت معنی دار قابل قبول بود با آزمون حداقل اختلاف معنی دار Least Significant Difference مقایسه شدند. برای محاسبه شاخص مقاومت گیاهPlant Resistance index از روش (Webster *et al.*, 1991) استفاده شد. شاخص‌های آنتی زنوز، آنتی بیوز و تحمل برآورد شدند. و از فرمول PRI=1/XYZ که درآن(PRI) شاخص مقاومت گیاهی، (X) شاخص آنتی زنوز (جلب تعداد کنه بعد از ۷۲ساعت)، (Y) شاخص آنتی‌بیوز (*rm*) و (Z) شاخص تحمل بر اساس مقیاس خسارت (۱-۶) استفاده شد. برای محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت از روش ارایه شده توسط (Carey, 1993) استفاده شد. و نرم افزار Excel 2019 برآورد گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که هیبرید های ۵-۳ بیشترین عدم رجحان را نشان داد ولی برخی از هیبریدها، عدم رجحان کمتری را نشان دادند(شکل ۱). این نتایج با مطالعات (Krishna Kumar et al., 2012) مطابقت دارد. در مطالعات کلاسیک قبل با بررسی واکنش آنتی‌زنوز ژنوتیپ‌ها و شناخت عوامل ایجاد کننده مقاومت گام نخست در دستیابی به ارقام مقاوم بوده است (Tek and Budak, 2022).

3-5	Yellow-2	Red-1	Nova-1	9-11



شکل ۱- کد هیبرید های امید بخش گلایول با درصد مقاومت مختلف به کنه تارتن.

مقاومت برخی از حشرات بر اساس آنتی زنوز، آنتی بیوز و تحمل استوار است (Arzani and Lapitan, 2007). در غیاب محرک‌هایی که جانور نیاز دارد تا گیاه را انتخاب کند و همچنین در حضور عوامل آلومونی نظیر دورکننده و جذب کننده آنتی‌زنوز بروز می‌کند. مکانیسم آنتی‌زنوز موجب قطع زنجیره مربوط به واکنش‌های حشره یا کنه در تخمریزی و تغذیه می‌شود (Krishna Kumar et al., 2012). هرگاه آفت نتواند روی گیاه بنشیند و تغذیه کند، جانور یا تغذیه نمی کند و یا به خاطر بوی آن فرار می‌کند (Krishna Kumar et al., 2012). در بحث تحمل، هیبریدهای Yellow-2بیشترین تحمل را در برابر کنه تارتن نشان داد و در گروه‌های اول گرفت، این نتایج با مطالعه (Roozbahani et al., 2016) مشابهت داشت. تحمل، گاهی مواقع با مقاومت کم یا متوسط اشتباه گرفته می‌شود به طور کلی تحمل تأثیری روی آفت ندارد بلکه سطح آستانه زیان گیاه را بالا می‌برد. در شاخص تحمل ظرفیت رشد گیاه و جبران خسارت بیشتر در گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و به واکنش گیاه به حمله کنه مربوط می‌شود این خصوصیت با مطالعات (Santamaria, et al., 2020) مطابقت داشت. نتایج آنتی‌بیوز نشان داد که هیبرید Yellow-2 در گروه a گرفت و بیشترین اثر آنتی‌بیوزی را نشان دادند (شکل۱). یک واکنش زیستی بین دو یا چند جاندار است که حداقل برای یکی از آن‌ها زیان‌بار است. همچنین می‌تواند یک ارتباط متضاد بین جانور (مثلاً کنه) و مواد متابولیک تولیدشده توسط گیاه (مثلا گلایول) باشد (Santamaria, et al., 2020). در ارقام متحمل و مقاوم باعث کم شدن آنها می گردد. برای سهولت کار معمولا تعداد افراد حشره یا کنه بعد از مدت زمان مشخص به عنوان معیار قرار می گیرد ولی به خاطر دقت بالاتر در این مطالعه از نرخ ذاتی افزایش جمعیت استفاده شد. بی‌قراری و مرگ و میر لارو را می‌توان از اثرات آنتی‌بیوزی قلمداد نمود لذا بی‌قراری آفت، آن را بیشتر در معرض دشمنان طبیعی قرار می‌دهد. در این آزمایش چون روش سنجش آنتی‌بیوز و آنتی‌زنوز متفاوت است تاثیر آنتی‌بیوز روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت کنه برآورد گردید که برای شاخص مقاومت گویاتر بود تا حدی که در برخی از هیبریدها رشد و نمو کنه منفی شد و کاهش جمعیت و مرگ را باعث گردید. نرخ ذاتی افزایش جمعیتIntrinsic rate of increase یا *rm* بر اساس تعداد کنه ماده‌ای که به ازای هر ماده به جمعیت در هر روز اضافه شد می باشد و با روش (Carey, 1993) تخمین زده شد که در این مطالعه به عنوان آنتی بیوز در نظر گرفته شد. بر اساس شاخص مقاومت (PRI)، کد هیبرید Yellow-2 با ۹۹ درصد تحمل نسبت به کنه تارتن، بالا ترین تحمل خسارت را داشته است ولی عدم رجحان کمتری نشان داد یعنی اینکه کنه روی آن استقرار پیدا می کند و از آن تغذیه هم می‌کنند نه اینکه کنه را از

خودش دور کند ولی با خاصیت آنتی بیوزی که آن کد هیبرید Yellow-2 دارد رشد نمو کنه را منفی کرده و باعث کاهش شدید جمعیت آن بعد از یک ماه می شود. در این مورد شاخص مقاومت این هیبرید با شاخص تحمل و آنتی بیوز همبستگی مثبت داشته ولی با عدم رجحان نسبت به هیبرید های دیگر همبستگی بالایی نشان نداد. به نظر می‌رسد مقاومت آن‌ها به مواد تولید شده درون گیاه بوده که خاصیت سمی دارند نه اینکه خاصیت دور کنندگی داشته باشند ،این مشاهدات با نتایج (Arzani and Lapitan, 2007) مطابقت دارد. هیبرید yellow-2 کنه ماده تولید مثل نموده ولی در نهایت مرده است که نرخ ذاتی تولید مثلی آن یا *rm* به شدت کاهش یافته و آنتی بیوز و شاخص مقاومت (PRI) آن بیشترین مقدار بوده است. نتایج این پروژه نشان می دهد که می‌توان در کنترل تلفیقی آفت مذکور از هیبریدهای متحمل استفاده نمود زیرا این امر سبب می‌شود هم از مقاومت کنه‌ها به سموم جلوگیری شود و هم مصرف سموم شیمیایی نیز به حداقل خود برسد و در نهایت هزینه کشاورز برای کنترل آفت به حداقل خود می‌رسد.

منابع

Anonymous. 2019. Office of Flowers and Ornamental-Medicinal Plants and Edible Mushrooms. The book of the 2017 program. Deputy of Horticultural Affairs, Ministry of Agriculture, 30 pp. (in Persian).

Antonio, A.D.C., Sica, D.J.H., Picanco, M.C., Santos, N.T. and Fernandes, M.E.D.S. 2011. Tomato plant inheritance of antixenosis resistance to tomato leaf miner. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 4: 74–80.

Arzani, A. and Lapitan, N.L.V. 2007. Genetic variation for resistance to Russian wheat aphid in F2-derived families of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agricultural Science and Technology, 9(1): 55–60.

Azimi, M.H. 2019. Progeny test obtained from crosses between different *Gladiolus* cultivars. Plant Production, Scientific Journal of Agriculture, 41(4): 29–44. (in Persian).

Cruz-Miralles, J., Cabedo-López, M., Pérez-Hedo, M., Flors, V. and Jaques, J.A. 2019. Zoophytophagous mites can trigger plant-genotype-specific defensive responses affecting potential prey.

Krishna Kumar, N.K., Srinivasa, N., Nemati, A., Mallik, B. and Saeidi, Z. 2012. Resistance of 14 accessions/cultivars of *Lycopersicon* spp. to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), in laboratory and greenhouse. Entomological Society Letter, 32(1): 93–108.

Nazerian, E. and Hosseininia, A. 2022. Pest and disease management of ornamental plants (integrated, biological, chemical control). Goftman Andisheh Moaser Publications, 265 pp. (in Persian).

Roozbahani, M., Shakarami, J., Mohseni, A., Kooshki, M.H. and Jafari, S. 2016. Evaluation of resistance of ten genotypes of red bean (*Phaseolus vulgaris*) to onion thrips (*Thrips tabaci*) from physiological and biochemical perspectives. Journal of Pest Science, 96(2): 555–572.

Santamaria, M.E., Arnaiz, A., Rosa-Diaz, I., González-Melendi, P., Romero-Hernandez, G., Ojeda-Martinez, D.A. and Diaz, I. 2020. Plant defenses against *Tetranychus urticae*: Mind the gaps. Plants, 9(4): 452–464.

Tek, M.I. and Budak, K. 2022. A new approach to develop resistant cultivars against plant pathogens: CRISPR drives. Frontiers in Plant Science, 13: 88–97.

Wartten, S.D., Lee, G. and Stevens, D.J. 1979. Duration of several aphid populations and the effects on wheat yield and quality. Proceedings of the British Crop Production Conference, 1: 17.

Webster, J.A., Baker, C.A. and Poter, D.R. 1991. Detection and mechanisms of Russian wheat aphid (Hemiptera: Aphididae) resistance in barley. Journal of Economic Entomology, 84: 669–673.

Yousefi, M. and Dori, H.R. 2007. Evaluation of resistance mechanism to two-spotted spider mite on some Chiti bean genotypes in greenhouse condition. In: Proceedings of the 2nd National Legume Crops Symposium of Iran, Karaj, Iran, 268 pp. (in Persian).

Introduction of Gladiolus varieties resistant to the two-spotted spider mite

Asghar Hosseininia[1*], Mohammad Hossein Azimi[2] and Anousheh Yousefbayki[1]
1. Technology and Production Management Departments, Research Institute of Ornamental Flowers and Plants, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mohallat, Iran
2. Breeding Departments, Research Institute of Ornamental Flowers and Plants, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mohallat, Iran
Corresponding Author: Asghar.hosseini.nia@gmail.com

Abstract

Gladiolus has the largest cultivated area of bulb flowers in Iran and one of the most important pests of gladiolus is the two-spotted spider mite. Resistant cultivars are one of the safest methods for integrated management of *T. urticae*. The results obtained involved the crossing of four cultivars: Amsterdam, White Prosperity, Advances Red, and Rose Supreme to create 48 hybrids. Among the ten selected hybrid codes, resistance, susceptibility, and tolerance to the two-spotted spider mite were evaluated using resistance index assessment methods and indices (antibiosis, antixenosis, and tolerance). Age-matched mites were used to evaluate antibiosis. On a single leaf of each plant, one adult female mite was released, and the number of leaves was considered as repetitions, with events recorded for up to thirty days. The plant resistance index was evaluated using the formula (PRI)=1.XYZ: (PRI) plant resistance index, X: antixenosis index (number of counted mites after 72 hours), Y: antibiosis index (intrinsic rate of population growth), and Z: tolerance index based on a scale (6-1). The results of the experiment showed that hybrid code (5-3) had the highest level of non-preference. As a result of tolerance assessment, the Yellow-2 hybrids showed the highest tolerance against 30 adult mites per leaf unit. The results of the antibiogram showed that the yellow-2 hybrid was affected in the first groups. Based on the resistance index (PRI), the yellow-2 hybrid code showed the highest estimated resistance to the two-spotted spider mite. As a tolerant genotype under the crossing of Amsterdam and Advancer cultivars, this genotype can be utilized in integrated control of spider mites.

Keywords: Gladiolus, Resistance, Spider mite.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر مطالعات به کارگیری باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شورقلیاپسند بومی تعدیل‌کننده تنش شور- سدیمی در محصولات زراعی و باغی

مهرنوش اسکندری تربقان[1*]

۱- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *mehrnoosh eskandary@gmail.com*

چکیده

ریزجانداران شوروقلیاپسند بهبوددهنده رشد گیاه (PGPR) می‌توانند با تغییر در محیط اطرافشان، شرایط لازم برای بهبود رشد گیاه را فراهم نموده و به گیاه در شرایط تنش کمک نمایند. انواع مختلف این باکتری‌ها قابل جمع‌آوری از تمامی محیط‌های شور و قلیا حتی ریزوسفر گیاهان در شرایط شوری و قلیائیت اندک خاک می‌باشند. این مطالعه به تجزیه و تحلیل اطلاعات، مقایسه، دسته‌بندی و جمع‌بندی نتایج نزدیک به ۴۰ پژوهش حاصل از جداسازی و تلقیح این سه گروه از باکتری (شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند) جداسازی‌شده از خاک‌های مختلف استان خراسان رضوی بر خصوصیات مختلف مورفولوژی، بیوشیمیایی، عملکردی و غلظت عناصر کم‌مصرف، پرمصرف و عناصر سمی (سدیم و کلر) در رابطه با برخی گیاهان مختلف زراعی (گندم، جو، ذرت، کنجد) و باغی (بادام و پسته) در شرایط گلخانه و مزرعه‌ای پرداخت. میانگین بیش‌ترین خصوصیات بهبوددهنده رشد گیاه به‌ترتیب در قلیاپسندها، شورقلیاپسندها و شورپسندها مشاهده شد، که البته اندازه‌گیری کمی آنها در شرایط آزمایشگاهی با حداکثر اثربخشی باکتری‌ها در شرایط مزرعه و باغ چندان مطابق نبود. مقایسه و تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تاثیر هر یک از گروه‌های مختلف باکتری مورد مطالعه (شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند) بر خصوصیات رشدی و عملکردی تا حدود زیادی تابع نوع محصول، نوع سویه‌های مورد استفاده و شرایط کشت (زمین اصلی – گلخانه) بود. شوری ۸ dS/m و SAR > 15 تحت تأثیر باکتری‌های اکستریموفیل مورد بررسی به‌عنوان نقطه عطفی برای اغلب محصولات زراعی و باغی مورد مطالعه و افزایش کارایی آنها عمل کرد. بعلاوه مقایسه نتایج نشان داد که در محصولات باغی تاثیرپذیری ارقام حساس با تلقیح این باکتری‌ها موجب بالاتر بودن راندمان و عملکرد شد؛ درحالی‌که در گیاهان زراعی مورد مطالعه افزایش عملکرد در تلقیح با این باکتری‌ها در ارقام مقاوم بیش‌تر بود که احتمالا مربوط به دوره رشد کوتاه گیاهان زراعی در مقایسه با گیاهان باغی؛ و فرصت ایجاد نوع مکانیسم (تحمل همانند سنتز پرولین یا قند محلول یا اجتناب از تنش مثل رشد بیش‌تر و سریع‌تر ریشه نسبت به شاخساره برای فرار از خاک شور) در گیاه بود؛ که در محصولات زراعی از نوع تحمل و در پسته و بادام از نوع دوم (اجتناب از تنش) خصوصا در شرایط باغ بود.

واژه‌های کلیدی: باکتری شورقلیاپسند، محصولات باغی، مکانیسم تحمل به تنش، خصوصیات افزایندگی رشد گیاه.

مقدمه

امروزه، استفاده از پتانسیل موجودات مفید خاکزی به منظور تولید حداکثر محصول، همراه با، توجه به شاخص سلامت خاک خصوصاً در شرایط تنش‌های زیستی و غیرزیستی مورد توجه فراوان قرار گرفته است. ریزجاندارانی را که قادر به زیستن در محیط‌هایی با دمای بالا و پایین، pH قلیایی و اسیدی، فشار هیدروستاتیک و غلظت زیاد نمک هستند، اصطلاحاً شدیددوست یا فرین‌دوست می‌نامند (ونتوسا و همکاران، ۱۹۹۸). در بین ریزجانداران مختلف مطالعه شده، باکتری‌ها متنوع‌ترین و بزرگ‌ترین گروه، با فراوانی بسیار در شرایط اقلیمی و خاکی مختلف بوده؛ که عمدتاً در زیستگاه‌های آبی از نوع *سودوموناس*‌ها و *ویبریو*ها؛ لیکن باکتری‌های شدیددوست خشکی‌زی اغلب از نوع *باسیلوس*‌ها می‌باشند (هوری‌کوشی، ۲۰۰۶). جداسازی و غربالگری این دسته از باکتری‌ها به‌دلیل خصوصیات ویژه شدیددوست بودن آنها نسبتاً ساده بوده و با کشت در محیط کشت اختصاصی‌شان امکان‌پذیر است (هوری‌کوشی، ۲۰۰۶). بعلاوه این دسته از باکتری‌های مفید خاکزی با توانایی افزایندگی رشد گیاه یا اصطلاحا PGPR، دارای توانایی زنده‌مانی و بقا در شرایط تنش از جمله شوری و قلیائیت نیز می‌باشند که به آنها شورقلیاپسندهای دارای خصوصیات محرک رشدی اطلاق می‌شود؛ که در مجاورت گیاه در شرایط تنش شوری و سدیم بالای خاک، توانایی

تحریک رشد گیاهی را دارند (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶). از مهمترین سازوکارهای آنها در تحریک رشد گیاه، همانند سایر PGPRهای معمول می‌توان به اثر بر مورفولوژی ریشه و تولید هورمون‌های محرک رشد از جمله اکسین‌ها، جیبرلین‌ها وسیتوکینین‌ها، تثبیت نیتروژن مولکولی هوا، توانایی حل‌کنندگی فسفات‌های نامحلول خاک، تولید سیدروفور، اکسایش بیولوژیک گوگرد، تجزیه سیلیکات‌ها و آزادسازی عناصری همچون پتاسیم، آهن و روی و همچنین تولید آنزیم ACC دآمیناز اشاره نمود (خسروی، ۱۳۹۲؛ Eskandari Torbaghan and Khalili Torghabe, 2023).

هدف از این مطالعه، تجزیه و تحلیل اطلاعات، جمع‌بندی و دسته‌بندی نتایج گوناگون جداسازی و تلقیح باکتری‌های شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند از خاک‌های خراسان رضوی در شرایط گلخانه و مزرعه‌ای برای محصولات مختلف زراعی و باغی بود.

مواد و روش‌ها

با توجه به حدود ۴۰ پژوهش منتشرشده از نویسنده در منابع معتبر داخلی و خارجی در این زمینه، اجرای این دسته از مطالعات در سه بخش مختلف قابل تفکیک می‌باشند. ۱) جمع‌آوری نمونه‌ها از خاک‌های مختلف شور و قلیا در سطح استان خراسان رضوی، تعیین بهترین روش جداسازی، غربالگری و خالص‌سازی سویه‌های شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند، شناسایی افتراقی و در برخی موارد به همراه شناسایی ژنتیک آنها در شرایط آزمایشگاهی ۲) اندازه‌گیری برخی خصوصیات افزایندگی رشد گیاه شامل اندازه‌گیری کمی غلظت آمونیاک تولیدی، غلظت تری‌ایندول‌استیک‌اسید تولیدی(IAA)، فعالیت آنزیم ACC دی‌آمیناز، حلالیت فسفات‌های نامحلول (PSB) و تولید اگزوپلی ساکارید خارجی (EPS)، تولید سیدروفور در شرایط آزمایشگاهی و ۳) تلقیح و آزمون باکتری‌ها در مجاورت گیاهان مختلف زراعی و باغی اعم از گندم، جو، کنجد، ذرت، بادام و پسته در هر دو شرایط گلخانه و زمین اصلی (باغ یا مزرعه).

جدول (۱) برخی مناطق جداسازی سویه‌های باکتریایی را در برخی از پژوهش‌ها در سطح استان نشان می‌دهد. در جدول (۲) نیز محیط‌های اختصاصی کشت که برای هر گروه از باکتری‌ها بهینه‌سازی و آزمون شده، ذکر گردیده است.

جدول ۱– مشخصات جغرافیایی برخی مناطق نمونه برداری شده از استان خراسان رضوی.

منطقه	محل نمونه برداری	مختصات نمونه‌برداری					ارتفاع از سطح دریا (متر)	تعداد نمونه
		ثانیه	دقیقه		درجه	جهت		
۱	دریاچه نمک تبخیری بردسکن	۴۷	۳۶		۳۵	N■	۸۵۹	۲
		۶۰	۰۸		۵۳	E△		
۲	کال شور عارف آباد کاشمر	۸۹	۵۱		۳۵	N	۹۳۳	۱
		۷۸	۳۷		۳۸	E		
۳	منطقه یونسی و مرندیز شهرستان بجستان	۳۰	۵۰		۴۷	N	۷۹۸	۱
		۱۸	۲۲		۲۷	E		
۴	باغات آستان قدس رضوی گناباد (۱)	۸۴	۳۳		۳۶	N	۹۰۸	۱
		۶۳	۵۶		۵۶	E		
۵	باغات آستان قدس رضوی گناباد (۲)	۸۹	۳۰		۲۶	N	۸۸۴	۱
		۵۱	۲۷		۵۸	E		
۶	کال شور عشق آباد شهرستان نیشابور	۲۷۶	–		۰۵	N	۱۱۰۵	۱
		۶۴۳	–		۴۱	E		
۷	روستای سلیمانیه– جاده سبزوار قوچان	۳۷	۱۰		۱۵	N■	۱۰۴۶	۱
		۳۴	۱۰		۴۶	E△		
۸	روستای کلاوش–بخش ششتمد سبزوار	۷۴	۳۸		۰۲	N	۱۰۴۵	۱
		۲۴	۳۳		۴۶	E		
۹	روستای کیزور– بخش ششتمد	۸۵	۲۸		۵۹	N	۱۱۸۵	۱
		۴۹	۰۳		۴۵	E		
۱۰	روستای چهلپو– بخش کوه سرخ–کاشمر	۸۹	۰۱		۳۸	N	۱۷۸۳	۱
		۷۳	۱۲		۳۱	E		

■N جهت شمال، △E جهت شرق

جدول ۲-محیط کشت‌های اختصاصی جدایه‌های باکتریایی شور (ونتوسا و همکاران،۱۹۸۲)، قلیا (هوری کوشی I، ۲۰۰۶) و شورقلیاپسند (جونز و همکاران، ۱۹۹۲).

ترکیبات	مقدار (گرم بر لیتر)		
	شورپسند■	قلیاپسند	شور و قلیاپسند
گلوکز	۱	۱۰	–
پلی پپتون	–	۵	–
عصاره مخمر	۱۰	۵	۱۰
دی پتاسیم هیدروژن فسفات	–	۱	–
سولفات منیزیوم آبدار	۹/۶	۰/۲	۱
کربنات سدیم	–	۱۰*	۱۸/۵▲
کلرید سدیم	۸۱	–	۲۰۰
کلرید منیزیوم آبدار	۷	–	–
کلرید کلسیم	۰/۳۶	–	–
کلرید پتاسیم	۲	–	۲
بی‌کربنات سدیم	۰/۰۶	–	–
برمیدسدیم	۰/۰۲۶	–	–
پروتئاز پپتون	۵	–	–
کازمینو اسید	–	–	۷/۵
تری سدیم سیترات	–	–	۳
کلرید منگنز آبدار	–	–	۰/۰۰۰۳۶
سولفات آهن آبدار	–	–	۰/۰۵
آگار	۱۵	۲۰	۲۰

■ pH محیط کشت قبل از استریل سازی با KOH یک نرمال بر روی ۷/۲ تنظیم گردید.

▲ جداگانه از سایر مواد استریل گردیده و قبل از کشت جدایه‌ها به محیط کشت اضافه گردید

نکته پراهمیت در کشت گروه شورقلیاپسندها، استریل‌سازی جداگانه بی‌کربنات سدیم از سایر ترکیبات این محیط کشت است که در نهایت باید با سایر ترکیبات محیط کشت مخلوط گردد و در غیر اینصورت این دسته از باکتری‌ها توانایی رشد در محیط کشت اختصاصی‌شان را نخواهند داشت.

نتایج و بحث

مقایسه کمی تولید آمونیاک و تری‌ایندول‌استیک اسید در جدایه‌های باکتریایی شور، قلیا و شورقلیاپسند خاک (اسکندری‌تربقان و همکاران،۱۳۹۶) نشان داد جدایه‌های قلیاپسند بیش‌ترین تولید آمونیاک (۰/۰۵۵ ٪) را در بین هر سه گروه باکتری نشان دادند که ۹/۵ برابر متوسط آن در جدایه‌های شورقلیاپسند (۰/۰۰۵۸ ٪) و ۱۳ برابر متوسط آن در شورپسندها (۰/۰۰۴ ٪) بود. اکثر جدایه‌های شور، قلیا و شور قلیاپسند به‌ترتیب با میانگین ۰/۰۰۰۳ ، ۰/۰۰۰۱ و ۰/۰۰۲۱ ٪ تولیدکننده IAA بودند که مقدار تولیدی در گروه شورقلیا حدود ۶ برابر شورپسندها و ۱۴/۵ برابر قلیاپسندها بود. جدایه‌های شورقلیاپسند حداکثر تولید ACC دآمیناز (۰/۴۳۷۴ میلی‌مولار) را در بین سه گروه جدایه نشان دادند و پس از آن جدایه‌های قلیاپسند (۰/۲۴۱ میلی‌مولار) و شورپسندها (۰/۰۸۴۸ میلی‌مولار) قرار گرفتند (اسکندری‌تربقان و همکاران ،۲۰۱۷). جداسازی و تاثیر باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شورقلیاپسند بر غلظت عناصر غذایی برگ در بادام پایه GN15 نشان داد بیش‌ترین میانگین تولید ایندول‌تری‌استیک اسید، انحلال فسفات‌های معدنی و اگزوپلی‌ساکارید به ترتیب مربوط به جدایه‌های قلیاپسند (A7 وA11)، شورقلیاپسند (HA7 وHA9) و شورپسند (H10 وH22) بود (اسکندری‌تربقان و همکاران،۱۴۰۳). نتایج نشان داد میانگین تولید ویژگی‌های افزاینده رشد گیاه در بادام برای جدایه‌های قلیاپسند، شورقلیاپسند و شورپسند به‌ترتیب برای تولید ایندول‌تری‌استیک‌اسید (۲۱۳/۹۳

۷۷/۱۳، ۱۵/۹۸میلی‌گرم برلیتر)، حل‌کنندگی فسفات‌های معدنی (۱۲۷/۵۵، ۷۳/۹۹ و ۴۰/۱۹ میلی‌گرم برلیتر) و تولید اگزوپلی‌ساکاریدها (۵۷۸/۱۱ ، ۲۸۴/۵۴ و۳۵/۹۰ میلی‌گرم برلیتر) بود. غلظت آمونیاک، تری‌ایندول‌استیک اسید و ACC دآمیناز تولیدی به ترتیب برای دو باکتری شورقلیاپسند ویرجی‌باسیلیوس‌ماریسمورتی (*Virgibacillus marismortui*) (۶۱/۸۹، ۱۷/۵۹ میلی‌گرم درلیتر و ۲۰۳/۵۹ میلی‌مولاردرلیتر) و آلکالی باسیلیوس‌هالوآلکالوفیلوس (*Alkalibacillus haloalkaliphilus*) (۶۱/۵۵، ۳۶/۰۴ میلی‌گرم در لیتر و ۵۱۲/۹۷ میلی‌مولار در لیتر) در دانهال‌های جوان پسته بود (اسکندری‌تربقان و همکاران، ۲۰۲۴). نتایج شناسایی ژنتیک این باکتری‌ها نشان داد که تقریبا همگی متعلق به جنس باسیلیوس و با بیش از ۹۰ درصد شباهت متعلق به گونه‌های ویرجی باسیلیوس و آلکالی‌باسیلیوس بودند (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶؛ اسکندری‌تربقان و همکاران، ۲۰۲۴).

مطالعات نشان داده (اسکندری‌تربقان و همکاران،۲۰۲۳؛ اسکندری‌تربقان و همکاران، ۱۴۰۲) باکتری‌های شوروقلیاپسند خاک با ایجاد روابط همزیستی با گیاه، موجب حفاظت گیاه از تنش؛ و با تبدیل و نگهداری عناصر در خاک، گیاه را تغذیه می‌کنند. همچنین این ریزجانداران دارای خصوصیات بهبوددهنده رشد گیاهی هستند (اسکندری‌تربقان،۱۳۹۶؛ اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۹۶، خلیلی‌طرقبه و همکاران، ۱۴۰۰). از جمله این خصوصیات می‌توان به استفاده از فرآیندهای تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش جذب و فراهمی یا محلول‌کردن عناصر غذایی، تولید هورمون‌های رشدگیاهی، سنتز آنزیم‌های تعدیل‌کننده رشد و توسعه گیاه، تولید انواع ویتامین‌ها، تولید سیدروفورهای کلاته‌کننده آهن و محلول ساختن فسفات اشاره کرد (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶؛ خلیلی‌طرقبه و همکاران، ۱۴۰۰).

بررسی‌ها مشخص نموده است، تطابق غلظت عناصر در خاک با مقادیر کمی خصوصیات افزایش‌دهنده رشد گیاه تولیدشده توسط باکتری‌های شورقلیاپسند تعدیل‌کننده تنش شور- سدیمی درگندم و در شرایط آزمایشگاهی، بیش‌تر از تطابق این خصوصیات با غلظت عناصر در گیاه بود. همچنین شوری ۸ دسی‌زیمنس‌برمتر و SAR > 15 تحت تأثیر باکتری‌های شدیددوست شوروقلیاپسند مورد بررسی به عنوان نقطه تغییر عمل کرد؛ به‌طوری‌که با افزایش شوری به بیش از ۸ دسی‌زیمنس‌برمتر و نسبت جذبی سدیم به بیش از ۱۵، استفاده از سویه‌های مختلف، غلظت و فراهمی عناصر در خاک را برای گندم و بادام بهبود بخشید و کارایی بیش‌تری نشان داد (اسکندری‌تربقان،۱۳۹۶؛ اسکندری-تربقان و همکاران،۱۴۰۲). باکتری‌های شورقلیاپسند موجب انتقال سدیم از ریشه به اندام هوایی در بادام و پسته شدند؛ زیرا علاوه بر مقدار سدیم، هم توسعه ریشه‌ها و هم روابط آبی در این گروه نسبت به دو گروه دیگر حداکثر بود (خلیلی‌طرقبه و همکاران، ۱۴۰۰، اسکندری تربقان و همکاران، ۱۴۰۳).

پژوهش‌ها نشان داده که استفاده از باکتری‌های شورپسند موجب افزایش خصوصیات بیوشیمیایی همانند کلروفیل و پرولین در گیاهان همانند گندم و پسته، کاهش جذب عناصر موثر در شوری (سدیم و کلر)، افزایش جذب عناصر پرمصرف مثل نیتروژن و فسفر گردید (اسکندری‌تربقان،۱۳۹۶؛ اسکندری‌تربقان و همکاران،۲۰۲۴). درحالی‌که، باکتری‌های قلیاپسند موجب بهبود خصوصیات مورفولوژیکی همانند ارتفاع و تعداد پنجه؛ افزایش جذب عناصر کم‌مصرف مثل آهن و روی شدند. توسعه ریشه، بیش‌ترین نسبت وزن تر ریشه به شاخساره (R/S) برای گندم به مقدار ۱/۳۱، و نیز بهبود روابط آبی آن در حضور باکتری‌های شوروقلیاپسندها بدست آمد (اسکندری‌تربقان، ۱۳۹۶). تاثیر جدایه های باکتریایی شورپسند بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کنجد حساس و مقاوم به شوری نیز نشان داد بیش‌ترین تعداد دانه در کپسول، وزن تر و خشک اندام‌هوایی و عملکرد دانه در ترکیب رقم مقاوم به شوری فردوس همراه با باکتری ویرجی‌باسیلیوس دوخنسیس و همچنین همین باکتری با رقم حساس به شوری کلات به دست آمد. نوع رقم، بیش‌تر بر صفات ظاهری و تلقیح جدایه‌ها بیش‌تر بر عملکرد کنجد تاثیر داشت (اسکندری‌تربقان،۱۳۹۸). باکتری‌های شورپسند نسبت به باکتری‌های قلیاپسند و شورقلیاپسند راندمان بالاتری به ترتیب با ۳۴/۵ ، ۳۳/۳ و ۳۲/۲ ٪ در جذب عناصر پرمصرف؛ و نیز عدم جذب یون‌های سمی کلر و سدیم (به ترتیب با ۷۲/۳ ، ۶۵/۳ و ۶۲/۴ ٪) برای پایه GN15 بادام نشان دادند (اسکندری‌تربقان و همکاران،۱۴۰۳). در آزمایشی باکتری‌های شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند موجب افزایش عملکرد گندم، به‌ترتیب در حدود ۳۰/۳، ۴۳/۶ و ۴۴/۲ درصد نسبت به شاهد در شرایط آزمایشگاهی شدند (اسکندری‌تربقان و همکاران، ۲۰۱۷). هرچند که کارایی مصرف این باکتری‌ها در شرایط مزرعه کم‌تر؛ و به طور متوسط بین ۸ تا ۱۳درصد متغیر بود (اسکندری‌تربقان و همکاران،۱۴۰۲). کارایی این باکتری‌ها با مصرف خاکی آنها، بیش از آغشته‌سازی بذور در هنگام کاشت برای غلات قابل توصیه است؛ لیکن موثرترین کارایی با تلقیح ریشه‌ای آنها در نهالستان و خزانه؛ و مخلوط کردن آنها با مواد حامل همانند ماسه بادی و با یک نسبت مشخص، مشاهده گردید (اسکندری‌تربقان و همکاران،۱۴۰۲). استفاده از این باکتری‌ها برای غلات قبل از کشت به روش نم‌کاری و یا در مراحل اولیه

رشد توصیه می‌شود تا باکتری‌ها فرصت کافی برای رشد و سازگاری در شرایط تنش را داشته باشند. در زراعت گندم و جو و شرایط شوری خاک متوسط تا شدید، به کارگیری باکتری‌های شورپسند با غلظت ۵ تا ۸ لیتر در هکتار و در شرایط سدیم بالا علاوه بر شوری، استفاده از شورقلیاپسندها به میزان ۸ تا ۱۰ لیتر در هکتار در آب آبیاری قابل توصیه بود. بعلاوه مصرف این باکتری‌ها همراه با کودهای آلی قابل توصیه بوده؛ لیکن از کارایی آنها به میزان نسبتاً بالایی خواهد کاست. در ذرت، مقایسه روند و میانگین مشاهده شده از تلقیح انواع سویه‌های باکتریایی نشان داد که میانگین مقادیر اجزای عملکرد بترتیب در شورقلیاپسندها>شورپسندها>قلیاپسندها، مقدار عملکرد بترتیب شورپسندها>شوروقلیاپسندها ≈ قلیاپسندها و عناصرکم مصرف آهن، روی، منگنز و مس تحت تاثیر شورقلیاپسندها>قلیاپسندها>شورپسندها حداکثر بودند (اسکندری تربقان و خلیلی‌طرقبه، ۱۴۰۴).

جدول ۳- دسته بندی باکتری‌های افراطی‌پسند با توجه به اثربخشی، نوع محصول و شرایط کشت.

ردیف	نوع باکتری *	اثر بخشی	نوع محصول مورد بررسی	شرایط
۱	۱-شورپسند ۲-شورقلیاپسند	افزایش خصوصیات بیوشیمیایی همانند کلروفیل و پرولین	بادام، پسته	خاک های شور خاک های شور - سدیمی
۲	۱-شورپسند ۲-شورقلیاپسند	کاهش جذب عناصر نمکی همانند سدیم و کلر توسط گیاه	کنجد، بادام	خاک های شور
۳	۱-شورپسند	افزایش جذب عناصر پرمصرف مثل نیتروژن و فسفر	گندم وجو	خاک های شور
۴	۱-قلیاپسند ۲-شوروقلیاپسند	بهبود خصوصیات مورفولوژیکی همانند ارتفاع گیاه ، طول و قطر ساقه	ذرت، بادام	خاک های سدیمی خاک های شور-سدیمی
۵	۱-قلیاپسند	افزایش جذب عناصر کم مصرف مثل آهن و روی	گندم، ذرت، پسته	خاک های سدیمی و خاک هایی با شوری ۴ تا ۷ دسی‌سیمنز بر متر
۶	۱-شورقلیاپسند	توسعه ریشه و بهبود روابط آبی	پسته، بادام	خاک های شور – سدیمی تنش کم آبی و تنش گرما

*به ترتیب اولویت در اثر بخشی با توجه به شرایط.

نتیجه‌گیری

نتایج مجموع یافته‌ها و مقایسه آنها در پژوهش‌های فوق الذکر نشان داد در شرایط همراه شدن تنش خشکی و گرما با تنش شوری و قلیائیت خاک، کاربرد باکتری‌های شورقلیاپسند که توانایی بیش‌تری در رشد ریشه و بهبود روابط آبی گیاه دارند قابل توصیه است. در شرایط خاک‌های کشور، که بیش‌تر با مساله شوری گره خورده‌اند، باکتری‌های شورپسند از کارایی بالاتری با توجه به کشت راحت‌تر در آزمایشگاه و تولید کود زیستی پیشنهاد می‌گردند. در مواردی نیز که هدف تامین عناصرغذایی برای گیاه اعم از زراعی و باغی، به علت عدم تعادل عناصر در خاک ناشی از سمیت یون همانند سدیم است، تلقیح باکتری‌های قلیاپسند، نتایج بهتری را در بهبود غلظت عناصر در گیاه خصوصا عناصر ریزمغذی و کم‌مصرف نشان داد. لیکن، در تامین عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیوم در شرایط خاک شور و در محدود ۴ تا ۱۲ دسی‌سیمنز بر متر گروه باکتری‌های شورپسند برتری نشان داد. در مجموع، پیچیدگی مثلث روابط باکتری، خاک و گیاه از یک سو، و تفاوت در شرایط رشدی گیاه، نوع محصول و ترکیب‌شدن تنش‌ها با یکدیگر می‌طلبد که پژوهش‌های بلندمدت بیش‌تری در مجاورت گیاه و در شرایط زمین اصلی و نیز در ارتباط با ویژگی‌های بیولوژیکی و شناختی آنها صورت پذیرد.

منابع

اسکندری تربقان، م.، خلیلی طرقبه، غ.، شرافتی، ع. و اسکندری تربقان، م. ۱۴۰۲. تأثیر باکتری‌های بومی شورپسند، قلیاپسند و شورقلیاپسند ریزوسفری بادام (*Prunus amygdalus* L.) بر فراهمی عناصر غذایی در خاک‌های شور و سدیمی. تحقیقات کاربردی خاک، در حال انتشار.

اسکندری تربقان، م. ۱۳۹۶. جداسازی و کارایی باکتری‌های شوروقلیاپسند مؤثر در کاهش تنش شوری در گندم. رساله دکتری بیولوژی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد.

اسکندری تربقان، م. و خلیلی طرقبه، غ. ۱۴۰۴. ارزیابی انواع باکتری‌های افراطی‌پسند بر عملکرد ذرت و عناصر ریزمغذی تحت تنش شوری و قلیائیت خاک. سومین همایش بین‌المللی و چهارمین همایش ملی کشاورزی، محیط زیست و امنیت غذایی، ۲۶–۲۷ فروردین ۱۴۰۴، دانشگاه جیرفت، کرمان.

اسکندری تربقان، م.، خلیلی طرقبه، غ.ح. و شرافتی، ع. ۱۴۰۳. جداسازی و تأثیر باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شور و قلیاپسند بر غلظت عناصر غذایی برگ در بادام پایه .GN15 پژوهش در علوم باغبانی، ۳(۱): ۶۷–۸۸.

اسکندری تربقان، م. و اسکندری تربقان، م. ۱۳۹۸. تأثیر جدایه‌های باکتریایی شورپسند بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کنجد حساس و مقاوم به شوری. مجله ترویجی گیاهان دانه روغنی، ۱(۱): ۱–۱۸.

اسکندری تربقان، م.، لکزیان، ا.، آستارایی، ع.، فتوت، ا. و بشارتی، ح. ۱۳۹۶. مقایسه کمی تولید آمونیاک و تری‌ایندول استیک اسید در جدایه‌های باکتریایی شور، قلیا و شور و قلیاپسند خاک. زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۶(۱): ۴۱–۵۸.

خسروی، ه. ۱۳۹۲. کودهای زیستی محرک رشد گیاه در ایران: نقاط قوت و ضعف. نشریه مدیریت اراضی، ۱(۱): ۳۳–۴۶.

خلیلی طرقبه، غ.ح.، تهرانی‌فر، ع.، عابدی، ب. و اسکندری تربقان، م. ۱۴۰۰. بهبود برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی بادام با استفاده از باکتری‌های ریزوسفری شور، قلیا و شور و قلیاپسند در بادامستان‌های خراسان رضوی. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۶(۲): ۶۲–۸۰.

Eskandari Torbaghan, M. and Khalili Torghabe, G.H. 2023. Evaluation of three groups of plant growth-promoting extremophilic rhizospheric bacteria on induction of salinity and alkalinity tolerance in GN15 almond (*Prunus amygdalus* L.) rootstocks. Plant Process and Function, 12(55): 1–14.

Eskandari Torbaghan, M., Sherafati, A.H. and Eskandari Torbaghan, H. 2024. Influence of plant growth promoting haloalkaliphilic bacteria on mitigation salt and alkali stresses in pistachio seedlings (*Pistacia vera* L.). Journal of Plant Nutrition, 48(9): 1485–1528.

Eskandari Torbaghan, M., Lakzian, A., Astaraei, A.R., Fotovat, A. and Besharati, H. 2017. Measurement of ACC-deaminase production in halophilic, alkalophilic and haloalkaliphilic bacterial isolates in soil. IBBJ, 3(4): 1–9.

Eskandari Torbaghan, M., Lakzian, A., Astaraei, A.R., Fotovat, A. and Besharati, H. 2017. Salt and alkali stresses reduction in wheat by plant growth promoting haloalkaliphilic bacteria. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 17(4): 1058–1087.

Horikoshi, K. 2006. Alkaliphiles: Genetic properties and applications of enzymes. Springer, Japan.

Ventosa, A., Nieto, J.J. and Oren, A. 1998. Biology of moderately halophilic aerobic bacteria. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 62(2): 504–544.

A review of native halophilic, alkaliphilic, and haloalkaliphilic rhizosphere bacteria for mitigating salt-sodium stress in agricultural and horticultural crops

Mehrnoush Eskandari Torbaghan[1*]
1. Soil and Water Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
[*]*Corresponding Author: mehrnoosh.eskandary@gmail.com*

Abstract

Plant growth-promoting haloalkaliphilic microorganisms (PGPR) enhance plant growth conditions and assist plants in stressful situations by altering their surrounding environment. Various types of these bacteria can be found in all saline and alkaline environments, including the rhizosphere of plants under low soil salinity and alkalinity conditions. This study analyzed information, compared, categorized, and summarized the results of nearly 40 studies on the isolation and inoculation of three groups of bacteria (halophilic, alkaliphilic, and haloalkaliphilic) from different soils of Khorasan Razavi Province. It focused on various morphological, biochemical, and functional characteristics, as well as concentrations of trace elements, macroelements, and toxic elements (sodium and chlorine) concerning some agricultural (wheat, barley, corn, sesame) and garden (almond and pistachio) plants under greenhouse and field conditions. The highest average plant growth-enhancing properties were observed in alkaliphiles, haloalkaliphiles, and halophiles, respectively, although their quantitative measurements in laboratory conditions did not correspond well with the maximum effectiveness of bacteria in field and garden conditions. Comparison and analysis of data showed that the effect of each of the different groups of studied bacteria (halophilic, alkaliphilic, and haloalkaliphilic) on growth and performance characteristics was largely dependent on the type of crop, the type of strains used, and the cultivation conditions (mainland - greenhouse). Salinity of 8 dS/m and SAR > 15 under the influence of the studied extremophile bacteria served as a turning point for most of the studied agricultural and horticultural crops and increased their efficiency.In addition, the comparison of the results showed that in horticultural crops, the effectiveness of sensitive varieties with inoculation of these bacteria resulted in higher efficiency and yield; while in the studied crops, the increase in yield in inoculation with these bacteria was greater in resistant varieties, which is probably related to the short growth period of crops compared to horticultural plants; and the opportunity to create a type of mechanism (tolerance such as synthesis of proline or soluble sugar or avoidance of stress such as greater and faster growth of roots compared to shoots to escape from salty soil) in the plant; which was of the tolerant type in crops and the second type (avoidance) in pistachios and almonds, especially in garden conditions.

Keywords: Haloalkaliphilic bacteria, Horticultural crops, Stress tolerance mechanisms, Plant growth enhancement characteristics.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

غربالگری خانواده‌های مقاوم به تنش خشکی در گردوی ایرانی با استفاده از شاخص MGIDI

اسعد حبیبی[1*]، سعادت ساریخانی[1]، محمود رضا روزبان[1] و کورش وحدتی[1]
۱- گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *asadhabibi@ut.ac.ir*

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی، فتوسنتزی، و بیوشیمیایی جمعیت‌های گردوی ایرانی به منظور شناسایی خانواده‌های مقاوم به تنش خشکی بود. در این پژوهش، با استفاده از رویکرد باغ مشترک، ۶۶ خانواده متنوع گردو از هفت استان مختلف کشور، تحت تنش خشکی به مدت ۳۰ روز (به روش قطع آبیاری) قرار گرفتند. برای غربالگری خانواده‌های مقاوم به تنش خشکی، از روش فاصله ژنوتیپ–ایدیوتیپ چندصفتی (Multi-trait genotype-ideotype distance index) (MGIDI) استفاده شد. بر اساس نتایج این روش، خانواده‌های KhR3، Ku3، Ke4، Ke7، Fa6، Ku12، Fa5، Ke6، و KhR2 به ترتیب به‌عنوان خانواده‌های مقاوم به خشکی پس از ۳۰ روز شناسایی شدند. در این آزمایش صفات در سه فاکتور (FA1، FA2 و FA3) دسته‌بندی شده‌اند. فاکتورFA1 مربوط به صفات محتوی نسبی آب، SPAD، F_M/F_0، F_V/F_0، F_V/F_M، Ψ_0، φ_{Eo}، Φ_{pav}، PI_{ABS}، ABS/RC، TR_0/RC، ET_0/RC بود. فاکتور FA2 شامل صفات رنگدانه‌های گیاهی، پرولین و φ_{Do} بود. شاخص‌های که در فاکتور FA3 شامل پایداری غشا، هیدروژن پراکسید، مالون دی آلدئید، کربوهیدارت کل، گلایسین بتائین، آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز، آنزیم کاتالاز و DI_0/RC بودند. این مطالعه اطلاعات ارزشمندی در مورد تنوع ژنتیکی گردوی ایرانی در پاسخ به تنش خشکی ارائه می‌دهد و پایه‌ای برای برنامه‌های اصلاحی با هدف بهبود تحمل به خشکی می‌باشد.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان‌های آنزیمی، گردوی ایرانی، F_M/F_0، تنظیم اسمزی، کارایی فتوسنتزی.

مقدمه

ایران به‌عنوان یکی از مراکز اصلی پیدایش و تنوع گردوی ایرانی، ژرم‌پلاسم بسیار متنوعی از این گونه را در خود جای داده است. با این وجود، بیشتر باغ‌های گردوی کشور همچنان از ژنوتیپ‌های بذری و سنتی بهره می‌برند. اخیراً باغ‌های تجاری گردو با استفاده از ارقام اصلاح‌شده جهانی ایجاد شده‌اند. غربالگری و ارزیابی ژرم‌پلاسم گردوی ایرانی، علاوه بر شناسایی ژنوتیپ‌های برتر، امکان تهیه بانک ژن و اجرای برنامه‌های اصلاحی برای افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی را فراهم می‌کند (Arab *et al.*, 2023). شناخت مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و مولکولی مقاومت به تنش، راهبردی کلیدی برای اصلاح ژنتیکی گیاهان در برابر شرایط دشوار محیطی محسوب می‌شود (Habibi et al., 2024). شناخت مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و مولکولی مقاومت به تنش، راهبردی کلیدی برای اصلاح ژنتیکی گیاهان در برابر شرایط دشوار محیطی محسوب می‌شود. یکی از مهم‌ترین راهبردها برای کاهش نیاز آبی و افزایش تحمل به خشکی در گردو، استفاده از ژنوتیپ‌های متحمل به کم‌آبی است. با توجه به تغییرات اقلیمی، خشکسالی‌های مکرر، نیاز آبی بالای ارقام تجاری و افزایش قیمت نهال‌ها، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی برای برنامه‌های به‌نژادی ضروری است. منابع ژنتیکی بومی با تنوع جغرافیایی گسترده، امکان درک مکانیسم‌های سازگاری و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم را در اصلاح گردو فراهم می‌کنند. در این مطالعه، از مجموعه‌ای ارزشمند از ژنوتیپ‌های محلی گردو که با اقلیم‌ها و ارتفاعات متنوع در سراسر ایران سازگار بودند، استفاده شد. نتایج این آزمایش، با رویکرد باغ مشترک، دیدگاه‌های جدید و جامعی درباره پاسخ‌های فیزیولوژیک، فتوسنتزی، و بیوشیمیایی خانواده های محلی سازگارشده و شناسایی ژنوتیپ‌های امیدبخش متحمل به خشکی برای استفاده به‌عنوان پایه گردوی ایرانی تحت تنش خشکی و همچنین در مرحله بازیابی ارائه می‌دهد.

مواد و روش

مواد گیاهی، نحوه‌ی اعمال تنش و صفات مورد مطالعه

در این مطالعه برای ارزیابی پاسخ خانواده‌های گردو به تنش خشکی، نهال‌های منتخب از ۶۶ خانواده نیمه‌خواهری (در مجموع، ۳۹۶ نهال سالم و یکنواخت) مورد استفاده قرار گرفتند. بدین منظور، شش نهال یکنواخت (تقریباً ۱۵ ماهه) از هر خانواده به‌صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: گروه تیمار شاهد: به‌طور مداوم در طول آزمایش آبیاری شدند و برای گروه تنش خشکی با روش قطع آبیاری به مدت ۳۰ روز اعمال شد. در این مطالعه شاخص های فیزیولوزیکی از جمله شاخص محتوی نسبی آب، کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، کارتنوئیدها، کلروفیل کل، شاخص پایداری غشا و شاخص های بیوشیمیایی از جمله پرولین، گلایسین بتایین، کربوهیدارت‌های محلول، هیدروژن پراکسید، مالون دی‌آلدئید، آنزیم کاتالاز و آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز اندازه‌گیری شد. همچنین شاخص هایی مربوط به زنجیره انتقال الکترون از جمله F_M/F_0، F_V/F_0، F_V/F_M، Ψ_0، φ_{Eo}، Φ_{pav}، PI_{ABS}، ABS/RC، φ_{Do}، TR_0/RC، ET_0/RC، DI_0/RC با استفاده از آزمون OJIP اندازه گیری شد.

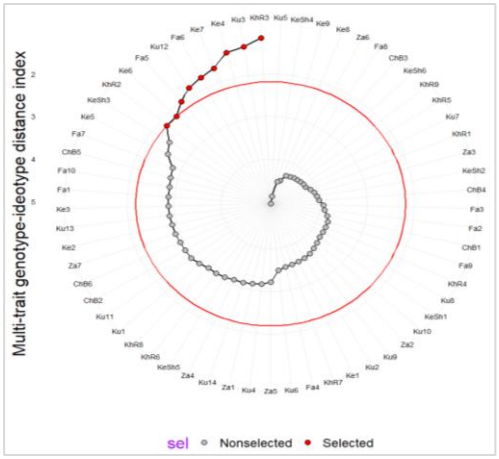
پردازش آماری داده‌های فنوتیپی

در مطالعه حاضر آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. آماره‌های توصیفی و آزمون‌های نرمالیته با استفاده از داده‌های اصلی و باقیمانده‌های آنها انجام شد. همچنین آنالیز شاخص فاصله ژنوتیپ-ایدیوتیپ چندصفتی (MGIDI) برای غربالگری خانواده های مقاوم و تحلیل فاکتور عاملی از نرم افزار R و برای رسم شکل ها از پکیج ggplot2 استفاده شد (Olivoto et al., 2021). در روش MGIDI دسته‌بندی صفات در فاکتورها به این منظور انجام می‌شود که ساختار همبستگی بین صفات کاهش یابد و تصمیم‌گیری آسان‌تر شود. این روش با استفاده از تحلیل فاکتور عاملی گروه‌های همبسته از صفات را شناسایی می‌کند و هر گروه را به یک فاکتور مرتبط می‌سازد.

نتایج و بحث

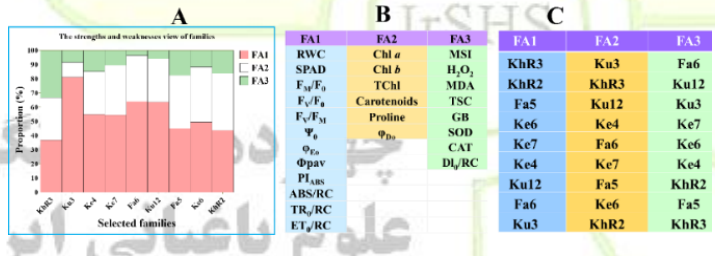
گزینش خانواده‌های مقاوم بر اساس مدل شاخص فاصله ژنوتیپ-ایدیوتیپ چندصفتی (MGIDI)

طبق نتایج روش MGIDI خانواده‌های KhR3، Ku3، Ke4، Ke7، Fa6، Ku12، Fa5، Ke6 و KhR2 به ترتیب جز خانواده‌های متحمل به تنش خشکی پس از ۳۰ روز بودند (شکل ۱). در این آزمایش صفات در سه فاکتور (FA1، FA2 و FA3) دسته‌بندی شده‌اند، و هر فاکتور مجموعه‌ای از صفات همبسته را نشان می‌دهد (شکل ۲-A). فاکتورFA1 مربوط به صفات محتوی نسبی آب، SPAD، F_M/F_0، F_V/F_0، F_V/F_M، Ψ_0، φ_{Eo}، Φ_{pav}، PI_{ABS}، ABS/RC، TR_0/RC، ET_0/RC بود که این فاکتورها شامل صفات مرتبط با کارایی فتوسنتزی و عملکرد فتوشیمیایی کلروفیل است. (شکل۲-B). فاکتورFA2 شامل صفات کلروفیل *a* و *b*، کلروفیل کل، کارتنوئید، پرولین و φ_{Do} بود. این فاکتورها شامل صفات مرتبط با محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک مانند پرولین است. (شکل۲-B). شاخص‌های که در فاکتورFA3 شامل پایداری غشا، هیدروژن پراکسید، مالون دی آلدئید، کربوهیدارت کل، گلایسین بتائین، آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز، آنزیم کاتالاز و DI_0/RC بودند (شکل۲-B).



شکل ۱– گزینش خانواده‌های مقاوم گردو بر اساس روش MGIDI تحت تنش خشکی. دایره‌های قرمز نشان‌دهنده خانواده‌های مقاوم انتخاب شده به تنش خشکی می‌باشد.

شکل ۲–C نمایانگر نقاط قوت و ضعف خانواده‌ها نسبت به صفات در سه فاکتوراصلی می باشدف که هر یک نماینده گروهی از صفات هستند. بررسی این رتبه‌بندی نشان می‌دهد که خانواده KhR3 در فاکتور FA1 بیشترین امتیاز را کسب کرده و در این فاکتور به‌عنوان قوی‌ترین خانواده ظاهر شده است، اما در فاکتورهای FA2 و FA3 جایگاه‌های پایین‌تری دارد، که نشان‌دهنده ضعف نسبی آن در صفات مرتبط با این فاکتورها است. از سوی دیگر، خانواده Ku3 در فاکتور FA2 برجسته بوده و عملکرد بسیار خوبی نشان داده، اما در فاکتور FA3 در رده‌های پایین‌تر قرار دارد که بیانگر نیاز به بهبود در صفات مرتبط با این فاکتور است .خانواده Fa6 در فاکتور FA3 قوی‌ترین عملکرد را دارد، اما در فاکتورهای FA1 و FA2 در جایگاه‌های پایین‌تری قرار گرفته، که نشان می‌دهد نقاط قوت آن عمدتاً محدود به ویژگی‌های مرتبط با FA3 است.



شکل ۲– نقاط قوت و ضعف خانواده‌های گردو مقاوم به تنش خشکی بر اساس روش MGIDI (**A**)، دسته‌بندی صفات اندازه‌گیری شده (**B**) و دسته‌بندی خانواده‌های مقاوم بر اساس صفات (**C**).

می توان نتیجه گرفت که با استفاده از روش MGIDI، هر خانواده بر اساس فاصله از ایدیوتیپ (ژنوتیپ ایده‌آل) برای صفات موجود در هر فاکتور ارزیابی می‌شود. خانواده‌هایی که فاصله کمتری از ایدیوتیپ دارند، عملکرد مطلوب‌تری در آن فاکتور دارند. دسته‌بندی صفات امکان شناسایی خانواده‌هایی را که عملکرد مناسبی در تمامی زمینه‌ها (کارایی فتوسنتزی، تحمل تنش، و مکانیسم‌های دفاعی) دارند، تسهیل می‌کند. استفاده از MGIDI و تحلیل نقاط قوت و ضعف خانواده‌های انتخاب شده این امکان را فراهم می کند تا در برنامه‌های اصلاحی یا مدیریت زراعی تصمیم‌های بهتری بگیرید (Olivoto et al., 2021).

منابع

Arab, M.M., Sohrabi, S.S., Abdollahi-Arpanahi, R., Aliniaeifard, S., Leslie, C.A., Brown, P.J., Marrano, A., Neale, D.B. and Vahdati, K. 2023. Natural variation in photosynthesis and water use efficiency of locally adapted Persian walnut populations under drought stress and recovery. Plant Physiology and Biochemistry, 201: 107859.

Habibi, A., Sarikhani, S., Arab, M.M., Soltani, M., Aliniaifard, S., Roozban, M.R. and Vahdati, K. 2024. Drought and heat stress interactions: Unveiling the molecular and physiological responses of Persian walnut. Plant Physiology and Biochemistry: 109237.

Olivoto, T. and Nardino, M. 2021. MGIDI: Toward an effective multivariate selection in biological experiments. Bioinformatics, 37(10): 1383–1389.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Screening of Drought-Tolerant Families in Persian Walnut Using the MGIDI Index

Asaad Habibi[1*], Saadat Sarikhani[1], Mahmoud Reza Roozban[1] and Kourosh Vahdati[1]
1. Department of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding author: asadhabibi@ut.ac.ir

Abstract

The objective of this study was to investigate the physiological, photosynthetic, and biochemical responses of Persian walnut populations to identify drought-resistant genotypes. In this research, a common garden approach was employed, wherein 66 diverse walnut families from seven distinct provinces of the country were subjected to drought stress for 30 days through the cessation of irrigation. To screen for drought-resistant families, the multi-trait genotype-ideotype distance (MGIDI) method was utilized. Based on the results of this method, the families KhR3, Ku3, Ke4, Ke7, Fa6, Ku12, Fa5, Ke6, and KhR2 were identified, in that order, as drought-resistant after 30 days. In this experiment, traits were categorized into three factors (FA1, FA2, and FA3). Factor FA1 encompassed traits related to relative water content, SPAD, F_M/F_0, F_V/F_0, F_V/F_M, Ψ_0, φ_{Eo}, Φpav, PI_{ABS}, ABS/RC, TR_0/RC, and ET_0/RC. Factor FA2 included traits associated with plant pigments, proline, and φ_{Do}. Factor FA3 comprised traits related to membrane stability, hydrogen peroxide, malondialdehyde, total carbohydrates, glycine betaine, superoxide dismutase enzyme, catalase enzyme, and DI_0/RC. This study provides valuable insights into the genetic diversity of Persian walnut in response to drought stress, establishing a foundation for breeding programs aimed at enhancing drought tolerance.

Keywords: Enzymatic antioxidants, Persian walnut, F_M/F_0, Osmotic adjustment, Photosynthetic efficiency.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی مقاومت برخی از پایه های تاک (*Vitis spp.*) به آفت زنجره مو (*Cicadatra ochreata*) با استفاده از نشانگرهای مولکولی ISSR و SSR

امین ارجمند[1*]، ولی‌اله رسولی[2]، بابک قرالی[3]، وحید عبدوسی[1] و راهله ابراهیمی[1]

۱ – گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندها، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲– پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳ – مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران
*نویسنده مسئول: *amin.ardjmand@gmail.com*

چکیده

زنجره مو (*Cicadatra ochreata*) آفتی مهم برای تاک محسوب می‌شود. هدف از تحقیق حاضر، بررسی و تعیین سازوکارهای مقاومت به زنجره مو در چهار پایه تاک شامل اسپوتا، ناظمیه، Kober 5BB و CH1 بود. مواد گیاهی مورد استفاده شامل پایه‌های دارای خصوصیات مقاومت متفاوت بودند: پایه Kober 5BB مقاوم به فیلوکسرا، پایه‌های اسپوتا و ناظمیه مقاوم به سرطان طوقه، و پایه CH1 مقاوم به خشکی. برای استخراج DNA از روش Lo Piccolo و همکاران (۲۰۱۲) استفاده شد. به‌منظور تجزیه واریانس مولکولی بر اساس داده‌های حاصل از نشانگر ISSR، جمعیت‌های مورد مطالعه بر اساس مقاومت به تنش خشکی گروه‌بندی شدند. تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA بر مبنای ضریب تشابه جاکارد، نتایج منطبق با صفات مورفولوژیک و میزان مقاومت پایه‌ها به خشکی را نشان داد. در مجموع، از ۶ آغازگر ISSR و ۵ نشانگر SSR، تعداد ۱۱ آغازگر استفاده شد که همگی در تمامی ژنوتیپ‌ها تکثیر موفق داشتند. تعداد کل نوارها ۷۴ بود که از این میان، ۷۱ نوار چندشکل و درصد چندشکلی کل حدود ۹۵/۹٪ برآورد گردید. آغازگرهای issrUBC-825 و issrUBC-873 به ترتیب دارای چندشکلی ۸۵/۷٪ و ۷۱/۴٪ بودند و سایر آغازگرها ۱۰۰٪ چندشکلی نشان دادند که بیانگر فراوانی بالای توالی‌های ac، ca، gc و tc در ژنوم پایه‌های انگور بود. بر اساس تجزیه خوشه‌ای از داده‌های ISSR، پایه‌های ناظمیه و Kober 5BB در یک گروه و اسپوتا و CH1 در گروه دوم قرار گرفتند. همچنین بر اساس داده‌های SSR، ناظمیه، اسپوتا و Kober 5BB در یک گروه و CH1 در گروه دوم تقسیم‌بندی شدند که نتایج حاصل از دو نشانگر با یکدیگر سازگار بودند. در نهایت، نتایج فیزیولوژیک نشان داد که در پایه Kober 5BB هیچ‌گونه استقرار آفت زنجره مو در سیستم ریشه مشاهده نشد، در حالی‌که پایه‌های دیگر درجات متفاوتی از حساسیت را نشان دادند. هیچ‌یک از پایه‌ها علائم استقرار آفت را در اندام‌های هوایی بروز ندادند.

واژه‌های کلیدی: زنجره مو، تاک، مقاومت ژنتیکی، نشانگر ISSR، نشانگر SSR، تجزیه خوشه‌ای.

مقدمه

زنجره مو (*Cicadatra ochreata*) در ایران، افغانستان، نواحی جنوبی روسیه، ترکیه و عراق فعالیت داشته و علاوه بر تاک، به درختان میوه‌های سردسیری نیز خسارت وارد می‌کند (اسماعیلی، ۱۹۹۱). در ایران، این آفت در استان‌های مختلف از جمله قزوین، قم، مرکزی، سمنان، اصفهان، همدان، خوزستان و آذربایجان‌های غربی و شرقی، علاوه بر مو، به انار، پسته، به، گردو و برخی درختان غیرمثمر حمله می‌کند (بابایی، ۱۹۷۶). خسارت اصلی ناشی از تغذیه طولانی‌مدت پوره‌ها از شیره ریشه است. حشره ماده پس از خروج از خاک و جفت‌گیری، روی سرشاخه‌های یک‌ساله تخم‌گذاری کرده و پوره‌ها پس از تفریخ، وارد خاک و سپس ناحیه ریشه می‌شوند (اسماعیلی، ۱۹۹۱). تغذیه مستمر موجب ضعف شدید و کاهش عملکرد تاک شده و در نهایت منجر به خشکیدگی بوته می‌شود. طی سال‌های اخیر، افزایش دما و کاهش منابع آبی باعث تشدید طغیان آفت به‌ویژه در تاکستان شده است. مهم‌ترین روش کنترل، حذف شاخه‌های تخم‌گذاری‌شده است و

مبارزه شیمیایی موفقیت محدودی داشته است (ولی‌زاده و فرازمند، ۱۳۸۸). استفاده از پایه‌های مقاوم، مؤثرترین شیوه مدیریت زنجره مو به شمار می‌رود و با توجه به روند رو به افزایش خشکی، اهمیت آن بیشتر شده است. در این پژوهش فرض شد که پایه‌های مقاوم به فیلوکسرا (Kober 5BB)، مقاوم به سرطان طوقه (اسپوتا و ناظمیه) و مقاوم به خشکی (CH1) در برابر زنجره مو نیز مقاومت نشان دهند. هدف تحقیق، ارزیابی مقاومت پایه‌های اسپوتا، ناظمیه، Kober 5BB و CH1 در برابر زنجره مو بر اساس صفات مورفولوژیک، بیوشیمیایی و تشریحی و مقایسه نتایج با نشانگرهای مولکولی جهت تعیین مکانیزم‌های مقاومت بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان اجرا شد. این ایستگاه در ۲ً ۳َ ۳۶ْ عرض شمالی و ۵۱ً ۴۰َ ۴۹ْ طول شرقی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۵۰ متر است. متوسط بارندگی منطقه ۲۲۰ میلی‌متر و بیشترین بارش در پاییز و زمستان است. منطقه جزو مناطق معتدله با هوای گرم تابستانه و زمستان‌های سرد می‌باشد. مواد گیاهی تحقیق حاضر شامل پایه Kober 5BB مقاوم به فیلوکسرا، پایه‌های اسپوتا و ناظمیه مقاوم به سرطان طوقه و پایه CH1 مقاوم به خشکی بودند (جدول ۱). پایه Kober 5BB از پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری و سایر مواد گیاهی از ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان تهیه گردید.

جدول ۵- ویژگی‌های ارقام و پایه های مورد بررسی.

پایه/رقم	شجره	خصوصیات	رفرنس
اسپوتا	*V. vinifera* × *V. riparia*	مقاوم به سرطان طوقه	(Mahmoudzadeh, 2015)
ناظمیه	*V. vinifera* × *V. riparia*	مقاوم به سرطان طوقه	(Mahmoudzadeh, 2015)
Kober 5BB	*V. vinifera* × *V. riparia*	مقاوم به نماتد و شته فیلوکسرا، متحمل به تنش خشکی	(Minio et al., 2022); (Dodson & Andrew, 2017)
CH1	*V. vinifera*	متحمل به تنش خشکی	(Rasoli et al., 2023; Rahmani et al., 2023)

آزمایش طی سه سال و با مراحل متوالی اجرا شد. در سال اول، چهار قلمه از هر پایه تهیه و پس از یک ماه ریشه‌دار کردن به روش ماماروف، در گلدان‌های ۵ کیلویی حاوی مخلوط خاک زراعی، کود دامی پوسیده و ماسه بادی (۱:۱:۱) کشت شدند. سپس در ابتدای اردیبهشت همراه با خاک گلدان به زمین اصلی منتقل و در اواسط تیرماه با استفاده از چهار شاخه تخم‌ریزی‌شده زنجره در کپسول آب، به‌طور مصنوعی آلوده شدند؛ همچنین تعداد تخم‌ها و تخم‌های تفریخ‌شده شمارش شد. در سال دوم، علاوه بر تکرار مرحله آلوده‌سازی، استقرار پوره‌ها در ناحیه ریشه بر اساس علائم ظاهری در اندام هوایی ارزیابی گردید. شدت بروز علائم آلودگی با استفاده از طیف لیکرت ۰ تا ۴ ثبت شد (۰: بدون علائم تا ۴: خشک شدن تاک). در سال سوم نیز عملیات آلوده‌سازی و ارزیابی مشابه سال دوم تکرار شد، با این تفاوت که شمارش مستقیم تعداد پوره‌های مستقر در ریشه نیز انجام گرفت.

تعیین کمیت و کیفیت DNA

دستگاه نانودراپ جهت تعیین کمیت DNA مورد استفاده قرار گرفت. میزان غلظت DNA بر حسب نانوگرم بر میلی‌لیتر و نسبت DNA در طول موج ۲۶۰ تا ۲۸۰ نانومترقرائت شد که محدوده ۲-۱/۷ نشان دهنده کیفیت مناسب DNA است. همه آغازگرهای استفاده شده محصول Bio-NEER شرکت Takapouzist بودند. پس از پایان چرخه‌های دمایی، نمونه‌ها از دستگاه بیرون آورده و الکتروفورز شدند در زمان‌هایی که امکان اجرای الکتروفورز بلافاصله بعد از پایان PCR نبود، نمونه‌ها تا قبل از الکتروفورز درون یخچال با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

ارزیابی تنوع ژنوتیپی ارقام انگور مورد مطالعه با استفاده از نشانگر ISSR و SSR

به منظور انجام تجزیه واریانس مولکولی بر اساس داده‌های حاصل از نشانگر ISSR و SSR، جمعیت ارقام مورد مطالعه بر اساس گروه‌بندی مقاومت به تنش خشکی انجام شد. میزان واریانس بین گروهی و درون گروهی برآورد گردید. سطح معنی داری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی مشاهده ای مزرعه ای

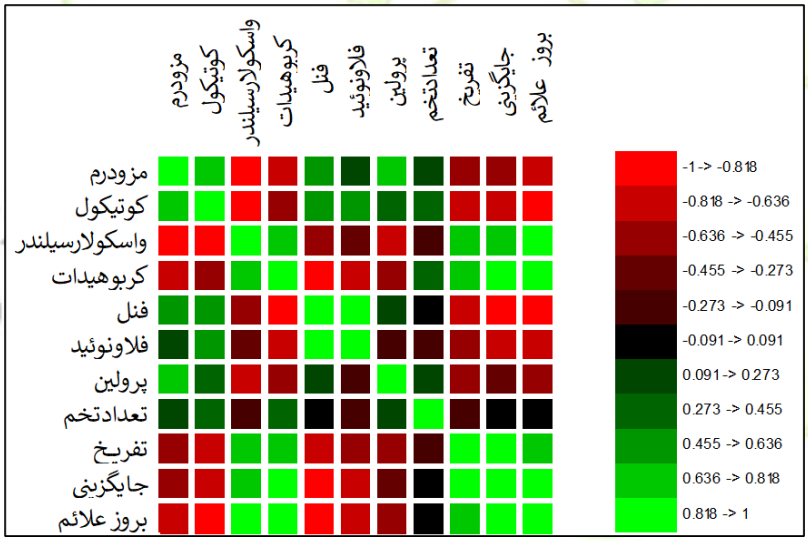
در تحقیق حاضر در خصوص استقرار آفت زنجره مو، برخلاف پایه‌های اسپوتا، ناظمیه و CH1، در ریشه رقم Kober 5BB هیچگونه استقرار آفت مشاهده نگردید. بروز علائم استقرار آفت زنجره مو نیز در ریشه و در اندام‌های هوایی در هیچ کدام از پایه‌ها مشاهده نگردید.

نتایج ارزیابی تشریح ریشه

ضخامت مجرای آوندی در پایه های Kober 5BB و CH1 بالاتر ازضخامت مجرای آوندی در پایه-های اسپوتا و ناظمیه بود. همچنین ضخامت کورتکس در پایه-های اسپوتا و ناظمیه بالاتر از ضخامت کورتکس در پایه-های Kober 5BB و CH1 بود.

درصد تراکم جمعیت پوره-های آفت زنجره مو در ریشه با ضخامت کورتکس رابطه عکس معنی دار و با میزان مجرای آوندی رابطه

مستقیم معنی دار داشت. Du و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی ساختار تشریحی پایه-ها و ارقام انگور از نظر مقاومت به شته فیلوکسرا، نشان دادند که در پایه‌های مقاوم به شته فیلوکسرا، تعداد لایه‌های سلولی پریدرم (Periderm cell) بیشتر از ارقام و پایه‌های حساس بودند.



شکل ۱- بررسی همبستگی مشاهدات مزرعه ای.

جدول ۲- مقاومت پایه ها به آفت زنجره مو

پایه	درصد جایگزینی	بروز علائم	اپیدرم	کورتکس	مجرای آوندی	کربوهیدرات کل	فنل کل	فلاونوئید کل	پرولین	نتیجه ارزیابی نهایی
اسپوتا	۳/۳	–	بالا	بالا	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط	متحمل
ناظمیه	۲/۵	–	متوسط	متوسط	پایین	خیلی پایین	پایین	پایین	بالا	متحمل

Kober 5BB	۰/۰	–	پایین	متوسط	بالا	بالا	بالا	پایین	بالا	مقاوم
CH1	۰/۶۷	–	متوسط	پایین	بالا	متوسط	بالا	بالا	پایین	خیلی متحمل

نتایج ارزیابی تنوع مولکولی با استفاده از نشانگر ISSR و SSR

باندهای شارپ نشان دهنده DNA با کیفیت بالا بود. در این آزمایش شش آغازگر نشانگر ISSR و پنج نشانگر SSR جمعاً ۱۱ آغازگر مورداستفاده قرار گرفت که همه آغازگرهای مورد استفاده در همه ژنوتیپ‌ها تکثیر انجام شد که نتایج آن به طور خلاصه در جدول ۱۲ آورده شده است. آغازگرهای issrUBC-825 و issrUBC-873 به ترتیب دارای ۸۵/۷ و ۷۱/۴ درصد و سایر آغازگرها دارای ۱۰۰ درصد چند شکلی بودند که نشان دهنده وجود فراوانی بالای توالی‌های ac، ca، gc و tc در ژنوم پایه‌های انگور مورد بررسی در نشانگر ISSR بود. کمترین میزان چند شکلی (۷۱/۴ درصد) نیز به آغازگر issrUBC-873 تعلق داشت. بیشترین و کمترین شاخص محتوای چندشکلی به ترتیب مربوط به آغازگرissrUBC-823 و issrUBC-873 با ۰/۴۰۴ و ۰/۲۶۷ بود. در بین شاخص‌های مولکولی مورد بررسی، بیشترین شاخص نشانگر متعلق به آغازگرهای issrUBC-855 و و کمترین آن نیز (۰/۷۵) متعلق به آغازگرهای ssrVrZAG7 F، ssrVrZAG12 F و ssrVrZAG79 F بود. بیشترین شاخص EMR و RP مربوط به آغازگر issrUBC-823 بود.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در پایه Kober 5BB هیچگونه جایگزینی صورت نگرفت و از نظر تولید مواد ترکیبات شیمیایی دافع فعالیت آفت در منطقه ریشه (پرولین، فنل و کربوهیدرات کل) نسبتاً بالا و میزان ضخامت کورتکس متوسط و میزان قطر مجرای آوندی بالا بوده، بر این اساس این پایه مقاوم به آفت زنجره مو گزارش می گردد. پایه CH1 از نظر درصد آلودگی به آفت زنجره مو بسیار پایین بوده و فاقد علائم ظاهری مانند رکود رشدی، تاخیر در جوانه زنی و بیدار شدن بهار بود و همچنین از نظر تولید فنل و فلاونوئید کل در ریشه نیز از سطح بالاتری برخوردار بود. در پایه CH1 ضخامت کورتکس پایین ولی میزان قطر مجرای آوندی بالا بوده به همین دلایل پایه CH1 را می‌توان خیلی متحمل به آفت زنجره مو در نظر گرفت.

در تجزیه خوشه‌ای بر اساس نتایج نواربندی نشانگر ISSR، پایه‌های مورد مطالعه به دو گروه تقسیم بندی شدند که پایه‌های ناظمیه و Kober 5BB در گروه یک و پایه‌های CH1 و اسپوتا در گروه دو قرار گرفتند. بر اساس نتایج نواربندی نشانگر SSR، پایه‌های مورد مطالعه به دو گروه تقسیم بندی شدند که پایه‌های ناظمیه، اسپوتا و Kober 5BB در گروه یک و پایه CH1 در گروه دو قرار گرفتند. این گروه بندی بر اساس نتایج صفات آناتومی و بیوشیمیایی تقریباً با گروه بندی نشانگر SSR مطابقت داشت. به بیان دیگر احتمال وجود همبستگی ژنتیکی بین این دو نشانگر در مورد پیش‌بینی مقاومت پایه‌های تاک به آفت زنجره مو وجود دارد.

منابع

محمدی، س.ا. ۱۳۸۵. تحلیل تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی: ابزارها و ملاحظات آماری. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

ولی‌زاده، م. و فرازمند، ح. ۱۳۸۸. ارزیابی روش‌های مختلف مبارزه با زنجره مو (*Cicadatra ochreata*) در تاکستان‌های استان قزوین. مجله تحقیقات آفات گیاهی، ۴۷(۳): ۳۲۱–۳۳۰.

Altıntaş, S., Toklu, F., Kafkas, S., Kilian, B. and Brandolini, A. 2008. Estimating genetic diversity in durum and bread wheat cultivars from Turkey using AFLP and SAMPL markers. Plant Breeding, 127(1): 9–14.

Babaei, M.R. 1976. Studies on grape cicada (*Cicadatra ochreata*) and its damage in Iran. Journal of Plant Pests and Diseases, 44(2): 15–28. (in Persian).

Esmaeili, M. 1991. Fruit trees important pests. Sepehr Press, Tehran, 578 pp.

Kumar, J., Agrawal, V., Gupta, S. and Prasad, M. 2009. Comparative study of molecular markers for genetic diversity analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. Journal of Genetics, 88(2): 189–197.

Lo Piccolo, S., Alfonzo, A., Giambra, S., Conigliaro, G., Lopez, M., Burruano, S. and Moschetti, G. 2012. A rapid and efficient DNA extraction protocol from *Vitis vinifera* L. and other woody plants for SSR and SNP analysis. Tree Genetics & Genomes, 8(5): 991–1001.

Minio, A., Cochetel, N., Massonnet, M., Figueroa-Balderas, R. and Cantu, D. 2022. HiFi chromosome-scale diploid assemblies of the grape rootstocks 110R, Kober 5BB, and 101–14. Research Data Management, 9: 660–662.

Mohammadi, S.A. and Prasanna, B.M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants—Salient statistical tools and considerations. Crop Science, 43(4): 1235–1248.

Rasoli, V., Mahmoudzadeh, H. and Fakhr-e-Vaezi, A. 2023. Sustainability of grape production using grafted seedlings with rootstocks resistant to crown cancer and drought. Extensional Journal of Grapes, 3: 20–25.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Resistance in Some Grapevine Rootstocks (*Vitis spp.*) to the Grapevine Cicada (*Cicadatra ochreata*) Using ISSR and SSR Molecular Markers

Amin Ardjmand[1*], Valiollah Rasoli[2], Babak Gharali[3], Vahid Abdossi[1] and Raheleh Ebrahimi[1]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Water, Food and Functional Foods, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2. Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3. Plant Pathology Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Qazvin, Iran

[*]*Corresponding Author: amin.ardjmand@gmail.com*

Abstract

The grape cicada (*Cicadatra ochreata*) is a significant pest of grapevines, prevalent in Iran, Afghanistan, southern regions of Russia, Turkey, and Iraq. This study aimed to determine the resistance mechanisms against *C. ochreata* in four grape rootstocks: Spota, Nazemieh, Kober 5BB, and CH1. The plant materials included: Kober 5BB (resistant to phylloxera), Spota and Nazemieh (resistant to crown gall), and CH1 (drought-tolerant). DNA extraction was performed using the (Lo Piccolo et al. 2012) method. Molecular variance analysis based on ISSR marker data was conducted, and the studied cultivars were grouped according to their drought stress resistance. Among various clustering methods and similarity coefficients, UPGMA clustering based on the Jaccard similarity coefficient was selected as the optimal approach, as it aligned with morphological traits and drought resistance data. In this experiment, six ISSR primers and five SSR markers (11 primers in total) were used, all of which successfully amplified across all genotypes. A total of 74 bands were generated, of which 71 were polymorphic, yielding an overall polymorphism rate of 95.9%. The primers issrUBC-825 and issrUBC-873 exhibited polymorphism rates of 85.7% and 71.4%, respectively, while the remaining primers showed 100% polymorphism. These results indicate a high abundance of AC, CA, GC, and TC sequences in the grape rootstock genomes as detected by ISSR markers. ISSR-based clustering divided the rootstocks into two groups: Group 1: Nazemieh and Kober 5BB Group 2**:** CH1 and Spota. SSR-based clustering also separated the rootstocks into two groups: Group 1**:** Nazemieh, Spota, and Kober 5BB, Group 2: CH1. The study found no *C. ochreata* infestation in the roots of Kober 5BB, unlike Spota, Nazemieh, and CH1, where root infestation was observed. However, no above-ground symptoms of infestation were detected in any of the rootstocks.

Keywords: Grape cicada (*Cicadatra ochreata*), Grape rootstocks, Drought resistance, ISSR and SSR molecular markers.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

دورگ‌گیری ترویر سیترنج (والد پدری) با کلئوپاتراماندارین (والد مادری) به منظور تولید پایه‌های متحمل به شوری و نماتد مرکبات

مالک قاسمی[1*]، مهسا هاشمی سجادی[1] و ابراهیم عابدی قشلاقی[1]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *malekgh45@gmail.com*

چکیده

به دلیل زمان‌بر بودن و سختی کار، تحقیقات لازم در مورد ایجاد پایه‌های جدید در مقایسه با تولید ارقام، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. اما با توجه به شرایطی مانند تغییراتی اقلیمی و نیز گستردگی عوامل تنش‌زای زیستی و غیرزیستی، نیاز به داشتن پایه‌های جدید و متحمل به این شرایط نامساعد، بیش از پیش احساس می‌شود. والدین انتخابی، دارای ویژگی‌های بارزی هستند از جمله رشد خوب، تحمل به سرما، تریستزا، اگزوکورتیس، خاک‌های با pH زیاد، خاک‌های آهکی و شور، شرایط غرقاب و غیره. لذا تلفیق این ویژگی‌ها با انجام هیبریداسیون ممکن است منجر به تولید پایه‌ای جدید و مطلوب شود. بنابراین، در پژوهش حاضر سعی شد تا با انجام دورگ‌گیری بین پایه کلئوپاترا ماندارین به عنوان والد مادری با پایه ترویر سیترنج به عنوان والد پدری، پایه‌های امیدبخشی که دارای ویژگی‌های بهینه باشد ایجاد شود. در بهار ۱۴۰۲ از رقم والد مادری، سه درخت سالم انتخاب و بعد از باز شدن گل‌ها و گرده‌گذاری با گرده والد پدری، گل‌ها دوباره توسط پاکت‌های کاغذی پوشانیده شدند. در بازدیدهای دوره ای، در گل‌هایی که سطح کلاله قهوه‌ای شده و میوه‌چه تشکیل شده بود، پاکت‌ها از روی شاخه‌ها برداشته شدند. سپس میوه‌چه‌های تشکیل شده با برچسبی که کد والد پدری روی آن نوشته شده بود علامت‌گذاری شدند. شمارش میوه‌چه‌ها و میوه‌ها، بعد از ریزش فیزیولوژیک تابستانه (جون دراپ) و در زمان برداشت نیز انجام شد.

واژه‌های کلیدی: پایه‌های جدید، مرکبات، تنش، شوری، نماتد.

مقدمه

گونه‌های مرکبات به راحتی می توانند با یکدیگر تلاقی یابند. پیدایش دورگهای بین گونه‌ای و نیز دورگه‌های بین جنسی در این گروه از میوه‌ها امری معمول است (Albrecht et al., 2020; Bowman &. Albrecht, 2020). پایه نارنج سال‌های طولانی به عنوان پایه تجاری مرکبات در ایران و جهان استفاده می‌شده است ولی در سال‌های اخیر استفاده از پایه نارنج نسبت به دیگر پایه‌های مرکبات به خاطر شیوع گسترده بیماری تریستزا و حساسیت پایه نارنج به آن و همچنین حساسیت بالای این پایه به مانداب محدود شده است. بنابراین تولید و استفاده از پایه‌های جدید با خصوصیات بهینه به عنوان یک ضرورت، بیش از پیش احساس می‌شود (اخلاقی امیری، اسدی کنگر شاهی، و فتاحی مقدم. ۱۴۰۲). در سالیان اخیر با توجه به گسترش عارضه زوال مرکبات، متأسفانه تولید این محصول در کشورمان دستخوش تغییر زیادی شده است. بیماری تریستزا و همچنین آهک بالای خاک از جمله عوامل مهم زوال مرکبات به ویژه در مازندران به شمار می‌آیند. بنابراین، با توجه به خصوصیات والدهای انتخابی در پروژه حاضر، این انتظار می‌رود تا با انجام تلاقی بین آن‌ها، بتوان پایه‌های امیدبخشی را از نظر کاهش خسارت زوال مرکبات در کنار خصوصیات رشدی بهتر ایجاد نمود. درختان بذری مرکبات همچون دیگر درختان میوه دارای محدودیت‌هایی مانند: دیربارده‌ی، پرتیغی، پابلندی و کیفیت نامرغوب میوه هستند، بنابراین، اجرای پیوند رقم‌ها روی پایه‌های مطلوب، ضمن جلوگیری از بروز این محدودیت‌ها، بهره‌مندی باغداران را از درختانی متحمل در برابر شرایط نامناسب محیطی، به‌ویژه شرایط خاکی یا بیماری‌ها می‌تواند به دنبال داشته باشد (Girardi et al., 2021). از جمله صفت‌هایی که نوع پایه در آن‌ها تأثیری مهم دارند شامل: قدرت رشد پیوندک، میزان سطح برگ، جذب مواد غذایی، شاخه‌دهی جانبی، رشد رویشی و اندازهٔ درخت (در نتیجه تراکم کاشت)، رشد و توسعهٔ ریشه‌ها، عملکرد و کیفیت محصول، زمان بلوغ و زمان برداشت میوه، مقاومت درخت بـه تنش‌های غیرزیستی (سرما، گرما، غرقاب، خشکی، شوری،pH خاک)، می‌باشد (گلعین و عدولی،۱۳۹۷ ؛ Grosser et al., 2020). شاخص‌های یک پایه مطلوب برای مرکبات

عبارتند از الف) سازگاری با رقم پیوندک و قابلیت ایجاد درختی با طول عمر اقتصادی بیشتر، ب) سازش مناسب با شرایط اقلیمی، ج) وجود مقاومت یا تحمل نسبت به آفت‌ها و بیماری‌های غالب منطقه، د) داشتن اثر بهینه در وضعیت باردهی و کیفیت میوه‌های تولیدی. بر این اساس، برای هر منطقه پایه مناسب آن منطقه را باید شناسایی کرد و نتیجه این پایش و شناسایی درست کارشناسانه عبارت است از ۱) رسیدن به بیشترین باردهی میوه‌های با کیفیت بالا، ۲) بالا بودن قدرت تحمل و توانایی سازش بیشتر با توجه بـه شرایط محیطی موجـود در منطقه (Singerman et al., 2021). توانایی پایه‌ها در جذب و انتقال عناصر مختلف، متفاوت است. تحقیقات نشان داده است که پایه‌هایی با کارایی جذب بالای N، K، Fe و Mn تاثیر مثبتی بر عملکرد و کیفیت می‌گذارند. (Khan et al., 2020)تحقیقات انجام شده در دنیا نشان داده است که پایه‌های مرکبات در شرایط مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک، پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند. همچنین پایه‌های مرکبات بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو مرکبات از جمله ویژگی‌های رشدی درخت و نیز تحمل به تنش‌های زیستی و غیر زیستی تأثیر می‌گذارند (گلعین و عدولی)۱۳۹۷ .

مواد و روش‌ها

اخته کردن و ایزولاسیون شاخه‌ها: پس از تعیین والد مادری، روی هر درخت تعدادی شاخه گل‌دار انتخاب و گل‌های مورد نظر پس از اخته کردن با پاکت‌های مومی شفاف پوشانیده شدند. جمع‌آوری، نگهداری و استفاده از گرده‌ها: ۲۰۰ عدد از شکوفه‌های هر یک از ارقام گرده‌دهنده در مرحله نزدیک به باز شدن جمع‌آوری شدند. بعد از حذف گلبرگ‌ها و مادگی، بساک‌ها به پتری‌دیش منتقل و در دمای معمولی اتاق (۲۴-۲۶ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. بعد از باز شدن کیسه‌های بساک، محتویات هر پتری‌دیش به شیشه‌های کوچک استریل و دارای برچسب، منتقل شد. سپس در شیشه‌ها بسته شده و در فریزر قرار داده شدند. انجام تلاقی‌ها: از رقم والد مادری، سه درخت سالم انتخاب و در هر درخت حدود ۴۵ عدد پاکت روی گل‌آذین‌های شاخه‌های یکساله بعد از حذف گل‌های کوچک و ضعیف و نیز حذف گل‌های باز یا نیمه‌باز قرار داده شد. بعد از باز شدن گل‌ها و گرده‌گذاری، گل‌ها دوباره توسط پاکت‌های کاغذی پوشانیده شدند. در بازدیدهای دوره ای، در گل‌هایی که سطح کلاله قهوه‌ای شده و میوه‌چه تشکیل شده بود، پاکت‌ها از روی شاخه‌ها برداشته شدند. پس از آنکه شکوفه‌های شاخه‌های پوشانیده شده کمی باز شدند و شیره سفید رنگی بر روی کلاله نمایان شد، عمل تلاقی با انتقال دانه گرده ارقام گرده‌دهنده بر روی سطح کلاله گل‌های باز شده توسط قلم‌موهای نرم و ظریف انجام پذیرفت. بلافاصله پس از انجام تلاقی، گل‌ها توسط پاکت کاغذی پوشانیده شدند و دو هفته بعد از تشکیل میوه‌ها، پوشش‌ها برداشته شدند. تمام شاخه‌هایی که گرده‌افشانی مصنوعی شده بودند با اتیکت‌های مناسبی علامت‌گذاری گردیدند. برداشت، تیمار و نگهداری بذر: زمانی که رنگ میوه‌ها از سبز به زرد یا نارنجی تبدیل شد، کلیه میوه‌ها برداشت و بذور آنها پس از جداسازی از گوشت میوه، با قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۲/۵ در هزار ضدعفونی شدند. بذرها پس از پرایمینگ در گلدان‌های حاوی ترکیب خاکی استریل شامل ماسه شکری و کوکوپیت کشت شدند (شکل یک).



شکل ۱- مراحل مختلف دورگ‌گیری.

نتایج و بحث

بذور حاصل از برنامه اصلاحی پس از مراقبت‌های لازم سبز شده و نتاج هیبرید از نوسلار، توسط مارکر فنوتیپی سه برگچه‌ای که یک صفت غالب است و در نسل اول بیان می‌شود، شناسایی شدند (جدول یک و شکل دو).

جدول ۱– نتایج توده حاصل از دورگ‌گیری.

والد مادری	والد پدری	تعداد بذر گرفته شده	تعداد گیاه سبز شده	تعداد گیاه دورگ
کلئوپاتراماندارین	سیترنج	۶۰۰	۵۸۰	۱۲۰



شکل ۲– الف) تفاوت برگ نتاج نوسلار سمت راست با هیبرید سمت چپ، ب) سبز شدن بذور حاصل از تلاقی.

منابع

اخلاقی امیری، ن.، اسدی کنگرشاهی، ع. و فتاحی مقدم، ج. ۱۴۰۲. بررسی رشد رویشی، عملکرد کمی و کیفی و زمان برداشت پرتقال تامسون ناول با پایه‌های مختلف در شرق مازندران. مجله پژوهش در علوم باغبانی، ۲(۲): ۲۰۹–۲۲۶.

گلعین، ب. و عدولی، ب. ۱۳۹۷. کاربرد رقم‌ها و پایه‌های مناسب در کشت و توسعه مرکبات. نشر آموزش کشاورزی، ۴۰ صفحه.

قاسمی، م.، زمانی، ذ.، عبادی، ع. و ابراهیمی، ی. ۱۳۸۳. بررسی امکان دورگ‌گیری برخی پایه‌های مرکبات و جداسازی جنین‌های رویشی و زایشی با استفاده از مطالعات میکروسکپی و نشانگر مولکولی .RAPD رساله دکتری، دانشگاه تهران.

Albrecht, U., Bodaghi, S., Meyering, B. and Bowman, K.D. 2020. Influence of rootstock propagation method on traits of grafted sweet orange trees. HortScience, 55: 729–737.

Bowman, K.D. and Albrecht, U. 2020. Rootstock influences on health and growth following *Candidatus Liberibacter asiaticus* infection in young sweet orange trees. Agronomy, 10: 1907.

Girardi, E.A., Sola, J.G.P., Scapin, M.d.S., Moreira, A.S., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J. and Peña, L. 2021. The perfect match: Adjusting high tree density to rootstock vigor for improving cropping and land use efficiency of sweet orange. Agronomy, 11: 2569.

Grosser, J.W., Gmitter, F.G. and Bowman, K.D. 2020. New rootstocks in the citrus breeding pipeline. Citrus Industry Magazine Online, July 15, 2020. Newberry, FL: AgNet Media.

Khan, M.N., Hayat, F., Asim, M., Iqbal, S., Ashraf, T. and Asghar, S. 2020. Influence of citrus rootstocks on growth performance and leaf mineral nutrition of 'Salustiana' sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Journal of Pure and Applied Agriculture, 5.

Singerman, A., Futch, S.H. and Page, B. 2021. Early performance of selected citrus rootstocks grafted with 'Valencia' sweet orange in commercial settings within a citrus greening endemic environment. HortTechnology, 31: 417–427.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Crossing of Troyer Citrange (paternal parent) with Cleopatra Mandarin (maternal parent) to produce rootstocks tolerant to salinity and citrus nematode

Malek Ghasemi[1*], Mahsa Hashemi Sajadi[1] and Ebrahim Abedi Gheshlaghi[1]
1. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
Corresponding Author malekgh45@gmail.com

Abstract

Due to the time-consuming and difficult work, the necessary research on the creation of new rootstocks has received less attention compared to the production of cultivars. However, considering conditions such as climate change and the wide range of biotic and abiotic stress factors, there is a greater need for new rootstocks that are tolerant to these adverse conditions than before. Selected parents should have prominent characteristics such as good growth, tolerance to cold, tristeza, exocortis, high pH, calcareous and saline soils, waterlogging conditions, etc. Therefore, combining these characteristics with hybridization may lead to the production of a new and desirable rootstock. So, in the present study, an attempt was made to create promising rootstocks with optimal characteristics by crossing Cleopatra mandarin rootstock as the maternal parent with Troyer citrange rootstock as the paternal parent. In the spring of 2023, three healthy trees were selected from the maternal parent variety, and after the flowers opened and pollinated, the flowers were covered again with paper envelopes. During periodic visits, the envelopes were removed from the branches in flowers where the stigma surface had turned brown and fruit had formed. Then, the formed fruitlets were marked with a label with the paternal parent code written on it. Fruitlets and fruits were counted at the stages after fruitlet formation, after physiological summer shedding (June drop), and at harvest time.

Keywords: New rootstocks, Citrus, Stress, Salinity, Nematode.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات استفاده از بیوچار بر خصوصیات رشدی توده بومی سیر همدان در شرایط تنش خشکی

نساء قره‌باغلی[1*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: *n.gharebaghli@areeo.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف بیوچار بر رشد و عملکرد سیر همدان تحت شرایط تنش خشکی در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور همدان انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل سه سطح آبیاری (آبیاری کامل (۱۰۰٪ نیاز آبی)، تنش ملایم (۷۵٪) و تنش شدید (۵۰٪) به عنوان فاکتور اصلی و چهار سطح بیوچار (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری ($p<0.01$) بر کاهش تمامی شاخص‌های رشدی و عملکردی سیر داشت، به‌طوری که تنش شدید (۵۰٪ نیاز آبی) باعث کاهش ۴۰ درصد عملکرد نسبت به آبیاری کامل شد. کاربرد بیوچار به‌ویژه در سطوح ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، اثرات منفی تنش خشکی را به‌طور قابل توجهی کاهش داد. در شرایط آبیاری کامل، مصرف ۱۵ تن بیوچار موجب افزایش ۵۵ درصد عملکرد کل (۲۱/۷ تن در هکتار)، ۲۴/۴ درصد قطر پیاز و ۳۷ درصد وزن تک پیاز نسبت به شاهد شد. در شرایط تنش ملایم، ۱۰ تن بیوچار به‌اندازه ۱۵ تن مؤثر بود و عملکرد را ۵۰/۸ درصد بهبود بخشید. در تنش شدید، ۱۵ تن بیوچار بیشترین تأثیر را داشت و کاهش عملکرد را تا ۵۶/۱ درصد جبران کرد. یافته‌ها نشان داد که بیوچار با بهبود ظرفیت نگهداری آب، افزایش دسترسی به عناصر غذایی و تقویت فعالیت میکروبی خاک، مقاومت سیر به تنش خشکی را افزایش می‌دهد. با توجه به نتایج، کاربرد ۱۰ تن بیوچار در شرایط تنش ملایم و ۱۵ تن در تنش شدید به‌عنوان راهکار بهینه برای بهبود عملکرد سیر در شرایط کم‌آبی پیشنهاد می‌شود. نتایج این پژوهش می‌تواند به توسعه کشاورزی پایدار و کاهش اثرات خشکسالی در منطقه همدان کمک کند.

واژه‌های کلیدی: بیوچار، تنش خشکی، سیر، عملکرد، همدان.

مقدمه

سیر (*Allium sativum L.*) به عنوان یکی از مهمترین گیاهان دارویی و زراعی در جهان شناخته می‌شود (Sahidur et al., 2023). مطالعات نشان می‌دهد که ایران با تولید سالانه بیش از ۲۰۰ هزار تن سیر، یکی از ده تولیدکننده برتر جهان محسوب می‌شود (Fao, 2022). استان همدان به دلیل شرایط اقلیمی مناسب و خاک حاصلخیز، حدود ۱۵٪ از تولید سیر کشور را به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱). با این حال، این گیاه به تنش خشکی حساس است و کاهش آب قابل دسترس، رشد و عملکرد آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که کمبود آب باعث کاهش رشد رویشی (ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن تر و خشک)، کاهش عملکرد پیاز می‌شود. بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که تنش خشکی می‌تواند تا ۴۰٪ از عملکرد سیر را کاهش دهد (Habus jercic et al., 2023). از این رو، یافتن راهکارهای پایدار برای افزایش مقاومت سیر به تنش کم آبی و بهبود خصوصیات کمی آن، از اهداف مهم تحقیقات کشاورزی است. در سال‌های اخیر، استفاده از بیوچار (Biochar) به عنوان یک اصلاح کننده خاک، توجه محققان و کشاورزان را به خود جلب کرده است. بیوچار ماده غنی از کربن است که از تجزیه حرارتی زیست توده (مانند ضایعات کشاورزی، پسماندهای جنگلی و کودهای حیوانی) در شرایط کمبود اکسیژن (پیرولیز) تولید می‌شود. این ماده به دلیل ساختار متخلخل، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و پایداری در خاک، می‌تواند رطوبت خاک را افزایش دهد، مواد مغذی را در خود نگه دارد و فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک را تقویت کند. مکانیسم های اثر بیوچار در کاهش تنش خشکی: ۱- بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک : ساختار متخلخل بیوچار باعث افزایش

نفوذپذیری و ذخیره آب در خاک می شود، که این امر در شرایط کم آبی بسیار حیاتی است. ۲- افزایش دسترسی به مواد مغذی : بیوچار با جذب و آزادسازی تدریجی عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم، تغذیه گیاه را در شرایط تنش بهبود می‌بخشد. ۳- تحریک فعالیت میکروبی : بیوچار به عنوان زیستگاه میکروارگانیسم‌های مفید خاک عمل می‌کند و تجزیه مواد آلی را تسریع می‌نماید. ۴- کاهش شوری و سمیت عناصر سنگین : در برخی موارد، بیوچار می‌تواند با جذب فلزات سنگین و کاهش شوری، استرس محیطی بر گیاه را کاهش دهد. یافته‌های جدید نشان می‌دهند که کاربرد بیوچار می‌تواند تا ۲۵٪ ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش دهد (Han et al., 2023). تحقیقات Hasnain و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده‌اند که استفاده از بیوچار به میزان ۱۰ تن در هکتار می‌تواند دسترسی به نیتروژن را تا ۲۰٪ و فسفر را تا ۱۵٪ در شرایط تنش خشکی بهبود بخشد. با توجه به اینکه تحقیقات متعددی در مورد تأثیر بیوچار بر محصولات مختلف انجام شده، اما مطالعات محدودی در مورد تأثیر بیوچار بر توده بومی سیر همدان تحت شرایط تنش خشکی وجود دارد. در این تحقیق بررسی اثرات کاربرد بیوچار بر خصوصیات کمی (سطح برگ، ارتفاع گیاه، عملکرد، وزن پیاز، تعداد بوته) سیر همدان در شرایط تنش آبی با هدف ارزیابی تأثیر سطوح مختلف بیوچار بر رشد و عملکرد سیر همدان تحت تنش خشکی، تعیین بهترین سطح بیوچار برای بهبود مقاومت به خشکی و ارائه توصیه‌های کاربردی برای کشاورزان منطقه همدان جهت کاهش اثرات خشکسالی طراحی شده است. انتظار می‌رود نتایج این مطالعه بتواند راهکارهای عملی برای کشاورزان منطقه همدان ارائه دهد و به توسعه کشاورزی پایدار در شرایط کم آبی کمک کند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور واقع در شهرستان همدان (مختصات جغرافیایی: ′۴۸°۳۱ شرقی و ′۳۴°۴۸ شمالی، ارتفاع ۱۸۲۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. ویژگی‌های خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه قبل از اجرای آزمایش.

پارامتر	بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی(dS/m)	ماده آلی(%)	نیتروژن کل(%)	فسفر قابل جذب(ppm)
مقدار	لومی رسی	۷/۸	۱/۲	۱/۱	۰/۰۸	۱۲

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سطوح مختلف آبیاری (آبیاری کامل (۱۰۰٪ نیاز آبی)، تنش ملایم (۷۵٪ نیاز آبی) و تنش شدید (۵۰٪ نیاز آبی)در کرت اصلی و سطوح بیوچار (شاهد (عدم مصرف بیوچار)، مصرف ۵ تن در هکتار و مصرف ۱۰ تن در هکتار در کرت های فرعی قرار داده شدند. قبل از انجام هر گونه عملیات کشت لازم است در اوایل فصل تابستان به مقدار ۱۰ تن کود دامی پوسیده و به دنبال آن در هر هکتار از بستر کشت، مقدار ۴ تن کود مرغی، ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفره، ۲۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله به خاک افزوده شد. بیوچار مورد استفاده از بقایای کشاورزی (پوست و شاخه‌های هرس شده پسته) در دمای ۵۰۰-۴۵۰ درجه سانتیگراد با روش پیرولیز آهسته تولید شد. بیوچار دو ماه قبل از کشت به خاک اضافه و با شخم سطحی (عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر) با خاک مخلوط گردید. در تاریخ ۱۵ مهر ۱۴۰۲ کشت در مزرعه با فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر و فاصله بوته ها روی ردیف ۱۰ سانتی متر انجام گرفت. عمق کاشت ۳-۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. و تراکم نهایی در مزرعه ۳۳۳ هزار بوته در هکتار بود. نیاز آبی گیاه با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A و بر اساس معادله بیلان آب محاسبه شد. سیستم آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای اجرا گردید. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی و در سه مرحله (۲، ۶ و ۱۰ هفته پس از سبز شدن) انجام شد. با توجه به عدم مشاهده آلودگی شدید، فقط از روش‌های پیشگیرانه مانند تناوب زراعی و کنترل بیولوژیک استفاده شد. درصد سبز شدن (۲ هفته پس از کاشت)، ارتفاع گیاه (در مرحله رشد کامل ۱۲۰ روز پس از کاشت)، تعداد برگ (در مرحله رشد کامل)، قطر سوخ (پس از برداشت) و صفات کمی عملکرد کل سوخ (تن در هکتار)، عملکرد سوخ‌های درجه یک (قطر بیش از ۵/۵ سانتی‌متر) و میانگین وزن سوخ تک بوته (گرم) اندازه اندازه‌گیری شدند.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹.۴ تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی قرار گرفتند (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که کاهش میزان آبیاری به ٪۷۵ و ٪۵۰ نیاز آبی گیاه، اثرات مخرب قابل توجهی بر شاخص‌های رشدی و عملکردی سیر داشته است. بیشترین تأثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد درجه یک و کمترین تأثیر بر تعداد برگ مشاهده شد. **تمامی سطوح بیوچار به‌ویژه مقادیر ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، تأثیر معنی‌داری ($p<0.01$) بر بهبود صفات داشتند. بیشترین تأثیر مثبت بر عملکرد کل و کمترین تأثیر بر تعداد برگ ثبت شد. این نتایج نشانگر نقش مؤثر بیوچار در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک است.** وجود اثر متقابل معنی‌دار ($p<0.01$) بین تنش خشکی و بیوچار برای تمام صفات، نشان می‌دهد که پاسخ گیاه به بیوچار تحت شرایط تنش آبی متفاوت است. این اثر برای عملکرد کل بیشتر از سایر صفات بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کیفی سیر تحت تأثیر سطوح بیوچار و تنش خشکی.

منبع تغییر	DF	درصد سبز شدن	ارتفاع گیاه	تعداد برگ	قطر پیاز	عملکرد کل	عملکرد درجه یک	وزن تک پیاز
بلوک	۲	۴/۲^{ns}	۳/۱^{ns}	۱/۸^{ns}	۲/۴^{ns}	۱/۷^{ns}	۱/۲^{ns}	۲/۶^{ns}
تنش خشکی (A)	۲	۱۴۲/۳**	۸۹/۵**	۵۶/۷**	۱۰۳/۸**	۲۰۸/۶**	۱۸۷/۲**	۱۵۲/۴**
بیوچار(B)	۳	۹۸/۶**	۶۷/۲**	۴۲/۳**	۸۵/۹**	۱۵۶/۳**	۱۴۲/۷**	۱۱۵/۵**
A×B	۶	۱۵/۷**	۱۲/۴**	۹/۸**	۱۴/۶**	۲۵/۳**	۲۲/۸**	۱۹/۴**
خطا	۲۲	۵/۳	۴/۸	۳/۲	۴/۱	۷/۵	۶/۳	۵/۸
CV (%)	-	۶/۸	۵/۲	۴/۷	۵/۹	۷/۳	۶/۵	۵/۴

**معنی‌دار در سطح ۱٪ ،*معنی‌دار در سطح ۵٪ و ^{ns} غیر معنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و بیوچار.

تیمار	درصد سبز شدن	ارتفاع گیاه (Cm)	تعداد برگ	قطر پیاز (mm)	عملکرد کل (t/ha)	عملکرد درجه۱ (t/ha)	وزن تک پیاز (g)
آبیاری کامل							
شاهد	۷۸/۲±۳/۱d	۴۲/۱±۱/۵d	۶/۰±۲/۳d	۳۵/۱±۲/۱d	۱۴/۰±۲/۸e	۱۱/۰±۳/۶e	۴۲/۱±۵/۸d
۵ (تن در هکتار)	۸۵/۱±۶/۹c	۴۶/۱±۳/۶c	۷/۰±۱/۴c	۳۸/۱±۶/۲c	۱۶/۰±۸/۹d	۱۳/۰±۹/۷d	۴۸/۲±۳/۰c
۱۰ (تن در هکتار)	۹۱/۲±۲/۰b	۴۹/۱±۸/۷b	۷/۰±۸/۴b	۴۱/۱±۳/۳b	۱۹/۱±۴/۰b	۱۶/۰±۲/۸b	۵۳/۲±۸/۱b
۱۵ (تن در هکتار)	۹۳/۲±۵/۲a	۵۲/۱±۴/۸a	۸/۰±۳/۵a	۴۳/۱±۸/۴a	۲۱/±۷/۱a	۱۸/۰±۵/۹a	۵۸/۲±۴/۳a
تنش متوسط							
۰ (تن در هکتار)	۷۰/۱±۵/۸e	۳۸/۱±۷/۴e	۵/۰±۶/۳e	۳۲/۱±۸/۰e	۱۲/۰±۲/۸f	۹/۰±۳/۵f	۳۸/۱±۷/۶e
۵ (تن در هکتار)	۷۸/۱±۲/۷d	۴۲/۱±۵/۵d	۶/۰±۵/۳d	۳۶/۱±۲/۱d	۱۴/۰±۳/۹e	۱۱/۰±۹/۷e	۴۴/۱±۲/۸d
۱۰ (تن در هکتار)	۸۴/۱±۷/۹c	۴۵/۱±۲/۶c	۷/۰±۲/۴c	۳۹/۱±۱/۲c	۱۶/۰±۹/۹d	۱۴/۰±۲/۸d	۴۹/۲±۸/۰c
۱۵ (تن در هکتار)	۸۷/۲±۳/۰b	۴۷/۱±۶/۷b	۷/۰±۶/۴b	۴۱/۱±۵/۳b	۱۸/۱±۲/۱c	۱۵/۰±۷/۹c	۵۳/۲±۱/۲b
تنش شدید							
۰ (تن در هکتار)	۵۸/۱±۲/۶f	۳۴/۱±۲/۳f	۴/۰±۸/۲f	۲۹/۰±۷/۹f	۹/۰±۸/۵g	۷/۰±۱/۴g	۳۳/۱±۲/۳f
۵ (تن در هکتار)	۶۶/۱±۴/۵e	۳۸/۱±۱/۴e	۵/۰±۷/۳e	۳۳/۱±۲/۱e	۱۱/۰±۹/۶f	۱۱/۰±۹/۷f	۳۹/۱±۸/۷e
۱۰ (تن در هکتار)	۷۲/۱±۸/۷d	۴۱/۱±۷/۵d	۶/۰±۴/۳d	۳۶/۱±۸/۲d	۱۴/۰±۱/۷e	۱۴/۰±۲/۸e	۴۵/۱±۳/۹d
۱۵ (تن در هکتار)	۷۶/۱±۵/۸c	۴۳/۱±۹/۶c	۶/۰±۹/۴c	۳۸/۱±۵/۳c	۱۵/۰±۲/۸d	۱۵/۰±۷/۹d	۴۸/۲±۹/۰c

حروف لاتین نشان‌دهنده گروه‌های آماری متفاوت در سطح معنی‌داری ۵٪ (آزمون دانکن) هستند.

با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، در شرایط آبیاری کامل (٪۱۰۰ نیاز آبی)، ۱۵ تن بیوچار بهترین نتایج را در تمام صفات داشت به طوری که عملکرد کل ۲۱/۷ تن در هکتار (۵۵ درصد افزایش نسبت به شاهد)، قطر پیاز ۴۳/۸ میلی‌متر (۲۴/۴ درصد افزایش نسبت به شاهد) و وزن تک پیاز ۵۸/۲ گرم (۳۷ درصد افزایش نسبت به شاهد) را نشان داد. مصرف ۱۰ تن بیوچار در شرایط آبیاری کامل،

نتایج نزدیک به مصرف ۱۵ تن بیوچار را نشان داد که این موضوع امکان کاهش مصرف بیوچار در شرایط آبیاری مطلوب را نشان می‌دهد. در شرایط تنش ملایم (۷۵٪ نیاز آبی)، ۱۵ تن بیوچار عملکرد کل را ۵۰/۸ درصد نسبت به عدم مصرف بیوچار و تنش ملایم افزایش داد. اختلاف بین ۱۰ و ۱۵ تن بیوچار از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p>0.05$) که نشان می‌دهد در تنش ملایم، ۱۰ تن بیوچار می‌تواند گزینه اقتصادی‌تری باشد. در شرایط تنش شدید (۵۰٪ نیاز آبی)، ۱۵ تن بیوچار بیشترین تأثیر (۵۶/۱ درصد) افزایش نسبت به عدم مصرف بیوچار را در جبران کاهش عملکرد داشت. ۱۰ تن بیوچار نیز بهبود قابل توجهی (۴۳/۹ درصد) ایجاد کرد، اما اختلاف آن با ۱۵ تن در سطح یک درصد معنی‌دار بود. یعنی می‌توان با مصرف ۱۰ تن بیوچار در هکتار، آبیاری را بدون کاهش عملکرد به نصف کاهش داد.

یافته‌های این پژوهش مبنی بر بهبود معنی‌دار صفات رشدی و عملکرد سیر تحت تأثیر کاربرد بیوچار، با نتایج سایر محققان همخوانی دارد. مطابق مطالعه Zhang و همکاران (۲۰۲۱)، بیوچار با بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک از جمله افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب، موجب بهبود رشد گیاهان تحت تنش می‌شود. این پژوهش نشان داد که کاربرد ۱۵ تن در هکتار بیوچار موجب افزایش ۵۲٫۸ درصدی عملکرد در شرایط آبیاری کامل گردید که با یافته‌های Han و همکاران (۲۰۲۳) که گزارش کردند بیوچار می‌تواند عملکرد محصولات را تا ۴۵ درصد افزایش دهد، همسو است. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد بیوچار به ویژه در سطوح ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، اثرات منفی تنش خشکی را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. این یافته با پژوهش Hasnain و همکاران (۲۰۲۲) که بیان کردند بیوچار از طریق بهبود وضعیت رطوبتی خاک و افزایش دسترسی به عناصر غذایی، مقاومت گیاهان به تنش خشکی را افزایش می‌دهد، مطابقت دارد. در این مطالعه، کاربرد ۱۵ تن در هکتار بیوچار در شرایط تنش شدید موجب افزایش ۵۶/۱ درصدی عملکرد نسبت به شاهد شد که مشابه نتایج Habus jercic و همکاران (۲۰۲۳) است که گزارش کردند بیوچار می‌تواند اثرات منفی تنش خشکی را تا ۵۰ درصد کاهش دهد. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، مکانیسم‌های زیر می‌توانند توجیه کننده نتایج این مطالعه باشند. بیوچار با افزایش تخلخل خاک و بهبود نفوذپذیری آن، ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهد(Touyee thao et al., 2024) . بیوچار با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، دسترسی گیاه به عناصر غذایی را بهبود می‌بخشد (Zhang et al., 2021). بیوچار به عنوان زیستگاه میکروارگانیسم‌های مفید خاک عمل کرده و تجزیه مواد آلی را تسریع می‌کند(Ighalo et al., 2025) .

منابع

آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. ۱۴۰۱.

Sahidur, M.R., Islam, S. and Jahurul, M.H.A. 2023. Garlic (*Allium sativum*) as a natural antidote or a protective agent against diseases and toxicities: A critical review. Food Chemistry Advances, 3: 100353.

FAO. 2022. The State of Food and Agriculture 2022.

Habuš Jerčić, I., Mihovilović, A., Stanković, A., Lazarević, B., Goreta Ban, S., Ban, D., Major, N., Tomaz, I., Banjavčić, Z. and Kereša, S. 2023. Garlic ecotypes utilise different morphological, physiological and biochemical mechanisms to cope with drought stress. Plants, 12: 1824.

Han, M., Zhang, J., Zhang, L. and Wang, Z. 2023. Effect of biochar addition on crop yield, water and nitrogen use efficiency: A meta-analysis. Journal of Cleaner Production, 420: 138425.

Hasnain, M., Munir, N., Abideen, Z., Zulfiqar, F., Koyro, H.-W., El-Naggar, A., Caçador, I., Duarte, B., Rinklebe, J., Hong Yong, J.W. 2023. Biochar-plant interaction and detoxification strategies under abiotic stresses for achieving agricultural resilience: A critical review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 249: 114408.

Zhang, Y., Wang, J. and Feng, Y. 2021. The effects of biochar addition on soil physicochemical properties: A review. CATENA, 202: 105284.

Thao, T., Gonzales, M., Ryals, R., Dahlquist-Willard, R.D.-W., Diaz, G.C.D. and Ghezzehei, T.A.G. 2024. Biochar impacts on soil moisture retention and respiration in a coarse-textured soil under dry conditions. Soil Science Society of America Journal, 88: 1919–1931.

Ighalo, J.O., Ohoro, R.C., Ojukwu, V.E., Oniye, M., Shaikh, W.A., Biswas, J.K., Seth, C.S., Mohan, G.B.M., Chandran, S.A. and Rangabhashiyam, S. 2025. Biochar for ameliorating soil fertility and microbial diversity: From production to action of the black gold. iScience, 28(1): 111524.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effects of biochar use on growth characteristics of Hamedan garlic native population under drought stress conditions

Nesa Gharehbaghli[1*]

1. Department of Agronomic-Horticultural Sciences Research, Hamedan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

[*]*Corresponding author: n.gharebaghli@areeo.ac.ir*

Abstract

This study aimed to investigate the effect of different levels of biochar on growth and yield of Hamedan garlic under drought stress conditions in the 1402-1403 crop year at the research farm of Payam Noor University of Hamedan. The experiment was conducted as a split plot in a randomized complete block design with three replications. The treatments studied included three irrigation levels (full irrigation (100% water requirement), mild stress (75%), and severe stress (50%) as the main factor and four levels of biochar (control, 5, 10, and 15 tons/ha) as the secondary factor. The results showed that drought stress had a significant effect ($p<0.01$) on reducing all growth and performance indices of garlic, such that severe stress (50% water requirement) caused a 40% reduction in yield compared to full irrigation. The application of biochar, especially at levels of 10 and 15 tons/ha, significantly reduced the negative effects of drought stress. Under full irrigation conditions, the use of 15 tons of biochar increased the total yield (21.7 tons/ha), bulb diameter, and single bulb weight by 52.8%, 24.4%, and 37%, compared to the control. Under mild stress conditions, 10 tons of biochar was as effective as 15 tons and improved yield by 50.4%. Under severe stress, 15 tons of biochar had the greatest effect and reduced yield by 56.1%. compensated. The findings showed that biochar increases the resistance of garlic to drought stress by improving water retention capacity, increasing nutrient availability, and enhancing soil microbial activity. According to the results, the application of 10 tons of biochar under mild stress conditions and 15 tons under severe stress is suggested as an optimal solution to improve garlic yield under water deficit conditions. The results of this study can help develop sustainable agriculture and reduce the effects of drought in the Hamedan region.

Keywords: Biochar, Drought Stress, Garlic, Hamedan, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کارایی حشره‌کش وایه‌گو برای مبارزه با کرم خوشه‌خوار انگور در استان همدان

روح‌اله احمدی[۱]، کاظم محمدپور[۱] و نساء قره‌باغلی[۲*]

۱- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: *n.gharebaghli@areeo.ac.ir*

چکیده

کرم خوشه‌خوار انگور،*Lobesia botrana* Denis and Schiffermuller ، یکی از مهم‌ترین آفات تاکستان‌های ایران و جهان است. لاروهای نسل دوم و سوم از حبه‌های انگور تغذیه می‌کنند و سبب خسارت اقتصادی می‌شوند. اثر حشره‌کش جدید تترانیلی‌پرول (وایه‌گو، SC۲۰۰) با دو غلظت ۰/۲ و ۰/۳ در هزار، حشره‌کش فوزالون (زولون، EC۳۵) با غلظت ۱/۵ در هزار و حشره‌کش لوفنورون+فنوکسی (لوفوکس، EC ۱۰۵) با غلظت ۰/۵ در هزار در مقایسه با تیمار شاهد بدون سم، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۴۰۰ در همدان ارزیابی شد. نتایج نشان داد ۱۴ و ۲۱ روز پس از سمپاشی علیه نسل‌های دوم و سوم کرم خوشه خوار انگور، حشره‌کش تترانیلی‌پرول در گروه متفاوتی با تیمار شاهد بدون سمپاشی، قرار گرفت؛ به‌طوری که ۱۴ روز پس از سمپاشی علیه نسل دوم، میانگین درصد خسارت خوشه‌ها در دزهای ۰/۲ و ۰/۳ در هزار این حشره‌کش بترتیب ۳/۳۴ و ۲/۶۶ بود، در حالی که درصد خسارت خوشه در تیمار شاهد ۲۶/۳ درصد بود. حشره‌کش‌های فوزالن و لوفوکس در دو نمونه‌برداری پس از سمپاشی، کارایی نزدیک به حشره‌کش وایه‌گو داشتند، به‌طوری که میانگین درصد خسارت خوشه ۱۴ روز پس از سمپاشی علیه نسل دوم با حشره‌کش‌های فوزالن و لوفوکس۳/۰۳ و ۴/۲۶ درصد بود ولی در گروه متفاوت قرار گرفتند. به‌طور کلی حشره‌کش جدید تترانیلی‌پرول (وایه‌گو SC۲۰۰) کنترل موثری علیه کرم خوشه خوار انگور در غلظت‌های مختلف نشان داد و با توجه به یکسان بودن کارایی غلظت‌های مورد آزمایش، غلظت ۰/۲ در هزار این حشره‌کش، قابل توصیه می باشد.

واژه‌های کلیدی: حشره‌کش، کرم خوشه خوار انگور، مبارزه شیمیایی، وایه‌گو.

مقدمه

انگور از میوهای مهم در ایران است که محصولات متنوعی از آن تولید، مصرف و یا از کشور صادر می‌شود. عوامل مختلفی از جمله آفت مهم کرم خوشه خوار انگور، خسارت سنگینی به این محصول وارد می‌کند که شناسایی و مبارزه صحیح با آن‌ها می‌تواند کمک موثری در بالا رفتن سطح کمیت و کیفیت محصول انگور داشته باشد. باغداران برای کنترل آفت بسیار مهم کرم خوشه خوار انگور، معمولا هر ساله از حشره‌کش‌های موجود بطور تکراری و گاهی از حشره‌کش‌های غیر مجاز و قاچاق استفاده می‌شود. استفاده از آفت‌کش باید متنوع و طبق اصول علمی انجام شود تا از عوارض آن، پرهیز گردد. این تحقیق در جهت تنوع بخشی به حشره‌کش‌های موثر برای کنترل این آفت، اجرا شده است(محمد پور و همکاران، ۱۴۰۱).

لارو کرم خوشه خوار انگور در نسل اول از غنچه و در نسل‌های بعد، از حبه انگور تغذیه می‌کند. مبارزه به موقع و موثر با این آفت دارای اهمیت زیادی است، زیرا ضمن کاهش خسارت کرم خوشه‌خوار انگور، از خسارت عوامل ثانویه نیز جلوگیری می‌کند. کرم خوشه خوار انگور، *Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (Lep.: Tortricidae)، آفت کلیدی این محصول در حوزه دریای مدیترانه است (Thiéry, 2005). خسارت این آفت در اثر تغذیه لاروها از حبه انگور ایجاد می‌شود که موجب افزایش آلودگی آنها به قارچ

B. cinerea در اواسط فصل و در نهایت ایجاد پوسیدگی اولیه و ثانویه در زمان برداشت محصول می‌شود (Gonzales, 2010; Varela et al., 2010). ظهور پروانه‌های نسل اول آفت در مناطق معتدل (شیراز) در اوایل فروردین و در مناطق سردسیر (بوانات) در اوایل اردیبهشت ماه مصادف با زمانی است که هنوز بوته‌های مو سبز نشده‌اند وحتی جوانه‌ها نیز متورم نیستند (نصیرزاده و بصیری، ۱۳۷۳). تخمریزی چهار هفته بعد از اولین شکار شب‌پره‌های نر در تله‌های فرومونی صورت می‌گیرد. در اوایل ظهور آفت، شب‌پره نر یک هفته زودتر از ماده‌ها در طبیعت ظاهر می‌شود. این آفت درشرایط آب و هوائی شهریار سه نسل (قریب، ۱۳۳۹ و رضوانی، ۱۳۶۰)، در شیراز چهار نسل و در آباده و تاکستان سه نسل، در خلعت پوشان آذربایجان شرقی، سه نسل و در خانقاه آذرشهر سه نسل کامل و یک نسل ناقص در سال دارد. خسارت آفت در سال‌های طغیانی حدود ۹۰ درصد بیان شده است (سعیدی، ۱۳۸۶). معمولا خسارت نسل اول اقتصادی نیست ولی نسل‌های دوم و سوم خسارت اقتصادی وارد می‌کنند (Ioriatti et al.,1993).

در ایران سه حشره‌کش آزینفوس‌متیل (EC٪۲۰)، دیازینون (WP٪۴۰) و فوزالون (EC٪۳۵) با غلظت‌های ۱/۵ در هزار برای این آفت ثبت شده است که از بین آن‌ها آزینفوس متیل از فهرست آفت‌کش‌های مجاز کشور حذف شده است. حشره‌کش های دیگری نظیر دیازینون(EC٪۶۰)، تری‌کلروفن (SP٪۴۰)، اتیون (EC٪۴۷) با دز ۱ تا ۱/۵ در هزار و اسپینوزاد (SC٪۲۴) با دز ۰/۲۵ در هزار هم، علیه آن توصیه شده اند. همچنین حشره کش لوفوکس (حسینی قرالری و همکاران، ۱۳۹۶) و اخیرا نیز حشره کش متوکسی فنوزاید (مصلی نژاد و همکاران، ۱۳۹۹) جهت کنترل کرم خوشه خوار انگور به ثبت رسیده است. حشره کش لوفوکس یک حشره کش ترکیبی است که از دو ماده موثره، لوفنورون+فنوکسی کارب تشکیل شده است. لوفنورون یکی از حشره کش های بازدارنده سنتز کیتین و فنوکسی کارب نیز یک شبه هورمون جوانی است. در تحقیق اخیر حشره‌کش لوفوکس از کارایی خوبی علیه کرم خوشه خوار انگور برخوردار بود و سبب کاهش معنی‌دار و قابل قبول خسارت شد. این حشره‌کش با دو نحوه اثر تماسی و گوارشی با دز ۰/۳ در هزار از کارایی بیش از ۶۸ درصد برخوردار بود و برای مبارزه با کرم خوشه‌خوار انگور به ثبت رسیده است (حسینی قرالری، ۱۳۹۶). کارایی حشره‌کش لوفوکس در مقایسه با حشره‌کش های اسپینوساد و متوکسی فنوزاید در ۱۴ روز پس از سمپاشی برروی کرم خوشه خوار انگور تفاوت معنی‌داری نداشته و از کارایی ۹۱ درصدی برخوردار بود (مصلی نژاد، ۱۳۹۹).

حشره‌کش وایه‌گو (Vayego SC 200) با نام عمومی ترانیلی‌پرول (tetraniliprole) ساخت شرکت بایر آلمان است که از گروه آفت کش های خانوادهٔ دیاماید (Dimide) می‌باشد. این حشره‌کش سبب فعال کردن گیرنده‌های ریانودین می‌شود که این گیرنده ها نقش مهمی در ماهیچه‌های حشرات دارند. این حشره‌کش به گیرنده‌های ریانودین متصل شده و سبب باز ماندن کانال کلسیمی می شوند که خود منجر به رهاسازی ذخیره کلسیمی به طور غیر قابل کنترل می‌شود که نهایتا سبب قطع تغذیه و مرگ حشره می‌شود (Cordova et al., 2006).

علوم باغبانی ایران

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای طرح یک باغ همگن و یکدست از درختان دارای اندازه متوسط از رقم حساس فخری در منطقه آلوده به آفت همدان، روستای کنجینه انتخاب شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار (هر واحد آزمایشی ۳ درخت) انجام شد. تیمارها عبارت بودند از:

- حشره کش ترانیلی‌پرول (وایه‌گو، SC۲۰۰)، به میزان ۰/۲ در هزار (مورد درخواست شرکت)
- حشره کش ترانیلی‌پرول (وایه‌گو، SC۲۰۰)، به میزان ۰/۳ در هزار (مورد درخواست شرکت)
- حشره کش لوفنورون+فنوکسی (لوفوکس، EC ۱۰۵) با غلظت ۰/۵ در هزار
- حشره کش فوزالون (زولون، EC 35) با غلظت ۱/۵ در هزار
- شاهد (بدون سمپاشی)

زمان محلولپاشی با استفاده از تله¬های فرومونی تعیین شد. بدین منظور تعداد ۲ عدد تله فرومونی با فاصله از باغ آزمایشی نصب شد و یک هفته پس از اوج پرواز نسبت به سمپاشی علیه نسل دوم (تاریخ ۹۹/۴/۱۵) و نسل سوم (تاریخ ۹۹/۵/۱۶) آفت، اقدام شد. ارزیابی کارایی

تیمار¬ها بر اساس نسبت خوشه‌های آلوده به تعداد کل خوشه‌های هر درخت تعیین شد. خوشه‌هایی که بیش از ۳ حبه آلوده داشت، خوشه آلوده محسوب گردید. بررسی خوشه‌ها ۱۴ و ۲۱ روز پس از سمپاشی صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد خسارت خوشه¬ها در نسل دوم کرم خوشه خوار انگور مربوط به منطقه همدان در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. بنابر نتایج، از نظر کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی کرم خوشه خوار انگور اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد خسارت خوشه¬ها، ۱۴ و ۲۱ روز پس از سمپاشی علیه نسل دوم آفت.

روزهای بعد از سم‌پاشی	منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Pr	C.V.
۱۴	تیمار	۴	۲/۸۲	۱۰/۲۸	۰/۰۰۰۷	۲۷
	تکرار	۳	۰/۱۳	۰/۵۰	۰/۶۸۹۱	
	اشتباه	۱۲	۰/۲۶			
۲۱	تیمار	۴	۲/۷۹	۲۷/۱۷	۰/۰۰۰۱	۱۵
	تکرار	۳	۰/۲۲	۲/۲۱	۰/۱۳۹۴	
	اشتباه	۱۲	۰/۱۰			

مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش ۱۴ روز پس از سمپاشی علیه نسل دوم کرم خوشه خوار انگور در همدان نشان داد که حشره‌کش‌های وایه گو (با غلظت های ۰/۲ و ۰/۳ در هزار)، لوفوکس و فوزالن به ترتیب با ۰/۶±۳/۳۴، ۰/۹۷±۲/۶۶، ۱/۵۷±۴/۲۶، ۱/۲۰±۳/۰۳ درصد خسارت خوشه دارای بیشترین کارایی و در گروهb و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه (۳/۹۱±۲۶/۶۱) در گروهa قرار گرفتند (جدول۲).

همچنین مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش ۲۱ روز پس از سمپاشی علیه نسل دوم کرم خوشه خوار انگور در همدان نشان داد که حشره‌کش وایه گو با غلظت های ۰/۲ و ۰/۳ در هزار به ترتیب با ۱/۲۵±۶/۵۱ و ۰/۵۵±۳/۱۱ درصد خسارت خوشه دارای بیشترین کارایی و در گروهc و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه (۱/۵۷±۲۶/۹۴) در گروهa قرار گرفتند (جدول۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد خسارت خوشه در تیمار های مختلف پس از سمپاشی علیه نسل دوم آفت.

سموم مورد آزمایش	مقدار مصرفی	میانگین درصد خسارت روز بعد از سم پاشی	
		+۱۴	+۲۱
وایه گو	۰/۲ در هزار	۳/±۳۴ ب	۶/۵۱ س
وایه گو	۰/۳ در هزار	۲/۶۶ ب	۳/۱۱ س
لوفوکس	۰/۵ در هزار	۴/۲۶ ب	۹/۷۲ ب
فوزالن	۱/۵ در هزار	۳/۰۳ ب	۸/۳۲ ب
شاهد (بدون سم‌پاشی)	-	۲۶/۶۱ آ	۲۶/۹۴ آ

گروه‌بندی تیمارها براساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد. هر حرف فارسی آ، ب یا س نشان دهنده یک گروه است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد خسارت خوشه‌ها در نسل سوم کرم خوشه خوار انگور مربوط به استان همدان در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. بنابر نتایج، از نظر میزان خسارت خوشه‌ها، ۱۴ و ۲۱ روز پس از کاربرد حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی نسل سوم کرم خوشه خوار انگور اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها مشاهده شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس درصد خسارت خوشه¬ها، ۱۴ و ۲۱ روز پس از سمپاشی علیه نسل سوم آفت.

روزهای بعد از سم‌پاشی	منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Pr	C.V.
۱۴	تیمار	۴	۳/۸۵	۸/۲۶	۰/۰۰۱۹	۲۲
	تکرار	۳	۰/۲۳	۰/۵۰	۰/۶۸۷۳	
	اشتباه	۱۲	۰/۴۶			
۲۱	تیمار	۴	۸/۰۷	۱۸/۰۴	۰/۰۰۰۱	۱۸
	تکرار	۳	۰/۵۱	۱/۱۴	۰/۳۷۱۸	
	اشتباه	۱۲	۰/۴۴			

مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش ۱۴ روز پس از سمپاشی علیه نسل سوم کرم خوشه‌خوار انگور در همدان نشان داد که حشره‌کش‌های وایه‌گو (با غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۳ در هزار) با صفر درصد خسارت خوشه دارای بیشترین کارایی و در گروهc ، حشره‌کش‌های لوفوکس و فوزالن به ترتیب با ۱، ۰/۸۰±۰/۴۸ و ۱/۵۰±۰/۹۵ درصد خسارت خوشه دارای کارایی کمتر و در گروهb و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه (۱۴/۴۲±۲/۹۸) در گروهa قرار گرفتند (جدول۴).

همچنین مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش ۲۱ روز پس از سمپاشی علیه نسل سوم کرم خوشه خوار انگور در همدان نشان داد که حشره‌کش وایه گو با غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۳ در هزار به ترتیب با ۰/۷۵±۰/۴۷ و ۱/۰۸±۰/۷۳ درصد خسارت خوشه دارای بیشترین کارایی و در گروهc و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه (۳۶/۰۸±۱۱/۴۱) در گروهa قرار گرفتند (جدول۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد خسارت خوشه در تیمار های مختلف پس از سمپاشی علیه نسل سوم آفت.

سموم مورد آزمایش	مقدار مصرفی	میانگین درصد خسارت روز بعد از سم پاشی	
		+۱۴	+۲۱
وایه گو	۰/۲ در هزار	۰ س	۰/۷۵ س
وایه گو	۰/۳ در هزار	۰س	۱/۰۸ س
لوفوکس	۰/۵ در هزار	۰/۸۰ ب	۲/۳۶ ب
فوزالن	۱/۵ در هزار	۱/۵۰ ب	۵/۷۹ ب
شاهد (بدون سم‌پاشی)	-	۱۴/۴۲ آ	۳۶/۰۸ آ

گروه بندی تیمارها براساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد. هر حرف فارسی آ، ب یا س نشان دهنده یک گروه است.

نتایج به دست آمده نشان داد که کمترین درصد خسارت خوشه‌ها در ۱۴ روز پس از سمپاشی با حشره‌کش‌های وایه‌گو (با غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۳ در هزار)، لوفوکس و فوزالن و بیشترین درصد خسارت خوشه ها در تیمار شاهد مشاهده شد. حشره‌کش وایه‌گو با غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۳ در هزار، از کمترین درصد خسارت خوشه در مدت زمان تا ۲۱ روز پس از سمپاشی نسبت به سایر حشره کش های مورد آزمایش و شاهد، برخوردار بود.

در تحقیق اخیر حشره‌کش جدید وایه گو کارایی قابل قبولی را در کنترل کرم خوشه خوار انگور در دزهای ۰/۲ و ۰/۳ در هزار نشان داد. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در کارایی دزهای مورد آزمایش، جهت مبارزه با کرم خوشه خوار انگور ، استفاده از حشره کش وایه گو به میزان ۰/۲ در هزار توصیه می شود. زمان محلولپاشی با استفاده از تله¬های فرومونی تعیین شود. بدین منظور تعداد ۲ عدد تله فرومونی با فاصله حداقل ۵۰ متری از یکدیگر نصب شده و یک هفته پس از اوج پرواز نسبت به سمپاشی با حشره کش وایه گو به میزان ۰/۲ در هزار علیه نسل دوم و نسل سوم کرم خوشه خوار انگور اقدام شود.

بررسی‌ها در هند نشان داده است که دو نوبت سمپاشی با حشره‌کش تترانیلی‌پرول با غلظت ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در فواصل زمانی ۱۵ روز، سبب بیشترین کاهش جمعیت و خسارت کرم میوه خوار گوجه فرنگی *Helicoverpa armigera* (Hubner) و نیز مینوز برگی *Liriomyza trifolii* (Burgess) شد به طوری که بیشترین میزان عملکرد نیز با مصرف این حشره کش مشاهده شد (Mahla et al., 2017). کاربرد حشره‌کش تترانیلی‌پرول (وایه‌گو SC200) با غلظت ۵۰ تا ۶۰ گرم در هکتار بیشترین کارایی را در کاهش جمعیت دو گونه آفت سویا شامل *Chrysodeixis acuta* Walker و *Swinhoe Gesonia* gemma داشته است (Ramesh Babu et al., 2016). همچنین Kambrekar و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی کارایی حشره کش وایه گو بر روی آفات غلاف سویا شامل Spodoptera litura (Fab.)، *Thysanoplusia orichalcea* (Fab.) و *Spilarctia oblique* (Walk.) نشان دادند که دز ۰/۶ در هزار وایه‌گو سبب کاهش معنی‌دار جمعیت این آفات در پلات‌های مورد آزمایش شد به طوری که در هر دو نوبت سمپاشی اول و دوم به فاصله ۱۵ روز، میزان جمعیت لارو به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۵۲ عدد در متر مربع بود.

منابع

حسینی قرالری، ع.، قرالی، ب.، اکبرزاده شوکت، غ. و سعیدی، ک. ۱۳۹۶. بررسی کارایی حشره‌کش‌های اسپینوزاد (EC 24%) و لوفوکس (Fenoxicarb + Lufenuron EC 105) علیه کرم خوشه‌خوار انگور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۵ صفحه.

رضوانی، ع. ۱۳۶۰. آفت خوشه‌خوار انگور. نشریه آفات و بیماری‌های گیاهی، ۴۹(۱): ۳۵–۴۴.

سعیدی، ک. ۱۳۸۶. مطالعه تغییرات فصلی جمعیت کرم خوشه‌خوار انگور و تعیین زمان سمپاشی در منطقه سی‌سخت. مجله پژوهش و سازندگی، ۷۵: ۱۴۱–۱۴۸.

قریب، ع. ۱۳۳۹. کرم خوشه‌خوار انگور. نشریه آفات و بیماری‌های گیاهی، ۱(۱۹): ۵–۱۳.

محمدپور، ک.، جلیلیان، ف.، احمدی، ر.، فرهنگی، س. و محمدی‌پور، ع. ۱۴۰۱. بررسی کارایی حشره‌کش وایگو (SC 200) جهت کنترل کرم خوشه‌خوار انگور (*Lobesia botrana*). گزارش نهایی–تجاری، شماره فروست ۶۲۵۵۴.

مصلی‌نژاد، ه.، قرالی، ب.، علیزاده، ا. و کمالی، ه. ۱۳۹۹. بررسی کارایی حشره‌کش متوکسی‌فنوزاید (پرودی) در کنترل کرم خوشه‌خوار انگور (*Lobesia botrana*; Lepidoptera: Tortricidae). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۵ صفحه.

نصیرزاده، ح. و بصیری، غ. ۱۳۷۳. بررسی تعداد نسل کرم خوشه‌خوار انگور (*Lobesia botrana* Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae)) و تعیین مناسب‌ترین زمان مبارزه علیه آن در استان فارس. نامه انجمن حشره‌شناسی، ۱۴(۱): ۴۵–۵۴.

Cordova, D., Benner, E.A., Sacher, M.D., Raul, J.J., Sopa, J.S. and Lahm, G.P. 2006. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. Pesticide Biochemistry and Physiology, 84: 196–214.

Gonzales, M. 2010. *Lobesia botrana*: Polilla de la uva. Revista de Enología, 2: 2–5.

Ioriatti, C., Angeli, G., Delaiti, L., Delaiti, M. and Mattedi, L. 1993. Un solo intervento mirato. Terra Trentina, 39: 24–28.

Thiéry, D. 2005. Vers de la grappe: Les connaître pour s'en protéger. Vigne & Vin, Bordeaux, France, 60 pp.

Efficacy of Vayego (200Sc) insecticide for controlling grapevine panicle borer in Hamedan Province

Ruholah Ahmadi[1], Kazem Mohammadpour[1] and Nesa Gharehbaghli[2*]

1. Plant Protection Research Department, Hamedan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

2 Department of Agronomic-Horticultural Sciences Research, Hamedan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

**Corresponding author: n.gharebaghli@areeo.ac.ir.*

Abstract

The grapevine borer, *Lobesia botrana* Denis and Schiffermuller, is one of the most important pests of vineyards in Iran and the world. The second and third generation larvae, feed on grape berries and cause economic damage. The effect of tetranyliprole (Vayego, 200SC) at two concentrations of 0.2 and 0.3 parts per thousand, the insecticide phosalone (Zulon, 35 EC) at a concentration of 1.5 parts per thousand, and the insecticide lufenuron + phenoxy (Lufox, 105 EC) at a concentration of 0.5 parts per thousand was evaluated in a randomized complete block design with 4 replications compared to the control treatment without the pesticide. The results showed that at different times, 14 and 21 days after spraying against the second and third generations of grapevine fruit borer, tetranyliprole was placed in a different group from the control treatment without spraying, so that 14 days after spraying against the second generation, the average percentage of damage to the clusters at doses of 0.2 and 3.0 parts of this insecticide was 3.34 ± 0.6 and was 2.66±0.97, while the percentage of cluster damage in the control treatment without spraying was 26.61±3.91%. In two samplings after spraying, the insecticides Fusalen and Lufox had similar efficacy to the insecticide Vayego, so that the average percentage of cluster damage 14 days after spraying against the second generation with the insecticides Fusalen and Lufox was 3.03±1.20 and 4.26±1.57%. In general, the new insecticide tetranyliprole showed effective control against grapevine panicle borer at different concentrations, and considering the same efficacy of the tested concentrations, the concentration of 0.2 per thousand of this insecticide is recommended.

Keywords: Grapevine Corm, Insecticide, Pest Control, Vayego.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر روغن امولسیون‌شونده تابستانه روی پرتقال تامسون‌ناول در استان مازندران

اسماعیل غلامیان[۱*]، جواد فتاحی مقدم[۲]، سیروس آقاجان‌زاده[۱]، حسین طاهری[۲] و محمدفاضل حلاجی ثانی[۲]

۱- گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۲- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *esm1351@yahoo.com*

چکیده

مرکبات مهمترین محصول باغبانی در استان مازندران و پرتقال تامسون ناول رقم غالب باغ‌های مرکبات می‌باشد. روغن‌های امولسیون شونده یک ترکیب کلیدی در برنامه‌های مدیریت کنترل آفات مرکبات می‌باشند که به‌طور وسیع در باغ‌های مرکبات استفاده می‌شوند. عدم کیفیت مطلوب روغن‌های امولسیون شونده باعث ایجاد اثرات نامطلوب روی درختان و نارضایتی کشاورزان می‌شود. در این تحقیق آزمایشی در ۹ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی ارقام پرتقال تامسون ناول به اجرا در آمد. محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱۰،۵ ، ۱۵، ۲۰ در هزار روغن امولسیون‌شونده تابستانه، روغن امولسیون‌شونده تابستانه ۱۰ در هزار + حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن۰/۵ در هزار، حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار، روغن امولسیون‌شونده معمول ۵ در هزار و روغن امولسیون‌شونده معمول ۵ در هزار + حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار در مقایسه با شاهد انجام شد. نتایج نشان داد که هیچکدام از تیمارها تاثیر منفی روی ویژگی‌های ارقام مورد آزمایش شامل: ریزش برگ، ریزش میوه، اسیدیته، کل مواد جامد محلول و عمر انبارمانی میوه نداشتند ولی روغن امولسیون‌شونده معمول ۵ در هزار به تنهایی و در ترکیب با حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن سبب ایجاد لکه روی میوه در رقم پرتقال تامسون ناول می‌شوند. با توجه به عدم ایجاد لکه روی میوه استفاده از روغن تابستانه برای کنترل آفات در باغ‌های مرکبات در سمپاشی‌ها توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: روغن معدنی، خصوصیات کمی و کیفی، لکه.

مقدمه

روغن‌های معدنی درحدود صد سال است که برای کنترل آفات به کار می‌روند (Agnello, 2002). این ترکیبات دارای مزایایی چون حداقل سمیت برای پستانداران، باقیمانده کم، عدم مقاومت آفات به آنها و اثرات مخرب کم روی دشمنان طبیعی نسبت به حشره‌کش‌های با طیف وسیع می‌باشند (Beattie and Smith, 1993). مطالعات دامنه‌دار روی شیمی روغن‌ها در شصت سال گذشته باعث شناسایی فاکتورهای اصلی مربوط به خاصیت حشره‌کشی و به همان نسبت گیاه‌سوزی و توسعه روغن‌هایی با درجه خلوص بیشتر و مؤثرتر شده است (Agnello, 2002). درجه سولفوناسیون، درجه تصفیه روغن و نشان دهنده مقدار مواد سمی باقیمانده پس از فرآیند تقطیر و پالایش است (Davidson et al, 1991). روغنی با درجه سولفوناسیون بالا (۹۲ ≤) حاوی درصد بالایی از هیدروکربن‌های پایدار و عاری از اکثر ناخالصی‌های واکنش پذیر است. اگرچه درجه سولفوناسیون شکل هیدروکربن‌های موجود را نشان نمی‌دهد و به طور مستقیم با اثر آفت‌کشی همبستگی ندارد، معیار خوبی برای کیفیت کلی است و به طور مستقیم با اثر فیزیولوژیکی روغن بر بافت گیاه مرتبط است. درجه سولفوناسیون زیر ۹۲ یک روغن به طور بالقوه سمیت گیاهی بیشتری دارد (Baliota and Athanassiou, 2023). روغن‌ها می‌توانند از طریق پوست و همچنین از طریق سیستم تراشه به بدن حشره نفوذ کنند. خفگی توسط انسداد روزنه‌های تنفسی به عنوان پذیرفته‌شده‌ترین نظریه در مورد نحوه عملکرد آنها است. با این حال، احتمال بیشتری وجود دارد که هنگام تماس روغن‌ها با سطح بدن حشره، نیروهای مویرگی و فعل و انفعالات فیزیکی پیچیده در لایه کوتیکولی رخ دهد که منجر به تفاوت در نقطه ذوب و نفوذپذیری مومهای کوتیکول شود. این به نوبه خود، خواص ضد آب بودن کوتیکول را تغییر می‌دهد و همچنین منجر به نفوذ روغن به بافت های مختلف چربی دوست می‌شود (Stadler and Buteler, 2009).

مطالعه در مورد روغن‌ها نشان داد که استفاده از ۲۵۰ میلی لیتر روغن در ۱۰۰ لیتر آب در تمام طول سال موجب گیاهسوزی نمی شود. همچنین از پاشش روغن بین ۱/۲-۱ لیتر در ۱۰۰ لیتر آب بعد از اوریل و قبل از اکتبر باید خوداری کرد و از ۲ لیتر روغن فقط بعد از نوامبر و قبل از مارس می‌توان استفاده نمود (Beattie, 2002). مطالعه روی تاثیر چهار نوع روغن روی شپشک مومی فلوریدا در مصر نشان داد که این روغن‌ها باعث کاهش بالای جمعیت آفت در غلظت یک درصد شش هفته بعد از روغن‌پاشی می‌شوند. همچنین باعث برگ‌ریزی کم و عدم ریزش میوه دو هفته بعد از کاربرد روغن در تابستان می‌شوند (Helmy et al., 2012). هدف از این تحقیق ارزیابی تاثیر روغن امولسیون شونده تابستانه روی پرتقال تامسون ناول به منظور تولید میوه با کیفیت مطلوب بود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش محلول‌پاشی درقالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت. هر واحد آزمایشی شامل ۲ درخت از ارقام تامسون ناول (۲۰ ساله) و نارنگی انشو (۱۵ ساله) که هم سن و دارای مدیریت داشت و نگهداری مشابه بودند. فرمولاسیون ترکیبات استفاده شده شامل روغن تابستانه آبگینه شیمی آذربایجان با درجه سولفوناسیون ۹۵ درصد، روغن امولسیون شونده معمول با درجه سولفوناسیون ۹۲ درصد و حشره‌کش Pyriproxyfen EC %10 شرکت کاوش کیمیای کرمان بود. محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱۰،۵ ، ۱۵، ۲۰ در هزار روغن امولسیون‌شونده تابستانه، روغن امولسیون‌شونده تابستانه ۱۰ در هزار + حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار، حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار، روغن امولسیون‌شونده معمول ۵ در هزار و روغن امولسیون‌شونده معمول ۵ در هزار + حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار در مقایسه با شاهد انجام شد.

فاکتورهایی که مورد ارزیابی قرار گرفتند عبارت‌اند از:

ریزش برگ و میوه: قبل از روغن پاشی تعداد ۵ فلاش انتهایی علامت‌گذاری شده و تعداد میوه و برگ آن شمارش گردید. سپس در زمان برداشت نیز تعداد میوه و برگ متعاقبا شمارش و میزان ریزش برگ و میوه محاسبه شد.

لکه روی میوه: از هر درخت ۲۵ میوه بصورت تصادفی انتخاب و سپس در آزمایشگاه درصد لکه روی میوه محاسبه شد.

انبارمانی: تعداد ۱۰۰میوه از هر درخت برداشت و به انبار منتقل شده و درصد پوسیدگی پس از ۲ ماه اندازه گیری شد.

کل مواد جامد محلول (TSS): میزان مواد جامد محلول میوه‌ها بر حسب درصد توسط دستگاه رفرکتومتر چشمی مدل Atago – ATC- 20 E ساخت ژاپن و در دامنه ۲۰ –۰ درصد اندازه‌گیری شد.

اسیدیته (TA): مخلوط ۱۰ میلی لیتر از عصاره میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر با استفاده از فنل فتالئین به عنوان شناساگر با سود یک دهم نرمال تا ظهور رنگ صورتی روشن، تیتر گردید. حجم سود مصرفی برای محاسبه اسیدیته بر حسب اسید غالب استفاده شد.

TA% = ۰/۰۶۴ × عدد تیتراسیون (حجم سود مصرفی)

نتایج و بحث

تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ ریزش برگ (F= 0.829, df= 8, p= 0.99)، ریزش میوه (F= 0.133, df= 8, p= 0.24)، انبار مانی(F= 0.215, df= 8, p= 0.98)، اسیدیته (F= 0.18, df= 8, p= 0.99) و کل مواد جامد محلول (F= 0.95, df= 8, *p*= 0.99) در پرتقال تامسون ناول وجود ندارد به‌طوری‌که همه تیمارها در یک گروه قرار می‌گیرند بنابراین کلیه تیمارهای اعمال شده دارای تاثیر منفی روی خصوصیات بالا نمی‌باشند (جدول ۱). اما بین تیمارها از لحاظ لکه روی میوه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (F= 28.93, df= 8, *p*= 0.00001). نتایج نشان می‌دهد که روغن امولسیون شونده معمول (با درجه سولفوناسیون ۹۲) به تنهایی و در ترکیب با حشره‌کش باعث ایجاد لکه روی میوه پرتقال تامسون ناول می‌شود. در حالیکه غلظت‌های مختلف روغن اولسیون شونده تابستانه (با درجه سولفوناسیون ۹۵) به تنهایی و در ترکیب با حشره‌کش روی پرتقال تامسون ناول ایجاد لکه نمی‌کنند و با شاهد در یک گروه قرار می‌گیرند (جدول۱)

جدول ۱- میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی پرتقال تامسون ناول در استان مازندران.

تیمار	ریزش برگ	ریزش میوه	لکه روی میوه	انبارمانی	اسیدیته	کل مواد جامد محلول
روغن تابستانه ۵ در هزار	۱۲/۴۳ a	۱۴/۲۵ a	۰ a	۹۷/۹۱ a	۱/۲۷ a	۱۱/۷۵ a
روغن تابستانه ۱۰ در هزار	۱۲/۱۵ a	۱۲/۸۸ a	۰ a	۹۸/۷۵ a	۱/۳ a	۱۱/۸۵ a
روغن تابستانه ۱۵ در هزار	۱۲/۷۸ a	۱۳/۳۸ a	۰ a	۹۷/۹۲ a	۱/۳ a	۱۱/۸۵ a
روغن تابستانه ۲۰ در هزار	۱۴/۶۸ a	۱۵ a	۰a	۹۸/۳۳ a	۱/۲۵ a	۱۱/۸۳ a
روغن تابستانه ۱ در هزار+ حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار	۱۱/۸۹ a	۱۲/۶۳ a	۰ a	۹۷/۰۸ a	۱/۲۵ a	۱۱/۹۴ a
حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار	۱۲/۶ a	۱۳/۶۳ a	۰ a	۹۸/۳۳ a	۱/۳ a	۱۰/۴۹ a
روغن معمول ۵ در هزار	۱۲/۲۵ a	۱۵/۲۵ a	۷/۴۶ b	۹۸/۳۳ a	۱/۲۶ a	۱۱/۸۱ a
روغن معمول ۵ در هزار+ حشره‌کش پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ در هزار	۱۲/۳ a	۱۳/۱۳ a	۶/۰۷ b	۹۷/۰۸ a	۱/۲۸ a	۱۱/۷۶ a
شاهد	۱۲/۳۳ a	۱۳/۳۸ a	۰ a	۹۷/۹۲ a	۱/۲۷ a	۱۱/۶۳ a

*میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک به لحاظ آماری طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

استفاده از مبارزه شیمیایی راهکار غالب کنترل آفات مهم مرکبات در نواحی شمالی کشور است که در آن روغن‌های امولسیون‌شونده بطور وسیع همراه با سموم شمیایی استفاده می‌شوند. طبق نتایج این تحقیق روغن امولسیون‌شونده معمول به تنهایی و در ترکیب با حشره‌کش بر خلاف روغن امولسیون‌شونده تابستانه روی میوه ایجاد لکه کرد (جدول ۱). در شرایط معمول، دوزهای بالای روغن‌های امولسیون شونده با وزن مولکولی بالا، ممکن است باعث علائم مزمن مانند کاهش قدرت، ریزش برگ و میوه و کاهش گلدهی و تشکیل میوه شوند (Beattie et al., 1989). کلیه تیمارها بر ریزش برگ، ریزش میوه، اسیدیته، کل مواد جامد محلول و عمر انبارمانی پرتقال تامسون ناول تاثیر منفی نداشتند. یک محدودیت مهم برای استفاده از روغنهای معدنی پتانسیل آنها برای گیاهسوزی است. اگرچه زمانی که این محصولات به درستی استفاده شوند ایجاد خسارت توسط آنها غیر معمول است (Davidson et al., 1991; Hodgkinson et al., 2002). مطالعه تاثیر سه نوع فرمولاسیون روغن با نسبت‌های مختلف بر روی ریزش برگ و میوه، کیفیت خارجی میوه ، عملکرد میوه و آفات درختان پرتقال و پوملو نشان داد که استفاده از این روغن‌ها روی پرتقال دارای هیچ گونه گیاهسوزی نبوده است اما در روی درختان پرتقال باعث کاهش تعداد میوه گردیده ولی مجموع وزن میوه تغییری نکرد (Rae et al., 2000). به نظر می‌رسد که عدم ایجاد اثرات نامطلوب روی تمام خصوصیات اندازه‌گیری شده توسط روغن امولسیون شونده تابستانه درجه سولفوناسیون بالای ۹۵ درصد و رعایت استانداردها در تولید این روغن است. بنابراین استفاده از آن در مدیریت مبارزه با آفات در باغ‌های مرکبات توصیه می‌شود.

منابع

Agnello, A.M. 2002. Petroleum-derived spray oils: Chemistry, history, refining and formulation. In: *Spray Oils Beyond 2000*, Beattie, G.A.C., Watson, D.M., Stevens, M., Rae, D.J. and Spooner-Hart, R.N. (eds.), pp. 2–18. University of Western Sydney Press, Australia.

Baliota, G.V. and Athanassiou, C.G. 2023. Use of paraffin oils in agriculture and beyond: Back to the future. Environmental Science and Pollution Research, 30(2): 2392–2405.

Beattie, G.A.C., Roberts, E.A., Rippon, L.E. and Vanhoff, C.L. 1989. Phytotoxicity of petroleum spray oils to Valencia orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, in New South Wales. Australian Journal of Experimental Agriculture, 29: 273–282.

Beattie, G.A.C., Watson, D.M., Stevens, M., Rae, D.J. and Spooner-Hart, R.N. 2002. *Spray Oils Beyond 2000*. Sydney: University of Western Sydney.

Beattie, G.A.C. and Smith, D. 1993. Citrus leafminer. Agfact HZ.AE.4, 2nd ed. Sydney: NSW Agriculture and Fisheries, Australia.

Davidson, N.A., Dibble, J.E., Flint, M.L., Marer, P.J. and Guye, A. 1991. *Managing Insects and Mites with Spray Oils*. Publication 3347. Oakland: University of California.

Helmy, E.I., Kwaiz, F.A. and El-Sahn, O.M.N. 2012. The usage of mineral oils to control insects. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, 5(3): 167–174.

Hodgkinson, M.C., Johnson, D. and Smith, G. 2002. Causes of phytotoxicity induced by petroleum-derived spray oil. In: *Spray Oils Beyond 2000*, Beattie, G.A.C., Watson, D.M., Stevens, M., Rae, D.J. and Spooner-Hart, R.N. (eds.), pp. 170–178. Sydney: University of Western Sydney.

Rae, D.J., Watson, D.M., Huang, M.D., Cen, Y.J., Wang, B.Z., Beattie, G.A.C. and Liu, D.G. 2000. Efficacy and phytotoxicity of multiple petroleum oil sprays on sweet orange (*Citrus sinensis* (L.)) and pummelo (*C. grandis* (L.)) in Southern China. International Journal of Pest Management, 46(2): 125–140.

Stadler, T. and Buteler, M. 2009. Modes of entry of petroleum distilled spray-oils into insects: A review. Bulletin of Insectology, 62(2): 169–177.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of summer emulsifiable oil on Thomson Navel oranges in Mazandaran province

Esmaeil Gholamian[1*], Javad Fatahi Moghadam[2], Sirous Aghajanzadeh[1], Hossein Taheri[2] and Mohammad Fazel Halajisani[2]

1. Technology and Production Management department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
2. Postharvest Physiology and Technology department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

Corresponding Author: esm1351@yahoo.com

Abstract

Citrus is the most important horticultural crop in Mazandaran province and Thomson Navel orange is the dominant cultivar in citrus orchards. Emulsifiable oils are a key ingredient in citrus pest management programs that are widely used in citrus orchards. Poor quality of emulsifiable oils causes adverse effects on trees and farmers' dissatisfaction. In this study, an experiment was conducted on Thomson Navel orange cultivars with 9 treatments and 4 replications in a randomized complete block design. Foliar spraying was performed with concentrations of 10, 5, 15, 20 parts per thousand of summer emulsifying oil, 10 parts per thousand of summer emulsifying oil + 0.5 parts per thousand of pyriproxyfen insecticide, 0.5 parts per thousand of pyriproxyfen insecticide, 5 parts per thousand of regular emulsifying oil, and 5 parts per thousand of regular emulsifying oil + 0.5 parts per thousand of pyriproxyfen insecticide compared to the control. The results showed that none of the treatments had a negative effect on the characteristics of the tested cultivars, including leaf drop, fruit drop, acidity, total soluble solids, and fruit shelf life, but regular emulsifying oil 5 parts per thousand alone and in combination with pyriproxyfen insecticide caused fruit spotting in the Thomson Navel orange cultivar. Due to the lack of spotting on the fruit, the use of summer oil for pest control in citrus orchards is recommended in spraying.

Keywords: Mineral oil, Quantitative and qualitative properties, Spot.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات آبیاری قطره‌ای و عوامل به باغی در رشد و کیفیت بادام شاهرودی رقم ۱۲

بابک مدنی[۱]، بیژن حقیقتی[۲] و امین میرشکاری[۳*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۲- بخش خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

*نویسنده مسئول: *a_mirshekari@yu.ac.ir*

چکیده

استان چهارمحال و بختیاری دارای باغات بادام بسیار گسترده ای بوده است و تولید محصول بادام جایگاه ویژه ای در اقتصاد منطقه و نیز درآمدهای ارزی در بحث صادرات محصول بادام داشته و دارد. متاسفانه در سال‌های اخیر با تغییر اقلیم و بروز پدیده خشکسالی و از طرفی سنتی بودن روش‌های آبیاری و باغداری، باغات بادام این استان با سرعت بالایی روند رو به خشکی داشته اند، به نحوی که تغییر اقلیم و خشکسالی‌های اخیر خسارات شدید اقتصادی برای تولید کننده گان بادام داشته است. به منظور ارزیابی تاثیر تلفیق شیوه‌های مدیریت به‌باغی با سیستم‌های آبیاری کارامد در افزایش عملکرد در باغات بادام آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه چهارتخته مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل مدیریت به‌باغی وکرت فرعی شامل تیمار آبیاری کامل، تامین آب به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی برآورد شده در تمام مراحل رشدی و تیمار کم آبیاری (تامین آب فقط به میزان۵۰ درصد از نیاز آبی برآورد شده در آبیاری) بود. رقم مورد استفاده در این پروژه ۱۲شاهرود بود که بر روی پایه رویشی GN پیوند زده شده بود. پس از اعمال تیمارها، صفات رشدی، زایشی و فیزیولوژیکی در نهال‌های تحت مطالعه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تیمار به‌باغی اثرمعنی داری در طول و عرض تاج، طول و قطر شاخه و طول و عرض برگ نداشت. تیمار کم آبیاری سبب کاهش طول و قطر میوه و عملکرد گردید. همچنین کم آبی سبب افزایش پرولین برگ و کاهش آب برگ گردید . تیمار به‌باغی اثری در فاکتورهای ذکر شده نداشت.

کلمات کلیدی: بادام، رشد، صفات فیزیولوژیکی، کم آبیاری.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه

کشور ما از جنبه مصرف آب در کشاورزی و در صنعت و شهری، علیرغم اینکه در وضعیت خشکسالی می‌باشد جز پر مصرفان دنیا بوده به‌طوری‌که میزان مصرف آب در بخش‌های متفاوت از مصرف متوسط جهانی بالاتر است. استان چهارمحال و بختیاری از گذشته دور دارای باغات بادام بسیار گسترده ای بوده است و تولید محصول بادام جایگاه ویژه ای در اقتصاد منطقه و نیز درآمدهای ارزی در بحث صادرات محصول بادام داشته و دارد. متاسفانه در سال‌های اخیر با تغییر اقلیم و بروز پدیده خشکسالی، پائین آمدن سطح آب‌های زیرزمینی و از طرفی سنتی بودن روش‌های آبیاری و باغداری، باغات بادام این استان با سرعت بالایی روند رو به خشکی داشته اند، به نحوی که تغییر اقلیم و خشکسالی‌های اخیر خسارات شدید اقتصادی به اکثر تولید کننده گان بادام وارد نموده، و باعث آثار و تبعات اقتصادی و اجتماعی تخریبی در منطقه گردیده است . به طور کلی باغات بادام مانند بسیاری از باغات دیگر در استان چهارمحال و بختیاری در سال‌های اخیر به دلایل مذکور و از طرفی به دلیل غلط بودن شیوه‌های مدیریت باغات و روش‌های آبیاری سنتی معیوب با هدر روی بالای آب با سرعت بالایی رو به نابودی و خشک شدن هستند که خسارات سنگینی را برای باغدار به همراه دارد. با توجه به اینکه کشت و پرورش بادام جزو کشت‌های مهم باغداران استان بوده و جایگاه اقتصادی ویژه ای را در صنعت باغداری به خود اختصاص می‌دهد جای دارد که تمهیدات ویژه ای در جهت کاهش آثار تخریبی خشکسالی ها بر باغات بادام اعمال گردد که لازمه آن بررسی و مطالعات تحقیقاتی محققین در این زمینه می‌باشد. از

مهم‌ترین استراتژی‌های تحقیقاتی در این زمینه بررسی انواع روش‌های نوین آبیاری با راندمان بالا و با هدر روی پایین آب در باغات بادام به‌صورت تلفیقی با مدیریت به‌باغی و مطالعه تاثیر روش‌های نوین باغداری و به‌باغی، بالانس تغذیه ای مناسب باغ و همچنین کنترل آفات و امراض آن در بالا بردن بنیه درختان و سلامت عمومی باغ و نهایتا تاثیر آن بر کاهش صدمات تنش خشکی بر درخت می‌باشد. در بررسی انجام شده توسط ایگیا و همکاران (۲۰۱۰) کارایی مصرف آب و صفات آگرونومیکی بادام تحت سیستم رژیم کم آبیاری تنظیم شده در بادام بررسی گردید. در این مطالعه اثرات طولانی مدت شیوه‌های مختلف کم آبیاری بر روی میزان رشد، صفات برگ‌ها و شاخه ها، میزان عملکرد محصول و نیز کارایی مصرف آب در باغات بادام بررسی گردید. نتایج نشان داد که صفات رویشی برگ و پارامترهای عملکرد و صفات میوه مانند برخی از صفات مغز به صورت معنی‌دار تحت تاثیر رژیم کم آبیاری قرار نگرفت، در حالی که پارامترهای رشد تنه، مثلا قطر تنه به صورت معنی‌دار و منفی متاثر از کم آبیاری‌ها بود. در مطالعات موسوی و همکاران (۱۳۸۸)، به منظور بررسی اثر کم آبیاری و تنش ملایم خشکی در طی مراحل مختلف فنولوژیکی رشد و نمو میوه بر عملکرد بادام رقم مامایی، در طی دو فصل زراعی انجام شد. نتایج نشان داد که در مرحله پس از برداشت، با کاهش آب آبیاری میزان تراکم گل و درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی در سال بعد کاهش یافت و در نهایت باعث کاهش عملکرد محصول در سال بعد گردید. این نتایج همچنین نشان دهنده تاثیرات منفی تنش خشکی بر صفات رشدی بادام می‌باشد. پروژه حاضر، با هدف بررسی تاثیر تلفیق مدیریت بهینه باغ (به باغی) بر اساس شیوه‌های نوین باغبانی و همزمان استفاده از روش‌های نوین در آبیاری باغات با حفظ عملکرد بالای کمی و کیفی بادام تعریف شده است.

مواد و روش‌ها

در ابتدا باغ انتخاب شده به دو قسمت یا پلات یا قطعه اصلی شامل پلات شاهد (تحت شرایط مدیریت سنتی باغدار) و پلات یا قطعه آزمایشی یا پلات تیمار یا مدل (تحت شرایط مدیریت با فنون نوین به باغی) تقسیم گردید. همچنین تیمارهای کم آبیاری تنظیم شده و آبیاری کامل تحت سیستم آبیاری قطره ای سطحی مقایسه و از طرفی همه تیمارهای آبیاری مذکور، هم در شرایط مدیریت به باغی و هم در شرایط مدیریت باغدار مقایسه گردید. در مطالعه حاضر، در تیمار آبیاری کامل، تامین آب به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی برآورد شده در تمام مراحل رشدی فوق انجام گرفت، در حالی که در تیمار کم آبیاری، تامین آب فقط به میزان۵۰ درصد از نیاز آبی برآورد شده در آبیاری انجام شد. طول و عرض تاج و طول شاخه فصل جاری توسط متر اندازه گیری شد. همچنین محتوای نسبی آب برگ و پرولین برگ اندازه‌گیری شد. همچنین قطر شاخه توسط کولیس دیجیتال اندازه گیری شد. همچنین طول و عرض برگ توسط خط کش اندازه گیری شدند. همچنین در انتهای فصل زراعی، میزان عملکرد محصول بادام در هر درخت در دو قطعه آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفت. طول و قطر مغز توسط کولیس دیجیتال و وزن میوه توسط ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS (9.4) انجام شد. پژوهش در قالب طرح اسپیلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید و در هر تکرار (واحد آزمایشی) ۴ درخت بادام در نظر گرفته شد. بر این اساس در هر کرت فرعی با سه تکرار، ۲۴ درخت بادام و در هر پلات اصلی یا کرت اصلی ۴۸ درخت بادام و در کل آزمایش ۴۸ درخت بادام بالغ میوه ده در نظر گرفته شد. کرت ها یا پلات های اصلی عبارتند از دو پلات اصلی یعنی پلات شاهد (تحت مدیریت باغدار) و پلات آزمایشی یا مدل (با اعمال مدیریت به‌باغی) و کرت‌های فرعی شامل ۲ مقدار آبیاری یعنی آبیاری کامل ۱۰۰ درصد ETC (crop evapotranspiration) و کم آبیاری به میزان ۵۰ درصد از ETC کل.

نتایج و بحث

در پژوهش طول تاج، عرض تاج، طول و قطر شاخه فصل جاری، طول و عرض برگ تحت تاثیر کم آبی، کاهش معنی‌داری داشتند (جدول ۱ و۲). کم آبی با کاهش آماس سلولی، رشد طولی ساقه را کاهش می‌دهد (کوندون، ۲۰۲۰). تأمین نشدن آب مورد نیاز به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها می‌شود و طویل شدن آن‌ها را با مشکل روبه رو می‌کند (اولیویرا و همکاران، ۲۰۱۸). در اثر تنش خشکی، تبادلات روزنه‌ای کاهش یافته و موجب کاهش اسیمیلاسیون کربوهیدرات‌ها می‌شود که میتواند برفاکتورهای رشدی اثرگذار باشد (مارتینز-گارسیا و همکاران، ۲۰۲۰).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی بر صفات رویشی اندازه گیری شده.

		صفات					
		طول تاج (سانتی متر)	عرض تاج (سانتی متر)	طول شاخه (سانتی متر)	قطر شاخه (سانتی متر)	طول برگ (سانتی متر)	عرض برگ (سانتی متر)
اثر اصلی(به باغی)	به باغی	۲۱۶/۶۶a[1]	۱۳۱/۶۶a	۴۵/۱۵a	۵/۰۶a	۴/۴۱a	۱/۷۱a
	شاهد	۱۹۵/۸۳a	۱۲۳/۵۰a	۴۳/۱۱a	۵/۱۰a	۴/۰۸a	۱/۷۳a
اثر فرعی (آبیاری)	۱۰۰ درصد	۲۳۰/۸۳a	۱۴۸/۳۳a	۴۸/۸۳a	۵/۸۶a	۵/۱۶a	۲/۲۵a
	۵۰ درصد	۱۸۱/۶۶b	۱۰۶/۸۳b	۳۹/۴۳b	۴/۳۰b	۳/۳۳b	۱/۲۰b

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح یک درصد آزمون توکی[1]

در این پژوهش طول، قطر و عملکرد میوه تحت تأثیر کم آبی قرار گرفت و کم آبی سبب کاهش این موارد شد (جدول ۳ و۴). پگمنت و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که آبیاری سبب افزایش عملکرد در بادام می‌شود. همچنین لیین وهمکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که همبستگی منفی بین تنش آبی و وزن و اندازه میوه بادام وجو دارد. دسترسی گیاه به آب منجر به افزایش رشد ریشه‌ها شده و تغذیه مناسب در گیاه و رشد بهتر برگ می‌گردد. این امر منجر به افزایش در اندازه میوه و بهبود عملکرد در میوه بادام می‌شود.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی بر صفات زایشی اندازه گیری شده.

		صفات				
		طول مغز (میلی متر)	قطر مغز (میلی متر)	وزن خشک مغز (گرم)	درصد مغز	عملکرد (گرم بر درخت)
اثر اصلی(به باغی)	به باغی	۲۴/۱۳a[1]	۱۲/۷۶a	۱/۰۶a	۳۲/۲۱a	۲۸۹۵a
	شاهد	۲۴/۱۵a	۱۲/۹۶a	۱/۱۵a	۳۰/۴۰a	۲۹۵۸a
اثر فرعی (آبیاری)	۱۰۰ درصد	۲۴/۸۱a	۱۳/۲۱a	۱/۱۳a	۳۰/۴۸a	۳۷۵۰a
	۵۰ درصد	۲۳/۴۶b	۱۲/۵۱b	۱/۰۸a	۳۲/۱۳a	۲۱۰۳b

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح یک درصد آزمون توکی[1]

پاسخ‌های متعدد فیزیولوژیکی از جمله تغییر در وضعیت آب و بازده فتوسنتزی در مواجهه با تنش کم‌آبی در گیاهان رخ می دهد. کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به دلیل ساخت ترکیب‌هایی نظیر پرولین باشد که در تنظیم اسمزی به کار می‌روند (صالحی و بخشایش، ۲۰۲۰). نتایج این تحقیق نشان داد که کم آبی سبب افزایش پرولین در برگ و کاهش آب مصرف شده در برگ شد (جدول ۷ و۸). کاهش دسترسی گیاه به آب قابل دسترس در محیط خاک موجب افزایش فشار اسمزی در منطقه ریشه می‌شود و در نتیجه میزان آب قابل دسترس برای گیاه را کاهش می‌دهد. آلوارز و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند که محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل اسمزی در بادام با افزایش تنش آبی کاهش می یابد. محتوای نسبی آب برگ با هدایت روزنه‌ای همبستگی داشته و کاهش مقدار آن در اثر خشکی، منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای و جذب دی‌اکسیدکربن شده و در نهایت سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد (کال و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات اصلی وفرعی بر صفات فیزیولوژیک اندازه گیری شده.

		صفات			
		پرولین (میکرو گرم بر گرم)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	آب مصرف شده (متر مکب در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلو گرم بر متر مکعب)
اثر اصلی (به باغی)	به باغی	۸۴/۳۳a[1]	۵۵/۸۱a	۲۳۲۳/۳a	۰/۶۳a
	کنترل	۸۵/۳۳a	۵۴/۶۱a	۲۳۲۳/۳a	۰/۶۸a
اثر فرعی (آبیاری)	۱۰۰ درصد	۷۷/۳۳b	۶۸/۴۱a	۳۲۲۶/۶a	۰/۵۷a
	۵۰ درصد	۹۲/۳۳a	۴۲/۰۱b	۱۴۲۰b	۰/۷۳a

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح یک درصد آزمون توکی.

منابع

موسوی، س.ا.، علی‌محمدی، ر. و تتاری، م. ۱۳۸۸. اثر کم‌آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیکی رشد و نمو میوه بر عملکرد بادام رقم مامایی. مجله به‌زراعی نهال و بذر (نهال و بذر)، ۲۵(۲): ۲۰۷–۲۲۷.

Alvarez, S., Martín, H., Barajas, E., Rubio, J.A. and Vivaldi, G.A. 2020. Rootstock effects on water relations of young almond trees (cv. Soleta) when subjected to water stress and rehydration. Water, 12: 3319.

Cal, A.J., Sanciangco, M., Rebolledo, M.C., Luquet, D., Torres, R.O., McNally, K.L. and Henry, A. 2019. Leaf morphology, rather than plant water status, underlies genetic variation of rice leaf rolling under drought. Plant, Cell and Environment, 42: 1532–1544.

Condon, A.G. 2020. Drying times: Plant traits to improve crop water use efficiency and yield. Journal of Experimental Botany, 71: 2239–2252.

Egea, G., Nortes, P.A., González-Real, M.M., Baille, A. and Domingo, R. 2010. Agronomic response and water productivity of almond trees under contrasted deficit irrigation regimes. Agricultural Water Management, 97: 171–181.

Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Hernández, F., Sendra, E., Corell, M., Vázquez-Araújo, L. and Carbonell-Barrachina, Á.A. 2020. Long-term correlation between water deficit and quality markers in hydrosustainable almonds. Agronomy, 10(10): 1470.

Martínez-García, P.J., Hartung, J., Pérez de los Cobos, F., Martínez-García, P., Jalili, S., Sánchez-Roldán, J.M., Rubio, M., Dicenta, F. and Martínez-Gómez, P. 2020. Temporal response to drought stress in several *Prunus* rootstocks and wild species. Agronomy, 10: 1383.

Oliveira, I., Meyer, A., Afonso, S. and Gonçalves, B. 2018. Compared leaf anatomy and water relations of commercial and traditional *Prunus dulcis* (Mill.) cultivars under rain-fed conditions. Scientia Horticulturae, 229: 226–232.

Prgomet, I., Pascual-Seva, N., Morais, M.C., Aires, A., Barreales, D., Ribeiro, A.C. and Gonçalves, B. 2020. Physiological and biochemical performance of almond trees under deficit irrigation. Scientia Horticulturae, 261: 108990.

Salehi-Lisar, S.Y. and Bakhshayeshan-Agdam, H. 2020. Agronomic crop responses and tolerance to drought stress. In: *Agronomic Crops*, pp. 63–91. Springer, Berlin/Heidelberg, Germany.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Study of the effects of drip irrigation and good horticultural practice on the growth and quality of Shahroudi almond cultivar

Babak madani[1], Bijan Haghighati[2] and Amin Mirshekari[3*]

1. Agricultural and Horticultural Sciences Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shahrekord, Iran
2. Soil and Water Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shahrekord, Iran
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Yasouj, Iran

[*]Corresponding Author: a_mirshekari@yu.ac.ir

Abstract

Chaharmahal and Bakhtiari province has extensive almond orchards, and almond production has had and continues to have a special place in the regional economy and foreign exchange earnings in the export of almond products. Unfortunately, in recent years, with climate change and the occurrence of drought, and on the other hand, traditional irrigation and gardening methods, the almond orchards of this province have been rapidly drying up, so that climate change and recent droughts have caused severe economic losses for almond producers. In order to evaluate the effect of combining orchard management practices with efficient irrigation systems on increasing yield in almond orchards, an experiment was conducted in split plots with randomized block design and three replications at the Chahartakhte station of the Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Chaharmahal and Bakhtiari province. The main plots included orchard management and the subplots included full irrigation treatment, supplying water at 100% of the estimated water requirement at all growth stages, and deficit irrigation treatment (supplying water at only 50% of the estimated water requirement for irrigation). The cultivar used in this project was Shahrood 12, grafted onto GN rootstock. After the treatment, growth, reproductive, and physiological traits were measured in the seedlings under study. The results showed that good horticultural practice had no significant effect on crown length and width, branch length and diameter, and leaf length and width. Also, deficit irrigation treatment reduced fruit length and diameter and yield. Also, water deficit caused an increase in leaf proline and a decrease in leaf water. Good horticultural practice had no effect on the mentioned factors.

Key words: Almond, Growth, Physiological Traits, Deficit Irrigation.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بلایت یا پوسیدگی مغز گردو: علل، اثرات و استراتژی‌های پیشگیری

معصومه عبدالمکی[1*]

۱- کارشناس بخش زراعی -باغی، زنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *masomeh0403@gmail.com*

چکیده

پوسیدگی مغز گردو از مشکلات اصلی در تولید این محصول است که کیفیت و ارزش اقتصادی آن را به شدت کاهش می‌دهد. این عارضه تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله قارچ‌ها، باکتری‌ها، شرایط محیطی نامطلوب (مانند رطوبت بالا و دمای نامناسب) و مدیریت ضعیف باغ قرار دارد. این مقاله مروری بر علل زیستی و محیطی پوسیدگی مغز گردو، مکانیسم‌های ایجاد آن و تأثیراتش بر کیفیت محصول و بازارپسندی ارائه می‌دهد. راهکارهای پیشگیری و کنترل شامل بهبود مدیریت باغ، استفاده از ارقام مقاوم ژنتیکی، و بهره‌گیری از روش‌های شیمیایی و بیولوژیک نیز بررسی شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که رویکردهای تلفیقی، شامل مدیریت بهینه باغ و فناوری‌های نوین، می‌تواند خسارات پوسیدگی مغز گردو را کاهش داده و پایداری تولید را افزایش دهد

واژه های کلیدی: پیشگیری، پوسیدگی مغز گردو، عوامل قارچی، کیفیت محصول، مدیریت باغ.

مقدمه

گردو، گیاهی از خانواده *Juglandaceae* متعلق به جنس *Juglans* با ۲۱ گونه است که همگی دارای دانه‌های خوراکی هستند. در میان این گونه‌ها، گردوی ایرانی (*Juglans regia* L) به دلیل کیفیت بالای دانه خوراکی، بهترین گونه شناخته شده و در نقاط مختلف جهان به طور گسترده کشت می‌شود (McGranahan & Leslie, 1998). این گونه قادر به رشد در عرض‌های جغرافیایی ۱۰ تا ۵۰ درجه شمالی بوده و از نظر جنگل‌داری، به دلیل تولید دانه خوراکی و چوب با ارزش، اهمیت زیادی دارد (وحدتی، ۱۳۸۲). گردو بومی مناطق کوهستانی آسیای مرکزی است و گسترش آن به آسیا، اقیانوسیه، اروپا و آمریکا رسیده است. کشورهای چین، ایران و ایالات متحده از مناطق اصلی تولید گردو در جهان هستند. ایران با ۱۶۵۱۰۰ هکتار سطح زیر کشت گردو، رتبه دوم جهان را دارا است و با تولید ۲۶۰۸۷۵ تن، در جایگاه سوم جهانی قرار دارد (Ahmadi et al., 2020). با این حال، سهم ایران از بازار جهانی گردو کمتر از یک درصد است. میانگین عملکرد گردو در ایران (۲.۶۴ تن در هکتار) در مقایسه با ارقام اصلاح‌شده جهانی (۶ تا ۹ تن در هکتار) پایین‌تر است. این امر به عواملی نظیر استفاده از نهال‌های غیرپیوندی، زمان نامناسب برداشت، تأخیر در جداسازی پوسته سبز، روش‌های غیراستاندارد خشک‌کردن و خسارت ناشی از آفات و بیماری‌ها نسبت داده می‌شود (Keshavarzi, 2011). استان‌های همدان، لرستان، کرمانشاه، کهگیلویه و بویراحمد، فارس، کرمان، کردستان و آذربایجان شرقی از مناطق اصلی تولید گردو در ایران هستند (Ahmadi et al., 2020). با وجود جایگاه برجسته ایران در تولید گردو، این محصول کمتر از نیم درصد از صادرات کشور را تشکیل می‌دهد. یکی از دلایل اصلی این مشکل، کیفیت پایین مغز گردو به دلیل پوسیدگی و سیاه‌شدگی است که به‌ویژه در استان‌های گردوخیز مانند کهگیلویه و بویراحمد، همدان و کرمانشاه مشاهده می‌شود (کشاورزی و همکاران، ۱۴۰۰). سیاه‌شدگی مغز گردو یکی از چالش‌های اصلی است که کیفیت و ارزش اقتصادی این محصول را به شدت کاهش می‌دهد (تدین، ۱۳۹۴).

بررسی علل و عوامل

بلایت باکتریایی گردو، ناشی از باکتری *Xanthomonas arboricola pv. juglandis*، یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های باکتریایی گردوی ایرانی (*Juglans regia L.*) در سراسر جهان است (Frutos, 2010). این بیماری به تمام گونه‌های جنس *Juglans*، از جمله گردوی ایرانی، گردوی سیاه آمریکایی، ژاپنی، روغنی و خاکستری آسیب می‌رساند (Rudolph, 1933). این باکتری قابلیت آلوده کردن تمام بافت‌های سبز و غیرلیگنینی درخت شامل گل‌های نر و ماده، برگ، جوانه، میوه و شاخه را دارد (Lang & Evans, 2010). با این حال، خسارت اقتصادی اصلی ناشی از ریزش میوه‌های نارس آلوده و کاهش کیفیت میوه‌های رسیده است (Lang et al., 2006). این بیماری برای اولین بار در سال ۱۸۸۸ توسط Brittle Bank گزارش شد. در سال ۱۹۰۶، Pierce عامل بیماری را شناسایی و آن را *Bacterium juglandis* نامید. در سال ۱۹۳۹، Dowson با توجه به ویژگی‌های بیماری‌زایی، آن را *Xanthomonas juglandis* نام‌گذاری کرد. بر اساس نظر کمیته طبقه‌بندی باکتری‌های بیماری‌زای گیاهی در سال ۱۹۸۰، نام این باکتری به *Xanthomonas campestris pv. juglandis* تغییر یافت و در نهایت، بر اساس بررسی‌های همولوژی DNA در سال ۱۹۹۵، به *Xanthomonas arboricola pv. juglandis* تغییر نام داد (Vauterin *et al*., 1995). در ایران، اولین گزارش بلایت باکتریایی گردو در سال ۱۳۲۶ توسط اسفندیاری از مناطق آمل، بابل و رشت ثبت شد (Amani, 1987). در سال ۱۳۵۶، امانی این باکتری را از تاکستان قزوین جدا و شناسایی کرد (Amani, 1987). سپس در سال ۱۳۸۳، شیوع این بیماری از استان‌های همدان، تهران، مرکزی، اردبیل، گیلان، مازندران و گلستان گزارش شد.

علائم و تأثیرات

باکتری *Xanthomonas arboricola pv. juglandis* به تمام بافت‌های سبز و غیرخشبی درخت گردو حمله می‌کند. این بیماری با ایجاد لکه‌های قهوه‌ای تا سیاه‌رنگ روی برگ‌ها، دمبرگ‌ها و میوه‌ها مشخص می‌شود. لکه‌های سیاه در ناحیه گلوگاه و قسمت‌های جانبی میوه ظاهر شده و در شرایط رطوبت بالا گسترش می‌یابد، که منجر به سیاه شدن پوست سبز میوه می‌شود. با ترک خوردن پوست خارجی، شیرابه‌ای سیاه و غلیظ از لکه‌های روی میوه ترشح می‌شود. عفونت در ناحیه گلوگاه میوه‌های جوان باعث نفوذ باکتری به مغز میوه شده و آن را فاسد، نرم و لزج می‌کند (Keshavarzi, 2011). بلایت باکتریایی که عمدتاً به میوه آسیب می‌رساند، خسارتی بیش از مجموع سایر بیماری‌های گردو ایجاد می‌کند (Murlean & Schroth, 1977). بیشترین حساسیت گیاه در اوایل فصل رشد، زمانی که بافت‌های سبز ترد و آبدار هستند، مشاهده می‌شود. با پیشرفت فصل و خشبی شدن بافت‌ها، حساسیت کاهش یافته و در نهایت مقاومت کامل ایجاد می‌شود (Louise Flint, 1982). در مراحل اولیه رشد درخت در بهار، باکتری‌ها در جوانه‌ها و شاتون‌ها مستقر شده و بدون ایجاد آسیب، در تابستان و زمستان باقی می‌مانند. این باکتری‌ها منبع آلودگی اولیه برای سال بعد را فراهم می‌کنند (Manual, 1982; Murlean & Schroth, 1977; Ramos, 1998; IPM).

روش‌های پیشگیری و کنترل سیاه‌شدگی مغز گردو

عوامل متعددی در بروز سیاه‌شدگی مغز گردو نقش دارند. گرمای شدید و نور خورشید قوی می‌توانند باعث آفتاب‌سوختگی میوه و در نتیجه سیاه شدن مغز آن شوند. این مشکل در شرایط تنش آبی و در مناطق دشتی یا شیب‌های جنوبی تشدید می‌شود (مدنی و همکاران، ۱۳۸۷). یکی از مؤثرترین روش‌های کنترل بلایت باکتریایی، کاشت ارقام و ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل به این بیماری است (Maria et al., 1997). با توجه به تفاوت در میزان مقاومت ارقام مختلف گردو، انتخاب ارقام مقاوم به‌عنوان یک راهکار کلیدی مطرح است. در این راستا، غربالگری‌های متعددی در سطح جهانی برای شناسایی منابع مقاومت انجام شده است (Aleta et al., 2001; Woeste *et al*, 1992). برای جلوگیری از سیاه‌شدگی مغز گردو و تضعیف درختان، باغداران باید با توجه به دمای بالا و حساسیت درخت به تنش‌های

حرارتی، آبیاری منظم باغ‌ها را در اولویت قرار دهند (Fulton, 2004). استفاده از محلول‌پاشی سموم مسی روش اصلی مدیریت بلایت باکتریایی است، اما به دلیل اثربخشی ناکامل و ایجاد مقاومت در باکتری، کاشت ارقام مقاوم روشی کم‌هزینه و کارآمدتر محسوب می‌شود (Evans, 2010; Garden *et al*., 1993 & Lang). در کشورهای اروپایی، تلاش‌های گسترده‌ای برای شناسایی منابع مقاومت انجام شده و ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف گردو از کشورهای فرانسه، ایتالیا، آمریکا، ژاپن، اروگوئه، چین، اسپانیا و ایران در گروه‌های مقاومتی مختلف طبقه‌بندی شده‌اند (Woeste and McGranaham, 1992; Solar *et al*., 2012; Tamponi and Donati, 1990).

کنترل بیولویک :در نیوزیلند، بیماری بلایت با استفاده از فاژهای جدا شده از خاک پیرامون و برگ درخت یکی از مهم‌ترین مزایای گردو با موفقیت کنترل شده است (McNeil *et al*. 2001). باکتریوفاژها، اختصاصیت بالای آن‌ها است که تنها روی میزبان اختصاصی خود موثر هستند.

کنترل شیمیایی : کنترل شیمیایی بیماری بلایت گردو با استفاده از سموم مسی انجام می‌شود اما باتوجه به این که باکتری درون جوانه‌ها و شاتون مستقر است، چندین نوبت سم پاشی به منظورحفاظت بافت‌های تازه ضروری است و درنتیجه سویه‌های مقاوم باکتری ظهور یافته‌اند (Olson et al., 1997). هنگامی که خطر بروز بیماری زیاد است، دو بار سمپاشی با سم‌های مسی مانند مخلوط بوردو یا اکسیکلرور مس، یکی دراوایل دوره رویشی(قبل از تورم جوانه‌ها در اسفند ماه) و دیگری در زمان فندقی شدن میوه‌ها توصیه شده است (Keshavarzi, 2011). محلول‌پاشی سموم مسی، روش اصلی مدیریت بلایت باکتریایی است، اما به دلیل عدم تاثیر کامل و ایجاد مقاومت در باکتری، کاشت ارقام مقاوم، روشی کم‌هزینه و موثرتر است (Lang and Evans, 2010; Garden et al., 1993). در بسیاری از کشورهای اروپایی، تلاش‌های گسترده‌ای برای شناسایی منابع مقاومت انجام شده و ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف گردو از کشورهای مختلفی مانند فرانسه، ایتالیا، آمریکا، ژاپن، اروگوئه، چین، اسپانیا و ایران، در گروه‌های مقاومتی مختلف دسته‌بندی شده‌اند (Woeste and McGranaham, 1992; Matias *et al*., 2009; Solar *et al*., 2012; Tamponi and Donati, 1990).

روش‌های کنترل بیولوژیک و شیمیایی بلایت باکتریایی گردو

کنترل بیولوژیک

در نیوزیلند، بیماری بلایت باکتریایی گردو با استفاده از باکتریوفاژهای جدا شده از خاک اطراف و برگ‌های درخت گردو با موفقیت کنترل شده است (McNeil *et al*., 2001). یکی از مهم‌ترین مزایای باکتریوفاژها، اختصاصیت بالای آن‌هاست که تنها بر روی میزبان خاص خود اثر می‌گذارند و به سایر موجودات آسیبی نمی‌رسانند.

کنترل شیمیایی

کنترل شیمیایی بلایت باکتریایی گردو عمدتاً با استفاده از سموم مسی انجام می‌شود. با این حال، از آنجا که باکتری در جوانه‌ها و شاتون‌ها مستقر می‌شود، سم‌پاشی در چندین نوبت برای حفاظت از بافت‌های تازه ضروری است. این امر منجر به ظهور سویه‌های مقاوم باکتری شده است (Olson *et al*., 1997). در شرایطی که خطر بروز بیماری بالاست، توصیه می‌شود دو نوبت سم‌پاشی با سموم مسی، مانند مخلوط بوردو یا اکسی‌کلرور مس، انجام شود: یک بار در اوایل دوره رویشی (قبل از تورم جوانه‌ها در اسفندماه) و بار دیگر در زمان فندقی شدن میوه‌ها (Keshavarzi, 2011). اگرچه محلول‌پاشی سموم مسی روش اصلی مدیریت بلایت باکتریایی است، اما به دلیل اثربخشی ناکامل و ایجاد مقاومت در باکتری، کاشت ارقام مقاوم به‌عنوان روشی کم‌هزینه و مؤثرتر توصیه می‌شود (Evans, & Lang

2010; Garden et al., 1993). در کشورهای اروپایی، تلاش‌های گسترده‌ای برای شناسایی منابع مقاومت انجام شده و ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف گردو از کشورهایی مانند فرانسه، ایتالیا، آمریکا، ژاپن، اروگوئه، چین، اسپانیا و ایران در گروه‌های مقاومتی مختلف دسته‌بندی شده‌اند (Woeste and McGranaham, 1992; Matias *et al.*, 2009; Solar *et al.*, 2012; Tamponi and Donati, 1990).

نتیجه‌گیری

پوسیدگی و سیاه‌شدگی مغز گردو از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا در تولید گردو در ایران است که تحت تأثیر عواملی چون بیماری بلایت باکتریایی (*Xanthomonas arboricola pv. juglandis*)، کرم گردو، تنوع ژنتیکی و وجود ژنوتیپ‌های زودرس، دمای بالا، آبیاری نامناسب، شرایط خاک، تغذیه ناکافی، و تأخیر در جداسازی پوست سبز میوه قرار دارد. برای کاهش این خسارات، راهکارهای مؤثری شامل مدیریت بلایت با روش‌های شیمیایی (مانند سم‌پاشی با ترکیبات مسی) و بیولوژیک (استفاده از باکتریوفاژها)، احداث باغ‌های یکنواخت با نهال‌های پیوندی مقاوم، آبیاری به‌موقع و تکمیلی در دماهای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، تغذیه و کودهی اصولی، و برداشت سریع همراه با جداسازی فوری پوست سبز میوه توصیه می‌شود. اجرای این اقدامات می‌تواند کیفیت مغز گردو را بهبود بخشیده، خسارات را کاهش دهد و جایگاه ایران را در بازار جهانی گردو ارتقا بخشد.

منابع

کریمی‌پورفرد، کشاورزی. ۱۴۰۰. علل پوسیدگی و فساد مغز گردو و مدیریت تلفیقی آن. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۷ صفحه.

تدین، محمدسعید. ۱۳۹۴. راه‌های کنترل سیاه شدن مغز گردو. مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی فارس، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱ صفحه.

مدنی، بابک، موسوی، سیداصغر و مرادی، حسین. ۱۳۸۷. مدیریت افزایش کیفیت گردو. تهران: انتشارات کنکاش.

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Hosseinpour, R. and Abd Shah, H. 2020. Amarnameh of Agricultural Jihad 2019. Ministry of Agricultural Jihad, 156 pp. (in Persian).

Amani, B. 1987. Walnut rot. Iranian Journal of Plant Pathology, 13: 14–23. (in Persian with English abstract).

Frutos, D. 2010. Bacterial diseases of walnut and hazelnut and genetic resources. Journal of Plant Pathology, 92: 79–85.

Fulton, A. 2004. Walnut response to irrigation. Farm Advisor, UC Cooperative Extension, Tehama County, USA.

Gardan, L., Brault, T. and Germain, E. 1993. Copper resistance of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* in French walnut orchards and its association with conjugative plasmids. Acta Horticulturae, 311: 259–265.

Keshavarzi, M. 2011. Walnut diseases in Iran, diagnosis and management. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Karaj, Iran, 135 pp. (in Persian).

Lang, M.D. and Evans, K.J. 2010. Epidemiology and status of walnut blight in Australia. Journal of Plant Pathology, 92(S1): 49–55.

Lang, M.D., Hills, J.L. and Evans, K.E. 2006. Preliminary studies toward managing walnut blight in Tasmania. Acta Horticulturae, 705: 451–456.

Louise Flint, M. 1982. *Integrated Pest Management of Walnuts*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, USA.

Matias, J., Aletà, N., Rovira, C. and Moragrega, C. 2009. Phenolic composition in *Juglans regia* commercial cultivars: Relationship with blight susceptibility. COST873 Annual Meeting of Working Groups 1, 2, 3 and 4, Cetara (SA), Italy.

McGranahan, G.H. and Leslie, C. 1998. In-vitro propagation of mature Persian walnut cultivars. HortScience, 23: 220–224.

Mulrean, E.N. and Schorth, M.N. 1977. Understanding the disease cycle of walnut blight. Diamond Walnut News, October: 12–14.

Olson, W.H., Buchner, R.P., Adaskaverg, J.E. and Lindow, S.E. 1997. Walnut blight control in California. Proceedings of the 3rd International Walnut Symposium, California, USA, pp. 361–366.

Rosencrans, M. 2013. Cytokinin-dependent modifications of source-sink relationships lead to enhanced crop stress tolerance. Eduardo Blumwald, University of California, Davis.

Rudolph, B.A. 1933. Bacteriosis of English walnut in California and its control. California Agricultural Experiment Station Bulletin, 564: 3–88.

Solar, A., Jakopic, J.R., Veberic, R. and Stampar, F. 2012. Correlations between *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* severity and endogenous juglone and phenolic acids in walnut. Journal of Plant Pathology, 94: 229–235.

Tamponi, G. and Donati, G. 1990. Walnut cultivars susceptibility to *Xanthomonas juglandis*. Acta Horticulturae, 284: 301–302.

Vahdati, K. 2003. *Nursery Management and Walnut Grafting*. Khaniran Press, 128 pp.

Vauterin, L., Hoste, B. and Korsters, K. 1995. Reclassification of *Xanthomonas*. International Journal of Systematic Bacteriology, 45: 472–489.

Woeste, K.E. and McGranahan, G.H. 1992. Variation among Persian walnuts in response to inoculation with *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117: 527–531.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Walnut Blight or Kernel Rot: Causes, Effects, and Prevention Strategies

Masoumeh Abdolmaleki[1*]
1. Agricultural and Horticultural Affairs Expert, Zanjan, Iran
[*]*Corresponding author: masomeh0403@gmail.com*

Abstract:

Walnut kernel rot is one of the major problems affecting walnut production, significantly reducing product quality and economic value. This disorder is influenced by various factors, including fungi, bacteria, unfavorable environmental conditions (such as high humidity and inappropriate temperatures), and poor orchard management. This review article examines the biological and environmental causes of walnut kernel rot, the mechanisms underlying its development, and its effects on product quality and marketability. Preventive and control strategies, including improved orchard management, the use of genetically resistant cultivars, and the application of chemical and biological methods, are also reviewed. The findings indicate that integrated approaches, combining optimal orchard management with modern technologies, can reduce losses caused by walnut kernel rot and enhance production sustainability.

Keywords: Prevention, Walnut kernel rot, Fungal factors, Product quality, Orchard management.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر عصاره جلبک دریایی بر برخی خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی گل جعفری آفریقایی تحت تنش شوری

میثم محمدی[1*] و قاسم اقلیما[2]

۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *me.mohamadi@ilam.ac.ir*

چکیده

گل جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta* L) یکی از گل‌های زینتی مهم با خاستگاه گرمسیری است که استفاده زیادی در صنعت گلکاری به عنوان گیاه گلدانی و گل باغچه‌ای دارد. این گیاه اگرچه تا حدودی به تنش خشکی مقاوم است ولی تنش شوری باعث کاهش کیفیت گل‌های تولیدی می‌شود. در این پژوهش اثر تیمار عصاره جلبک دریایی در کاهش خسارت تنش شوری در گل جعفری آفریقایی به صورت آزمایش فاکتوریل با سه تکرار در سال ۱۴۰۲ در دانشگاه ایلام مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های صفر، ۱٪، ۲٪ و ۳٪ عصاره جلبک دریایی و دو سطح تنش صفر (بدون شوری) و ۱۵۰ میلی‌مولار شوری ناشی از نمک کلرید سدیم بود. نتایج نشان داد تنش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته، قطر گل، محتوای آب نسبی برگ و طول ریشه شد، درحالیکه عصاره جلبک دریایی با تعدیل خسارت تنش شوری باعث بهبود این صفات نسبت به نمونه‌های شاهد شد. نتایج نشان داد که اگرچه بین تیمارهای ۲٪ و ۳٪ عصاره جلبک دریایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی عصاره جلبک دریایی ۲٪ توانست تحت تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار ارتفاع بوته را ۳۶٪، قطر گل ۲۰ ٪، محتوای آب نسبی برگ ۱۵٪ و طول ریشه ۵۹٪ نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش دهد. همچنین این تیمار توانست تحت تنش شوری با کاهش شدت تنش شوری محتوای پرولین و پراکسید هیدروژن را در گیاهان تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد کاهش دهد و باعث حفظ فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در سطح بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، ارتفاع بوته، پرولین، تنش شوری.

مقدمه

جعفری آفریقایی با نام علمی *Tagetes erecta* L متعلق به خانواده Asteraceae است که بومی مرکز و جنوب آمریکا و بویژه مکزیک است. این گل تا حدودی به شرایط خشکی مقاوم است اما تنش شوری باعث کاهش رشد و کاهش کیفیت گل‌های تولیدی آن می‌شود (Hussein et al., 2024). امروزه شوری آب و خاک در کنار کمبود آب و خشکی از مهمترین عوامل محدودکننده در کشاورزی هستند که پتانسیل گیاه و عملکرد در واحد سطح را به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار می‌دهند. استفاده از شیوه‌های غلط آبیاری، استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و آلودگی‌های صنعتی از مهمترین عوامل توسعه شوری در اراضی کشاورزی در سطح جهانی هستند (Dos Santos et al., 2022). امروزه در کشاورزی نوین با استفاده از کودهای زیستی می‌توان شرایط تغذیه‌ای گیاهان را بهتر و اثرات منفی تنش‌های زیستی را کاهش داد. گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی به عنوان یک کود زیستی به دلیل وجود عناصر معدنی و انواع اسیدهای آمینه موجب تحریک محیط رشد ریشه یا گیاه می‌شود که در نهایت با افزایش دسترسی گیاه به مواد معدنی، تحریک تولید برخی تنظیم‌کننده‌های رشد مانند جیبرلین باعث مقاومت به تنش‌های زیستی و موجب افزایش رشد گیاه تحت تنش‌های مختلف می‌شود (Han et al., 2006). گزارش‌ها نشان می‌دهد، تیمار گل همیشه‌بهار با عصاره‌ی جلبک دریایی (SWC kelpak) موجب افزایش تعداد گل در گیاه همیشه بهار می‌شود (Van Staden et al., 1994). در پژوهشی دیگر کاربرد عصاره جلبک دریایی طول شاخساره، وزن تر و خشک، محتوای کربوهیدرات محلول، محتوای پروتئین‌ها و نیتروژن را در گیاه شنبلیله نسبت به شاهد افزایش داد (Pise and Sabale, 2010). Azizi و همکاران (۲۰۲۴) تعدیل تنش خشکی و بهبود رشد گل همیشه بهار را توسط عصاره جلبک دریایی و باکتری

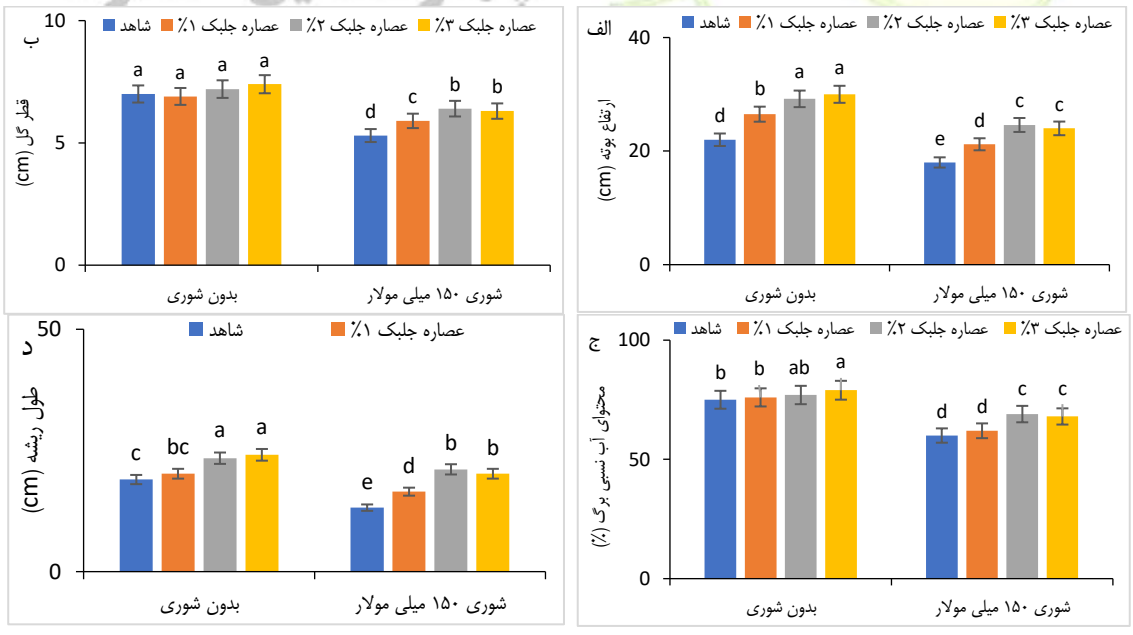
فسفوزیست گزارش کردند. بنابراین در این آزمایش اثر تیمار عصاره جلبک دریایی بر برخی شاخص‌های گل جعفری آفریقایی تحت تنش شوری مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش بذرهای گل جعفری (*Tagetes erecta*) در سینی‌های نشا، کشت و در مرحله ۴ برگی به گلدان‌های با قطر دهانه ۲۱ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۷ سانتی‌متر حاوی مخلوطی از خاک زراعی، ماسه بادی و کود دامی با نسبت ۱:۱:۳ منتقل شدند و سپس توسط عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) ویگورت ساخت کشور چین (Qingdao jinglinmg Ocen) غلظت‌های صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد همراه با آب آبیاری با فاصله دو هفته آبیاری شدند (۳ نوبت تکرار شد). تنش شوری نیز پس از اولین مرحله تیمار با جلبک دریایی با غلظت‌های صفر و ۱۵۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم همراه با آب آبیاری برای ۸ مرتبه اعمال شد. برای جلوگیری از تجمع نمک، پس از هر دوبار آبیاری با آب شور یک بار آبیاری با آب معمولی انجام شد. در مرحله گلدهی گیاهان از نظر شاخص‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. ارتفاع بوته، قطر گل، محتوای آب نسبی برگ، طول ریشه، محتوای پرولین، پراکسید هیدروژن،کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز از مهمترین شاخص‌های مورد مطالعه بودند که توسط روش‌های تشریح شده توسط Hussein و همکاران (۲۰۲۴) مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه پژوهشی دانشگاه ایلام با ۳ تکرار و هر تکرار ۳ بوته انجام شد. نتایج توسط نرم افزار SAS 9.2 آنالیز و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد تنش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته، قطر گل، محتوای آب نسبی برگ و طول ریشه در گیاه جعفری آفریقایی شد، ولی عصاره جلبک دریایی بخوبی توانست اثرات مخرب تنش را کاهش دهد. نتایج نشان داد تیمارهای ۱ و ۲ درصد بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر باعث افزایش ارتفاع بوته، قطر گل، محتوای آب نسبی برگ و طول ریشه در گیاهان تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد شد (شکل ۱). همچنین اگرچه اثرات مخرب تنش باعث افزایش محتوای پرولین، پراکسید هیدروژن و کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شد، ولی تیمارهای عصاره جلبک دریایی بخوبی توانستند تحت تنش شوری باعث کاهش محتوای پرولین و پراکسید هیدروژن نسبت به نمونه‌های شاهد شوند. این تیمارها همچنین با کاهش شدت تنش باعث حفظ فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در سطح بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد شدند. در بین تیمارها در بیشتر شاخص‌های مورد مطالعه بین عصاره جلبک دریایی ۱٪ و ۲٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).



شکل ۱- اثر عصاره جلبک دریایی بر ارتفاع بوته (الف)، قطر گل(ب)، محتوای آب نسبی برگ(ج) و طول ریشه (د) گل جعفری آفریقایی تحت تنش شوری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد ازمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند).

جدول ۱- اثر تیمارهای عصاره جلبک دریایی بر برخی شاخص‌های بیوشیمایی جعفری آفریقایی تحت تنش شوری.

تیمار	تنش	پرولین (mmol g^{-1} FW)	پراکسید هیدروژن (mmol g^{-1} FW)	کاتالاز (U g^{-1} FW)	پراکسیداز (U g^{-1} FW)	سوپراکسید دیسموتاز (U g^{-1} FW)
شاهد	بدون شوری (۰)	3.44^{d}	1.21^{d}	5.91^{a}	12.24^{b}	3.21^{a}
عصاره جلبک ۱٪		3.23^{d}	0.92^{e}	5.22^{b}	13.11^{b}	3.33^{a}
عصاره جلبک ۲٪		3.01^{d}	0.81^{e}	5.31^{b}	12.75^{b}	3.54^{a}
عصاره جلبک ۳٪		3.25^{d}	0.87^{e}	5.02^{b}	12.89^{b}	3.62^{a}
شاهد	شوری ۱۵۰ میلی‌مولار	7.54^{a}	2.89^{a}	2.02^{e}	8.54^{d}	1.42^{d}
عصاره جلبک ۱٪		6.39^{b}	2.21^{b}	2.91^{d}	10.11^{c}	2.11^{c}
عصاره جلبک ۲٪		5.11^{c}	1.75^{c}	3.46^{c}	15.23^{a}	2.19^{c}
عصاره جلبک ۳٪		5.02^{c}	1.64^{c}	3.33^{c}	14.98^{a}	2.88^{b}

*میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

در شرایط تنش شوری افزایش غلظت سدیم در محیط ریشه مانع از جذب آب و عناصر غذایی می‌شود که این عامل باعث محدودیت رشد ریشه و اندام‌های هوایی می‌شود و در نهایت علائم تنش در گیاه ظهور پیدا می‌کنند (Hussein et al., 2024). در این پژوهش به دلیل محدودیت جذب آب و عناصر غذایی در گیاهان جعفری در شرایط تنش، رشد ریشه و اندام هوایی کاهش یافت که نتایج مربوط به ارتفاع بوته، قطر گل و طول ریشه آن را تأیید می‌کند. محدودیت جذب آب به دلیل افزایش غلظت یون‌های سدیم در اطراف ریشه نیز باعث کاهش محتوای آب نسبی در گیاه شد. همچنین جذب یون‌های سدیم و تجمع آن‌ها در داخل سلول باعث بروز تنش و افزایش محتوای رادیکال آزاد پراکسید هیدروژن شد که با افزایش تخریب پروتئین‌ها می‌تواند محتوای پرولین را افزایش دهد (Hussein et al., 2024, Azizi et al., 2024). از طرفی تولید گونه‌های اکسیژن فعال مانند پراکسید هیدروژن در شرایط تنش باعث می‌شود که گیاه با مصرف ترکیبات آنتی‌کسیدانی مانند آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان آثار تنش را خنثی کند که کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌کسیدان در این پژوهش در شرایط تنش ناشی از مصرف آن‌ها در مبارزه با فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد (Hussein et al., 2024). در این پژوهش عصاره جلبک دریایی بخوبی توانست باعث بهبود رشد گیاهان جعفری نسبت به نمونه‌های شاهد شود. وجود عناصر غذایی، اسیدهای آمینه مانند آمینوبوتیرات، گلایسین بتائین و بتائین به عنوان ترکیباتی ضد تنش باعث ایجاد مقاومت نسبی در گیاهان در شرایط تنش می‌شود (Azizi et al., 2024). گزارش شده است استفاده از عصاره جلبک دریایی در گیاهان ریحان (*Ocimum basilicum* L) و کدوی تلخ (*Momordica charantia* L) باعث ممانعت از تخریب کلروفیل و تحریک فتوسنتز و تولید برخی هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلین می‌شود، که در نهایت باعث بهبود رشد گیاهان تیمار شده نسبت به شاهد شد و با نتایج این پژوهش نیز همسو هستند (امینی‌فرد و خندان، ۱۳۹۷؛ اسماعیل‌پور وهمکاران، ۱۳۹۹). در پژوهشی دیگر Azizi و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند که استفاده از عصاره جلبک دریایی و باکتری‌های فسفوزیست باعث بهبود شاخص‌های رشدی مانند ارتفاع بوته، قطر گل، حجم ریشه و ترکیبات آنتی-کسیدانی در گل همیشه بهار تحت تنش خشکی می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد تنش شوری باعث کاهش رشد و بروز علائم تنش در گل جعفری آفریقایی شد ولی تیمار با عصاره جلبک دریایی توانست خسارت تنش شوری را کاهش و باعث بهبود رشد گیاهان تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد شود. در این میان عصاره جلبک دریایی ۲٪ توانست نتایج بهتری را ثبت کند و با تیمار ۳٪ نیز اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین باتوجه به نتایج حاضر، استفاده از تیمار عصاره جلبک دریایی ۲٪ جهت کاهش خسارت تنش شوری در گل جعفری آفریقایی توصیه می‌گردد.

منابع

اسماعیل‌پور، ب.، فاطمی، ح. و مرادی، م. ۱۳۹۹. تأثیر عصاره جلبک دریایی بر شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)در شرایط تنش کم‌آبی. روابط خاک و گیاه، ۱۱(۱): ۵۹–۶۹.

امینی‌فرد، م. و خندان، س. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی کدوی تلخ (*Momordica charantia* L.) فیزیولوژی محیطی گیاهی (پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران)، ۱۳(۴): ۵۶–۶۶.

Azizi, A., Bagnazari, M. and Mohammadi, M. 2024. Seaweed and phosphate-solubilizing bacteria biofertilizers ameliorate physicochemical traits and essential oil content of *Calendula officinalis* under drought stress. Scientia Horticulturae, 328: 112653.

Dos Santos, T.B., Ribas, A.F., de Souza, S.G.H., Budzinski, I.G.F. and Domingues, D.S. 2022. Physiological responses to drought, salinity, and heat stress in plants: A review. Stresses, 2(1): 113–135.

Han, H.S., Supanjani, D. and Lee, K.D. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate- and potassium-solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment, 52(3): 130–136.

Hussein, R.M., Mohammadi, M., Eghlima, G., Ranjbar, M. and Zulfiqar, F. 2024. β-Aminobutyric acid enhances salt tolerance of African marigold by increasing accumulation rate of salicylic acid, γ-aminobutyric acid and proline. Scientia Horticulturae, 327: 112828.

Pise, N.M. and Sabale, A.B. 2010. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum-graecum* L. Journal of Phytology, 2(4): 50–56.

Van Staden, J., Upfold, J. and Dewes, F.E. 1994. Effect of seaweed concentrate on growth and development of the marigold *Tagetes patula*. Journal of Applied Phycology, 6: 427–428.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of seaweed extract on some growth and biochemical characteristics of African marigold under salt stress

Meisam Mohammadi[1*] and Ghasem Eghlima[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: me.mohamadi@ilam.ac.ir*

Abstract

African marigold (*Tagetes erecta* L) is an ornamental flower of tropical origin that is widely used in the floriculture industry as a potted plant and garden flower. Although this plant is somewhat resistant to drought stress, salt stress reduces the quality of the flowers produced. In this study, the effect of seaweed extract treatment on reducing salt stress disorder in African marigold was studied as a factorial experiment with three replications in 2024 at Ilam University. The experimental treatments included 0, 1%, 2%, and 3% seaweed extract concentrations and two stress levels of 0 (no stress) and 150 mM salinity caused by sodium chloride salt. The results showed that salt stress reduced plant height, flower diameter, relative leaf water content, and root length, while seaweed extract improved these traits compared to control samples by modulating salt stress damage. The results showed that although there was no significant difference between the 2% and 3% seaweed extract treatments, 2% seaweed extract was able to increase plant height by 36%, flower diameter by 20%, relative water content by 15%, and root length by 59% under 150 mM salinity stress compared to the control samples. Also, this treatment was able to reduce the proline and hydrogen peroxide content in the treated plants under salinity stress by reducing the severity of salinity stress compared to the control samples and maintained the activity of the antioxidant enzymes catalase, peroxidase, and superoxide dismutase at a higher level than the control samples.

Keywords: Antioxidant, Plant height, proline, Salinity stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

راهبردهای یکپارچه برای شناسایی و مقابله با آفت‌کش‌های تقلبی: رویکردهای طیف‌سنجی، دیجیتال و سیاستی

پدرام عصار[1*]، سید علی اکبر باقریان[1] و لیلا تقی پور[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران
*نویسنده مسئول: *pedramassar@gmail.com; pedramassar@jahromu.ac.ir*

چکیده

آفت‌کش‌های تقلبی یک چالش جهانی رو به گسترش محسوب می‌شوند که امنیت غذایی، ایمنی محیطزیست و پایداری کشاورزی را تهدید می‌کنند. این محصولات جعلی اغلب حاوی ناخالصی‌های خطرناکی هستند که از مواد اولیه ناخالص، فرایندهای خالص‌سازی ضعیف و قاچاق غیرقانونی ناشی می‌شوند و پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی قابل توجهی دارند. مقاله حاضر سه حوزه از راهبردهای کلیدی مرتبط را مرور می‌کند: روش‌های احراز اصالت طیف‌سنجی، فناوری‌های راستی‌آزمایی دیجیتال، و چارچوب‌های سیاستی و مقرراتی. رویکردهای طیف‌سنجی مانند رامان و طیف‌سنجی نزدیک‌فروسرخ، تحلیل سریع و غیرمخرب را برای شناسایی ناخالص‌کننده‌ها فراهم می‌کنند، در حالی که نوآوری‌های دیجیتال از جمله بارکدهای نانوذره‌ای، برچسب‌های مبتنی بر تابع فیزیکی غیرقابل‌تکثیر و سامانه‌های راستی‌آزمایی مبتنی بر تلفن همراه، دسترسی کاربران نهایی را گسترش می‌دهند. اقدامات سیاستی مکمل، از استانداردهای مقرراتی هماهنگ گرفته تا آموزش کشاورزان و کارزارهای آگاهی‌بخشی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای تضمین پذیرش گسترده و اجرای مؤثر، حیاتی هستند. با وجود پیشرفت در هر حوزه، چالش‌های یکپارچه‌سازی همچنان پابرجاست، به‌ویژه در هم‌راستا کردن سازگاری فنی، استانداردهای بین‌المللی و دسترسی در سطح کشاورز. مسیرهای آینده بر نیاز به سامانه‌های رهگیری مبتنی بر بلاک‌چین، مشارکت‌های دولتی-خصوصی، و الگوهای بین‌المللی مقیاس‌پذیر که با شرایط محلی سازگار شوند، تأکید دارند. در مجموع، این راهبردهای یکپارچه مسیری برای کاهش شیوع آفت‌کش‌های تقلبی و صیانت از کشاورزی و باغبانی جهانی ارائه می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: احراز اصالت طیف‌سنجی، آفت‌کش‌های تقلبی، چارچوب‌های مقرراتی، رهگیری مبتنی بر بلاک‌چین، فناوری‌های راستی‌آزمایی دیجیتال.

مقدمه

بذر، کود و آفت‌کش تقلبی تنها بخشی از اقدامات متقلبانه کشاورزی هستند که در کشورهای در حال توسعه ظاهر شده‌اند (Musau, 2024). امنیت غذایی و ایمنی محیطزیست در معرض خطر هستند، زیرا آفت‌کش‌های تقلبی و بی‌کیفیت تهدیدی جدی برای صنعت کشاورزی جهانی به شمار می‌روند. اتیل‌متان‌سولفونات، ایزومالاتیون و نونیل‌فنول‌اتوکسیلات‌ها از جمله ناخالصی‌های خطرناکی هستند که در نتیجه ناخالص‌سازی مواد اولیه، به‌کارگیری روش‌های نامطلوب خالص‌سازی و استفاده از حلال‌ها و بسته‌بندی‌های نامرغوب در تولید این محصولات جعلی ایجاد می‌شوند (Birolli et al., 2024). افزون‌برآن، فعالیت‌های قاچاق که مواد مؤثره مشمول محدودیت یا ممنوع را وارد بازارهای کشاورزی می‌کنند، تشدید کننده معضل نامبرده هستند (Birolli et al., 2024).

برآوردها نشان می‌دهد بازار جهانی غیرقانونی آفت‌کش‌های جعلی ارزشی حدود ۵/۴ میلیارد دلار دارد (Birolli et al., 2024). افزون بر این، کشاورزان قادر به تمایز میان آفت‌کش‌های واقعی و جعلی نیستند و در نتیجه در معرض خرید محصولات نامرغوبی قرار می‌گیرند که می‌تواند پیامدهای زیان‌باری برای محیطزیست و سلامت عمومی داشته باشد (Zimba and Zimudzi, 2016). به‌عنوان نمونه، تنها ۴۰ درصد از کشورهای آفریقایی دارای آزمایشگاه ملی کنترل کیفیت آفت‌کش برای مقابله با مشکل نامبرده هستند. بررسی ۳۲ کشور آفریقایی توسط سازمان بهداشت جهانی نگرانی گسترده‌ای را نسبت به مصرف و تجارت آفت‌کش‌های بی‌کیفیت نشان داد (Zimba and Zimudzi,

2016). برای مقابله با بحران آفت‌کش‌های تقلبی، این خلأ قانونی نیازمند راهکارهای سریع و هماهنگ مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته شناسایی، فناوری‌های راستی‌آزمایی الکترونیکی و چارچوب‌های سیاستی مناسب است.

رویکردهای طیف‌سنجی برای احراز اصالت آفت‌کش‌ها

شناسایی و کمی‌سازی ناخالص‌کننده‌ها و ناخالصی‌ها بخش مهمی از کنترل کیفیت آفت‌کش‌هاست، زیرا این آلاینده‌ها کیفیت، پایداری و ایمنی محصولات حفاظت گیاه را تغییر می‌دهند (Anwar et al., 2024). چندین روش طیف‌سنجی به ابزارهای مؤثری برای شناسایی فرمولاسیون‌های جعلی آفت‌کش و تأیید اصالت آن‌ها تبدیل شده‌اند. شناسایی و آشکارسازی با فرکانس رادیویی، طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک، طیف‌سنجی رامان، اندازه‌گیری‌های فلورسانس و فسفرسانس، تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته‌ای و تحلیل با پرتو ایکس از جمله روش‌های تحلیلی موجود هستند (Isah, 2012). در مقایسه با روش‌های تحلیلی سنتی، فنون طیف‌سنجی مزایای متعددی دارند؛ از جمله فراهم نمودن امکان سنجش غیرمخرب یا نیمه‌مخرب، بهره‌مندی از سرعت بالاتر و رویکردی سازگارتر با محیط‌زیست (Biancolillo et al., 2023). با این حال، به‌کارگیری این روش‌ها مستلزم ابزارهای پیشرفته، نیروی انسانی متخصص و سرمایه‌گذاری قابل توجه زمانی و مالی است.

طیف‌سنجی رامان به‌عنوان روشی سریع، ارزان و غیرمخرب برای شناسایی آفت‌کش‌ها، با توانایی شناسایی فوق‌حساس تا سطح تک‌مولکول، شناخته شده است (Anwar et al., 2024). این روش «اثر انگشت طیفی» منحصربه‌فردی ایجاد می‌کند که می‌تواند با بررسی مواد مؤثره و نیز مواد جانبی به‌کاررفته در تولید، میان محصولات واقعی و جعلی تمایز قائل شود (Ahmed et al., 2023). پذیرش طیف‌سنجی رامان توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده، نشان‌دهنده کارایی بالای این روش است؛ به‌طوری‌که دستگاه‌های دستی به نرخ شناسایی صحیح ۱۰۰ درصدی دست یافته و توانسته‌اند نمونه‌های تقلبی را با مقادیر نزدیک به صفر با موفقیت رد کنند (Degardin et al., 2017; Ahmed et al., 2023).

طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک نیز روش امیدبخش دیگری است. کتابخانه‌های مرجع مبتنی بر رایانش ابری و هوش مصنوعی می‌توانند با ثبت طیف کل فرمولاسیون و مقایسه شدت طیفی آن با محصولات اصیلِ شرکت تولیدکننده، محصولات بی‌کیفیت و نیز تقلبی را شناسایی کنند (Maffioli and Anyakora, 2025).

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا نیز راهبردی مفید برای یافتن مواد مؤثره و ناخالصی‌ها در فرمولاسیون‌های آفت‌کش است. هنگامی که با طیف‌سنجی جرمی همراه شود، می‌تواند مواد مؤثره و ناخالصی‌ها را با سرعت و دقت بالا شناسایی نماید (Chawla and Chaudhary, 2019).

فناوری‌های راستی‌آزمایی دیجیتال و ضدجعل

به‌دلیل گسترش فعالیت‌های آنلاین و توزیع مبتنی بر اینترنت، جعل پیچیده‌تر شده است و این امر توسعه فناوری‌های پیشرفته راستی‌آزمایی دیجیتال را برای پشتیبانی از روش‌های تحلیلی سنتی ضروری ساخته است (Isah, 2012). امروزه فناوری اطلاعات و ارتباطات در مبارزه با آفت‌کش‌های تقلبی نقشی اساسی دارد، زیرا روش‌های نوآورانه احراز اصالت را فراتر از روش‌های سنتی طیف‌سنجی فراهم می‌کند.

چندین روش نویدبخش دیجیتال برای مقابله با تقلب در محصولات کشاورزی توسعه یافته‌اند. یکی از رویکردهای نوآورانه، استفاده از سامانه‌های بارکد درون‌محصولی مبتنی بر نانوذرات آلی است که در آن، مجموعه‌ای از نانوذرات آلی با قابلیت تغییر فاز، مستقیماً در محصولات کشاورزی و نهاده‌های شیمیایی کشاورزی تعبیه می‌شوند و با استفاده از گرماسنجی روبشی تفاضلی و شناسایی قله‌های ذوب منحصربه‌فرد، مورد خوانش و شناسایی قرار می‌گیرند. این روش به دلیل اندازه کوچک نانوذرات و قله‌های ذوب تیز و مشخص، از ظرفیت بالای برچسب‌گذاری، آمادگی فنی، پنهان‌بودن و اطمینان بالا برخوردار است (Wang et al., 2015).

در سال‌های اخیر، برچسب‌های مبتنی بر تابع فیزیکی غیرقابل‌تکثیر نیز ظرفیت قابل توجهی برای احراز اصالت آفت‌کش‌ها نشان داده‌اند. این برچسب‌های امنیتی توسط طیف‌سنج‌های رامان خوانده می‌شوند، به‌وسیله نرم‌افزار دیجیتال‌سازی شده و در پایگاه‌های داده ذخیره می‌گردند و بدین ترتیب کلیدهای محرمانه دیجیتال منحصربه‌فردی ایجاد می‌کنند که می‌تواند اصالت محصول را در هر مرحله از زنجیره توزیع تأیید کند (Li et al., 2022). این فناوری دارای خوانش بدون تداخل، بازتولیدپذیری عالی سیگنال و ظرفیت رمزگذاری چشمگیر است و یک رویکرد احراز اصالت جرم‌شناختیِ قابل‌استفاده تجاری به شمار می‌رود (Li et al., 2022).

دسترسی‌پذیری فناوری‌های اسکن نیز به‌طور چشمگیری بهبود یافته است. طیف‌سنج‌های رامان قابل‌حمل با هدف استفاده در کاربردهای میدانی کشاورزی توسعه یافته‌اند که از ویژگی‌هایی مانند کوچک‌سازی ابعاد تجهیز، هزینه کمتر و زمان کوتاه‌تر برای ثبت طیف برخوردارند (Gupta et al., 2020; Lew et al., 2020; Sun et al., 2023). برچسب‌های بصری مبتنی بر تابع فیزیکی غیرقابل‌تکثیر را می‌توان با میکروسکوپ‌های جیبی با قیمت کمتر از ۲۳ دلار آمریکا راستی‌آزمایی کرد که دارای قابلیت اتصال به تلفن‌های هوشمند از طریق اینترنت بی‌سیم هستند و اسکن برچسب‌ها توسط کشاورزان و ذخیره تصاویر در چند ثانیه را ممکن می‌کنند (Sun et al., 2023).

امکان‌پذیری و کارایی سامانه‌های راستی‌آزمایی نهاده‌های کشاورزی مبتنی بر تلفن همراه که به ذی‌نفعان امکان می‌دهند محصولات کشاورزی را از طریق تلفن همراه خود احراز اصالت کنند، در شرایط کشورهای در حال توسعه اثبات شده است (Shao and Edward, 2014). به‌عنوان نمونه، برنامه آزمایشی CropLife در غنا با استفاده از هولوگرام‌های «Holospots» بر روی ظروف حشره‌کش این امکان را برای کاربران فراهم نمود که با مشاهده هولوگرام در نور مستقیم و ارسال کدهای عددی از طریق پیامک، اصالت محصول را راستی‌آزمایی کنند (Kassem et al., 2021).

فناوری‌های دیجیتال یادشده را می‌توان به‌طور مؤثر با سایر اقدامات تثبیت‌شده ضدجعل، از جمله بسته‌بندی ضد دستکاری و تحلیل مبتنی بر فنوتیپ، ترکیب کرد و سامانه‌های جامع احراز اصالت را شکل داد (Colmer et al., 2020; Sun et al., 2023). بااین‌حال، اجرای موفقیت‌آمیز این سامانه‌ها مستلزم برنامه‌های آموزشی و افزایش آگاهی کشاورزان است تا اطمینان حاصل شود که این فناوری‌های احراز اصالت به‌درستی پذیرفته و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

راهکارهای سیاستی و مقرراتی

استانداردهای هماهنگ و چارچوب‌های حقوقی مناسب برای ایجاد کنترل قانونی کارآمد در مبارزه با آفت‌کش‌های تقلبی ضروری هستند. افزون بر این، هماهنگ‌سازی مقررات ملی و بین‌المللی برای موفقیت، به‌منظور تضمین اجرای یکنواخت قوانین مربوط به ثبت، ورود به بازار، مصرف و کنترل کیفیت، اهمیت اساسی دارد (Miszczyk et al., 2018).

چشم‌انداز قانونی مبارزه با آفت‌کش‌های تقلبی، شکاف‌های مهمی را میان تدوین سیاست و اجرای آن نشان می‌دهد. در مطالعه‌ای که در مصر بر روی نمونه‌های آفت‌کش انجام شد، ۴۲/۸۶ درصد از محصولات آزمون‌شده از طریق کمیته‌های کشاورزی ذی‌ربط ثبت نشده بودند. سایر محصولات از شماره ثبت فرمولاسیون‌های دیگری استفاده می‌کردند که پیش‌تر نزد مراجع کشاورزی ثبت شده بودند (Khattab et al., 2020). این شواهد نشان‌دهنده وجود نابسامانی جدی در اجراست، جایی که مقررات وجود دارند اما به‌درستی اعمال نمی‌شوند.

مبارزه با آفت‌کش‌های تقلبی مستلزم رویکردهای هماهنگ چندذی‌نفعی است که از تلاش‌های منفرد شرکت‌ها فراتر می‌روند. اگرچه برای مقابله با تجارت غیرقانونی آفت‌کش‌ها، تولیدکنندگان منابع انسانی و مالی ویژه‌ای اختصاص می‌دهند، اما به‌تنهایی موفق نخواهند شد و این امر مستلزم نقش‌آفرینی دولت‌ها، فروشندگان و کشاورزان، همراه با توجه بیشتر و تقویت منابع انسانی و مالی است (Khattab et al., 2020). رویه‌های مؤثر ضدجعل باید هماهنگی و یکپارچگی میان ذی‌نفعان سراسر زنجیره ارزش آفت‌کش را ارتقا دهند (Kassem and Alotaibi, 2020).

برنامه‌های جامع آموزش و آگاهی‌بخشی برای پشتیبانی از چارچوب‌های مقرراتی ضروری هستند. کشاورزان نیازمند دستورالعمل‌های دقیق‌اند تا بدانند هنگام خرید آفت‌کش چگونه خطرات را کاهش دهند، از جمله اینکه موارد مشکوک به محصولات جعلی را چگونه گزارش

کنند و برای دریافت اطلاعات با چه کسانی تماس بگیرند (Kassem et al., 2021). ظرفیت قابل توجهی برای افزایش آگاهی نسبت به شناسایی آفت‌کش‌های تقلبی از طریق اقدامات ارتباطی ضدجعل وجود دارد، به‌ویژه کارزارهای ترویجی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات که ارتباطات کلامی و بصری را تسهیل می‌کنند (Kassem and Alotaibi, 2020; Kassem et al., 2021).

به سوی راهبردهای یکپارچه: چالش‌ها و مسیرهای آینده

با وجود اثربخشی اثبات‌شده رویکردهای طیف‌سنجی، راستی‌آزمایی دیجیتال و سیاستی به‌صورت منفرد، ایجاد راهکارهای واقعاً یکپارچه برای مقابله با آفت‌کش‌های تقلبی با چالش‌های اجرایی قابل توجهی روبه‌رو است. به‌منظور یکپارچه‌سازی سه حوزه نامبرده، نیاز به گذر از محدودیت های بنیادینِ دسترسی‌پذیری وجود دارد. پیچیدگی تحلیل طیف‌سنجی، و نیاز به ابزارهای پیشرفته، نیروی انسانی واجد صلاحیت و سرمایه‌گذاری‌های زمانی و مالی قابل ملاحظه، موانعی برای گسترش کاربرد ایجاد می‌کند، به‌ویژه در مناطق در حال توسعه که آفت‌کش‌های تقلبی در آن‌ها شیوع بیشتری دارند. اگرچه سامانه‌های راستی‌آزمایی مبتنی بر تلفن هوشمند و طیف‌سنج‌های رامان قابل‌حمل، راستی‌آزمایی را مقرون‌به‌صرفه‌تر کرده‌اند، هنوز فاصله قابل توجهی میان فناوری و کاربرد آن توسط کشاورز وجود دارد. در مناطق کشاورزی دورافتاده، ممکن است کشاورزان به تلفن هوشمند و اتصال اینترنتی پایدار دسترسی نداشته باشند؛ در حالی که دسترسی‌های نامبرده حتی برای راهکارهای کم‌هزینه‌ای مانند میکروسکوپ‌های جیبی مورد استفاده برای تأیید بصری برچسب‌های مبتنی بر تابع فیزیکی غیرقابل‌تکثیر نیز پیش‌نیاز هستند.

چارچوب‌های مقرراتی، پروتکل‌های احراز اصالت دیجیتال و پایگاه‌های داده طیف‌سنجی اغلب به‌صورت مستقل عمل می‌کنند و در نتیجه سامانه‌های غیریکپارچه‌ای ایجاد می‌شود که متقلبان می‌توانند از آن‌ها سوءاستفاده کنند. سازگاری فنی میان تجهیزات طیف‌سنجی، پلتفرم‌های دیجیتال و سامانه‌های اجرای مقررات برای یکپارچه‌سازی موفق ضروری است، اما هم‌راستایی انگیزه‌ها نیز لازم است تا تولیدکنندگان فناوری‌های احراز اصالت را بپذیرند، نهادهای قانونی استانداردها را اجرا کنند و کشاورزان رویه‌های راستی‌آزمایی را اتخاذ نمایند. شکاف هماهنگی میان کاربران نهایی، نهادهای مقرراتی و توسعه‌دهندگان فناوری باید در مسیرهای آینده مورد توجه قرار گیرد. یکی از رویکردهای امیدبخش برای تحقق این یکپارچگی، ایجاد سامانه‌های رهگیری مبتنی بر بلاک‌چین (Dasaklis et al., 2022) است که می‌توانند داده‌های طیف‌سنجی را یکپارچه کرده، به ابزارهای راستی‌آزمایی آنلاین متصل شوند و از انطباق قانونی پشتیبانی کنند.

افزون بر این، تشکیل کارزارهای هدفمند برای گروه‌های مختلف ذی‌نفع باید بخشی از راهبردهای اجرا باشند. در مبارزه با آفت‌کش‌های غیرقانونی و تقلبی، کارزارهای ملی آگاهی‌بخشی که معطوف به تولیدکنندگان کشاورزی و باغبانی و نیز مقامات دولتی، مانند پلیس، مأموران مرزبانی و کارکنان دادسرا هستند، اهمیت اساسی دارند (Miszczyk et al., 2018). برای آنکه این اقدامات ملی بتوانند حفاظت کاملی در برابر کالاهای تقلبی فراهم کنند، اجرای اقدامات بین‌المللی مکمل و بهبود استانداردهای هماهنگ جهانی در زمینه آفت‌کش‌ها نیز ضروری است (Miszczyk et al., 2018).

مشارکت‌های دولتی-خصوصی که بتوانند زیرساخت‌های لازم برای سامانه‌های یکپارچه را تأمین مالی کنند و هم‌زمان دسترسی عادلانه را در زمینه‌های اقتصادی مختلف تضمین نمایند، در مسیر دستیابی به راهکارهای جامع ضروری خواهند بود. توسعه مدل‌های مقیاس‌پذیر که ضمن حفظ استانداردهای بین‌المللی تعامل‌پذیری، بتوانند دقت طیف‌سنجی، سهولت استفاده از ابزارهای دیجیتال، و سازگاری اجرای مقررات با شرایط محلی را تضمین کنند، برای موفقیت این رویکردها اهمیت اساسی خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

آفت‌کش‌های تقلبی تهدیدی جدی برای امنیت غذایی جهانی، پایداری زیست‌محیطی و بهره‌وری کشاورزی و باغبانی محسوب می‌شوند. چارچوب‌های قانونی قدرتمند، سامانه‌های احراز اصالت دیجیتال و روش‌های طیف‌سنجی، همگی ابزارهای مفیدی برای مقابله با کالاهای تقلبی هستند، اما هیچ‌یک به‌تنهایی کافی نیستند. یکپارچه‌سازی این راهبردها، با پشتیبانی استانداردهای هماهنگ بین‌المللی، مشارکت هماهنگ ذی‌نفعان و آموزش مستمر کشاورزان، برای دستیابی به راهکارهای مؤثر ضروری است. فناوری‌های نوظهوری مانند

سامانه‌های ردیابی مبتنی بر بلاک‌چین می‌توانند فاصله میان نوآوری‌های فناورانه، کاربرد آن‌ها در سطح مزرعه، و اجرای مقررات را کاهش دهند. در نهایت، برای تضمین ایمنی و اصالت آفت‌کش‌ها، همکاری‌های بین‌المللی هماهنگ‌کننده رویکردهای علمی، فناورانه و سیاست‌محور ضروری خواهد بود.

منابع

Ahmed, M.D., Maraz, K.M. and Mazumder, S. 2023. Unveiling molecular secrets: Raman spectroscopy as a versatile tool for advanced analysis and investigation in forensic science and pharmaceuticals. Materials Engineering Research, 5(1): 291–305.

Anwar, M., Rimsha, G., Majeed, M.I., Alwadie, N., Nawaz, H., Majeed, M.Z., Rashid, N., Zafar, F., Kamran, A., Wasim, M., Mehmood, N., Shabbir, I. and Imran, M. 2024. Rapid identification and quantification of adulteration in methyl eugenol using Raman spectroscopy coupled with multivariate data analysis. ACS Omega, 9(7): 7545–7553.

Biancolillo, A., Scappaticci, C., Foschi, M., Rossini, C. and Marini, F. 2023. Coupling of NIR spectroscopy and chemometrics for the quantification of dexamethasone in pharmaceutical formulations. Pharmaceuticals, 16(2): 309.

Birolli, W.G., Lanças, F.M., dos Santos Neto, J. and Silveira, H.C.S. 2024. Determination of pesticide residues in urine by chromatography-mass spectrometry: Methods and applications. Frontiers in Public Health, 12: 1336014.

Chawla, G. and Chaudhary, K.K. 2019. A review of HPLC technique covering its pharmaceutical, environmental, forensic, clinical and other applications. International Journal of Pharmaceutical Chemistry and Analysis, 6(2): 27–39.

Colmer, J., O'Neill, C.M., Wells, R., Bostrom, A., Reynolds, D., Websdale, D., Shiralagi, G., Lu, W., Lou, Q., Le Cornu, T., Ball, J., Renema, J., Flores Andaluz, G., Benjamins, R., Penfield, S. and Zhou, J. 2020. SeedGerm: A cost-effective phenotyping platform for automated seed imaging and machine-learning based phenotypic analysis of crop seed germination. New Phytologist, 228(2): 778–793.

Dasaklis, T.K., Voutsinas, T.G., Tsoulfas, G.T. and Casino, F. 2022. A systematic literature review of blockchain-enabled supply chain traceability implementations. Sustainability, 14: 2439.

Dégardin, K., Guillemain, A. and Roggo, Y. 2017. Comprehensive study of a handheld Raman spectrometer for the analysis of counterfeits of solid-dosage form medicines. Spectroscopy, 2017: 1–13.

Gupta, S., Huang, C.H., Singh, G.P., Park, B.S., Chua, N.-H. and Ram, R.J. 2020. Portable Raman leaf-clip sensor for rapid detection of plant stress. Scientific Reports, 10: 20206.

Isah, H. 2012. Information and communication technology in combating counterfeit drugs. arXiv, abs/1211.1242.

Kassem, H.S. and Alotaibi, B.A. 2020. Do farmers perceive risks of fraudulent pesticides? Evidence from Saudi Arabia. PLoS ONE, 15(9): e0239298.

Kassem, H.S., Hussein, M.A. and Ismail, H. 2021. Toward fraudulent pesticides in rural areas: Do farmers' recognition and purchasing behaviors matter? Agronomy, 11: 1882.

Khattab, G., Abdelghany, W., Abdelmegeed, M. and Attalah, I. 2020. Monitoring of counterfeit abamectin pesticide products in Egypt. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences, 28(2): 601–615.

Lew, T.T., Sarojam, R., Jang, I., Park, B.S., Naqvi, N.I., Wong, M.H., Singh, G.P., Ram, R.J., Shoseyov, O., Saito, K., Chua, N. and Strano, M.S. 2020. Species-independent analytical tools for next-generation agriculture. Nature Plants, 6: 1408–1417.

Li, J., Liu, F., He, C., Shen, F. and Ye, J. 2022. Orthogonal gap-enhanced Raman tags for interference-free and ultrastable surface-enhanced Raman scattering. Nanophotonics, 11(8): 1549–1560.

Maffioli, E.M. and Anyakora, C. 2025. A comparative study between Near-Infrared (NIR) spectrometer and High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) on the sensitivity and specificity. PLoS ONE, 20(3): e0319523.

Miszczyk, M., Płonka, M., Stobiecki, T., Kronenbach-Dylong, D., Waleczek, K. and Weber, R. 2018. Official control of plant protection products in Poland: Detection of illegal products. Environmental Science and Pollution Research International, 25: 31906–31916.

Musau, E. 2024. Sustainable agriculture leveraging artificial intelligence systems in Kenya's agri-food supply chain. Agricultural Science, 7(2): 1–19.

Shao, D. and Edward, S. 2014. Combating fake agro-inputs products in Tanzania using mobile phones. International Journal of Computer Applications, 97(17): 21–25.

Sun, H., Maji, S., Chandrakasan, A.P. and Marelli, B. 2023. Integrating biopolymer design with physical unclonable functions for anticounterfeiting and product traceability in agriculture. Science Advances, 9: eadf1978.

Wang, M., Duong, B. and Su, M. 2015. Organic phase change nanoparticles for in-product labeling of agrochemicals. Nanomaterials, 5(4): 1810–1819.

Zimba, M. and Zimudzi, C. 2016. Pesticide management practices among rural market gardening farmers near Harare, Zimbabwe. South African Journal of Science, 112: 1–5.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Integrated strategies for detecting and combating counterfeit pesticides: Spectroscopic, digital, and policy approaches

Pedram Assar[1*], Seyed Ali Akbar Bagherian[1] and Leila Taghipour[1]
1. Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
[*]*Corresponding Author: Pedramassar@gmail.com; Pedramassar@jahromu.ac.ir*

Abstract

Counterfeit pesticides represent a growing global challenge that threatens food security, environmental safety, and agricultural sustainability. These fraudulent products often contain hazardous impurities introduced through adulterated raw materials, poor purification processes, and unregulated smuggling, with significant economic and ecological consequences. This paper reviews three key domains of solutions: spectroscopic authentication techniques, digital verification technologies, and policy and regulatory frameworks. Spectroscopic approaches such as Raman and Near-Infrared Spectroscopy provide rapid, non-destructive analysis for identifying adulterants, while digital innovations including nanoparticle barcodes, physically unclonable function labels, and mobile-based verification platforms expand accessibility to end users. Complementary policy measures, ranging from harmonized regulatory standards to farmer education and ICT-based awareness campaigns, are critical for ensuring widespread adoption and enforcement. Despite progress within each domain, integration challenges persist, particularly in aligning technical compatibility, international standards, and farmer-level accessibility. Future directions emphasize the need for blockchain-based traceability systems, public-private partnerships, and scalable international models that adapt to local conditions. Together, these integrated strategies present a pathway toward reducing the prevalence of counterfeit pesticides and safeguarding global agriculture and horticulture.

Keywords: Blockchain traceability, Counterfeit pesticides, Digital verification technologies, Regulatory frameworks, Spectroscopic authentication.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تنوع ژنوتیپ‌های نارنج از نظر تحمل به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات

سید مهدی بنی‌هاشمیان[۱*]، پریسا قربانی[۲] و احمد روحی‌بخش[۲]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۲- گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

*نویسنده مسئول: *m.banihashemian@areeo.ac.ir*

چکیده

نارنج (*Citrus aurantium*) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده روتاسه (*Rutaceae*) است که در مناطق مرکبات‌خیز جهان کشت می‌شود و علاوه بر کاربرد زینتی و دارویی، به عنوان پایه‌ای برای سایر ارقام مرکبات نیز استفاده می‌شود. این گیاه یکی از میزبان‌های اصلی ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات (*Potexvirus citriflavivenae*) است که در سال‌های اخیر در تعدادی از کشورهای آسیایی از جمله ایران گسترش یافته است. به منظور بررسی وجود حساسیت یا تحمل در انواع مختلف این گیاه، علائم مشخص آلودگی ویروسی شامل زردی رگبرگ‌های فرعی و نواحی آب‌سوخته متناظر در زیر برگ‌ها در ۳۲ درخت از نه رقم و ژنوتیپ نارنج و شبه نارنج سه ایستگاه تحقیقاتی مرکبات شمال کشور رصد شد. بر خلاف ارقام نارنج معمولی ۱، نارنج معمولی ۲، نارنج اس‌اف‌اس (*C. aurantium* cv. Smooth Flat Seville)، نارنج شیرین (*C. aurantium cv.* Bittersweet) و نارنج مکزیکی (*C. aurantium cv.* Mexican)، در ژنوتیپ‌های نارنج خوشه‌ای (*C. myrtifolia*)، دورگ طبیعی شبه نارنج (*Citrus* sp.) و دو ژنوتیپ شبه نارنج حاصل از برنامه‌های اصلاح پایه پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، آلودگی طبیعی به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات مشاهده نشد. ژنوتیپ‌های نارنج بر این اساس در دو گروه حساس و متحمل دسته‌بندی شدند. آلودگی یا عدم آلودگی ویروسی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی با واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با نسخه‌برداری معکوس (Reverse transcription polymerase chain reaction) توسط آغازگرهای اختصاصی تکثیرکننده ژن پروتئین پوششی تأیید شد. اطلاع از واکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها نسبت به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات، نقش مهمی در برنامه‌های اصلاحی و مدیریت بیماری دارد.

واژه‌های کلیدی: تحمل، ژنوتیپ، مرکبات، نارنج، ویروس.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

امروزه از میان شیوه‌های متعدد، پیوند ارقام مختلف روی پایه‌های بذری، معمول‌ترین و گسترده‌ترین شیوه تکثیر مرکبات است. نارنج (*Citrus aurantium*) به دلیل تحمل به برخی عوامل بیماری‌زا و تنش‌های محیطی و همچنین خصوصیات مناسب ارقام تکثیری روی آن، هم‌چنان رایج‌ترین پایه مرکبات در بسیاری از مناطق مرکبات‌خیز دنیا به شمار می‌رود (عدولی و گلعین، ۱۳۹۰). این گیاه همچنین نوعی گیاه زینتی و دارویی است که خصوصا در زیباسازی شهرها و حاشیه خیابان‌ها کاربرد دارد (تاجور و همکاران، ۱۳۹۱). درختان با پایه نارنج دارای قدرت رشدی متوسط، تاج بزرگ و سیستم ریشه عمیق و وسیع هستند که علاوه بر سرما، به‌طور نسبی در برابر خشکی، شوری و خاک‌های سنگین با زهکشی ضعیف متحمل می‌باشند. حساسیت پایه نارنج به بیماری ویروسی تریستزا موجب شده که استفاده از آن در برخی کشورها از جمله ایران محدودتر شده و پایه‌های دیگر متحمل به این ویروس رواج یابند (عدولی و گلعین، ۱۳۹۰).

ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات عامل بیماری خسارت‌زا و ناقل‌داری با همین نام است که در سال‌های اخیر کاهش قابل ملاحظه کمی و کیفی محصول لمون (لیموهای اسیدی با میوه درشت) (*Citrus limon*) دنیا را سبب شده است (Chen *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2020). این بیماری گسترش منطقه‌ای داشته و تا کنون از کشورهای پاکستان، هند، چین، ترکیه و ایران گزارش شده است (Bani Catara *et al.*, 1993؛ Önelge, 2002؛ Alshami *et al.*, 2003؛ Chen *et al.*, 2014؛Hashemian and Aghajanzadeh, 2017).

ویروس عامل بیماری که ساختار ژنتیکی از نوع RNA با حدود ۷۵۲۹ نوکلئوتید دارد، ابتدا با نام ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات (*Citrus yellow vein clearing virus*) در جنس *Mandarivirus* (Loconsole *et al.*, 2012) و به تازگی با نام پوتکس‌ویروس سیتری‌فلاوینه (*Potexvirus citriflavivenae*)طبقه‌بندی شده است (ICTV, 2024).

علاوه بر لمون، نارنج میزبان مهم دیگر ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات است. علائم ناشی از ویروس در درختان لیمو و نارنج مشابه است. ایجاد رگه‌های زردرنگ در رگبرگ‌های جانبی و نواحی آب‌سوخته متناظر در پشت برگ‌های جوان، علت نام‌گذاری بیماری رگبرگ روشنی زرد مرکبات است که برای نخستین بار در سال ۱۹۸۸ در درختان لمون و نارنج کشور پاکستان و سپس در بقیه کشورهای منطقه دیده شد (Catara *et al.*, 1993؛ Önelge, 2002؛ Alshami *et al.*, 2003؛Chen *et al.*, 2014). در سال ۱۳۹۵، این علائم در درختان ارقام لمون و نارنج باغ‌ها و نهالستان‌های شمال کشور مشاهده و وقوع بیماری رگبرگ روشنی زرد مرکبات از ایران تائید گردید (Bani Hashemian and Aghajanzadeh, 2017). بر اساس دانش موجود راه درمان یا کنترل شیمیایی برای بیماری‌های ویروسی در گیاهان وجود ندارد و مدیریت آنها بر مبنای روش‌های پیش‌گیرانه و کشت ارقام مقاوم یا متحمل به جای انواع حساس صورت می‌گیرد (Liu *et al.*, 2020). مطالعه حاضر در راستای شناسایی میزبان‌های متحمل جهت استفاده در برنامه مدیریت بیماری رگبرگ روشنی زرد مرکبات انجام شده است.

مواد و روش‌ها

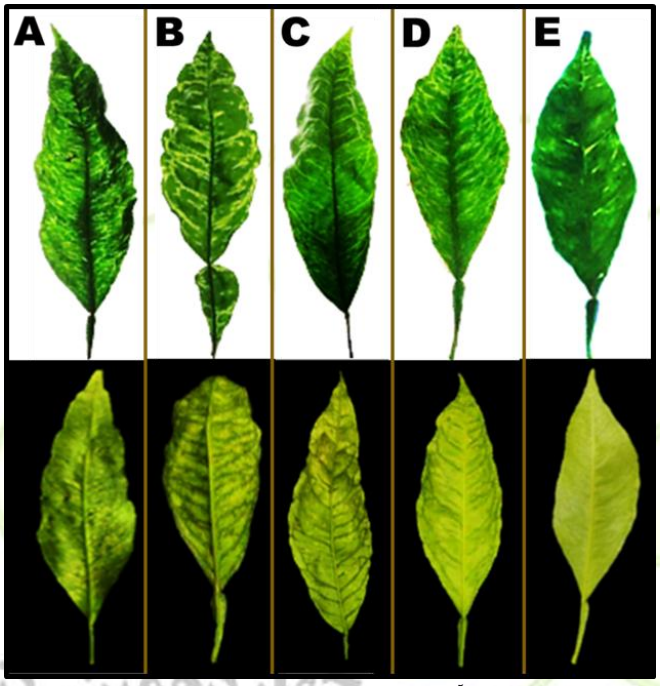
ردیابی رگبرگ روشنی زرد مرکبات بر مبنای علائم مشخص بیماری شامل زردی رگبرگ‌های فرعی و نواحی آب‌سوخته متناظر در زیر برگ‌ها در ۳۲ درخت از نه رقم و ژنوتیپ نارنج و شبه نارنج سه ایستگاه تحقیقاتی مرکبات شمال کشور در بهار سال ۱۴۰۳ انجام شد. پنج درخت رقم نارنج اس‌اف‌اس (*C. aurantium* cv. Smooth Flat Seville) از ایستگاه خرم‌آباد (تنکابن)، پنج درخت از هر یک از ارقام نارنج معمولی ۱، نارنج شیرین (*C. aurantium cv.* Bittersweet)، نارنج مکزیکی (*C. aurantium cv.* Mexican) و نارنج خوشه‌ای (*C. myrtifolia*) از ایستگاه شهید یاسینی کترا (عباس آباد) و چهار درخت از رقم نارنج معمولی ۲ و سه شبه نارنج (*Citrus* sp.)، یکی دورگ طبیعی و دو ژنوتیپ شبه نارنج حاصل از برنامه‌های اصلاح پایه پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری در این تحقیق مورد بازدید قرار گرفتند. آلودگی یا عدم آلودگی ویروسی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی با واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با نسخه‌برداری معکوس (Reverse transcription polymerase chain reaction) مطابق روش توصیف شده (Bani Hashemian and Aghajanzadeh, 2017) مورد تأیید قرار گرفت.

نتایج و بحث

از مجموع ۳۲ درخت از نه ژنوتیپ مورد بازدید، علائم مشخص بیماری یعنی زردی رگبرگ‌های فرعی و نواحی آب‌سوخته متناظر در زیر برگ‌ها در همه درختان موجود نارنج معمولی ۱، نارنج معمولی ۲، نارنج اس‌اف‌اس، نارنج شیرین و نارنج مکزیکی مشاهده شد. این ارقام به عنوان ژنوتیپ‌های حساس به بیماری تشخیص داده شدند (شکل ۱). در مقابل در ژنوتیپ‌های متحمل نارنج خوشه‌ای (*C. myrtifolia*)، دورگ طبیعی شبه نارنج و دو ژنوتیپ شبه نارنج حاصل از برنامه‌های اصلاح پایه پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری علائمی دیده نشد. واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز با استفاده از آغازگرهای اختصاصی ژن پروتئین پوششی و آران‌ایِ کل استخراج شده از بافت پوست و رگبرگ جست‌های جوان درختان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، آلودگی به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات را در ژنوتیپ‌های حساس و همچنین گیاه شاهد مثبت مایه‌زنی شده با جدایه استاندارد ویروس مورد تأیید قرار داد و قطعات مورد انتظار به دست آمد. این قطعه در آران‌ایِ استخراج شده از ژنوتیپ‌های متحمل، گیاهچه‌های نارنج شاهد آلوده نشده و کنترل منفی فاقد الگوی آران‌ای و دی‌ان‌ای مکمل تکثیر نشد.

بر اساس دانش موجود راه درمان یا کنترل شیمیایی برای این وجود ندارد و مدیریت بر مبنای روش‌های پیش‌گیرانه و کشت ارقام مقاوم یا متحمل به جای انواع حساس صورت می‌گیرد (Liu *et al.*, 2020). از طرف دیگر مطالعات متعدد از جمله تحقیق رستگار و همکاران (رستگار و همکاران، ۱۴۰۱) نشان داد که آلودگی به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات از پایه به رقم پیوندی قابل انتقال است. نظر به گسترش ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات در شمال ایران (Bani Hashemian and Aghajanzadeh, 2017)، غربالگری اولیه ارقام و

ژنوتیپ‌های نارنج از نظر وضعیت حساسیت یا تحمل به رگبرگ روشنی زرد مرکبات به منظور استفاده در برنامه تولید نهال و مدیریت بیماری در مناطق آلوده کشور در تحقیق حاضر انجام شد. به این منظور ضروری است تا تحقیقات جامع از جمله مطالعات تیترسنجی در ژنوتیپ‌های کاندید متحمل انجام گیرد. به استناد نتایج به دست آمده، همه ارقام متعلق به گونه *Citrus aurantium* شامل نارنج معمولی (*C. aurantium*)، نارنج اس‌اف‌اس (*C. aurantium* cv. Smooth Flat Seville)، نارنج شیرین (*C. aurantium cv.* Bittersweet) و نارنج مکزیکی (*C. aurantium cv.* Mexican) در گروه گیاهان حساس به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات قرار گرفتند. در مقابل نارنج خوشه‌ای که از نظر رده‌بندی مرکبات در گونه‌ای مجزا (*C. myrtifolia*) طبقه‌بندی شده و همچنین شبه نارنج‌های دورگ حاصل از انتخاب طبیعی یا برنامه اصلاح مرکبات که تفاوت‌هایی با نارنج دارند و هنوز به صورت رقم معرفی نشده‌اند، به عنوان گیاهان متحمل به ویروس شناخته شدند.



شکل ۱– زردی رگبرگ‌های فرعی (ردیف بالا) و نواحی آب‌سوخته متناظر در پشت برگ‌ها (ردیف پائین) در ژنوتیپ‌های حساس به رگبرگ روشنی زرد مرکبات: نارنج معمولی ۱ (A) ، نارنج معمولی ۲ (B)، نارنج اس‌اف‌اس (C)، نارنج شیرین (D) و نارنج مکزیکی (E).

پژوهشگاه علوم باغبانی ایران

منابع

تاجور، ی.، زارع، ن. و حمیدی، ع. ۱۳۹۱. پرورش مرکبات در فضای سبز و آپارتمان. انتشارات عصر ماندگار، ۱۴۰ صفحه.

رستگار، م.ح.، روحی‌بخش، ا. و بنی‌هاشمیان، س.م. ۱۴۰۱. شناسایی و تعیین شدت پاسخ نسبی ژنوتیپ‌های لیموی حساس به ویروس رگبرگ روشنی زرد مرکبات. بیماری‌های گیاهی، ۵۸(۳): ۱۵۸–۱۷۰.

گلعین، ب. و عدولی، ب. ۱۳۹۰. مرکبات (کاشت). انتشارات نوین پویا، ۱۶۰ صفحه.

Alshami, A.A.A., Ahlawat, Y.S. and Pant, R.P. 2003. A hitherto unreported yellow vein clearing disease of citrus in India and its viral etiology. Indian Phytopathology, 56: 422–427.

Bani Hashemian, S.M. and Aghajanzadeh, S. 2017. Occurrence of *Citrus yellow vein clearing virus* in citrus species in Iran. Journal of Plant Pathology, 99: 290.

Catara, A., Azzaro, A., Davino, M. and Polizzi, G. 1993. Yellow vein clearing of lemon in Pakistan. Proceedings of the 12th International Organization of Citrus Virologists Conference, New Delhi, India, pp. 364–367.

Chen, H.M., Li, Z.A., Wang, X.F., Zhou, Y., Tang, K.Z., Zhou, C.Y., Zhao, X.Y. and Yue, J.Q. 2014. First report of *Citrus yellow vein clearing virus* on lemon in Yunnan, China. Plant Disease, 98: 1747.

ICTV. 2024. *Potexvirus citriflavivenae*. International Committee on Taxonomy of Viruses. Available at: www.ictv.global.

Liu, C., Liu, H., Hurst, J., Timko, M.P. and Zhou, C. 2020. Recent advances on *Citrus yellow vein clearing virus* in citrus. Horticultural Plant Journal, 6: 216–222.

Loconsole, G., Önelge, N., Potere, O., Giampetruzzi, A., Bozan, O., Satar, S., De Stradis, A., Savino, V., Yokomi, R.K. and Saponari, M. 2012. Identification and characterization of *Citrus yellow vein clearing virus*, a putative new member of the genus *Mandarivirus*. Phytopathology, 102: 1168–1175.

Önelge, N. 2002. First report of yellow vein clearing of lemons in Turkey. Journal of Turkish Phytopathology, 32: 53–55.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Diversity of sour orange genotypes in terms of tolerance to *Citrus yellow vein clearing virus*

Seyed Mehdi Bani Hashemian[1*], Parisa Ghorbani[2] and Ahmad Ruhibakhsh[2]
1. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
2. Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[*]*Corresponding Author: m.banihashemian@areeo.ac.ir*

Abstract

Sour orange (*Citrus aurantium*) is one of the most important plants of the Rutaceae family cultivated in citrus regions of the world. In addition to its edible and ornamental uses, it is also a principal rootstock for other citrus cultivars. Sour Orange is one of the main hosts of citrus yellow vein clearing virus (*Potexvirus citriflavivenae*), which has been spreading in Iran and a number of Asian countries in recent years. In order to investigate the presence of sensitivity or tolerance in different types of this plant, characteristic symptoms of the virus, including yellowing of the secondary veins and corresponding water-soaked areas on the underside of the leaves, were observed in 32 trees from nine sour orange and sour orange-like cultivars and genotypes at three citrus research stations in the north of the country. Unlike Common sour orange 1, Common sour orange 2, SFS sour orange (*C. aurantium* cv. Smooth Flat Seville), Bittersweet sour orange (*C. aurantium* cv. Bittersweet) and Mexican sour orange (*C. aurantium* cv. Mexican), no natural infection with the virus was observed in Chinotto (*C. myrtifolia*), a natural and two offsprings of controlled cross pollination sour orange-like hybrids from the rootstock breeding programs of the Citrus and Subtropical Fruit Research Institute. Symptom severity was graded and the studied genotypes were classified into six groups with very high sensitivity, high sensitivity, moderate sensitivity, low sensitivity, very low sensitivity and tolerant. Knowledge of the response of cultivars and genotypes to the virus plays an important role in breeding and disease management programs.

Keywords: Citrus, Genotype, Sour orange, Tolerance, Virus.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تحمل به شوری لاین‌های انتخابی کاهو (*Lactuca sativa* L.)

زینب چقاکبودی[1*] و سید حسن موسوی[2]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده گلخانه و محیط های کنترل شده، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران.
*نویسنده مسئول: *z.chaghakaboodi@razi.ac.ir*

چکیده

تنش ناشی از شوری می‌تواند رشد و کارایی گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد و منجر به بروز مشکلاتی از جمله سمیت یونی، اختلال در جذب آب و تغییر در تعادل هورمونی گیاه شود. با توجه به گسترش کشت محصولات باغی و سبزیجات در گلخانه‌ها، شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به شرایط محیطی نامساعد مانند گرما، شوری و خشکی برای بهینه‌سازی تولید ضروری به نظر می‌رسد. از این‌رو، در این پژوهش جهت ارزیابی مقاومت به شوری، ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷و ۲۰ به همراه رقم داخلی" ستاره "و ارقام خارجی" لولاروزا "و" میگنونت " مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، در گلخانه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه طی سال زراعی ۱۴۰۲۱-۴۰۳ اجرا شد. در این مطالعه، گیاهان با سطوح مختلف شوری شامل آب معمولی (شاهد)، محلول‌های شوری با غلظت‌های ده به پنج، بیست به ده و سی به پانزده میلی‌مولار از ترکیب کلرید سدیم و کلرید کلسیم آبیاری شدند. تیمارهای شوری از مرحله سه تا چهار برگی به‌طور همزمان اعمال گردیدند. شاخص‌های مورد بررسی شامل مقدار قند محلول کل، محتوای فنل کل و فلاونوئید کل بودند. نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری باعث افزایش تجمع ترکیبات فیتوشیمیایی نظیر قند محلول، فنل و فلاونوئید کل در برگ‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: محتوای قند کل، محتوای فلاونوئید کل، کاهو.

مقدمه

گیاهان در طول دوره رشد و تکامل خود با انواعی از تنش‌های زیستی) بیوتیک (و غیرزیستی) ابیوتیک (روبرو می‌شوند .این عوامل تنش‌زا به طور مستقیم بر کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی اثر گذاشته و مانع از بروز کامل توان بالقوه ژنتیکی گیاه برای تولید مطلوب می‌شوند .با وجود پیشرفت‌های علمی و فنی در شناسایی و مدیریت این تنش‌ها، همچنان بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات زراعی هر ساله به واسطه مواجهه با این شرایط نامساعد کاهش می‌یابد .در این میان، تنش شوری یکی از مهم‌ترین موانع کشت و تولید در سطح جهانی به شمار می‌آید که علاوه بر کاهش رشد گیاهان، پیامدهای نامطلوبی نیز برای محیط زیست به همراه دارد (Kumar and Saddhe, 2018). به طور کلی، راهکارهای متعددی برای مقابله با تنش شوری وجود دارد، اما یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش‌ها، پرورش و به‌نژادی گیاهان مقاوم به شرایط شور است. بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند بیوتکنولوژی و اصلاح ژنتیکی در این زمینه مستلزم درک عمیق از سازوکارهای تحمل شوری و بررسی دقیق پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان به این تنش می‌باشد. از این رو، مطالعه رفتار گیاهان در مواجهه با تنش‌های مختلف، به ویژه شوری، اهمیت فراوانی دارد تا بتوان پایه‌ای علمی برای تولید گیاهان مقاوم با استفاده از فناوری‌های نوین فراهم کرد. با توجه به روند رو به افزایش شوری خاک‌های کشاورزی و رشد روزافزون نیاز غذایی بشر، اتخاذ راهبردهایی مؤثر جهت کاهش اثرات زیان‌بار شوری بیش از پیش ضرورت یافته است. براسینوستروئیدها تنها گروه شناخته‌شده از هورمون‌های استروئیدی در گیاهان هستند که به طور گسترده در گونه‌های مختلف گیاهی یافت می‌شوند و حتی در مقادیر بسیار ناچیز نیز فعالیت زیستی قابل توجهی دارند (Jager *et al.*, 2008). این هورمون‌ها از طریق افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های غیرزیستی و تقویت فرآیندهای رشد، نقش کلیدی در تنظیم رشد و پاسخ به تنش ایفا می‌کنند .براسینواستروئیدها در مسیرهای پیام‌رسانی سلولی با هورمون‌هایی نظیر آبسیزیک اسید، اکسین، سیتوکینین، اتیلن، جیبرلین، جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید تعامل دارند. به‌ویژه، تعامل بین آبسیزیک اسید و براسینوستروئیدها از طریق

نیتریک اکسید منجر به بسته شدن روزنه‌های گیاه و افزایش مقاومت به خشکی می‌شود. در این میان، براسینوستروئیدها می‌توانند موجب افزایش بیوسنتز آبسیزیک اسید شوند، و در عین حال این دو هورمون به‌صورت هماهنگ بر بیان برخی ژن‌ها اثر گذاشته و در برخی موارد، آبسیزیک اسید به‌عنوان تنظیم‌کننده منفی بر اجزای مسیرهای پیام‌رسانی اپی‌براسینواستروئید عمل می‌کند (Planas *et al.*, 2019). در مطالعه‌ای که توسط احمد و همکاران (۲۰۱۹) در بنگلادش با هدف بررسی تأثیر تنش شوری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه کاهو انجام شد، نتایج نشان داد که با افزایش شدت شوری، صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی کاهش یافتند. در مقابل، برخی شاخص‌های بیوشیمیایی مانند میزان پرولین و پروتئین افزایش یافته و محتوای فنول کل کاهش یافت. در پژوهشی دیگر، باباوسمیل و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک، عصاره مخمر و زئولیت بر کاهش اثرات تنش شوری در کاهو پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار رشد گیاه و میزان کلروفیل کل شد، در حالی که محتوای پرولین و قند افزایش یافت. در مطالعه‌ای دیگر که به منظور ارزیابی تحمل به شوری در ده ژنوتیپ کاهو انجام شد، از نمک‌های کلرید سدیم و کلرید کلسیم برای ایجاد شرایط شور استفاده گردید. تیمار شاهد شامل غلظت صفر از هر دو نمک بود و غلظت نمک‌ها به‌تدریج طی آزمایش افزایش یافت. در هفته دوم پس از انتقال نشاء به گلدان‌ها، غلظت نمک‌ها به بیست میلی‌مولار کلرید سدیم و ده میلی‌مولار کلرید کلسیم رسید، و در هفته‌های سوم و چهارم این مقادیر به سی و پانزده میلی‌مولار افزایش یافت. نتایج نشان داد که با افزایش شوری، سطح برگ و وزن تر در تمامی ژنوتیپ‌ها نسبت به شاهد کاهش یافت، در حالی که شاخص کلروفیل در اثر تنش شوری افزایش نشان داد (Adhikari et al., 2019). هدف از این مطالعه بررسی تنش شوری لاین های انتخابی کاهو در شرایط گلخانه می باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، در سال زراعی ۱۴۰۳–۱۴۰۲ در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل سه عامل بودند: فاکتور اول لاین های انتخابی کاهو، فاکتور دوم سطوح مختلف هورمون ۲۴-اپی‌براسینولید ۰، ۴ و ۸ میکرومولار و فاکتور سوم سطوح مختلف شوری شامل تیمار شاهد، ده میلی‌مولار نمک کلرید سدیم به پنج میلی مولار نمک کلرید کلسیم، بیست مولار نمک کلرید سدیم به ده میلی مولار نمک کلرید کلسیم و سی میلی مولار نمک کلرید سدیم به پانزده میلی مولار نمک کلرید کلسیم بود. ابتدا نشاء ژنوتیپ‌های مورد نظر در شرایط گلخانه‌ای تولید و سپس به گلدان‌هایی با قطر ۲۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر منتقل شدند. بستر کاشت شامل ترکیبی از پرلیت، کوکوپیت و پیت‌ماس به نسبت مساوی بود. تیمار هورمونی با استفاده از محلول‌های تهیه‌شده در سه سطح مشخص ۰، ۴ و ۸ میکرومولار ۲۴-اپی‌براسینولید انجام شد. این محلول‌ها زمانی که گیاهچه‌ها در مرحله ۳ تا ۴ برگی قرار داشتند، به مدت دو روز، دو نوبت در روز صبح و عصر به صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها اعمال گردید.کاهو به‌عنوان گیاهی حساس تا نیمه‌حساس به شوری شناخته می‌شود و آستانه تحمل شوری آن حدود ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر است؛ با این حال، میزان حساسیت می‌تواند بسته به ژنوتیپ متفاوت باشد. در این مطالعه، برای تیمار شاهد، غلظت صفر از هر دو نمک در نظر گرفته شد. اعمال شوری به‌صورت تدریجی و مطابق با روش Adhikari et al. (2019)صورت گرفت. پس از انتقال نشاها به گلدان، در هفته دوم غلظت نمک‌ها به ۲۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم و ۱۰ میلی‌مولار کلرید کلسیم، و در هفته‌های سوم و چهارم به ترتیب به سی و پانزده یلی‌مولار افزایش یافت. تیمارهای شوری نیز مانند تیمارهای هورمونی پس از مرحله ۳ تا ۴ برگی آغاز شدند. در پایان دوره آزمایش، صفات بیوشیمیایی شامل محتوای قند محلول کل طبق روش Shlegl (1986)، محتوای فنول کل طبق روش Pandjaitan et al. (2005) و محتوای فلاونوئید کل طبق روش Chang et al. (2002) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لاین های انتخابی کاهو جدول ۱ نشان داد که اثرات اصلی ژنوتیپ، سطوح مختلف هورمون ۲۴-اپی‌براسینولید، و سطوح مختلف شوری، همچنین اثرات متقابل دوتایی شامل ژنوتیپ × هورمون، ژنوتیپ × شوری، هورمون × شوری، و اثر متقابل سه‌گانه ژنوتیپ × هورمون × شوری برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد ($P < 0.01$) بسیار معنی‌دار بودند. تنش شوری اثرات قابل توجهی بر ترکیبات فیتوشیمیایی لاین های انتخابی کاهو داشت. افزایش سطوح شوری همچنین باعث افزایش ترکیبات فیتوشیمیایی نظیر محتوای قند محلول کل، فنول کل و فلاونوئید کل گردید. این افزایش نشان‌دهنده پاسخ

دفاعی گیاه به شرایط تنش‌زا بوده و این ترکیبات در مکانیزم‌های سازگاری گیاه نقش کلیدی ایفا می‌کنند. قندهای محلول با ایفای نقش به‌عنوان اسمولیت‌های سازگار، در حفظ تعادل اسمزی و تنظیم وضعیت آبی گیاه مؤثر هستند. همچنین، ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدها با عملکرد آنتی‌اکسیدانی قوی، در کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از شوری نقش مؤثری دارند(Boughalleb et al., 2020). به‌طور کلی، این تغییرات نشان‌دهنده تأثیر منفی شوری بر کارایی فتوسنتزی و کیفیت فیتوشیمیایی گیاه کاهو هستند. از این رو، بهره‌گیری از ژنوتیپ‌های متحمل به شوری می‌تواند نقش مهمی در حفظ رشد، عملکرد و کیفیت محصولات کاهو تحت شرایط شور ایفا نماید.

جدول ۱- آنالیز واریانس صفات مورد مطالعه در لاین های انتخابی کاهو تحت تنش شوری.

		میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای قند کل	فنل کل	فلاونوئید کل
ژنوتیپ	5	4386.540**	0.381**	38.446**
هورمون	3	3501.677**	0.057**	0.927**
سطوح مختلف شوری	3	450.865**	0.007**	0.207**
ژنوتیپ × هورمون	10	552.800**	0.018**	0.187**
ژنوتیپ × سطوح شوری	15	226.509**	0.005**	0.064**
هورمون × سطوح شوری	6	558.907**	0.012**	0.187**
ژنوتیپ × هورمون × شوری	30	71.481**	0.002**	0.043**
اشتباه	216	4.974	0.001	0.009
کل	288			

*، ** به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد و یک درصد.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

منابع

Adhikari, N.D., Simko, I. and Mou, B. 2019. Phenomic and physiological analysis of salinity effects on lettuce. Sensors, 19(21): 4814.

Ahmed, S., Ahmed, S., Roy, S.K., Woo, S.H., Sonawane, K.D. and Shohael, A.M. 2019. Effect of salinity on the morphological, physiological and biochemical properties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Bangladesh. Open Agriculture, 4(1): 361–373.

Babaousmail, M., Nili, M.S., Brik, R., Saadouni, M., Yousif, S.K., Omer, R.M. and El-Taher, A.M. 2022. Improving the tolerance to salinity stress in lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) using exogenous application of salicylic acid, yeast, and zeolite. Life, 12(10): 1538.

Boughalleb, F., Abdellaoui, R., Mahmoudi, M. and Bakhshandeh, E. 2020. Changes in phenolic profile, soluble sugar, proline, and antioxidant enzyme activities of *Polygonum equisetiforme* in response to salinity. Turkish Journal of Botany, 44(1): 25–35.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10: 178–182.

Kumar, K. and Saddhe, A.A. 2018. Targeting aquaporins for conferring salinity tolerance in crops. In: *Salinity Responses and Tolerance in Plants, Volume 1: Targeting Sensory, Transport and Signaling Mechanisms*, pp. 65–84.

Pandjaitan, N., Howard, L.R., Morelock, T. and Gil, M.I. 2005. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 8618–8623.

Shlegl, H.G. 1986. Die Verwertung organischer Säuren durch *Chlorella* Licht. Plant Sciences, 41: 47–51.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Assessment of Salt Tolerance in Selected Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Lines

Zeinab Chaghakaboodi[1*] and Seyed Hassan Mousavi[2]
1. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Department of Physiology and Postharvest Technology, Greenhouse and Controlled Environments Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Karaj, Iran
[*]*Corresponding author: z.chaghakaboodi@razi.ac.ir*

Abstract

Salt stress can affect plant growth and performance, leading to problems such as ion toxicity, disruption in water uptake, and hormonal imbalance. Given the increasing cultivation of horticultural and vegetable crops in greenhouses, identifying and selecting genotypes resistant to unfavorable environmental conditions such as heat, salinity, and drought is essential for optimizing production. Therefore, in this study, to evaluate salt tolerance, genotypes No. 4, 7, and 20, along with the local cultivar 'Setareh' and the foreign cultivars 'Lollo Rossa' and 'Mignonette' were examined. The experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with four replications in the greenhouse of the Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, during the 2023–2024 growing season. In this study, plants were irrigated with different salinity levels, including regular water (control) and saline solutions with concentrations of 10:5, 20:10, and 30:15 mM of sodium chloride and calcium chloride, respectively. The salinity treatments were applied simultaneously from the 3–4 leaf stage. The evaluated traits included total soluble sugar content, total phenol content, and total flavonoid content. The results showed that increased salt stress led to greater accumulation of phytochemical compounds such as soluble sugars, total phenols, and flavonoids in the leaves.

Keywords: Total Sugar Content, Total Flavonoid Content, Lettuce.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغییر خصوصیات فتوسنتزی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل *Echinacea purpurea* تحت تنش خشکی

رضوانه طاوسی[1*]، محمد سیاری[1] و علی عزیزی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *rezvanetavoosi@gmail.com*

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل غیرزیستی محدودکننده رشد و توسعه گیاهان به شمار می‌رود که می‌تواند با کاهش قابل توجه سرعت رشد و تجمع زیست توده، عملکرد گیاهان زراعی و دارویی را به شدت تحت تأثیر قرار دهد. در پژوهش حاضر، اثرات تنش خشکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل *Echinacea purpurea* در مراحل مختلف رشد مورد بررسی قرار گرفته است. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح آبیاری: تنش ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، تنش ملایم ۶۰ درصد و تنش شدید ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و اعمال این سطوح آبیاری در سه مرحله رشدی گیاه یعنی مرحله ۱۰ برگی، قبل از گلدهی و گلدهی انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که تنش خشکی در سطوح مختلف آبیاری و مراحل رشدی گیاه بر ویژگی‌های فتوسنتزی نظیر کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها، همچنین بر میزان فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل و ریشه سرخارگل تأثیر معناداری داشت. به طور مشخص، تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار کلروفیل a و کاروتنوئید شد، در حالی‌که محتوای کلروفیل b در گیاهان تحت تنش افزایش یافت. علاوه بر این، غلظت فنل کل و فلاونوئید کل در گل سرخارگل تحت تنش شدید خشکی به ترتیب ۳۷/۵۸ و ۲۵/۶۷ درصد افزایش یافت. همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل سرخارگل در شرایط تنش شدید افزایش یافت، اما این تنش تأثیر معنی‌داری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ریشه نداشت. جالب توجه اینکه غلظت فنل کل در ریشه سرخارگل تحت تنش شدید خشکی ۲۱/۳۱ درصد کاهش نشان داد، در حالی‌که میزان فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ریشه تغییر محسوسی نکرد. در مجموع، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد تنش خشکی موجب تغییرات قابل توجهی در ترکیبات فیتوشیمیایی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه سرخارگل می‌شود. افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی به عنوان بخشی از پاسخ دفاعی گیاه به تنش خشکی، اهمیت مدیریت صحیح آبیاری در کشت گیاهان دارویی را دوچندان می‌کند.

واژه‌های کلیدی: رنگیزه‌های فتوسنتزی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مدیریت آبیاری، محتوای فنل کل.

مقدمه

سرخارگل گیاهی چندساله از خانواده Asteraceae که بومی آمریکای شمالی می‌باشد و در حال حاضر برای مصرف دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Waidyanatha et al,.2020). اندام‌های هوایی و به ویژه ریشه‌های گیاه *E. purpurea* و فرآورده‌های آنها به عنوان تقویت کننده سیستم ایمنی بدن معرفی شده است (Xu et al., 2021; Zhang et al., 2001). ترکیبات زیستی مهم این گیاه شامل پلی‌ساکاریدها، پلی‌استیلن‌ها، آلکالوئیدها و فلاونوئیدها هستند که فعالیت‌های ضد ویروسی، ضد باکتریایی، ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی آن را تأیید می‌کنند (Barnes et al., 2005; Landy et al., 2011). گیاهان به طور مداوم در معرض شرایط محیطی نامطلوب متفاوتی قرار می‌گیرند که در مواجهه با تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی، تغییرات ژنتیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی پیچیده‌ای را تجربه می‌کنند که به سازگاری و تحمل آن‌ها کمک می‌کند (Hashmat et al., 2021). اثر تنش کم آبی بر کلیه مراحل رشد و نمو یکسان نبوده و درگیاهان بعضی مراحل نسبت به تنش رطوبتی بسیار حساس و دربرخی مراحل کمتر تحت تأثیر تنش کم آبی قرار می‌گیرند. تنش خشکی با کاهش فتوسنتز از طریق محدودیت روزنه‌ای و کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل، عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تولید گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن را افزایش می‌دهد که منجر به آسیب سلولی می‌شود (Loreto and Centritto, 2008; Khoeasaninejad et al., 2018).

گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن درجریان واکنش‌های انتقال الکترون فتوسنتزی در شرایط یک سیستم جریان الکترونی بالا با کاهش اندازه مخزن گیرنده‌های الکترون تولید می‌شوند؛ بنابراین یکی از مهم‌ترین آسیب‌های تنش خشکی، کاهش میزان کلروفیل در برگ‌ها است (Azeeme et al., 2016). با این حال، افزایش فنل و فلاونوئیدها تحت تنش خشکی به حذف رادیکال‌های آزاد کمک کرده و تحمل گیاه را به خشکی بهبود می‌بخشد (Khorasaninejad et al., 2018). پژوهش حاضر به بررسی تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد سرخارگل بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی آن می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت گلدانی در دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا طی ۱۱ ماه انجام شد. سطوح آبیاری شامل سه سطح بدون تنش (شاهد)، تنش ملایم و تنش شدید بود که به ترتیب بر اساس آبیاری در ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی تعیین شدند. مراحل رشد برای اعمال تنش خشکی شامل مرحله ۱۰ برگی گیاه، قبل از ظهور ساقه گل‌دهنده و شروع گلدهی بودند. تیمارهای تنش خشکی بر اساس روش وزنی انجام شد. این مطالعه با استفاده از گلدان‌های پلاستیکی اجرا شد. بذرهای گیاه سرخارگل در ۱۹ بهمن ۱۳۹۸ خریداری و در سینی‌های کشت، کاشته شدند. پس از حدود یک ماه جوانه‌زنی بذرها صورت گرفت و پس از گذشت۶۰ روز نشاها آماده شدند و سپس آماده‌سازی گلدان‌ها انجام و نشاها منتقل شدند. گلدان‌ها با مخلوط خاک مزرعه، کود حیوانی و ماسه به نسبت ۱:۲:۲ همراه با سنگریزه به منظور زهکشی بهتر و به صورت هموزن پر شدند.

برای تعیین رطوبت خاک، ۱۰ گلدان بدون گیاه با افزودن آب تا اشباع کامل پر شده و پس از ۷۲ ساعت زهکشی، نمونه خاک گرفته و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند تا درصد رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی مشخص شود. وزن خشک اولیه گلدان‌ها ۴۸۰۰ گرم و وزن نهایی آن‌ها براساس سطوح آبیاری ۸۰، ۶۰ و ۴۰درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۵۸۶۰، ۵۶۰۰ و ۵۳۴۰ گرم محاسبه شد. گلدان‌ها روزانه توزین شدند و برای هر تیمار، گلدان‌های اضافی جهت محاسبه افزایش وزن بوته‌ها در طول دوره پژوهش در نظر گرفته شد که این افزایش وزن به وزن گلدان‌ها افزوده می‌شد (Khorasaninejad et al., 2018).

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی: برای اندازه‌گیری میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، از روش پورا (Poora, 2002) استفاده شد. جذب نور نمونه‌ها در طول موج‌های ۶۶۴، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-1280 شیمادزو قرائت گردید. سپس با استفاده از فرمول‌های مشخص، میزان کلروفیلa ، کلروفیلb ، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تازه محاسبه شد.

فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: برای اندازه گیری مقدار فنل کل از روش فولین-سیکالتیواستفاده شد (Tezcan et al., 2009). میزان فلاونوئید کل با استفاده از روش نورسنجی کلرید آلومینیوم تعیین گردید (Choi et al., 2002). همچنین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به روش مهارکنندگی رادیکال (DPPH) با اندکی تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفت (Eberhardt et al., 2000). شدت جذب نمونه‌های فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در طول موج ۷۶۰، ۵۱۰ و ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-1280 شیمادزو قرائت گردید.

آنالیز آماری: پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک با دو فاکتور تنش خشکی و مرحله رشدی درسه سطح و در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده ها استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) انجام و میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

رنگیزه‌های فتوسنتزی

تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار کلروفیل a و کاروتنوئید و افزایش کلروفیل b در گیاه سرخارگل در مراحل مختلف رشد شد. تنش ملایم کلروفیل a را در مراحل رشد ۱۰ برگی، قبل از گلدهی و گلدهی به ترتیب ۳۵، ۳۸ و ۱۶ درصد کاهش داد، در حالی که تنش شدید

فقط در مرحله گلدهی ۴۰ درصد کاهش ایجاد کرد. کلروفیل b تحت تنش ۶۰ درصد به ترتیب ۱۷، ۷۴ و ۶۸ درصد و تحت تنش ۴۰ درصد به ترتیب ۳۰، ۶ و ۷۰ درصد افزایش یافت. میزان کاروتنوئید در مرحله ۱۰ برگی با تنش ۶۰ و ۴۰ درصد به ترتیب ۷۱ و ۶۵ درصد افزایش یافت، اما در مرحله قبل از گلدهی کاهش ۱۹ و ۶۵ درصد و در مرحله گلدهی با تنش ۴۰ درصد، کاهش ۳۶ درصدی داشت (جدول ۱). همچنین کم‌ترین مقدار کلروفیل a در تنش ملایم در مرحله قبل از گلدهی، کم‌ترین مقدار کلروفیل b در تیمار شاهد در مرحله گلدهی و کم‌ترین مقدار کاروتنوئید نیز در تنش شدید در مرحله قبل از گلدهی مشاهده گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه سرخارگل در مراحل مختلف رشد.

ترکیب تیماری	کلروفیل a (mg.g^{-1} FW)	کلروفیل b (mg.g^{-1} FW)	کلروفیل کل (mg.g^{-1} FW)	کاروتنوئید (mg.g^{-1} FW)
سطوح تنش (ظرفیت زراعی)				
۸۰	۰/۹۲۸	۰/۲۴۸ ^{c}	۱/۰۸۰	۰/۱۳۲
۶۰	۰/۶۶۴	۰/۳۸۰ ^{a}	۰/۹۷۲	۰/۱۳۳
۴۰	۰/۶۹۸	۰/۳۳۰^{b}	۱/۰۴۰	۰/۰۹۲
مراحل مختلف رشد				
ده برگی	۰/۶۹۹	۰/۲۸۴ ^{c}	۱/۰۱۰	۰/۱۱۵
قبل از گلدهی	۰/۶۹۲	۰/۳۵۳ ^{a}	۱/۰۴۰	۰/۱۳۶
گلدهی	۰/۸۸۹	۰/ ۳۲۰^{b}	۱/۰۴۲	۰/۱۰۷
برهمکنش دو فاکتور تنش خشکی (FC) × مرحله فنولوژیکی				
۸۰ × ده برگی	۰/۸۳۱ ^{bc}	۰/ ۲۴۶^{ef}	۱/۰۷۰	۰/۰۷۹^{d}
۸۰ × قبل از گلدهی	۰/۸۴۵ ^{bc}	۰/ ۲۷۹^{de}	۱/۱۱۴	۰/۱۸۹^{a}
۸۰ × گلدهی	۱/۱۰۷ ^{a}	۰/۲۱۹ ^{f}	۱/۰۵۴	۰/۱۲۷^{bc}
۶۰ × ده برگی	۰/۵۳۶ ^{e}	۰/ ۲۷۸ ^{cd}	۰/۹۵۷	۰/۱۳۵^{bc}
۶۰ × قبل از گلدهی	۰/۵۲۶ ^{e}	۰/ ۴۸۵^{a}	۰/۹۳۲	۰/۱۵۳^{b}
۶۰ × گلدهی	۰/۹۳۱ ^{b}	۰/۳۶۷^{b}	۱/۰۲۸	۰/۱۱۲^{c}
۴۰ × ده برگی	۰/۷۲۹ ^{cd}	۰/۳۲۱^{c}	۱/۰۰۲	۰/۱۳۰^{bc}
۴۰ × قبل از گلدهی	۰/۷۰۴ ^{cd}	۰/۲۹۶^{cd}	۱/۰۷۳	۰/۰۶۶^{d}
۴۰ × گلدهی	۰/۶۶۱ ^{de}	۰/۳۷۳^{b}	۱/۰۴۵	۰/۰۸۱^{d}

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون و گروه تیماری نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

کلروفیل، رنگ‌دانه‌ای است که نقش اصلی را در فرآیند فتوسنتز ایفا می‌کند و برای جذب، انتقال و تبدیل انرژی نور مورد استفاده قرار می‌گیرد. تاثیر تنش خشکی بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در بعضی گونه‌ها افزایش و در بعضی دیگر کاهش را نشان می‌دهد (Zhao et al., 2017). دراین پژوهش، میزان کلروفیل a و کاروتنوئیدها تحت تأثیر تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش یافت که این نتایج با یافته‌های (Khorasaninejad et al., 2018) در مطالعه روی سرخارگل هم‌راستا است. با این حال، تنش خشکی منجر به افزایش محتوای کلروفیل b نسبت به نمونه شاهد گردید. همچنین مشخص شده است که رقم، سن گیاه و شدت تنش خشکی می‌تواند در افزایش یا حفظ میزان کلروفیل تحت تنش خشکی تاثیرگذار باشند.

فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی

تنش خشکی ملایم در تمام مراحل رشد، موجب کاهش فنل و فلاونوئید کل در گل و ریشه گیاه سرخارگل شد، اما تنش شدید خشکی در مراحل ۱۰ برگی، قبل از گلدهی و گلدهی، فنل کل گل را ۳۷/۵۸ درصد و فلاونوئید کل گل را ۲۵/۶۷ درصد افزایش داد. همچنین تنش شدید در مرحله ۱۰ برگی فنل کل ریشه را ۱۶/۱ درصد و فلاونوئید کل ریشه را در مراحل ۱۰ برگی و قبل از گلدهی به ترتیب ۱۴/۹ و ۵/۳ درصد افزایش داد، در حالی‌که در سایر مراحل رشد این ترکیبات کاهش یافتند (جدول ۲). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل تحت تنش شدید افزایش یافت، اما این تأثیر در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ریشه معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین میزان فنل کل و فلاونوئید کل گل در تنش شدید به ترتیب در مراحل ۱۰ برگی و گلدهی، و بیشترین میزان فنل کل و فلاونوئید کل ریشه تحت تنش ملایم در مرحله ۱۰ برگی مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین تنش خشکی بر محتوای فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل و ریشه سرخارگل در مراحل مختلف رشد.

ترکیبات تیماری	فنل کل گل (mg.100 g^{-1} DW)	فلاونوئید کل گل (mg.100 g^{-1} DW)	ظرفیت آنتی اکسیدانی گل (٪)	فنل کل ریشه (mg.100 g^{-1} DW)	فلاونوئید کل ریشه (mg.100 g^{-1} D)	ظرفیت آنتی اکسیدانی ریشه(٪)
سطوح تنش (ظرفیت زراعی)						
۸۰	۲۷۲/۷	۱۳۱/۶۷	۸۶/۸۰ b	۸۹/۸۰	۲۶/۰۸	۸۵/۹۶
۶۰	۱۸۲/۸۱	۱۰۹/۶۵	۸۲/۷۴ c	۶۶/۷۵	۲۳/۰۶	۸۴/۹۸
۴۰	۳۷۵/۱۸ a	۱۶۵/۴۷	۸۸/۹۰ a	۷۰/۶۶	۲۶/۲۴	۸۳/۲۳
مراحل مختلف رشد						
ده برگی	۲۹۷/۳۴	۱۵۲/۶۸	۸۸/۲۳	۷۴/۱۸	۲۷/۹۵	۸۴/۳۵
قبل ازگلدهی	۲۷۵/۴۰	۱۳۱/۸۴	۶۵/۷۰	۶۰/۹۳	۲۲/۹۱	۸۴/۹۲
گلدهی	۲۵۷/۹۴	۱۲۱/۸۶	۸۴/۵۱	۹۲/۰۹	۲۴/۵۲	۸۴/۹۰
برهمکنش دو فاکتور تنش خشکی(FC) × مرحله فنولوژیکی						
۸۰ × ده برگی	۳۳۱/۷۹ a	۱۶۲/۶۴ b	۸۸/۳۸	۸۲/۴۹ bc	۲۹/۲۴ ab	۸۵/۴۹
۸۰ × قبل از گلدهی	۲۷۳/۸۳ b	۱۱۰/۰۰ de	۸۶/۴۲	۶۷/۸۱ cd	۲۲/۲۸ c	۸۶/۷۱
۸۰ × گلدهی	۲۱۲/۴۸ b	۱۲۲/۳۷ d	۸۵/۶۰	۱۱۹/۱۰ a	۲۶/۷۱ bc	۸۵/۶۷
۶۰ × ده برگی	۱۸۲/۶۱ c	۱۲۳/۳۲ d	۸۶/۴۵	۴۴/۳۱ d	۲۱/۰۱ c	۸۳/۲۲
۶۰ × قبل از گلدهی	۱۸۰/۰۳ c	۱۰۳/۵۶ e	۷۹/۵۹	۶۳/۵۸ cde	۲۲/۹۷ c	۸۵/۴۵
۶۰ × گلدهی	۱۸۵/۷۹ c	۱۰۲/۰۸ e	۸۲/۱۸	۹۲/۳۴ b	۲۵/۲۱ bc	۸۶/۲۳
۴۰ × ده برگی	۳۷۷/۶۴ a	۱۷۲/۰۷ ab	۸۹/۸۷	۹۵/۷۵ b	۳۳/۶۰ a	۸۴/۳۴
۴۰ × قبل از گلدهی	۳۷۲/۳۴ a	۱۸۱/۹۵ a	۹۱/۰۹	۵۱/۴۰ de	۲۳/۴۷ c	۸۲/۵۵
۴۰ × گلدهی	۳۷۵/۵۶ a	۱۴۱/۱۲ c	۸۵/۷۵	۶۴/۸۳ cd	۲۱/۶۵ c	۸۲/۸۱

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون و گروه تیماری نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

از آنجا که اولین واکنش گیاهان به تنش خشکی بستن روزنه می‌باشد، بستن روزنه‌ها باعث کاهش میزان فتوسنتز و در نهایت افزایش تنفس می‌شود. بنابراین میزان پیش‌سازهای کربوهیدراتی در سلول گیاهی بیشتر می‌شود و گیاه با افزایش تجمع ترکیبات فنلی به افزایش این سوبسترا پاسخ می‌دهد (Nouraei et al., 2018). ساختار و میزان ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدها به میزان زیادی از محیط تاثیر می‌پذیرد

و می‌تواند در اثر تنش‌های محیطی تغییر یابد. در پژوهش حاضر، تنش شدید خشکی منجر به افزایش قابل توجه میزان فنل و فلاونوئید کل در گل گیاه سرخارگل شد، در حالی‌که میزان فنل ریشه کاهش یافت و تأثیری بر مقدار فلاونوئید ریشه مشاهده نشد که احتمالا به دلیل تاثیر بیشتر تنش‌های محیطی بر اندام هوایی در مقایسه با اندام‌های زیرزمینی می‌باشد. همچنین افزایش میزان فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل گیاه سرخارگل تحت تنش خشکی در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Khorasaninejad et al., 2018).

نتیجه‌گیری

تنش خشکی در گیاه سرخارگل باعث کاهش کلروفیل a و کاروتنوئید و افزایش کلروفیل b شد که این تغییرات بسته به شدت تنش و مرحله رشد متفاوت بود. همچنین، تنش شدید خشکی میزان فنل، فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل را افزایش داد .در حالیکه فنل ریشه کاهش یافت و فلاونوئید ریشه تغییر محسوسی نداشت. این پاسخ‌های متابولیکی نشان‌دهنده سازگاری‌های گیاه برای مقابله با خشکی است که به تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متعددی منجر می‌شود و بر عملکرد و مقاومت گیاه تأثیرگذار است.

منابع

Hashmat, S., Shahid, M., Tanwir, K., Abbas, S., Ali, Q., Niazi, N.K. and Javed, M.T. 2021. Elucidating distinct oxidative stress management, nutrient acquisition and yield responses of *Pisum sativum* L. fertigated with diluted and treated wastewater. Agricultural Water Management, 247: 106720.

Khorasaninejad, S., Alizadeh Ahmadabadi, A. and Hemmati, K. 2018. The effect of humic acid on leaf morphophysiological and phytochemical properties of *Echinacea purpurea* L. under water deficit stress. Scientia Horticulturae, 239: 314–323.

Landy, N., Ghalamkari, G.H., Toghyani, M. and Moattar, F. 2011. The effects of *Echinacea purpurea* L. (purple coneflower) as an antibiotic growth promoter substitution on performance, carcass characteristics and humoral immune response in broiler chickens. Journal of Medicinal Plants Research, 5(11): 2332–2338.

Loreto, F. and Centritto, M. 2008. Leaf carbon assimilation in a water-limited world. Plant Biosystems, 142(1): 154–161.

Nouraei, S., Rahimmalek, M. and Saeidi, G. 2018. Variation in polyphenolic composition, antioxidants and physiological characteristics of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* Hayek L.) as affected by drought stress. Scientia Horticulturae, 233: 378–385.

Waidyanatha, S., Pierfelice, J., Cristy, T., Mutlu, E., Burback, B., Rider, C.V. and Ryan, K. 2020. A strategy for test article selection and phytochemical characterization of *Echinacea purpurea* extract for safety testing. Food and Chemical Toxicology, 137: 111125.

Xu, W., Zhu, H., Hu, B., Cheng, Y., Guo, Y., Yao, W. and Qian, H. 2021. Echinacea in hepatopathy: A review of its phytochemistry, pharmacology, and safety. Phytomedicine, 87: 153572.

Zhou, R., Yu, X., Ottosen, C.O., Rosenqvist, E., Zhao, L., Wang, Y. and Wu, Z. 2017. Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress. BMC Plant Biology, 17: 1–13.

Changes in Photosynthetic and Phytochemical Characteristics of the (*Echinacea purpurea*) under Drought Stress

Rezvaneh Tavousi[1*], Mohammad Sayyari[1] and Ali Azizi[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[*]*Corresponding author: rezvanetavoosi@gmail.com*

Abstract

Drought stress is one of the most important abiotic factors limiting plant growth and development, significantly affecting the growth rate, biomass accumulation, and yield of both agricultural and medicinal plants. In the present study, the effects of drought stress on photosynthetic pigments and some phytochemical traits of the *Echinacea purpurea* were investigated at different growth stages. The experimental treatments included three irrigation levels: no stress (control) at 80% field capacity, mild stress at 60%, and severe stress at 40% field capacity. These irrigation regimes were applied at three developmental stages: the 10-leaf stage, pre-flowering, and flowering. The results showed that drought stress at various irrigation levels and growth stages significantly influenced photosynthetic characteristics such as chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids, as well as total phenol content, total flavonoids, and antioxidant capacity in both flowers and roots of Echinacea. Specifically, drought stress caused a significant decrease in chlorophyll a and carotenoids, while chlorophyll b content increased under stress conditions. Moreover, under severe drought stress, total phenol and total flavonoid concentrations in the flowers increased by approximately 37.58% and 25.67%, respectively. The antioxidant capacity of the flowers also increased significantly under severe stress, whereas the antioxidant capacity of the roots was not significantly affected. Interestingly, total phenol content in the roots decreased by about 21.31% under severe drought stress, while total flavonoid content and antioxidant capacity in the roots showed no significant changes. Overall, these findings indicate that drought stress induces considerable changes in the phytochemical composition and photosynthetic pigments of Echinacea. The increase in phenolic and flavonoid compounds appears to be part of the plant's defensive response to drought stress, highlighting the critical importance of proper irrigation management in the cultivation of medicinal plants to optimize their growth and phytochemical quality.

Keywords: Antioxidant activity, Irrigation management, Photosynthetic pigments, Total phenol content.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر پیش‌تیمار و تیمار ملاتونین در گیاهان مختلف برای مقابله با شوری

بیتا دهنوی[1*]، مجید عزیزی ارانی[2] و احمد احمدیان[3]
۱- گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
*نویسنده مسئول: *bitadehnavi282@gmail.com*

چکیده

شوری باعث تغییرات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و همچنین پاسخ‌های بیوشیمیایی در گیاهان می‌شود. میزان این تغییرات بسته به سطح شوری و مدت زمان اعمال آن دارد. تنش شوری به طور غیرمستقیم به‌دلیل اثر بر فعالیت‌های اسمزی سبب کاهش محتوای آب قابل دسترس گیاهان شده و به این ترتیب رشد گیاهان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. هنگامی که شوری افزایش یابد پتانسیل آب خاک کاهش پیدا می‌کند. به‌طور کلی، وجود نمک در محلول خاک، پتانسیل اسمزی خاک را کاهش و تنش آبی ایجاد می‌شود. این امر باعث می‌شود جذب آب کافی برای رشد گیاه با مشکل مواجه شود و در نهایت به کاهش سرعت رشد و تغییر در فعالیت متابولیکی گیاه منجر می‌شود. مطالعات اخیر در گونه‌های مختلف گیاهی نشان می‌دهد که کاربرد خارجی ملاتونین در گیاهان تحت تنش شوری منجر به افزایش سطح ملاتونین درون‌زا شده و در سطوح بالا هموستازی یونی را بهبود می‌بخشد و سبب تقویت بیوسنتز هورمون‌ها می‌گردد. به طور کلی ملاتونین یک مولکول با اثرات متنوع بسیاری در گیاهان است که در فرآیندهای فیزیولوژیکی متعددی از جمله رشد، ریشه زایی، جوانه زنی بذر، فتوسنتز، تنظیم اسمزی و محافظت در برابر عوامل استرس‌زای زنده و غیرزیست از جمله شوری نقش دارد. تحقیقات بسیاری نشان داد که ملاتونین می تواند تحمل نمک را در گیاهان افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: تنش، سدیم، پتانسیل اسمزی، عملکرد.

مقدمه

تنش باعث کاهش کیفیت ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهان می‌شود. اختلالات عناصر غذایی در گیاهان تحت تنش شوری از طریق تأثیر در دسترس بودن، انتقال و تقسیم‌بندی مواد غذایی باعث کاهش رشد گیاه می‌گردد (Jouyban, 2012). گیاهان در طول چرخه زندگی خود با انواع تنش‌های بیولوژیکی و غیرزیستی مواجه می‌شوند. در تنش‌های غیرزیستی، شوری خاک و آب به شدت رشد و توسعه گیاهان را محدود می‌کند. تنش شوری به‌عنوان یکی از مهمترین تنش‌های پایدار محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد (Parihar et al., 2015). شوری یکی از معضلات مهم جهانی است که بر محصولات کشاورزی تأثیر منفی می‌گذارد. طبق گزارش برنامه محیط زیست سازمان ملل، تقریباً ۲۰٪ از اراضی کشاورزی و ۵۰٪ از زمین‌های زراعی در سطح جهانی تحت‌تأثیر شوری قرار دارند (UNEP, 2021). در سال‌های اخیر، شوری خاک به‌دلیل تغییرات اقلیمی جهانی تشدید شده است. بر اساس آمار، شوری خاک هر ساله ۱ تا ۲٪ از مساحت اراضی کشاورزی را کاهش می‌دهد. در ایران، حدود ۹۰ درصد از مناطق در شرایط خشک و نیمه‌خشک قرار دارند. مساحت خاک‌های شور در ایران تقریباً ۲۴ میلیون هکتار است که معادل ۱۵ درصد از زمین‌های کشاورزی کشور می‌باشد (Javadi et al., 2021). خاک‌های شور – قلیا دارای ویژگی‌های pH بالا، نرخ بالای تبادل سدیم و هدایت الکتریکی بالا هستند و تجمع بیش از حد یون‌های سدیم یا افزایش نمک خاک، ثبات خاک را کاهش می‌دهد و منجر به پراکندگی ذرات خاک می‌شود (Singh, 2022). از سوی دیگر آب شور نیز از معضلات محدودکننده کشاورزی محسوب می‌شود. کشاورزی آبی در ایران دارای مساحت تقریبی ۷/۸ میلیون هکتار بوده که حدود ۷۱ درصد از حجم مصرف منابع آب تجدیدشونده اعم از سطحی و زیرزمینی را به خود اختصاص داده است. در یک مقیاس ملی، متوسط هدایت الکتریکی چاه‌های کشاورزی در حدود ۲ دسی زیمنس بر متر بوده و از نظر حجمی، حدود ۳۱ درصد از آب‌های زیرزمینی معادل با ۱۳/۸ میلیارد متر

مکعب و حدود ۲۰ درصد از آب‌های سطحی معادل با ۳/۶ تا ۴/۴ میلیارد متر مکعب مصرفی در بخش کشاورزی دارای شوری‌های بالاتر از میانگین می‌باشند (رحیمیان و غلامی، ۱۴۰۱). بیشتر مشکلات شوری برای گیاهان به‌دلیل مقادیر زیاد کلرید سدیم می‌باشد که به‌طور گسترده در مناطق ساحلی و خاک‌های مناطق خشک پخش می‌شود (کافی، ۱۳۸۸). نمک‌هایی که عمدتاً باعث شوری می‌شوند کلرید سدیم و سولفات سدیم می‌باشند. کلرید سدیم مهمترین نوع نمک است و مقدار زیادی از Na^+ و Cl^- که توسط گیاهان جذب می‌شود می‌تواند با تغییر در فرآیند متابولیک، به عملکردهای فیزیولوژیکی طبیعی گیاهان آسیب برساند (Zhu, 2016). ورود Na^+ و خروج K^+ از طریق ناقل‌های یونی مختلف در غشای سلولی انجام می‌شود. در نهایت، به‌دلیل عدم تعادل یون‌ها، غشای سلولی تخریب می‌شود و هموستازی سلول‌ها مختل شده که بر رشد طبیعی گیاهان تأثیر می‌گذارد (Munns & Tester, 2008). تنش شوری سبب کاهش پتانسیل آبی، عدم توازن عناصر غذایی، اختلال در جذب عناصر ضروری، کاهش فتوسنتز، کاهش سنتز پروتئین در گیاه می‌شود. تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور و استقرار گیاهچه‌ها نیز تاثیر منفی دارد (Miri and Mirjalili, 2013). افزایش سدیم سبب کاهش کاتیون‌های دیگر در گیاه و به هم خوردن تعادل کاتیونی گیاه شده که این امر باعث کاهش میزان کلسیم، منیزیم و پتاسیم در گیاه می‌شود. در مقادیر شوری بالاتر، مقدار یون پتاسیم به‌دلیل جایگزینی توسط یون سدیم کاهش می‌یابد که این امر علاوه بر برهم زدن تعادل یونی باعث اختلال در متابولیسم گیاه نیز می‌شود (Garcia-Caparros & Teresa Lao, 2018). به طور کلی، تنش شوری باعث کاهش و توقف رشد گیاه، زرد شدن و سوختن برگ‌ها، کاهش در تعداد گل و در نهایت از بین رفتن گیاه می‌گردد (امیدی و همکاران، ۱۳۹۹). اثر شوری بر گیاهان با متغیرهای مختلفی مانند غلظت یون، ترکیب خاک، نزدیکی به دریا، ارتفاع، سرعت تبخیر و تعرق، دما و فراوانی بارندگی تغییر می‌کند (Paraskevopoulou et al., 2020). غلظت بالای نمک در گیاه بر آناتومی، فیزیولوژی و مورفولوژی قسمت‌های مختلف گیاه تأثیر می‌گذارد. نمک‌های جذب شده توسط گیاه در برگ‌های بالغ متمرکز شده که به‌دلیل ناتوانی سلول‌های برگ در جداسازی نمک‌ها در واکوئل منجر به مرگ برگ در یک دوره زمانی طولانی می‌شود (Plaza et al., 2012). سطح تنش ناشی از شوری به گونه و رقم گیاه، بستر رشد و روش آبیاری مورد استفاده بستگی دارد. گونه‌های غیرهالوفیتی متحمل‌تر، از اثر اضافی یون جلوگیری می‌کنند. با این حال، آن‌ها ممکن است کمبود آب نشان دهند که بر گسترش و یا تقسیم سلولی تأثیر می‌گذارد. بنابراین، کاهش بالقوه در فتوسنتز ممکن است نشان‌دهنده یک اثر ثانویه کاهش رشد باشد (Demiral, 2017). تنش شوری یکی از مهمترین تنش‌های غیر زنده محسوب می‌شود که رشد گیاهان را در جهان دچار اختلال نموده است و یکی از شایع‌ترین عوارض آن کاهش رشد و نمو است. گیاهانی که مکانیسم‌های عملکردی تحمل نمک را توسعه داده‌اند می‌توانند در خاک‌هایی با غلظت بالاتر نمک رشد کنند. تحمل گیاه به شوری به‌عنوان توانایی حفظ رشد در شرایط شور نسبت به رشد در شرایط غیر شور تعریف می‌شود. افزایش غلظت نمک خاک توانایی گیاه را برای جذب آب کاهش می‌دهد. Na^+ وCl^- به مقدار زیاد جذب می‌شود، که باعث اختلال در فرآیندهای متابولیک، کاهش کارایی فتوسنتز و تأثیر منفی بر رشد گیاه می‌گردد (Deinlein et al., 2014). تولید محصولات کشاورزی به‌طور قابل توجهی به‌دلیل شوری خاک و استرس شدید محیطی کاهش می‌یابد که با رشد طبیعی گیاه و مسیرهای متابولیک تداخل پیدا می‌کند. علاوه بر این، تنش شوری باعث تغییرات متعددی در محصولات کشاورزی از جمله نشت یونی، کاهش پتانسیل اسمزی، تغذیه نامتعادل گیاه، سمیت یونی و پیری می‌گردد که در نهایت تنش شدید شوری، مرگ محصول را باعث می‌شود. تجمع بیشتر یون‌های Na^+ افزایش پتانسیل اسمزی آب خاک مجاور گیاه را ایجاد می‌کند. رشد گیاهان به‌دلیل عدم تعادل یونی در شرایط شور کاهش می‌یابد. واکنش فوری گیاهان به تنش شوری منجر به بسته‌شدن روزنه‌ها و مهار گسترش سلولی و کاهش رشد گیاهان می‌شود (Safdar et al., 2019). راه دیگر واکنش گیاهان به شوری، کند کردن فرآیندهای متابولیک آن‌ها است. این یک پاسخ فوری نیست، اما هفته‌ها یا ماه‌ها طول می‌کشد تا انجام شود. اثرات آن شامل پیری زودرس برگ و مرگ سلولی است (Liu et al., 2020). گیاهان همچنین تحمل یونی را با فعال‌کردن مسیرهای سیگنالی مختلف ایجاد شده توسط ورود نمک به سیستم ریشه ایجاد می‌کنند. گیاهان هجوم خالص Na^+ در ریشه و انتقال Na^+ را به سمت اندام هوایی کاهش می‌دهند (Usman et al., 2023). ملاتونین (N-acetyl-5-methoxytryptamine) یک مولکول ایندول تریپتامین است که در همه موجودات زنده یافت می‌شود (Arnao & Hernández-Ruiz, 2015). تولید ملاتونین در گونه‌های گیاهی متفاوت است. ملاتونین در کلروپلاست از طریق یک‌سری واکنش‌های کاتالیز شده از تریپتوفان سنتز می‌شود (Martinez et al., 2018). ملاتونین دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به سایر آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی مانند آسکوربات‌ها و توکوفرول‌ها است که ممکن است به توانایی ملاتونین در انتقال موثر از طریق بخش‌های مختلف سلولی مربوط باشد (Varghese et al., 2019). پیش تیمار ملاتونین در مقابل تنش شوری می‌تواند باعث ایجاد مقاومت در گیاهان شده و اثرات منفی حاصل از تنش را کاهش دهد (چراغی، ۱۴۰۲). ملاتونین سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی

را در طول تنش مدیریت می‌کند. عملکرد فتوسنتزی را تقویت کرده و متابولیسم پلی‌آمین‌ها را تحریک می‌کند (Tiwari et al., 2023). در گیاهان مختلف محتوای ملاتونین درونی تحت‌تاثیر تنش اسمزی افزایش می‌یابد. این یافته نشان می‌دهد که ملاتونین قابلیت ضدتنش داشته و سیستم دفاعی گیاه را بهبود می‌بخشد (Li et al., 2019). محلول‌پاشی ملاتونین در فرآیندهای فیزیولوژیکی متعددی برای بهبود مقاومت گیاه به شوری نقش دارد (Kamiab, 2020). علاوه بر این، ملاتونین توانایی آشکاری برای تحریک جوانه‌زنی بذر (Xiao et al., 2019)، به تاخیر انداختن پیری برگ (Zhao et al., 2021)، تغییر گلدهی، تشکیل میوه و رسیدن میوه (Arnao and Hernández-Ruiz, 2020) و افزایش فتوسنتز نشان می‌دهد (Jahan et al., 2021). مشخص شده است که تحت تنش شوری، ملاتونین توانایی تنظیم سیستم آنتی‌اکسیدانی، متابولیسم پرولین و کربوهیدرات‌ها را نیز دارد (Siddiqui et al., 2019).

پیشینه

نتایج پژوهشی نشان داد که کاربرد ملاتونین می‌تواند محتوای مواد اسمزی را تنظیم کند، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش دهد، باعث حذف گونه‌های فعال اکسیژنی و محافظت از غشای سلولی شود و در نتیجه مهار تنش شوری بر رشد گیاه را کاهش دهد. در بین غلظت‌های مورد بررسی در این پژوهش، غلظت ۲۰۰ میکرومولار ملاتونین به‌عنوان موثرترین غلظت برای کاهش آسیب‌های ناشی از تنش نمک در گیاه نعناع (*Mentha Piperita* chocolate) معرفی شد (Zhao et al., 2025). در آزمایشی در شرایط شوری بالا با طولانی‌شدن مدت زمان تنش، تجمع قابل توجهی از گونه‌های فعال اکسیژن و پراکسیدهای لیپیدی غشایی در گیاهچه‌های بادمجان وجود داشت که باعث تشدید خسارت ناشی از تنش شوری و کندشدن رشد گیاهچه‌ها گردید. کاربرد ۲۰۰ میکرومول ملاتونین به‌طور موثری رشد نهال‌های بادمجان (*Solanum melongena* L.) را تحت تنش شوری تقویت کرد، محتوای کلروفیل و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در برگ و محتوای آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. این تیمار به‌طور موثری مهار فتوسنتز توسط تنش شوری را کاهش می‌دهد، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بادمجان را بهبود می‌بخشد، پراکسیداسیون لیپیدی غشا را کاهش می‌دهد و تحمل گیاهچه‌های بادمجان به تنش شوری را افزایش می‌دهد (Zhang et al., 2025). استفاده از ملاتونین در گیاه آهار (*Zinnia elegans*) جذب سدیم را کاهش و در مقابل جذب پتاسیم در برگ‌ها را افزایش داد و اثرات تنش اکسیداتیو ناشی از نمک را در گیاه بهبود بخشید (Zulfiqar et al., 2024). نتایج پژوهشی نشان داد تیمار ملاتونین باعث افزایش محتوای مواد فنولی و پارامترهای فتوسنتزی در گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) شده و رشد و عملکرد گیاه نیز افزایش یافته است. در این پژوهش ملاتونین یک عامل ضدتنش شوری در گیاه مریم گلی معرفی شد (Sheikhalipour et al., 2024). نتایج پژوهش اسکندری و همکاران روی گیاه بنفشه (*Viola×wittrockiana*) نشان داد که تنش شوری باعث کاهش صفات رشدی گیاه شد، اما کاربرد ملاتونین به‌عنوان یک مولکول سیگنال‌دهی که علاوه بر دخالت در فرآیندهای رشد و نمو متعدد، واکنش‌های استرس محیطی را در گیاه مدیریت می‌کند با خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود توانست مقاومت گیاه بنفشه را در برابر تنش شوری افزایش دهد. در نتیجه کاربرد ملاتونین موجب تعدیل اثرات شوری و بهبود رشد گیاه در شرایط شور می‌گردد. نتایج مطالعه روی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) نشان داد که تنش شوری باعث کاهش رشد و نمو گیاه و به عبارتی کاهش صفات موفولوژیکی شد، اما کاربرد ملاتونین به‌صورت محلولپاشی باعث کاهش آسیب تنش شوری به گیاه شد. نتایج نشان داد ملاتونین با حفاظت از غشا و ساختار سلول‌های گیاه، فعال کردن آنزیم‌های دفاعی وحفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی توانایی افزایش مقاومت گیاه همیشه بهار در برابر تنش شوری را دارد. در نتیجه کاربرد ملاتونین موجب تعدیل اثرات شوری و بهبود صفات رویشی گردد و بر افزایش شاخص‌های بیوشیمیایی و رنگیزه‌های فتوسنتزی همیشه بهار اثر مثبت داشته باشد (کریمی و همکاران، ۱۴۰۳). طبق تحقیقی تنش شوری بطورکلی باعث کاهش خصوصیات مورفولوژیکی رز مینیاتوری (*Rosa chinensis* var. minima) از جمله کاهش تعداد شاخه، ارتفاع شاخه، تعداد گل و عمر گل گردید. در این پژوهش محلولپاشی با تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار بیشترین اثر را بر میزان غلظت عناصر نیتروژن و پتاسیم نسبت به شاهد داشت. بیشترین میزان پرولین نیز در محلولپاشی با تیمار ملاتونین ۱ میکرومولار مشاهده شد (سادات میر طاهری و همکاران، ۱۴۰۰). در مطالعه‌ای اثرات کاربرد ملاتونین خارجی در گیاه آلاله (*Ranunculus asiaticus* L.) تحت تنش شوری بررسی شد. تیمار ملاتونین در شرایط تنش شوری باعث افزایش صفات رشدی گیاه، افزایش محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدها، افزایش محتوای آب نسبی برگ، محتوای پرولین، فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاهش نشت الکترولیت و محتوای سدیم شد (Eisa et al., 2023).

نتیجه‌گیری

تنش شوری به یک تهدید بزرگ برای تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان تبدیل شده است. کاربرد ملاتونین به‌صورت خارجی به‌عنوان یک تیمار امیدوارکننده در برابر تنش شوری در چندین گونه گیاهی ثابت شده است. این تحقیقات شواهدی برای تحمل نمک به واسطه ملاتونین فراهم می‌کنند و نشان می‌دهند کاربرد ملاتونین باعث بهبود رشد محصولات کشاورزی در خاک‌ها و آب‌های شور می‌گردد. با این حال، اثربخشی تیمار ملاتونین و غلظت آن، به غلظت نمک و مدت زمان مواجه شدن گیاه به تنش و گونه گیاهی بستگی دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود تحقیقات گسترده‌تر و دقیق‌تری در این حوزه صورت گیرد. ارجاع به منبع به شرح زیر باشد:

منابع

اسکندری چراتی، س.، کریمی، م. و قربانعلی‌زاده، ف. ۱۴۰۳. تأثیر تنش آب شور و تیمار ملاتونین بر گلدهی و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه بنفشه (*Viola* × *wittrockiana*). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۸(۳): ۴۶۵–۴۷۶.

کریمی، م.، قربانعلی‌زاده، ف. و اسلامی، م. ۱۴۰۳. اثر ملاتونین بر میزان فعالیت آنزیمی و تحمل به شوری گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) بر اساس ارزیابی صفات مورفوفیزیولوژیکی. فرایند و کارکرد گیاهی، ۱۳(۶۲): ۳۴۷–۳۶۰.

Eisa, E.A., Honfi, P., Tilly-Mándy, A. and Mirmazloum, I. 2023. Exogenous melatonin application induced morpho-physiological and biochemical regulations conferring salt tolerance in *Ranunculus asiaticus* L. Horticulturae, 9: 228.

Sheikhalipour, M., Kulak, M., Mohammadi, S.A., Esmaielpour, B., Nouraein, M., Kocak, M.Z., Farajzadeh, S.M., Gohari, G., Fotopoulos, V. and Vita, F. 2024. Foliar application of either melatonin or sodium nitroprusside regulates the antioxidant status, and the morpho-physiological attributes and essential oil production in sage (*Salvia officinalis* L.) under salinity stress. Scientia Horticulturae, 323: 112526.

Tiwari, R.K., Kumar, R., Lal, M.K., Kumar, A., Altaf, M.A., Devi, R., Mangal, V., Naz, S., Altaf, M.M. and Dey, A. 2023. Melatonin-polyamine interplay in the regulation of stress responses in plants. Journal of Plant Growth Regulation, 42: 4834–4850.

Usman, S., Yaseen, G., Noreen, Z., Rizwan, M., Noor, H. and Elansary, H.O. 2023. Melatonin and arginine combined supplementation alleviate salt stress through physiochemical adjustments and improved antioxidant enzymes activity in *Capsicum annuum* L. Scientia Horticulturae, 321: 112270.

Zhang, Y., Jia, L., Wang, H., Jiang, H., Ding, Q., Yang, D., Yan, C. and Lu, X. 2025. The physiological mechanism of exogenous melatonin regulating salt tolerance in eggplant seedlings. Agronomy, 15(2): 270.

Zhao, W., Liu, Y., Wang, M. et al. 2025. Appropriate concentration of exogenous melatonin enhances the salt tolerance of chocolate mint (*Mentha piperita* ‘Chocolate’). Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 4780–4795.

Zulfiqar, F., Moosa, A., Ferrante, A., Darras, A., Ahmed, T., Jalil, S.I., Al-Ashkar, I. and El Sabagh, A. 2024. Melatonin seed priming improves growth and physio-biochemical aspects of *Zinnia elegans* under salt stress. Scientia Horticulturae, 323: 112495.

Investigating the effect of melatonin pretreatment and treatment in different plants to deal with salinity

Bita Dehnavi[1*], Majid Azizi Arani[2] and Ahmad Ahmadian[3]
1. Medicinal plants, Faculty of Agriculture, Torbat Heydarieh University, Torbat Heydarieh, Iran
2. Department of Horticultural Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Torbat Heydarieh University, Torbat Heydarieh, Iran
[*]*Corresponding author: bitadehnavi282@gmail.com*

Abstract

Salinity causes physiological, morphological changes as well as biochemical responses in plants. The amount of these changes depends on the salinity level and the duration of its application. Salinity stress indirectly reduces the available water content of plants due to its effect on osmotic activities and thus affects the growth of plants. When salinity increases, soil water potential decreases. In general, the presence of salt in the soil solution reduces the osmotic potential of the soil and creates water stress. This makes it difficult to absorb enough water for the growth of the plant and ultimately leads to a decrease in the growth rate and a change in the metabolic activity of the plant. Recent studies in different plant species show that the external application of melatonin in plants under salt stress leads to an increase in the level of endogenous melatonin and at high levels, it improves ion homeostasis and strengthens the biosynthesis of hormones. In general, melatonin is a molecule with many diverse effects in plants, which plays a role in many physiological processes, including growth, rooting, seed germination, photosynthesis, osmotic regulation, and protection against biotic and abiotic stressors, including salinity. Many studies have shown that melatonin can increase salt tolerance in plants.

Keywords: Osmotic potential, Sodium, Stress, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رنگدانه‌ای و رشدی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری

مهیار محمدزاده[1*]، یوسف نیک‌نژاد[2]، ابراهیم حبیبی[1] و اسما فلاحی[1]
۱- گروه گیاهان دارویی، دانشگاه ملی و مهارت، دختران توحید، آمل، ایران
۲- گروه زراعت، واحد آیت‌الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
*نویسنده مسئول: *m.710mohammadzadeh@gmail.com*

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ میلی‌مولار) بر خصوصیات رنگدانه‌ای و رشدی ریحان تحت تنش شوری از منبع کلرید کلسیم (۰/۷۵، ۲، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر کاهش محتوای کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها داشت، به‌طوری که کمترین مقادیر کلروفیل a (۵/۶۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کلروفیل کل (۷/۳۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر همراه با ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد. با این حال، کاربرد ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در همین سطح شوری، بالاترین مقادیر کلروفیل a (۹/۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کلروفیل کل (۱۲/۰۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) را موجب شد. تنش ملایم شوری (۲ دسی‌زیمنس بر متر) باعث افزایش کاروتنوئیدها (۱/۲۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر) شد، اما شوری شدید (۶ دسی‌زیمنس بر متر) آن را کاهش داد (۱/۰۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر). اسید سالیسیلیک در شرایط بدون تنش، ارتفاع گیاه و وزن خشک اندام هوایی را افزایش داد، اما در شوری شدید، حتی با کاربرد اسید سالیسیلیک، کاهش معنی‌دار رشد مشاهده شد. به‌طور کلی، اسید سالیسیلیک در سطح ۰/۷۵ میلی‌مولار توانست اثرات منفی شوری را تعدیل کند، اما پاسخ گیاه به غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و سطوح شوری متفاوت بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مدیریت غلظت اسید سالیسیلیک می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود تحمل ریحان به تنش شوری باشد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، تنش شوری، کلروفیل، کلرید سدیم، گیاهان دارویی.

مقدمه

در سال‌های اخیر، افزایش تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری، یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان به‌ویژه گیاهان دارویی محسوب می‌شود. تنش شوری با تأثیرات مخرب بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و رشدی گیاه، موجب کاهش کیفیت و کمیت مواد مؤثره دارویی در بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌شود (Hosseini et al., 2023). شوری خاک از طریق ایجاد تنش اسمزی، سمیت یونی، و اختلال در جذب عناصر غذایی باعث محدودیت در رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاه، کاهش فتوسنتز، مختل شدن تعادل آبی، و در نهایت کاهش ماده خشک تولیدی و عملکرد گیاه می‌گردد (Rabiei et al., 2020). در این میان، ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی مهم با کاربرد گسترده در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی، به‌شدت تحت تأثیر شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری قرار می‌گیرد (Ciriello et al., 2024). از آن‌جایی که ریحان گیاهی حساس به شوری است، وجود راهکارهایی برای کاهش اثرات منفی شوری در این گیاه ضرورت دارد. یکی از این راهکارها، استفاده از مواد محرک رشد مانند اسید سالیسیلیک است. اسید سالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی با نقش‌های متعددی در القای مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی است. این ترکیب فنولی با تأثیر بر سیستم‌های دفاعی گیاه، تحریک تولید آنتی‌اکسیدان‌ها، و تعدیل فعالیت‌های آنزیمی، قادر است مقاومت گیاه را در برابر شرایط نامساعد محیطی به‌ویژه تنش شوری افزایش دهد. همچنین، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک می‌تواند به حفظ رنگدانه‌های فتوسنتزی، کاهش تجزیه کلروفیل، و بهبود کارایی فتوسنتزی در گیاهان تحت تنش کمک کند (Yang et al., 2023).

رنگدانه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل، از مهم‌ترین ترکیبات در فرآیند فتوسنتز هستند که مستقیماً تحت تأثیر شرایط تنشی مانند شوری قرار می‌گیرند. کاهش این رنگدانه‌ها در شرایط شوری منجر به افت توانایی فتوسنتزی گیاه، کاهش سنتز مواد

آلی و در نهایت کاهش رشد و تولید ماده خشک می‌شود. از طرفی، کاروتنوئیدها نیز به عنوان ترکیبات محافظتی در گیاه عمل کرده و با ایفای نقش در مهار گونه‌های فعال اکسیژن، در حفاظت از سیستم فتوسنتزی تحت تنش شوری نقش مؤثری دارند (Hosseini et al., 2021). حفظ یا افزایش میزان این رنگدانه‌ها در شرایط تنش می‌تواند به‌عنوان یک شاخص مهم در تحمل به تنش در نظر گرفته شود. در این راستا، پژوهش‌هایی که به بررسی همزمان تأثیر تنش شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی، رشدی و بیوشیمیایی گیاهان دارویی مانند ریحان می‌پردازند، از اهمیت بالایی برخوردارند. این گونه بررسی‌ها می‌توانند به شناسایی مکانیسم‌های تحمل و مقاومت گیاه کمک کرده و راهکارهایی کاربردی جهت حفظ تولید در شرایط نامساعد محیطی ارائه دهند. با توجه به آنچه گفته شد، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌هایی چون ارتفاع بوته، ماده خشک اندام هوایی، مقدار کلروفیل‌های a، b و کل و همچنین کاروتنوئیدها در گیاه دارویی ریحان بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت گلدانی و در شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای به‌منظور بررسی اثر تنش شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر برخی صفات فیزیولوژیکی و رشدی گیاه دارویی ریحان اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل تنش شوری در چهار سطح ۰/۷۵ (شاهد)، ۲، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر و فاکتور دوم شامل اسید سالیسیلیک در سه سطح صفر (عدم محلول‌پاشی)، ۰/۷۵ و ۱/۵ میلی‌مولار بود. بذرهای گیاه ریحان ابتدا ضدعفونی و در گلدان‌هایی با قطر ۲۵ سانتی‌متر حاوی ترکیب خاک، ماسه و کود دامی (به نسبت حجمی ۱:۱:۱) کاشته شدند. پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها، تیمارهای شوری به‌صورت تدریجی و با استفاده از محلول کلرید سدیم اعمال گردید تا از بروز شوک ناگهانی به گیاه جلوگیری شود. تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک نیز در دو نوبت، در مرحله ۴ تا ۶ برگی و دو هفته پس از آن، بر روی سطح برگ‌ها انجام شد. در پایان دوره رشد، صفاتی از جمله ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام هوایی، میزان کلروفیل a، b، کل، و کاروتنوئید اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج برهم‌کنش اسید سالیسیلک و تنش شوری بر میزان کلروفیل a، b و کل در گیاه ریحان نشان داد که واکنش گیاه به تنش شوری تحت تأثیر حضور اسید سالیسیلیک قرار گرفته و باعث بروز تفاوت‌های معنی‌دار در تجمع رنگدانه‌ها شد (جدول ۱). بیشترین مقدار کلروفیل a (۹/۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کلروفیل کل (۱۲/۰۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر همراه با کاربرد اسید سالیسیلیک (۰/۷۵ میلی‌مولار) مشاهده شد، که نشان‌دهنده نقش بهبوددهنده اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خفیف است (جدول ۱). در مقابل، کمترین مقدار کلروفیل a (۵/۶۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کلروفیل کل (۷/۳۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) نیز در همین سطح شوری (۲ دسی‌زیمنس بر متر) ولی با تیمار ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد که نشان‌دهنده حساسیت پاسخ به نوع و غلظت اسید سالیسیلیک است (جدول ۱). همچنین بیشترین مقدار کلروفیل b (۳/۰۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در تیمار عدم تنش شوری و در تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار آن (۰/۹۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک مشاهده شد (جدول ۱). به طور کلی، کاربرد مناسب اسید سالیسیلیک در برخی سطوح شوری باعث بهبود تجمع رنگدانه‌ها گردید، اما در برخی ترکیب‌های تیماری، تنش شوری شدیدتر اثر کاهشی بر این صفات داشته است. بر اساس داده‌های ارائه‌شده، نتایج تأثیر سطوح مختلف شوری (صفر، ۲، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) بر مقدار کاروتنوئید گیاه ریحان نشان‌دهنده‌ی یک روند نوسانی است (جدول ۱). بیشترین مقدار کاروتنوئید (۱/۲۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که می‌تواند به پاسخ دفاعی گیاه در برابر تنش ملایم شوری نسبت داده شود (جدول ۱). با این حال، در شوری‌های بالاتر (۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر)، مقدار کاروتنوئید کاهش یافت و به ۱/۰۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر در بالاترین سطح شوری رسید. کمترین مقدار کاروتنوئید نیز در سطح عدم تنش شوری (۰/۸۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر) مشاهده شد (جدول ۱). این نتایج نشان می‌دهد که تنش شوری ملایم ممکن است با تحریک سیستم

دفاعی گیاه منجر به افزایش سنتز کاروتنوئیدها شود، اما در شوری‌های شدیدتر، آسیب‌های سلولی و اختلال در متابولیسم گیاه می‌تواند تولید این رنگدانه‌های حفاظتی را کاهش دهد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مربوط به صفات مختلف گیاه دارویی ریحان تحت تیمارهای تنش شوری و اسید سالیسیلیک.

تیمارها								
اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	a/b	کاروتنوئید (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن خشک اندام هوایی (گرم در بوته)
		میکروگرم بر میلی‌لیتر						
0	0.75	6.34	1.00	7.34	7.03	1.03	20.17	14.87
	2	6.88	1.96	8.84	3.53	1.18	19.23	15.41
	4	6.07	1.27	7.27	4.74	0.95	16.90	12.76
	6	7.12	0.95	8.07	8.19	1.04	11.90	11.24
0.75	0.75	6.27	1.94	8.21	3.25	0.89	21.13	14.39
	2	9.25	2.81	12.01	3.29	1.33	19.10	18.10
	4	7.52	2.18	9.70	3.62	1.18	16.73	14.09
	6	5.93	1.54	7.47	3.87	0.99	13.23	12.07
1.5	0.75	7.31	3.07	10.38	2.41	0.65	20.40	14.28
	2	5.62	1.69	7.32	3.56	1.17	19.53	20.74
	4	7.71	2.39	10.11	3.30	1.46	18.63	15.55
	6	6.00	1.45	7.46	4.12	1.12	12.30	9.94
	LSD (5%)	1.51	0.66	1.98	2.41	0.43	0.82	2.13
اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	0	6.60	1.29	7.88	5.87	1.05	17.05	13.57
	0.75	7.24	2.12	9.35	3.51	1.10	17.55	14.66
	1.5	6.66	2.15	8.82	3.35	1.10	17.72	15.13
	LSD (5%)	0.75	0.33	0.99	1.21	0.21	0.41	1.06
تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	0.75	6.64	2.00	8.64	4.23	0.86	20.57	14.51
	2	7.25	2.15	9.39	3.46	1.23	19.29	18.08
	4	7.10	1.95	9.03	3.89	1.20	17.42	14.13
	6	6.35	1.31	7.67	5.39	1.05	12.48	11.08
	LSD (5%)	0.87	0.38	1.14	1.39	0.25	0.47	1.23
اسید سالیسیلیک (A)		ns	**	**	**	ns	**	**
تنش شوری (B)		ns	**	*	*	*	**	**
A × B		**	**	**	ns	ns	**	**

ns، * و ** : به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

نتایج برهم‌کنش تنش شوری و اسید سالیسیلیک بر ارتفاع گیاه و وزن خشک اندام هوایی ریحان نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار این عوامل بر رشد گیاه بود. بیشترین ارتفاع گیاه (۲۱/۱۳ سانتی‌متر) در سطح عدم تنش شوری و تیمار کاربرد ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌دست آمد که نشان می‌دهد شرایط بدون تنش و حضور اسید سالیسیلیک موجب بهبود رشد طولی گیاه شده است (جدول ۱). کمترین ارتفاع گیاه (۱۱/۹ سانتی‌متر) در تیمار شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر و بدون کاربرد اسید سالیسیلیک مشاهده شد که بیانگر اثر منفی تنش شوری شدید بر افزایش ارتفاع گیاه است. در مورد وزن خشک اندام هوایی، بیشترین مقدار (۲۰/۷۴ گرم در بوته) در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار کاربرد ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌دست آمد (جدول ۱). این نتیجه حاکی از آن است که مصرف اسید سالیسیلیک می‌تواند اثرات

منفی تنش ملایم شوری را کاهش داده و موجب افزایش تجمع ماده خشک شود. کمترین مقدار وزن خشک اندام هوایی (۹/۹۴ گرم در بوته) در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس و تیمار ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد، که نشان‌دهنده کاهش عملکرد گیاه در شرایط تنش شدید حتی با مصرف محرک رشد است (جدول ۱). به‌طور کلی، با افزایش شدت تنش شوری، روندی کاهشی در هر دو صفت ارتفاع گیاه و وزن خشک اندام هوایی مشاهده شد، اما کاربرد اسید سالیسیلیک تا حدودی توانست اثرات منفی تنش را تعدیل کرده و رشد گیاه را بهبود بخشد.

منابع

Ciriello, M., Fusco, G.M., Colla, G., Kyriacou, M.C., Sabatino, L., De Pascale, S. and Carillo, P. 2024. Adaptation of basil to salt stress: Molecular mechanism and physiological regulation. Plant Stress, 11: 100431.

Hosseini, S.J., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Mokhtassi-Bidgoli, A., Keshavarz, H., Kazemi, S., Khalvandi, M. and Nicola, S. 2023. Functional quality, antioxidant capacity and essential oil percentage in different mint species affected by salinity stress. Chemistry & Biodiversity, 20(4): e202200247.

Hosseini, S.J., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Pirdashti, H., Modarres-Sanavy, S.A.M., Mokhtassi-Bidgoli, A., Hazrati, S. and Nicola, S. 2021. Investigation of yield, phytochemical composition, and photosynthetic pigments in different mint ecotypes under salinity stress. Food Science & Nutrition, 9(5): 2620–2643.

Rabiei, Z., Hosseini, S.J., Pirdashti, H. and Hazrati, S. 2020. Physiological and biochemical traits in coriander affected by plant growth-promoting rhizobacteria under salt stress. Heliyon, 6(10): e05321.

Yang, W., Zhou, Z. and Chu, Z. 2023. Emerging roles of salicylic acid in plant saline stress tolerance. International Journal of Molecular Sciences, 24(4): 3388.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the Effect of Salicylic Acid Foliar Application on Pigment Characteristics and Growth Parameters of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Under Salt Stress

Mahyar Mohammadzadeh[1*], Yousof Niknejad[2], Ebrahim Habibi[1] and Asma Fallahi[1]
1. Department of medicinal plant, National Skills Training Center for Girls in Amol-(Tohid), Amol, Iran
2. Department of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran
[*]*Corresponding Author: m.710mohammadzadeh@gmail.com*

Abstract

This study aimed to investigate the effects of salicylic acid foliar application (0, 0.75, and 1.5 mM) on pigment characteristics and growth parameters of basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress (0.75, 2, 4, and 6 dS/m) using a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. The results showed that salt stress significantly reduced chlorophyll a, b, total chlorophyll, and carotenoid content, with the lowest values of chlorophyll a (5.62 µg/ml) and total chlorophyll (7.32 µg/ml) observed at 2 dS/m salinity combined with 1.5 mM salicylic acid. However, application of 0.75 mM salicylic acid at the same salinity level resulted in the highest chlorophyll a (9.25 µg/ml) and total chlorophyll (12.01 µg/ml) content. Mild salt stress (2 dS/m) increased carotenoids (1.23 µg/ml), while severe salinity (6 dS/m) decreased them (1.05 µg/ml). Salicylic acid increased plant height (21.13 cm) and shoot dry weight (20.74 g/plant) under non-stress conditions, but under severe salinity, even with salicylic acid application, significant growth reduction was observed. Overall, optimal concentrations of salicylic acid could mitigate the negative effects of salinity, but plant responses varied depending on salicylic acid concentrations and salinity levels. These findings suggest that managing salicylic acid concentration can be an effective strategy to enhance basil's tolerance to salt stress.

Keywords: Chlorophyll, Medicinal plants, Plant height, Salinity stress, Sodium chloride.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر هم‌افزایی ملاتونین و گابا بر بهبود محتوای کلروفیل توت‌فرنگی تحت تنش قلیایی

محسن شیردل[1*]، سعید عشقی[1] و مجتبی‌فرد[1]
۱- بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *mohsenshirdel89@yahoo.com*

چکیده

توت‌فرنگی از گیاهان اقتصادی و پرمصرف جهان به‌شمار می‌رود که در ایران نیز جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی دارد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک مثل ایران، تنش قلیایی یکی از چالش‌های مهم در رشد و عملکرد این گیاه محسوب می‌شود، چرا که با افزایش pH، اختلال در جذب عناصر ریزمغذی نظیر آهن و روی و تولید بیش از حد گونه‌های اکسیژن فعال همراه بوده و موجب کاهش فتوسنتز و کلروز می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر ملاتونین و گابا بر غلظت کلروفیل a، b و کل در توت‌فرنگی رقم پاروس تحت تنش قلیایی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال ۱۴۰۳ انجام شد. تنش قلیایی با استفاده از نمک‌های کربنات سدیم و بی‌کربنات‌سدیم (۰ و ۳۰ میلی‌مولار) در محلول غذایی هوگلند، ملاتونین (۰ و ۱۵۰ میکرومولار) و گابا (۰ و ۲۵ میلی‌مولار) به‌صورت محلول‌پاشی هر دوهفته یکبار اعمال شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گرفت. بیشترین میزان کلروفیل‌های a، b و کل در تیمار شاهد ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار و گابا ۲۵ میلی‌مولار به‌ترتیب با میانگین‌های ۱/۷۰، ۰/۶۱ و ۲/۳۲ میلی‌گرم در گرم وزن تازه به دست آمد و کمترین میزان کلروفیل a و کل در تیمار تنش قلیایی بدون ملاتونین و گابا با میانگین ۰/۷۱ و ۱/۱۴ میلی‌گرم در گرم وزن تازه و کمترین کلروفیل b در تنش قلیایی بدون ملاتونین و گابا ۲۵ با میانگین ۰/۴۱ میلی‌گرم در گرم وزن تازه به دست آمد که از لحاظ آماری با تیمار تنش قلیایی و بدون ملاتونین و گابا تفاوتی نداشت. نتایج بیانگر آن بود که کاربرد همزمان ملاتونین و گابا موجب بهبود تحمل تنش قلیایی در توت‌فرنگی از طریق افزایش محتوای کلروفیل و بهبود فتوسنتز می‌شود. این یافته‌ها می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش اثرات تنش‌های غیرزیستی در تولید پایدار توت‌فرنگی در ایران باشد.

واژه‌های کلیدی: ملاتونین، گاما آمینوبوتریک اسید، کلروفیل، بی‌کربنات‌سدیم، کربنات‌سدیم.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) گیاهی اکتاپلوئید و از خانواده Rosaceae است که به‌دلیل سازگاری با شرایط مختلف اقلیمی و دارا بودن ترکیبات مفیدی چون آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و سایر آنتی‌اکسیدان‌ها، در سطح جهانی محبوبیت و اهمیت اقتصادی بالایی دارد (Pang *et al*., 2020). تولید جهانی توت‌فرنگی طی دو دهه گذشته بیش از ۸۰ درصد افزایش یافته و در حال حاضر ایران پس از ترکیه دومین تولیدکننده بزرگ آن در خاورمیانه می‌باشد (Shirdel *et al.*, 2025). در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تنش قلیایی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان است که با افزایش pH، تجمع Na^{+} و اختلال در جذب عناصر غذایی کلیدی مانند Fe^{2+}، NO_3^- و Zn^{2+} همراه است. منابع آبی قلیایی مانند آب چاه و کانال‌ها، با کاهش کیفیت محیط کشت، سبب کلروز، توقف رشد و کاهش فتوسنتز در گیاهان گلخانه‌ای به‌ویژه توت‌فرنگی می‌شوند. این مسئله با توجه به‌کاهش منابع آب شیرین و افزایش وابستگی به منابع آب نامتعارف در ایران، نگرانی‌های جدی زیست‌محیطی و کشاورزی ایجاد کرده است (Amiri Bahmanbiglo & Eshghi, 2021).

ملاتونین (MT) به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان و آنتی‌اکسیدان قوی، عملکرد کلروفیل، فتوسنتز، تعادل یونی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر SOD، CAT و POX را بهبود داده و از گیاه در برابر تنش‌های غیرزیستی مانند قلیاییت محافظت می‌کند (Wang *et al.*, 2022). همچنین MT باعث کاهش تجمع سدیم و افزایش جذب عناصر مفید مانند K^{+}، Ca^{2+} و Mg^{2+} در توت‌فرنگی تحت تنش شده است (Zahedi *et al.*, 2020). از سوی دیگر، گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) به‌عنوان یک اسیدآمینه غیرپروتئینی در تنظیم pH سیتوزولی، افزایش انرژی سلولی از طریق چرخه اسید سیتریک و کاهش ROS نقش دارد. گابا با افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش MDA، سبب پایداری غشاء، بهبود ویژگی‌های فتوسنتزی و افزایش زیست‌توده در گیاهان تحت تنش قلیایی می‌شود (Golnari *et al.*,

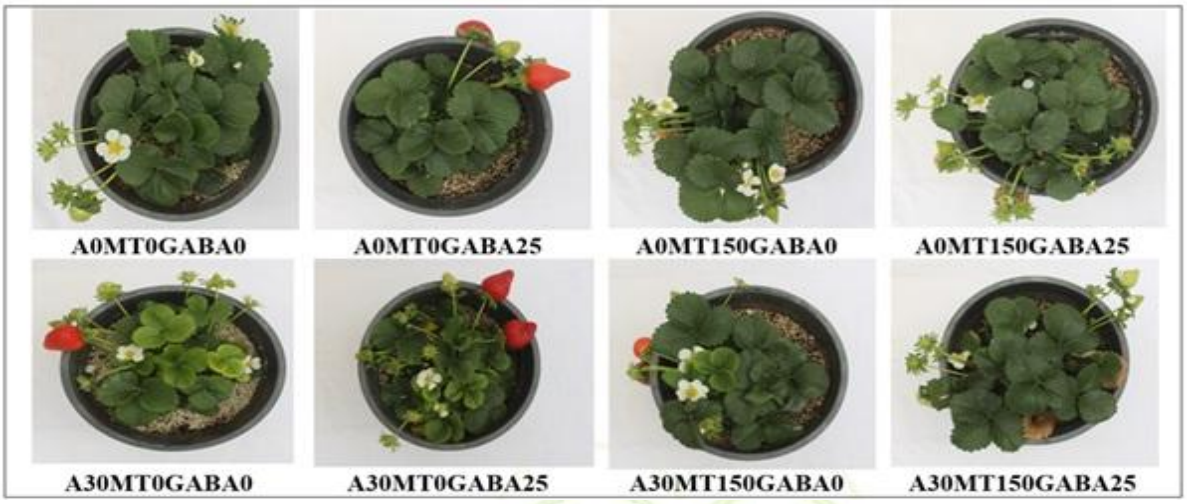
2021). نتایج مثبت کاربرد MT و GABA در گیاهان مختلف نظیر گوجه‌فرنگی و سیب نیز گزارش شده است (Debnath *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2020). بنابراین بررسی اثر ملاتونین و گابا بر توت‌فرنگی تحت تنش قلیایی، شاید بتواند گامی مهم در جهت کاهش اثرات منفی این تنش در کشاورزی ایران باشد.

مواد و روش‌ها

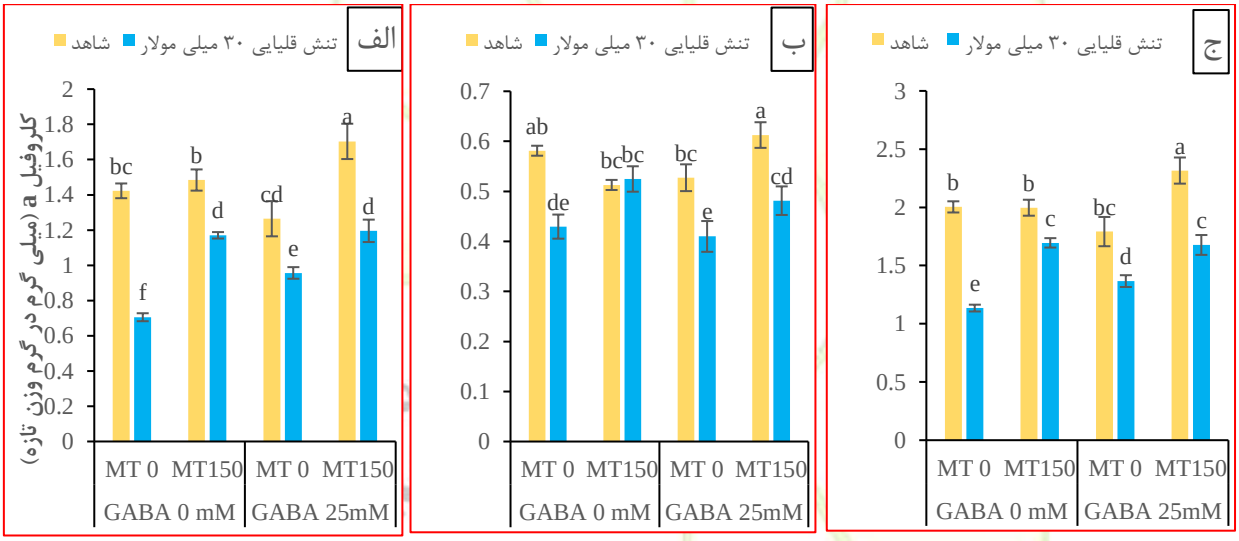
این پژوهش در گلخانه بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز روی توت‌فرنگی رقم پاروس در شرایط هیدروپونیک در سال ۱۴۰۳ انجام شد. تنش قلیایی با استفاده از نمک‌های سدیم کربنات و سدیم بی‌کربنات (نسبت یک به نه) با دو غلظت ۰ و ۳۰ میلی‌مولار در محلول‌غذایی اعمال شد. ملاتونین در دو غلظت ۰ و ۱۵۰ میکرومولار و گابا در دو غلظت ۰ و ۲۵ میلی‌مولار به‌صورت محلول‌پاشی هر دو هفته یک‌بار استفاده شد. برای کاشت گیاهان دختری از گلدان‌های سه لیتری که با نسبت مساوی کوکوپیت و پرلایت پر شده بودند استفاده شد. برای تغذیه گیاهان از محلول غذایی هوگلند استفاده شد و وقتی گیاهان به مرحله چهار تا پنج برگ توسعه یافته رسیدند، تنش قلیایی شروع شد. این پژوهش به صورت فاکتوریل ۳ عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار (هر تکرار شامل سه بوته) و در مجموع با ۹۶ گلدان انجام شد. در این پژوهش میزان کلروفیل a، b و کل با استفاده از دی‌متیل‌سولفوکساید (DMSO) در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ اندازه‌گیری شد. واکاوی داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون توکی و رسم نمودار با استفاده از Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مشخص کرد که اثرمتقابل ملاتونین و گابا بر میزان کلروفیل a، b و کل به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان کلروفیل‌های a، b و کل در تیمار شاهد ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار و گابا ۲۵ میلی‌مولار به‌ترتیب با میانگین‌های ۱/۷۰، ۰/۶۱ و ۲/۳۲ میلی‌گرم در گرم وزن تازه به دست آمد. کمترین میزان کلروفیل a و کل در تیمار تنش قلیایی بدون ملاتونین و گابا با میانگین ۰/۷۱ و ۱/۱۴ میلی‌گرم در گرم وزن تازه بود. همچنین کمترین میزان کلروفیل b در تنش قلیایی بدون ملاتونین و گابا ۲۵ با میانگین ۰/۴۱ میلی‌گرم در گرم وزن تازه به‌دست آمد که از لحاظ آماری با تیمار تنش قلیایی و بدون ملاتونین و گابا تفاوتی نداشت (نمودار ۱-الف، ب و ج). سطوح بالای بیکربنات در گیاهان با ایجاد تنش قلیایی موجب اختلال در جذب یون‌های ضروری مانند Mg^{2+} و Fe^{2+} می‌شود، که برای فتوسنتز و سنتز کلروفیل حیاتی‌اند. این اختلال همراه با افزایش تولید ROS، به آسیب اکسیداتیو کلروپلاست‌ها و کاهش کارایی فتوسنتزی منجر می‌شود (Gul *et al.*, 2022). گابا با فعال‌سازی شانت GABA و تولید اسیدهای آلی به تنظیم pH سیتوزولی، افزایش انرژی متابولیک، و بهبود جذب یون‌ها کمک می‌کند. همچنین با تقویت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و حفظ یکپارچگی غشاء و کلروفیل، اثرات تنش را کاهش می‌دهد (Yuan *et al.*, 2023). ملاتونین نیز از طریق حذف مستقیم ROS، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تقویت بیوسنتز کلروفیل، از ساختار و عملکرد کلروپلاست محافظت می‌کند (Wang *et al.*, 2022). تعامل هم‌افزای گابا و ملاتونین موجب حفظ هموستاز یونی، کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود عملکرد فتوسنتزی در شرایط قلیایی می‌شود (Shomali *et al.*, 2021). بنابراین کاربرد همزمان ملاتونین و گابا باعث افزایش سبزمانی توت‌فرنگی و بهبود فتوسنتز در شرایط تنش قلیایی می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر ملاتونین (MT) و گابا (GABA) بر سبزمانی و کلروفیل توت‌فرنگی رقم پاروس در شرایط تنش قلیایی (A) پس از اعمال تیمارها. در تصویر بالا A0 (بدون تنش)، A30 (تنش قلیایی ۳۰ میلی‌مولار)، MT0 (بدون ملاتونین)، MT150 (ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار)، GABA0 (بدون گابا) و GABA25 (گابا ۲۵ میلی‌مولار) می‌باشد.



نمودار ۱- تاثیر ملاتونین (MT) و گابا (GABA) بر میزان کلروفیل a (الف)، کلروفیل b (ب) و کلروفیل کل (ج) در توت‌فرنگی رقم پاروس در شرایط تنش قلیایی.

منابع

Amiri Bahmanbiglo, F. and Eshghi, S. 2021. The effect of hydrogen sulfide on growth, yield and biochemical responses of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* cv. Paros) leaves under alkalinity stress. Scientia Horticulturae. 282: 110013.

Debnath, B., Hussain, M., Irshad, M., Mitra, S., Li, M., Liu, S. and Qiu, D. 2018. Exogenous melatonin mitigates acid rain stress to tomato plants through modulation of leaf ultrastructure, photosynthesis and antioxidant potential. Molecules. 23(2): 388.

Golnari, S., Vafaee, Y., Nazari, F. and Ghaderi, N. 2021. Gamma aminobutyric acid (GABA) and salinity impacts physiological response and expression of salinity-related genes in strawberry cv. Aromas. Research Square.

Gul, Z., Tang, Z.-H., Arif, M. and Ye, Z. 2022. An insight into abiotic stress and influx tolerance mechanisms in plants to cope in saline environments. Biology. 11(4): 597.

Li, Y., Liu, B., Peng, Y., Liu, C., Zhang, X., Zhang, Z., Liang, W., Ma, F. and Li, C. 2020. Exogenous GABA alleviates alkaline stress in *Malus hupehensis* by regulating the accumulation of organic acids. Scientia Horticulturae. 261: 108982.

Pang, L., Wu, Y., Pan, Y., Ban, Z., Li, L. and Li, X. 2020. Insights into exogenous melatonin associated with phenylalanine metabolism in postharvest strawberry. Postharvest Biology and Technology. 168: 111244.

Shirdel, M., Eshghi, S., Shahsavandi, F. and Fallahi, E. 2025. Arbuscular mycorrhiza inoculation mitigates the adverse effects of heat stress on yield and physiological responses in strawberry plants. Plant Physiology and Biochemistry. 221: 109629.

Shomali, A., Aliniaeifard, S., Didaran, F., Lotfi, M., Mohammadian, M., Seif, M., Strobel, W. R., Sierka, E. and Kalaji, H. M. 2021. Synergistic effects of melatonin and gamma-aminobutyric acid on protection of photosynthesis system in response to multiple abiotic stressors. Cells. 10(7): 1631.

Wang, M., Gong, J., Song, C., Wang, Z., Song, S., Jiao, J., Wang, M., Zhang, X. and Bai, T. 2022. Exogenous melatonin alleviated growth inhibition and oxidative stress induced by drought stress in apple rootstock. Biocell. 46(7): 1763.

Yuan, D., Wu, X., Gong, B., Huo, R., Zhao, L., Li, J., Lü, G. and Gao, H. 2023. GABA metabolism, transport and their roles and mechanisms in the regulation of abiotic stress (hypoxia, salt, drought) resistance in plants. Metabolites. 13(3): 347.

Zahedi, S. M., Hosseini, M. S., Abadía, J. and Marjani, M. 2020. Melatonin foliar sprays elicit salinity stress tolerance and enhance fruit yield and quality in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Plant Physiology and Biochemistry. 149: 313–323

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the synergistic effect of melatonin and GABA on improving chlorophyll content in strawberry under alkaline stress

Mohsen Shirdel[1*], Saeid Eshghi[1] and Mojtaba Fard[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
Corresponding Author: mohsenshirdel89@yahoo.com

Abstract

Strawberry is one of the economically important and widely consumed horticultural crops worldwide and plays an important role in Iranian agriculture. In arid and semi-arid regions such as Iran, alkaline stress can significantly limit plant growth and productivity by increasing soil pH, disrupting the uptake of essential micronutrients such as iron (Fe) and zinc (Zn), and inducing excessive production of reactive oxygen species (ROS). These effects ultimately impair photosynthesis and cause chlorosis. This study evaluated the effects of melatonin and γ-aminobutyric acid (GABA) on chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll contents in 'Paros' strawberry under alkaline stress. The experiment was conducted in a greenhouse at the Faculty of Agriculture, Shiraz University, in 2024. Alkaline stress was imposed using sodium carbonate (Na_2CO_3) and sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) at concentrations of 0 and 30 mM in Hoagland nutrient solution. Melatonin (0 and 150 µM) and GABA (0 and 25 mM) were applied as foliar sprays at two-week intervals in a factorial experiment based on a completely randomized design (CRD) with four replications. The combined application of 150 µM melatonin and 25 mM GABA resulted in the highest chlorophyll contents, with values of 1.70, 0.61, and 2.32 mg g^{-1} fresh weight for chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll, respectively. The lowest chlorophyll a and total chlorophyll contents were observed under alkaline stress in the absence of melatonin and GABA, with mean values of 0.71 and 1.14 mg g^{-1} fresh weight, respectively. The lowest chlorophyll b content (0.41 mg g^{-1} fresh weight) was recorded under alkaline stress without melatonin and with 25 mM GABA; this value was not significantly different from that obtained under alkaline stress without melatonin and GABA. Overall, the results indicate that the combined application of melatonin and GABA can enhance alkaline stress tolerance in strawberry by improving chlorophyll accumulation and maintaining photosynthetic capacity. This approach may have potential for mitigating the adverse effects of abiotic stress and promoting sustainable strawberry production in Iran.

Keywords: Bicarbonate, Carbonate, Chlorophyll, γ-Aminobutyric Acid, Melatonin.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

واکاوی پژوهش‌های مقاومت درختان میوه به تنش و ترسیم نقشه راهی بر پایه برنامه هفتم توسعه ایران

مسعود لطیفیان[1*]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *masoud_latifian@yahoo.com*

چکیده

تنش‌های زیستی و غیرزیستی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید پایدار در بخش باغبانی ایران محسوب می‌شوند. این پژوهش با هدف واکاوی نظام‌مند و کیفی ۳۸ طرح تحقیقاتی مصوب «مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی ایران» و به‌منظور تدوین راهبردهای کلان پژوهشی و اصلاحی انجام شد. روش پژوهش مبتنی بر مرور نظام‌مند اسناد و تحلیل محتوای کیفی و کمّی داده‌ها بود. یافته‌ها نشان داد که تمرکز پژوهشی عمدتاً بر سه محصول استراتژیک مرکبات (۵۷/۷ درصد)، پسته (۲۱/۱ درصد) و انار (۷/۹ درصد) معطوف بوده است. از نظر نوع تنش، سهم پژوهش‌های مربوط به تنش‌های زیستی (بیماری‌ها و آفات) ۵۵/۴ درصد و تنش‌های غیرزیستی ۴۴/۶ درصد بود که نشان‌دهنده توزیع متعادل توجه پژوهشی به هر دو حوزه است. پرکاربردترین روش‌های پژوهشی به‌ترتیب شامل غربال‌گری ژنوتیپی (۳۱/۶ درصد)، دورگ‌گیری و هیبریداسیون (۲۳/۷ درصد) و مطالعات فیزیولوژیک-بیوشیمیایی (۲۱/۱ درصد) بودند. خروجی این مطالعات منجر به شناسایی ژرم‌پلاسم‌های متحمل و برجسته‌ای نظیر پایه نارنج بکرائی، ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در مرکبات و همچنین شناسایی QTLهای مرتبط با صفات کمّی مهم شده است. با تحلیل جامع یافته‌ها، شکاف‌های پژوهشی موجود شناسایی و راهبردهای آینده در چارچوب برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران تبیین گردید. این راهبردها بر محوریت گذار از پژوهش‌های بنیادی به کاربردی، توسعه ارقام چندمقاومته و تقویت پژوهش‌های بین‌رشته‌ای تأکید دارند.

واژه‌های کلیدی : امنیت غذایی، به‌نژادی، پایداری عملکرد، تغییر اقلیم، ذخایر ژنتیکی.

مقدمه

بخش باغبانی با سهمی حدود ۲۵ درصد از ارزش تولیدات کشاورزی ایران، نقشی انکارناپذیر در تأمین امنیت غذایی، ایجاد اشتغال و توسعه صادرات غیرنفتی ایفا می‌کند (Fakari Sardehae *et al*., 2021). با این حال، دستیابی به پتانسیل کامل تولید این بخش همواره با موانع متعددی روبه‌رو بوده که مهم‌ترین آن‌ها تنش‌های محیطی زیستی و غیرزیستی هستند. تغییرات اقلیمی جهانی و تشدید دوره‌های خشکی و شوری، همراه با شیوع بیماری‌های ویروسی و قارچی نوپدید، خسارات اقتصادی قابل‌توجهی را به این بخش وارد می‌کنند (Shariatzadeh *et al*., 2025). در پاسخ به این چالش‌های چندبعدی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی ایران به‌عنوان متولی اصلی پژوهش در این عرصه، طی سال‌های اخیر، پروژه‌های تحقیقاتی متعددی را با هدف اصلی شناسایی، ایجاد و توسعه ارقام و پایه‌های متحمل به تنش‌های محیطی تعریف و اجرا نموده است. رویکرد حاکم بر بسیاری از این پژوهش‌ها، بهره‌گیری هدفمند از غنای ذخایر توارثی (ژرم‌پلاسم) بومی و تلفیق هوشمندانه روش‌های اصلاحی کلاسیک با رویکردهای نوین زیست‌فناوری و مولکولی بوده است. اگرچه این تلاش‌ها در قالب طرح‌های پژوهشی منفرد، دستاوردهای ارزشمندی را به ارمغان آورده، اما فقدان یک مطالعه فراتحلیل و کل‌نگر که بتواند با نگاهی نظام‌مند به واکاوی محتوایی، ارزیابی کارایی و تعیین جهت‌گیری بهینه این مجموعه پژوهش‌ها بپردازد، به‌وضوح احساس می‌شد. بر این اساس، هدف اصلی از انجام این پژوهش، انجام یک مرور نظام‌مند و عمیق بر کلیه پروژه‌های تحقیقاتی مصوب در حوزه مقاومت به تنش، تحلیل روش‌شناسی، دستاوردها و خروجی‌های آن‌ها و در نهایت، تدوین یک نقشه راه پژوهشی استراتژیک و عملیاتی هم‌سو با آرمان‌های کلان برنامه

هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران است. این نقشه راه می‌تواند چارچوبی برای گذار از پژوهش‌های بنیادی به کاربردی و تسریع در توسعه ارقام چندمقاومته فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به روش مرور نظام‌مند (Systematic Review) و با رویکرد تحلیل محتوای کیفی و کمّی انجام گرفت (Linares-Espinós *et al*., 2018). جامعه آماری پژوهش را کلیه طرح‌های تحقیقاتی مصوب مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی ایران در حوزه مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی (تعداد ۳۸ طرح) تشکیل دادند که عناوین و مفاد آن‌ها از سامانه بانک اطلاعاتی این مؤسسه استخراج گردید. برای هر یک از پروژه‌ها، داده‌های مربوط به متغیرهای اصلی شامل نوع محصول باغی، طبقه‌بندی تنش (زیستی شامل بیماری/آفت و غیرزیستی شامل خشکی، شوری و سرما)، روش‌شناسی پژوهشی (غربال‌گری، مطالعات فیزیولوژیک-بیوشیمیایی، مطالعات ژنتیکی-مولکولی، دورگ‌گیری و کشت بافت) و همچنین خروجی و دستاورد اصلی (شناسایی ژنوتیپ متحمل، معرفی رقم، استخراج QTL و تدوین پروتکل) در یک پایگاه داده ساختاریافته ثبت شد. جهت تجزیه‌وتحلیل کمّی داده‌ها از آمار توصیفی (شامل فراوانی، درصد و میانه) استفاده گردید(Lu *et al*., 2023). به موازات آن، با به‌کارگیری روش تحلیل محتوای کیفی نظری، مضامین اصلی، روندهای پژوهشی و همچنین شکاف‌های دانشی موجود در مجموعه داده‌ها شناسایی و استخراج شدند. کلیه تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Microsoft Excel و MAXQDA نسخه ۲۰۲۲ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

توزیع فراوانی پروژه‌های تحقیقاتی بر اساس محصول هدف نشان داد که مرکبات با ۲۲ مورد (۵۷/۷ درصد) بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند که نشان‌دهنده اهمیت اقتصادی فوق‌العاده و همچنین آسیب‌پذیری بالای این محصول در برابر تنش‌های مختلف در کشور است. پس از آن، پسته با ۸ پروژه (۲۱/۱ درصد) و انار با ۳ پروژه (۷/۹ درصد) در رده‌های بعدی قرار گرفتند. سایر محصولات شامل میوه‌های هسته‌دار، کیوی و گل رز، مجموعاً ۵ پروژه (۱۳/۳ درصد) را شامل شدند.

جدول ۱- توزیع فراوانی پروژه‌های تحقیقاتی بر اساس نوع محصول و تنش.

محصول	تعداد	درصد	تنش غیرزیستی	تنش زیستی (بیماری)	تنش زیستی (آفت)
مرکبات	۲۲	۵۷/۷	۹	۱۱	۲
پسته	۸	۲۱/۱	۴	۳	۱
انار	۳	۷/۹	۲	۱	۰
هسته‌دار	۲	۵/۳	۱	۱	۰
سایر	۳	۷/۹	۱	۲	۰
جمع	۳۸	۱۰۰	۱۷	۱۸	۳

در بررسی نوع تنش، اگرچه سهم تنش‌های زیستی (۴/۵۵ درصد) کمی بیشتر از تنش‌های غیرزیستی (۶/۴۴ درصد) بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در بین تنش‌های زیستی، بیماری‌ها با سهم ۷/۴۷ درصد از کل تنش‌ها، بیشترین فراوانی را داشتند. در این میان، بیماری جاروک لیموترش با ۷ مورد، پوسیدگی فیتوفتورایی و بیماری‌های ویروسی، از جمله تریستیزا، مورد توجه بیشتری قرار گرفته بودند. در بین تنش‌های غیرزیستی نیز خشکی و شوری، به‌ترتیب با ۸ و ۵ پروژه، مهم‌ترین عوامل مورد بررسی بودند.

جدول ۲- توزیع روش‌شناسی به کار رفته در پروژه‌های تحقیقاتی.

روش پژوهش	تعداد	درصد

غربال‌گری ژنوتیپ‌ها	۱۲	۳۱/۶
دورگ‌گیری و هیبریداسیون	۹	۲۳/۷
مطالعات فیزیولوژیک-بیوشیمیایی	۸	۲۱/۱
مطالعات ژنتیکی وQTL	۵	۱۳/۲
ریزازدیادی و کشت بافت	۲	۵/۳
سایر	۲	۵/۳

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، روش غربال‌گری ژنوتیپی با ۶/۳۱ درصد، پرکاربردترین روش پژوهشی بوده است که می‌تواند بیانگر وجود ذخایر ژنتیکی غنی و ارزشمند در ایران به‌عنوان منابع بالقوه الل‌های مرتبط با مقاومت باشد. روش‌های هیبریداسیون (۷/۲۳ درصد) و مطالعات فیزیولوژیک (۱/۲۱ درصد) نیز در رده‌های بعدی قرار داشتند که نشان‌دهنده تلفیق رویکردهای اصلاحی سنتی با مطالعات مرتبط با سازوکارهای پاسخ گیاه به تنش است. یافته‌های این تحلیل نظام‌مند، تصویری روشن از چشم‌انداز پژوهشی کشور در حوزه مقاومت به تنش ترسیم می‌کند. تمرکز قابل‌توجه بر مرکبات و پسته، با توجه به جایگاه اقتصادی و صادراتی این محصولات، قابل توجیه است. با این حال، این تمرکز ممکن است موجب غفلت نسبی از سایر محصولات ارزشمندی مانند انار و زیتون شده باشد که ظرفیت بالایی برای توسعه و تولید در شرایط تنش دارند. تنوع روش‌های به‌کاررفته، نشان‌دهنده بلوغ نسبی پژوهش در این حوزه است؛ با این حال، شکاف قابل‌ملاحظه‌ای میان مرحله شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل از طریق غربال‌گری و مرحله معرفی و تجاری‌سازی ارقام جدید مشاهده می‌شود. تعداد بسیار محدود پروژه‌های مرتبط با ریزازدیادی و کشت بافت (۳/۵ درصد)، که از ابزارهای مهم در تکثیر و توسعه سریع مواد گیاهی منتخب و ارقام جدید به شمار می‌روند، می‌تواند این شکاف را تشدید کند.

خروجی‌های این پژوهش‌ها، از جمله شناسایی پایه نارنج بکرائی به‌عنوان پایه‌ای متحمل به نماتد و پوسیدگی فیتوفتورایی و همچنین شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در مرکبات، دستاوردهای ارزشمندی محسوب می‌شوند. با این حال، پرسش کلیدی این است که این یافته‌ها تا چه اندازه به باغ‌های تجاری و مزارع کشاورزان منتقل شده‌اند و چه تأثیر عینی بر بهبود عملکرد، کاهش خسارت و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی داشته‌اند؟

برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران بر محورهایی همچون توسعه دانش‌بنیان، ارتقای تاب‌آوری اقتصادی و محیط‌زیستی و تأمین امنیت غذایی استوار است. در این چارچوب، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی می‌بایست در سیاست‌گذاری پژوهشی خود، رویکردی کاربردی‌تر و مسئله‌محورتر اتخاذ کند. بر این اساس، راهبردهای پیشنهادی عبارت‌اند از:

۱. گذار از پژوهش‌های توصیفی به پژوهش‌های توسعه‌ای: اولویت باید به پژوهش‌های مسئله‌محور اختصاص یابد که خروجی آن‌ها مستقیماً به ثبت و معرفی ارقام جدید، تدوین پروتکل‌های کاربردی مدیریت تنش یا توسعه نهاده‌های زیستی، مانند زیست‌محرک‌های مورد مطالعه در پروژه‌های ۱۲ و ۱۳، منجر شود. ایجاد یک «واحد شتابدهی معرفی رقم» در درون مؤسسه نیز می‌تواند به تسریع این فرایند کمک کند.

۲. تمرکز بر اصلاح برای ایجاد چندمقاومتی (Multi-Stress Resilience): با توجه به تغییرات اقلیمی، گیاهان در شرایط مزرعه‌ای معمولاً با ترکیبی از تنش‌ها مواجه هستند. بنابراین، پروژه‌های آینده باید با بهره‌گیری از ابزارهای ژنومیک، مانند مطالعات ارتباطی در سطح ژنوم (GWAS) و انتخاب به کمک نشانگر، و همچنین فناوری‌های ویرایش ژنوم، مانند CRISPR/Cas9، در جهت توسعه ارقامی با مقاومت هم‌زمان به چندین تنش زیستی و غیرزیستی حرکت کنند (Yan *et al*., 2024).

۳. تقویت پژوهش‌های بین‌رشته‌ای و یکپارچه: حل مسائل پیچیده باغبانی نیازمند همکاری متخصصان حوزه‌های ژنتیک، فیزیولوژی، بیماری‌شناسی، هواشناسی، سنجش از دور و علوم داده است. برای مثال، توسعه مدل‌های پیش‌بینی خطر شیوع بیماری‌ها تحت

سناریوهای تغییر اقلیم یا ایجاد سامانه‌های پایش هوشمند سلامت گیاه می‌تواند به تبدیل نتایج پژوهش‌های بنیادی به راهکارهای کاربردی کمک کند.

۴. تقویت ارتباط با بخش خصوصی و نهادهای توسعه‌ای: جذب سرمایه و مشارکت شرکت‌های دانش‌بنیان و بخش خصوصی در مراحل نهایی پژوهش و تجاری‌سازی، نه‌تنها می‌تواند شکاف میان پژوهش و بازار را کاهش دهد، بلکه موجب خواهد شد جهت‌گیری پژوهش‌ها بیش از پیش با نیازهای واقعی بخش تولید همسو شود.

در خاتمه، می‌توان اذعان داشت که پژوهش‌های گذشته زیرساخت دانشی ضروری را فراهم کرده‌اند؛ اما اکنون زمان گذار از مرحله «تولید دانش» به مرحله «تبدیل دانش به ثروت» و «ایجاد تأثیر ملموس» در باغ‌های کشور فرارسیده است. این گذار می‌تواند محور اصلی هم‌سویی پژوهش‌های باغبانی با اهداف برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران باشد.

منابع

Fakari Sardehae, B., Shahnoushi, N., Mohammadi, H. and Rastegari Henneberry, S. 2021. Limitations and production capacities of field and horticultural crops in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology. 23(4): 767–782.

Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B. and Ribal, M. J. 2018. Methodology of a systematic review. Actas Urológicas Españolas (English Edition). 42(8): 499–506.

Lu, S., Liu, J., Xu, M. and Xu, F. 2023. Horticultural therapy for stress reduction: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Psychology. 14: 1086121.

Shariatzadeh, M., Bijani, M. and Bahadori, F. 2025. Sustainable agriculture and export development of Damask Rose products: New evidence from Iran's situation. Environment, Development and Sustainability. 1–17.

Yan, W., Sharif, R., Sohail, H., Zhu, Y., Chen, X. and Xu, X. 2024. Surviving a double-edged sword: Response of horticultural crops to multiple abiotic stressors. International Journal of Molecular Sciences. 25(10): 5199.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Analyzing research on stress resistance of fruit trees and drawing a roadmap based on Iran's seventh development plan

Masoud Latifian[1*]
1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
[*]*Corresponding Author: masoud_latifian@yahoo.com*

Abstract

Biotic and abiotic stresses are considered the most critical limiting factors for sustainable production in Iran's horticultural sector. This study was conducted to perform a systematic and qualitative analysis of 38 approved research projects by the Iranian Horticultural Sciences Research Institute (IHSRI) and to formulate macro-level research and breeding strategies. The research method was based on a systematic document review and qualitative and quantitative content analysis of the data. The findings revealed that the research focus was primarily directed toward three strategic crops: citrus (57.7%), pistachio (21.1%), and pomegranate (7.9%). Regarding the type of stress, the proportion of studies on biotic stresses (diseases and pests) was 55.4%, while those on abiotic stresses accounted for 44.6%, indicating a relatively balanced distribution of research between the two domains. The most frequently employed research methods were genotypic screening (31.6%), cross-breeding and hybridization (23.7%), and physiological-biochemical studies (21.1%). The outputs of these studies included the identification of prominent tolerant germplasms, such as the 'Bakraee' sour orange rootstock, drought-tolerant citrus genotypes, and QTLs associated with important quantitative traits. Through a comprehensive analysis of the findings, existing research gaps were identified, and future strategies were delineated within the framework of the Seventh Development Plan of the Islamic Republic of Iran. These strategies emphasize a transition from basic to applied research, the development of multi-stress-tolerant cultivars, and the enhancement of interdisciplinary research.

Keywords: Breeding, Climate Change, Food Security, Genetic Resources, Yield Stability.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر استفاده از مواد ضدتنش در کاهش خسارت تنش خشکی در سیب‌زمینی

خسرو پرویزی[1*]

۱- بخش تحقیقات گیاهان زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: *k.parvizi@areeo.ac.ir*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر مواد ضدتنش بر عملکرد کمی و کیفی، ماده خشک غده و میزان تحمل سیب‌زمینی به سرمازدگی، یک طرح تحقیقی ـ ترویجی با استفاده از ترکیبی از نیترات کلسیم، سولوپتاس و آمینوکلسیم در کشت تابستانه سیب‌زمینی و در شرایط زارعین استان همدان اجرا شد. در این راستا، در کشت تأخیری سیب‌زمینی در تابستان، طی مراحل رشد، سه نوبت محلول‌پاشی انجام شد. محلول‌پاشی با ترکیبی از کلات پتاسیم (۳ در هزار)، سولوپتاس (۵ در هزار) و محلول کود آمینوکلسیم به نسبت ۳ تا ۵ در هزار، در سه نوبت انجام گرفت؛ به‌طوری‌که نوبت اول در مرحله گلدهی و دو نوبت دیگر با فواصل دو هفته‌ای پس از محلول‌پاشی اول انجام شد. هم‌زمان با محلول‌پاشی، فاصله آبیاری در هر دو تیمار با کاهش مدت آبیاری از ۵ ساعت به ۲/۵ ساعت، به‌منظور اعمال تنش، کاهش یافت. پس از برداشت، غده‌های تولیدشده بر اساس اندازه به سه گروه بذری، درشت و ریز تفکیک و عملکرد کل محاسبه شد. در سال اجرای آزمایش، افت دما و خطر سرمازدگی در منطقه رخ نداد. در پایان، اثر کاربرد مواد ضدتنش بر عملکرد و درصد ماده خشک غده‌ها با استفاده از آزمون t مقایسه و ارزیابی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر میزان تولید غده در اندازه‌های بذری و درشت، عملکرد کل و درصد ماده خشک غده، تفاوت قابل‌توجهی بین تیمار شاهد و تیمار محلول‌پاشی با مواد ضدتنش وجود داشت. تنها در میزان تولید غده‌های با اندازه ریز، تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار مشاهده نشد. مقدار عملکرد قابل‌فروش در تیمار محلول‌پاشی با مواد ضدتنش و تیمار شاهد به‌ترتیب ۴۷/۳۹ و ۶۸/۳۴ تن در هکتار بود. همچنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دو تیمار تنها از نظر متوسط تولید غده‌های ریز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند؛ درحالی‌که میزان تولید غده‌های درشت و بذری در تیمار محلول‌پاشی با مواد ضدتنش بیشتر از تیمار شاهد بود. از نظر درصد ماده خشک غده نیز تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار مشاهده شد؛ به‌طوری‌که متوسط ماده خشک غده در تیمار استفاده از مواد ضدتنش و تیمار شاهد به‌ترتیب ۰۸/۲۰ و ۶۶/۱۸ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، سرمازدگی، سیب‌زمینی، مواد ضدتنش.

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) به دلیل داشتن هیدروکربن‌های قابل‌هضم، پروتئین‌های حاوی لیزین، که یک اسیدآمینه ضروری مهم بوده و غالباً در محصولاتی مانند غلات و سبزیجات وجود ندارد، ارزش غذایی فراوانی دارد (واگلی و همکاران، ۲۰۱۴). رشد سیب‌زمینی تحت تأثیر بسیاری از عوامل استرس‌زای زنده و غیرزنده است (واداس و دزیوگل، ۲۰۱۹). تنش گرمایی و همچنین سرمایی در سال‌های اخیر در اغلب مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور و همچنین در همدان، نه‌تنها سبب کاهش عملکرد کل سیب‌زمینی، بلکه سبب افت کیفی محصول و افزایش درصد عملکرد غیرقابل‌فروش در مناطق تولید سیب‌زمینی شده است (آئین و جلالی، ۱۳۹۷). محرک‌های زیستی بر متابولیسم سلولی گیاهان مؤثر بوده و منجر به افزایش تحمل به تنش‌های غیرزنده، بهبود رشد گیاه و عملکرد محصول می‌شوند (شاهین و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، به نظر می‌رسد استفاده از محرک‌های رشد در مناطق تولید سیب‌زمینی که با تنش همراه هستند، سبب افزایش عملکرد غده و همچنین کاهش درصد عملکرد غیرقابل‌فروش بشود. در رشد شاخوبرگ، تعداد غده و وزن غده و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد گیاه سیب‌زمینی گردید (سرهان، ۲۰۱۱). درینی (۱۳۹۲) اثر مواد ضدتنش را بر عملکرد کل و قابل‌فروش چهار رقم سانته، آریندا، اشینا و راموس به مدت دو سال زراعی در جیرفت مطالعه نمود. نتایج آزمایش نشان داد که به‌کارگیری مواد ضدتنش سبب افزایش عملکرد کل و قابل‌فروش به‌ترتیب به میزان ۱۵ و ۱۶/۵ درصد در مقایسه با شاهد گردید. کاربرد مواد ضدتنش همچنین سبب افزایش شاخص سطح برگ و درصد ماده خشک غده گردید. کلسیم پیام‌آور مهم در مسیرهای انتقال پیام در تنش‌های گرمایی و همچنین سرمایی می‌باشد. تغییر در سطوح کلسیم سلول، اولین مرحله مورد نیاز در سازوکار درک پیام دما می‌باشد که به گیاه توانایی مقاومت به تنش از بهترین راه را می‌دهد. به این ترتیب، کلسیم به‌عنوان یک عنصر مهم در تعدیل اثرات تنش در سطح سیتوپلاسم و سلول می‌تواند دخالت داشته باشد و تغییر سطح

آن در سیتوپلاسم سلول می‌تواند در تعیین آستانه خسارت تنش‌های غیرزیستی در گیاهان مهم باشد (ماهاجان و توتجا، ۲۰۰۵). در آزمایشی دیگر، پژوهشگران با مصرف اسید هیومیک در آب آبیاری سبب افزایش پارامترهای رشد، عملکرد و خواص فیزیکی و شیمیایی غده سیب‌زمینی شدند (ریزک، ۲۰۱۳). یکی دیگر از انواع محرک‌های رشد گیاهی، اسیدهای آمینه می‌باشد. محققان گزارش کردند که محلول‌پاشی اسید آمینه در هر دو شرایط تنش خشکی و سرما باعث افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و بهبود صفات کیفی محصولات مختلف از جمله پیاز و سیب‌زمینی می‌شود (رفیعی، ۲۰۱۷). همچنین اسیدهای آمینه می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رشد و عملکرد گیاه تأثیر بگذارند (محمد، ۲۰۰۶).

در کشت تابستانه، تنش‌های خشکی و متعاقب آن تنش دمایی به دو شکل سبب ایجاد خسارت می‌گردد. ابتدا در اواسط فصل رشد و به‌ویژه در مرحله غده‌زایی، در اواسط مرداد با افزایش صعودی دما، بروز تنش خشکی نیز اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. لذا در این مرحله با ممانعت از ذخیره‌سازی غده، سبب ایجاد عوارض فیزیولوژیکی رشد ثانویه و بدشکلی غده و گاه جوانه‌زنی ثانویه غده‌ها در مراحل نمو آن‌ها می‌شود. همچنین در مراحل ذخیره‌سازی غده، ایجاد تنش خشکی موجب افزایش قند احیا و کاهش ماده خشک غده می‌شود که بر کیفیت محصول فرآوری‌شده اثر سوء می‌گذارد.

پژوهش حاضر در راستای بررسی اثربخشی استفاده از بسته نسبتاً کامل مواد تعدیل‌کننده و تخفیف‌دهنده اثرات تنش‌های خشکی و گرمایی در سیب‌زمینی مدنظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با دو تیمار محلول‌پاشی مواد ضدتنش و عدم کاربرد آن در شرایط زارعین استان همدان در سال زراعی ۱۴۰۰ اجرا گردید. قبل از کاشت، نیاز غذایی نیاز غذایی با آزمون خاک برآورد و توصیه کودی اعمال گردید. کودهای مورد استفاده در زمان آماده‌سازی زمین عبارت بودند از ۲۵۰ کیلوگرم اوره، ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم سولفات منگنز و روی و ۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله در هکتار بود، که با یکدیگر مخلوط شده و در سطح زمین پخش شدند. یک‌سوم از کود اوره قبل از کاشت با سایر کودهای پایه مخلوط و مورد استفاده قرار گرفت. دو قسمت دیگر از کود اوره در دو نوبت در مرحله خاکدهی و در زمان گلدهی به صورت تزریق در سیستم آبیاری در اختیار محصول سیب‌زمینی قرار گرفت. غده‌های بذری مورد استفاده قبل از کاشت با استفاده از قارچ‌کش کاربندازیم با نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. کشت با استفاده از کارنده ۳ ردیفه سیب‌زمینی با ایجاد پشته تلفیقی با عرض پشته ۱۵۰ سانتی‌متر با سه ردیف بر روی پشته و فاصله بوته حدود ۲۲ سانتی‌متر انجام گردید. آبیاری به صورت قطره‌ای انجام گرفته و نوارهای تیپ در هنگام کاشت با نوار نقاله در پشت دستگاه به صورت خودکار در عمق ۵ سانتی‌متری و به صورت دو نوار تیپ بر روی پشته سه ردیف کاشت قرار گرفت.

مواد ضدتنش به صورت محلول‌پاشی و با ترکیبی از کلات پتاسیم (۳ در هزار)، سولوپتاس (۵ در هزار) و محلول کود آمینو کلسیم به نسبت ۳ تا ۵ در هزار انجام پذیرفت. محلول‌پاشی مواد ضدتنش در ۳ نوبت؛ نوبت اول در زمان گلدهی و دو نوبت دیگر در طی مرحله داشت (به فاصله دو هفته‌ای پس از نوبت اول) انجام گرفت. در زمان‌های محلول‌پاشی فواصل آبیاری در هر دو تیمار به صورت کاهش زمان آبیاری از ۵ ساعت به ۲/۵ (اعمال تنش) انجام شد. در زمان برداشت جهت برآورد عملکرد غده از هر یک از دو تیمار مورد بررسی تعداد ۱۰ نمونه (یک متر طولی از یک پشته تلفیقی) به‌صورت تصادفی برداشت شده، و در هر نمونه پس از تعیین عملکرد کل، تعداد و وزن غده‌های تولیدی در ۳ اندازه خوراکی (بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر)، بذری (۵۵-۳۵ میلی‌متر) و ریز (کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر) و غده‌های بدشکل شمارش و اندازه‌گیری شدند. همچنین برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک، تعداد ۲ غده در سایز متوسط و خوراکی از هر نمونه انتخاب (در مجموع ۴۰ غده در ۲۰ نمونه) و به قطعات کوچک خرد و ریز شدند و پس از خشک شدن در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، درصد ماده خشک غده نیز از تقسیم وزن نهایی به وزن اولیه محاسبه گردید. نتایج حاصل از اندازه غده‌های تولیدی و همچنین عملکرد کل در رکوردگیری در مترمربع در شرایط کاربرد مواد ضدتنش با شاهد مربوطه مورد بررسی قرار گرفته و اثرات حاصل از کاربرد آنها بر عملکرد و کیفیت غده‌های تولیدی و نیز کیفیت ظاهری غده‌های تولیدی از نظر آلودگی به بیماری اسکب و بدشکلی غده در شرایط زارعین مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

با تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که تفاوت معنی‌داری در میزان غده تولیدی در اندازه بذری و خوراکی و همچنین عملکرد کل در بین دو تیمار شاهد و استفاده از مواد ضدتنش ایجاد شد ($P\leq0.05$). همچنین دو تیمار از نظر میزان ماده خشک نیز تفاوت معنی‌داری با همدیگر نشان دادند. اما در تعداد متوسط غده تولیدی با اندازه ریز، تفاوت دو تیمار معنی‌دار نشد (جدول ۱).

جدول ۱- مقدار و سطح معنی‌داری آماره t با آزمون T در تعداد و وزن غده در اندازه‌های مختلف، عملکرد کل و درصد ماده خشک غده در دو تیمار محلولپاشی با مواد ضد تنش و عدم کاربرد آن .

اندازه غده						عملکرد کل (تن در هکتار)	درصد ماده خشک غده
ریز (۳۵ > میلیمتر)		متوسط (۵۵ – ۳۵ میلیمتر)		درشت(۵۵ > میلیمتر)			
تعداد در متر مربع	وزن (gr/m^2)	تعداد در متر مربع	وزن (gr/m^2)	تعداد در متر مربع	وزن (gr/ m^2)		
/۱۹ ns۱	۱/۰۵ ns	۳/۵۸ **	*۳/۲۸	/۰۴ *۲	/۶۲ *۲	۳/۷۳ **	*۱/۵۰

*: معنی‌دار درسطح احتمال ۵ درصد، **: معنی‌دار درسطح احتمال ۱ درصد و : ns بدون اختلاف معنی‌دار.

متوسط وزن و تعداد غده تولیدی در اندازه درشت و خوراکی، با استفاده از محلول‌پاشی با مواد ضدتنش به‌ترتیب ۰/۹۹۴ کیلوگرم و ۴/۸۷ عدد در مترمربع بود که با مقدار آن در تیمار شاهد به‌ترتیب با تعداد ۴/۰۲ عدد و ۰/۸۵۷ کیلوگرم در مترمربع تفاوت معنی‌دار نشان داد. در میزان تولید غده با سایز بذری نیز این وضعیت برقرار شد و دو تیمار تفاوت معنی‌دار از نظر تولید غده بذری داشتند. متوسط تولید غده بذری در تیمار استفاده از مواد ضدتنش به‌ترتیب ۳۲/۶۶ عدد و ۲/۹۱ کیلوگرم در مترمربع بود که با میزان آن در تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد ضدتنش) به‌ترتیب با متوسط ۲۸/۲۰ عدد و ۲/۵۷ کیلوگرم در مترمربع تفاوت معنی‌دار داشت. صرفاً در مقایسه میانگین غده تولیدی با اندازه ریز، تفاوت دو تیمار معنی‌دار نشد. استفاده از مواد ضدتنش به‌طور مشخص تولید غده ریز و خارج سایز مورد استفاده را افزایش نداد. تیمار مواد ضدتنش با متوسط تولید ۳/۱۷ عدد و ۰/۰۴۳ کیلوگرم در مترمربع در مقایسه با تیمار شاهد با متوسط ۲/۵۷ عدد و ۰/۰۳۸ کیلوگرم در مترمربع در تولید غده ریز از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد. استفاده از مواد ضدتنش در مقایسه با عدم کاربرد آن اختلاف معنی‌داری در عملکرد کل غده تولیدی ایجاد کرد. به‌طوری‌که متوسط عملکرد در تیمار استفاده از مواد ضدتنش ۳۹/۴۷ تن در هکتار و در عدم استفاده از آن ۳۴/۶۸ تن در هکتار بود که با افزایش ۴/۷۹ تن در هکتار، عملاً از نظر آماری نیز اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ایجاد شد. در درصد ماده خشک غده مشخص شد که محلول‌پاشی مواد ضدتنش به‌طور مشخصی در مقایسه با عدم کاربرد آن سبب افزایش ماده خشک غده شد. به‌طوری‌که غده‌های تولیدی از محلول‌پاشی مواد ضدتنش با افزایش ۱/۴۲ درصدی، ماده خشک بیشتری از تیمار شاهد داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین تعداد و وزن غده‌های تولیدی در اندازه‌های مختلف، عملکرد کل و درصد ماده خشک غده در دو تیمار استفاده از آمینو اسید و عدم کاربرد آن.

تیمار	اندازه غده							
	ریز (۳۵ > میلیمتر)		متوسط (۵۵ – ۳۵ میلیمتر)		درشت(۵۵ > میلیمتر)			
	تعداد در متر مربع	وزن (kg/m^2)	تعداد در متر مربع	وزن (kg /m^2)	تعداد در متر مربع	وزن (kg /m^2)	عملکرد کل (ton/ha)	درصد ماده خشک غده

شاهد (عدم کاربرد مواد ضد تنش)	۲/۷۵	۰/۰۳۸	۲۸/۲۰	۲/۵۷	۴/۰۲	۰/۸۵۷	۳۴/۶۸	۱۸/۶۶
محلول‌پاشی مواد ضد تنش	۳/۱۷	۰/۰۴۳	۳۲/۶۶	۲/۹۱	۴/۸۷	۰/۹۹۴	۳۹/۴۷	۲۰/۰۸

با نتایج حاصل از کاربرد ۳ نوبت محلول‌پاشی (مواد ضدتنش) مشخص شد که تأثیر معنی‌دار و قابل‌توجهی بر عملکرد کل و غده‌های تولیدی در اندازه بذری و خوراکی نسبت به عدم استفاده از آن ایجاد شد و صرفاً در تولید غده ریز و خارج سایز، تیمار ضدتنش نسبت به تیمار شاهد تفاوتی ایجاد نشد. عملاً این غده‌ها غیرقابل‌پسند بازار بوده و معمولاً در گروه ضایعات قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه استفاده از مواد ضدتنش کلات پتاسیم و آمینو کلسیم با غلظت ۳ در هزار و در سه نوبت انجام گرفت، لذا مقدار مصرف در هکتار از هر کدام از این دو ماده ۴/۵ کیلوگرم بوده است. ماده ضدتنش سولوپتاس با غلظت ۵ در هزار صورت پذیرفت، لذا مقدار مصرف آن ۷/۵ کیلوگرم می‌باشد. در زمان اجرای پروژه، قیمت تمام‌شده ماده آمینو کلسیم، کلات پتاسیم و سولوپتاس به‌ترتیب ۲۲۰، ۲۸۰ و ۲۵۰ هزار تومان به‌ازای هر کیلوگرم هزار تومان بوده است. بنابراین زارع سیب‌زمینی‌کار حدود ۴.۲۰۰.۰۰۰ تومان با مصرف این سه ماده در هکتار هزینه متقبل می‌گردد. با در نظر گرفتن محاسبات اقتصادی فوق مشخص شد با مصرف سه ماده ضدتنش در مقایسه با شاهد حدود ۶۷ میلیون تومان در هکتار سود نصیب زارع سیب‌زمینی‌کار می‌شود که از نظر درصدی، ۱۲/۹ درصد در مقایسه با شاهد (عدم مصرف مواد ضدتنش) درآمد کشاورز در هکتار افزایش می‌یابد.

منابع

پرویزی، خ.، قدمی فیروزآبادی، ع. و سلطانی، ه. ۱۴۰۰. بررسی امکان افزایش کارآیی مصرف آب و مقابله با خسارت آفات و بیماری‌های مهم در کشت تأخیری سیب‌زمینی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، ۷۵ ص.

پرویزی، خ. و قدمی فیروزآبادی، ع. ۱۳۹۹. مدیریت مصرف آب و کاهش خسارت آفات و بیماری‌های مهم سیب‌زمینی با کشت تأخیری سیب‌زمینی در استان همدان. نشریه ترویجی علوم کاربردی سیب‌زمینی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان. ۳(۲): ۵۱–۵۸.

سازمان جهاد کشاورزی استان همدان. ۱۴۰۲. کتابچه گزیده آمار پایه‌ای کشاورزی همدان، اداره آمار و فناوری اطلاعات– معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی. ۲۵ ص.

قدمی فیروزآبادی، ع. و پرویزی، خ. ۱۳۸۹. اثر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب کلون‌های جدید سیب‌زمینی در آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ). پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب). ۲۴(۲): ۱۳۳–۱۴۴.

درینی، ع.، فتحی، ق. ا.، قرینه، م. ح.، عالمی سعید، خ.، خدادادی، م. و سیادت، ع. ا. ۱۳۹۲. اثر تاریخ کاشت و کاربرد آنتی‌فریز بر عملکرد غده و برخی صفات فیزیولوژیکی ارقام سیب‌زمینی در کشت پاییزه در منطقه جیرفت. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۲۹(۴): ۴۴۳–۴۵۹.

کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۱. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۲۵ ص.

Dadrasi, A., Torabi, B., Rahimi, A., Soltani, A., Salmani, F., Nehbandani, A., Nourbakhsh, F. and Ullah, Z. 2022. Evaluation of water productivity in the main areas of potato cultivation in Iran. Potato Research. 17: 1–19.

FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cc0461en

Haverkort, A. J., Franke, A. C., Engelbrecht, A. F. and Steyn, J. M. 2013. Climate change and potato production in contrasting South African agro-ecosystems 1. Effects on land and water use efficiencies. Potato Research. 26: 31–50.

Menzel, A., Sparks, T. H., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., AlmKübler, K. P., Bissolli, O. G., Briede, A. and Chmielewski, F. M. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. Global Change Biology. 12: 1969–1976.

Rabinowitch, H. D. and Levy, D. 2001. Biology and physiology of the potato. Kluwer Academic Publishers. 208 p.

Schittenhelm, S., Sourell, H. and Lopmeier, F. J. 2006. Drought resistance of potato cultivars with contrasting canopy architecture. European Journal of Agronomy. 24: 193–202.

Sniey, L. and Ludko, M. 1995. Regulation of potato cultivars to delay planting date in western Pomerania. Potato Journal. 10: 461–463.

Sthapit, B. R., Witcombe, J. R. and Wilson, J. M. 1995. Methods of selection for chilling tolerance in Nepalese rice by chlorophyll fluorescence analysis. Crop Science. 35: 90–94.

Yavuz, D., Suheri, S. and Yavuz, N. 2016. Energy and water use for drip irrigated potato in the Middle Anatolian region of Turkey. Environmental Progress and Sustainable Energy. 35(1): 212–220.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effect of anti-stress materials on reducing drought Stress damage in potatoes

Khosro Parvizi[1*]

1. Horticulture Crops Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran

**Corresponding Author: k.parvizi@areeo.ac.ir*

Abstract

In order to investigate the effect of anti-stress substances on the quantitative, qualitative and dry matter yield of potato as well as the degree of frost tolerance in potato, an extension research project with a combination of calcium nitrate, sulopotase and aminocalcium in spring and summer cultivation of potato under the conditions of farmers in Hamadan province was investigated. In this regard, foliar spraying was done three times during the growth stages. Foliar spraying with a combination of potassium chelate (3 per thousand), Suloptas (5 per thousand) and amino calcium fertilizer solution at a ratio of 3 to 5 per thousand as foliar spraying and 3 times, in the flowering phase, and two more times at intervals of two weeks was done after the first foliar spraying. The control treatment was of the same Sante variety and without the use of anti-stress substances. During foliar spraying, irrigation intervals in both treatments were reduced from 5 hours to 2.5 hours (stress application). After harvesting, the produced tubers were separated into three sizes; seed, large and small tuber. Also, the total yield was calculated. In the year of implementation of the experiment, there was no temperature drop and risk of frostbite in the region. At the end, the effects of the application of anti-stress items on the yield and dry matter of the tuber were compared and evaluated in the form of a t-test. The results of analysis of variance showed that there was a significant difference in the size of the tuber produced in both seed and coarse sizes, as well as the total yield and the percentage of dry matter of the tuber between the two control treatments and the use of foliar spraying of anti-stress agents. There was no significant difference between the two treatments only in the amount of production tuber with small size. The amount of salable yield in the foliar treatment with anti-stress materials and without its application (control) was 39.47 and 34.68 tons per hectare, respectively. Also, by comparing the averages, it was found that the two treatments were not significantly different from each other only in terms of the average production of tubers with small size, but in the production of tubers with large size and seeds, the foliar treatment with anti-stress agents had a greater amount than the treatment without anti-stress application. There was also a significant difference in the percentage of tuber dry matter between two treatments. The average dry matter of the tuber in the treatment of using anti-stress substances and control (no use of anti-stress substances) was 20.08 and 18.66%, respectively.

Keywords: Anti-Stress Materials, Frost Injury, Potatoes, Yield.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

اثر تلقیح قارچ *Piriformospora indica* بر شاخص‌های فتوسنتزی کینوا تحت تنش شوری

رویا کرمیان[1*] و سعید نارویی‌زاد[1]
۱ -گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *karamian.roya@gmail.com*

چکیده

تنش شوری به عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی، یکی از بزرگ‌ترین موانع در مسیر دستیابی به امنیت غذایی پایدار به شمار می‌رود. در میان گونه‌های متحمل به شوری، گیاه کینوا می‌تواند یک محصول سودآور عالی با پتانسیل‌های فوق‌العاده برای کشت در مناطق تحت تأثیر نمک باشد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار) و نقش قارچ همزیست *Piriformospora indica* بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی کینوا رقم Q12 انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که شوری به صورت معنی‌داری سبب کاهش محتوای کلروفیل *a*، *b*، کلروفیل کل و کاروتنوئید شد. کاربرد قارچ *P. indica*اثرات منفی شوری را تعدیل نمود و منجر به بهبود معنی‌دار کلروفیل *a*، *b*، کلروفیل کل و کاروتنوئید گردید. این قارچ در سطح شوری ۴۰۰ میلی‌مولار، محتوای کلروفیل *a*، *b*و کل را به ترتیب ۱۷، ۵۸ و ۳۲ درصد کاهش داد. همچنین، *P. indica*موجب کاهش ۱۶ درصدی کاروتنوئید در این سطح شوری شد. افزون بر این، تلقیح با این قارچ محتوای کلروفیل *a*، *b*و کل را به ترتیب ۱۶، ۶۰ و ۳۱ درصد افزایش داد. یافته‌ها نشان می‌دهد که *P. indica*با بهبود وضعیت رشدی و کاهش تنش اکسیداتیو، می‌تواند به عنوان یک راهکار زیستی مؤثر برای افزایش تحمل به شوری در کشت کینوا مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: *Piriformospora indica*، کلروفیل *a*، کینوا، شوری

مقدمه

یکی از عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد گیاهان، تنش‌های محیطی است و شوری خاک و آب با کاهش ۲۱ درصدی، یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش عملکرد گیاهان معرفی شده است (Ashraf & Foolad, 2007). غلظت بالای نمک در محیط رشد گیاه اثرات منفی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه گذاشته و منجر به اختلال در جذب عناصر غذایی، تخریب واکنش‌های بیوشیمیایی فتوسیستم‌ها و تولید گونه‌های واکنشگر اکسیژن (ROS) شده که در نهایت منجر به تضعیف رشد و عملکرد گیاه می‌شود. به علاوه، ROSهای تولید شده در شرایط تنش شوری منجر به تخریب غشاهای سلولی، پروتئین‌ها و لیپیدها شده و در موارد شدید منجر به مرگ سلولی می‌شوند(Jamali et al., 2023). در میان گونه‌های متحمل به شوری، گیاه کینوا می‌تواند یک محصول سودآور عالی با پتانسیل‌های فوق‌العاده برای کشت در مناطق تحت تأثیر نمک باشد (Adolf et al., 2012).

کینوا با نام علمی .*Chenopodium quinoa* Willd، گیاهی یکساله، هالوفیت، دولپه از خانواده *Amaranthaceae* و زیرخانواده *Chenopodiaceae* با مکانیزم فتوسنتزی C3 می‌باشد که به شرایط نامناسب خاک و اقلیم، نسبتاً متحمل می‌باشد (Lin & Chao, 2021). قارچ اندوفیت *P. indica* به عنوان یک همزیست مفید گیاهی، پتانسیل قابل توجهی در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی دارد. این قارچ توانایی کلونیزه‌کردن ریشه طیف وسیعی از گیاهان تک‌لپه و دولپه را دارد (Nivedita et al., 2021). قارچ‌های اندوفیت از راه‌های مختلف مانند بهبود توانایی گیاه در جذب مواد غذایی، افزایش سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و اسمولیت‌ها به ویژه پرولین باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی مانند بیماری‌ها، عناصر سنگین و شوری می‌شوند (Kavehnia et al., 2023).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تنش شوری و اثر قارچ *P. indica* بر ژنوتیپ منتخب کینوا رقم Q12، پژوهش به صورت گلدانی (با خاک لوم شنی) در گلخانه تحقیقاتی گروه زیست‌شناسی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح شوری (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولارNaCl) و قارچ *P. indica* (تلقیح و عدم تلقیح) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار به اجرا درآمد.

ضدعفونی و پرورش قارچ *P. indica*

برای کشت قارچ *P. indica* ابتدا محیط PDA تازه تهیه شد: مقدار ۲۰۰ گرم سیب‌زمینی پخته و صاف شده با آب مقطر به ۱ لیتر رسید، سپس ۲۰ گرم دکستروز و ۱۵ گرم آگار اضافه و استریل شد. محیط در پتری‌دیش‌ها ریخته و پس از ۲۴ ساعت کنترل آلودگی، اسپورها با روش استریل (نی/اسکالپل) کشت داده شدند. پتری‌دیش‌ها به مدت ۱ هفته در انکوباتور و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای تهیه سوسپانسیون، ۲۰۰ میلی‌لیتر از کشت قارچ به محیط مایع (فاقد آگار) منتقل و به مدت ۲۰ روز روی شیکر قرار داده شد. پس از رشد کافی کلامیدوسپورها، آنها با ماسه استریل مخلوط و به عنوان مایه تلقیح استفاده شدند.

اعمال تیمار شوری به صورت تدریجی و در سه مرحله (در مرحله سه‌برگی و با فواصل ۲۰ روزه) انجام شد. پس از ۳۵ روز از زمان کاشت بذر، گیاهان کینوا وارد مرحله رشدی سه‌برگی شدند. به منظور اعمال تیمار شوری از محلول کلرید سدیم با درجه خلوص ۹۹ درصد استفاده شد. غلظت‌های مختلف شوری (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار) با حل کردن مقدار مورد نظر از NaCl در آب مقطر تهیه شد. در هر مرحله از اعمال تنش، حجم مشخصی از محلول نمک به گلدان‌ها اضافه گردید تا غلظت نهایی ۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار در خاک تأمین گردد.

رنگیزه‌های فتوسنتزی

برای تعیین غلظت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد. در این روش، ابتدا ۰/۵ گرم از برگ تازه گیاه کینوا با ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به دقت ساییده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از سانتریفیوژ، محلول شفاف رویی به دقت جدا شده و با استون ۸۰ درصد به حجم نهایی ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. اندازه‌گیری جذب نوری محلول‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در سه طول موج مختلف انجام شد: ۶۶۳ نانومتر برای سنجش کلروفیل *a*، ۶۴۶ نانومتر برای کلروفیل *b* و ۴۸۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها، غلظت نهایی رنگ‌دانه‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ گزارش شد:

کلروفیل *a* = (۱۲/۲۵ × *A۶۶۳*) − (۲/۵۵ × *A۶۴۶*)
کلروفیل *b* = (۲۰/۱۳ × *A۶۴۶*) − (۴/۹۱ × *A۶۶۳*)
کلروفیل کل = (۱۷/۷۶ × *A۶۴۶*) + (۷/۳۴ × *A۶۶۳*)
کاروتنوئید = (۱۰۰۰× *A۴۸۰* −۱/۸۲ × *Chla* − ۸۵/۰۲ × *Chlb*) ÷۱۹۸

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (*v.25*) و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شد.

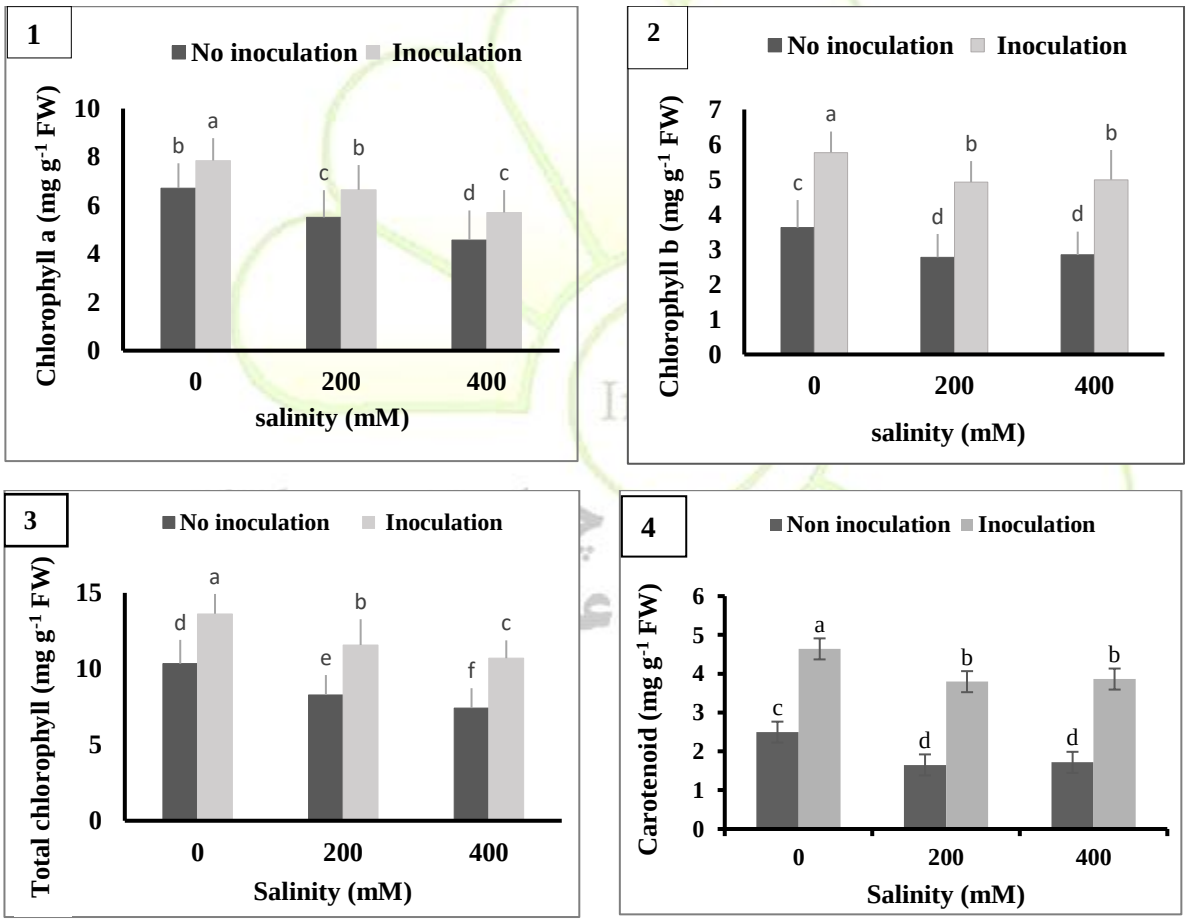
نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف شوری بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی متفاوت بود. در حالی که هر دو سطح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار شوری باعث کاهش معنی‌دار محتوای کلروفیل‌های *a*، *b* و کل در مقایسه با شاهد شدند (به ترتیب به میزان ۱۸ و ۳۲ درصد در کلروفیل *a*، ۲۳ و ۱۲ درصد در کلروفیل *b* و ۱۹ و ۲۸ درصد در کلروفیل کل)، سطح ۴۰۰ میلی‌مولار شوری باعث کاهش کاروتنوئید به میزان ۶ درصد گردید و سطح ۲۰۰ میلی‌مولار بی‌تأثیر بود. همچنین اختلاف معنی‌داری در محتوای کلروفیل *b* در دو سطح شوری ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار مشاهده نشد (شکل ۱).

در ارزیابی تأثیر قارچ *P. indica* بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی مشخص گردید که اثرات منفی تنش شوری بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی با این قارچ به صورت معنی‌داری کاهش یافت. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، محتوای کلروفیل‌های *a*، *b* و کل با تلقیح قارچ به صورت چشمگیری در هر سطوح شوری مورد مطالعه در مقایسه با شاهد کاهش یافت (به ترتیب به میزان ۱۶، ۱۶ و ۳۱

درصد در سطوح صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار شوری، ۵۹، ۵۷ و ۵۸ درصد در سطوح صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار شوری و ۳۱، ۵۰ و ۲۸ درصد در سطوح صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار شوری). همچنین محتوای کاروتنوئیدهای گیاه کینوا در شرایط بدون نمک تحت تأثیر قارچ *P. indica* قرار نگرفت، ولی در سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار شوری با کاهش ۱۳ و ۱۶ درصدی مواجه شد (شکل ۱).

در شرایط تنش شوری، میزان کلروفیل معمولاً کاهش می‌یابد و این تغییر در میزان کلروفیل‌های *a*، *b*، کل و کاروتنوئیدها مشاهده می‌شود که در نهایت بر راندمان فتوسنتز تأثیر می‌گذارد. از آن‌جا که کلروفیل به عوامل محیطی حساس است، تغییر غلظت آن به طور مستقیم بر عملکرد فتوسنتزی و رشد گیاه مؤثر است، چرا که ارتباط مستقیمی میان محتوای کلروفیل و فعالیت فتوسنتزی وجود دارد(Yousfi et al., 2025). پژوهش‌های مختلف از جمله پژوهش انجام‌شده در مورد گندم (Velicevici et al., 2023) نیز کاهش کلروفیل تحت تنش شوری را تأیید کرده است. با این حال، در پژوهش حاضر مشاهده شد که استفاده از قارچ *P. indica* از کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط شوری جلوگیری نمود. تقویت رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه کینوا با حضور *P. indica* نشان‌دهنده افزایش احتمالی فتوسنتز و در نتیجه رشد بهتر گیاه است. یافته‌های مشابهی نیز در پژوهش(Khalvandi et al., 2021) گزارش شده است که نشان می‌دهد این قارچ توانسته در شرایط تنش شوری، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در نعناع فلفلی را افزایش دهد.



اثر تلقیح قارچ P. indica بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل a (1)، کلروفیل b (2)، کلروفیل کل (3) و کاروتنوئیدهای (4) گیاه کینوا در سطوح مختلف شوری (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار). حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های تیماری ($P \leq 0.05$) طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد. هر عدد میانگین سه تکرار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزایش سطوح شوری سبب کاهش کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، کلروفیل کل و کاروتنوئیدهای گیاه کینوا شد. تلقیح قارچ *P. indica* میزان کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، کلروفیل کل و کاروتنوئیدهای گیاه کینوا را افزایش داد. با تلقیح قارچ *P. indica* روند افزایشی در محتوای فتوسنتزی مشاهده می‌شود که باعث افزایش مقاومت گیاه نسبت به تنش شوری می‌شود.

منابع

Adolf, V. I., Shabala, S., Andersen, M. N., Razzaghi, F. and Jacobsen, S. E. 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. Plant and Soil. 357(1): 117–129.

Ashraf, M. F. M. R. and Foolad, M. R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 59(2): 206–216.

Jamali, N., Ghanbari, F. and Hatamnia, A. A. 2023. Improvement of salinity tolerance in hot pepper plants by silicon foliar application. Journal of Plant Production Research. 30(4): 103–120.

Kavehnia, A., Samsampour, D. and Askari Seyahooei, M. 2023. Isolation and morphological and molecular identification of important endophyte fungi of Pistacia mutica in Hormozgan province and their effect on increasing salt stress tolerance of California Wonder 3 pepper seedlings. Journal of Plant Production Research. 30(3): 41–64.

Khalvandi, M., Amerian, M., Pirdashti, H. and Keramati, S. 2021. Does co-inoculation of mycorrhiza and Piriformospora indica fungi enhance the efficiency of chlorophyll fluorescence and essential oil composition in peppermint under irrigation with saline water from the Caspian Sea? PLoS One. 16(7): e0254076.

Lightenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350–382.

Lin, P. H. and Chao, Y. Y. 2021. Different drought-tolerant mechanisms in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) and djulis (Chenopodium formosanum Koidz.) based on physiological analysis. Plants. 10(11): 2279.

Nivedita, Rawoof, A., Ramchiary, N. and Abdin, M. Z. 2021. A high-throughput RNA-Seq approach to elucidate the transcriptional response of Piriformospora indica to high salt stress. Scientific Reports. 11(1): 4129.

Velicevici, G., Madosa, E., Oproi, E., Iordanescu, O. and Dragomir, P. 2023. The Effect of Salinity on the Chlorophyll Content of Wheat. Journal of Central European Green Innovation. 11(1): 15–24.

Yousfi, S., Shahid, M., Thushar, S., Ferreira, J. P., Serret, M. D. and Araus, J. L. 2025. Effect of irrigation salinity on yield and quality of seeds in different quinoa genotypes. Agricultural Water Management. 312: 109413.

The effect of *Piriformospora indica* inoculation on photosynthetic indices of quinoa under salt stress

Roya Karamian[1*] and Saeid Narouizad[1]

1. Department of Biology, Faculty of Science, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
**Corresponding Author: karamian.roya@gmail.com*

Abstract

Salinity stress, as one of the most important abiotic stresses, is considered one of the greatest obstacles to achieving sustainable food security. Among the salinity-tolerant species, quinoa can be an excellent profitable crop with great potential for cultivation in salt-affected areas. This study aimed to investigate the effect of different salinity levels (0, 200, and 400 mM) and the role of the symbiotic fungus *Piriformospora indica* on the physiological responses of quinoa cultivar Q12. The results showed that salinity significantly reduced the content of chlorophyll *a*, *b*, total chlorophyll and carotenoids. The application of the fungus *P. indica* moderated the negative effects of salinity and led to a significant improvement in chlorophyll *a*, *b*, total chlorophyll and carotenoids. At a salinity level of 400 mM, this fungus reduced the content of chlorophyll *a*, *b* and total chlorophyll by 17, 58 and 32%, respectively. Also, *P. indica* caused a 16% reduction in carotenoids at this salinity level. In addition, inoculation with this fungus increased the content of chlorophyll *a*, *b* and total chlorophyll by 16, 60 and 31%, respectively. The findings show that *P. indica* can be used as an effective biological strategy to increase salt tolerance in quinoa cultivation by improving growth status and reducing salinity stress.

Keywords: Chlorophyll *a*, *Piriformospora indica*, Quinoa

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر عصاره‌های هیدروالکلی و آبی گیاه چغندر برگی بر جوانه‌زنی بذر پیاز در شرایط تنش شوری

نادیا بهره‌مند[1]* و مجید مددی‌زاده[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
*نویسنده مسئول: *NadiaBahremand@UJIroft.ac.ir*

چکیده

اولین و در عین حال مهم‌ترین مرحله رشد و نمو گیاه، جوانه‌زنی بذر است که تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد. این مطالعه با هدف بررسی اثرات آماده‌سازی (پرایمینگ) بذر و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر پیاز، در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه جیرفت با آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، دارای دو عامل؛ آماده‌سازی بذر با ۴ سطح (شاهد یا بدون آماده‌سازی، آماده‌سازی با آب مقطر، عصاره‌های آبی و هیدروالکلی چغندر برگی) و تنش شوری با ۶ سطح (۰، ۴۴/۸، ۸۹/۶، ۱۳۴/۴، ۱۷۹/۲ و ۲۲۴ میلی‌مولار)، با سه تکرار انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد، اثر متقابل آماده‌سازی بذر و شوری بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر پیاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ($P \leq 01/0$)، به‌طوری‌که از لحاظ درصد و سرعت جوانه‌زنی، در همه سطوح شوری، آماده‌سازی بذر با عصاره هیدروالکلی چغندر برگی بیشترین و عدم آماده‌سازی بذر کمترین مقادیر را در مقایسه با سایر سطوح آماده‌سازی داشتند، ولی با افزایش سطح شوری این تفاوت کاهش یافت و در برخی از سطوح شوری، آماده‌سازی بذر با آب مقطر نسبت به کاربرد عصاره آبی برتری داشت. بیشترین درصد (۶۰ درصد) و سرعت جوانه‌زنی بذر (۲/۸) در سطح فاقد شوری و آماده‌سازی بذر با عصاره هیدروالکلی مشاهده شد. با توجه به نتایج فوق و اهداف کشاورزی پایدار، آماده‌سازی بذر قبل از کشت و استفاده از عصاره‌های طبیعی گیاهان مقاوم به شوری به‌عنوان شیوه‌های سازگار با محیط زیست، ممکن است در بهبود جوانه‌زنی بذر و مدیریت تنش‌های محیطی راه‌کارهای قابل ارزیابی در گیاهان مختلف باشد.

کلمات کلیدی: پرایمینگ، درصد و سرعت جوانه‌زنی، شوری.

مقدمه

پیاز (*Allium cepa* L.) یکی از مهم‌ترین سبزیجات ادویه‌ای در سراسر جهان است که هم به‌صورت تازه‌خوری و هم چاشنی برای تهیه غذا استفاده می‌شود و خواص دارویی آن در کنترل فشار خون، بیماری‌های قلب و عروق و سرطان اثبات شده است(Abdelkader et al., 2023). کشت و کار پیاز با سه روش عمده کشت مستقیم بذر، تولید نشا و پیازچه امکان‌پذیر است که تداوم هر سه روش نیازمند جوانه‌زنی موفقیت‌آمیز بذر است که این پدیده مهم ممکن است با عوامل متعددی دچار اختلال شود(Mohammadi et al., 2010).

از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده جوانه‌زنی بذر، شوری خاک است که با تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های بشر ایجاد شده و تأثیر زیادی بر مورفولوژی، فیزیولوژی و عملکرد گیاهانی مانند پیاز، که به شوری بسیار حساس‌اند می‌گذارد، اگرچه گیاهان مختلف سطح آستانه متفاوتی از حساسیت به شوری دارند(Ahmed et al., 2022). گزارشات علم و همکاران ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌های پیاز در سطوح مختلف شوری برای توسعه ارقام مناسب برای مناطق شور را نشان می‌دهد (Alam et al., 2023).

از طرفی آماده‌سازی (پرایمینگ) بذر قبل از کشت یکی از قدیمی‌ترین تکنیک‌ها برای افزایش جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و عملکرد گیاه هست و امروزه با شیوه‌های مختلف مانند هیدروپرایمینگ، هالوپرایمینگ، اسموپرایمینگ، پرایمینگ زیستی، پرایمینگ ماتریس جامد، شیمی‌پرایمینگ، ترموپرایمینگ، پرایمینگ هورمونی و نانوپرایمینگ در شرایط عادی و تنش‌زا از جمله تنش شوری به‌کار گرفته می‌شود (Nowicki et al., 2025). مطالعات Lee and Kasote آماده‌سازی بذر با شیوه‌های مختلف رو به‌عنوان روشی برای القای تحمل به شوری، مقاومت به بیماری، اجزای عملکرد و کاهش سمیت فلزات سنگین در گیاهان اعلام کرده است (Lee and Kasote, 2024).

چغندر برگی (*Beta vulgaris* var. *cicla*) گیاهی از خانواده اسفناجیان (*Chenopodiaceae*)، بومی مدیترانه و بیش از ۱۰۰۰ سال است که به‌عنوان غذا مصرف می‌شود و علاوه بر مصرف خوراکی به‌دلیل سرشار بودن از سلولز، پروتئین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالا در سال‌های اخیر با ویژگی‌های مهم دیگری از جمله مقاومت به تنش شوری مورد توجه بسیاری قرار گرفته است که استفاده از عصاره‌های طبیعی چنین گیاهانی ممکن است در کنترل شوری مؤثر باشد (He et al., 2022; Ahmed et al., 2022).

در نهایت با در نظرگرفتن ایران به‌عنوان ششمین تولیدکننده پیاز جهان و جنوب استان کرمان با رتبه اول تولید کشور و توجه به اهمیت مطالب فوق نظیر افزایش شوری خاک به‌دلیل تغییرات اقلیم و مصرف بی‌رویه کودها به‌خصوص کود مرغی و به تبع آن تأخیر یا عدم سبز شدن بذر در منطقه، توانایی نسبی گیاه چغندر برگی در تحمل شرایط شوری و اهمیت شناسایی روش‌های سازگار با محیط زیست، این مطالعه با هدف بررسی اثر آماده‌سازی بذر بر جوانه‌زنی بذر پیاز با عصاره‌های آبی و هیدروالکلی گیاه چغندر برگی در شرایط شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذرهای گیاه چغندر برگی از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری و در پایان مهرماه بعد از رفع گرما با توجه به فصل خنک بودن گیاه و ملایم بودن زمستان منطقه کشت و پس از سه ماه برگ‌های بالغ گیاه برداشت و به‌صورت تازه جهت تهیه عصاره‌های هیدروالکلی با روش ماسراسیون (Maceration) و عصاره آبی با روش هضم(Digestion) استفاده شد. ۷۵ گرم برگ گیاه با ۳۰۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد ساییده و بعد ۴۸ ساعت استراحت با کاغذ صافی صاف ولی برای تهیه عصاره آبی همین وزن نمونه با آب ساییده و مدت نیم ساعت جوشانده و سپس با سانتریفیوژ صاف شد (دور ۲۰۰۰ و مدت ۱۰ دقیقه). برای تغلیظ عصاره هیدروالکلی و آبی از دستگاه روتاری و به‌ترتیب دمای ۴۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام و تا زمان مصرف درون شیشه استریل پوشیده با فویل در یخچال نگهداشته شد.

آزمایش در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با دو فاکتور؛ آماده‌سازی بذر با ۴ سطح (شاهد یا بدون آماده‌سازی، آماده‌سازی با آب مقطر، عصاره‌های آبی و هیدروالکلی چغندر برگی) و تنش شوری با ۶ سطح (۰، ۴۴/۸، ۸۹/۶، ۱۳۴/۴، ۱۷۹/۲ و ۲۲۴ میلی‌مولار کلرید سدیم)، در سه تکرار انجام شد. ابتدا بذرهای ضدعفونی‌شده پیاز مدت ۲۴ ساعت با آب مقطر و عصاره‌های رقیق‌شده (۱۰ درصد) آماده‌سازی (هر ۱۲ ساعت تعویض محلول انجام شد) و سپس خشک شده و در نهایت ۱۰ عدد بذر درون هر پتری‌دیش با قطر ۱۰ سانتی‌متر در شرایط کاملاً استریل روی کاغذ صافی گذاشته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵ ± ۲ درجه در محیط تاریک با توجه به نیاز نوری گیاه پیاز قرار گرفت (بذرهای بدون آماده‌سازی نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد). آغاز جوانه‌زنی از روز دوم در برخی تیمارها شروع و در روز ششم در کلیه تیمارها تکمیل شد. در پایان با نسبت بذرهای جوانه‌زده به تعداد کل بذر کشت‌شده، درصد نهایی جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی با فرمول (۱) از تقسیم بذرهای جوانه‌زده (*Ns*) بر تعداد روز گذشته از آغاز جوانه‌زنی (*n*) در هر تیمار و تکرار به‌دست آمد.

$$GR = \frac{Ns}{n} \quad (۱)$$

مطابق نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر پیاز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات آماده‌سازی بذر و شوری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر پیاز.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
آماده‌سازی	۳	۲۳۹۶**	۶/۷۲**
شوری	۵	۱۰۵۳**	۱/۵۴**
اثر متقابل	۱۵	۳۰۲**	۰/۴۳**
خطا	۴۸	۲۹/۱	۰/۰۲

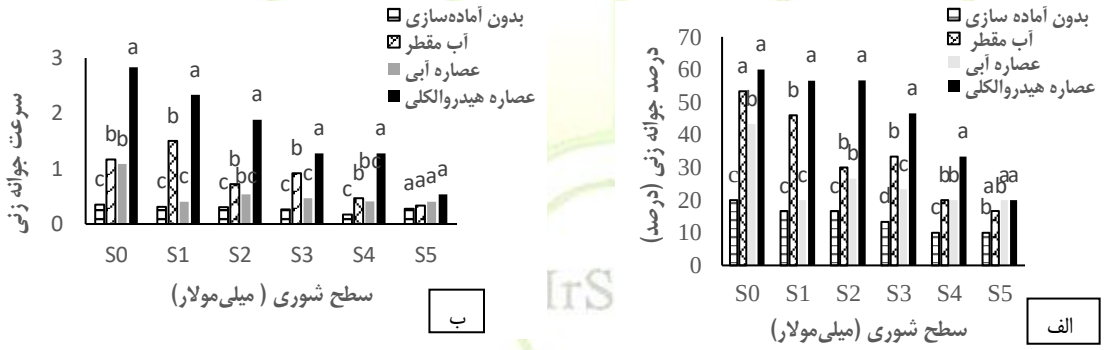
ضریب تغییرات	-	۱۸/۰۱	۱۷/۳

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

درصد جوانه‌زنی

در همه سطوح شوری، آماده‌سازی بذر با عصاره هیدروالکلی و عدم آماده‌سازی، به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر جوانه‌زنی را داشتند و در سطح فاقد شوری، این مقادیر ۶۰ درصد و ۲۰ درصد بود. البته با افزایش سطح شوری، درصد جوانه‌زنی کلیه سطوح کاهش و تفاوت سطوح آماده‌سازی نیز کمتر شد و در اغلب سطوح شوری، درصد جوانه‌زنی آماده‌سازی بذر با آب مقطر بیشتر از عصاره آبی بود، اما این روند در شدیدترین سطح شوری تغییر کرد (شکل ۱ الف).

بذرهای پرایم‌شده در کشاورزی نسبت به بذرهای غیرپرایم‌شده به دلایل زیادی سودآورترند، مانند کاهش زمان سبز شدن که یک عامل ضروری برای اجتناب از تنش‌های محیطی و تضمین استقرار گیاه است (Abdelkader et al., 2023). تنش اسمزی، سمیت یونی و استرس اکسیداتیو حاصل از سطوح شوری بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه تأثیر منفی دارند که ناشی از تغییر سطوح محرک جوانه‌زنی بذر یعنی اسیدهای جیبرلیک، بازدارنده اسید آبسیزیک، رفتار آبی و نفوذپذیری غشا در بذر هستند (Alam et al., 2023) .در یک مطالعه اخیر، مشخص شد که عصاره برگی نوعی سرو، ژن‌های مختلف مرتبط با استرس را در کدو تنظیم می‌کند (Ahmed et al., 2022).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل آماده‌سازی بذر (شاهد یا بدون آماده سازی، آماده‌سازی با آب مقطر، عصاره‌های آبی و هیدرو الکلی چغندر برگی) و شوری (۰، ۴۴/۸، ۸۹/۶ ، ۱۳۴/۴، ۱۷۹/۲و ۲۲۴ میلی‌مولار) بر الف: درصد و ب: سرعت جوانه‌زنی بذر پیاز؛ ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

سرعت جوانه‌زنی

سرعت جوانه‌زنی تقریباً با روند مشابه ولی شدیدتر از درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت (شکل ۱ب).

منابع

Abdelkader, M., Voronina, L., Puchkov, M., Shcherbakova, N., Pakina, E., Zargar, M. and Lyashko, M. 2023. Seed priming with exogenous amino acids improves germination rates and enhances photosynthetic pigments of onion seedlings (*Allium cepa* L.). Horticulturae. 9(1): 80.

Ahmad, A., Blasco, B. and Martos, V. 2022. Combating salinity through natural plant extracts based biostimulants: a review. Frontiers in Plant Science. 13: 862034.

Alam, M.A., Rahman, M.A., Rahman, M.M., Hasan, M.M., Naher, S., Fahim, A.H.F., Mottalib, M.A., Roy, S., Islam, M.R., Mozumder, S.N. and Alsuhaibani, A.M. 2023. Performance valuation of onion (*Allium cepa*

L.) genotypes under different levels of salinity for the development of cultivars suitable for saline regions. Frontiers in Plant Science. 14: 1154051.

He, H., Zhou, W., Lü, H. and Liang, B. 2022. Growth, leaf morphological and physiological adaptability of leaf beet (*Beta vulgaris* var. *cicla*) to salt stress: A soil culture experiment. Agronomy. 12(6): 1393.

Lee, J.H. and Kasote, D.M. 2024. Nano-priming for inducing salinity tolerance, disease resistance, yield attributes, and alleviating heavy metal toxicity in plants. Plants. 13(3): 446.

Mohammadi, J., Lamei, J., Khasmakhi-Sabet, A., Olfati, J.A. and Peyvast, G.H. 2010. Effect of irrigation methods and transplant size on onion cultivars yield and quality. Journal of Food Agriculture & Environment. 8(1): 158-160.

Nowicki, M., Nowakowska, M., Nowak, K., Szczechura, W. and Kaminski, P. 2025. Seed priming and abiotic stress tolerance in carrot: Unraveling the mechanisms of improved germination. PloS one. 20(2): 0318753.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effect of hydroalcoholic and aqueous extracts of chard on the germination of onion seeds under salinity stress

Nadia Bahremand[1*] and Majid Madadizadeh[1]
1. Horticultural Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
Corresponding Author: NadiaBahremand@ujiroft.ac.ir

Abstract

The first and at the same time the most important stage of plant growth and development is seed germination, which is affected by many factors. This study aimed to investigate the effects of seed priming and salinity stress on onion seed germination, in the University of Jiroft Horticultural Sciences Laboratory, with a factorial experiment in a completely randomized design, with two factors; seed priming with 4 levels (control or no priming, priming with distilled water, aqueous and hydroalcoholic extracts of beetroot) and salinity stress with 6 levels (0, 44.8, 89.6, 134.4, 179.2 and 224 mM NaCl), with three replications. The results of this experiment showed that the interaction effect of seed priming and salinity on the germination percentage and rate of onion seed was significant at the 1% probability level ($p \leq 0.01$), so that, in terms of percentage and rate of germination, at all salinity levels, seed priming with hydroalcoholic extract of chard had the highest values and no seed priming had the lowest values compared to other levels, but with increasing salinity levels, this difference decreased and in some salinity levels, seed priming with distilled water was superior to the use of aqueous extract. The highest seed germination percentage (60%) and rate (2.8) were observed at the level without salinity and seed priming with hydroalcoholic extract. Considering the above results and the goals of sustainable agriculture, seed priming before planting and the use of natural extracts of salt-tolerant plants as environmentally friendly methods may be evaluable procedures in improving seed germ

Keywords: Germination percentage and rate, Priming, Salinity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تنش خشکی و نانوذرات سلنیوم بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه گل گاوزبان ایتالیایی

بهنام قیصری[۱]، محمد فتاحی[۱*] و هادی علیپور[۱]
۱ -گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *Mohamadfattahi@yahoo.com*

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که با اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، رشد و عملکرد گیاهان دارویی را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. گل‌گاوزبان ایتالیایی (*Echium italicum*) به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی مهم شناخته می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی نانوذرات سلنیوم(SeNPs) بر تعدیل آثار تنش خشکی در گیاه گل‌گاوزبان ایتالیایی در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. در سیستم‌های کشاورزی، نانوذرات سلنیوم برای بهبود تولید محصول، بهبود خواص آنتی‌اکسیدانی و تحمل گیاهان به تنش‌های مختلف محیطی مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تنش خشکی (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه)، نانوذرات سلنیوم (۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر) و برهم‌کنش آن‌ها، در اغلب صفات مورد بررسی دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود. به‌طور مشخص، اثر متقابل تنش و نانوذرات سلنیوم بر طول برگ و محتوای کلروفیل a و b در سطح احتمال ۵ درصد و بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(FRAP) در برگ و ریشه در سطح ۱ درصد معنادار شد. همچنین، تیمار خشکی به‌تنهایی تأثیر بسیار معنی‌داری بر طول ریشه و هدایت الکتریکی داشت، در حالی که نانوذرات سلنیوم نیز به‌طور مستقل موجب افزایش معنی‌دار در طول ریشه و میزان کاروتنوئیدها شدند. نانوذرات، علاوه بر اثرات مثبت فراوان بر گیاهان، می‌توانند به‌عنوان یک ماتریس جذب عالی و حاملی برای طیف وسیعی از مواد مانند نانوذرات سلنیوم با کاربردهای مختلف در بخش کشاورزی در نظر گرفته شوند. این نتایج بیانگر آن است که کاربرد نانوذرات سلنیوم با بهبود شاخص‌های رشدی، حفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی و تقویت مکانیسم‌های دفاعی، می‌تواند در کاهش آسیب‌های ناشی از تنش خشکی در گل‌گاوزبان ایتالیایی نقش مؤثری ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدانی، تنش خشکی، سلنیوم، گل‌گاوزبان ایتالیایی.

مقدمه

تنش خشکی از عوامل محیطی مهمی است که به‌شدت بر رشد و تولیدمثل گیاهان تأثیر می‌گذارد. برای بسیاری از محصولات کشاورزی، عملکردهای متوسط اغلب بین ۲۰ تا ۵۰ درصد از عملکرد بهینه کاهش می‌یابد که عمدتاً به دلیل خشکی و شوری بالای خاک است؛ شرایطی که انتظار می‌رود در بسیاری از مناطق به دلیل تغییرات اقلیمی بدتر شود. اولین تأثیر خشکی در کاهش توسعه سلولی، به‌ویژه در ساقه‌ها و برگ‌ها، نمایان می‌شود. رشد ساقه متوقف شده و رشد برگ نیز محدود می‌شود. یکی از نشانه‌های اولیه کمبود آب، کاهش فشار تورژسانس است که باعث کاهش رشد و توسعه سلولی، به‌خصوص در ساقه و برگ‌ها می‌شود (Emami Bistgani et al., 2024).

نانوفناوری، علم کوچک‌ها، یک حوزه میان‌رشته‌ای است که علوم و مهندسی را برای توسعه مواد در مقیاس نانومتر در سطح اتم‌ها، مولکول‌ها و ساختارهای ماکرومولکولی ادغام می‌کند. واژه «نانو» از کلمه یونانی به معنای «کوتوله» مشتق شده و یک نانومتر برابر با یک میلیاردم متر است که تقریباً به‌اندازه گروهی از ده مولکول آب یا عرض شش اتم کربن می‌باشد. کاربرد نانوذرات در کشاورزی به دلیل ویژگی‌های خاص مانند پتانسیل بالای واکنش، سطح گسترده، عرض منافذ و اشکال متنوع، محبوبیت زیادی پیدا کرده است (Giraldo et al., 2019).

نانوذرات سلنیوم(Se NPs) به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردشان، مانند ضریب سطح به حجم قابل‌توجه، حلالیت و چندعملکردی بودن، از سایر مواد قابل‌تشخیص هستند. سلنیوم(Se) یک عنصر غیرفلزی است که در طیف متنوعی از اشکال، به‌ویژه به‌صورت سلنید [Se

[(-II)، سلنیوم عنصری[(0) Se] ، سلنیت[(IV) Se] ، یا سلنات [(VI) Se] وجود دارد، که همه به‌طور طبیعی وجود دارند و در موجودات مختلف تجمع می‌یابند(Samynathan et al., 2023).

استفاده از سلنیوم می‌تواند منجر به افزایش سرعت رشد، بهبود محتوای غذایی، افزایش کارایی فتوسنتز، القای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، تغییر در تعادل هورمونی، تقویت متابولیسم اولیه و ثانویه شود(Khan et al., 2023).

گل گاوزبان ایتالیایی(*Echium italicum*) متعلق به تیره گل‌گاوزبان(Boraginaceae) و با نام انگلیسی Italian bugloss شناخته می‌شود. تیره گل‌گاوزبان دارای ۱۵۶ جنس و حدود ۲۵۰۰ گونه هست. گل گاوزبان ایتالیایی در بیشتر مناطق اروپا، مدیترانه، شمال آفریقا و در غرب ایران می‌روید. از خانواده گل‌گاوزبان ترکیبات شیمیایی متعددی جداسازی شده که دارای فعالیت فارماکولوژیکی مانند فعالیت‌های ضدتوموری، ضدمیکروبی، ضدویروسی و درمان زخم هستند. ریشه این گیاهان از قرن‌ها پیش در رنگرزی پارچه به کار می‌رفت و امروزه از ریشه‌های خشک‌شده در کشورهای اروپایی برای تهیه رنگ‌های صنعتی استفاده می‌شود(Gautam *et al.*, 2024). با توجه به موارد ذکرشده، هدف از انجام این تحقیق شامل بررسی تأثیر کاربرد نانوذرات سلنیوم در تعدیل اثرات تنش خشکی در گل‌گاوزبان ایتالیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت یک آزمایش گلدانی تحت شرایط خاکی و در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه در سال ۱۴۰۲ انجام شد. اندازه‌گیری صفات و بررسی‌های آزمایشگاهی در گروه مهندسی علوم باغبانی گیاهی در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ انجام گرفت. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. بخش آزمایشی شامل نانوذرات سلنیوم در سه سطح (عدم کاربرد (شاهد)، ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر) و تنش خشکی در سه سطح (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) انجام گردید (شکل ۱). تیمار نانوذرات سلنیوم به‌صورت محلول‌پاشی بود و دو ماه پس از اعمال تیمارها، نمونه‌های گیاهی برداشت و صفات اندازه‌گیری شدند (شکل ۲).

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل خشکی و محلول‌پاشی نانو سلنیوم بر روی طول برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین، تأثیر تیمارهای مختلف خشکی و محلول‌پاشی نانو سلنیوم بر طول ریشه به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد. بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس، اثر تنش خشکی بر هدایت الکتریکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، در حالی که اثر ساده محلول‌پاشی نانوذرات سلنیوم و اثر متقابل این دو عامل معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار (در سطح احتمال پنج درصد) اثر متقابل خشکی، محلول‌پاشی نانو سلنیوم بر کلروفیل a و b بود. طبق نتایج تجزیه واریانس، تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی نانو سلنیوم (در سطح احتمال یک درصد) بر محتوای کاروتنوئید معنی‌دار بود. بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل خشکی و محلول‌پاشی نانو سلنیوم بر آنتی‌اکسیدان FRAP برگ و ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

خشکی به‌عنوان یکی از عوامل تنش‌زای غیرزیستی شدید شناخته می‌شود که عملکرد گیاهان را کاهش می‌دهد. در طول دوره‌های خشکی، کاهش پارامترهای رشد گیاه ممکن است به دلایل مختلفی از جمله کوچک‌شدن سلول‌ها، کاهش محتوای نسبی آب، کاهش تقسیم سلول‌های مریستمی، اختلال در تولید برگ و ریزش برگ‌ها رخ دهد. علاوه بر این، تنش خشکی می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم ورود دی‌اکسید کربن به روزنه‌ها را کاهش دهد. این امر منجر به محدودیت فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد رویشی گیاه می‌گردد (Zafar *et al.*, 2024).

از این رو، جست‌وجوی گسترده‌ای برای یافتن تمام مکانیسم‌های ممکن که می‌توانند به گیاهان در غلبه بر اثرات منفی خشکی کمک کنند، در حال انجام است. یافته‌های اخیر ما نیز به این مطالعات افزوده و نشان داده‌اند که یکی از این مکانیسم‌ها می‌تواند استفاده از نانوذرات

سلنیوم باشد. نقش نانوذرات سلنیوم در افزایش بهره‌وری گیاهان تحت تنش خشکی ممکن است ناشی از تعادل یونی و اسمزی در سلول‌ها باشد که با افزایش فراوانی رنگدانه‌های سبز، فتوسنتز را بهبود می‌بخشد (Khan *et al.*, 2023).

جدول ۱- تجزیه واریانس ویژگی های رشدی و بیوشیمیایی گل گاو زبان ایتالیایی تحت تنش خشکی.

منابع تغییر	درجه آزادی	طول برگ	طول ریشه	هدایت الکتریکی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	FRAP ریشه	FRAP برگ
خشکی(D)	۲	۱۲۴/۵ **	۲۴/۴۸ **	۲۱۹۰ **	۰/۰۲ **	۰/۰۰۶ **	۰/۰۲ *	۴۸/۳۵ **	۱۳/۶ **
نانو سلنیوم(S)	۲	۳/۴۸ ns	۱۷/۳ *	۱۱/۱ns	۰/۰۰۰۸ ns	۰/۰۰۱ **	۰/۰۰۲۳*	۲/۵۵ **	۵/۰۰۱ **
D * S	۴	۴/۵۲ns	۷/۸۷ ns	۱۰/۷ns	۰/۰۰۱۲*	۰/۰۰۰۷*	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۷ **	۰/۷۷۴ **
خطای‌آزمایش	۱۸	۱/۰۴	۳/۰۳	۱۴/۱	۰/۰۰۰۳۶	۰/۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۳	۰/۱۴	۰/۱۱۵
ضریب تغییر		۷/۶۸	۸/۶۱	۶/۱۵	۶/۹۶	۸/۹۱	۷/۹۴	۴/۲۰	۴/۵۳

**، * و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری.

گیاهان دارای مکانیسم‌های فیزیولوژیکی برای سازگاری با تنش آبی یا حتی مقاومت در برابر دوره‌های کم‌آبی هستند، از جمله بسته‌شدن روزنه‌ها. آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند نانوذرات سلنیوم می‌توانند از کلروپلاست‌ها محافظت کنند، محتوای کلروفیل را افزایش دهند، واکنش‌های ردوکس را تنظیم نمایند و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را تحریک کنند. سلنیوم به دلیل توانایی‌اش در تحریک سنتز ترکیبات حاوی گوگرد (S) و نیتروژن (N)، همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و متابولیت‌ها، به‌عنوان عاملی برای کاهش استرس خشکی در گیاهان گزارش شده است. علاوه بر این، سلنیوم در شرایط محیطی استرس‌زا و غیراسترس‌زا می‌تواند جذب برخی از عناصر را تغییر دهد و در نتیجه رشد گیاه را تقویت می‌کند (Hawrylak-Nowak, 2022).



شکل ۱- اندازه‌گیری وزن گیاه جهت اعمال تنش خشکی ۲- اندازه‌گیری طول برگ بوسیله خط کش.

منابع

Emami Bistgani, Z., Barker, A.V. and Hashemi, M. 2024. Physiology of medicinal and aromatic plants under drought stress. The Crop Journal, 12(2): 330–339.

Gautam, S., Lapčík, L. and Lapčíková, B. 2024. Pharmacological significance of Boraginaceae with special insights into shikonin and its potential in the food industry. Foods, 13(9): 1350.

Giraldo, J.P., Wu, H., Newkirk, G.M. and Kruss, S. 2019. Nanobiotechnology approaches for engineering smart plant sensors. Nature Nanotechnology, 14(6): 541–553.

Hawrylak-Nowak, B. 2022. Selenium- and Se-nanoparticle-induced improvements of salt stress tolerance in plants. 91–120.

Khan, Z., Thounaojam, T.C., Chowdhury, D. and Upadhyaya, H. 2023. The role of selenium and nano selenium on physiological responses in plant: a review. Plant Growth Regulation, 100(2): 409–433.

Samynathan, R., Venkidasamy, B., Ramya, K., Muthuramalingam, P., Shin, H., Kumari, P.S., Thangavel, S. and Sivanesan, I. 2023. A recent update on the impact of nano-selenium on plant growth, metabolism, and stress tolerance. Plants, 12(4): 853.

Zafar, N., Akram, N.A., Fatima, K., Noreen, S., Akram, M.S., Umer, S., Ashraf, M., Alsahli, A.A. and Mansoor, S. 2024. Drought-induced changes in plant-yield interlinked biochemistry of cauliflower.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effects of Drought Stress and Selenium Nanoparticles on Physiological and Biochemical Characteristics of *Echium italicum*

Behnam Gheisary[1], Mohammad Fattahi[1*] and Hadi Alipour[1]
1. Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
3. Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: Mohamadfattahi@yahoo.com

Abstract

Drought stress represents one of the most critical abiotic stresses that severely affects the growth and performance of medicinal plants by disrupting physiological and biochemical processes. Italian viper's bugloss (*Echium italicum*) is recognized as an important medicinal plant. This study investigated the effects of selenium nanoparticle (Se NPs) foliar application in mitigating drought stress impacts on *E. italicum* under greenhouse conditions. In agricultural systems, selenium nanoparticles have been studied for their potential to enhance crop production, improve antioxidant properties, and increase plant tolerance to various environmental stresses. Analysis of variance revealed significant statistical differences ($p \leq 0.05$) in most evaluated traits due to the effects of drought stress (100%, 75%, and 50% of field capacity (FC)), Se NPs treatment (30 and 60 mg L^{-1}), and their interaction. Specifically, the drought and Se NPs interaction significantly influenced leaf length and chlorophyll a and b content at the 5% probability level. In comparison, antioxidant capacity (FRAP) in leaves and roots showed significance at the 1% level. Drought stress alone significantly affected root length and electrical conductivity, whereas Se NPs independently increased root length and carotenoid content. Beyond their beneficial effects on plants, nanoparticles can

Keywords: Antioxidant Capacity, Drought Stress, Italian Viper's Bugloss, Selenium Nanoparticles

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پایداری هیبریدهای کدو تخم‌کاغذی در دو تراکم کشت

مهسا یونسی[۱*]، جمالعلی الفتی چیرانی[۱]، محمد حسین میرجلیلی[۲]، سیما داودی[۱] و محمدباقر فرهنگی[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *mahsayounesi98@gmail.com*

چکیده

گیاه کدو تخم‌کاغذی از گیاهان دارویی است که استفاده از روغن و بذر آن در درمان بسیاری از بیماری‌ها مؤثر است. با توجه به اهمیت گیاه کدو تخم‌کاغذی در صنایع مختلف، همچنین افزایش خشکسالی در سال‌های اخیر، نبود اطلاعات کافی درباره فاصله کشت بوته و استفاده حداکثری از اراضی موجب شد آزمایشی در دو تراکم کشت ۱۰۰۰۰ با فواصل کشت (۱×۱ متر) و تراکم کشت ۲۰۰۰۰ با فواصل کشت (۱×۰/۵ متر) با چهار هیبرید (که از تلاقی کدو خورشتی و کدو تخم‌کاغذی حاصل شده بودند) با نام‌های (۸×۲۳، ۲×۲۳، ۱۱×۲۳، ۱۴×۷) در بهار و تابستان سال ۱۴۰۲ اجرا شد. بعد از رسیدن میوه‌ها، برداشت آنان صورت گرفت؛ سپس عملکرد روغن و بذر در هر دو تراکم کشت برای هر هیبرید به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد تراکم کشت می‌تواند بر رقابت بین بوته‌ها برای جذب و دسترسی به آب و عناصر غذایی مؤثر باشد. یکی از راه‌های بالا بردن تراکم کشت استفاده از هیبریدهای اصلاح‌شده با رشد محدود است. سپس عملکرد روغن و بذر هیبریدها در هر دو تراکم کشت توسط ۱۵ شاخص پایداری ارزیابی شد و نتایج نشان داد واکنش هر هیبرید نسبت به هر شاخص متفاوت بود که نشان‌دهنده لزوم بررسی دقیق‌تر کلیه هیبریدها طی پروژه‌های بعدی می‌باشد. به‌طور کلی با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، هیبریدهای ۱۱×۲۳ و ۸×۲۳ از نظر عملکرد بذر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تحمل را در شرایط تنش و بدون تنش داشتند. هیبرید ۸×۲۳ و ۲×۲۳ از نظر عملکرد روغن به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تحمل را در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشتند.

واژه‌های کلیدی: اصلاح، تنش، عملکرد.

مقدمه

کدو تخم‌کاغذی با نام علمی *Cucurbita pepo* var. *styriaca* از خانواده کدوئیان Cucurbitaceae است (Weeden and Robinson, 1990). تنظیم میزان برداشت محصول با توجه به نیاز بازار را می‌توان با تنظیم فواصل کشت مناسب امکان‌پذیر ساخت (Cushman *et al.*, 2004). یک هیبرید اصلاح‌شده برای این‌که از لحاظ تجاری موفق باشد، باید بتواند عملکرد مطلوبی را در طیف وسیعی از شرایط اقلیم و کشاورزی از خود نشان دهد. در معنی‌دار شدن اثر متقابل هیبرید و محیط، انتخاب و معرفی ارقام با عملکرد بالا و پایدار را در برنامه‌های اصلاحی با مشکل مواجه می‌نماید. اثر متقابل هیبرید یا ارقام بسیار حائز اهمیت است، چون دلالت بر تغییر رتبه عملکرد هیبرید در محیط‌های مختلف دارد(Mirza *et al.*, 2013). هدف از انجام این پژوهش ارزیابی پایداری هیبریدهای اصلاحی در دو تراکم کشت بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در بهار و تابستان سال ۱۴۰۲ انجام شد. در این پژوهش از چهار هیبرید کدو پوست تخم‌کاغذی در دو تراکم ۱۰۰۰۰ بوته در هکتار و ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار استفاده شد.

بذور مربوط به هیبریدهای مورد نظر به تعداد واحدهای آزمایشی در نظر گرفته‌شده جوانه‌دار و براساس تراکم‌های در نظر گرفته‌شده به زمین اصلی منتقل شد. آبیاری با توجه به شرایط جوی به‌صورت منظم دو تا سه بار در هفته به مدت ۳۰ دقیقه صورت گرفت. بعد از رسیدگی کامل، میوه‌ها (زرد شدن ۷۵ درصد میوه) برداشت شدند و بذرگیری صورت گرفت. بذور در هوای آزاد در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به تفکیک هر میوه خشک و توزین گردید. روغن‌گیری با دستگاه سوکسله مدل SOXTEC SYSTEM HT 1046 به‌وسیله

حلال ان‌هگزان صورت گرفت و عملکرد بذر و روغن محاسبه شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های شاخص پایداری (Fischer and Maurer, 1978; Rosielle and Hamblin, 1981; Hossain *et al.*, 1999)، تحمل هیبریدها (عملکرد بذر و روغن) در برابر شرایط تنش و غیرتنش (تراکم کشت کم و زیاد) ارزیابی شد.

نتایج و بحث

شاخص پایداری بذر هیبریدها و رتبه‌بندی آن‌ها

از نظر شاخص‌های عملکرد در شرایط تنش(YP)، تحمل به تنش(STI)، میانگین هندسی بهره‌وری عملکرد(GMP)، شاخص عملکرد(YI)، شاخص میانگین عملکرد نسبی(MRP)، شاخص کارایی نسبی (REI)، میانگین هارمونیک(HM)، میانگین بهره‌وری (MP)و شدت تنش (SI)، بیش‌ترین مقادیر را هیبریدهای ۱۱×۲۳، ۱۴×۷، ۲×۲۳ و ۸×۲۳ نشان دادند. همچنین از نظر شاخص‌های عملکرد در شرایط بدون تنش(YS) ، مقاومت به تنش(LI) ، هیبریدهای ۱۱×۲۳، ۲×۲۳، ۱۴×۷ و ۸×۲۳ برتر بودند. شاخص حساسیت به تنش (SSI) به‌ترتیب در هیبریدهای ۱۱×۲۳، ۱۴×۷، ۲×۲۳ و ۸×۲۳ و شاخص تحمل تنش (Tol) به‌ترتیب در هیبریدهای ۲×۲۳، ۱۴×۷، ۱۱×۲۳ و ۸×۲۳ دارای پایین‌ترین مقادیر بودند که مقاومت و تحمل هیبریدها را در برابر شرایط تنش و غیرتنش نشان می‌دهد. شاخص پایداری عملکرد (YSI) نیز به‌ترتیب در هیبریدهای ۱۱×۲۳، ۸×۲۳، ۲×۲۳ و ۱۴×۷ دارای بیش‌ترین مقدار بود (جداول ۱ و ۲).

در مجموع با توجه به نتایج، هیبریدهای ۱۱×۲۳ و ۱۴×۷ بیش‌ترین تحمل و دو هیبرید ۲×۲۳ و ۸×۲۳ کم‌ترین تحمل را در مقابل تراکم کشت بالا داشتند. البته معرفی بهترین هیبرید نیاز به بررسی بیش‌تر دارد و ممکن است عملکرد آنان در هر شرایط متفاوت باشد و صرفاً معرفی بهترین هیبرید با شرایط کشت این آزمایش صورت گرفته است (جداول ۱ و ۲).

پژوهش‌های زیادی در زمینه شاخص پایداری صورت گرفته که همه آن‌ها اشاره کردند که سه شاخص میانگین هندسی بهره‌وری عملکرد(GMP)، میانگین بهره‌وری(MP) و تحمل به تنش(STI)، هیبریدهایی که عملکرد بالا با کم‌ترین نوسان در هر دو محیط (تنش و غیرتنش) دارند را مشخص می‌نمایند(Farshadfar *et al.*, 2012).

همچنین برای انتخاب و معرفی هیبریدهای متحمل به شرایط تنش و بدون تنش، دو شاخص کارایی نسبی (REI) و میانگین هارمونیک (HM) استفاده می‌شوند. زمانی که تفاوت چشمگیر و زیادی بین شاخص‌های عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش(YP) و (YS) وجود نداشته باشد، شاخص میانگین بهره‌وری (MP) یک تغییر به سمت پتانسیل عملکرد خواهد داشت که برای رفع این مسئله، شاخص GMPکه بر مبنای میانگین هندسی هیبریدها می‌باشد، در دو شرایط تنش و غیرتنش به‌کار برده می‌شود (Raman *et al.*, 2012)).

شاخص پایداری روغن هیبریدها و رتبه‌بندی آن‌ها

از نظر شاخص‌های شدت تنش (SI)، میانگین بهره‌وری(MP)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص میانگین عملکرد نسبی (MRP)، شاخص عملکرد(YI)، میانگین هندسی بهره‌وری عملکرد(GMP)، تحمل به تنش (STI)، عملکرد در شرایط بدون تنش(YS)، عملکرد در شرایط تنش (YP)، به‌ترتیب بیش‌ترین مقادیر را هیبریدهای ۸×۲۳، ۱۱×۲۳، ۱۴×۷ و ۲×۲۳ نشان دادند. شاخص تحمل(Tol) به‌ترتیب در هیبریدهای ۱۱×۲۳، ۱۴×۷، ۲×۲۳ و ۸×۲۳ و شاخص حساسیت به تنش (SSI) در هیبریدهای ۱۱×۲۳، ۸×۲۳، ۲×۲۳ و ۱۴×۷ دارای پایین‌ترین مقادیر بودند که تحمل هیبریدها را در برابر شرایط تنش و غیرتنش نشان می‌دهد. شاخص پایداری عملکرد (YSI) به‌ترتیب در هیبریدهای ۱۴×۷، ۲×۲۳، ۱۱×۲۳ و ۸×۲۳ بیش‌ترین بود. شاخص حساسیت به تنش (SSI) نیز به‌ترتیب در هیبریدهای ۲×۲۳، ۸×۲۳، ۱۱×۲۳ و ۱۴×۷ دارای بیش‌ترین مقدار بود (جداول ۳ و ۴).

مقاومت به تنش (LI) و شاخص کارایی نسبی(REI) به‌ترتیب در هیبریدهای ۱۱×۲۳، ۸×۲۳، ۱۴×۷ و ۲×۲۳ دارای بیش‌ترین مقدار بود. در مجموع، هیبریدهای ۸×۲۳ و ۱۱×۲۳ بیش‌ترین تحمل و دو هیبرید ۱۴×۷ و ۲×۲۳ کم‌ترین تحمل را در هر دو تراکم کشت قیدشده داشتند (جداول ۳ و ۴). البته برای معرفی بهترین هیبریدها نیاز به بررسی دقیق‌تر از نظر زمان و مکان وجود دارد.

یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها جهت بررسی عکس‌العمل هیبریدها به تنش‌های غیرزیستی مانند سرما، خشکی و... ارزیابی عملکرد هیبریدها در دو شرایط تنش و بدون تنش و سپس قیاس عملکرد هیبریدها در هر ۲ شرایط از طریق محاسبه شاخص‌های حساسیت و تحمل است(Dixit *et al.*, 2014).

در شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص پایداری عملکرد(YSI)، هیبریدهای برتر دارای بیش‌ترین عملکرد هستند. هیبریدهایی که دارای مقادیر کم‌تری برای شاخص مقاومت به تنش(ToL) هستند، در شرایط تنش و غیرتنش پایدارتر هستند(Farshadfar *et al.*, 2012).

جدول ۱- شاخص پایداری عملکرد بذر هیبریدها.

ژنوتیپ	YP	YS	STI	GMP	YI	LI	MRP	YSI	REI	ToL	HM	MP	SI	SSI	RM
۷×۱۴	۳۶/۱	۱۹/۴	۰/۷	۲۶/۹	۰/۹	۰/۵	۲/۹	۰/۵	۱/۸	۱۶/۳	۲۶/۸	۲۸/۱	۰/۴۲	۱/۰۵	۲/۴
۲۳×۱۱	۴۰/۸	۲۶/۷	۱/۱	۳۴/۷	۱/۴	۱/۲	۲/۶	۰/۷	۱/۸	۱۱/۳	۳۴/۲	۳۵/۱	۰/۴۸	۰/۵	۱/۱
۲*۲۳	۳۰/۳	۲۲/۸	۰/۵	۲۴/۲	۰/۹	۰/۶	۱/۸	۰/۶	۰/۸	۱۰/۳	۲۳/۷	۲۴/۸	۰/۳	۱/۱	۲/۷
۲۳×۸	۲۱/۱	۱۶/۸	۰/۲	۱۷/۳	۰/۶	۰/۴	۱/۳	۰/۶	۰/۴	۶/۹	۱۶/۹	۱۷/۶	۰/۱	۲/۶	۳/۹

عملکرد در شرایط تنش (Ys)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Yp)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هارمونیک (TOL)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص مقاومت به نور (LI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص عملکرد (YI)، شاخص میانگین رتبه (RM)، شاخص کارایی نسبی (REI)، شاخص میانگین عملکرد (MRP)

جدول ۲- رتبه‌بندی بذر هیبریدها براساس شاخص پایداری.

ژنوتیپ	YP	YS	STI	GMP	YI	LI	MRP	YSI	REI	ToL	HM	MP	LI	SSI	RM
۷×۱۴	۴۴/۶	۳۷	۰/۷	۴۰/۶	۰/۹	۰/۸	۱/۹	۰/۸۲	۰/۹	۷/۶	۴۰/۴	۴۰/۸	۰/۱۴	۱/۲	۲/۸
۲۳×۱۱	۴۸/۱	۳۹/۶	۰/۸	۴۳/۷	۱/۳	۰/۸۵	۲	۰/۸۲	۱/۵	۸/۵	۴۳/۹	۴۳/۹	۰/۲	۰/۸	۲/۱
۲×۲۳	۴۰/۸	۳۳/۶	۰/۶	۳۶/۵	۰/۸	۰/۷	۱/۷	۰/۸۲	۰/۷۶	۷/۱	۳۶/۸	۳۷/۲	۰/۰۶	۰/۱	۳/۳
۲۳×۸	۵۵/۸	۴۲/۳	۱/۰۵	۴۸/۶	۱/۱	۰/۸	۲	۰/۷۵	۱/۳	۱۳/۵	۴۵/۳	۴۹	۰/۳	۰/۷	۱/۶

جدول ۳- شاخص پایداری عملکرد روغن هیبریدها.

ژنوتیپ	YP	YS	STI	GMP	YI	SI	MRP	YSI	REI	ToL	HM	MP	LI	SSI	RM
۷×۱۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱	۳	۲	۳	۳	۳	۴	۲
۲۳×۱۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۳
۲×۲۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۱	۱
۲۳×۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۴

عملکرد در شرایط تنش (Ys)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Yp)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هارمونیک (TOL)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص مقاومت به نور (LI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص عملکرد (YI)، شاخص میانگین رتبه (RM)، شاخص کارایی نسبی (REI)، شاخص میانگین عملکرد (MRP)

جدول ۴- رتبه‌بندی روغن هیبریدها براساس شاخص پایداری.

ژنوتیپ	YP	YS	STI	GMP	YI	SI	MRP	YSI	REI	ToL	HM	MP	LI	SSI	RM
۷×۱۴	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۴	۲	۴	۲	۲	۲	۲	۳
۲۳×۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۴
۲×۲۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۲
۲۳×۸	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۴	۱	۴	۴	۴	۴	۱

منابع

Cushman, K.E., Horgan, T.E., Nagel, D.H. and Gerard, P.D. 2004. Plant population affects pumpkin yield components. HortTechnology, 14(3): 326–331.

Dixit, S., Singh, A. and Kumar, A. 2014. Rice breeding for high grain yield under drought: A strategic solution to a complex problem. International Journal of Agronomy, 2014: 863683.

Farshadfar, E.M., Jamshidi, B. and Aghaee, M. 2012. Biplot analysis of drought tolerance indicators in bread wheat landraces of Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(5): 226–233.

Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29(5): 897–912.

Hossain, A.B.S., Sears, A.G., Cox, T.S. and Paulsen, G.M. 1999. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Journal of Crop Science, 30: 622–627.

Mirza, M.Y., Khan, M.A., Amjad, M. and Nawaz, M.S. 2013. Stability analysis for economic traits in sesame (*Sesamum indicum* L.). Pakistan Journal of Agricultural Research, 26(3): 168–177.

Raman, A.S., Verulkar, N., Mandal, M., Variar, V., Shukla, J., Dwivedi, B., Singh, O., Singh, P., Swain, A., Mall, S., Robin, R., Chandrababu, A., Jain, T., Ram, S., Hittalmani, S., Haefele, H., Piepho, P. and Kumar, A. 2012. Drought yield index to select high yielding rice lines under different drought stress severities. Rice, 5: 1–12.

Rosielle, A.A. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science, 21(6): 943–946.

Weeden, N.F. and Robinson, R.W. 1990. Isozyme studies in *Cucurbita*. In: Bates, D.M., Robinson, R.W. and Jeffrey, C. (eds.), Biology and Utilization of the Cucurbitaceae, pp. 51–59. Cornell University Press, Ithaca.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the Stability of *Cucurbita pepo* var. *styriaca* Hybrids at Two Planting Densities

Mahsa Younesi[1*], Jamal-Ali Olfati[1], Mohammad Hossein Mirjalili[2], Sima Davoodi[1] and Mohammad Bagher Farhangi[3]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Medicinal Plants and Drugs Research Institute, University of Shahid-Beheshti, Tehran, Iran.
3. Department of Soil Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

**Corresponding Author: mahsayounesi98@gmail.com*

Abstract

Cucurbita pepo var. *styriaca* is a medicinal plant whose oil and seeds are effective in treating many diseases. Given the importance of this plant in various industries, along with increasing drought in recent years, the lack of sufficient information on planting spacing and optimal land use led to an experiment being conducted in spring and summer of 2023 (1402 Persian calendar) with two planting densities: 10,000 plants per hectare (1×1 m spacing) and 20,000 plants per hectare (1×0.5 m spacing), using four hybrids (resulting from crosses between *Cucurbita moschata* and *Cucurbita pepo* var. *styriaca*) named 23×8, 2×23, 23×11, and 7×14. After the fruits ripened, they were harvested, and the oil and seed yields for each hybrid were separately evaluated at both planting densities. The results showed that planting density can affect competition among plants for water and nutrient absorption. One way to increase planting density is to use hybrids with restricted growth. Subsequently, the oil and seed yields of the hybrids at both densities were assessed using 15 stability indices, and the results indicated that each hybrid responded differently to each index, highlighting the need for further detailed evaluation of all hybrids in future studies. Overall, based on the findings, hybrids 23×11 and 23×8 had the highest and lowest seed yield tolerance, respectively, under both stressed and non-stressed conditions. Meanwhile, hybrids 23×8 and 2×23 showed the highest and lowest oil yield tolerance, respectively, under both stressed and non-stressed conditions.

Keywords: Breeding, Stress, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه تنش خشکی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در دانهال‌های سیترومله و نارنج

رضا فیفائی[1*] و هرمز عبادی[1]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *rezafifaei@yahoo.com*

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر برخی خصوصیات رویشی، فیزیولوژی و تحمل به خشکی دانهال‌های مرکبات در ایستگاه خرم‌آباد تنکابن انجام شد. محلول‌پاشی پاکلوبوترازول در چهار غلظت ۰ (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام به همراه دو شرایط نرمال (دو بار آبیاری در هفته) و تنش ملایم خشکی (یک بار آبیاری در هفته) روی دانهال‌های سیترومله و نارنج اعمال شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار در ۳ تکرار و ۲ درخت در هر تکرار و جمعاً ۱۲۰ اصله نهال انجام شد. در این آزمایش، شاخص‌هایی همچون ارتفاع نهال، پژمردگی برگ، رنگ برگ، پرولین، کل قند محلول و پتاسیم مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد محلول‌پاشی در غلظت‌های بالا نه‌تنها تأثیری بر ممانعت از خشکی و پژمردگی برگ‌ها ندارد، بلکه اثر منفی نیز می‌گذارد. بیش‌ترین تجمع پرولین نیز در سیترومله دیده شد و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و شرایط آبیاری تأثیری بر مقدار پرولین در آن‌ها نداشت. نارنج هم با دو بار آبیاری در هفته و محلول‌پاشی با غلظت‌های بالا (۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام) از قند محلول بیش‌تری برخوردار بود. به‌طور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول، علیرغم اینکه روی برخی صفات دانهال‌های مورد آزمایش اثر مثبت داشته است، لیکن تأثیر چندانی بر تحمل به خشکی در آن‌ها ایجاد نکرد و روش استفاده پاکلوبوترازول به‌صورت محلول‌پاشی، کارایی چندانی بر درختان تحت آزمایش نداشت.

واژه‌های کلیدی :پاکلوبوترازول، خشکی، خصوصیات فیزیولوژیکی.

مقدمه

ایران تنها ۰/۳۶ درصد از کل منابع آبی جهان را به خود اختصاص می‌دهد، ولی حائز حدود یک درصد از جمعیت جهان است (فیفایی، ۱۳۹۵). پاکلوبوترازول یک تنظیم‌کننده رشد مصنوعی است که باعث کاهش رشد رویشی، کاهش تبادل روزنه‌ای و افزایش سطح جذب ریشه به همراه حفظ و ارتقاء سیستم فتوسنتزی در شرایط تنش می‌شود (دستا و آماری، ۲۰۲۱).

در تحقیقی، ارزیابی رفتار فیزیولوژیکی میکروسیترنج مونیا در مقایسه با یکی از والدینش رانگ‌پورلایم، زمانی که در معرض پاکلوبوترازول و کم‌آبیاری قرار گرفتند، بررسی شد. گیاهانی که پاکلوبوترازول به خاک آن‌ها اضافه شد، تحمل بیشتری نسبت به کم‌آبی نشان دادند و میکروسیترنج مونیا به‌عنوان یک پایه نوسلار دارای کارایی بیش‌تری در برابر کم‌آبی در مقایسه با رانگ‌پورلایم بود (روچاسوسال و همکاران، ۲۰۱۸). در مطالعه دیگری، اثر پاکلوبوترازول و مقادیر مختلف آبیاری روی نهال‌های یک‌ساله زیتون رقم مانزانیلا نشان داد پاکلوبوترازول باعث کاهش رشد رویشی شاخه، کاهش اندازه سطح برگ، کاهش ارتفاع نهال و کم شدن طول میان‌گره، کاهش وزن تر و خشک برگ، کاهش طول ریشه و کاهش نیتروژن و پتاسیم موجود در برگ در مقایسه با نهال‌های شاهد و همچنین قطورتر شدن ریشه نهال‌ها و افزایش نسبت وزن تر و خشک ریشه به اندام هوایی شد. از این رو می‌توان گفت مصرف پاکلوبوترازول باعث تعدیل اثرات کمبود آب از طریق کاهش رشد عمومی گیاه شد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به سطح وسیع باغ‌های مرکبات در کشور و تأثیر منفی تنش خشکی و گرما بر اقتصاد این محصول، پژوهشی با هدف ارزیابی ترکیب پاکلوبوترازول در جهت کاهش اثر تنش خشکی در مرکبات اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در ایستگاه تحقیقات مرکبات خرم‌آباد تنکابن نیز روی دانهال‌های نارنج و سیترومله، محلول‌پاشی در غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام طی سه نوبت (پایان خردادماه، پایان تیرماه و پایان مردادماه) در شرایط گلخانه به‌دلیل حذف اثرات بارش‌های محیطی انجام شد و همچنین دو شرایط نرمال (دو بار آبیاری در هفته) و تنش ملایم خشکی (منفی نیم مگاپاسکال یا یک بار آبیاری در هفته) نیز روی دانهال‌ها اعمال شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار در ۳ تکرار و ۲ درخت در هر تکرار و جمعاً ۱۲۰ اصله نهال انجام شد. در این آزمایش، شاخص‌هایی همچون ارتفاع نهال، پژمردگی برگ، رنگ برگ، پرولین، کل قند محلول و پتاسیم مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌ها بعد از اطمینان از نرمال بودن، با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C (نسخه ۱/۴۲) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس یک‌ساله و دوساله قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر ارتفاع نهال نشان داد ارتفاع نهال در تیمار ۱۴ (سیترومله با دو آبیاری در هفته و غلظت ۵ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول) در سطح پایین‌تری از بقیه قرار گرفت. تیمارهای ۹ (نارنج با یک آبیاری و غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام) و ۸ (نارنج با دو آبیاری و غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) و ۶ (نارنج با دو آبیاری و غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام) و ۱۶ (سیترومله دو آبیاری و غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام) در سطح بالاتری از بقیه قرار داشتند، هرچند که اختلاف معنی‌دار نبود. به‌طور کلی محلول‌پاشی تأثیری بر ارتفاع نهال نداشت، هرچند که دو بار آبیاری در هفته توانست ارتفاع نهال را تا حدودی افزایش دهد. پژمردگی برگ‌ها نیز در تیمار ۱۰ (نارنج با دو آبیاری در هفته و اعمال محلول‌پاشی با غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول) در سطح بالاتر و در تیمارهای ۱۴ (سیترومله با دو آبیاری و غلظت ۵ پی‌پی‌ام) و ۱۵ (سیترومله با دو آبیاری و غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام) در سطح پایین‌تری از بقیه قرار داشت. سیترومله در شرایط دو بار آبیاری در هفته، پژمردگی کم‌تری داشته و افزایش غلظت محلول‌پاشی نیز در هر دو حالت یک‌بار و دو بار آبیاری در هفته باعث افزایش پژمردگی شد. این مورد در نارنج نیز به همین منوال بوده است و به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول در غلظت‌های بالا نه‌تنها تأثیری بر ممانعت از خشکی و پژمردگی برگ‌ها ندارد، بلکه اثر منفی نیز می‌گذارد.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پاکلوبوترازول بر برخی صفات در دانهال‌های نارنج و سیترومله.

تیمار	ارتفاع نهال (cm)	پژمردگی برگ(درجه)
۱ (S.1.0)	۵۷/۵ ^{ab}	۳/۲۵$^{c-f}$
۴ (S.2.5)	۶۰/۳۳ ^{ab}	۳/۷۵$^{b-e}$
۳ (S.1.5)	۵۹/۶۷ ^{ab}	۴/۲۵$^{a-d}$
۹ (S.1.20)	۷۰/۱۷ ^{a}	۶^{ab}
۷ (S.1.15)	۵۸/۳۳ ^{ab}	۴/۲۵$^{a-d}$
۵ (S.1.10)	۶۲/۶۷ ^{ab}	۳/۲۵$^{c-f}$
۲ (S.2.0)	۶۶ ^{ab}	۴/۵$^{a-d}$
۱۱ (C.1.0)	۵۹/۱۷ ^{ab}	۴$^{a-e}$
۱۵ (C.1.10)	۴۳/۱۷ ^{ab}	۱/۲۵^{f}
۱۹ (C.1.20)	۴۵/۸۳ ^{ab}	۵$^{a-d}$
۱۳ (C.1.5)	۴۶/۱۷ ^{ab}	۱/۷۵^{ef}
۸ (S.2.15)	۷۰ ^{a}	۴/۷۵$^{a-d}$
۱۷ (C.1.15)	۵۹/۵ ^{ab}	۴/۷۵$^{a-d}$
۱۰ (S.2.20)	۶۶/۳۳ ^{ab}	۶/۲۵^{a}
۲۰ (C.2.20)	۵۵/۱۷ ^{ab}	۵$^{a-d}$

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

۶ (S.2.10)	۶۹/۳ a	۴/۵ a-d
۱۸ (C.2.15)	۶۶/۸۳ ab	۴/۷۵ a-d
۱۴ (C.2.5)	۳۸/۵ b	۱/۲۵ f
۱۶ (C.2.10)	۷۰/۱۷ a	۵/۵ abc
۱۲ (C.2.0)	۵۴/۱۷ ab	۲/۷۵ def

نارنج= S ، سیترومیلو=C ، ۱=یکبار در هفته آبیاری، ۲= دو بار در هفته آبیاری، ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰=غلظت پاکلو

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر رنگ برگ نشان داد رنگ برگ در تیمار ۱۷ (سیترومیلو با یک آبیاری و غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) بالاتر از بقیه بود. همچنین تیمار ۵ (نارنج با یک آبیاری و غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام) پایین‌تر از سایرین قرار داشت. به‌طور کلی وضعیت رنگ برگ در سیترومیلو بهتر از نارنج بود و محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول در شرایط یک بار آبیاری در هفته توانست به بهبود رنگ برگ‌ها کمک نماید و شرایط بهتری حتی نسبت به دو بار آبیاری در هفته ایجاد کند.

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر کل قند محلول در دانهال‌های نارنج و سیترومیلو در خرم‌آباد نشان داد کل قند محلول در تیمار ۸ (نارنج با دو آبیاری و غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) در سطح بالاتری از بقیه بود و بعد از آن تیمار ۱۰ (نارنج با دو آبیاری و غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام) قرار گرفت و در پله بعدی تیمارهای ۴، ۶ و ۳ (همگی نارنج) بودند. به‌طور کلی، نارنج با دو آبیاری و محلول‌پاشی با غلظت‌های بالا (۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام) از قند محلول بیش‌تری برخوردار بود. میزان تجمع پرولین نیز در تیمارهای ۱ (نارنج با یک آبیاری و غلظت ۰ پی‌پی‌ام) و ۲ (نارنج با دو آبیاری و غلظت ۰ پی‌پی‌ام) در سطح پایین‌تری از بقیه بود. همچنین بیش‌ترین تجمع پرولین در سیترومیلو دیده شد و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و شرایط آبیاری تأثیری بر مقدار پرولین در آن‌ها نداشت. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی پاکلوبوترازول بر میزان پتاسیم در برگ دانهال‌های نارنج و سیترومیلو در خرم‌آباد نشان داد پتاسیم در تیمار ۱۸ (سیترومیلو با دو آبیاری و غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام) و تیمار ۲۰ (سیترومیلو با دو آبیاری و غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام) در سطح پایین‌تری از بقیه بودند. به‌طور کلی اعمال غلظت‌های بالا، باعث کاهش پتاسیم در سیترومیلو شد.

نتایج مطالعات در این تحقیق با نتایج حاصل از آزمایش غلامی و همکاران (۱۳۹۱) در خصوص تأثیر پاکلوبوترازول بر میزان پتاسیم برگ مطابقت داشت. در آزمایش غلامی روی نهال‌های یک‌ساله زیتون رقم مانزانیلا، پاکلوبوترازول باعث کاهش پتاسیم موجود در برگ در مقایسه با نهال‌های شاهد شد. در اینجا هم در سیترومیلو همین نتیجه به‌دست آمد.

جدول ۱۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پاکلوبوترازول بر برخی صفات بیوشیمیایی.

تیمار	کل قند محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ)	پرولین (میکرومول بر گرم وزن خشک برگ)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ)
۸ (S.2.15)	۶۸۳۴۰ a	۱۶/۳۴ a	۱/۰۳ ab
۱۰ (S.2.20)	۵۶۲۸۰ b	۱۶/۸۳ a	۱/۳۴ ab
۴ (S.2.5)	۲۱۰۹۳ c	۱۶/۲۷ a	۱/۳۳ ab
۶ (S.2.10)	۱۶۶۰۰ cd	۱۶/۳۳ a	۱/۵۲ ab
۳ (S.1.5)	۱۲۳۴۷ cde	۱۳/۲۹ ab	۱/۱ ab
۲ (S.2.0)	۱۱۴۰۰ def	۸/۳۳ b	۱/۲۹ ab
۹ (S.1.20)	۱۰۴۰۷ d-g	۱۳/۲۶ ab	۱/۴۲ ab
۱۴ (C.2.5)	۹۶۴۰ d-g	۱۵/۶۳ a	۱/۲۶ ab
۵ (S.1.10)	۸۵۲۷ d-g	۱۶/۲ a	۱/۵۲ ab
۱۲ (C.2.0)	۶۰۴۰ efg	۱۶/۲۲ a	۱/۵۵ ab
۱ (S.1.0)	۵۵۵۳ efg	۸/۷۷ b	۱/۲۸ ab

۱۵ (C.1.10)	۵۰۰۰ efg	۱۶/۳a	۱/۴۶ab
۱۷ (C.1.15)	۴۷۹۳ efg	۱۶/۴۵a	۱/۱ab
۱۶ (C.2.10)	۴۷۲۰ efg	۱۶/۳۶a	۱/۰۲ab
۱۹ (C.1.20)	۴۱۹۳ efg	۱۶/۳۷a	۱/۰۶ab
۱۳ (C.1.5)	۳۹۶۷ efg	۱۵/۶۴a	۱/۶۸a
۷ (S.1.15)	۳۷۵۳ efg	۱۴/۹۸a	۱/۲ab
۱۸ (C.2.15)	۲۹۳۰ efg	۱۶/۲۵a	۰/۸۳b
۲۰ (C.2.20)	۲۶۱۷ fg	۱۶/۱۶a	۰/۸۶b
۱۱ (C.1.0)	۱۴۰۷ g	۱۶/۳۲a	۱/۷۸a

نارنج= S ، سیترواملو=C ، ۱=یکبار در هفته آبیاری، ۲= دو بار در هفته آبیاری، ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰=غلظت پاکلوبوترازول

بطور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول علیرغم اینکه روی برخی صفات دانهال‌های مورد آزمایش اثر مثبتی داشته است لیکن تاثیر چندانی بر تحمل به خشکی در آن‌ها ایجاد نکرد و روش استفاده پاکلوبوترازول بصورت محلول‌پاشی، کارایی چندانی بر درختان تحت آزمایش نداشت.

منابع

غلامی، ر.، ارزانی، ک. و ارجی، ع. ۱۳۹۱. اثر پاکلوبوترازول و مقادیر مختلف آب آبیاری بر رشد رویشی نهال‌های جوان زیتون رقم مانزافیلا. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۴): ۴۰۲–۴۰۸.

فیفایی، ر. ۱۳۹۵. بررسی برخی جنبه‌های مورفولوژی، بیوشیمیایی و مولکولی تحمل خشکی در ژنوتیپ‌های مرکبات. رساله دکتری، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

Desta, B. and Amare, G. 2021. Paclobutrazol as a plant growth regulator. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 8: 1.

Rocha-Sousa, E.M., Silva-Almeida, L., Oliveira-Sousa, A.R., Carvalho Silva, M. and Silva Ledo, C.A. 2018. Drought tolerance of a microcitrangemonia when treated with paclobutrazol and exposed to different water conditions. Scientia Horticulturae, 238: 75–82.

Study drought stress and some of physiological characteristics on citrumello and sour orange seedlings

Reza Fifaei[1*] and Hormoz Ebadi[1]
1. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
Corresponding Author: rezafifaei@yahoo.com

Abstract

This research was done for study of paclobutrazol spray on quatitative and qualitative characteristics and drought tolerant in khorramabad station. In drought climax time, was done sampling and measured under characteristics; Leaf color, proline, sugars total and potassium. paclobutrazol was sprayed on sour orange and citrumelo seedlings in greenhouse for reason rain effect delete in 4 dozage (0, 5, 10, 15 and 20 ppm) with two normal and droght irrigation conditions. Results was showed paclobutrazol spray in Khorramabad on sour orange and citrumelo seedlings was not effect on leaves wilting, but also was created negative effect. Most of proline accumulation was seen in citrumelo and Paclobutrazol spray in different dozages and irrigation had not effect on proline. The sour orange had higher insoluble sugur with spray of 15 and 20 ppm dozages and two time irrigation in week.Finally, paclobutrazol spray, despite of the effect on some seedlings characteristics was not effect in drought tolerant and spray method was not created changes on trees under test.

Keywords: Drought, Paclobutrazol, Physiological characteristics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات متقابل قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار و سطوح مختلف فسفر بر باقلا (*Vicia faba* L.) در شرایط تنش خشکی

سروش سرفرازی[1] و حسن حقیقت‌نیا[2*]

۱- گروه شیمی خاک، حاصلخیزی و تغذیه گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد داراب، داراب، ایران
۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، بخش تحقیقات آب و خاک، شیراز، ایران
نویسنده مسئول: *Hasan.haghighatnia@yahoo.com*

چکیده

این مطالعه گلخانه‌ای که در سال ۱۴۰۲ در شهرستان داراب انجام شد، با هدف بررسی اثرات تنش خشکی، سطوح مختلف فسفر و مایه‌زنی مایکوریزایی بر شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و جذب عناصر غذایی در گیاهان طراحی گردید. آزمایش به‌صورت طرح فاکتوریل با سه سطح تنش خشکی (آبیاری معمولی، تنش ملایم و تنش شدید)، سه سطح فسفر (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و سه سطح قارچ مایکوریزای آربوسکولار (۰، ۷۵ و ۱۵۰ گرم) اجرا شد. نتایج نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر رشد و نمو گیاه داشت. در بالاترین سطح تنش، تعداد برگ، ارتفاع ساقه، سطح برگ و شاخص کلروفیل به‌ترتیب ٪۵۱٫۸، ٪۳۶٫۳، ٪۴۰٫۵ و ٪۴۰٫۴ نسبت به شرایط معمولی کاهش یافت. همچنین، وزن خشک اندام هوایی و ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد که نشان‌دهندهٔ کاهش محتوای آب و مواد آلی در بافت‌های گیاهی است. علاوه بر این، تنش خشکی منجر به کاهش جذب و انتقال فسفر در گیاه شد و در نتیجه غلظت فسفر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. افزایش سطوح فسفر به‌طور معنی‌داری شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه را بهبود بخشید. تعداد برگ، ارتفاع ساقه، سطح برگ و شاخص کلروفیل به‌ترتیب ٪۳۷٫۴، ٪۱۵٫۰۲، ٪۱۹٫۰۵ و ٪۲۶٫۵ افزایش یافت. بیشترین تغییر در تعداد برگ مشاهده شد که نقش حیاتی فسفر را در تولید برگ‌های جدید و توسعهٔ سیستم رویشی گیاه برجسته می‌سازد. کاربرد قارچ‌های مایکوریزایی نیز شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه و محتوای کلروفیل را بهبود بخشید. تعداد برگ، ارتفاع ساقه، سطح برگ و شاخص کلروفیل به‌ترتیب ٪۱۲٫۳، ٪۴٫۹۷، ٪۵٫۷ و ٪۹٫۵ افزایش یافت. برجسته‌ترین اثر مایکوریزا بر تعداد برگ بود که نقش حیاتی آن را در افزایش جذب فسفر و بهبود رشد رویشی نشان می‌دهد. در شرایط تنش آبی، گیاهان مایه‌زنی‌شده با قارچ مایکوریزای آربوسکولار ویژگی‌های رشدی بهبودیافته و جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر را نشان دادند. وابستگی مایکوریزایی در شرایط تنش ملایم حداکثر بود و با افزایش شدت تنش و نیز در شرایط آبیاری معمولی کاهش یافت. افزایش سطوح فسفر نیز منجر به افزایش وابستگی مایکوریزایی گردید. به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تنش خشکی تأثیر منفی معنی‌داری بر رشد و نمو گیاه دارد، اما افزایش سطوح فسفر و کاربرد قارچ‌های مایکوریزایی می‌تواند تا حد زیادی این اثرات نامطلوب را تعدیل کند.

واژه‌های کلیدی :تنش خشکی، شاخص‌های ریخت‌شناختی، عناصر غذایی، قارچ‌های مایکوریزا، فسفر.

مقدمه

بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی ایران، سطح زیر کشت باقلا در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ حدود ۳۰ هزار هکتار با عملکرد متوسط ۵ تن در هکتار (وزن تر) و تولید سالانه ۱۵۰ هزار تن بوده است. باقلا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات برای تغذیه انسان و دام، ارزش غذایی بالا دارد و در تناوب زراعی و بهبود ساختار خاک مؤثر است. با این حال، تنش خشکی تولید آن را به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شدت کاهش می‌دهد. استفاده از قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار (AMF) به‌عنوان راهبردی زیستی برای افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی مطرح است. این قارچ‌ها با همزیستی با ریشه، جذب آب و فسفر را افزایش داده و تحمل به خشکی را بهبود می‌بخشند (Yang et al., 2023). مایکوریزا با شبکه هیفی خود، سطح جذب عناصر را افزایش داده و با ترشح آنزیم‌ها، فسفر آلی را به فرم قابل جذب تبدیل می‌کند (Zhu et al., 2025). باقلا نیز مانند بیشتر حبوبات با مایکوریزای آربوسکولار همزیستی دارد (Ardakani et al., 2014).

مطالعات نشان داده است که مایکوریزا رشد رویشی باقلا را افزایش می‌دهد (Beltayef et al., 2023). هدف این پژوهش بررسی اثر متقابل تنش خشکی، سطوح مختلف فسفر و مایه‌زنی با قارچ مایکوریزا بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و جذب عناصر در باقلا بود.

مواد و روش‌ها

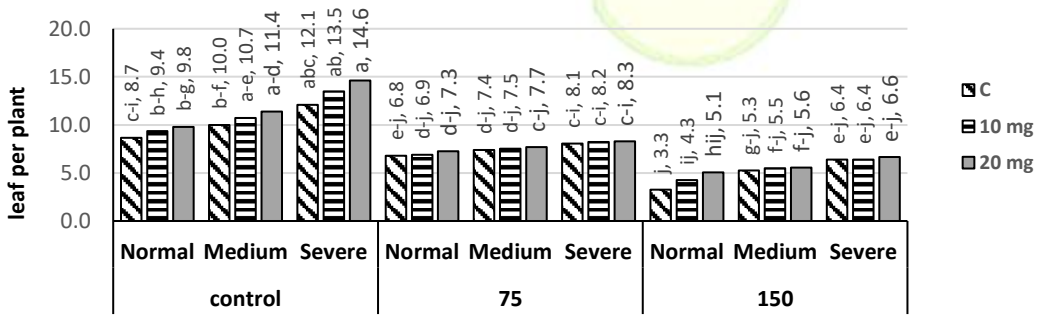
این آزمایش گلخانه‌ای در ایستگاه تحقیقات بختاجرد داراب، ایران، در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل تلقیح با *Glomus mosseae* در سه سطح (۰، ۷۵ و ۱۵۰ گرم مایه قارچی)، تنش خشکی در سه سطح (بدون تنش، متوسط و شدید با ضرایب تخلیه مجاز رطوبت ۰٫۴۰، ۰٫۵۵ و ۰٫۷۰) و فسفر در سه سطح (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بود. گیاهان باقلا رقم «شوشتر» در گلدان‌های حاوی ۸ کیلوگرم مخلوط خاک و ماسه (نسبت ۲:۱) کشت شدند. دو هفته پس از انتقال، تنش خشکی اعمال و رطوبت خاک با توزین روزانه گلدان‌ها تنظیم شد؛ رطوبت خاک در هر نوبت تا ۸۵ درصد ظرفیت زراعی رسانده شد. آزمایش به مدت ۹۰ روز ادامه یافت.

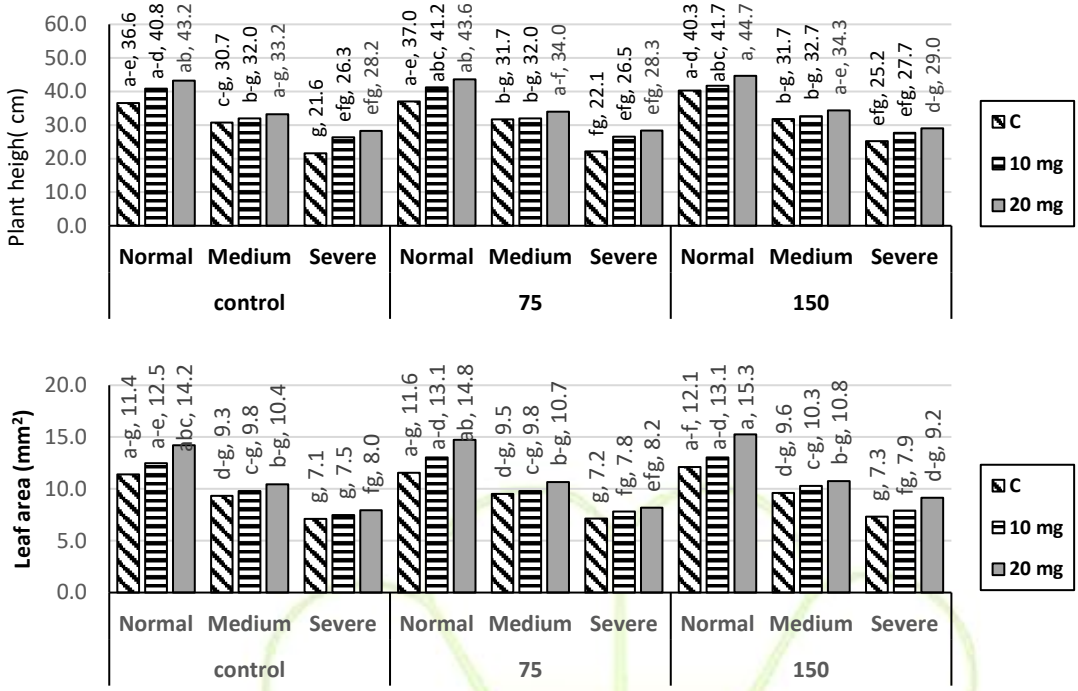
در پایان، ارتفاع، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، کلروفیل برگ، وابستگی میکوریزایی و غلظت فسفر برگ اندازه‌گیری شد. وزن خشک پس از خشک‌کردن نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. فسفر برگ با روش خاکستر خشک و رنگ‌سنجی زرد به کمک دستگاه UV-2100 اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC تجزیه و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد برگ، ارتفاع گیاه و سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی، تلقیح میکوریزایی و فسفر به‌طور معنی‌داری بر تعداد برگ، ارتفاع بوته و سطح برگ تأثیر گذاشته و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه آن‌ها نیز معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش خشکی، هر سه شاخص کاهش یافتند؛ به‌طوری‌که تعداد برگ در تنش متوسط و شدید به‌ترتیب ۳۲ و ۵۱٫۸ درصد، ارتفاع بوته ۲۰٫۷ و ۳۶٫۳ درصد و سطح برگ ۲۳٫۴۷ و ۴۰٫۵۲ درصد نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یافت. تلقیح با میکوریزا و مصرف فسفر موجب بهبود صفات رشد شد. استفاده از ۷۵ و ۱۵۰ گرم مایه میکوریزایی به‌ترتیب تعداد برگ را ۶٫۶ و ۱۲٫۴ درصد، ارتفاع بوته را ۱٫۳ و ۵ درصد و سطح برگ را ۲٫۵ و ۵٫۷ درصد افزایش داد. همچنین، کاربرد ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک به‌ترتیب باعث افزایش تعداد برگ به میزان ۱۹٫۹ و ۳۴٫۷ درصد، ارتفاع بوته ۸٫۶ و ۱۵ درصد و سطح برگ ۷٫۷ و ۱۹٫۱ درصد نسبت به شاهد بدون فسفر شد. در شرایط تنش، افزایش سطوح فسفر و میکوریزا تا حدی اثرات منفی خشکی را جبران کرد. بیشترین تعداد برگ (۱۳٫۴ برگ در بوته) و ارتفاع بوته (۲۱٫۹۱ سانتی‌متر) در تیمار ۲۰ میلی‌گرم فسفر تحت شرایط بدون تنش مشاهده شد. بیشترین ارتفاع (۲۲٫۳ سانتی‌متر) و سطح برگ نیز در تیمار ترکیبی ۱۵۰ گرم میکوریزا + ۲۰ میلی‌گرم فسفر + آبیاری معمول به دست آمد. در مجموع، کاربرد هم‌زمان میکوریزا و فسفر، به‌ویژه در سطوح بالاتر، رشد رویشی باقلا را بهبود داد، اگرچه نتوانست به‌طور کامل از کاهش رشد ناشی از تنش خشکی جلوگیری کند (شکل ۱).

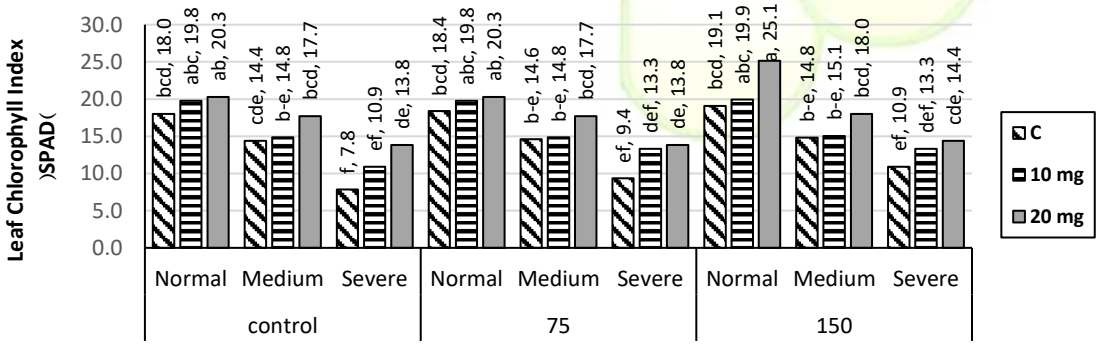




شکل ۱– اثر متقابل تنش خشکی، فسفر و میکوریزا بر سطح برگ، تعداد برگ و ارتفاع بوته گیاه باقلا. میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، ۵ درصد).

شاخص کلروفیل برگ باقلا

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی، میکوریزا و فسفر و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل برگ باقلا داشتند. تنش متوسط و شدید به‌ترتیب موجب کاهش ۲۱٫۴۱ و ۴۰٫۴۲ درصدی شاخص کلروفیل نسبت به شرایط بدون تنش شد. در مقابل، کاربرد ۷۵ و ۱۵۰ گرم میکوریزا شاخص کلروفیل را به‌ترتیب ۱۱٫۲۴ و ۲۶٫۵۵ درصد افزایش داد. همچنین، افزودن ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک موجب افزایش شاخص کلروفیل به‌ترتیب ۳٫۲۶ و ۹٫۰۵ درصد نسبت به تیمار بدون فسفر شد. بیشترین شاخص کلروفیل (۲۵٫۱۳ واحد) در ترکیب آبیاری معمول + ۱۵۰ گرم میکوریزا + ۲۰ میلی‌گرم فسفر مشاهده شد. در شرایط بدون تنش، بین سطوح مختلف فسفر و میکوریزا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ درحالی‌که کمترین شاخص کلروفیل در تنش شدید به دست آمد و کاربرد میکوریزا و فسفر نتوانست کاهش آن را به‌طور معنی‌داری جبران کند (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل تنش خشکی، فسفر و میکوریزا بر شاخص کلروفیل برگ گیاه باقلا. میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، ۵ درصد).

وزن خشک اندام هوایی و ریشه باقلا

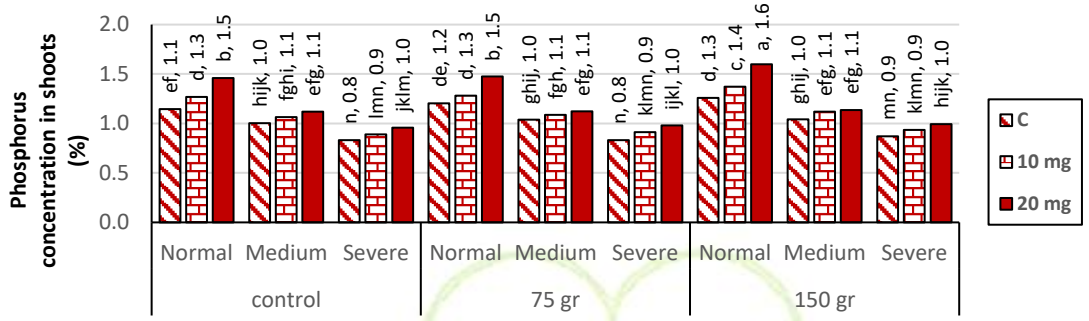
نتایج نشان داد که تنش خشکی، فسفر و میکوریزا تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه داشتند. تنش شدید موجب کاهش ۵۵،۶ درصدی وزن خشک اندام هوایی نسبت به آبیاری معمول شد. همچنین، وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۲۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک بیشترین مقدار را داشت و حذف فسفر موجب کاهش ۴۲،۲۷ درصدی آن شد. کاربرد ۱۰ میلی‌گرم فسفر نیز وزن خشک اندام هوایی را ۱۶،۳ درصد افزایش داد. استفاده از ۷۵ و ۱۵۰ گرم میکوریزا نیز به‌ترتیب موجب افزایش ۴،۵ و ۱۳،۲ درصدی وزن خشک اندام هوایی شد. تنش متوسط و شدید وزن خشک ریشه را به‌ترتیب ۳۱،۸ و ۴۷،۵ درصد کاهش دادند. بیشترین وزن خشک ریشه (۲۰،۴۷ گرم) در سطح ۲۰ میلی‌گرم فسفر مشاهده شد و عدم مصرف فسفر باعث کاهش ۲۷،۹ درصدی آن گردید. کاربرد ۱۰ میلی‌گرم فسفر وزن خشک ریشه را ۱۰،۲ درصد افزایش داد. اثر میکوریزا نیز بر وزن خشک ریشه معنی‌دار بود. اثر متقابل سه‌گانه عوامل نیز بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱۸،۵۶ گرم) و ریشه (۶،۱۳ گرم) در تیمار ۱۵۰ گرم میکوریزا + ۲۰ میلی‌گرم فسفر + آبیاری معمول به دست آمد که در بالاترین گروه آماری قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- اثر متقابل تنش خشکی، فسفر و میکوریزا بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی باقلا. میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، ۵ درصد).

Mycorrhiza (gr)	Water stress	P (mg/kg)	Shoot Dry weight(gr)	Root dry weight(gr)
0	Normal	Control (0)	8.17 g	4.61 def
		10	10.63 e	4.86 cd
		20	13.14 c	5.63 b
	Medium	Control (0)	6.64 j	3.07 hij
		10	6.85 ij	3.21 hi
		20	7.06 i	3.85 g
	Severe	Control (0)	4.96 n	2.42 m
		10	5.74 kl	2.66 klm
		20	5.95 kl	2.92 ijk
75	Normal	Control (0)	8.23 g	4.7 de
		10	10.74 e	5.08 c
		20	15.62 b	6.03 a
	Medium	Control (0)	6.67 ij	3.12 hij
		10	6.94 ij	3.33 h
		20	7.07 i	4.35 f
	Severe	Control (0)	5.29 mn	2.46 m
		10	5.77 kl	2.82 jkl
		20	5.98 kl	2.96 ijk
150	Normal	Control (0)	9.02 f	4.73 de
		10	11.74 d	5.5 b
		20	18.56 a	6.13 a
	Medium	Control (0)	6.7 ij	3.14 hi
		10	7.04 ij	3.62 g
		20	7.73 h	4.52 ef
	Severe	Control (0)	5.59 lm	2.6 lm
		10	5.84 kl	2.91 ijk
		20	6.06 k	3.05 hij

غلظت فسفر در اندام هوایی

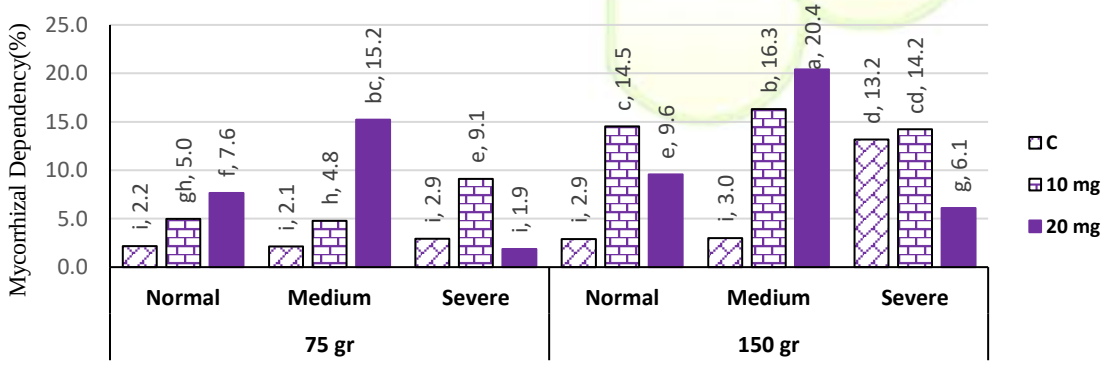
بیشترین غلظت فسفر در اندام هوایی (۱٫۶ درصد) در تیمار ترکیبی آبیاری معمول + ۱۵۰ گرم میکوریزا + ۲۰ میلی‌گرم فسفر مشاهده شد. تحت تنش شدید، افزایش سطوح فسفر و میکوریزا نتوانست غلظت فسفر اندام هوایی را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. بیشترین تأثیر افزایش میکوریزا و فسفر بر غلظت فسفر اندام هوایی در شرایط بدون تنش مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی، فسفر و میکوریزا بر غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه باقلا. میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، ۵ درصد).

وابستگی میکوریزایی

نتایج نشان داد که تنش خشکی، فسفر، میزان میکوریزا و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر وابستگی میکوریزایی باقلا داشتند. بیشترین وابستگی میکوریزایی در تنش متوسط (۱۰٫۳۱ درصد) مشاهده شد، درحالی‌که این مقدار در شرایط تنش شدید و بدون تنش به‌ترتیب ۳٫۳۲ و ۳٫۲۳ درصد بود. افزایش فسفر و میکوریزا موجب افزایش وابستگی میکوریزایی شد. وابستگی در سطوح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم فسفر به‌ترتیب ۲٫۴ و ۲٫۳ برابر شاهد بدون فسفر و در سطوح ۷۵ و ۱۵۰ گرم میکوریزا به‌ترتیب ۵٫۶ و ۱۱٫۱۳ درصد بود. بیشترین وابستگی در اثر متقابل ۲۰ میلی‌گرم فسفر و تنش متوسط (۱۷٫۸۱ درصد) مشاهده شد. همچنین، ترکیب ۱۵۰ گرم میکوریزا + ۱۰ میلی‌گرم فسفر وابستگی بالایی (۱۵٫۰۱ درصد) ایجاد کرد. در اثر متقابل سه‌گانه، بیشترین وابستگی میکوریزایی در تنش شدید + ۲۰ میلی‌گرم فسفر + ۱۵۰ گرم میکوریزا مشاهده شد. در مجموع، افزایش میزان میکوریزا وابستگی گیاه به همزیستی میکوریزایی را در تمامی سطوح تنش افزایش داد و این افزایش در شرایط تنش شدید بیشتر بود (شکل ۴).



شکل ۴- اثر متقابل تنش خشکی، فسفر و میکوریزا بر وابستگی میکوریزاییگیاه باقلا. میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، ۵ درصد).

تنش خشکی شدید موجب کاهش تعداد برگ، ارتفاع بوته، سطح برگ و شاخص کلروفیل به‌ترتیب به میزان ۵۱٫۸، ۳۶٫۳، ۴۰٫۵ و ۴۰٫۴ درصد شد. همچنین وزن خشک اندام هوایی و ریشه به‌ترتیب ۴۷٫۵ و ۵۱٫۶ درصد کاهش یافت. کاهش رشد در شرایط خشکی احتمالاً ناشی از اختلال در فتوسنتز، کاهش جذب آب و عناصر غذایی و تسریع پیری برگ‌ها است (Munné-Bosch & Alegre, 2004; Siddiqui et al., 2015). کاربرد فسفر توانست اثرات منفی خشکی را تا حدی کاهش دهد و با افزایش تقسیم سلولی، رشد بافت‌های جدید، فتوسنتز و توسعه سطح برگ، رشد رویشی را بهبود بخشد (Lynch et al., 1991; Kavanová et al., 2006). با این‌حال، فسفر قادر به جبران کامل خسارت ناشی از تنش شدید نبود. تلقیح با میکوریزای آربوسکولار نیز موجب بهبود صفات رشدی و شاخص کلروفیل شد. در بالاترین سطح میکوریزا، تعداد برگ، ارتفاع، سطح برگ و شاخص کلروفیل به‌ترتیب ۱۲٫۳، ۴٫۹۷، ۵٫۷ و ۹٫۵ درصد افزایش یافت. این اثر به افزایش جذب آب و عناصر غذایی، به‌ویژه فسفر، و بهبود عملکرد فتوسنتزی نسبت داده می‌شود (Lü et al., 2018; Ingraffia et al., 2019). با این‌حال، تحت تنش شدید، توان میکوریزا برای جبران کاهش رشد محدود شد. تنش خشکی همچنین جذب فسفر را حدود ۲۰ درصد کاهش داد، درحالی‌که میکوریزا موجب افزایش جذب فسفر و تحمل خشکی شد. بیشترین وابستگی میکوریزایی (۱۰٫۳۱ درصد) در تنش متوسط مشاهده شد و افزایش فسفر نیز وابستگی گیاه به میکوریزا را افزایش داد. در مجموع، خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد باقلا بود و کاربرد هم‌زمان فسفر و میکوریزا توانست بخشی از آثار منفی تنش را از طریق بهبود جذب آب و عناصر غذایی و حفظ فعالیت فتوسنتزی جبران کند.

منابع

Ardakani, M.R., Maleki, S., Aghayri, F., Rejali, F. and Faregh, A.H. 2014. Tripartite symbiosis of lentil (*Lense culinaris* L.), mycorrhiza and *Azospirillum brasilense* under rainfed condition. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference, Building Organic Bridges, Istanbul, Turkey.

Beltayef, H., Saidi, W., Hajri, R., Mechri, M. and Melki, M. 2023. Mycorrhizal fungi inoculation effect on plant growth and phosphorus metabolism of snap bean variety 'Contender'. GSC Advanced Research and Reviews.

Lynch, J.P., Läuchli, A. and Epstein, E. 1991. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. Crop Science, 31(2): 380–387.

Munné-Bosch, S. and Alegre, L. 2004. Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. Functional Plant Biology, 31(3): 203–216.

Siddiqui, M.H., Al-Khaishany, M.Y., Al-Qutami, M.A., Al-Whaibi, M.H., Grover, A., Ali, H.M., Al-Wahibi, M.S. and Bukhari, N.A. 2015. Response of different genotypes of faba bean plant to drought stress. International Journal of Molecular Sciences, 16(5): 10214–10227.

Zhu, S., Mao, H., Sun, S., Yang, X., Zhao, W., Sheng, L. and Chen, Z. 2025. Arbuscular mycorrhizal fungi promote functional gene regulation of phosphorus cycling in rhizosphere microorganisms of *Iris tectorum* under Cr stress. Journal of Environmental Sciences, 51: 187–199.

Interactive Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Different Phosphorus Levels on Faba Bean (*Vicia faba* L.) under Drought Stress Conditions

Sorosh Sarafrazi[1] and Hasan Haghighatnia[2*]

1. Department of Soil Chemistry, Fertility, and Plant Nutrition, Islamic Azad University, Darab Branch, Darab, Iran

1. Fars Province Agricultural and Natural Resources Research Center, Soil and Water Research Department, Shiraz, Iran

**Corresponding Author: Hasan.haghighatnia@yahoo.com*

Abstract

This greenhouse study, conducted in Darab County in 2023, aimed to investigate the effects of drought stress, different phosphorus levels, and mycorrhizal inoculation on morphological and physiological indices and nutrient uptake in plants. The experiment was laid out as a factorial design with three drought stress levels (normal irrigation, moderate stress, and severe stress), three phosphorus levels (0, 10, and 20 mg/kg soil), and three arbuscular mycorrhizal fungal levels (0, 75, and 150 g). The results showed that drought stress significantly impacted plant growth and development. At the maximum stress level, leaf number, stem height, leaf area, and chlorophyll index decreased by 51.8%, 36.3%, 40.5%, and 40.4%, respectively, compared to normal conditions. Furthermore, shoot and root dry weights significantly declined, indicating a reduction in water and organic matter content in plant tissues. Additionally, drought stress led to decreased phosphorus uptake and translocation in the plant, resulting in a significant reduction in phosphorus concentration. Increasing phosphorus levels significantly improved plant morphological and physiological indices. Leaf number, stem height, leaf area, and chlorophyll index increased by 37.4%, 15.02%, 19.05%, and 26.5%, respectively. The most substantial change was observed in leaf number, highlighting phosphorus's crucial role in producing new leaves and developing the plant's vegetative system. The application of mycorrhizal fungi also enhanced plant morphological indices and chlorophyll content. Leaf number, stem height, leaf area, and chlorophyll index increased by 12.3%, 4.97%, 5.7%, and 9.5%, respectively. The most prominent effect of mycorrhiza was on leaf number, demonstrating its vital role in increasing phosphorus uptake and improving vegetative growth. Under water stress conditions, plants inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi exhibited improved growth characteristics and enhanced nutrient uptake, especially for phosphorus. Mycorrhizal dependency was maximal under moderate stress conditions and decreased with increasing stress intensity and under normal irrigation. Increased phosphorus levels also led to increased mycorrhizal dependency. Overall, the findings of this research indicate that drought stress significantly negatively impacts plant growth and development, but increasing phosphorus levels and applying mycorrhizal fungi can largely mitigate these adverse effects.

Keywords: Drought stress, Morphological indices, Mycorrhiza, Nutrient content, Phosphorus.

بررسی اثر تنش آرسنیک بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز (*Mentha spicata* L.) تحت تأثیر سطوح مختلف کود زیستی فسفاته

جمال حکمتی[1*]، یوسف حمید اوغلی[1]، بهروز اسماعیل‌پور[2] و محمود قاسم‌نژاد[1]
۱- گروه باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
*نویسنده مسئول: *jamalhekmati@yahoo.com*

چکیده

فلزات سنگین از جمله آرسنیک، از مهم‌ترین آلاینده‌های اکوسیستم‌های زراعی به شمار می‌روند که بررسی اثرات آن‌ها می‌تواند به درک بهتر منابع آلودگی و راهکارهای مقابله با آن کمک کند. این پژوهش با هدف ارزیابی نقش کود زیستی فسفاته در بهبود تحمل گیاه نعناع سبز نسبت به تنش آرسنیک، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل سه سطح آرسنیک (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و دو سطح کود زیستی فسفاته (۰ و ۰٫۵ میلی‌گرم) بودند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت آرسنیک، مقادیر وزن خشک ریشه، وزن تر گیاه، تعداد برگ و میزان کاروتنوئید به‌ترتیب کاهش یافتند. با این حال، مصرف کود زیستی فسفاته منجر به بهبود ویژگی‌هایی نظیر رطوبت نسبی، وزن تر گیاه و میزان کاروتنوئید شد. همچنین اثر متقابل کود زیستی و آرسنیک نشان داد که در بالاترین سطح آلودگی آرسنیک و بدون کاربرد کود زیستی، کمترین مقادیر ارتفاع گیاه، وزن خشک و سطح برگ مشاهده شد. استفاده از کود زیستی فسفاته در سطوح مختلف آرسنیک باعث افزایش میزان پرولین، آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز، پراکسیداز، کربوهیدرات، کلروفیل کل و کلروفیل‌های a و b گردید، و همزمان غلظت آرسنیک در اندام‌های هوایی و ریشه کاهش یافت. به‌طور کلی نتایج حاکی از آن است که استفاده از کود زیستی فسفاته می‌تواند به‌طور مؤثری موجب بهبود رشد و افزایش مقاومت نعناع سبز در برابر تنش آرسنیک شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان‌ها، فلزات سنگین، کلروفیل، کود زیستی.

مقدمه

در سال‌های اخیر، آلودگی منابع آب، خاک و گیاهان به وسیله فلزات سنگین، به یکی از چالش‌های مهم زیست‌محیطی تبدیل شده است (اصغری‌پور و بیژنی، ۱۳۹۵). فلزات سنگین به دسته‌ای از فلزها و شبه‌فلزها اطلاق می‌شود که دارای چگالی بیش از ۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب و عدد اتمی بالاتر از ۲۰ هستند (جوان سیامردی و همکاران، ۱۳۹۳). آرسنیک به عنوان یکی از سمی‌ترین فلزات سنگین شناخته می‌شود، زیرا نه‌تنها در خاک پایداری بالایی دارد، بلکه محلولیت اندکی در آب داشته و جزء عناصر ضروری برای گیاهان به شمار نمی‌رود. این عنصر با اختلال در جذب فسفر و تداخل با گروه‌های سولفیدریل، منجر به اختلال در فرایندهای تولید انرژی سلولی می‌شود (اسدی کرم و همکاران، ۱۳۹۶). آرسنیک با کاهش فعالیت آنزیم‌های کلیدی مانند گلوتامین سنتتاز، گلوتامات سنتتاز و نیترات ردوکتاز، موجب تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) شده و در نتیجه، آسیب‌هایی چون تخریب اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و لیپیدهای غشایی را در پی دارد. این فرآیندها در نهایت باعث اختلال در عملکرد غشای سلولی و توقف رشد گیاه می‌شوند. بر اساس گزارش‌ها، حد مجاز آرسنیک در خاک ۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در گیاه بین ۰٫۱ تا ۰٫۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک تعیین شده است، در حالی که مقادیر بالاتر از ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای گیاهان سمی محسوب می‌شود (یدالهی و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش غلظت آرسنیک در خاک معمولاً به دلیل فعالیت‌های انسانی نظیر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و فرآیندهای صنعتی رخ می‌دهد. گیاهان رشد یافته در چنین خاک‌هایی، فلزات سنگین را در بافت‌های خود انباشته کرده و از این طریق، آن‌ها را وارد زنجیره غذایی انسان می‌کنند. برآوردها نشان می‌دهد که حدود ۳۰ میلیون نفر در سراسر جهان در معرض خطر آلودگی با آرسنیک قرار دارند (Moreno et al., 2012).

کود زیستی فسفاته بارور ۲، حاوی دو گونه باکتری حل‌کننده فسفات شامل *Bacillus lentus* و *Pseudomonas putida* است. این باکتری‌ها با ترشح اسیدهای آلی و آنزیم اسید فسفاتاز، فسفر نامحلول موجود در خاک را به فرم قابل جذب برای گیاه تبدیل می‌کنند. استفاده از این کود در شرایط تنش، باعث بهبود رشد ریشه، افزایش دوام برگ و بهره‌وری بهتر از نور خورشید و فرایند فتوسنتز می‌شود (خاتمی و همکاران، ۱۳۹۷). گیاه نعناع سبز (*Mentha spicata* L.) از خانواده نعناعیان(Lamiaceae)، گیاهی علفی، چندساله، معطر و دارای ترکیبات اسانسی است که به علت داشتن آنتوسیانین، رنگ بنفش نیز در آن مشاهده می‌شود. این گیاه به دلیل کاربرد دارویی و مصرف به عنوان سبزی خوراکی، از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به این ویژگی‌ها، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کود زیستی فسفاته در کاهش سمیت ناشی از آرسنیک و بهبود عملکرد گیاه نعناع سبز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود زیستی فسفاته بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز تحت تنش آرسنیک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان در تابستان سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل کود زیستی فسفاته در دو سطح (صفر و نیم میلی‌گرم) از شرکت زیست‌فناور سبز و خاک (لومی-شنی) آلوده به آرسنیک با سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک تهیه شده از شرکت معدن طلای زره شوران واقع در استان آذربایجان غربی، شهرستان تکاب) بود. برای این کار ابتدا خاک‌های آلوده آماده‌سازی شد و سپس برای رساندن به سطح آلودگی مورد نظر، آرسنیک به گلدان‌ها اضافه شد. سپس با دستگاه جذب اتمی مقادیر مورد نظر تهیه گردید. در این آزمایش، ساقه‌های زیرزمینی نعناع سبز تهیه شده از شهرستان بوکان در گلدان‌های حاوی خاک (لوم-شنی) آلوده به آرسنیک (آلودگی طبیعی) کشت شدند. کود زیستی فسفاته یک نوبت در دو سطح (صفر و نیم میلی‌گرم) به‌صورت محلول (همراه آبیاری) پای گلدان‌ها تیمار شدند. ویژگی‌های مختلف خاک با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شدند.

اندازه‌گیری صفات

داده‌برداری از گیاهان حدود دو ماه بعد از کاشت صورت گرفت و خصوصیات مورفولوژی گیاه (تعداد برگ، تعداد ساقه، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، وزن خشک ساقه و سطح برگ با دستگاه سطح‌سنج مدل ADC اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های بیوشیمیایی از جمله محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای برگ(Arnon, 1949) ، محتوای نسبی آب(Ritchie et al., 1990) (RWC) ، میزان پرولین (Bates et al., 1973)، کربوهیدرات‌های محلول(Irigoyen et al., 1992) ، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز (Kar and Mishra, 1976)و غلظت آرسنیک در گیاه با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنش فلز سنگین آرسنیک در سطح احتمال یک درصد به‌طور معنی‌داری، تعداد برگ را تحت تأثیر قرار دادند. مقایسه میانگین اثر آرسنیک بر تعداد برگ نشان داد که با افزایش غلظت آرسنیک میزان این شاخص کاهش پیدا کرد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار آرسنیک در بخش هوایی ۰/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آرسنیک و بدون استفاده از کود زیستی فسفاته مشاهده گردید که با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آرسنیک در تیمار نیم گرم کود زیستی فسفاته تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آرسنیک و کود زیستی فسفاته بر میزان تجمع آرسنیک در ریشه نشان داد که بیشترین میزان آرسنیک در ریشه (۸/۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار شاهد کود و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آرسنیک به‌دست آمد و کم‌ترین آن (۰/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار شاهد کود و شاهد آرسنیک به‌دست آمد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر کود زیستی فسفاته بر رشد و خصوصیات بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز(*Mentha spicata L.*) در شرایط تنش آرسنیک.

	میانگین مربعات							
منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد برگ	سطح برگ	وزن تر گیاه	وزن خشک گیاه	وزن خشک ریشه	محتوای رطوبت نسبی

آرسنیک	۲	۵۰۲/۱۴**	۱۱۲۶۹/۴۲**	۷۱۶۴۴/۰۵ns	۸۴۶۸/۲۱**	۲۵۱/۳۵۵*	۶۵۰۳/۱**	۶۵/۰۵ ns
کود زیستی فسفاته	۱	۱۳۲/۱۵**	۲۸۵۷/۴ ns	۲۷۵۸۰/۳۸ ns	۲۹۵۶/۱۳**	۳۶۶/۲۳**	۱۵۹/۳۴ ns	۵۴/۰۱۲*
آرسنیک× کود زیستی فسفاته	۲	۸۴/۱۲ **	۷۴۸۵/۱۱ns	۳۳۰۱۳۷/۸۶**	۷۱۲/۴۶ ns	۵۴/۴۵۵**	۹۴/۱۴ ns	۴۲/۰۴ ns
خطای آزمایش	۳۰	۱۱/۰۴	۴۰۳۲/۳۱	۷۰۱۱۵/۲۵	۲۲۰/ ۴۷	۱۰/۹۹	۹۶/۸۵	۳/۰۱
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۱۷	۲۱/۱۲	۱۸/۱۵	۱۹/۰۵	۱۶/۸۸	۲۰/۱۱	۸/۹۷

اشکال قابل استفاده گیاهی آرسنیک (آرسنات و آرسنیت) می‌توانند در محلول خاک توسط گیاهان جذب شوند و به بخش‌های هوایی، میوه‌ها و بذرهای گیاهان از طریق آبیاری با آب‌های آلوده، راه یابند (Karimi et al., 2009). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش سطوح آرسنیک، شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی گیاه نعناع سبز کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت. آرسنیک با مختل کردن متابولیسم نیتروژن و با مهار فعالیت آنزیم‌هایی مانند گلوتامین سنتتاز، گلوتامات سنتتاز، نیترات ردوکتاز و فرایند احیای نیترات، سبب کاهش تولید پروتئین‌ها شده و رشد را متوقف می‌کند(Karimi et al., 2010). استفاده از کودهای زیستی از جمله کودهای حاوی فسفات در راستای کشاورزی پایدار، ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش برداشت محصولات کشاورزی، به جلوگیری از آلودگی و حفظ محیط زیست کمک می‌کند (صفاری، ۱۳۹۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش فلز سنگین آرسنیک و کود زیستی فسفاته در سطح احتمال یک درصد به‌طور معنی‌داری، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک شاخساره، وزن خشک ریشه، سطح برگ و تعداد را تحت تأثیر قرار دادند. همچنین اثر متقابل آرسنیک و کود زیستی فسفاته بر ارتفاع بوته و وزن خشک شاخساره و ریشه و همچنین سطح برگ اثر معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی فسفاته و تنش آرسنیک برشاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز (*Mentha spicata* L.).

کود زیستی فسفاته	آرسنیک (mg/kg)	پرولین (mg.g)	پلی فنل اکسیداز (µ mol d-1mg-1 protein)	پراکسیداز (µ mol d-1mg-1 protein)	کربوهیدرات (mg.g)	کلروفیل کل (mg.g)	کلروفیل b (mg.g)	کلروفیل a (mg.g)	آرسنیک شاخه (mg/kg)	آرسنیک ریشه (mg/kg)
۰	۰	۰/۳۸۲ Cd	۰/۰۷ Cd	۵۴/۱۰d	۰/۱۰۹e	۹/۱c	۲/۶۸d	۸/۴۲bc	۰/۳۳c	۰/۲۸f
	۵۰	۰/۳۱۹d	۰/۰۱e	۶۵/۰۱e	۰/۰۱۱f	۶/۴۹d	۲/۱۸e	۵/۴۱c	۰/۴۵b	۳/۲۹d
	۱۰۰	۰/۳۹۶c	۰/۱۳c	۹۲/۶a	۰/۲۱d	۳ /۵۲e	۱/۶۸f	۲/۱۲d	۰/۵۶a	۸/۰۹a
۰/۵	۰	۰/۲۸۵e	۰/۰۸d	۴۲/۱f	۰/ ۲۱c	۱۴/۴a	۴/۱۸a	۱۰/۱۲a	۰/۲e	۱/۴۴e
	۵۰	۰/۴۱۳b	۰/۱۶b	۷۸/۱۹c	۰/ ۳۲b	۱۳/۱۲b	۳/۶۴b	۸/۶۳b	۰/۲۵d	۴/۴۵c
	۱۰۰	۰/۵۲۱a	۰/۲۱a	۸۱/۱۴b	۰/ ۴۲a	۱۲/۱۵bc	۳/۱۲c	۵/۴۴c	۰/۵۴a	۶/۵۸b

حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD را نشان نمی‌دهند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، افزودن کود زیستی فسفاته به بستر کشت موجب بهبود رشد و توسعه گیاه نعناع سبز، به‌ویژه در شرایط تنش ناشی از آرسنیک، گردید. اگرچه در شرایط تنش شدید، تأثیر این کود زیستی بر رشد گیاه محدود بود، اما در سطوح متوسط تنش، بیشترین اثرات مثبت مشاهده شد. بنابراین، استفاده از کود زیستی فسفاته به عنوان راهکاری مؤثر در کاهش اثرات منفی آرسنیک و بهبود شاخص‌های رشد گیاه، قابل توصیه است. بر این اساس، کاربرد غلظت ۰٫۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم از کود زیستی فسفاته برای گیاه نعناع سبز، به منظور ارتقاء رشد، افزایش تحمل به تنش و بهینه‌سازی تولید، پیشنهاد می‌شود.

منابع

اسدی کرم، ا.، کرامت، ب. و مظفری، ح. ۱۳۹۶. اثر برهم‌کنش تری‌اکونتانول و آرسنیک بر رشد و برخی خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در گیاه سویا (*Glycine max* L.). نشریه پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) (علمی)، ۳۰(۳): ۴۷۷–۴۸۷.

اصغری‌پور، م. و بیژنی، م. ۱۳۹۵. تأثیر تلقیح میکوریزا و کود فسفر بر مقاومت گیاه شنبلیله به آرسنیک گل. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۲۶(۷): ۱۲۶–۱۳۷.

جوان سیامردی، ص.، رضایی، م.، صفایی مقدم، م. و نوری، ر. ۱۳۹۳. بررسی غلظت فلزات سنگین (آهن، نیکل، مس، روی، سرب) در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان. نشریه مهندسی بهداشت محیط، ۲(۱): ۴۶–۵۳.

خاتمی، م.، رمرودی، م. و گلوی، م. ۱۳۹۷. اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفره بر عملکرد گل، درصد اسانس و تنظیم‌کننده‌های اسمزی گیاه دارویی بابونه در واکنش به تنش کم‌آبی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۵(۴): ۱۱۹–۱۳۲.

صفاری، م. ۱۳۹۳. گرایش از کشاورزی متداول (Intensive Agric) به کشاورزی پایدار (Sustainable Agric): راهکارهایی برای بهبود کیفی خاک‌ها در مناطق نیمه‌خشک ایران. اولین کنفرانس ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست. دانشگاه شهید باهنر، ۶: ۲۸۴.

یدالهی، پ.، اصغری‌پور، م. و شیخ‌پور، س. ۱۳۹۳. اثر اسید آسکوربیک بر رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی ریحان تحت تنش آرسنیک. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۴(۳۲): ۵۵۳–۵۶۶.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205–207.

Irigoyen, J., Einerich, D. and Sánchez-Díaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84(1): 55–60.

Kar, M. and Mishra, D. 1976. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiology, 57(2): 315–319.

Karimi, N., Ghaderian, S.M., Raabo, Feldmann, J. and Meharg, A. 2009. An arsenic-accumulating, hypertolerant brassica, *Isatis capadocica*. Journal compilation New Phytologist, 184(1): 41–47.

Karimi, N., Ghaderian, S.M., Marofi, H. and Schat, H. 2010. Analysis of arsenic in soil and vegetation of a contaminated area in Zarshuran, Iran, identify two angiosperm arsenic hyperaccumulators. International Journal of Phytoremediation, 12: 159–173.

Moreno-Jiménez, E., Esteban, E. and Peñalosa, J.M. 2012. The fate of arsenic in soil-plant systems. In: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Springer, New York, NY, pp. 53.

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Holaday, A.S. 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30(1): 105–111.

Effect of Arsenic Stress on Physiological and Biochemical Traits of Spearmint (*Mentha spicata* L.) under Different Levels of Phosphate Biofertilizer

Jamal Hekmati[1*], Yousef Hamidoghli[1], Behrooz Esmaielpour[3] and Mahmood Ghasemnezhad[1]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

[*]Corresponding Author: jamalhekmati@yahoo.com

Abstract

Heavy metals, such as arsenic, are among the most significant pollutants in agricultural ecosystems. Investigating their effects is essential for understanding pollution sources and developing effective mitigation strategies. This study evaluated the role of phosphate biofertilizer in enhancing the tolerance of spearmint (*Mentha spicata* L.) to arsenic stress. A factorial experiment was carried out based on a completely randomized design with six replications. Treatments included three levels of arsenic (0, 50, and 100 mg/kg of soil) and two levels of phosphate biofertilizer (0 and 0.5 mg). The results showed that increasing arsenic concentration led to a reduction in root dry weight, plant fresh weight, leaf number, and carotenoid content. However, application of phosphate biofertilizer improved relative water content, plant fresh weight, and leaf carotenoid levels. The interaction between arsenic and biofertilizer revealed that the lowest values of plant height, dry weight, and leaf area were recorded at the highest arsenic concentration without biofertilizer application. Moreover, phosphate biofertilizer increased the levels of proline, polyphenol oxidase, peroxidase, carbohydrates, total chlorophyll, and chlorophyll a and b, while reducing arsenic content in roots and shoots across all arsenic levels. Overall, the findings suggest that phosphate biofertilizer can effectively enhance growth and arsenic stress tolerance in spearmint plants.

Keywords: Antioxidant enzymes, Biofertilizer, Chlorophyll, Heavy metals.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه اثر تغذیه برگی در بهبود کیفیت روغن میوه زیتون رقم کرونایکی

رضا غلامی[1*]، نوراله معلمی[1]، اسمعیل خالقی[1] و سید منصور سیدنژاد[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: rezagtk@yahoo.com

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بُر بر پروفیل اسید چرب میوه زیتون رقم کرونایکی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در باغ زیتون دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفت. درختان طی چهار مرحله، یک هفته قبل از تمام گل، دو هفته بعد از تمام گل، مرحله سخت شدن هسته و مرحله تجمع و سنتز روغن، با آب مقطر یا شاهد(T0)، ترکیب سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک از هر کدام ۱ گرم در لیتر (T1) و ترکیب ۲ گرم در لیتر از هر کدام آن‌ها (T2) محلول‌پاشی شدند. بین تیمارهای محلول‌پاشی از نظر میزان درصد روغن میوه، میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و همچنین نسبت اسیدهای چرب تک‌غیراشباع به چندغیراشباع اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده گردید، ولی محلول‌پاشی بر میزان اسید میرستیک، اسید لینولنیک و اسید استئاریک مؤثر نبود. نتایج نشان داد تیمار T1 = 1 gr/lit K Zn B بیشترین تأثیر مثبت در بهبود کیفیت روغن میوه رقم کرونایکی نسبت به سایر تیمارها داشت. همچنین بیشترین درصد روغن میوه (۲۳،۸۴ درصد) وزن خشک، بیشترین میزان اسید اولئیک (۵۵،۱۷٪) و بالاترین میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع (۲۸/۵۸٪) به تیمار T1 تعلق داشت. بعلاوه بیشترین میزان اسید پالمیتولئیک (۳،۱۱٪) و همچنین بالاترین میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (۷۲،۴۶٪) به تیمار T2 اختصاص داشت. بنابراین در شرایط محیطی نامساعد مثل دمای زیاد، محلول‌پاشی برگی در طی رشد میوه می‌تواند با تغییر در میزان اسیدهای چرب با افزایش اسید اولئیک و کاهش اسید پالمتیک منجر به بهبود کیفیت روغن میوه زیتون گردد.

واژه‌های کلیدی: اسید اولئیک، اسید پالمتیک، عناصر غذایی، کیفیت روغن، محلول‌پاشی.

مقدمه

درخت زیتون، یک گیاه همیشه‌سبز بومی منطقه مدیترانه است که در سال‌های اخیر پرورش آن به‌دلیل ارزش غذایی بالای میوه و روغن، در بعضی مناطق جهان به‌خصوص ایران، توسعه یافته است و اگرچه این درخت به‌خوبی با شرایط سخت سازگار است، ولی در فصل تابستان اغلب در معرض کمبود آب همراه با درجه حرارت بالا و شدت نور زیاد قرار می‌گیرد. استفاده از تکنیک‌هایی مثل تغذیه گیاهی صحیح در حفظ و صرفه‌جویی مصرف آب و بهبود مقاومت گیاه به تغییرات اقلیمی و تنش‌های محیطی در تولید محصولات کشاورزی بسیار مهم و اساسی است. ویژگی‌های کمّی و کیفی روغن زیتون تحت اثر عوامل محیطی و همچنین مدیریت باغ قرار دارد. شرایط اقلیمی، رقم، روش کشت، زمان برداشت محصول و روش فرآوری آن، ویژگی نهایی روغن زیتون را شکل می‌دهد(Gholami et al., 2025). مهم‌ترین ترکیب تجمع‌یافته در میوه زیتون، روغن است، که غنی از منبع اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد و در تغذیه سالم انسان نقش محوری دارد. حدود ۹۸ درصد از روغن زیتون در بخش گوشتی تجمع می‌یابد که بسته به نوع رقم، حدود ۱۰-۴۰ درصد وزن گوشت تازه میوه را شامل می‌شود. نوع و درصد ترکیبات اسیدهای چرب روغن زیتون از عوامل مهم تعیین‌کننده ارزش کیفی و اقتصادی روغن محسوب می‌شود، که در ارقام مختلف و در شرایط محیطی مختلف کاشت، به‌طور قابل توجهی متفاوت می‌باشد و دما مهم‌ترین عامل محیطی است که در سنتز و ترکیب اسیدهای چرب در میوه مؤثر می‌باشد (Jasrotia et al., 2014). علاوه‌بر شرایط اقلیمی، وضعیت عناصر غذایی موجود در درخت زیتون نقش اساسی در تولید میوه و روغن بازی می‌کند. در این راستا مشخص شده است که پتاسیم و عناصر غذایی کم‌مصرف بُر و روی از طریق تأثیر در ساخت و متابولیسم کربوهیدرات‌ها به‌عنوان پیش‌ماده سنتز روغن و نیز تنظیم فعالیت‌های آنزیمی مؤثر در سنتز اسیدهای چرب، ساختار مواد آلی و بهبود فتوسنتز، نقش کلیدی در کیفیت و ترکیب روغن زیتون دارند (Saadati et al., 2013). نتایج برخی از مطالعات حاکی از آن

است که قندها از ترکیبات اصلی محلول در بافت‌های زیتون می‌باشند و نقش مهمی در تولید انرژی برای تغییرات متابولیکی ایفا می‌کند (Desouky et al., 2009). به‌گونه‌ای که در فرآیند سوختن قندها استیل کوآنزیم A تولید شده، می‌تواند پیش‌ساز برای تشکیل اسیدهای چرب باشد، در حقیقت بعضی مطالعات گزارش نموده‌اند که تغذیه برگی به‌خصوص با عناصر غذایی پتاسیم، بُر و روی به‌تنهایی یا توأم با هم، می‌توانند کیفیت روغن زیتون را تغییر دهند و تأثیر معنی‌داری در بهبود تولید میوه و کیفیت و میزان روغن زیتون داشته باشند (Thanaa et al., 2019).

طی تحقیقی نشان دادند که ترکیب اسیدهای چرب در درختان زیتون محلول‌پاشی شده با سولفات پتاسیم در مقایسه با درختان شاهد تغییر می‌یابد و در درختان محلول‌پاشی شده با سولفات پتاسیم نسبت به درختان تیمار نشده میزان اسیدهای چرب اشباع اسید پالمتیک و اسید استئاریک کاهش و از طرفی باعث افزایش ۱ تا ۳ درصدی اسید اولئیک در درختان تیمار شده با سولفات پتاسیم گردید. (زیودار، ۱۳۹۴) گزارش کرد که رقم میشن در شرایط آب و هوایی اهواز به دلیل مصادف شدن مرحله سنتز و تجمع روغن با دمای بیش‌ازحد تابستان کیفیت روغن پایینی دارد، بنابراین هدف از مطالعه حاضر تغییر مدیریت باغ و معرفی تکنیک جدید مقابله با تغییرات محیطی با کاربرد برگی عناصر غذایی پتاسیم، روی و بُر جهت کاهش اثرات تنش محیطی درجه حرارت محل رشد بر سنتز و تجمع روغن و بهبود کیفیت روغن تولیدی در میوه رقم کرونایکی از طریق نقش و تأثیر این عناصر غذایی در متابولیسم روغن است، تا بتوان با محلول‌پاشی برگی، باعث بهبود کیفیت روغن تولیدی از طریق تغییر در ترکیب اسیدهای چرب روغن میوه در شرایط آب و هوایی نامساعد مثل اهواز شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بُر بر پروفیل اسیدهای چرب روغن میوه زیتون رقم کرونایکی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در باغ زیتون دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در حاشیه غربی رودخانه کارون بر روی ۹ اصله درختان میوه زیتون بارور ۱۳ ساله رقم کرونایکی با آرایش کاشت مستطیلی و با فواصل کاشت ۶×۵ متر انجام شد. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش به همراه توبین ۲۰ به‌عنوان مویان به‌شرح زیر بودند:

T0 = محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)(0 gr/lit K Zn B)

T1 =محلول‌پاشی با ترکیبی از ۱ گرم در لیتر از هر کدام سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک (1 gr/L K Zn B)

T2 =محلول‌پاشی با ترکیبی از ۲ گرم در لیتر از هر کدام سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک (2 gr/lit K Zn B)

در این تحقیق محلول‌پاشی طی چهار نوبت شامل یک هفته قبل از بازشدن کامل گل‌ها (نیمه دوم اسفند ماه)، دو هفته بعد از بازشدن کامل گل‌ها (نیمه اول فروردین ماه)، در مرحله سخت شدن هسته‌ها (نیمه اول خرداد ماه) و در مرحله سنتز و تجمع روغن (نیمه اول تیر ماه) انجام گرفت. بعد از برداشت میوه، نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه خوارزمی تهران منتقل شدند. برای تعیین درصد روغن میوه از روش سوکسله و با حلال هگزان و از دستگاه روتاری استفاده شد و درصد روغن از طریق اختلاف وزن، محاسبه و بر حسب درصد وزن خشک بیان گردید(AOCS, 1993). به‌منظور ارزیابی و تعیین ترکیب اسیدهای چرب روغن از روش کروماتوگرافی گازی استفاده شد. ابتدا به‌منظور تهیه متیل استر اسیدهای چرب از روش (Bannon et al., 2007) استفاده شد و برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب، ابتدا ۱ میکرولیتر از نمونه استخراجی به ستون کروماتوگرافی به طول ۱۰۰ متر و قطر داخلی ۰٫۲۵ میلی‌متر از نوع (CP-Sil88, Chrompeck ساختMidleburg-Netherland) متصل به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید. از Split 80 به ۱ قسمت برای تزریق ۰٫۵ میکرولیتر هگزان حاوی متیل استر اسید چرب استفاده گردید. دتکتور از نوع FID بود. گاز حامل از نوع هیدروژن فوق خالص با فشار ۲۳ پاسکال بود. درجه حرارت تزریق‌کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و حرارت اولیه آون معادل ۷۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد که با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه افزایش و نهایتاً به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید و نهایت با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه به ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد رسید و ۱۵ دقیقه ثابت گردید. پیک‌های خروجی براساس مقایسه زمان بازداری با پیک‌های استاندارد تعیین هویت و سطح زیر منحنی هر اسید چرب معیار تعیین مقدار آن است (Gonzales et al., 2003). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و Excel تجزیه و تحلیل و ارزیابی شدند و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

باتوجه به تجزیه واریانس اسیدهای چرب روغن زیتون رقم کرونایکی در جدول ۱، مشخص شد که بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی از نظر میزان اسید اولئیک، میزان اسید لینولئیک، میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع(MUFA) و میزان اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA)تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت، ولی از نظر میزان اسید لینولنیک(C18:3)، اسید میریستیک (C14:00) و اسید استئاریک (C18:00) بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی هیچ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، محلول‌پاشی با هر دو غلظت سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک (تیمارهای(T1 = 1 gr/lit K Zn B) و (T2 = 2 gr/lit K Zn B در مقایسه با درختان شاهد(T0=0 gr/lit K Zn B) باعث افزایش معنی‌دار در میزان اسید پالمتیک(C16:00)، اسید پالمیتولئیک (C16:1)، اسید آراشیدیک(C20:00)، مجموع اسیدهای چرب اشباع(Saturated Fatty Acids)، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع(Unsaturated Fatty Acids) و نسبت بین مجموع اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع(USFA/SFA) گردید، هرچند بین دو غلظت محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک (تیمارهای(T1 = 1 gr/lit K Zn B) و (T2 = 2 gr/lit K Zn B) هیچ تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. بعلاوه، از نظر میزان درصد روغن میوه، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و نسبت اسیدهای چرب تک‌غیراشباع به اسیدهای چرب چندغیراشباع(PUFA/MUFA) بین تیمار محلول‌پاشی T1 = 1 gr/lit K Zn B و شاهد (T0 = 0 gr/lit K Zn B) و از نظر میزان اسید گادولئیک (C20:1) بین تیمار T2 و شاهد (T0) تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مشخص نمود بیشترین و کمترین میزان درصد روغن میوه، اسید اولئیک، نسبت بین اسید اولئیک به اسید لینولئیک، مجموع اسیدهای چرب تک‌غیراشباع(MUFA)، مجموع اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) و بالاترین نسبت میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع به میزان اسیدهای چرب چندغیراشباع() (MUFA/PUFA) به‌ترتیب مربوط به درختان محلول‌پاشی‌شده با تیمار T1 = 1 gr/lit K Zn B و تیمار شاهد (T0 = 0 gr/lit K Zn B) بود. همچنین، بیشترین میزان اسید پالمیتولئیک، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (USFA) و بالاترین نسبت مجموع اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع (USFA/SFA)) به درختان محلول‌پاشی‌شده با تیمار T2 = 2 gr/lit K Zn B و کمترین میزان آنها به درختان شاهد (T0 = 0 gr/lit K Zn B) تعلق داشت. از طرفی، کمترین میزان اسید پالمتیک، اسید لینولئیک، اسید لینولنیک، میزان اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) و مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) مربوط به درختان محلول‌پاشی‌شده با تیمار T1 = 1 gr/lit K Zn B و بیشترین میزان آنها مربوط به درختان شاهد (T0 = 0 gr/lit K Zn B) بود. بعلاوه، کمترین میزان اسید آراشیدیک و اسید گادولئیک مربوط به درختان محلول‌پاشی‌شده با تیمار T2 = 2 gr/lit K Zn B و بالاترین میزان آنها به درختان شاهد (T0 = 0 gr/lit K Zn B) تعلق داشت. جدول نتایج نشان داد که اسید اولئیک، اسید پالمتیک و اسید لینولئیک، اسیدهای چرب غالب نمونه‌های روغن میوه رقم کرونایکی هستند و محلول‌پاشی برگی با تیمار T1 = 1 gr/lit K Zn B در ترکیب اسیدهای چرب میوه رقم کرونایکی بسیار مؤثر بود و سبب افزایش میزان اسید اولئیک و بهبود مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (USFA) و میزان اسیدهای چرب تک‌غیراشباع (PUFA) و کاهش میزان اسیدهای چرب اسید پالمتیک و اسید لینولئیک و نیز کاهش مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA)گردید.

براساس نظر شورای بین‌المللی زیتون(IOOC) ، میزان مجاز اسید اولئیک بین ۵۵ تا ۸۳ درصد و مقدار اسید لینولئیک بین ۳،۵ تا ۲۱ درصد از کل اسیدهای چرب روغن زیتون می‌باشد (Boukachabine et al., 2011).

در این تحقیق اگرچه کاربرد برگی سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک، باعث افزایش کیفیت روغن زیتون از طریق افزایش میزان اسید اولئیک و کاهش میزان اسید لینولئیک نسبت به درختان تیمار شاهد(T0 = 0 gr/lit K Zn B) گردید، ولی در مجموع میزان درصد اسید اولئیک به‌دست‌آمده از نمونه‌ها، باتوجه به شرایط محیطی نامساعد منطقه، به‌خصوص ارتفاع پایین محل و دمای بالا در زمان تجمع و ذخیره‌سازی روغن، پایین و کمتر از ۵۵،۱۷ درصد بود که پایین بودن اسید اولئیک از نشانه‌های مهم تأثیر مناطق گرم و ارتفاع پایین می‌باشد. نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که محلول‌پاشی برگی با افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع در ترکیب اسید چرب روغن میوه‌ها، منجر به بهبود کیفیت روغن در مقایسه با درختان شاهد شده بود. اسید پالمتیک، مهم‌ترین اسید چرب اشباع در انواع روغن زیتون است و شورای بین‌المللی روغن زیتون (IOOC) میزان آن در روغن زیتون را بین ۷،۵ تا ۲۰ درصد گزارش نموده است و اسید پالمتیک در مناطق گرم اکثراً بالا گزارش شده است و این نشانگر تأثیر مثبت دمای بالا در افزایش اسیدهای چرب اشباع روغن می‌باشد.

در رقم مورد مطالعه، محلول‌پاشی با عناصر غذایی پتاسیم، روی و بُر و تأثیر این عناصر غذایی در آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز اسیدهای چرب باعث کاهش این نوع اسید چرب اشباع (اسید پالمتیک) گردید. بهترین تأثیر محلول‌پاشی در بهبود کیفیت روغن در درختان محلول‌پاشی‌شده با تیمار T1 = 1 gr/lit K Zn B رخ داد که میزان اسید اولئیک و اسید پالمتیک به‌ترتیب از ۵۱٫۶۶ درصد و ۲۰٫۸۲ درصد در درختان شاهد (T0 = 0 gr/lit K Zn B) به ۵۵/۱۷ درصد و ۱۹/۲۹ درصد در درختان تیمارشده با تیمار T1 = 1 gr/lit K Zn B تغییر یافت. علت این تغییرات می‌تواند ناشی از این باشد که بخش اعظم اسیدهای چربی که در اوایل دوره رسیدن میوه تشکیل می‌گردند، اسیدهای چرب اشباع هستند و در مراحل بعدی اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمتیک و اسید استئاریک به‌عنوان پیش‌ماده برای تولید اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشند و از سوی دیگر، غیراشباع شدن اسیدهای چرب اشباع، به‌وسیله آنزیم‌های غیراشباع‌کننده از جمله استیرویل ACP-دی‌ساچوراز ۱ انجام می‌شود و عناصر غذایی مورد استفاده در میزان فعالیت این آنزیم‌ها دخیل هستند و تغذیه با محلول‌پاشی برگی سبب کاهش اسیدهای چرب اشباع مثل اسید پالمتیک و افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع مثل اسید اولئیک گردید(Gholami et al., 2025).

در مطابقت با نتایج تحقیق حاضر، (زیودار، ۱۳۹۴) گزارش کرد که با محلول‌پاشی درختان زیتون ارقام کرونایکی و دزفولی با سولفات پتاسیم، میزان اسیدهای چرب اشباع، به‌ویژه اسید پالمتیک، کاهش یافت؛ همچنین اعلام نمود که کاربرد برگی سولفات پتاسیم به میزان ۲ گرم در لیتر سبب افزایش میزان اسید اولئیک و در نهایت باعث بهبود پروفیل اسیدهای چرب در ارقام کرونایکی و دزفولی شد. بعلاوه، (Desouky et al., 2009) گزارش کردند که میزان اسید اولئیک و نسبت اسید چرب غیراشباع به اشباع (USFA/SFA) با محلول‌پاشی برگی درختان زیتون با عناصر غذایی بور و کلسیم نسبت به درختان شاهد افزایش و میزان اسید پالمتیک کاهش یافت که این بیانگر اثرات مثبت محلول‌پاشی در کیفیت روغن زیتون می‌باشد. همچنین، (Saadati et al., 2013) نشان دادند که درختان زیتون محلول‌پاشی‌شده با اسید بوریک، سولفات روی و ترکیبی از این دو عنصر غذایی، ترکیب اسیدهای چرب متفاوتی در مقایسه با درختان تیمارنشده داشتند؛ بعلاوه، بالاترین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع (USFA/SFA) را در درختان زیتون محلول‌پاشی‌شده با ترکیبی از سولفات روی و اسید بوریک گزارش نمودند. علاوه‌براین، (Thanaa et al., 2017) گزارش کردند که محلول‌پاشی درختان زیتون با سولفات پتاسیم باعث کاهش میزان اسید پالمتیک و اسید استئاریک و از طرفی باعث افزایش ۱ تا ۳ درصدی میزان اسید اولئیک در درختان تیمارشده با سولفات پتاسیم نسبت به درختان تیمارنشده گردید.

نتایج حاصل از این پژوهش به‌خوبی اثر مدیریت باغ در ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون، به‌خصوص در درختان شاهد را نشان می‌دهد. وجود دمای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در فصل تابستان در شرایط آب‌وهوایی اهواز، به‌ویژه در اوج دوره سنتز روغن زیتون، در ترکیب اسیدهای چرب تأثیر داشت و سبب کاهش مقدار اسید اولئیک و افزایش اسید پالمتیک و اسید لینولئیک گردید. بنابراین، عناصر غذایی پتاسیم، بُر و روی نقش مؤثری در فرآیندهای فیزیولوژیکی و در بعضی فعالیت‌های سلولی، مثل فعالیت‌های آنزیمی، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و انتقال مواد فتوسنتزی و قندها دارند و محلول‌پاشی برگی احتمالاً از طریق تأثیر مثبت در واکنش‌های متابولیکی و فعالیت آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز اسیدهای چرب و تبدیل اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع و همچنین ممانعت از تأثیر منفی عوامل محیطی نامساعد، به‌خصوص دمای بالای منطقه، در ترکیب اسیدهای چرب، با افزایش میزان اسید اولئیک و کاهش میزان اسید پالمتیک سبب بهبود کیفیت روغن میوه زیتون می‌گردد و در مواقع تغییرات اقلیمی و وقوع شرایط نامساعد محیطی مثل افزایش دما، محلول‌پاشی برگی با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در طول دوره رشد و نمو میوه می‌تواند روشی کارآمد در مدیریت باغ و تغذیه درختان زیتون در راستای کاهش اثرات سوء تنش‌های محیطی و بهبود کیفیت روغن میوه زیتون با تغییر در ترکیب اسیدهای چرب روغن باشد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر پروفیل اسیدهای چرب روغن زیتون رقم کرونایکی.

اسیدهای چرب (٪)	تیمارهای مختلف محلول‌پاشی		
	T_0 (Control)	T_1 (1 gr/Lit K Zn B)	T_2 (2 gr/Lit K Zn B)
روغن میوه (درصد وزن خشک)	22.69^{bc}	23.84^{a}	23.08^{b}
اسید میرستیک (C۱۴:۱)	0.84^{a}	0.69^{a}	0.53^{a}

اسید پالمتیک (C۱۶:۰)	20.82^{a}	19.29^{bc}	19.96^{b}
اسید پالمیتولئیک (C۱۶:۱)	1.97^{c}	2.69^{b}	3.11^{ab}
اسید استئاریک (C۱۸:۰)	5.07^{bc}	5.50^{ab}	5.04^{bc}
اسید اولئیک (C۱۸:۱)	51.66^{c}	55.17^{a}	53.41^{b}
اسید لینولئیک (C۱۸:۲)	14.92^{a}	12.37^{c}	13.78^{b}
اسید لینولئنیک (C۱۸:۳)	1.82^{a}	1.57^{a}	1.81^{a}
اسید آراشیدیک (C۲۰:۰)	0.75^{a}	0.56^{bc}	0.51^{c}
اسید گادولئیک (C۲۰:۱)	0.49^{a}	0.41^{ab}	0.35^{b}
نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک	3.47^{b}	4.47^{a}	3.88^{ab}
مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA)	27.48^{a}	26.04^{bc}	26.04^{bc}
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (USFA)	70.84^{c}	72.22^{ab}	72.46^{ab}
نسبت مجموع اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع	2.58^{c}	2.78^{ab}	2.79^{ab}
اسیدهای چرب تک‌غیراشباع (MUFA)	54.11^{c}	58.28^{a}	56.88^{b}
اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA)	16.73^{a}	13.94^{c}	15.58^{b}
نسبت اسیدهای چرب تک به چند غیراشباع	3.24^{c}	4.19^{b}	3.65^{bc}

* در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ ٪ معنی‌دار نیستند.

منابع

زیودار، ش. ۱۳۹۴. بررسی اثر محلول‌پاشی پتاسیم بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی زیتون (*Olea europaea* L.) در شرایط آب‌وهوایی اهواز. پایان‌نامه دکترای دانشگاه تربیت مدرس تهران، ص. ۱۰۴.

AOCS. 1993. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. 4th Edn. (ed. D. Firestone), American Oil Chemists Society, Champaign, IL. (AOCS Aa 4-38).

Bannon, C.D., Craske, N.T. and Hai, N.L. 2007. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability: Methylation of fats and oils. Journal of Chromatography A, 247: 63–69.

Boukachabine, N., Ajana, H. and El-Antari, A. 2011. Study of fatty acids and triglycerides oil composition and quality parameters of olive autochthon olive varieties in Morocco. Lebanese Science Journal, 12(2): 45–65.

Desouky, I.M., Laila, F., Haggag, M.M., El-Migeed, M., Kishk, Y.F.M. and El-Hady, E.S. 2009. Effect of boron and calcium nutrients sprays on fruit set, oil content and oil quality of some olive oil cultivars. World Journal of Agricultural Sciences, 5(2): 180–185.

Gholami, R., Arji, I. and Fahadi Hoveizeh, N. 2025. Investigating the state of flowering and fruit formation of some olive cultivars under the stress of low irrigation and salicylic acid foliar application. Agrotechniques in Industrial Crops, 5(1): 27–33.

Gonzales, S., Duncan, S.E., O'Keefe, S.F., Sumner, S.S. and Herbein, J.H. 2003. Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. Journal of Dairy Science, 86(1): 70–77.

Jasrotia, A., Bakshi, P., Wali, V.K., Bhushan, B. and Ji-Bhat, D. 2014. Influence of girdling and zinc and boron application on growth, quality and leaf nutrient status of olive cv. Fronotoio. African Journal of Agricultural Research, 9(18): 1354–1361.

Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, M.H. and Seyednejad, S.M. 2013. Effect of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening. Scientia Horticulturae, 164: 30–34.

Thanaa, Sh.M.M., Enaam, Sh.A.M. and El-Sharony, T.F. 2017. Influence of foliar application with potassium and magnesium on growth, yield and oil quality of 'Koroneiki' olive trees. American Journal of Food Technology, 12(3): 209–220.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study Effect of Foliar Feeding on Improving the Oil Quality of 'Koronaiki' Olive Cultivar

Reza Gholami[1*], Noorollah Moallemi[1], Esmaeil Khaleghi[1] and Seyed Mansoor Seyednejad[2]
1. Department of Horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Plant Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: rezagtk@yahoo.com

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of foliar application of potassium, boron, and zinc on the fatty acid composition of the fruit of olive, 'Koronaiki' cultivar, in the olive orchard of Shahid Chamran University of Ahvaz in 2019. The research was performed in a randomized complete block design with three replications. Spray treatments included T0 (distilled water as control), T1 (1 g/l potassium sulfate + 1 g/l boric acid + 1 g/l zinc sulfate), and T2 (2 g/l potassium sulfate + 2 g/l boric acid + 2 g/l zinc sulfate). The trees were sprayed during four stages: one week before full flowering, two weeks after full flowering, the core hardening stage, and the oil accumulation and synthesis stage. The results indicated that there was a significant difference among spraying treatments in fruit oil percentage, oleic acid to linoleic acid ratio, amount of monounsaturated fatty acids (MUFA), amount of polyunsaturated fatty acids (PUFA), and MUFA/PUFA ratio. Foliar spray had no effect on myristic, stearic, and linolenic acids. The results showed that treatment T1 had the most positive effect on improving the quality of fruit oil of the Koronaiki cultivar compared to the other treatments. Also, the highest percentage of fruit oil (23.84%) of dry weight, the highest amount of oleic acid (55.17%), and the highest amount of monounsaturated fatty acids (28.58%) belonged to the T1 treatment. In addition, the highest amount of palmitoleic acid (3.11%) and also the highest amount of total unsaturated fatty acids (72.46%) were attributed to the T2 treatment. Therefore, under adverse environmental conditions such as high temperatures, foliar spraying during fruit growth can improve the quality of olive fruit oil by changing the amount of fatty acids through increasing oleic acid and decreasing palmitic acid.

Keywords: Food elements, Oleic acid, Oil quality, Palmitic acid, Spraying.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر نیترات پتاسیم و باکتری‌های محرک رشد بر میزان تنظیم‌کننده‌های رشد نهال لیموترش تحت تنش خشکی

ثریا معلای مزرعی[۱]، اسمعیل خالقی[۱*] و نعیمه عنایتی ضمیر[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *khaleghi@scu.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر هم‌افزایی باکتری‌های محرک رشد گیاه و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم بر غلظت هورمون‌های اکسین و آبسزیک اسید در گیاه لیموترش (*Citrus aurantifolia*) تحت تنش خشکی در بازه‌های مختلف انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح تنش آبی (۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق)، پنج تیمار باکتری (*Enterobacter cloacae* E1، *Bacillus subtilis* CS1، *Enterobacter cloacae* R33، کنسرسیوم سه باکتری، و تیمار شاهد بدون باکتری) و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم در دو سطح ۰ و ۲ درصد وزنی حجمی طراحی گردید. ارزیابی غلظت هورمون‌ها در سه بازه زمانی (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز پس از اعمال تیمار) انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که کاهش میزان آب آبیاری منجر به کاهش میزان اکسین و افزایش در غلظت هورمون آبسزیک اسید گردید، درحالی‌که کاربرد ترکیبی باکتری‌های محرک رشد و نیترات پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار غلظت اکسین و کاهش آبسزیک اسید در گیاهان تحت تنش خشکی شد. اندازه‌گیری در پایان آزمایش نشان داد، تیمار CS1 همراه با نیترات پتاسیم در شرایط تنش شدید، سطح اکسین را نسبت به شاهد تا ۱۱۱/۵ درصد افزایش، درحالی‌که غلظت آبسزیک اسید تا ۲۳/۹ درصد کاهش داد. همچنین، بیشترین میزان اکسین و کمترین میزان آبسزیک اسید در گیاهان با آبیاری بهینه مشاهده شد. این یافته‌ها حاکی از نقش مؤثر باکتری‌های محرک رشد در تعدیل تعادل هورمونی گیاه، کاهش آثار منفی خشکی، و افزایش پایداری فیزیولوژیک آن است. بر این اساس، استفاده از باکتری‌های محرک رشد به‌همراه نیترات پتاسیم به‌عنوان راهکاری زیست‌پایه برای مدیریت تنش خشکی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبسزیک اسید، اکسین، تبخیر و تعرق.

مقدمه

لیموترش (*Citrus aurantifolia*) از جمله گونه‌های اقتصادی مهم در خانواده مرکبات و بومی آسیای جنوب شرقی است. این گیاه به‌واسطه محتوای بالای ویتامین C و ترکیبات فلاونوئیدی، از ارزش تغذیه‌ای و دارویی بالایی برخوردار است. لیموترش به‌عنوان گیاهی نیمه‌حساس به تنش خشکی شناخته می‌شود و به‌سبب سیستم ریشه‌ای سطحی و ضعیف خود، در برابر تنش‌های غیرزیستی مانند کم‌آبی و شوری آسیب‌پذیر است (Salem et al., 2024). در شرایط اقلیم گرمسیری، جهت دستیابی به تولید میوه‌ای با کیفیت مطلوب، اتخاذ راهکارهای مدیریتی مؤثر در مقابله با این تنش‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد.

با توجه به تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آبی، تنش خشکی به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی پیش‌روی تولید مرکبات شناخته می‌شود. پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان مرکبات به این تنش خشکی شامل کاهش محتوای نسبی آب برگ، سطح برگ، رشد ریشه و نرخ فتوسنتز است(Romero et al., 2020). در این میان، تنظیمات هورمونی گیاه، به‌ویژه افزایش سطح آبسزیک اسید در ریشه‌ها و برگ‌ها، نقش کلیدی در بروز این پاسخ‌ها دارد. این هورمون منجر به کاهش تعرق، بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌شود. علاوه بر این، کاهش میزان اکسین در شرایط کم‌آبی منجر به اختلال در رشد ریشه و کاهش رشد کلی گیاه می‌گردد (Kurepa and Smalle, 2022). علاوه‌براین، تنش خشکی می‌تواند توازن میان اکسین و سایر هورمون‌ها، از جمله آبسزیک اسید را مختل کند که این اختلال باعث پیچیدگی بیشتر در پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه به شرایط تنش‌زا می‌شود(Seo et al., 2009).

در سال‌های اخیر، استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌عنوان رویکردی زیستی و پایدار برای کاهش اثرات تنش‌های غیرزیستی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. این باکتری‌ها با تعدیل تعادل هورمونی، بهبود جذب عناصر غذایی و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد، موجب بهبود عملکرد گیاه در شرایط تنش می‌شوند. علاوه بر این، این باکتری‌ها می‌توانند در سنتز هورمون‌های دفاعی مانند اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک نقش ایفا کنند (Gupta et al., 2022). برخی از این باکتری‌ها قادرند سطح هورمون‌های تنش‌زا مانند اتیلن را کاهش دهند؛ هورمونی که با پیری زودرس ناشی از تنش ارتباط دارد. این تعدیل هورمونی به حفظ شادابی و عملکرد فیزیولوژیکی گیاه در شرایط خشکی کمک می‌کند. همچنین، محلول‌پاشی نیترات پتاسیم با تأمین پتاسیم و نیتروژن مورد نیاز گیاه، نقش مهمی در تنظیم اسمزی و تعادل هورمونی ایفا می‌کند.

پژوهش‌های متعددی اثرات باکتری‌های محرک رشد و نیترات پتاسیم را بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان تحت تنش خشکی بررسی کرده‌اند، اما مطالعات کمی به بررسی اثر ترکیبی این عوامل بر سطوح هورمونی، به‌ویژه اکسین و آبسزیک اسید، پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که افزایش سطح اکسین ناشی از تیمار با باکتری‌های محرک رشد *Bacillus* موجب بهبود رشد رویشی و افزایش عملکرد در گیاهانی مانند توت‌فرنگی، سیب و هلو می‌شود (Beneduzi et al., 2012). این نتایج نشان می‌دهند که باکتری‌های محرک رشد می‌توانند از طریق افزایش سطح اکسین، موجب بهبود رشد، گل‌دهی، و عملکرد میوه در درختان میوه مختلف شوند. درحالی‌که تلقیح نهال‌های گردو با *Bacillus cereus* در شرایط خشکی موجب تغییر در تعادل هورمونی و کاهش معنادار سطح آبسزیک اسید و سایر ترکیبات تنظیم‌کننده اسمزی شد. در گیاه پنبه نیز، استفاده از کود پتاسه باعث کاهش معنادار محتوای آبسزیک اسید گردید که با بهبود کیفیت الیاف و سلامت کلی گیاه همراه بود (Chen et al., 2017). علاوه‌براین، مطالعات انجام‌شده بر ذرت و سیب‌زمینی شیرین نیز نشان داده‌اند که کاربرد پتاسیم، علاوه بر افزایش رشد، موجب تنظیم سطوح هورمون‌های درون‌زاد، از جمله آبسزیک اسید، می‌شود(Gao et al., 2020).

با توجه به اهمیت حفظ تعادل هورمونی در افزایش تحمل گیاه به خشکی، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر هم‌افزایی باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم بر سطوح هورمون‌های اکسین و آبسزیک اسید در گیاه لیموترش تحت تنش خشکی در بازه‌های زمانی مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

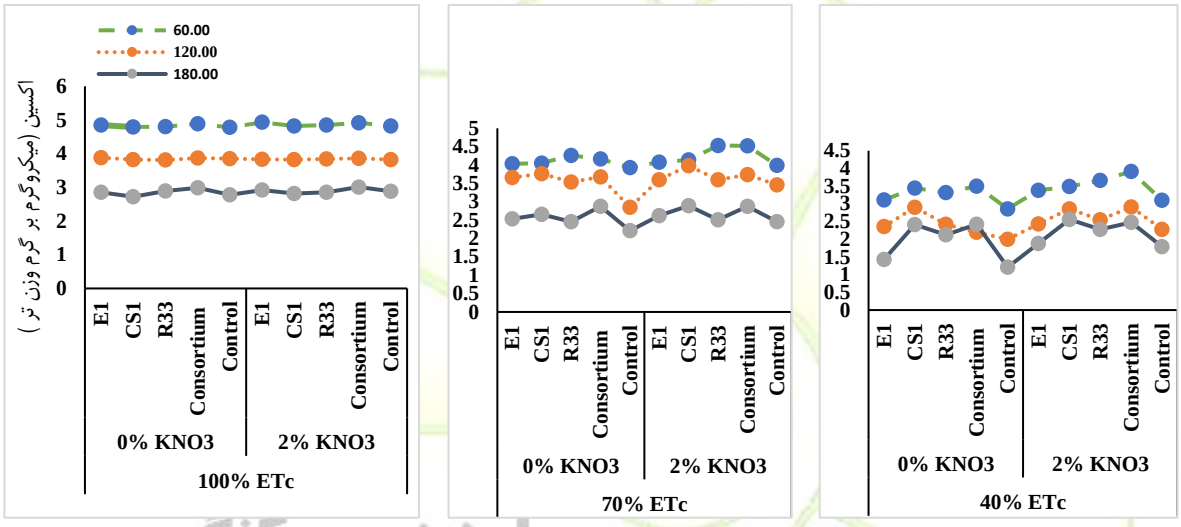
نهال‌های یک‌ساله لیموترش از نهالستان تأییدشده جهاد کشاورزی دزفول تهیه و در گلدان‌های ۸ کیلوگرمی با مخلوط خاک زراعی، ماسه و کود دامی (به نسبت مساوی) کشت شدند. پس از سه ماه سازگاری در گلخانه، پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با روش اندازه‌گیری تکراری طی سال‌های ۱۴۰۱–۱۴۰۲ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح باکتری محرک رشد باکتری(*Enterobacter cloacae* E1، *Bacillus subtilis* CS1، *Enterobacter cloacae* R33، کنسرسیوم سه باکتری، و تیمار شاهد بدون باکتری)، دو سطح محلول‌پاشی نیترات پتاسیم (۰ و ۲ درصد وزنی/حجمی)، سه سطح آبیاری (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق) بود. غلظت هورمون‌های اکسین و آبسزیک اسید در ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز پس از شروع آزمایش اندازه‌گیری شد.

برای تعیین مقدار آب آبیاری، شش گلدان مرجع توزین و اختلاف وزن پس از پنج روز به‌عنوان ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق تعیین و سطوح دیگر بر این اساس تنظیم شد. باکتری‌ها از گروه بیولوژی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز تهیه، در محیط نوترینت براث کشت داده و پس از آماده‌سازی، با جمعیت $۱/۵ \times ۱۰^{۶}$ کلنی بر گرم خاک به ریشه تلقیح شدند. محلول‌پاشی نیترات پتاسیم دو هفته پس از اعمال تنش خشکی انجام گردید. برای اندازه‌گیری هورمون‌های اکسین و آبسزیک اسید از روش گانس و همکاران (۲۰۱۰) و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی با کارایی انجام شد.

نتایج و بحث

اثر متقابل زمان × آبیاری × نیترات پتاسیم × باکتری بر میزان هورمون اکسین

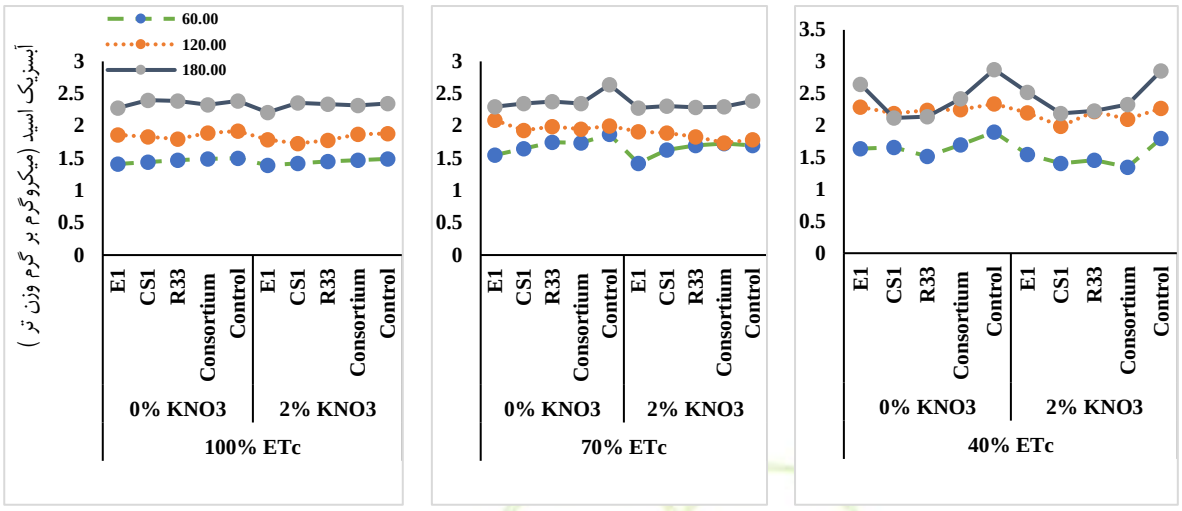
مطالعه تغییرات میزان هورمون اکسین در برگ (شکل ۱) نشان داد که با کاهش تدریجی میزان آبیاری از ۱۰۰ به ۷۰ و ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق، میزان اکسین به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. در ۶۰ روز نخست پس از شروع آزمایش، بیشترین میزان اکسین (۹۳/۴ میکروگرم بر گرم وزن تر) در گیاهانی مشاهده شد که تحت رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق قرار داشتند، با ۲ درصد نیترات پتاسیم محلول‌پاشی شده و با باکتری E1 تلقیح شده بودند. این مقدار تفاوت آماری قابل‌توجهی با گیاهانی که در همان شرایط زمانی، با همان سطح آبیاری و محلول‌پاشی، اما با کنسرسیوم سه باکتری تلقیح شده بودند (۹۲/۴ میکروگرم بر گرم وزن تر) نشان نداد. در مقابل، کمترین میزان اکسین در ۱۸۰ روز پس از شروع آزمایش در گیاهانی مشاهده شد که تحت تنش شدید آبیاری (۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق) قرار داشتند و هیچ‌گونه محلول‌پاشی نیترات پتاسیم و تلقیح باکتری را دریافت نکرده بودند (۲۱/۱ میکروگرم بر گرم وزن تر). به‌طور کلی، محلول‌پاشی نیترات پتاسیم به‌تنهایی و همچنین هم‌افزایی آن با باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش میزان هورمون اکسین در برگ‌ها گردید.



شکل ۱- اثر متقابل سویه‌های باکتریایی (E1، CS1، R33 و کنسرسیوم باکتری‌ها) و بدون باکتری، در تیمارهای KNO3 (۰ و ۲ درصد وزنی/حجمی) بر میزان اکسین تحت رژیم آبیاری (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق) در سه زمان اندازه‌گیری ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز پس از اعمال تیمار.

اثر متقابل زمان × آبیاری × نیترات پتاسیم × باکتری بر میزان هورمون آبسزیک اسید

با استناد به نتایج شکل ۲، مشخص شد که کاهش رژیم آبیاری به افزایش میزان هورمون آبسزیک اسید منجر گردید. بیشترین افزایش در میزان آبسزیک اسید، ۱۸۰ روز پس از شروع آزمایش، در گیاهانی که بدون تلقیح باکتری و با اعمال یا عدم اعمال نیترات پتاسیم تحت رژیم آبیاری ۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق قرار داشتند، مشاهده شد. این دو گروه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از سوی دیگر، کمترین میزان آبسزیک اسید در ترکیب کنسرسیوم با محلول‌پاشی نیترات پتاسیم در ۶۰ روز پس از شروع آزمایش در گیاهانی که تحت تنش شدید قرار داشتند، مشاهده گردید. با کاهش میزان آبیاری به ۷۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق، نقش حمایتی تیمارها برجسته‌تر گردید. در اندازه‌گیری‌های بعدی، به‌ویژه پس از ۱۸۰ روز، ترکیب تیمار باکتری E1 همراه با نیترات پتاسیم ۲ درصد موجب کاهش در میزان آبسزیک اسید در مقایسه با گیاهان بدون محلول‌پاشی و باکتری گردید. همچنین، در شرایط تنش آبی شدید (۴۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق)، تلقیح باکتری CS1 ، بالاترین میزان کاهش را به میزان ۳/۲۶ درصد نسبت به گیاهان بدون محلول‌پاشی و باکتری نشان داد.



شکل ۲- اثر متقابل سویه‌های باکتریایی (E1، CS1، R33 و کنسرسیوم باکتری‌ها) و بدون باکتری، در تیمارهای KNO3 (۰ و ۲ درصد وزنی/حجمی) بر میزان آبسزیک اسید تحت رژیم آبیاری (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق) در سه زمان اندازه‌گیری ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز پس از اعمال تیمار.

تنش خشکی در گیاهان مجموعه‌ای از واکنش‌های هورمونی پیچیده را به همراه دارد که برای بقای گیاه و تطبیق آن با شرایط محیطی ضروری است. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، کاهش غلظت هورمون اکسین می‌تواند به کاهش فعالیت ژن‌های مربوط به سنتز اکسین نسبت داده شود. همچنین، در شرایط خشکی، سطح آبسزیک اسید افزایش می‌یابد که این هورمون به‌طور منفی بر سنتز و انتقال اکسین تأثیر می‌گذارد. آبسزیک اسید می‌تواند بر بیان پروتئین‌های حمل‌ونقل اکسین، از جمله پروتئین‌هایPIN ، اثر بگذارد و توزیع اکسین در برگ‌ها را کاهش دهد (Rowe et al., 2016). نتایج این آزمایش با نتایج مطالعات پیشین مبنی بر کاهش میزان اکسین در شرایط تنش خشکی هم‌راستا است(Clauw et al., 2015).

باکتری‌های محرک رشد می‌توانند اکسین را از طریق تجزیه آمینواسید تریپتوفان که پیش‌ماده اصلی تولید اکسین به شمار می‌رود، تولید کنند. مطالعات مشابه با تحقیق حاضر نیز نشان می‌دهند که استفاده از باکتری‌های تولیدکننده اکسین همراه با کودهای آلی و معدنی، نسبت به استفاده از کودهای شیمیایی به‌تنهایی، می‌تواند به‌طور مؤثرتری رشد گیاه را بهبود بخشد (Park and Shin, 2022). از سوی دیگر، پتاسیم نیز می‌تواند سطح اکسین و اثرات آن بر رشد و توسعه گیاه را تعدیل کند. این تعامل نشان می‌دهد که پتاسیم می‌تواند در گیاهانی مانند گندم و گوجه‌فرنگی نقش باکتری‌های محرک رشد را در فرآیندهایی مانند کشش سلولی و توسعه ریشه‌ها تقویت کند (Kim 2019 et al., 2019).

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که تلقیح گیاهان با باکتری‌های محرک رشد به‌طور قابل توجهی سطح آبسزیک اسید را در گیاهان ذرت، بروکلی و سویا تحت شرایط خشکی کاهش می‌دهد (Curá et al., 2017). این نشان می‌دهد که این باکتری‌ها از طریق تأثیر بر مسیرهای سیگنال‌دهی و بیوسنتز آبسزیک اسید می‌توانند به کاهش اثرات تنش خشکی کمک کنند. ترکیب این باکتری‌ها با پتاسیم ظرفیت نگهداری آب گیاه را بهبود می‌بخشد و نیاز به آبسزیک اسید را به‌عنوان پاسخ استرسی کاهش می‌دهد، که در نتیجه اثرات تنش خشکی را کاهش می‌دهد و عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد.

منابع

Beneduzi, A., Ambrosini, A. and Passaglia, L.M. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. Genetics and Molecular Biology, 35: 1044–1051.

Chen, B., Chai, Z., Sheng, J., Zhang, W. and Jiang, P. 2017. Effects of potassium fertilizer on the physiological mechanisms of cotton fiber quality. Pakistan Journal of Botany, 49(3): 935–943.

Clauw, P., Coppens, F., De Beuf, K., Dhondt, S., Van Daele, T., Maleux, K., Storme, V., Clement, L., Gonzalez, N. and Inzé, D. 2015. Leaf responses to mild drought stress in natural variants of *Arabidopsis*. Plant Physiology, 167(3): 800–816.

Curá, J.A., Franz, D.R., Filosofía, J.E., Balestrasse, K.B. and Burgueño, L.E. 2017. Inoculation with *Azospirillum* sp. and *Herbaspirillum* sp. bacteria increases the tolerance of maize to drought stress. Microorganisms, 5(3): 41.

Gao, C., El-Sawah, A.M., Ali, D.F.I., Alhaj Hamoud, Y., Shaghaleh, H. and Sheteiwy, M.S. 2020. The integration of bio and organic fertilizers improve plant growth, grain yield, quality and metabolism of hybrid maize (*Zea mays* L.). Agronomy, 10(3): 319.

Kim, H.-J., Ku, K.-M., Choi, S. and Cardarelli, M. 2019. Vegetal-derived biostimulant enhances adventitious rooting in cuttings of basil, tomato, and chrysanthemum via brassinosteroid-mediated processes. Agronomy, 9(2): 74.

Kurepa, J. and Smalle, J.A. 2022. Auxin/cytokinin antagonistic control of the shoot/root growth ratio and its relevance for adaptation to drought and nutrient deficiency stresses. International Journal of Molecular Sciences, 23(4): 1933.

Park, S. and Shin, J.-H. 2022. The effect of treatment of auxin producing bacterial culture supernatant in combination with organic and inorganic fertilizers. bioRxiv, 2022: 2001.2031.478466.

Romero-Romero, J.L., Inostroza-Blancheteau, C., Reyes-Díaz, M., Matte, J.P., Aquea, F., Espinoza, C. and Arce-Johnson, P. 2020. Increased drought and salinity tolerance in *Citrus aurantifolia* (Mexican lemon) plants overexpressing *Arabidopsis* CBF3 gene. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 20: 244–252.

Rowe, J.H., Topping, J.F., Liu, J. and Lindsey, K. 2016. Abscisic acid regulates root growth under osmotic stress conditions via an interacting hormonal network with cytokinin, ethylene and auxin. New Phytologist, 211(1): 225–239.

Salem, A., Khandaker, M.M., Mahmud, K., Alsufyani, S.J., Majrashi, A.A., Rashid, Z.M. and Badaluddin, N.A. 2024. Enhancing photosynthesis and root development for better fruit quality, aroma, and lessening of radioactive materials in key lime (*Citrus aurantifolia*) using *Trichoderma harzianum* and *Bacillus thuringiensis*. Plant Physiology and Biochemistry, 206: 108295.

The Effect of Potassium Nitrate and Growth-Promoting Bacteria on Plant Growth Regulators in Key Lime Seedlings under Drought Stress

Soraya Moallaye Mazraei[1], Esmaeil Khaleghi[1*] and Naimeh Enayati Zamir[2]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Corresponding Author: khaleghi@scu.ac.ir

Abstract

This study aimed to investigate the synergistic effect of plant growth-promoting bacteria (PGPB) and potassium nitrate foliar application on the concentrations of auxin and abscisic acid in key lime (*Citrus aurantifolia*) plants under drought stress at different time intervals. A factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three levels of water stress (100%, 70%, and 40% evapotranspiration potential), five bacterial treatments (*Enterobacter cloacae* E1, *Bacillus subtilis* CS1, *Enterobacter cloacae* R33, a consortium of three bacteria, and a control treatment without bacteria), and potassium nitrate foliar application at two concentrations (0% and 2% w/v). The concentrations of hormones were evaluated at three time points (60, 120, and 180 days after treatment application).Results showed that reduced irrigation led to a decrease in auxin levels and an increase in abscisic acid concentration. However, the combined application of growth-promoting bacteria and potassium nitrate significantly increased auxin levels and decreased abscisic acid in plants under drought stress. At the end of the experiment, the CS1 treatment combined with potassium nitrate under severe drought stress increased auxin concentration by 111.5% compared to the control, while abscisic acid levels decreased by 23.9%. Moreover, the highest auxin concentration and the lowest abscisic acid levels were observed in plants with optimal irrigation. These findings indicate the significant role of plant growth-promoting bacteria in modulating the hormonal balance of the plant, reducing the adverse effects of drought stress, and enhancing its physiological stability. Therefore, the use of growth-promoting bacteria together with potassium nitrate is proposed as a sustainable approach to managing drought stress.

Keywords: Abscisic acid, Auxin, Evatransporation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خصوصیات رویشی سبزی کاسنی (*Cichorium pumilum* Jacq.) تحت تنش کم‌آبی و شوری

محمد بختیاری[۱]، فاطمه ناظوری[۱*] و اکرم سیفی فتح‌آباد[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

* نویسنده مسئول: *f.nazoori@vru.ac.ir*

چکیده

تاکنون مطالعات زیادی در زمینه تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان باغی صورت گرفته است. اما تحقیقات کمی بر روی سبزی‌های برگی انجام شده است. لذا به‌منظور بررسی اثر تنش شوری و کم‌آبی در کاسنی پاکوتاه، بذرها در اواخر تابستان سال ۱۴۰۰ در گلخانه دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان کاشته شد. این پژوهش به‌صورت گلدانی با طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتورها شامل تیمارهای آبیاری در چهار سطح ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۱۰ درصد ظرفیت زراعی و تیمارهای شوری در چهار سطح هدایت الکتریکی آب آبیاری شرب (۸/۰ دسی‌زیمنس بر متر)، ۲، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش از دمای تاج گیاهان به‌منظور طراحی برنامه آبیاری استفاده شد. نتایج نشان داد که بالاترین میزان شاخص‌های سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ در گیاهان تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و آبیاری ۱۰۰ درصد ثبت شد. به‌طور کلی، این پژوهش نشان داد که ایجاد تنش‌های زیستی، اثرات بالقوه مهمی روی فاکتورهای رویشی گیاه کاسنی داشته و رشد را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین، تحمل کاسنی به تنش شوری از تنش کم‌آبی بیشتر بوده است.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، تنش شوری، محتوای نسبی آب برگ، سطح برگ.

مقدمه

کاسنی پاکوتاه گیاهی یکساله با نام علمی *Cichorium pumilum* Jacq. متعلق به خانواده Asteraceae است. خانواده Asteraceae شامل ۲۳۰۰۰ گونه است. کاسنی پاکوتاه ارزش دارویی زیادی دارد و در اکثر نواحی ایران، به‌ویژه در غرب و جنوب غرب ایران رشد می‌کند. از مهم‌ترین خواص درمانی این گیاه می‌توان به رفع مشکلات گوارشی، مشکلات کبد و کیسه صفرا و نیز به‌عنوان اشتهاآور، تصفیه‌کننده خون و درمان کم‌خونی در افراد اشاره کرد (Ahvazi *et al*., 2010). در محیط‌های طبیعی عوامل زنده و غیرزنده رشد گیاهان را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. از میان این عوامل، تنش خشکی و کم‌آبی مهم‌ترین عامل غیرزنده است که محدودکننده رشد و تولید گیاهان، علی‌الخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، به شمار می‌رود(Flexas *et al*., 2004). این پژوهش به‌منظور ارزیابی صفات رویشی گیاه کاسنی پاکوتاه تحت تنش شوری و خشکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری و کم‌آبی در کاسنی پاکوتاه، بذرها در اواخر تابستان سال ۱۴۰۰ در گلخانه دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان کاشته شد. این پژوهش به‌صورت گلدانی با طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتورها شامل تیمارهای آبیاری در چهار سطح ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۱۰ درصد ظرفیت زراعی و تیمارهای شوری در چهار سطح هدایت الکتریکی آب آبیاری شرب، ۲، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای رویشی که اندازه‌گیری شد شامل سطح برگ و طول ریشه بود. برای اندازه‌گیری سطح برگ، بعد از برداشت گیاهان، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شست‌وشو، قسمت هوایی از ریشه جدا شد و سپس با دستگاه سنجش سطح برگ[۱]، اندازه‌گیری سطح برگ بر اساس واحد سانتی‌متر مربع انجام گرفت. بلافاصله بعد از خارج کردن گیاهان از خاک، کل گیاهان

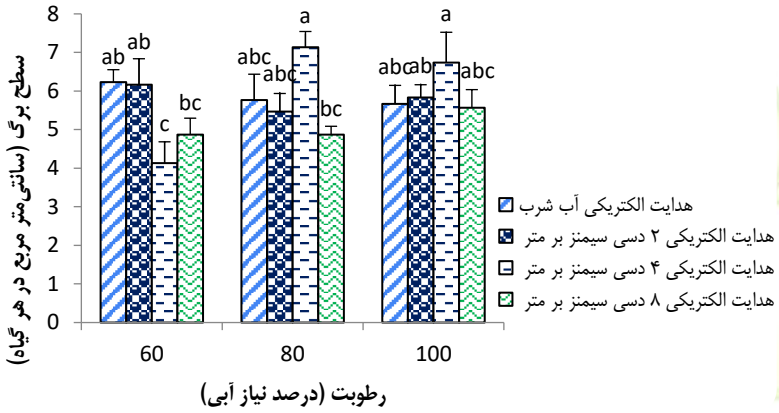
به آزمایشگاه انتقال داده شد و پس از شست‌وشوی اندام‌های هوایی و ریشه هر گیاه، از هر تیمار و هر تکرار به‌صورت مجزا، از منطقه یقه، ریشه جدا و طول ریشه هر یک اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

۱- میزان سطح برگ

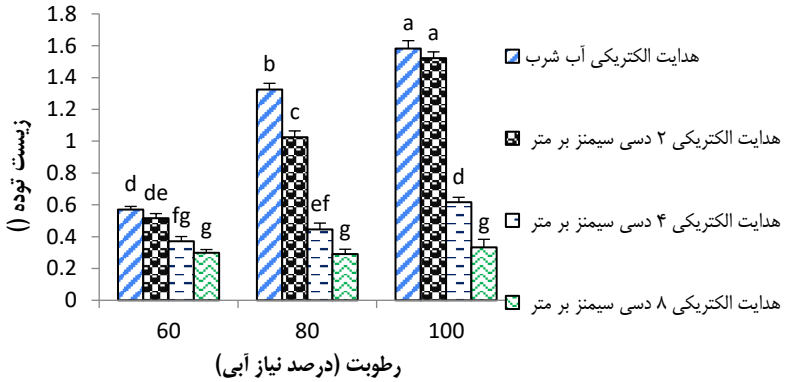
نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که در تیمار هدایت هیدرولیکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر در رطوبت ۸۰ درصد، بیشترین میزان سطح برگ مشاهده شد که از لحاظ آماری با تیمار هدایت هیدرولیکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر در رطوبت ۱۰۰ درصد تفاوتی نداشت. در تیمار هدایت هیدرولیکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر در رطوبت ۶۰ درصد، میزان سطح برگ کمتری نسبت به بقیه تیمارها داشتند (شکل ۱).

[۱] Leaf Area Measurement



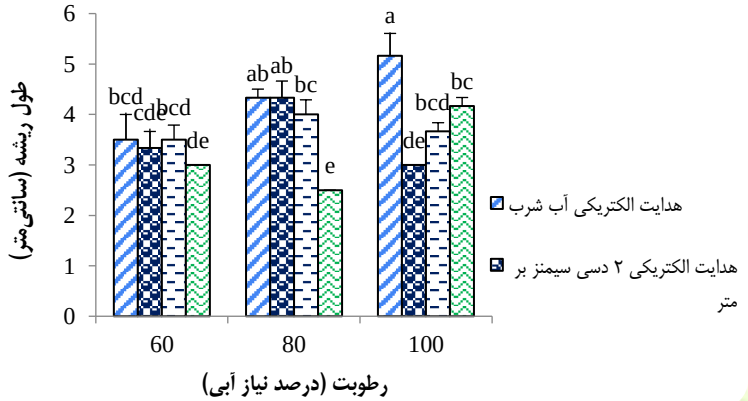
شکل ۱- تأثیر رطوبت بر سطح برگ سبزی کاسنی در شرایط تنش شوری. حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

۲- زیست توده: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان زیست توده طی کاربرد سطوح شوری کاهش یافت و همه سطوح نسبت به هدایت الکتریکی آب شرب میزان کمتری را نشان دادند و با افزایش میزان شوری مقدار زیست توده کاهش یافت (شکل ۲). . سطوح مختلف آبیاری و شوری، اثرات معناداری بر عملکرد گیاه کاسنی به صورت زیست توده داشته است. بیشترین عملکرد زیست توده مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی و هدایت الکتریکی آب شرب(S0.6I100) به مقدار ۱/۵۸ گرم بوده است و کمترین آن از تیمار آبیاری با ۸۰ درصد نیاز آبی و هدایت الکتریکی ۸ دسی سیمنز بر متر (S8I80) به مقدار ۰/۲۹ گرم بدست آمد. مقدار عملکرد زیست توده با افزایش سطح آبیاری افزایش و با افزایش شوری آب کاهش یافته است.



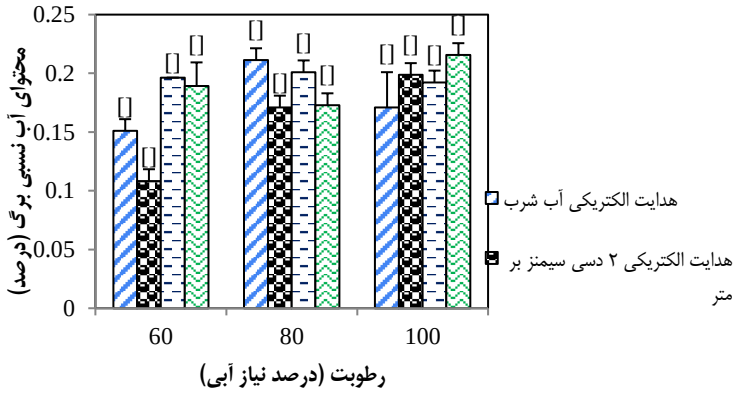
شکل ۲- تأثیر رطوبت بر زیست توده سبزی کاسنی در شرایط تنش شوری. حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

۳- طول ریشه: نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که تیمار با شرایط هدایت الکتریکی آب شرب در رطوبت ۱۰۰ درصد از بیشترین میزان طول ریشه برخوردار شد و کمترین میزان طول ریشه در هدایت هیدرولیکی ۸ دسی‌سیمنز بر متر در رطوبت ۸۰ درصد مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳- تأثیر رطوبت بر طول ریشه سبزی کاسنی در شرایط تنش شوری. حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

۴- محتوای نسبی آب برگ: همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است بیشترین میزان محتوای آب نسبی برگ در تیمار هدایت هیدرولیکی ۸ دسی‌سیمنز بر متر در رطوبت ۱۰۰ درصد مشاهده شد و کمترین میزان محتوای آب نسبی برگ متعلق به هدایت هیدرولیکی ۲ دسی‌سیمنز بر متر در رطوبت ۶۰ درصد بود.



شکل ۴- تأثیر رطوبت بر محتوای نسبی آب سبزی کاسنی در شرایط تنش شوری. حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

در این تحقیق اکثر صفات مورد مطالعه به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. در پژوهش حاضر تنش شوری و خشکی باعث کاهش شاخص بیوماس گیاه و کاهش معنی‌دار وزن خشک گیاه نسبت به گیاهان شاهد شد. همچنین بیشترین وزن خشک گیاه، در تیمار آبیاری با آب شرب و هدایت الکتریکی ۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. تنش شوری و کم‌آبی تعداد برگ و گل آذین، وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ، میزان زیست توده و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (Ansari, 2019). علت کاهش وزن خشک گیاه را می‌توان به اثر تیمار شوری بر عدم کاهش تولید بیوماس نسبت داد. تحریک رشد در هالوفیت‌ها توسط سدیم انعکاسی از نیاز بالا به نمک برای تنظیم اسمزی می‌باشد (Poursakhi *et al*., 2019) که به احتمال زیاد به دلیل کارایی زیاد سدیم نسبت به پتاسیم در تنظیم شرایط اسمزی در گیاه است.

منابع

Ansari, W.A. 2019. Drought mediated physiological and molecular changes in muskmelon (*Cucumis melo* L.). PLOS ONE, 14(9): 1–21.

Ahvazi, M., Rezvani Aghdam, A. and Habibi Khaniani, B. 2010. Herb seeds (morphology, physiology and medicinal properties). Publication of Jahad Tehran. (In Farsi).

Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G. and Sharkey, T.D. 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. Plant Biology, 6(3): 269–279.

Poursakhi, N., Razmjoo, J. and Karimmojeni, H. 2019. Interactive effect of salinity stress and foliar application of salicylic acid on some physiochemical traits of chicory (*Cichorium intybus* L.) genotypes. Scientia Horticulturae, 258: 1–6.

Evaluation of Vegetative Characteristics of Chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.) under Drought and Salinity Stress

Mohammad Bakhtiari[1], Fatemeh Nazoori[1*] and Akram Saifi Fathabad[2]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Valiasr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
2. Department of Irrigation Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Valiasr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
**Corresponding Author: f.nazoori@vru.ac.ir*

Abstract

To date, numerous investigations have been undertaken to assess the impact of drought and salinity stress on the physiological attributes of garden plants. However, there exists a paucity of research focused on leafy vegetable species. Consequently, to examine the implications of salinity and water deficit on Pacutah chicory, the seeds were sown in the greenhouse of Valiasr University in Rafsanjan during the latter part of the summer of 2022. This study was executed using a factorial design within a completely randomized framework. The experimental factors comprised irrigation treatments administered at four distinct levels of 100, 80, 60, and 10% of the crop's water-holding capacity, alongside salinity treatments categorized into four levels of electrical conductivity of potable irrigation water (0.8 dS/m), 2, 4, and 8 dS/m, with four replicates for each treatment. In this investigation, the temperature of the plant crowns was utilized to formulate the irrigation schedule. The findings indicated that the most elevated leaf area index and relative leaf water content were observed in plants subjected to salinity stress of 8 dS/m with 100% irrigation. Overall, this research demonstrated that the imposition of biological stresses exerts significant potential repercussions on the vegetative parameters of the chicory plant, thereby profoundly influencing its growth. Moreover, the salinity stress tolerance of chicory was found to surpass that of drought stress.

Keywords: Drought stress, Leaf area, Relative leaf water content, Salinity stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر سدیم نیتروپروساید بر واکنش‌های تحمل تنش شوری در گیاه گوجه‌فرنگی

مهری یوسفی[۱] و وحید نصرالله‌زاده اصل[۲*]

۱. بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، تبریز، ایران

۲- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *m.yoosefi@areeo.ac.ir; vnasrollah@pnu.ac.ir*

چکیده

تنش شوری تهدید قابل توجهی برای رشد گیاهان و بهره‌وری کشاورزی است که با ایجاد اختلال در تعادل یونی، کاهش پتانسیل آب و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن، فرآیندهای رشد و متابولیسم گیاه را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیتریک اکسید به‌عنوان یک مولکول سیگنال‌بر مهم، از طریق تعدیل سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی، تنظیم تبادلات یونی و تحریک مسیرهای دفاعی، موجب افزایش تحمل گیاه به شرایط شور می‌شود. به‌منظور بررسی نقش حفاظتی نیتریک‌اکسید در کاهش اثرات منفی تنش شوری، آزمایشی روی گیاهان گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) اجرا شد تا کاربرد سدیم نیتروپروساید (SNP) به‌عنوان رهاکننده نیتریک‌اکسید بر ارتفاع گیاهان، کلروفیل نسبی، آسیب‌های نشت الکترولیت(EL) ، محتوای نسبی آب برگ‌ها(RWC) ، محتوای پروتئین و پرولین برگ‌ها تحت تنش شوری کلریدسدیم مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق پس از رشد نشاءهای گوجه‌فرنگی، گیاهان با اعمال نیتریک‌اکسید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی‌مولار و کلریدسدیم در غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار از طریق سیستم ریشه‌ای همراه با محلول غذایی هوگلند تیمار شدند. کاربرد نیتریک‌اکسید به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش ارتفاع گیاهان، میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ‌ها گردید. تیمار نیتریک‌اکسید آسیب نشت الکترولیت غشای سلول‌های برگی (EL) گیاهان گوجه‌فرنگی تحت شرایط تنش کلریدسدیم را کاهش داد و به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش میزان محتوای پروتئین در برگ‌های گیاهان در معرض تنش شوری گردید. محتوای پرولین در گیاهان تحت تنش افزایش یافت و اعمال تیمار نیتریک‌اکسید منجر به افزایش بیش‌تر پرولین برگ‌ها گردید. در مجموع نتایج حاکی از آن است که اعمال تیمار نیتریک‌اکسید در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار از طریق حفظ محتوای پروتئین برگ‌ها و افزایش بیش‌تر محتوای پرولین، منجر به افزایش محتوای نسبی آب برگ، کاهش نشت الکترولیت و نهایتاً منجر به کاهش آسیب‌های ناشی از تنش شوری کلریدسدیم گردید.

واژه‌های کلیدی: تنش، پرولین، کلریدسدیم، گوجه‌فرنگی، نیتریک اکسید.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

گوجه‌فرنگی(*Solanum lycopersicum* L.) از جمله محصولات مهم کشاورزی است و متعلق به خانواده سولاناسه است که به شکل‌های مختلفی توسط مردم ایران و جهان مصرف می‌شود. تنش شوری بر مراحل مختلف رشد گیاه گوجه‌فرنگی از زمان جوانه‌زنی بذر تا رسیدن میوه تأثیر می‌گذارد و با تأثیر بر تعادل اسمزی و فعالی فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه باعث کاهش محصول می‌شود.

مشکل شوری ممکن است تحت شرایط بخصوصی شامل کشت در مناطق ساحلی و با استفاده از آبیاری یا کودآبیاری افزایش یابد، آب‌های شور می‌تواند برای آبیاری به‌خصوص در مناطقی با کمبود آب‌های شیرین برای پرورش گیاهان استفاده شود. شوری عملکرد گیاه را به علت اثرات منفی روی رشد گیاه، تعادل یون و روابط آبی متأثر می‌سازد. ترکیبات یونی و خاصیت اسمزی تنش شوری، مشابه دیگر تنش‌های غیرزیستی، منجر به تنش اکسیداتیو از طریق افزایش در تولید انواع گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) و ناتوانی گیاه در مهار آن می‌گردد که درنهایت منجر به بروز تنش در غشاء سلول و بروز علائم ناشی از صدمات اکسیداتیو می‌شود. افزایش میزان رادیکال‌های فعال اکسیژن در گیاه باعث می‌شود که برای کاهش اثرات سمی تنش اکسیداتیو ناشی از شوری، مکانیزم‌های متنوعی در گیاه فعال شود. در این شرایط میزان آنتی‌اکسیدان‌ها افزایش‌یافته و آنزیم‌های مهارکنندهROS ها افزایش پیدا می‌کنند. در گیاهان، شوری منجر به آسیب پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلوئیک و تغییر در فتوسنتز و تنفس می‌شود که رشد و نمو گیاهان را متأثر می‌سازد. برای غلبه بر آسیب پروتئین‌ها،

گیاهان مکانیسم حفاظتی متنوعی در مقابل تنش شوری شامل تعادل یونی، بیوسنتز اسمولیت‌ها، حذف گونه‌های اکسیژن فعال، تغییر در ساختار غشا و القاء فعالیت‌های آنتی‌اکسیدان دارند(Noctor and Foyer, 1998).

نیتریک اکسید در حفاظت سلولی در مقابل سمیت گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) به عنوان واکنش دفاعی و تحمل به تنش‌های غیرزیستی عمل می‌کند. به صورت دقیق‌تر نیتریک اکسید به‌عنوان پیام‌رسان ثانویه در گیاهان عمل می‌کند. استعمال خارجی نیتریک اکسید تحمل به شوری را در دانهال‌های خیار (Fan et al., 2013) و گوجه‌فرنگی (Hayat et al., 2012; Manai et al., 2014)افزایش می‌دهد. هدف از این تحقیق بررسی میزان مقاومت گیاهان گوجه‌فرنگی رقم نیوتون با استفاده از تیمار نیتریک اکسید خارجی از طریق تأثیر بر محتوای پروتئین، EL، RWCو کاهش آسیب‌های ناشی از تنش شوری کلریدسدیم بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور که فاکتور اول تیمار شوری کلرید سدیم در سطوح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار و فاکتور دوم تیمار نیتریک اکسید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی‌مولار همراه با محلول غذایی ۱/۲ هوگلند از طریق سیستم ریشه‌ای گیاهان گوجه‌فرنگی رقم نیوتون در سه تکرار اجرا شد. نشاهای گوجه‌فرنگی پس از ۱۰ روز به گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۷ و ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر محتوی محیط کشت پرلیت و ورمیکولیت به نسبت حجمی (۱:۱) تحت شرایط سیستم گلخانه هیدروپونیک انتقال داده شد. به منظور اعمال شوری، ۱۲ روز بعد از انتقال نشاها، تیمارهای سدیم نیتروپروساید (رهاکننده نیتریک اکسید) و ۴۸ ساعت بعد تیمارهای شوری کلریدسدیم اعمال شد. طرح آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای سدیم نیتروپروساید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی‌مولار همراه با محلول غذایی، مرحله اول تیمار ۴۸ ساعت قبل از اعمال تیمار شوری و مراحل بعد با فاصله ۲ هفته‌ای در سه مرحله اعمال گردید. تیمارهای شوری کلریدسدیم در غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۱۰ میلی‌مولار همراه با محلول غذایی ۴۸ ساعت بعد از تیمار با سدیم نیتروپروساید اعمال و چهار تکرار آزمایشی اجرا شد. حدود دو ماه پس از اعمال تیمارها، شاخص‌هایی نظیر ارتفاع گیاه، نشت الکترولیت، محتوای نسبی آب برگ، شاخص کلروفیل نسبی (SPAD index) و محتوای پرولین اندازه‌گیری شدند.

محتوای نسبی آب برگ(Repellin et al., 1997) ، نشت الکترولیت برگ (Lutts et al., 1996) اندازه‌گیری شدند. محتوای پروتئین با استفاده از سرم آلبومین گاوی به‌عنوان استاندارد ارزیابی شد .(Bradford et al., 1976) اندازه‌گیری گلایسین بتائین بر اساس روش Grieveو Grattan (1983) انجام شد و محتوای پرولین (Bates et al., 1973) اندازه‌گیری شد.

نتایج حاصل به کمک نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

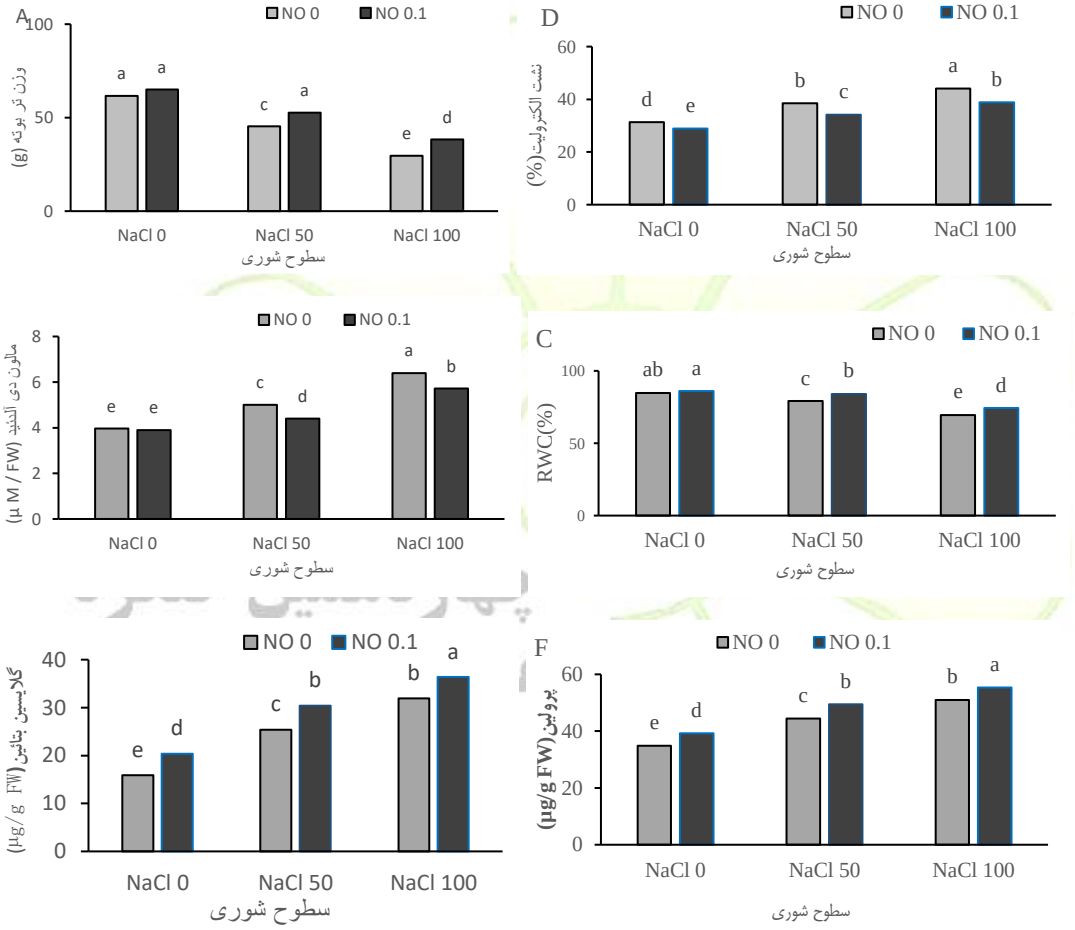
همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد (شکل A-1)، وزن تر بوته‌های گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری کلریدسدیم کاهش یافت و اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش وزن تر گیاهان تحت تنش گردید. کمترین وزن تر گیاهان تحت کلریدسدیم ۱۰۰ میلی‌مولار بدون تیمار نیتریک اکسید و بیشترین وزن تر در گیاهانی با تیمار نیتریک اکسید بدون تنش مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با گیاهان بدون تنش و گیاهان تیمار شده با نیتریک اکسید تحت تنش ۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم نداشتند. این نتایج نشان می‌دهد که اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش رشد گیاه می‌شود، چون با افزایش ارتفاع گیاه، پارامترهای رشدی و فتوسنتز بیشتر و متعاقباً عملکرد بهبود می‌یابد.

همان‌طور که در شکل(B-1) مشاهده می‌شود، افزایش تنش کلریدسدیم منجر به افزایش نشت الکترولیت سلول‌های برگی گیاهان گوجه‌فرنگی گردید و اعمال تیمار نیتریک اکسید تأثیر معنی‌داری بر کاهش نشت الکترولیت برگ‌های گوجه‌فرنگی تحت تنش کلریدسدیم داشت. با افزایش غلظت کلریدسدیم، نشت الکترولیت نیز افزایش یافت. بیشترین میزان نشت الکترولیت در برگ‌های گیاهان تحت تنش کلریدسدیم ۱۰۰ میلی‌مولار بدون اعمال نیتریک اکسید مشاهده شد و کمترین نشت الکترولیت با کاربرد نیتریک اکسید در گیاهان بدون تنش کلریدسدیم مشاهده شد (شکل B-1) محتوای مالون‌دی‌آلدئید(MDA) برگ گیاهان تحت تنش شوری کلریدسدیم افزایش یافت.

مالون‌دی‌آلدئید (MDA) به‌عنوان شاخصی برای پراکسیداسیون لیپید و نشان‌دهنده آسیب به غشای سلول‌های برگی است(Heath and Packer, 1968). اعمال تیمار نیتریک اکسید از پراکسیداسیون غشای لیپیدی در برگ‌ها جلوگیری نمود و منجر به حفظ محتوای نسبی آب برگ‌ها شد. اعمال تیمار نیتریک اکسید تحت تنش شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم منجر به کاهش معنی‌دار در پراکسیداسیون لیپید برگ‌های گیاهان گردید و آسیب ناشی از تنش شوری را در گیاهان کاهش داد (شکل C-1).

محتوای نسبی آب برگ (RWC) تحت تنش شوری کلریدسدیم کاهش یافت. اعمال تیمار نیتریک اکسید از کاهش RWC در برگ‌ها جلوگیری نمود و منجر به حفظ محتوای نسبی آب برگ‌ها شد .RWC در گیاهان تحت تنش کلریدسدیم ۵۰ میلی‌مولار با کاربرد نیتریک اکسید تفاوت معنی‌داری با گیاهان تحت تنش بدون تیمار نیتریک اکسید داشت (شکل D-1).

محتوای گلایسین بتائین با افزایش تنش شوری کلریدسدیم در برگ‌های گوجه‌فرنگی افزایش یافت و کاربرد تیمار نیتریک اکسید به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش بیشتر میزان گلایسین بتائین برگ‌ها در گیاهان در معرض تنش کلریدسدیم گردید (شکل E-1).



شکل ۱- تیمار نیتریک اکسید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی مولار بر خصوصیات ارتفاع گیاهان گوجه فرنگی، میزان کلروفیل ، محتوای نسبی آب برگ، نشت الکترولیت ، محتوای پروتئین، گلایسین بتائین و پرولین برگ های گیاهان گوجه فرنگی تحت تنش شوری کلریدسدیم در غلظت های صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن.

محتوای پرولین در برگ‌های گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری افزایش یافت و با افزایش غلظت شوری بیشتر شد. اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش بیشتر محتوای پرولین در برگ‌های گیاهان تحت تنش شوری گردید(شکل F-1).

کاربرد خارجی NO منجر به افزایش تحمل گیاهان تحت تنش شوری می‌شود(Tanou et al., 2012). Fan و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد ۱۰۰ میکرومولار نیتریک اکسید، بازدارندگی رشد دانهال‌های خیار تحت تنش ۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم را کاهش داد و منجر به افزایش رشد رویشی گیاهان تحت تنش کلریدسدیم گردید. در گیاهان توت‌فرنگی تحت تنش شوری کلریدسدیم، اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش پارامترهای رشدی گیاه گردید (Kaya et al., 2019).

اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش محتوای نسبی آب برگ در گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری گردید(Manai et al., 2014) که مطابق با نتایج این آزمایش است. نیتریک اکسید اگزوژن می‌تواند اثرات مضر شوری روی رشد گیاهان را به‌وسیله کاهش تولید رادیکال آزاد ناشی از شوری و آسیب غشاء کاهش دهد که در نتیجه تحمل تنش شوری را بهبود می‌بخشد(Fan et al., 2007). کاربرد سدیم نیتروپروساید ۰/۱ میلی‌مولار در ذرت به‌طور معنی‌داری باعث کاهش نشت یونی گیاهان تحت تنش کلریدسدیم می‌شود. در این آزمایش نیز اعمال NO اگزوژن نشت الکترولیت غشای سلول‌های برگی تحت تنش کلریدسدیم را کاهش داد و منجر به افزایش تحمل گیاهان تحت تنش کلریدسدیم شد.

کاربرد تیمار نیتریک اکسید در گیاهان گوجه‌فرنگی (Manai et al., 2014) تحت تنش شوری کلریدسدیم با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از تخریب پروتئین در گیاهان جلوگیری نمود و منجر به افزایش تحمل گیاهان تحت تنش شوری گردید. اعمال تیمار نیتریک اکسید در گیاهان مرکبات تحت تنش کلریدسدیم منجر به حفظ محتوای پروتئین و از اکسیداسیون پروتئین در گیاهان مرکبات تحت تنش جلوگیری کرد که متعاقباً منجر به افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدان و کاهش آسیب‌های ناشی از شوری شد (Tanou et al., 2012). بر طبق نتایج این آزمایش، اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به کاهش آسیب ناشی از شوری در گیاهان گردید.

پرولین یکی از عمومی‌ترین اسمولیت‌ها در گیاهان تحت تنش است و به‌عنوان حذف‌کننده رادیکال آزاد عمل می‌کند که منجر به حفظ سلول در برابر آسیب اکسیداتیو می‌شود. شوری محتوای آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی و اسمولیت‌ها، از جمله گلایسین بتائین، را افزایش داد و تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش بیشتر آن شد (Naghi et al., 2020). اعمال تیمار نیتریک اکسید محتوای پرولین را در گیاهان گوجه‌فرنگی تحت شرایط تنش کلریدسدیم افزایش داد (Hayat et al., 2012; Filippou et al., 2013). نتایج این آزمایش نشان داد که اعمال تیمار نیتریک اکسید در سطح ۰/۱ میلی‌مولار منجر به افزایش محتوای نسبی آب برگ، گلایسین بتائین و پرولین گردید و نشت الکترولیت برگ را کاهش داد که در نهایت منجر به افزایش تحمل گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری گردید.

منابع

Bates, L., Waldren, R. and Teare, I. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205–207.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1–2): 248–254.

Fan, H.-F., Du, C.-X. and Guo, S.-R. 2013. Nitric oxide enhances salt tolerance in cucumber seedlings by regulating free polyamine content. Environmental and Experimental Botany, 86: 52–59.

Hayat, S., Yadav, S., Nasser Alyemeni, M., Irfan, M., Wani, A.S. and Ahmad, A. 2012. Alleviation of salinity stress with sodium nitroprusside in tomato. International Journal of Vegetable Science, 19(2): 164–176.

Kaya, C., Akram, N.A. and Ashraf, M. 2019. Influence of exogenously applied nitric oxide on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) plants grown under iron deficiency and/or saline stress. Physiologia Plantarum, 165(2): 247–263.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany, 78: 389–398.

Manai, J., Kalai, T., Gouia, H. and Corpas, F.J. 2014. Exogenous nitric oxide (NO) ameliorates salinity-induced oxidative stress in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14(2): 433–446.

Nagai, A., Torres, P.B., Duarte, L.M., Chaves, A.L., Macedo, A.F., Floh, E.I., de Oliveira, L.F., Zuccarelli, R. and Dos Santos, D.Y. 2020. Signaling pathway played by salicylic acid, gentisic acid, nitric oxide, polyamines

and non-enzymatic antioxidants in compatible and incompatible *Solanum*-tomato mottle mosaic virus interactions. Plant Science, 290.

Noctor, G. and Foyer, C.H. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Annual Review of Plant Biology, 49(1): 249–279.

Repellin, A., Thi, A.T.P., Tashakorie, A., Sahsah, Y., Daniel, C. and Zuily-Fodil, Y. 1997. Leaf membrane lipids and drought tolerance in young coconut palms (*Cocos nucifera* L.). European Journal of Agronomy, 6: 25–33.

Tanou, G., Filippou, P., Belghazi, M., Job, D., Diamantidis, G., Fotopoulos, V. and Molassiotis, A. 2012. Oxidative and nitrosative based signaling and associated post translational modifications orchestrate the acclimation of citrus plants to salinity stress. The Plant Journal, 72(4): 585–599.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Sodium Nitroprusside on Salinity Stress Tolerance Responses in Tomato (*Solanum lycopersicum*) Plants

Mehri Yousefi[1]* and Vahid Nasrollahzadeh Asl[2]
1. Crop and Horticultural Science Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran
2. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
Corresponding Author: m.yoosefi@areeo.ac.ir

Abstract

Salinity stress is a major constraint to plant growth and agricultural productivity, primarily through disruption of ionic homeostasis, reduction in water potential, and accumulation of reactive oxygen species (ROS), all of which severely affect plant metabolism and development. Nitric oxide (NO), a key signaling molecule, enhances plant tolerance to salinity by modulating antioxidant systems, regulating ion transport, and activating stress defense pathways. To investigate the protective role of NO in alleviating salinity-induced damage, an experiment was conducted on tomato plants (*Solanum lycopersicum*) using sodium nitroprusside (SNP) as an NO donor. The effects of SNP (0 and 0.1 mM) and sodium chloride (NaCl) at three concentrations (0, 50, and 100 mM) were evaluated through root application in conjunction with Hoagland nutrient solution. Growth parameters and physiological responses including plant height, relative chlorophyll content (SPAD), electrolyte leakage (EL), relative water content (RWC), total leaf protein, and proline content were assessed. The application of NO significantly improved plant height, chlorophyll content, and RWC under salt stress. Moreover, SNP treatment reduced membrane electrolyte leakage and significantly increased leaf protein content in salt-stressed plants. Proline levels increased under salinity and were further enhanced by NO application. Overall, the results suggest that exogenous application of 0.1 mM SNP mitigates the adverse effects of NaCl-induced salinity stress by enhancing osmotic adjustment and cellular integrity, primarily through the maintenance of leaf protein levels and promotion of proline accumulation.

Keywords: NaCl, Nitric oxide, Proline, *Solanum lycopersicum*, Stress

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نیتریک اکسید در بهبود تحمل تنش ناشی از شوری در گیاه توت‌فرنگی

مهری یوسفی[۱]، محمد زرین‌بال[۱] و وحید نصراله‌زاده اصل[۲*]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، تبریز، ایران

۲- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *m.yoosefi@areeo.ac.ir*

چکیده

تنش شوری با ایجاد اختلال در تعادل یونی، کاهش جذب آب و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن، رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌سازد. نیتریک اکسید به‌عنوان یک مولکول سیگنال‌دهنده گازی، نقش کلیدی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان ایفا می‌کند و در پاسخ‌دهی به انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی، به‌ویژه تنش شوری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی گیاه توت‌فرنگی رقم کاماروزا در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. گیاهان تحت تیمار با سدیم نیتروپروساید(SNP) به‌عنوان منبع آزادکننده نیتریک‌اکسید در دو سطح (صفر و ۰/۱ میلی‌مولار) و کلرید سدیم(NaCl) در سه سطح (صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار) از طریق سیستم ریشه‌ای همراه با محلول غذایی هوگلند مورد ارزیابی قرار گرفتند. هدف اصلی این مطالعه، بررسی تأثیر نیتریک‌اکسید بر شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی شامل تعداد برگ، نشت الکترولیت (EL) به‌عنوان شاخصی از آسیب غشای سلولی، محتوای نسبی آب برگ(RWC)، میزان کلروفیل نسبی (SPAD)، محتوای پروتئین کل و میزان پرولین برگ‌ها در شرایط تنش شوری بود. نتایج نشان داد که تنش شوری به‌طور معناداری موجب کاهش رشد گیاه، کاهش محتوای آب نسبی برگ و افزایش میزان نشت الکترولیت در گیاهان تیمار نشده گردید. در مقابل، کاربرد نیتریک‌اکسید در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار توانست به‌طور معناداری برخی آثار منفی ناشی از تنش شوری را کاهش دهد. اعمال تیمار نیتریک‌اکسید منجر به افزایش تعداد برگ، بهبود وضعیت آبرسانی بافتی و حفظ محتوای آب در برگ‌ها شد. همچنین کاهش نشت الکترولیت غشای سلولی، افزایش محتوای کلروفیل نسبی، افزایش سطح پروتئین‌های محلول و تجمع پرولین در پاسخ به تنش نمک در گیاهان تیمار شده مشاهده گردید. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که نیتریک‌اکسید با ایفای نقش در تنظیم سازوکارهای دفاعی و اسمزی گیاه، پتانسیل بالایی در کاهش اثرات منفی تنش شوری دارد. کاربرد ۰/۱ میلی‌مولار SNP می‌تواند در بهبود تحمل گیاه توت‌فرنگی به شوری و حفظ عملکرد آن مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی :کلریدسدیم، تنش، توت‌فرنگی، نیتریک اکسید، پرولین

مقدمه

مسائل شوری ممکن است تحت شرایط بخصوصی، شامل کشت در مناطق ساحلی و با استفاده از آبیاری یا کودآبیاری، افزایش یابد. آب‌های شور می‌تواند برای آبیاری، به‌خصوص در مناطقی با کمبود آب‌های شیرین، برای پرورش گیاهان استفاده شود. شوری عملکرد گیاه را به علت اثرات منفی روی رشد گیاه، تعادل یون و روابط آبی متأثر می‌سازد. ترکیبات یونی و خاصیت اسمزی تنش شوری، مشابه دیگر تنش‌های غیرزیستی، منجر به تنش اکسیداتیو از طریق افزایش در تولید انواع گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) و ناتوانی گیاه در مهار آن می‌گردد که درنهایت منجر به بروز تنش در غشای سلول و بروز علائم ناشی از صدمات اکسیداتیو می‌شود (Kumari et al., 2025). افزایش میزان رادیکال‌های فعال اکسیژن در گیاه باعث می‌شود که برای کاهش اثرات سمی تنش اکسیداتیو ناشی از شوری، مکانیسم‌های متنوعی در گیاه فعال شود. در این شرایط میزان آنتی‌اکسیدان‌ها افزایش‌یافته و آنزیم‌های مهارکننده‌ROS ها افزایش پیدا می‌کنند. در گیاهان، شوری منجر به آسیب پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک و تغییر در فتوسنتز و تنفس می‌شود که رشد و نمو گیاهان را متأثر می‌سازد. برای غلبه بر آسیب پروتئین‌ها، گیاهان مکانیسم حفاظتی متنوعی در مقابل تنش شوری، شامل تعادل یونی، بیوسنتز اسمولیت‌ها، حذف گونه‌های اکسیژن فعال، تغییر در ساختار غشا و القای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدان دارند (Noctor and Foyer, 1998; Kharbech et al., 2022).

توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* 'Camarosa') از جمله گیاهان حساس به شوری می‌باشد و تنش شوری باعث اثرات منفی بر روی رشد گیاه می‌گردد. بنابراین، استفاده از تیمارهایی که بتواند این آسیب‌ها را کاهش دهد مورد توجه است. همچنین این میوه دارای مقادیر قابل توجهی ویتامین ث و ترکیبات فنولی است که در بدن انسان نقش آنتی‌اکسیدانی دارند (Kaya et al., 2001).

نیتریک اکسید در حفاظت سلولی در مقابل سمیت گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) به‌عنوان واکنش دفاعی و تحمل به تنش‌های غیرزیستی عمل می‌کند. به‌صورت دقیق‌تر، نیتریک اکسید به‌عنوان پیام‌رسان ثانویه در گیاهان عمل می‌کند. استعمال خارجی نیتریک اکسید تحمل به شوری را در دانهال‌های خیار (Shi et al., 2007; Fan et al., 2013) و گوجه‌فرنگی (Hayat et al., 2012) افزایش می‌دهد. کاربرد نیتریک اکسید قبل از اعمال تنش شوری به‌طور مؤثری اثرات منفی تنش شوری را در گیاهان توت‌فرنگی رقم سلوا کاهش داد (Jamali et al., 2014) و منجر به بهبود رشد و نمو و فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی رقم کاماروزا (Saeedi et al., 2024) گردید. هدف از این تحقیق، تأثیر تیمار نیتریک اکسید بر پارامترهای رشدی، محتوای پروتئین، EL، RWCو کاهش آسیب‌های ناشی از تنش شوری کلریدسدیم بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور، که فاکتور اول تیمار شوری کلریدسدیم در سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار و فاکتور دوم تیمار نیتریک اکسید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی‌مولار همراه با محلول غذایی ۱/۲ هوگلند از طریق سیستم ریشه‌ای گیاهان توت‌فرنگی رقم کاماروزا در سه تکرار اجرا شد. نشاهای توت‌فرنگی رقم کاماروزا از یک شرکت معتبر تهیه شدند و به گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۷ و ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر، محتوی محیط کشت پرلیت و ورمیکولیت به نسبت حجمی (۱:۱)، تحت شرایط سیستم گلخانه هیدروپونیک انتقال داده شدند.

به‌منظور اعمال شوری، ۱۲ روز بعد از انتقال نشاها، تیمارهای سدیم نیتروپروساید (رهاکننده نیتریک اکسید) و ۴۸ ساعت بعد تیمارهای شوری کلریدسدیم اعمال شدند. طرح آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای سدیم نیتروپروساید در سطوح صفر و ۰/۱ میلی‌مولار همراه با محلول غذایی، مرحله اول تیمار ۴۸ ساعت قبل از اعمال تیمار شوری و مراحل بعد با فاصله ۲ هفته‌ای در سه مرحله اعمال گردید. تیمارهای شوری کلریدسدیم در غلظت‌های صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار همراه با محلول غذایی، ۴۸ ساعت بعد از تیمار با سدیم نیتروپروساید اعمال و چهار تکرار آزمایشی اجرا شد.

پس از یک دوره رشد، شاخص‌هایی نظیر تعداد برگ، نشت الکترولیت، محتوای نسبی آب برگ، شاخص کلروفیل نسبی (SPAD index) و محتوای پروتئین اندازه‌گیری شدند. محتوای نسبی آب برگ (Repellin et al., 1997) و نشت الکترولیت برگ (Lutts et al., 1996) اندازه‌گیری شدند. محتوای پروتئین با استفاده از سرم آلبومین گاوی به‌عنوان استاندارد ارزیابی شد (Bradford et al., 1976) و محتوای پرولین (Bates et al., 1973) اندازه‌گیری شد.

نتایج حاصل به کمک نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد (جدول ۱)، تعداد برگ‌های بوته‌های خیار تحت تنش شوری کلریدسدیم کاهش یافت و اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش تعداد برگ‌های گیاهان تحت تنش گردید. کمترین تعداد برگ‌ها در گیاهان تحت کلریدسدیم ۶۰ میلی‌مولار بدون تیمار نیتریک اکسید و بیشترین تعداد برگ‌ها در گیاهانی با تیمار نیتریک اکسید بدون تنش مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با گیاهان تیمار شده با نیتریک اکسید تحت تنش ۳۰ میلی‌مولار کلریدسدیم نداشتند. این نتایج نشان می‌دهد که اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش رشد گیاه می‌شود، چون با افزایش تعداد برگ‌ها، فتوسنتز بیشتر و پارامترهای رشدی بهبود می‌یابند.

افزایش تنش کلریدسدیم منجر به افزایش نشت الکترولیت سلول‌های برگی بوته‌های خیار گردید و اعمال تیمار نیتریک اکسید تأثیر معنی‌داری بر کاهش نشت الکترولیت برگ‌های گیاهان خیار تحت تنش کلریدسدیم داشت. با افزایش غلظت کلریدسدیم، نشت الکترولیت نیز افزایش یافت. بیشترین میزان نشت الکترولیت در برگ‌های گیاهان تحت تنش کلریدسدیم ۶۰ میلی‌مولار بدون اعمال نیتریک اکسید مشاهده شد و کمترین نشت الکترولیت با کاربرد نیتریک اکسید در گیاهان بدون تنش کلریدسدیم مشاهده شد (جدول ۱).

تنش شوری کلریدسدیم (جدول ۱) به‌طور معنی‌داری منجر به کاهش محتوای نسبی آب برگ (RWC) در برگ‌های بوته‌های خیار گردید و اعمال تیمار نیتریک اکسید از کاهش RWC در برگ‌ها جلوگیری نمود و منجر به حفظ محتوای نسبی آب برگ‌ها شد RWC. در گیاهان تحت تنش کلریدسدیم با کاربرد نیتریک اکسید تفاوت معنی‌داری با گیاهان تحت تنش بدون تیمار NO داشتند.

جدول ۱- تاثیر نیتریک اکسید خارجی بر تعداد برگ ها، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، نشت الکترولیت (EL) و محتوای پروتئین برگ ها در گیاهان خیار.

NaCl	تعداد برگ ها	EL(%)	RWC(%)	کلروفیل (SPAD)	پروتئین(µg/g FW)	پرولین
NaCl ۰ mM						
SNP ۰ mM	۴۱/۳۳ ab	۵۱/۸۳ d	۷۸/۸۵ ab	۴۲/۹۴ b	۱۳۶/۸۳bc	۷/۲۱ c
SNP ۰/۱ mM	۴۵ a	۴۹/۷۷ d	۸۴/۶۱ a	۴۴/۰۶ a	۱۴۴/۴۰a	۷/۹۹ c
NaCl ۳۰ mM						
SNP ۰mM	۳۶/۳۲ bc	۵۸/۱۹ b	۶۸/۰۱ cd	۳۹/۲۵ c	۱۳۳/۱۰d	۸/۲۵ bc
SNP ۰/۱ mM	۴۱/۳۸ ab	۵۴/۳۶ c	۷۳/۵۶ bc	۴۲/۵۸ ab	۱۳۰/۴۲ab	۸/۹۸ b
NaCl ۶۰ mM						
SNP ۰ mM	۳۱ c	۶۱/۳۹ a	۶۵/۵۴ d	۳۰/۰۲ e	۱۳۳/۳۳e	۹/۰۵ ab
SNP ۰/۱ mM	۳۷/۵۶ b	۵۵/۳۶ c	۷۳/۲۵ bd	۳۳/۸۷ d	۱۳۳/۱۰d	۹/۹۸ a

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل (جدول ۱)، شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل نسبی داشت و کاربرد تیمار نیتریک اکسید با بهبود پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه، با کاهش نشت الکترولیت و افزایش محتوای نسبی آب برگ، تأثیر معنی‌داری بر افزایش کلروفیل نسبی برگ‌های گیاهان توت‌فرنگی نشان داد.

تنش کلریدسدیم منجر به کاهش میزان پروتئین در برگ‌های بوته‌های توت‌فرنگی گردید و اعمال تیمار نیتریک اکسید به‌طور معنی‌داری منجر به حفظ محتوای پروتئین در برگ‌ها شده و از کاهش محتوای آن در برگ‌های گیاهان در معرض تنش جلوگیری نمود. کمترین محتوای پروتئین در گیاهان تحت تنش کلریدسدیم ۶۰ میلی‌مولار و بیشترین محتوای آن در گیاهان با اعمال تیمار نیتریک اکسید بدون تنش نمک و یا سطح پایین تنش نمک مشاهده شد (جدول ۱).

تنش کلریدسدیم محتوای پرولین در برگ‌ها را افزایش داد و تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش بیشتر محتوای پرولین برگ‌ها و درنتیجه افزایش واکنش‌های تحمل شوری گیاه گردید (جدول ۱).

کاربرد خارجی NO منجر به افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری می‌شود (Tanou et al., 2012). Fan و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد ۱۰۰ میکرومولار نیتریک اکسید، بازدارندگی رشد دانهال‌های خیار تحت تنش ۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم را کاهش داد و منجر به افزایش رشد رویشی گیاهان تحت تنش کلریدسدیم گردید. در گیاهان توت‌فرنگی تحت تنش شوری کلریدسدیم، اعمال تیمار نیتریک اکسید منجر به افزایش پارامترهای رشدی گیاه گردید (Jamali et al., 2014; Kaya et al., 2019). در این آزمایش نیز اعمال تیمار نیتریک اکسید در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار از طریق سیستم ریشه‌ای گیاهان توت‌فرنگی در معرض شوری، منجر به افزایش تعداد برگ گیاهان و افزایش کلروفیل نسبی برگ‌ها گردید و نشان داده شد که کاربرد نیتریک اکسید خارجی اثرات زیان‌آور تنش شوری را کاهش داد که مطابق با یافته‌های سایر محققین می‌باشد.

نیتریک اکسید اگزوژن می‌تواند اثرات مضر شوری روی رشد دانهال‌های خیار (Fan et al., 2007) و گیاهان توت‌فرنگی(Jamali et al., 2014 ;Saeedi et al., 2024) را به‌وسیله کاهش تولید رادیکال آزاد ناشی از شوری و آسیب غشاء کاهش دهد که در نتیجه تحمل تنش شوری را بهبود می‌بخشد. کاربرد سدیم نیتروپروساید ۰/۱ میلی‌مولار در ذرت به‌طور معنی‌داری باعث کاهش نشت یونی گیاهان تحت تنش کلریدسدیم می‌شود. در این آزمایش نیز اعمال NO اگزوژن نشت الکترولیت غشای سلول‌های برگی تحت تنش کلریدسدیم را کاهش داد و منجر به افزایش تحمل گیاهان تحت تنش کلریدسدیم شد.

کاربرد تیمار نیتریک اکسید در گیاهان خیار تحت تنش شوری کلریدسدیم ۱۰۰ میلی‌مولار با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از تخریب پروتئین در گیاهان جلوگیری نمود و منجر به افزایش تحمل گیاهان تحت تنش شوری گردید (Shi et al., 2007). محتوای پروتئین برگ‌های توت‌فرنگی در گیاهان تحت تنش کاهش یافت و اعمال تیمار سدیم نیتروپروساید منجر به افزایش محتوای پروتئین در برگ‌های گیاهان توت‌فرنگی در معرض کلریدسدیم گردید (Jamali et al., 2014). اعمال تیمار نیتریک اکسید در گیاهان مرکبات تحت تنش کلریدسدیم منجر به حفظ محتوای پروتئین و از اکسیداسیون پروتئین در گیاهان مرکبات تحت تنش جلوگیری کرد که متعاقباً منجر به افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدان و کاهش آسیب‌های ناشی از شوری شد(Tanou et al., 2012). بر طبق نتایج این آزمایش، اعمال تیمار نیتریک اکسید در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار منجر به کاهش آسیب‌های ناشی از شوری در گیاهان توت‌فرنگی گردید.

منابع

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1–2): 248–254.

Fan, H.-F., Du, C.-X. and Guo, S.-R. 2013. Nitric oxide enhances salt tolerance in cucumber seedlings by regulating free polyamine content. Environmental and Experimental Botany, 86: 52–59.

Hayat, S., Yadav, S., Nasser Alyemeni, M., Irfan, M., Wani, A.S. and Ahmad, A. 2013. Alleviation of salinity stress with sodium nitroprusside in tomato. International Journal of Vegetable Science, 19(2): 164–176.

Jamali, B., Eshghi, S. and Kholdebarin, B. 2014. Response of strawberry "Selva" plants on foliar application of sodium nitroprusside (nitric oxide donor) under saline conditions. Journal of Horticultural Research, 22(2).

Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D. and Saltali, K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae, 93(1): 65–74.

Kaya, C., Akram, N.A. and Ashraf, M. 2019. Influence of exogenously applied nitric oxide on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) plants grown under iron deficiency and/or saline stress. Physiologia Plantarum, 165(2): 247–263.

Kumari, R., Khan, M.N., Parrey, Z.A., Kapoor, P., Mir, B.A., Taziun, T., Parihar, P. and Rakhra, G. 2025. Synergistic effects of hydrogen sulfide and nitric oxide in enhancing salt stress tolerance in cucumber seedlings. Physiologia Plantarum, 177(1): e70109.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany, 78: 389–398.

Noctor, G. and Foyer, C.H. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Annual Review of Plant Biology, 49(1): 249–279.

Repellin, A., Thi, A.T.P., Tashakorie, A., Sahsah, Y., Daniel, C. and Zuily-Fodil, Y. 1997. Leaf membrane lipids and drought tolerance in young coconut palms (*Cocos nucifera* L.). European Journal of Agronomy, 6: 25–33.

Saeedi, M., Shirzad, H., Noruzi, P. and Ghasemi, G. 2024. Foliar application of sodium nitroprusside alters the physicochemical properties, antioxidant capacities, and enzymatic activities of strawberry cv. Camarosa. Scientific Reports, 14(1): 30943.

Shi, Q., Ding, F., Wang, X. and Wei, M. 2007. Exogenous nitric oxide protect cucumber roots against oxidative stress induced by salt stress. Plant Physiology and Biochemistry, 45(8): 542–550.

Tanou, G., Filippou, P., Belghazi, M., Job, D., Diamantidis, G., Fotopoulos, V. and Molassiotis, A. 2012. Oxidative and nitrosative based signaling and associated post translational modifications orchestrate the acclimation of citrus plants to salinity stress. The Plant Journal, 72(4): 585–599.

The Effect of Nitric Oxide on Improving Tolerance to Salinity Stress in Strawberry Plants

Mehri Yousefi[1*], Mohammad Zarrinbal[1] and Vahid Nasrollahzadeh Asl[2]

1. Crop and Horticultural Science Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

2. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran

**Corresponding Author: m.yoosefi@areeo.ac.ir*

Abstract

Salinity stress limits plant growth and productivity by disrupting ionic balance, reducing water uptake, and enhancing the generation of reactive oxygen species (ROS). Nitric oxide (NO), a gaseous signaling molecule, plays a pivotal role in regulating physiological processes in plants and is particularly important in responses to both biotic and abiotic stresses, including salinity. In this study, a factorial experiment based on a completely randomized design was conducted in greenhouse conditions using *Fragaria* × *ananassa* cv. Camarosa. Plants were treated with sodium nitroprusside (SNP), as an NO donor, at two concentrations (0 and 0.1 mM) and sodium chloride (NaCl) at three levels (0, 30, and 60 mM), applied through the root zone in combination with Hoagland nutrient solution. The primary objective was to investigate the effects of nitric oxide on growth and physiological traits, including leaf number, electrolyte leakage (EL) as an indicator of membrane injury, relative water content (RWC), SPAD value (relative chlorophyll content), total soluble protein, and leaf proline content under salinity stress. Results indicated that salinity significantly reduced plant growth and RWC while increasing EL in untreated plants. In contrast, application of 0.1 mM SNP effectively alleviated several detrimental effects of salt stress by enhancing leaf number, improving tissue hydration, and reducing membrane damage. Furthermore, NO treatment increased SPAD values, total protein content, and proline accumulation in salt-stressed plants. These findings suggest that nitric oxide enhances strawberry tolerance to salinity stress by modulating osmotic and antioxidant defense mechanisms. Therefore, the application of 0.1 mM SNP can be considered a promising approach to improve salt stress tolerance and maintain productivity in strawberry cultivation.

Keywords: Nitric oxide, Proline, Salinity stress, Sodium chloride, Strawberry.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول‌پاشی برگی نانوسلنیوم بر رشد و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گل همیشه‌بهار در شرایط تنش خشکی

ساحل عیسی‌بیگی[۱]، جواد رضاپورفرد[۱*] و اصغر استاجی[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

*نویسنده مسئول: *j.rezapourfard@urmia.ac.ir*

چکیده

تنش خشکی یکی از تنش‌های مخرب بوده که گیاهان فضای سبز به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر این تنش قرار می‌گیرند، لذا با استفاده از برخی عناصر مؤثر در تعدیل اثرات مخرب تنش، می‌توان تأثیر تنش خشکی روی گیاهان فضای سبز را کاهش داد. سلنیوم یکی از عناصر مفید در گیاهان است که اثرات تعدیل‌کننده آن روی انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی گزارش شده است، بر همین اساس مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نانوسلنیوم بر گیاه همیشه‌بهار در شرایط تنش خشکی انجام شد. این مطالعه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور، شامل غلظت‌های مختلف نانوسلنیوم (صفر، ۲، ۴ و ۶ میلی‌گرم در لیتر) به‌صورت محلول‌پاشی برگی و تنش خشکی در سطوح ۱۰۰ (شاهد)، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی انجام شد. شاخص‌های مورد بررسی شامل تعداد غنچه، شاخص کلروفیل (SPAD)و محتوای نسبی آب برگ بودند. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر بیانگر کاهش تعداد غنچه، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی بود و با افزایش شدت تنش تا ۴۰ درصد ظرفیت زراعی، روند کاهشی این شاخص‌ها تشدید شد. بااین‌حال، کاربرد نانوسلنیوم، به‌ویژه در غلظت ۶ میلی‌گرم در لیتر، توانست با حفظ فاکتورهای تعداد غنچه، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ، میزان تحمل گیاه به تنش خشکی را بهبود بخشد. بنابراین، در فضای سبز، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، سلنیوم می‌تواند به‌صورت تجاری در فضای سبز توصیه شود و اثرات مخرب تنش خشکی را کاهش دهد.

کلمات کلیدی: تعداد غنچه، کم‌آبی، عناصر مفید، تعدیل‌کننده تنش.

مقدمه

گل همیشه‌بهار با نام علمی *Calendula officinalis* L.از خانواده کمپوزیته (Asteraceae) و بومی مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد. گیاهی فصلی یک‌ساله علفی (به‌ندرت دوساله) و دارای ساقه‌های منشعب و سفت است، علاوه بر ارزش زینتی، یک گیاه دارویی به حساب می‌آید، که منبع ترکیبات فعالی است که دارای اثرات ضدالتهابی و ضدجهش‌زایی است(Kumar *et al*., 2010).

خشکی عمدتاً تحت عنوان یک دوره زمانی بدون بارندگی قابل‌ملاحظه تعریف می‌شود، تنش خشکی با کاهش محتوای آب، کاهش پتانسیل و تورژسانس آب برگ، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش طویل شدن و توسعه سلولی اثرات مخرب خود را نشان می‌دهد. در تنش خشکی فتوسنتز متوقف شده و متابولیسم سلولی برهم خورده و نهایتاً به مرگ گیاه ختم می‌شود (Iqbal *et al*., 2020). سلنیوم نقش مهمی در پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان دارد. به‌عنوان بخشی از این نقش، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی فعال می‌شوند و گیاه در برابر تنش‌های مختلف مقاوم‌تر می‌شود. سلنیوم، کمپلکس سیستم فتوسنتزی را کنترل می‌کند و با افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی، از کلروفیل‌ها حفاظت می‌کند (Khan *et al*., 2023).

نتایج بیرانوند و همکاران (۱۴۰۱) روی گیاه سلوی (*Salvia speledens*) بیانگر کاهش محتوای نسبی آب برگ در مقایسه با شاهد بود و کاربرد سلنیوم (۱/۵ میکرومولار) منجر به حفظ محتوای نسبی آب برگ شد. نتایج مطالعه Ghanbari و همکاران (۲۰۲۳) روی گیاه به‌لیمو (*Lippa citriodora*) نشان داد که کاربرد سلنیوم شاخص‌های رشد، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. با توجه به اثرات مخرب تنش خشکی روی گیاهان باغچه‌ای و همچنین اثرات مفید عنصر سلنیوم، در این مطالعه سعی شد تأثیر غلظت‌های مختلف این عنصر روی برخی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه همیشه‌بهار بررسی شود.

مواد و روش کار

تهیه گیاهان همیشه‌بهار :این پژوهش در گلخانه‌های پژوهشی و تولیدی دانشگاه ارومیه به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۲ فاکتور غلظت‌های مختلف سلنیوم در غلظت‌های صفر، ۲، ۴ و ۶ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت محلول‌پاشی در اول صبح و ۴ بار و تنش خشکی در سه سطح ۱۰۰ (شاهد)، ۶۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی روی گل همیشه‌بهار اجرا شد. نشاء گل همیشه‌بهار در گلدان‌های شماره ۱۸ با سلنات سدیم در بستر حاوی پرلایت، خاک و ماسه کشت شد. بذرهای گل همیشه‌بهار از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند.

در این آزمایش برخی صفات رشدی از جمله تعداد غنچه از طریق شمارش اندازه‌گیری شد. شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه SPAD مدل CCM-200اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ از روش Turner و همکاران (۱۹۸۱) انجام شد و محتوای نسبی آب برگ بر حسب درصد محاسبه شد (Turner *et al*., 1981)که RWC = محتوای نسبی آب برگ، RWC = وزن تر، DW = وزن خشک، TW = وزن آماس است.

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS انجام و نمودارها نیز با استفاده از اکسل ترسیم شدند.

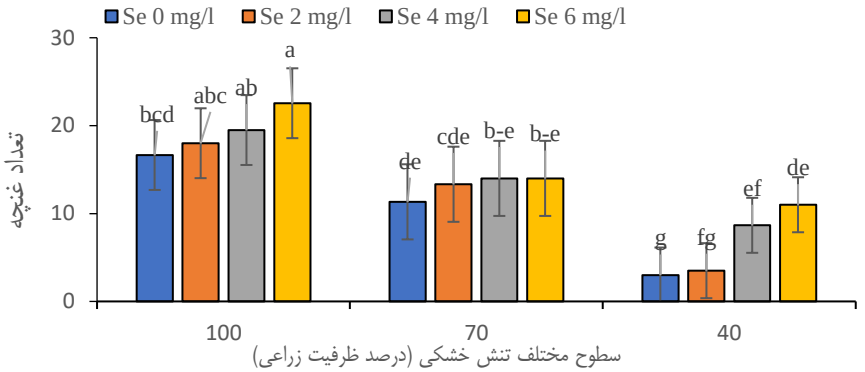
نتایج و بحث: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی تنش خشکی و سلنیوم و همچنین اثرات مقابل تنش خشکی ×سلنیوم در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد روی شاخص‌های تعداد غنچه، محتوای نسبی آب برگ و شاخص کلروفیل (SPAD) معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱– نتایج تجزیه واریانس برخی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی گل همیشه بهار در اثر تیمار با نانوسلنیوم در شرایط تنش خشکی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		تعداد غنچه	محتوای نسبی آب	شاخص کلروفیل
تنش خشکی	۲	۵۳/۸**	۴۳۸۳/۳۲**	۱۸۹/۳۵**
نانوسلنیوم	۳	۱۸/۹۲ **	۱۰۴۲/۸۶**	۶۵/۳۰**
تنش خشکی × نانوسلنیوم	۶	۵/۲۳*	۶۷/۸۷*	۶۷/۶۵ **
خطا	۱۸	۱/۳۵	۲۹/۸۳	۷/۳۴
ضریب تغییرات (٪)		۲/۵۳	۱۶/۳۲	۲۱/۲۸

ns، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

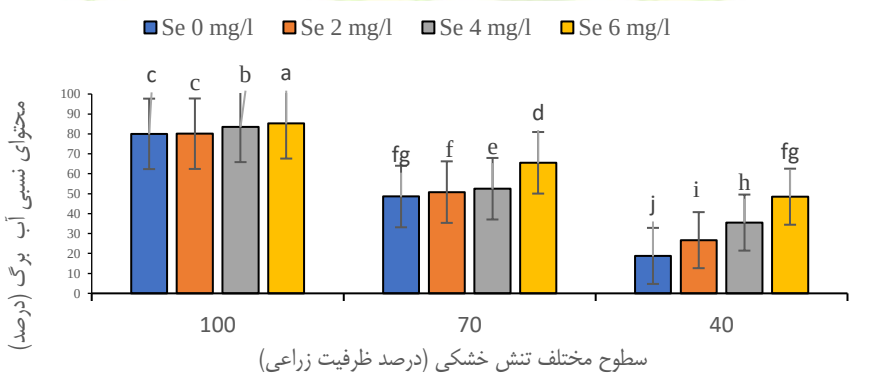
تعداد غنچه: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش تعداد غنچه در گیاه همیشه بهار شد و این تاثیر در شرایط تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) بیشتر بود. نانوسلنیوم علاوه‌براین‌که در شرایط بدون تنش تعداد غنچه را افزایش داد بلکه در شرایط تنش نیز مانع از کاهش تعداد غنچه شد و تاثیر غلظت ۶ میلی‌گرم‌درلیتر نانوسلنیوم بیشتر بود (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی × نانوسلنیوم روی تعداد غنچه در گیاه همیشه بهار، حروف غیرمشابه بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن است.

تنش خشکی بر بسیاری از جنبه‌های مورفولوژیکی گیاهان تأثیر می‌گذارد، کاهش تعداد گل در شرایط خشکی از طریق کاهش رشد سلولی(Lei et al., 2021)، افزایش ریزش گل و غنچه است (Elnaggar et al., 2018). سلنیوم با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی تنش اکسیداتیو ناشی از خشکی را کاهش می‌دهد. این امر منجر به حفظ یکپارچگی غشای سلولی و بهبود فتوسنتز می‌شود.

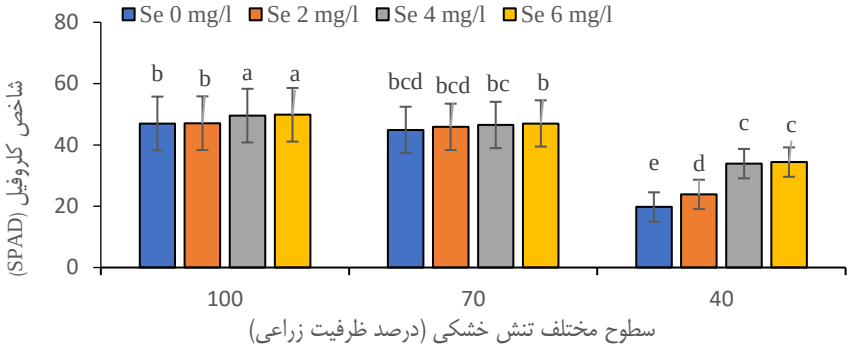
محتوای نسبی آب برگ: نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر بیانگر کاهش محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی بود با این حال کاربرد نانوسلنیوم به ویژه در غلظت ۶ میلی‌گرم‌درلیتر روند کاهشی محتوای نسبی آب برگ را در شرایط تنش کُند نمود و همچنین در شرایط نرمال نیز محتوای نسبی آب برگ را افزایش داد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی × نانوسلنیوم روی محتوای نسبی آب برگ در گیاه همیشه بهار، حروف غیرمشابه بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن است.

کاهش محتوای نسبی آب اولین علامت پاسخ به تنش خشکی است، محتوای نسبی آب برگ‌ها با سرعت رشد بافت برگ و سرعت تعرق همبستگی زیادی دارد.. محتوای نسبی آب کم، پتانسیل آب برگ را کاهش می‌دهد و باعث انقباض روزنه‌ها می‌شود(Ashrafi et al., 2022)، بهبود وضعیت آب بافت در گیاهان تیمار شده با سلنیوم ممکن است با تحریک رشد ریشه و ظرفیت آن برای جذب آب مرتبط باشد سلنیوم در تثبیت یکپارچگی غشاء نقش دارد و تورژسانس سلولی را تحت تنش شوری حفظ می‌کند. افزایش محتوای نسبی آب برگ به دلیل کاربرد سلنیوم باعث افزایش دسترسی به آب متابولیکی و حفظ سلامت بافت می‌شود(Yan et al., 2016).

شاخص کلروفیل: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش شاخص کلروفیل در گیاه همیشه بهار شد و این تاثیر در شرایط تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) مشخص‌تر بود، کاربرد نانوسلنیوم علاوه‌براین‌که در شرایط نرمال شاخص کلروفیل را افزایش داد بلکه در شرایط تنش نیز مانع از کاهش شاخص کلروفیل شد و تاثیر غلظت ۶ میلی‌گرم‌درلیتر نانوسلنیوم بارزتر بود (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی × نانوسلنیوم روی شاخص کلروفیل در گیاه همیشه بهار، حروف غیرمشابه بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن است.

شرایط تنش آبی یکی از تغییرات محیطی متعددی است که مانع فتوسنتز می‌شود. تنش خشکی باعث می‌شود گیاهان با تنظیم باز و بسته کردن روزنه‌ها، تنظیم تعادل اسمزی و ایجاد یک دفاع آنتی‌اکسیدانی سازگار شوند (Zandi and Schnug, 2022). سلنیوم شاخص‌های مربوط به ساختار برگ را که بر فتوسنتز تاثیر مستقیم دارند افزایش داده و از این طریق در بهبود فتوسنتز نقش اساسی دارد. نحوه تاثیر سلنیوم در تحریک و افزایش فتوسنتز، به تجمع نشاسته در کلروپلاست نسبت داده شده است (Pennanen et al., 2002).

نتیجه‌گیری کلی: به طور کلی می‌توان گزارش کرد که تنش خشکی منجر به کاهش فاکتورهای مورد بررسی در مطالعه حاضر شد و تاثیر تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) در کاهش فاکتورهای ارزیابی شده بیشتر بود با این حال کاربرد نانو سلنیوم به ویژه در غلظت ۶ روند کاهشی فاکتورهای مورد بررسی شامل تعداد غنچه، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ را کُند نمود.

منابع

بیرانوند، ف.، زاهدی، ب. و رضایی‌نژاد، ع.ح. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه سلوی زینتی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۱(۴۷): ۳۲۳–۳۳۹.

Ashrafi, M., Azimi-Moqadam, M.R., MohseniFard, E., Shekari, F., Jafary, H., Moradi, P. and Mastinu, A. 2022. Physiological and molecular aspects of two *Thymus* species differently sensitive to drought stress. Biotechnology, 11(2): 8–18.

Elnaggar, A., El-Keblawy, A., Mosa, K.A. and Soliman, S. 2018. Drought tolerance during germination depends on light and temperature of incubation in *Salsola imbricata*, a desert shrub of Arabian deserts. Flora, 249: 156–163.

Ghanbari, F., Bag-Nazari, M. and Azizi, A. 2023. Exogenous application of selenium and nano-selenium alleviates salt stress and improves secondary metabolites in lemon verbena under salinity stress. Scientific Reports, 13(1): 1–14.

Iqbal, M.S., Singh, A.K. and Ansari, M.I. 2020. Effect of drought stress on crop production. In: New Frontiers in Stress Management for Durable Agriculture, pp. 35–47.

Khan, Z., Thounaojam, T.C., Chowdhury, D. and Upadhyaya, H. 2023. The role of selenium and nano selenium on physiological responses in plant: A review. Plant Growth Regulation, 100(2): 409–433.

Kumar, N., Sharma, J. and Sharma, S. 2010. Pharmacognostical and phytochemical investigation of *Calendula officinalis*. Journal of Advanced Scientific Research, 1(01): 61–66.

Lei, C., Bagavathiannan, M., Wang, H., Sharpe, S.M., Meng, W. and Yu, J. 2021. Osmopriming with polyethylene glycol (PEG) for abiotic stress tolerance in germinating crop seeds: A review. Agronomy, 11(11): 2194.

Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil, 58(1): 339–366.

Yan, W., Zhong, Y. and Shangguan, Z. 2016. A meta-analysis of leaf gas exchange and water status responses to drought. Scientific Reports, 6(1): 20917.

Zandi, P. and Schnug, E. 2022. Reactive oxygen species, antioxidant responses and implications from a microbial modulation perspective. Biology, 11(2): 155.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Foliar Application of Nanoselenium on Growth and Morphophysiological Characteristics of Pot Marigold under Drought Stress Conditions

Sahel Eisabeygi[1], Javad Rezapour Fard[1*] and Asghar Estaji[2]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

**Corresponding Author: j.rezapourfard@urmia.ac.ir*

Abstract

Drought stress is one of the destructive stresses and green space plants are increasingly affected by this stress, so by using some elements effective in moderating the destructive effects of stress, the effect of drought stress on green space plants can be reduced. Selenium is one of the beneficial elements in plants whose moderating effects on various biotic and abiotic stresses have been reported. Accordingly, the present study was conducted to investigate the effect of different concentrations of nanoselenium on evergreen plants under drought stress conditions. The present study was carried out as a factorial in a completely randomized design with two factors, including different concentrations of nanoselenium (zero (control), 2, 4 and 6 mg/L) as foliar spray and drought stress at levels of 100 (control), 70 and 40% of field capacity. The indicators studied included the number of buds, chlorophyll index (SPAD) and relative leaf water content. The results obtained from the present study indicated a decrease in factors including the number of buds, chlorophyll index, and relative leaf water content under drought stress conditions, and with increasing stress intensity to 40% of the field capacity, the decreasing trend of these parameters intensified. However, the application of nanoselenium, especially at a concentration of 6 mg/L, was able to improve the plant's tolerance to drought stress by maintaining the factors of the number of buds, chlorophyll index, and relative leaf water content. Therefore, selenium can be commercially recommended in green spaces, especially in arid and semi-arid regions, and reduce the destructive effects of drought stress.

Keywords: Beneficial elements, Number of buds, Stress modifier, Water deficit.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر سطوح مختلف دود آب بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات رشدی خیار در شرایط تنش شوری

معصومه عامریان[۱] و سعید جلالی هنرمند*[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *m.amerian@razi.ac.ir*

چکیده

تنش شوری و مبارزه با آن از عمده مسائلی است که بشر از هزاران سال پیش تاکنون با آن دست به گریبان بوده است. مشکلات مربوط به جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاه یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های کشاورزان در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. دود حاصل از سوختن گیاه به‌عنوان یکی از مواد افزایش‌دهنده جوانه‌زنی بذر، شکننده خواب بذر و تحریک‌کننده رشد گیاهچه شناخته شده است. ترکیبات زیستی فعال دود در آب محلول بوده و در غلظت‌های خیلی پایین پاسخ‌های فیزیولوژیک قابل توجهی را در گیاهان ایجاد می‌کنند. این پژوهش در سال ۱۴۰۳ به‌منظور بررسی سطوح مختلف تنش شوری و دود آب بر درصد جوانه‌زنی و برخی خصوصیات رشدی خیار رقم ناگین به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل ۳ سطح شوری (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مول NaCl) و دود آب در پنج سطح (صفر، ۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ حجم به حجم) بود. در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده، برخلاف دود آب، با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی بذر و خصوصیات مورد بررسی کاهش نشان داد. سطح ۱:۵۰۰۰ دود آب اثر مثبتی بر درصد جوانه‌زنی، وزن تر، وزن خشک و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در شرایط تنش شوری داشت. دود آب توانست اثرات منفی تنش شوری را در خیار رقم ناگین کاهش دهد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از دود آب به‌عنوان یک راهکار ساده و ارزان می‌تواند برای کاهش اثر شوری در مناطقی با آب یا خاک شور مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: *Cucumis sativus*، رشد دانهال، دود مشتق‌شده از گیاه

مقدمه

شوری بر تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تأثیرگذار است. تنش شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از جمله سدیم و کلر و کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز مانند کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زنی بذور و رشد آنها تأثیر می‌گذارد (Fu et al., 2025). جوانه‌زنی پدیده پیچیده مشتمل بر تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بوده که حاصل فعال شدن جنین است. شوری، به‌عنوان یک تنش غیرزنده، بسیاری از ناملایمات را برای بذور در دوره جوانه‌زنی ایجاد می‌کند. شوری در ابتدا باعث کاهش جذب آب توسط بذور به‌دلیل پتانسیل پایین اسمزی محیط شده و در مرحله دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در فعالیت‌های آنزیمی می‌شود (Ben Youssef et al., 2025). خیار با نام علمی *Cucumis sativus* L. از خانواده کدوئیان می‌باشد. با توجه به اینکه خیار ۹۶ تا ۹۷ درصد آب دارد، اما به‌دلیل فراوانی املاح معدنی، ویتامین و اسیدهای آلی آن در تغذیه مدرن امروزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. خیار از نظر اقتصادی بعد از گوجه‌فرنگی، کلم‌پیچ و پیاز در مقام چهارم قرار دارد (Alam et al., 2024). خیار در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نسبت به شوری حساس است (Raeisinejad and Yazdanpanah, 2020).

دود حاصل از سوختن مواد گیاهی به‌عنوان یک عامل محرک جوانه‌زنی برای بذر بسیاری از گونه‌های گیاهی شناخته شده است. ترکیب اصلی دود حاصل از سوختن مواد گیاهی که باعث افزایش جوانه‌زنی بذور می‌شود به‌عنوان بوتنولید شناخته و استخراج شده است (Van Staden et al., 2004). با توجه به اینکه دود گیاهی اثر مثبتی بر روی جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه تعداد زیادی از گونه‌های زراعی و باغی نشان داده است، ولی در مورد اثر دود گیاهی بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی دانه‌رست گیاه خیار پژوهشی انجام نشده است. لذا هدف

از این تحقیق بررسی سطوح مختلف عصاره آبی دود حاصل از سوختن مواد گیاهی بر درصد جوانه‌زنی و برخی خصوصیات رشدی دانه‌رست خیار در شرایط تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی دانشگاه رازی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، جهت بررسی سطوح مختلف دود آب بر درصد جوانه‌زنی و برخی خصوصیات رشدی دانه‌رست خیار در شرایط تنش شوری اجرا گردید. فاکتور اول شامل سه سطح شوری) صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مول (NaCl و فاکتور دوم شامل ۵ سطح دود آب (صفر، ۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ حجم به حجم) بود.

بذر خیار رقم ناگین از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. ضدعفونی سطحی بذور با هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به‌مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. پس از آن، بذور سه بار با آب مقطر برای از بین بردن کامل اثر هیپوکلریت سدیم شسته شدند. سپس بذور به پتری‌دیش‌های مربوط (واحدهای آزمایشی) منتقل شدند. برای هر تیمار، سه پتری‌دیش به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شد و در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر قرار داده شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف تیمارهای مورد نظر (شوری و دود آب) به پتری‌دیش‌ها اضافه شد. برای تیمار شاهد فقط آب مقطر به پتری‌دیش‌ها اضافه گردید. در نهایت، پتری‌دیش‌ها به ژرمیناتور با دمای ۲۳ درجه سلسیوس و تاریکی منتقل شدند. در طول دوره آزمایش، هر روز بذور جوانه‌زده شمارش شدند و معیار بذور جوانه‌زده خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر بود. جوانه‌زنی به‌مدت ۸ روز ادامه داشت و در پایان جوانه‌زنی صفاتی مانند طول، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه تعیین گردید. برای به‌دست آوردن وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه از آون با دمای ۷۲ درجه سلسیوس و به‌مدت ۷۲ ساعت استفاده شد. درصد جوانه‌زنی نیز بر اساس رابطه زیر به‌دست آمد.

$$Gp = \frac{\sum ni}{N} \times 100$$

Ni: تعداد بذور جوانه‌زده،N: تعداد کل بذور و GP: درصد جوانه‌زنی

پیش از تجزیه آماری، از آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها اطمینان حاصل شد و نیازی به تبدیل داده‌ها مشاهده نشد. تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS (9.1) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱)، تنش شوری اثر منفی بر درصد جوانه‌زنی، وزن تر، وزن خشک و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه خیار داشت؛ درحالی‌که با افزایش غلظت دود آب، خصوصیات مورد بررسی افزایش نشان داد و بیشترین درصد جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی مورد مطالعه در تیمار صفر میلی‌مول NaCl همراه با بالاترین غلظت دود آب مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت.

کاهش درصد جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش شوری در گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) (Alemán et al., 2025) نیز مشاهده شده است. کاهش جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش شوری ممکن است به‌دلیل کاهش شیب پتانسیل آب بین بذور و محیط اطراف بذر باشد که در نتیجه سبب اختلال در سنتز آنزیم‌های مورد نیاز برای جوانه‌زنی می‌شود(Wang et al., 2024). مرحله جوانه‌زنی در مقایسه با سایر مراحل رشد از حساسیت بیشتری نسبت به شوری برخوردار است. به‌نظر می‌رسد که کاهش میزان آبگیری بذر به‌دلیل اثرات اسمزی و اختلال در جذب عناصر غذایی از جمله علل کاهش درصد جوانه‌زنی باشند (Duan et al., 2024).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، با افزایش سطح شوری وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش یافته است؛ در نتیجه می‌توان گفت که کاهش جذب آب (در اثر ایجاد پتانسیل منفی در محیط شور) سبب ممانعت از رشد گیاهچه‌ها شده و این وضعیت در حقیقت ناشی از کاهش یا

جلوگیری از تقسیم سلولی بوده است، چون که با اعمال تیمارهای شوری و کاهش درصد آب گیاهچه‌ها نسبت به سطح شاهد، چنین استنباط می‌شود که متناسب با افزایش شوری توانایی بالفعل گیاهچه‌ها در جذب آب نسبت به پتانسیل بالقوه آنها در شرایط بدون تنش کاهش می‌یابد. این نقصان می‌تواند با اثرات اسمزی تنش شوری مرتبط باشد(Li et al., 2024).

دود گیاهی می‌تواند از طریق اثرات متقابل با هورمون‌های درون‌زاد گیاهی، جوانه‌زنی سریع‌تر را القا کند(Pandey et al., 2025). ترکیبات زیستی فعال دود آب که به‌عنوان خانواده جدید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی شناخته می‌شوند دارای اثرات شبه‌هورمونی است و به‌نظر می‌رسد با تأمین آسمیلات‌های مورد نیاز گیاه موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گیاه می‌شود(Muslihatint et al., 2024). طبق نتایج این تحقیق، کاربرد دود آب در غلظت ۱:۵۰۰۰ باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و خصوصیات دانه‌رست خیار در شرایط تنش شوری شد.

جدول ۱– نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و دود آب بر درصد جوانه‌زنی و برخی خصوصیات رشدی دانه‌رست خیار.

HR (cm)	HS(cm)	WDR (g)	WFR (g)	WDS (g)	WFS (g)	GP (%)	Treatments
8.27^{cd}	2.95^{de}	0.040^{e}	0.304^{c}	0.178^{d}	1.42^{e}	94.21^{de}	S_1W_1
8.67^{c}	3.18^{d}	0.041^{d}	0.313^{b}c	0.185^{c}	1.58^{d}	95.00^{cd}	S_1W_2
9.35^{b}	3.48^{c}	0.043^{c}	0.319^{bc}	0.188^{bc}	1.64^{c}	96.88^{bc}	S_1W_3
9.61^{b}	3.75^{b}	0.044^{b}	0.324^{b}	0.190^{ab}	1.75^{b}	98.66^{ab}	S_1W_4
11.29^{a}	4.23^{a}	0.047^{a}	0.346^{a}	0.194^{a}	1.90^{a}	100.00^{a}	S_1W_5
6.39^{g}	2.00^{gh}	0.029^{i}	0.251^{gh}	0.148^{h}	1.21^{h}	82.94^{hi}	S_2W_1
6.96^{f}	2.01^{gh}	0.031^{h}	0.258^{fg}	0.153^{g}	1.24^{h}	84.88^{gh}	S_2W_2
7.22^{f}	2.14^{g}	0.035^{g}	0.271^{ef}	0.156^{fg}	1.27^{gh}	87.00^{g}	S_2W_3
7.52^{ef}	2.53^{f}	0.036^{g}	0.282^{de}	0.159^{f}	1.31f^{g}	90.77^{f}	S_2W_4
7.90^{de}	2.70^{ef}	0.038^{f}	0.289^{d}	0.164^{e}	1.35^{f}	92.11^{ef}	S_2W_5
4.29^{j}	1.62^{i}	0.022^{m}	0.153^{k}	0.117^{k}	0.95^{k}	67.11^{l}	S_3W_1
4.90^{i}	1.81^{hi}	0.024^{l}	0.210^{j}	0.124^{j}	1.04^{j}	60.88^{m}	S_3W_2
5.18^{i}	1.87^{ghi}	0.025^{k}	0.229^{i}	0.127^{j}	1.08^{j}	75.83^{k}	S_3W_3
5.44^{hi}	1.92^{gh}	0.026^{jk}	0.240^{hi}	0.137^{i}	1.10^{j}	82.16^{j}	S_3W_4
5.88^{gh}	1.96^{gh}	0.027^{j}	0.242^{hi}	0.145^{h}	1.16^{i}	82.16^{ij}	S_3W_5

حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد را نشان می‌دهد.

GP= درصد جوانه‌زنی بذر، WFS= وزن تر ساقه‌چه، WDS= وزن خشک ساقه‌چه، WFR= وزن تر ریشه‌چه، WDR= وزن خشک ریشه‌چه، HS= طول ساقه‌چه و HR= طول ریشه‌چه.

منابع

Alam, A.U., Ullah, H., Himanshu, S.K., Tisarum, R., Praseartkul, P., Cha-um, S. and Datta, A. 2024. Effect of silicon application method on morpho-physio-biochemical traits of cucumber plants under drought stress. Silicon, 1–15.

Alemán, E.I., Díaz, R.S., Dubois, A.F., Boix, Y.F., Aguilera, J.G., Zuffo, A.M. and Steiner, F. 2025. Effects of 60 Hz non-uniform electromagnetic fields on tomato (cv. L-05) seed germination, photosynthesis and seedling growth under salt stress conditions. Bioelectromagnetics, 46(2): e22537.

Ben Youssef, R., Jelali, N., Acosta Motos, J.R., Abdelly, C. and Albacete, A. 2025. Salicylic acid seed priming: A key frontier in conferring salt stress tolerance in barley seed germination and seedling growth. Agronomy, 15(1): 154.

Duan, S., Al-Huqail, A.A., Alsudays, I.M., Younas, M., Aslam, A., Shahzad, A.N., Qayyum, M.F., Rizwan, M., Alhaj Hamoud, Y., Shaghaleh, H. and Hong Yong, J.W. 2024. Effects of biochar types on seed germination, growth, chlorophyll contents, grain yield, sodium, and potassium uptake by wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. BMC Plant Biology, 24(1): 487.

Fu, M., Liu, L., Fu, B., Hou, M., Xiao, Y., Liu, Y., Sa, D. and Lu, Q. 2025. Effects of salt stress on plant and rhizosphere bacterial communities, interaction patterns, and functions. Frontiers in Plant Science, 15: 1516336.

Ghoulam, C. and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology, 29: 357–364.

Li, Y., Zan, T., Li, K., Hu, H., Yang, T., Yin, J. and Zhu, Y. 2024. Silica nanoparticles promote the germination of salt-stressed pepper seeds and improve growth and yield of field pepper. Scientia Horticulturae, 337: 113570.

Muslihatint, W., Wahyudi, R.P.D., Iqbal, M., Saputro, T.B. and Nurhidayati, T. 2024. The influence of gibberellins and smoke water as a stimulant for germination and vegetative growth of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry. Nature Environment and Pollution Technology, 23(4): 2419–2425.

Pandey, N., Nalla, S., Dayal, A., Rai, P. and Sahi, V.P. 2025. Smoke-water treatment of seeds, an ancient technique for increasing seed vigor. Protoplasma, 262(1): 3–13.

Raeisinejad Doboneh, R. and Yazdanpanah, N. 2019. Effect of different levels of irrigation and salinity on yield of greenhouse *Cucumis sativus*. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 13(5): 1471–1480.

Van Staden, J., Jager, A.K., Light, M.E. and Burger, B.V. 2004. Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. South African Journal of Botany, 70(4): 654–659.

Wang, J., Yan, D., Liu, R., Wang, T., Lian, Y., Lu, Z., Hong, Y., Wang, Y. and Li, R. 2024. The physiological and molecular mechanisms of exogenous melatonin promote the seed germination of maize (*Zea mays* L.) under salt stress. Plants, 13(15): 2142.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Different Levels of Smoke-Water on Germination and Some Growth Characteristics of Cucumber under Salt Stress Conditions

Masoomeh Amerian[1*] and Saeid Jalali Honarmand[2]

1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

**Corresponding author: m.amerian@razi.ac.ir*

Abstract

Salinity and its control is one of the main affairs that have collated since more than thousand years ago. Difficulties related to optimal germination and plant establishment is one of the most important problems for farmers in arid and semi-arid areas. Smoke from burning vegetation is widely recognized as a germination cue, dormancy breaking agent and seedling growth stimulator. The biologically active compounds of smoke are soluble in water and in very low concentrations; they cause significant physiological responses in plants. This study was conducted in 2025 to investigate the effects of different levels of salt stress and smoke-water on germination percentage and some growth characteristics of cucumber cultivar Nagin as a factorial design in a completely randomized design with three replications. The experimental factors included three salinity levels (0, 50, and 100 mM NaCl) and smoke-water at five levels (0, 1:500, 1:1000, 1:2000, and 1:5000). Distilled water was used in the control treatment. According to the results obtained, unlike smoke-water, the percentage of seed germination and the studied characteristics decreased with increasing salinity levels. A concentration of 1:5000 smoke-water had a positive effect on germination percentage, fresh and dry weight, and shoot and root length under salt stress conditions. Smoke-water was able to reduce the negative effects of salinity stress in cucumber cultivar Nagin. In general, it can be concluded that using smoke-water as a simple and inexpensive solution can be useful for reducing the effects of salinity in areas with saline water or soil.

Keywords: *Cucumis sativus*, Plant-derived smoke, Seedling growth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی نهال‌های انار رقم ملس ساوه به محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون و کیتوسان تحت شرایط نرمال

زینب محمدی[۱]، سید مرتضی زاهدی[۱] و غلامرضا گوهری[۱*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *zeinabmmohammady@gmail.com*

چکیده

ایران یکی از تولیدکننده‌های عمده انار در جهان به‌شمار می‌رود. امروزه توجه به بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاهان با استفاده از مکمل‌های خارجی افزایش یافته است. پژوهش حاضر جهت بررسی اثرات غلظت‌های مختلف نانوذرات کیتوسان و سیلیکون روی نهال‌های دوساله انار رقم ملس ساوه در شرایط نرمال در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون، کیتوسان و کیتوسان-سیلیکون در چهار نوبت به فاصله زمانی سه روز به‌صورت محلول‌پاشی برگی اعمال شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی سیلیکون منجر به افزایش شاخص سبزینگی(SPAD) ، میزان فلورسانس پایدار و کربن‌دی‌اکسید شد. همچنین میزان تعرق تحت محلول‌پاشی سیلیکون کاهش یافت. بنابراین، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، استفاده از تیمار سیلیکون راهکاری مناسب در جهت افزایش میزان سبزینگی و کاهش تعرق توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انار، کلروفیل، نانوذره.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) از خانواده Punicaceae ، یکی از قدیمی‌ترین درختان میوه در ایران و جهان است (Yuan, 2016). سازگاری بالا به شرایط متنوع اقلیمی، امکان کشت و کار این گیاه را در خاک‌های فقیر و کم‌توان فراهم کرده است (Hosein-Beigi et al., 2019). امروزه فناوری نانو نه‌تنها در صنایع و پزشکی، بلکه در حوزه کشاورزی نیز مورد توجه قرار گرفته است. طی سه دهه گذشته، بسیاری از مشکلات در حوزه‌های مختلف علم و صنعت با استفاده از فناوری نانو حل شده است. برخی از نانومواد می‌توانند با بهبود رشد، عملکرد، وضعیت تغذیه‌ای و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی، تأثیرات مثبتی روی محصولات کشاورزی داشته باشند. در این راستا، گزارش‌ها نشان‌دهنده اثرات مفید نانوذرات سیلیکون بر گیاهان هستند، درحالی‌که استفاده از آن به شکل منابع کودی متداول می‌تواند برای گیاهان سمی باشد (Del Buono et al., 2021). سیلیکون دومین عنصر رایج در پوسته زمین است که حدود ۷۰ درصد از جرم خاک را تشکیل می‌دهد (Siddiqui et al., 2020). سیلیکون برای رشد و نمو گیاه یک ماده مغذی ضروری محسوب می‌شود که کمبود آن می‌تواند باعث ایجاد حساسیت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و کاهش عملکرد محصولات شود(Zargar et al., 2019). نانوذرات سیلیکون به‌دلیل خواص فیزیکوشیمیایی منحصربه‌فرد، زیست‌سازگاری و تجزیه‌پذیری زیستی، توجه زیادی را به‌عنوان وسیله انتقال بالقوه برای نوکلئوتیدها، پروتئین‌ها و سایر مواد شیمیایی در گیاهان به خود جلب کرده‌اند (Vats et al., 2022).

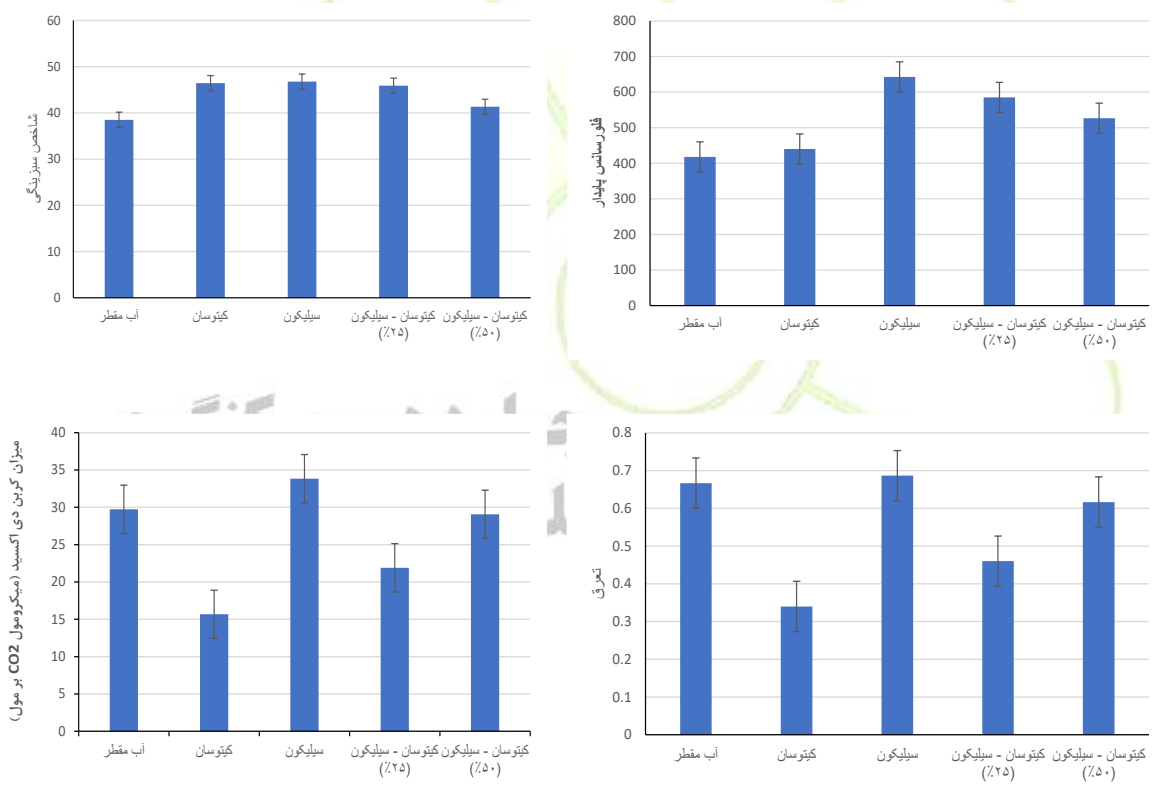
کیتوسان نیز از کیتین، که دومین پلیمر زیستی فراوان روی زمین پس از سلولز است، به‌دست می‌آید. کیتوسان یک پلی‌ساکارید خطی است که از دو نوع گلوکزآمین و-N استیل دی‌گلوکزآمین تشکیل شده و به‌عنوان یک ترکیب غیرسمی و قابل‌تجزیه شناخته می‌شود. امروزه به‌دلیل ویژگی‌های متنوعی همچون خاصیت ضدقارچی، تحریک رشد گیاهی و فعال‌سازی ژن‌های دفاعی گیاه، به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Katiyar et al., 2014). هدف از این پژوهش، بررسی اثر نانوذرات سیلیکون و کیتوسان بر برخی صفات فیزیولوژیکی نهال انار بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر نانوذرات کیتوسان و سیلیکون روی نهال‌های انار رقم ملس ساوه تحت شرایط نرمال و در فضای باز در دانشکده کشاورزی (گروه علوم و مهندسی باغبانی) دانشگاه مراغه انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. نهال‌های انار در گلدان‌های پلاستیکی ۷ کیلوگرمی با ترکیب خاک مزرعه و ماسه با نسبت (۲:۱) کاشته شدند. محلول‌پاشی شامل آب مقطر (شاهد)، نانوسیلیکون ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، نانوکیتوسان ۰/۱ درصد، کیتوسان-سیلیکون (۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)، تقریباً به مدت سه ماه، به‌صورت چهار مرتبه به میزان ۱۵ میلی‌لیتر برای هر نهال با فاصله زمانی سه روز انجام گرفت. صفات فیزیولوژیک ارزیابی‌شده در این پژوهش شامل شاخص سبزینگی (SPAD) با استفاده از کلروفیل‌متر (SPAD-meter, 502 Plus Chlorophyll Meter, Japan)، فلورسانس پایدار با دستگاه قابل حمل فلورمتر (PAM 2500-WALZ, Germany) و میزان تعرق و غلظت کربن‌دی‌اکسید بین‌سلولی با دستگاه پرومتر (KOREA TECH Digital porometer 1301) اندازه‌گیری شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (V. 9.2) و آزمون دانکن انجام شد. همچنین رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel (2016) انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی سیلیکون باعث افزایش میزان سبزینگی، میزان فلورسانس پایدار و میزان کربن‌دی‌اکسید بین‌سلولی شد. از طرفی، سیلیکون منجر به کاهش میزان تعرق در نهال‌ها شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون و کیتوسان بر شاخص سبزینگی، فلورسانس پایدار، میزان کربن‌دی‌اکسید و تعرق در نهال‌های انار رقم ملس ساوه.

نتایج و بحث

سیلیکون در دیواره‌های سلولی گیاهان رسوب می‌کند و برای بهبود خواص مکانیکی و فیزیولوژیکی گیاهان مفید است. اثرات مفید آن بر رشد گیاه به بهبود استحکام مکانیکی و ایجاد یک لایه محافظ بیرونی نسبت داده می‌شود (Sun et al., 2010). هم‌راستا با نتایج ما، گزارش شده است که استفاده از سیلیکون در شرایط بدون تنش میزان سبزینگی را افزایش داد. سیلیکون استحکام برگ‌ها را افزایش می‌دهد و روند پیری آن‌ها را به تأخیر می‌اندازد؛ همچنین میزان کلروفیل را نیز بالا می‌برد. نتایج ما با نتایج Fani(2023) مطابقت داشت. سیلیکون همچنین با رسوب در دیواره سلولی گیاهان، تعرق را از سطح گیاه کاهش می‌دهد و با بستن نسبی روزنه‌ها، کارایی مصرف آب را به میزان قابل توجهی افزایش داده و میزان کربن‌دی‌اکسید را افزایش می‌دهد.و همکاران Saja-Garbare و همکاران (2021) نتایجی مشابه گزارش کردند.

منابع

Del Buono, D., Di Michele, A., Costantino, F., Trevisan, M. and Lucini, L. 2021. Biogenic ZnO nanoparticles synthesized using a novel plant extract: Application to enhance physiological and biochemical traits in maize. Nanomaterials, 11(5): 1270.

Fani, E. 2023. Response of some physiological and biochemical traits of purslane (*Portulaca oleracea*) to silica fertilizer under salinity stress. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 6(2): 157–168.

Hosein-Beigi, M., Zarei, A., Rostaminia, M. and Erfani-Moghadam, J. 2019. Positive effects of foliar application of Ca, B and GA3 on the qualitative and quantitative traits of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. 'Malase-Torshe-Saveh'. Scientia Horticulturae, 254: 40–47.

Katiyar, D., Hemantaranjan, A., Singh, B. and Bhanu, A.N. 2014. A future perspective in crop protection: Chitosan and its oligosaccharides. Advances in Plants & Agriculture Research, 1(1): 1–8.

Saja-Garbarz, D., Ostrowska, A., Kaczanowska, K. and Janowiak, F. 2021. Accumulation of silicon and changes in water balance under drought stress in *Brassica napus* var. *napus* L. Plants, 10(2): 280.

Siddiqui, H., Ahmed, K.B.M., Sami, F. and Hayat, S. 2020. Silicon nanoparticles and plants: Current knowledge and future perspectives. In: Sustainable Agriculture Reviews 41: Nanotechnology for Plant Growth and Development, pp. 129–142.

Sun, W., Zhang, J., Fan, Q., Xue, G., Li, Z. and Liang, Y. 2010. Silicon-enhanced resistance to rice blast is attributed to silicon-mediated defence resistance and its role as physical barrier. European Journal of Plant Pathology, 128: 39–49.

Vats, S., Kumawat, S., Brar, J., Kaur, S., Yadav, K., Magar, S.G. and Deshmukh, R. 2022. Opportunity and challenges for nanotechnology application for genome editing in plants. Plant Nano Biology, 1: 100001.

Yuan, Z.H. 2016. Research progress of molecular biology on *Punica granatum* L. Deciduous Fruit Trees, 48(5): 1–8.

Zargar, S.M., Mahajan, R., Bhat, J.A., Nazir, M. and Deshmukh, R. 2019. Role of silicon in plant stress tolerance: Opportunities to achieve a sustainable cropping system. 3 Biotech, 9(3): 73.

The Response of Pomegranate Seedlings to Foliar Application of Chitosan–Silicon Nanoparticles under Normal Conditions

Zeinab Mohammadi[1*], Seyed Morteza Zahedi[1] and Gholamreza Gohari[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
Corresponding author: zeinabmmohammady@gmail.com*

Abstract

Pomegranate is one of the important horticultural crops in many tropical and subtropical regions of the world. Iran is also one of the major producers in the world. Today, attention has been paid to improving the nutritional status of plants by using external supplements. This study was conducted to investigate the effects of different concentrations of chitosan and silicon nanoparticles on two-year-old Malas Saveh pomegranate seedlings under normal conditions in a completely randomized design with three replications. Foliar application of SiO_2 NPs (50 mg L^{-1}), CTS NPs (0.1%), and CTS–SiO_2 NPs (25 and 50 mg L^{-1}) was applied on four occasions with an interval of three days. The results showed that silicon foliar application increased greenness index (SPAD), stable fluorescence, and CO_2. Also, the amount of evaporation decreased with silicon foliar application. Therefore, based on the results obtained in this research, the use of silicon nanoparticles is recommended as a suitable solution to increase greenness and reduce evaporation.

Keywords: Chlorophyll, nanoparticle, pomegranate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات کم‌آبیاری بر شاخص‌های رشد، عملکرد و بهره‌وری آب در سیب‌زمینی رقم آگریا

رحیم برزگر[۱]، ستاره هاشمی[۱] و مهدی قبادی‌نیا[۲*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *Barzegar@sku.ac.ir*

چکیده

سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی کشور ایران است. به علت خشکسالی و محدودیت‌های آبی در ایران، مدیریت مصرف آب در کشاورزی ضروری است. برای بررسی اثر کم‌آبیاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد سیب‌زمینی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. بدین منظور، سطوح مختلف آبیاری شامل آبیاری ۱۰۰، ۸۵، ۷۰ و ۶۰ درصد ظرفیت نگهداری آب به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شد. شاخص‌هایی همچون وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر ساقه، میزان کلروفیل، غلظت پرولین، عملکرد غده و کارایی مصرف آب مورد بررسی قرار گرفتند. کاهش میزان آبیاری سبب کاهش میزان وزن تر و خشک اندام هوایی و قطر ساقه گردید. میزان کلروفیل در تیمار ۶۰ درصد آبیاری، به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود. بیشترین عملکرد در واحد سطح مربوط به تیمارهای ۸۵ و ۱۰۰ درصد آبیاری مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اما در تیمارهای ۷۰ و ۶۰ درصد آبیاری، عملکرد غده نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری به ترتیب ۱۳ و ۱۵ درصد کاهش یافت و در تیمار ۶۰ درصد آبیاری درصد غده‌های غیرقابل‌فروش حدود ۱۰ درصد بود. بر اساس نتایج این آزمایش، در منطقه شهرکرد کم‌آبیاری تا ۷۰ درصد، اگرچه سبب کاهش معنی‌دار عملکرد هر بوته شد، اما با اعمال کم‌آبیاری و صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی و افزایش سطح زیر کشت با همان حجم آب، می‌توان به عملکرد بیشتری دست یافت.

واژه‌های کلیدی: پرولین، غده‌های بدشکل، کم‌آبیاری، محتوای کلروفیل.

مقدمه

ایران کشوری است که بیش از ۹۰ درصد از مساحت آن در منطقه خشک و کم‌آب قرار گرفته است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). تغییر اقلیم در چند سال گذشته در ایران منجر به تغییر پراکنش بارندگی، تغییر نوع بارش، تغییر در دبی رودخانه‌ها و آبدهی چاه‌ها شده است (خورشیدی بنام و همکاران، ۱۳۸۵).

کم‌آبیاری، انتخاب یک راهکار مناسب و برتر برای استفاده از آب و تولید محصول تحت شرایط کم‌آبی و قیمت بالای آب است. بیشترین تمرکز پژوهشگران کشاورزی تاکنون عمدتاً به افزایش تولید معطوف بوده و میزان تولید به ازای واحد نهاده، از جمله آب مصرفی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین لازم است با ارتقای دانش کشاورزی، مدیریت درست، استفاده از روش‌های نوین و به‌کارگیری راهکارهایی نظیر کم‌آبیاری بتوان بهره‌وری از آب را به مقدار قابل توجهی افزایش داد (سلطانی تمجید و همکاران، ۱۳۹۴). کم‌آبیاری روشی است که در آن گیاهان به‌صورت هدفمند تحت آبیاری قرار می‌گیرند و این نوع آبیاری به نحوی مدیریت می‌شود که گیاه کمترین حساسیت را نسبت به تنش داشته باشد. مدیریت این روش در مورد برخی گیاهان مثل سیب‌زمینی که ریشه حساسی دارند به سختی انجام می‌شود. زیرا با توجه به حساسیت گیاه به خشکی و سطحی بودن ریشه، اعمال دوره‌های کوتاه تنش نیز روی محصول و کیفیت آن مؤثر است (شهناظری و همکاران، ۲۰۰۷).

حمزه‌ای و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری (۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ میلی‌متر در هر آبیاری) بر تعداد غده سیب‌زمینی نشان دادند که کمترین تعداد غده از تیمار ۴۰۰ میلی‌متر آبیاری به‌دست آمد که از ابتدای دوره رشد اعمال شده بود. افشار و همکاران (۱۳۹۸) صفات عملکرد، وزن بیوماس، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب برای گیاهان گندم، کلزا، سیب‌زمینی و ذرت را با میزان آبیاری در سه

سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر سطوح آبیاری در هر دو سال زراعی بر عملکرد دانه، وزن بیوماس و کارایی مصرف آب گیاهان مختلف در سطح ۱ درصد و شاخص برداشت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. مزارعی (۱۳۹۹) در پژوهشی تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد محصول گوجه‌فرنگی را بر اساس اعمال تیمارهای آبیاری به اندازه (۳۰، ۵۰، ۷۰، ۱۰۰، ۱۱۰، ۱۲۰) درصد نیاز آبی انجام داد. نتایج نشان داد بازده مصرف آب گوجه‌فرنگی از نظر آماری در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دارد. میزان آب آبیاری بر عملکرد محصول و بازده مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار و بیشترین عملکرد محصول و بازده مصرف آب در تیمار ۱۱۰ نیاز آبی گزارش شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تیمارها در چهار سطح شامل ۱۰۰، ۸۵، ۷۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی سیب‌زمینی بود. ابعاد هر واحد آزمایشی ۲×۲/۵ متر بوده که شامل چهار ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود و غده‌ها روی ردیف با فاصله ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف‌های کشت شدند. خاک مزرعه تجزیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مانندEC ، pH، درصد مواد آلی، بافت خاک و درصد نگهداری رطوبت خاک تعیین و کوددهی با توجه به توصیه کودی آزمایشگاه خاک انجام شد. در طی مراحل رشد برحسب نیاز گیاهان، آبیاری به‌صورت قطره‌ای انجام گرفت.

برای تعیین نیاز آبی گیاه، ابتدا نقاط رطوبتی FC (ظرفیت زراعی) و PWP (نقطه پژمردگی) تعیین گردید. پس از تعیین نقاط پتانسیلی مهم خاک، مقدار رطوبت بحرانی یا حد پایین رطوبت سهل‌الوصول (θMAD) از رابطه ۱ محاسبه شد (وزیری، ۱۳۸۷). عمق ظرفیت نگهداری آب خاک با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (وزیری، ۱۳۸۷).

$$\theta MAD = \theta FC - (\theta FC - \theta pwp) \times MAD$$ رابطه(۱)

که در این رابطه MAD ضریب تخلیه مجاز رطوبتی برای محصول می‌باشد که برای سیب‌زمینی این مقدار معادل ۰/۳۵ است θFC . رطوبت در نقطه مزرعه(m^3) ، θpwpرطوبت در نقطه پژمردگی (m^3) می‌باشد. میزان رطوبت خاک (θsoil) به‌صورت روزانه با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج (SM-150T) اندازه‌گیری شد. هرگاه میزان رطوبت خاک θsoil نزدیک به θMAD شد، آبیاری انجام شد.

حجم آبیاری برای تیمار شاهد با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (وزیری، ۱۳۸۷).

$$V = (\theta FC - \theta soil) \times D \times A$$ رابطه(۲)

که در این رابطه A سطح کرت (m^2) و D عمق مؤثر ریشه (mm) و V حجم آب آبیاری (Lit) است.

از تاریخ کشت غده‌ها در بیستم خرداد تا اوایل مردادماه (اتمام مرحله غده‌زایی)، بوته به‌صورت یکسان و با ۱۰۰ درصد نیاز آبی آبیاری شدند و بعد از این تاریخ، تیمارهای آبیاری اعمال شدند که تا زمان برداشت محصول ادامه یافت. در پایان دوره رشد و بیست روز قبل از برداشت، صفات رویشی وزن تر و خشک اندام هوایی، محتوای کلروفیل و محتوای پرولین اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت، تعداد غده‌های قابل فروش و غیرقابل‌فروش و وزن غده‌ها اندازه‌گیری شد. کارایی مصرف آب نیز در پایان دوره محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کم‌آبیاری بر وزن تر اندام هوایی گیاه سیب‌زمینی در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری با میانگین ۵۱۷ گرم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. با کاهش درصد آبیاری از ۱۰۰ به ۶۰، وزن تر اندام هوایی با ۵۶ درصد کاهش به حدود ۲۹۰ گرم رسید (جدول ۱). کمترین وزن تر مربوط به تیمار ۶۰ درصد آبیاری بود.

به‌کارگیری سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک بوته سیب‌زمینی نیز تأثیر گذاشت و بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری با میانگین ۵۰/۱ گرم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. با کاهش درصد آبیاری از ۱۰۰ به ۷۰ و ۶۰ درصد، وزن خشک اندام هوایی نیز به ترتیب با ۱۶ و ۲۵ درصد کاهش به ۴۳ و ۴۰ گرم در هر بوته کاهش یافت (جدول ۱).

سطوح مختلف کم‌آبیاری باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار روی قطر ساقه بوته سیب‌زمینی در سطح احتمال پنج درصد شدند. بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار ۸۵ درصد آبیاری به میزان ۱۴ میلی‌متر بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نداشت (جدول ۱). کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمارهای ۷۰ و ۶۰ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، اما نسبت به تیمار ۸۵ درصد آبیاری، قطر ساقه حدود ۱۴ درصد کاهش یافت.

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر کم‌آبیاری بر برخی صفات سیب‌زمینی.

تیمار	وزن تراندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	قطر ساقه (mm)	کلروفیل کل (mg/g FW)	پرولین (ug/g FW)
آبیاری ۱۰۰ ٪	a۵۱۷	a۵۰/۱	ab۱۳/۲	a۰/۴۱	b۲۲۷/۵
آبیاری ۸۵٪	b۴۸۲	ab۴۵/۵	a۱۴	a۰/۴۰	b۲۳۰/۴
آبیاری ۷۰٪	c۳۴۷	b۴۳	bc۱۲/۳	a۰/۳۹	b۲۴۶/۹
آبیاری ۶۰٪	d۲۹۰	b۳۹/۸	c۱۲	b۰/۲۵	a۳۴۶/۶

حروف مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است.

اثر تیمارهای کم‌آبیاری بر میزان کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ به‌طوری‌که با کاهش مقدار آب آبیاری، میزان کلروفیل کل از ۰/۴۱ میلی‌گرم بر گرم در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد به ۰/۲۵ میلی‌گرم بر گرم در سطح آبیاری ۶۰ درصد کاهش یافت. این نتایج نشان می‌دهد میزان آبیاری سیب‌زمینی می‌تواند تا ۳۰ درصد کاهش یابد، بدون اینکه تغییری در میزان کلروفیل کل مشاهده گردد (جدول ۱). پژوهش‌های Farooq et al. (2008) نشان دادند که تنش اسمزی مقدار کلروفیل گیاهان را کاهش می‌دهد و کاهش مقدار کلروفیل می‌تواند به علت افزایش تجزیه کلروفیل یا کاهش ساخت آن باشد. تنش خشکی باعث تخریب و تجزیه مولکول‌های کلروفیل و در نتیجه کاهش فتوسنتز در گیاهان می‌شود (Nikbakht et al. 2023).

بیشترین میزان سطح پرولین در تیمار ۶۰ درصد آبیاری، به میزان ۳۴۶ میکروگرم بر گرم و کمترین میزان در تیمارهای ۱۰۰ و ۸۵ درصد آبیاری، به‌ترتیب به میزان ۲۲۷ و ۲۳۰ میکروگرم بر گرم مشاهده شد (جدول ۱). در واقع، کم‌آبیاری موجب افزایش معنی‌دار این صفت در سطح احتمال یک درصد گردید. از آنجا که اسیدآمینه پرولین به‌عنوان رایج‌ترین و گسترده‌ترین اسمولیت در بسیاری از گیاهان، تنظیم اسمزی، نگهداری آب و حفظ تورژسانس سلول‌ها را در زمان بروز تنش خشکی بر عهده دارد، در این آزمایش اثر خود را نشان داد و به‌واسطه اعمال تنش، میزان آن در بافت‌های برگ افزایش یافت(Miller et al. 2005).

حداکثر و حداقل عملکرد سیب‌زمینی برابر با ۱۰۰۹ و ۸۴۶ گرم به‌ازای هر بوته و به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد و ۶۰ درصد آبیاری بوده است. نتایج نشان داده است با افزایش میزان آب آبیاری تا آبیاری کامل، عملکرد غده افزایش یافت، ولی این افزایش تفاوت معنی‌دار با سایر سطوح آبیاری نداشته است (جدول ۲). نتایج تحقیقات Attaher et al. (2002) به مدت دو سال زراعی برای ارزیابی سه سطح نیاز آبی سیب‌زمینی (۷۵، ۱۰۰، ۱۲۰ درصد) نشان داد که سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کل ندارد..

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر کم‌آبیاری بر برخی صفات سیب‌زمینی.

تیمار	عملکرد هر بوته(g)	درصد وزنی غده های غیر قابل استفاده	کارایی مصرف آب (kg/m^3)

آبیاری ۱۰۰ ٪	[a]۱۰۰۹	[c]۵/۸۷	[a]۴/۵۰
آبیاری ۸۵٪	[ab]۹۳۰	[c]۵/۸۹	[a]۴/۲۱
آبیاری ۷۰٪	[b]۸۸۴/۶۷	[b]۷/۵۲	[a]۴/۶۶
آبیاری ۶۰٪	[b]۸۴۶/۳۶	[a]۱۰/۳۹	[a]۵/۰۷

حروف مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است.

بیشترین درصد وزنی غده غیرقابل‌فروش در تیمار ۶۰ درصد آبیاری، به میزان ۱۰/۳۹ درصد به‌دست آمد. در دو تیمار ۱۰۰ و ۸۵ درصد آبیاری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و به‌ترتیب با ۵/۸۷ و ۵/۸۹ کمترین مقدار درصد وزنی غده‌های غیرقابل‌فروش را داشتند (جدول ۲).

کارآیی مصرف آب به‌عنوان یک شاخص مهم در شناسایی عملکرد گیاه در مقابل آب مصرفی می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای آبیاری اعمال‌شده بر کارایی مصرف آب معنی‌دار نشده‌اند. بالاترین عدد به‌دست‌آمده در تیمار ۶۰ درصد آبیاری، ۵/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است که با سایر سطوح آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشتند. تیمار ۷۰ درصد آبیاری ۴/۶۶ و پس از آن تیمارهای ۱۰۰ و ۸۵ درصد آبیاری با ۴/۵۰ و ۴/۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب قرار داشتند (جدول ۲). ابراهیمی‌پاک و پذیرا (۱۳۸۷) در پژوهشی تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی را مورد ارزیابی قرار دادند و نشان دادند بیشترین کارایی مصرف آب در دوره رشد دوم در تیمار آبیاری با ۵۵ درصد تبخیر–تعرق و در دوره سوم رشد در تیمار آبیاری با ۳۰ درصد تبخیر–تعرق به‌دست آمده است.

نتیجه‌گیری

در نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که کم‌آبیاری تا حد ۷۰ درصد در سیب‌زمینی رقم آگریا می‌تواند با کاهش ۱۳ درصدی عملکرد در واحد سطح، موجب ذخیره ۳۰ درصدی آب مصرفی و افزایش سطح زیر کشت تا ۱۳۰ درصد گردد. کم‌آبیاری تا حد ۶۰ درصد هم باعث کاهش ۱۵ درصدی عملکرد شد و هم درصد غده‌های غیرقابل‌فروش را نسبت به شاهد افزایش داد..

منابع

ابراهیمی‌پاک، ن.ع. و پذیرا، ا. ۱۳۸۷. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۹(۴): ۱۷–۳۰.

افشار، ع.، حقیقت‌جو، پ.، کاراندیش، ف.، محمدرضاپور، ا.ا. و کوهستانی، ش. ۱۳۹۸. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب چند محصول عمده در جیرفت. تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۵۱(۸): ۲۱۳۷–۲۱۴۸.

حمزه‌ای، ج.، رحیم‌زاده خویی، ف.، قاسمی، ک. و مقدم، م. ۱۳۸۴. واکنش سه رقم سیب‌زمینی به مقادیر مختلف آب آبیاری. مجله دانش کشاورزی، ۱۵(۲): ۶۵–۷۵.

خورشیدی بنام، م.ب.، رحیم‌زاده خویی، ف.، میرهادی، م.ج. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۵. تأثیر تنش خشکی بر وزن خشک ریشه سه رقم سیب‌زمینی. مجله دانش نوین کشاورزی، ۳(۵): ۳۹–۵۰.

سلطانی‌تمجید، ا.، فتحی، پ. و حسین‌پناهی، ف. ۱۳۹۴. اثر مقدار آب آبیاری و خاکپوش پلاستیک و کاه و کلش گندم بر عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی تحت آبیاری قطره‌ای–نواری در دشت دهگلان. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۹(۳): ۳۴۱–۳۵۱.

وزیری، ژ. ۱۳۸۷. تبخیر–تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان). کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

Attaher, S.M., Medany, M.A., Abdel Aziz, A.A. and Mostafa, M.M. 2002. Energy requirements and yield of drip irrigated potato. In: International Symposium on The Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture, 608(25): 191–198.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Cheema, Z.A., Cheema, M.A. and Khaliq, A. 2008. Physiological role of exogenously applied glycinebetaine to improve drought tolerance in fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 194(5): 325–333.

Miller, G., Stein, H., Honig, A., Kapulnik, Y. and Zilberstein, A. 2005. Responsive modes of *Medicago sativa* proline dehydrogenase genes during salt stress and recovery dictate free proline accumulation. Planta, 222(5): 70–79.

Nikbakht, J., Parvizi, A. and Barzegar, T. 2023. Effect of biochar application on lettuce yield and water productivity in deficit irrigation conditions. Water and Irrigation Management, 12(4): 859–871.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Deficit Irrigation on the Growth, Yield and Water Use Efficiency of Agria Potato

Rahim Barzegar[1*], Setareh Hashemi Chaleshtori1 and Mehdi Ghobadinia2
1. Department of Horticultural Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Department of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
Corresponding author: Barzegar@sku.ac.ir

Abstract

Potato is one of the most important field crops in Iran. Due to drought and water limitations in the country, water consumption management in agriculture is essential. To investigate the effect of deficit irrigation on the growth indices and yield of potato, an experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the research farm of the Faculty of Agriculture, Shahrekord University. For this purpose, different irrigation levels, including 100%, 85%, 70%, and 60% of water holding capacity, were considered as experimental treatments. Indices such as shoot fresh and dry weight, stem diameter, chlorophyll content, proline concentration, tuber yield, and water use efficiency were evaluated. Reducing the amount of irrigation water led to a decrease in shoot fresh and dry weight and stem diameter. Chlorophyll content in the 60% irrigation treatment was significantly lower than that in the control treatment. The highest yield per unit area was observed for the 85% and 100% irrigation treatments, with no significant difference between them. However, in the 70% and 60% irrigation treatments, tuber yield decreased by 13% and 15%, respectively, compared to the 100% irrigation treatment. In the 60% irrigation treatment, the percentage of unmarketable tubers was approximately 10%. Based on the results of this experiment, in the Shahrekord region, although deficit irrigation up to 70% caused a significant reduction in yield per plant, applying deficit irrigation, saving water consumption, and increasing the cultivated area with the same volume of water can lead to a higher overall yield.

Keywords: Chlorophyll content, Deficit irrigation, Deformed tubers, Proline.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر قارچ اندوفیت *Serendipita indica* بر سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت تنش سرما

علیرضا پویش[1] و فرشاد دشتی[*1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *fdashti@basu.ac.ir*

چکیده

تنش سرما یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی برای گیاهان محسوب می‌شود. در میان سبزی‌های برگی، ریحان(*Ocimum basilicum*) گیاهی حساس به سرما محسوب می‌شود. استفاده از قارچ *Serendipita indica*، نقش مهمی در کاهش اثرات تنش‌های غیرزیستی و افزایش تحمل گیاهان دارد. این پژوهش به بررسی اثر قارچ *S. indica* بر تحمل به سرمای گیاه ریحان از طریق تأثیر بر سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌پردازد. این مطالعه به‌صورت آزمایش فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تأثیر قارچ اندوفیت *S. indica* (تلقیح‌یافته و عدم تلقیح) و تنش سرمایی (اعمال تنش سرما با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت و عدم تنش سرما در مرحله ۴ تا ۶ برگی) بر میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در گیاه ریحان بررسی شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گیاهان تلقیح‌شده با قارچ در شرایط سرما و بدون سرما، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح‌نشده داشتند. بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در شرایط تنش سرمایی و تلقیح‌شده با قارچ و کمترین فعالیت در گیاهان شاهد بدون تنش و تلقیح‌نشده با قارچ مشاهده شد. تلقیح قارچ در تنش سرما باعث ۷۲/۲۳ درصد، ۵۸/۸۵ درصد، ۱۱۱/۶۴ درصد و ۴۷/۷۶ درصد افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز نسبت به شرایط شاهد گردید. این نتایج نشان‌دهنده توانایی قارچ *S. indica* در تقویت مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان است که می‌تواند به‌عنوان راهکاری کارآمد برای بهبود تحمل گیاهان در شرایط تنش سرمایی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش‌های غیرزیستی، حساس به سرما، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز.

مقدمه

در جنس *Ocimum* حدود ۱۵۰ گونه علفی و بوته‌ای وجود دارد که ریحان معمولی(*O. basilicum*) به‌عنوان مهم‌ترین گونه اقتصادی آن شناخته می‌شود (Purushothaman et al., 2018). ریحان گیاهی حساس به دمای پایین (کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و تنش سرماست که می‌تواند باعث کاهش عملکرد و زیان اقتصادی شود. بنابراین، شناخت مکانیسم‌های مقاومت به سرما به‌منظور بهبود تحمل به دمای پایین در ریحان ضروری به نظر می‌رسد (Jakovljević et al., 2021).

یکی از راه‌های تعدیل‌کننده تنش‌های زیست‌محیطی، استفاده از اندوفیت‌های تقویت‌کننده گیاه است. *Serendipita indica* (Ikram et al., 2020) به‌عنوان یک قارچ اندوفیت شبه‌میکوریزی، دارای دامنه میزبانی وسیعی است که با کلنیزاسیون ریشه طیف وسیعی از گیاهان تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای، سبب تحریک رشد در میزبان‌های خود می‌شود. این قارچ جذب مواد مغذی را افزایش می‌دهد و در نتیجه رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Hassani et al., 2019).

علاوه بر اینکه اندوفیت‌ها محرک رشد در گیاه هستند، نقش مهمی در کاهش تنش غیرزیستی در گیاهان دارند و تحمل میزبان به تنش‌ها، از جمله سرما، را افزایش می‌دهند. مکانیسم احتمالی تحمل تنش‌های غیرزیستی و زیستی در گیاهان ایجادشده توسط قارچ‌های اندوفیتی، شامل تنظیم هورمون‌های گیاهی، تجمع اسمولیت‌های مختلف و تأثیر بر سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی است (Lu et al., 2021). اهمیت برقراری ارتباط همزیستی قارچ *S. indica* با گیاهان مختلف در افزایش تحمل آن‌ها به تنش سرما توسط محققین مختلف گزارش شده است. فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از قبیل پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در گیاه پیرولا در شرایط تنش سرما همراه با تلقیح قارچ اندوفیت افزایش یافتند. این نتایج نشان داد که قارچ‌های اندوفیت نقش حیاتی در رشد پیرولا ایفا می‌کنند و موجب زنده ماندن آن در معرض دمای پایین می‌شوند (Li et al., 2021). در پژوهشی، اثر قارچ اندوفیت *S. indica* در القای تحمل به تنش سرما در گیاه لوبیا سبز موفق بوده و باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در گیاهان تحت تنش سرما

شده است. بنابراین، با توجه به تأثیر همزیستی قارچ *S. indica* با گیاهان مختلف در افزایش تحمل گیاه به تنش‌های غیرزیستی، در این پژوهش تحمل تنش سرمایی تحت تأثیر این قارچ با تأکید بر بررسی سیستم آنتی‌اکسیدانی در گیاه ریحان مطالعه شد (Alizadeh Frutan et al., 2016).

مواد و روش‌ها

شرایط کشت و تیماردهی

این پژوهش با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه و سردخانه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی در این پژوهش شامل دو سطح قارچ اندوفیت *S. indica* (تلقیح‌یافته و عدم تلقیح) و تنش سرمایی (تنش سرما و عدم تنش سرما) بودند.

نحوه تلقیح بذرها با قارچ *S. indica* به این صورت انجام شد که بذرها پس از ضدعفونی با محلول یک درصد هیپوکلریت سدیم به مدت پنج دقیقه و سه بار شست‌وشو با آب مقطر، در سوسپانسیون قارچ متشکل از هیف و اسپور به مدت سه ساعت قرار گرفته و سپس در سینی کاشت، کشت شدند. پس از جوانه‌زنی و تبدیل شدن به گیاهچه، آن‌ها را به گلدان‌هایی انتقال داده و به‌ازای هر گیاهچه، ۱۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون قارچ در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک در منطقه ریشه به خاک تزریق شد. جهت تیماردهی تنش سرما، گیاهان در مرحله ۴ تا ۶ برگی به سردخانه منتقل شده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت مورد تنش سرمایی قرار گرفتند.

جهت نمونه‌برداری و اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد مطالعه، پس از اتمام تیمار تنش سرما و بازگرداندن نمونه‌ها از سردخانه به گلخانه، علائم ظاهری سرمازدگی بعد از ۲۴ ساعت مورد بررسی قرار گرفت و در پی آن نمونه‌برداری از برگ‌های جوان صورت پذیرفت.

سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

برای تهیه بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار با PH=7 ، ۸۱/۶ گرم KH_2PO_4 و ۹۰/۸ گرم $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ به ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد (Aebi, 1984).بافت‌های تازه برگ (۵۰۰ میلی‌گرم) در ۲ میلی‌لیتر محلول بافر استخراج همگن‌سازی شدند. سپس، لوله حاوی مخلوط در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. ماده رویی جدا شده و برای ارزیابی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان استفاده شدند. فعالیت کاتالاز با روش Aebi (1984) ، فعالیت آسکوربات پراکسیداز با استفاده از نسخه اصلاح‌شده روش Nakano and Asada (1987) ، فعالیت گایاکول پراکسیداز و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از روش‌های اندازه‌گیری شدند (Sahoo et al., 2007; Giannopolitis and Ries, 1977). تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

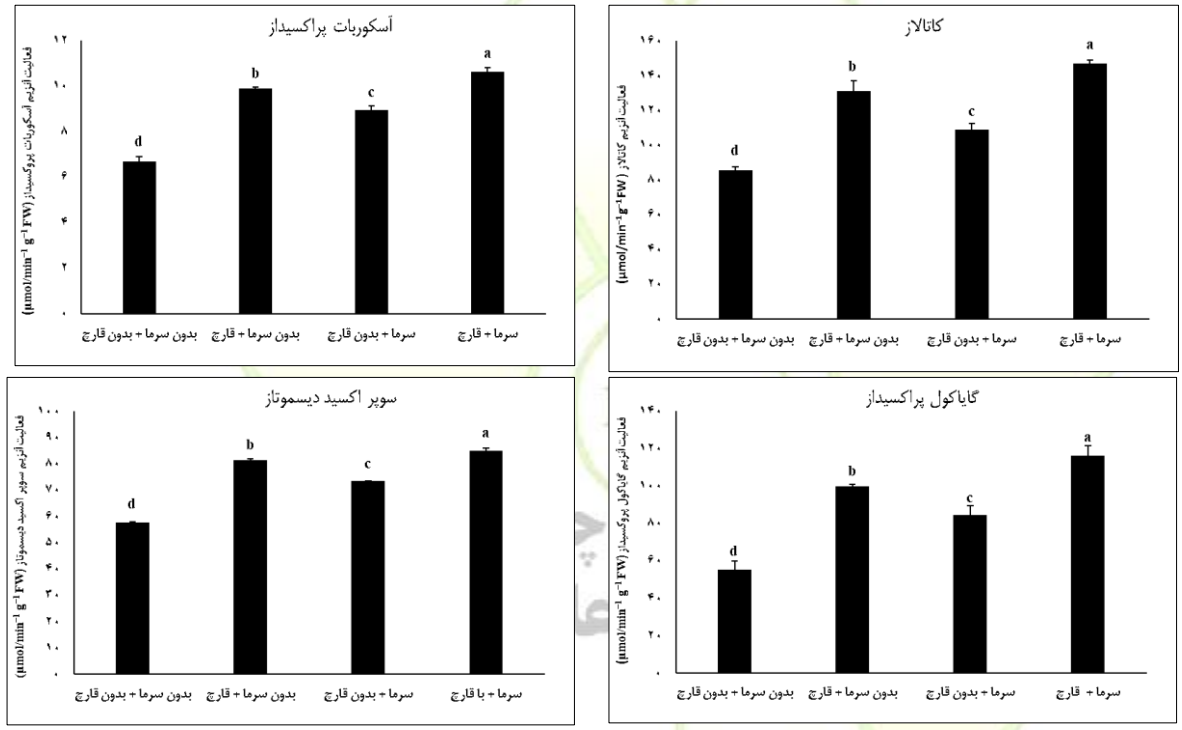
اثر تنش سرما و قارچ بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل این دو فاکتور بر فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز غیرمعنی‌دار شد. فعالیت هر چهار آنزیم آنتی‌اکسیدانی در گیاهان تلقیح‌شده با قارچ در مقایسه با گیاهان تلقیح‌نشده با قارچ، در هر دو شرایط سرما و بدون سرما افزایش پیدا کرد. علاوه بر این، گیاهان تلقیح‌شده با قارچ تحت تنش سرما دارای بیشترین فعالیت آنزیم‌ها (کاتالاز: ۱۴۶/۵۷، آسکوربات پراکسیداز: ۱۰/۵۸، گایاکول پراکسیداز: ۱۱۵/۹۷، سوپراکسید دیسموتاز: ۸۴/۶۲) و گیاهان تلقیح‌نشده با قارچ در شرایط بدون تنش سرما (شاهد) دارای کمترین فعالیت آنزیم‌ها (کاتالاز: ۸۵/۱۱، آسکوربات پراکسیداز: ۶/۶۶، گایاکول پراکسیداز: ۷۹/۷۴، سوپراکسید دیسموتاز: ۵۷/۲۶) بودند (شکل ۱). تلقیح قارچ در شرایط تنش سرمایی باعث ۷۲/۲۳ درصد، ۵۸/۸۵ درصد، ۱۱۱/۶۴ درصد و ۴۷/۷۶ درصد افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز نسبت به شرایط شاهد گردید.

دماهای پایین معمولاً سطح گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را در گیاهان افزایش می‌دهند که منجر به آسیب اکسیداتیو می‌شود. با این حال، گیاهان یک سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی کارآمد را برای کاهش سطوح ROS تکامل داده‌اند (Shen and Chen, 2023).

در این پژوهش، استفاده از قارچ *S. indica* به‌طور چشمگیری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در دماهای پایین افزایش داد، که نشان می‌دهد گیاهان تلقیح‌شده احتمالاً در مقایسه با گیاهان بدون تلقیح، در دماهای پایین سطح کمتری از گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) داشتند.

S. indica چرخه آسکوربات–گلوتاتیون و همچنین بیان ژن‌های کدکننده آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را فعال می‌کند، در نتیجه به میزبان اجازه می‌دهد تا سطح پایینی از آسیب اکسیداتیو را تحت تنش غیرزیستی حفظ کند (Shen and Chen, 2023). در راستای این مطالعه و مطابقت با نتایج آن، تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که کلونیزاسیون *S. indica* فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از قبیل کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز را در گیاهان میزبان افزایش می‌دهد (Wang et al., 2023). تحت تنش خشکی، تلقیح *S. indica* فعالیت کاتالاز را در سیب‌زمینی شیرین افزایش داد (Li et al., 2021). از سوی دیگر، تلقیح *S. indica* فعالیت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز را در ذرت تحت تنش خشکی کاهش داد (Hosseini et al., 2018). این یافته‌ها نشان داد که تأثیر *S. indica* بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی متغیر است. در مطالعات آینده، باید بررسی شود که چگونه *S. indica* مسیر سیگنالینگ سیستم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در گیاهان میزبان تحت تنش فعال می‌کند.

نتایج این مطالعه حاکی از آن است که قارچ *S. indica* می‌تواند مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان را تقویت کند و به‌عنوان روشی مؤثر برای افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش سرمایی به کار رود. بااین‌حال، داده‌های این پژوهش و ویژگی‌های بررسی‌شده برای تأیید این ادعا کافی نیستند. برای رسیدن به نتیجه‌گیری دقیق‌تر، لازم است پارامترهای رشد، نشانه‌های سرمازدگی و معیارهای مرتبط مانند میزان تولید رادیکال‌های پراکسید هیدروژن، نشت الکترولیت‌ها، تجمع مالون‌دی‌آلدئید و سطح اسمولیت‌های سازگار مانند پرولین نیز اندازه‌گیری شوند. این یافته‌ها نویدبخش کاربردهای عملی در کشاورزی پایدار و افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی است.



شکل ۱– مقایسه میانگین‌های اثر قارچ و تنش سرما بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز.

منابع

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. In: Methods in Enzymology, 105: 121–126. Academic Press.

Alizadeh Frutan, M., Pirdashti, H., Yaghoubian, Y. and Babaeizad, V. 2016. Effect of paclobutrazol and *Piriformospora indica* inoculation on antioxidant enzymes activity and morphological characteristics of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in chilling stress. Journal of Plant Process and Function, 5(15): 133–146.

Giannopolitis, C.N. and Ries, S.K. 1977. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. Plant Physiology, 59(2): 309–314.

Hassani, D., Khalid, M., Huang, D. and Zhang, Y.D. 2019. Morphophysiological and molecular evidence supporting the augmentative role of *Piriformospora indica* in mitigation of salinity in *Cucumis melo* L. Acta Biochimica et Biophysica Sinica, 51(3): 301–312.

Hosseini, F., Mosaddeghi, M.R., Dexter, A.R. and Sepehri, M. 2018. Maize water status and physiological traits as affected by root endophytic fungus *Piriformospora indica* under combined drought and mechanical stresses. Planta, 247: 1229–1245.

Ikram, M., Ali, N., Jan, G., Jan, F.G. and Khan, N. 2020. Endophytic fungal diversity and their interaction with plants for agriculture sustainability under stressful condition. Recent Patents on Food, Nutrition and Agriculture, 11(2): 115–123.

Jakovljević, D., Momčilović, J., Bojović, B. and Stanković, M. 2021. The short-term metabolic modulation of basil (*Ocimum basilicum* L. cv. 'Genovese') after exposure to cold or heat. Plants, 10(3): 590.

Li, A.Y., Wen, Y.W., Liu, D. and Wang, L.J. 2021. Effect of endophytic fungus on *Pyrola calliantha* H. Andr responsed to cold stress. Journal of Northeast Agricultural University (English Edition), 1: 40–49.

Li, Q., Kuo, Y.W., Lin, K.H., Huang, W., Deng, C., Yeh, K.W. and Chen, S.P. 2021. *Piriformospora indica* colonization increases the growth, development, and herbivory resistance of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). Plant Cell Reports, 40(2): 339–350.

Lu, H., Wei, T., Lou, H., Shu, X. and Chen, Q. 2021. A critical review on communication mechanism within plant-endophytic fungi interactions to cope with biotic and abiotic stresses. Journal of Fungi, 7(9): 719.

Nakano, Y. and Asada, K. 1987. Purification of ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts; its inactivation in ascorbate-depleted medium and reactivation by monodehydroascorbate radical. Plant and Cell Physiology, 28(1): 131–140.

Purushothaman, B., Srinivasan, R.P., Purushothaman Suganthi, P.S., Balu Ranganathan, B.R., Jolius Gimbun, J.G. and Kumaran Shanmugam, K.S. 2018. A comprehensive review on *Ocimum basilicum*. Journal of Natural Remedies, 8(3): 71–85.

Sahoo, M.R., DasGupta, M., Kole, P.C., Bhat, J.S. and Mukherjee, A. 2007. Antioxidative enzymes and isozymes analysis of taro genotypes and their implications in *Phytophthora* blight disease resistance. Mycopathologia, 163: 241–248.

Shen, J. and Chen, Y. 2023. *Serendipita indica*: A biostimulant enhancing low-temperature tolerance and active constituent levels in *Polygonum cuspidatum*. Agriculture, 14(1): 7.

Wang, Y., Cao, J.L., Hashem, A., Abd_Allah, E.F. and Wu, Q.S. 2023. *Serendipita indica* mitigates drought-triggered oxidative burst in trifoliate orange by stimulating antioxidant defense systems. Frontiers in Plant Science, 14: 1247342.

The Effect of Endophytic Fungus *Serendipita indica* on Enhancing the Antioxidant System of Basil (*Ocimum basilicum*) under Cold Stress

Alireza Pouyesh[1] and Farshad Dashti[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
**Corresponding author: fdashti@basu.ac.ir*

Abstract

Cold stress is one of the most significant abiotic stresses affecting plants. Among leafy vegetables, basil (*Ocimum basilicum*) is considered highly cold-sensitive. The fungus *Serendipita indica* plays a critical role in mitigating the effects of abiotic stress and enhancing plant tolerance. This study investigates the effect of *S. indica* on basil's cold tolerance by influencing its antioxidant system. The experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with three replications. The effects of the endophytic fungus *S. indica* (inoculated and non-inoculated) and cold stress (Applying cold stress at 4°C for 24 hours and no cold stress at the 4 to 6 leaf stage) on catalase, ascorbate peroxidase, guaiacol peroxidase, and superoxide dismutase activities in basil plants were evaluated. Mean comparisons revealed that inoculated plants exhibited higher antioxidant enzyme activities under both cold and non-cold conditions compared to non-inoculated plants. The highest enzyme activities were observed in inoculated plants under cold stress, while the lowest activities were found in control plants under no stress and without fungal inoculation. Under cold stress, fungal inoculation resulted in significant increases of 72.23%, 58.85%, 111.64%, and 47.76% in the activities of catalase, ascorbate peroxidase, guaiacol peroxidase, and superoxide dismutase, respectively, compared to control conditions. These findings demonstrate the capability of *S. indica* to enhance basil's antioxidant mechanisms, making it a promising solution for improving plant tolerance under cold stress conditions.

Keywords: Abiotic stresses, Catalase, Cold-sensitive, Superoxide dismutase

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول‌پاشی متانول در سطوح مختلف رطوبت خاک بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

ریحانه نیابتی[۱]، محمد مقدم[۱*] و میترا خسروجردی[۱]

۱ -گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *m.moghadam@um.ac.ir*

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول در سطوح مختلف رطوبت خاک بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی همیشه‌بهار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمار اول رطوبت خاک در ۳ سطح (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و تیمار دوم محلول‌پاشی متانول در ۵ سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی) بود. طبق نتایج به‌دست‌آمده، سطوح رطوبتی ۲۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی سبب کاهش شاخص‌های رشدی در گیاه همیشه‌بهار گردید. همچنین محتوای کلروفیل تحت تأثیر کاهش سطح رطوبتی خاک از ۱۰۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی افزایش نشان داد، اما در سطح رطوبتی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به دلیل شدت تنش، مجدداً کاهش یافت. با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده از متانول از طریق افزایش تثبیت دی‌اکسیدکربن قادر است اثرات مثبتی بر خصوصیات رشدی و عملکردی گیاه همیشه‌بهار در شرایط تنش و غیرتنش رطوبتی داشته باشد. بنابراین می‌توان متانول را به‌عنوان یک ترکیب طبیعی مفید برای رشد همیشه‌بهار معرفی نمود. از میان سطوح مصرفی متانول، غلظت ۳۰ درصد حجمی بیشترین اثر را بر کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده نشان داد.

واژه‌های کلیدی: فتوسنتز، محتوای کلروفیل، تنش خشکی، وزن تر و خشک برگ.

مقدمه

تقریباً نیمی از زمین‌های کشاورزی جهان با تنش خشکی روبه‌رو هستند که ۴۰ درصد جمعیت جهان در این مناطق کم‌آب زندگی می‌کنند. تنش خشکی موجب به‌وجود آمدن اختلال در ساختارهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان، ایجاد رادیکال‌های آزاد و در نتیجه سبب تولید اثرات سمی و صدمه به ساختارهای درون‌سلولی می‌شود (امیری‌کیا و جمشیدی، ۱۴۰۱). رشد رویشی در گیاهان تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد که مهم‌ترین آن‌ها، میزان آب در دسترس می‌باشد. یکی از نشانه‌های کمبود آب، کاهش آماس و در نتیجه کاهش تقسیم و توسعه سلولی، به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست که در برگ گیاهان سبب کوچک شدن برگ‌ها و در نتیجه افت سطح برگ می‌گردد که در نهایت منجر به کاهش فتوسنتز در گیاه می‌شود (امیری‌کیا و جمشیدی، ۱۴۰۱). در تنش خشکی فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم دچار اختلال می‌شود، در واقع با تأثیر روی میزان فتوسنتز گیاه و کاهش رنگیزه‌ها باعث کاهش عملکرد می‌گردد. کاهش میزان کلروفیل و کاروتنوئیدها به‌عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی مهم در مقابله با تنش اکسیداتیو، می‌تواند نشان‌دهنده تخریب بیشتر این دسته از رنگیزه‌های گیاهی در شدت‌های بالای تنش اکسیداتیو باشد. از طرفی فعالیت‌های فتواکسیداتیو درون کلروپلاست در شدت بالای تنش خشکی می‌تواند سبب صدمه به غشاهای کلروپلاست و در نهایت تخریب رنگیزه‌های موجود بر روی این غشاها گردد (امیری‌کیا و جمشیدی، ۱۴۰۱). ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی روی گیاه همیشه‌بهار بیان کردند که با افزایش میزان تنش خشکی میزان کلروفیل a و b افزایش یافت. کاربرد برخی از ترکیبات خارجی روی گیاهان تحت تنش خشکی، نظیر اسمولیت‌های آلی، مواد معدنی و الکل‌ها سبب می‌شود تا گیاهان تا حد زیادی توانایی رویارویی با اثرات منفی حاصل از تنش را پیدا کنند (فتحی و همکاران، ۱۴۰۱). با وجود تحقیقات زیادی که درباره تنش‌های محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی صورت گرفته است، شناخت و دانش لازم در مورد واکنش گیاهان دارویی به این تنش‌ها بسیار کم است. بنابراین پیدا کردن روشی جدید و سازگار به‌منظور کاهش میزان اثرات تنش کم‌آبی بر گیاهان و افزایش حداکثری کارکرد کمی و کیفی گیاهان از ملزومات تحقیق در علم کشاورزی است (خلیل‌زاده و همکاران، ۲۰۲۰). متانول، یکی از ساده‌ترین فرآورده‌های گیاهی می‌باشد که در بیشتر گیاهان، به‌خصوص در مراحل اولیه توسعه برگ‌ها، در اثر دمتیلاسیون پکتین، تولید و از طریق روزنه‌های برگ به محیط اطراف گیاه انتشار می‌یابد. متانول به‌صورت فرمالدهید و CO_2 در گیاه اکسید شده و به‌صورت اسیدهای آمینه

(سرین و متیونین) و کربوهیدرات‌ها در بافت‌های مختلف گیاهان C3 سنتز می‌گردد و سبب افزایش راندمان، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی گیاهان می‌شود. متانول با افزایش CO_2 در درون گیاه و افزایش عملکرد فتوسنتزی، مقداری از تلفات کربن تثبیت‌شده توسط فتوسنتز را جبران می‌نماید (رمرودی و همکاران، ۱۳۹۵). به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول در وضعیت تنش کم‌آبی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه بادرشبو، تحقیقی انجام گرفت و مشاهده شد که محلول‌پاشی متانول سبب افزایش صفات مورد بررسی نسبت به شاهد گردید (رمرودی و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی اثر محلول‌پاشی الکل‌ها بر راندمان تولید و عملکرد گیاهان، به‌خصوص گیاهان دارویی، با توجه به اهمیت افزایش راندمان تولید و عملکرد و ماده مؤثره در این گیاهان و همچنین اهمیت عدم کاربرد نهاده‌های مخرب، جایگاه مهمی در مطالعات کشاورزی پایدار دارد (یزدی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴).

همیشه‌بهار(*Calendula officinalis* L.)، گیاهی بوته‌ای متعلق به تیرهAsteraceae ، یک گیاه دارویی و زینتی بوده و یکی از مقاصد کشت آن، تهیه دارو و استحصال مواد مؤثره از گلبرگ‌های این گیاه می‌باشد. از مواد مؤثره ارزشمند در این گیاه می‌توان از فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، کاروتنوئیدها و همچنین اسانس‌های ترپنی نام برد (امیدبیگی، ۱۳۹۰).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول در سطوح مختلف رطوبت خاک بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی همیشه‌بهار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمار اول رطوبت خاک در ۳ سطح (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و تیمار دوم محلول‌پاشی متانول در ۵ سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی) بود. محلول‌پاشی متانول بر روی اندام هوایی گیاه همیشه‌بهار ۳ بار انجام شد. آبیاری روزانه گلدان‌ها در روزهای اول پس از کاشت نشاء، به‌منظور تثبیت گیاه در خاک هر روز صورت گرفت و تا زمان استقرار مناسب بوته‌های مورد نظر ادامه یافت. قبل از اعمال سطوح مختلف رطوبت خاک، ظرفیت زراعی خاک تعیین گردید. در مدت انجام آزمایش، رطوبت خاک به‌صورت روزانه با دستگاه رطوبت‌سنج اندازه‌گیری و در هر نوبت آبیاری، میزان آب مورد نظر با هدف جایگزین نمودن کمبود رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی مدنظر محاسبه و اعمال شد. صفات مورفولوژیکی شامل وزن تر و خشک برگ و ساقه و تعداد برگ مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی از روش لیختنتالر (۱۹۷۸) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab 18 انجام شد. مقایسه میانگین صفات از طریق آزمون چنددامنه‌ای Bonferroni در سطح احتمال پنج درصد تعیین گردید.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج آنالیز واریانس داده‌ها مشخص گردید که اثرات متقابل تیمارهای مورد استفاده در کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. بیشترین وزن تر ساقه (۷ گرم در گیاه) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول بود که وزن تر ساقه در این گیاهان نسبت به تیمار شاهد ۱۰ درصد افزایش یافت. بیشترین وزن خشک ساقه (۶/۵ گرم در گیاه) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول در سطح ۳۰ درصد حجمی بود که وزن خشک ساقه در این گیاهان نسبت به تیمار شاهد ۱۰ درصد افزایش یافت. بیشترین مقدار وزن تر برگ (۸/۳ گرم در بوته) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول در سطح ۳۰ درصد حجمی بود. به‌طوری که میزان وزن تر برگ در این گیاهان نسبت به تیمار شاهد ۱۸ درصد افزایش یافت. بیشترین مقدار وزن خشک برگ (۳/۳ گرم در بوته) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول در سطح ۳۰ درصد حجمی بود. به‌طوری که میزان وزن خشک برگ در این گیاهان نسبت به تیمار شاهد ۶۰ درصد افزایش یافت. بیشترین تعداد برگ (۳۲ عدد) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول در سطح ۳۰ درصد حجمی مشاهده شد. به‌طوری‌که، تعداد برگ در این گیاهان نسبت به تیمار شاهد ۳۳ درصد افزایش داشت (جدول ۱).

کاهش خصوصیات رشدی و عملکرد گل همیشه‌بهار در تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) به جایگیری گیاه در برابر سطوح زیان‌بار کمبود آب نسبت داده‌اند که قادر است باعث کم شدن فشار تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول‌ها، به‌ویژه در

ساقه و برگ گردد (امیری‌کیا، ۲۰۱۸). در بررسی اثر متقابل محلول‌پاشی متانول و تنش خشکی بر گیاه گشنیز مشاهده شد که متانول می‌تواند سبب تخفیف اثرات منفی تنش خشکی و بهبود خصوصیات رشدی گیاه شود (بندانی‌ترشکی و همکاران، ۱۴۰۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی متانول و سطوح مختلف رطوبت خاک بر برخی صفات رشدی همیشه بهار.

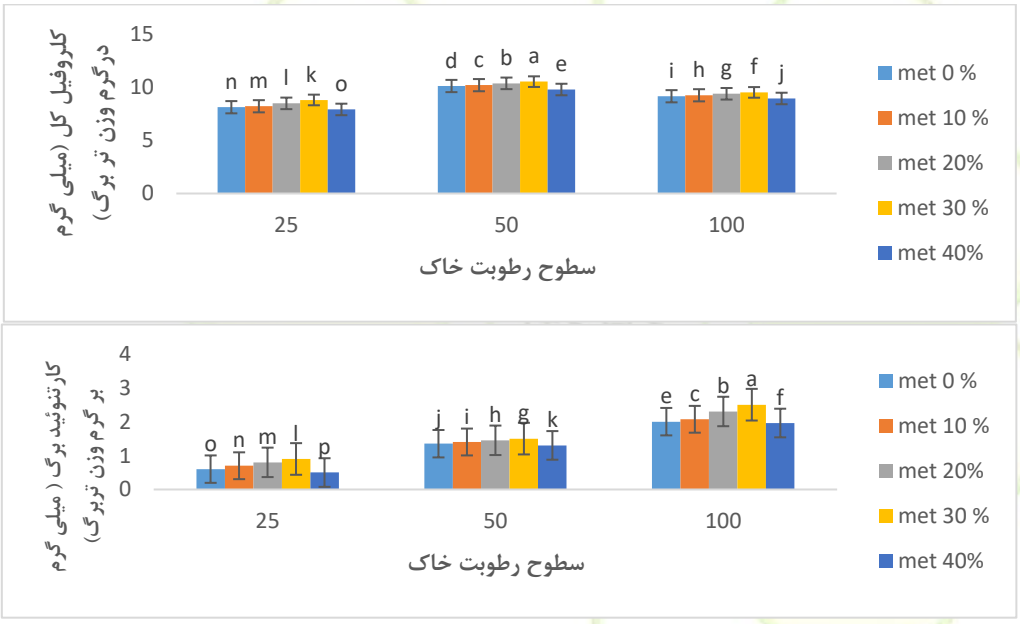
سطوح رطوبت خاک (% FC)	متانول (%v/v)	وزن تر ساقه (g/plant)	وزن خشک ساقه (g//plant)	وزن تر برگ (g//plant)	وزن خشک برگ (g//plant)	تعداد برگ
۲۵	۰	۱/۹۲^{k}	۱/۴۳^{j}	۲/۱۵^{k}	۰/۲^{j}	۱۰^{kl}
	۱۰	۲/۱۹^{j}	۱/۷۰^{i}	۲/۳۲^{j}	۰/۳^{ij}	۱۰/۷۵^{jk}
	۲۰	۲/۲۲^{lj}	۱/۷۳^{i}	۲/۴۰^{i}	۰/۴۰^{hi}	۱۱/۷۵^{ij}
	۳۰	۲/۲۴^{l}	۱/۷۵^{i}	۲/۵۰^{h}	۰/۵۰^{gh}	۱۱/۹۰^{k}
	۴۰	۲/۲۶^{l}	۱/۷۶^{i}	۲/۵۳^{h}	۰/۵۳^{g}	۹/۰۵^{o}
۵۰	۰	۵/۲۰^{h}	۴/۶۹^{f}	۴^{g}	۱^{f}	۱۳/۷۵^{h}
	۱۰	۵/۳۰^{g}	۴/۷۹^{g}	۴/۶۴^{f}	۱/۶۴^{e}	۱۵^{g}
	۲۰	۵/۴۱^{f}	۴/۹۰^{f}	۴/۷۲^{e}	۱/۷۱^{e}	۱۵/۷۵^{fg}
	۳۰	۵/۴۹^{e}	۵/۰۷^{e}	۴/۹۴^{d}	۱/۹۴^{d}	۱۶/۷۵^{f}
	۴۰	۵/۴۷^{e}	۴/۷۵^{gh}	۴/۹۷^{d}	۱/۹۷^{d}	۱۲/۷۵^{hi}
۱۰۰	۰	۶/۴۱^{c}	۵/۹۲^{cd}	۷^{c}	۲^{d}	۲۴/۲۵^{d}
	۱۰	۶/۴۶^{b}	۵/۹۷^{c}	۷/۵۳^{b}	۲/۴۶^{c}	۲۶^{c}
	۲۰	۶/۵۰^{b}	۶/۰۷^{b}	۷/۵۶^{b}	۲/۵۶^{c}	۲۷/۷۵^{b}
	۳۰	۶/۹۹^{a}	۶/۴۹^{a}	۸/۳۰^{a}	۳/۳۰^{a}	۳۱/۷۵^{a}
	۴۰	۶/۳۷^{d}	۵/۸۷^{d}	۷/۵۸^{b}	۳^{b}	۲۰/۵۰^{e}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون Bonferoni در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار ۵۰٪ ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول۳۰٪ حجمی بود که نسبت به تیمار شاهد (رطوبت ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی و عدم کاربرد متانول) ۱۲٪ افزایش یافت. با کاهش سطح رطوبتی خاک از ۱۰۰ به ۵۰٪ ظرفیت زراعی، مقدار کلروفیل a به مراتب افزایش و با کاهش سطح رطوبتی خاک از ۵۰ به ۲۵٪ ظرفیت مجدد کاهش یافت. بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار ۵۰٪ ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول ۳۰٪ حجمی بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۱٪ افزایش یافت. با کاهش میزان رطوبت خاک از ۱۰۰ به ۵۰٪ ظرفیت زراعی، مقدار کلروفیل b افزایش و با کاهش میزان رطوبت خاک از ۵۰ به ۲۵٪ ظرفیت زراعی مجدد کاهش یافت. بیشترین میزان کلروفیل کل، مربوط به تیمار ۵۰٪ ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول در غلظت ۳۰٪حجمی بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۵٪ افزایش یافت (نمودار ۱ و ۲). بیشترین میزان کارتنوئید مربوط به تیمار۱۰۰٪ ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی متانول ۳۰٪ بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۵٪ افزایش یافت. الگوی تغییر غلظت کارتنوئیدها با افزایش شدت خشکی کاهشی بود، به‌طوری‌که تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بیشترین و تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی کمترین میزان این رنگیزه را نشان دادند. کلروفیل یکی از بخش‌های اصلی کلروپلاست در فرایند فتوسنتز می‌باشد و محتوای کلروفیل نسبی، رابطه مستقیم با سرعت فتوسنتز دارد. کاهش میزان کلروفیل تحت تنش خشکی به عنوان یک علامت معمول تنش اکسیداتیو مشخص شده است و سبب اکسیداسیون نوری رنگدانه‌ها و کاهش کلروفیل می‌شود. کارتنوئید مسئول دفع رادیکال‌های آزاد اکسیژن بوده و مانع پراکسیداسیون لیپید و در نتیجه کاهنده‌ی تنش اکسیداتیو می‌باشد (تاکاشی و همکاران، ۲۰۲۳).. بنابراین در تنش خشکی کاهش می‌یابد هم سو با نتایج این تحقیق، محققان بیان کردند که محلول‌پاشی متانول روی گیاهان تحت تنش خشکی باعث افزایش غلظت کلروفیل در برگ‌های آن‌ها می‌شود، در حالی که در گیاهان دارای آب کافی که با متانول تیمار شدند، مقدار کلروفیل به مقدار کمی افزایش پیدا می‌یابد (خلیل زاده و همکاران، ۲۰۲۰).



نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی متانول تحت سطوح مختلف رطوبت خاک بر میزان کلروفیل a و کلروفیل b در گیاه همیشه‌بهار.



نمودار۲- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی متانول تحت سطوح مختلف رطوبت خاک بر میزان کلروفیل کل و کارتنوئید در گیاه همیشه بهار.

منابع

ابراهیمی، م.، زمانی، غ. و علیزاده، ز. ۱۳۹۵. مطالعه اثر تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک و عملکردی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.). جلد ۳۳، شماره ۳: ۴۹۲-۵۰۸.

امیدبیگی، ر. ۱۳۹۰. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی (به‌نشر)، ۴۳۸ صفحه.

امیری‌کیا، ف. و جمشیدی، ا. ۱۴۰۱. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهان. مروری بر اثرات تنش خشکی در گیاهان و برخی راهکارهای مؤثر در مدیریت زراعی. دومین همایش بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی.

بندانی‌ترشکی، م. و فلاح، س. ۱۴۰۱. اثر محلول‌پاشی متانول بر خصوصیات رشد و ترکیبات اسانس گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در شرایط تنش خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

رمرودی، م.، چزگی، م. و گلوی، م. ۱۳۹۵. تأثیر محلول‌پاشی متانول بر ویژگی‌های کمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط کم‌آبیاری. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۸: ۱۴۹–۱۵۸.

فتحی، ا.، ملکی، ع. و ناصری. ۱۴۰۱. مروری بر اثرات تنش خشکی در گیاهان و برخی راهکارهای مؤثر در مدیریت زراعی. دومین همایش بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی.

یزدی‌فر، ش.، مرادی، پ. و یوسفی‌راد، م. ۱۳۹۴. تأثیر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گل همیشه‌بهار. دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

Khalilzadeh, R., Seyed Shari, R. and Pirzad, A. 2020. Mitigation of drought stress in pot marigold (*Calendula officinalis*) plant by foliar application of methanol. Journal of Plant Physiology and Breeding, 10(1): 71–84.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350–381.

Takahashi, Y., Noguchi, K., Ifuku, K., Sohtome, T., Nishimoto, T., Wada, S. and Suzuki, Y. 2023. Effects of drought stress on the oxidation of the reaction center chlorophyll of photosystem I and grain yield in paddy-field grown rice plants. Soil Science and Plant Nutrition, 69(4): 215–220.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Methanol Foliar Application under Different Soil Moisture Levels on Some Morphological and Physiological Parameters of the Medicinal Plant Marigold (*Calendula officinalis* L.)

Reyhane Niyabati[1], Mohammad Moghaddam[1]* and Mitra Khosrojerdi[1]
1. Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
**Corresponding Author: m.moghadam@um.ac.ir*

Abstract

To investigate the effect of methanol foliar application at different soil moisture levels on some morphological and physiological parameters of the medicinal plant Marigold, a factorial experiment based on a completely randomized design with 4 replications was conducted in the research greenhouse of Ferdowsi University of Mashhad in 2019. The first factor was soil moisture at 3 levels (25%, 50%, and 100% of field capacity), and the second factor was methanol foliar application at 5 levels (0%, 10%, 20%, 30%, and 40% v/v). According to the results, soil moisture levels of 25% and 50% of field capacity led to a reduction in growth indices of Marigold. Additionally, chlorophyll content increased under reduced soil moisture from 100% to 50% of field capacity, but at 25% of field capacity, it decreased again due to severe stress. Based on the findings of this study, the use of methanol, by enhancing carbon dioxide fixation, can positively affect the growth characteristics and performance of Marigold under both water stress and non-stress conditions. Therefore, methanol can be introduced as a beneficial natural compound for the growth of Marigold. Among the applied methanol concentrations, the 30% v/v concentration exhibited the most significant effect on all measured traits.

Keywords: Chlorophyll content, Drought stress, Fresh and dry leaf weight, Photosynthesis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی کارایی ترکیب تجاری «فارمایسین + فراست کیل» در پیشگیری از خسارت سرمازدگی بهاره در سیب

داریوش آتشکار*[1]، مینا بیاناتی[1] و مریم دودانگه[1]
۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *datashkar2002@yahoo.com*

چکیده

سرمازدگی دیررس بهاره پدیده پرخطری برای فعالیت‌های کشاورزی است. باکتری‌های عامل هسته یخ، با توانایی خود در القای تشکیل یخ در دماهای نزدیک به صفر درجه سلسیوس، با استفاده از پروتئین‌های هسته‌ساز یخ موجب تشدید و تسریع سرمازدگی گیاهان می‌شوند. به‌کارگیری ترکیبات ایمن و زیست‌سازگار برای مهار جمعیت باکتری‌های عامل هسته یخ حائز اهمیت می‌باشد. در پژوهش حاضر کارایی ترکیب فارمایسین + فراست‌کیل در جلوگیری از تشکیل هسته اولیه یخ و به‌عنوان یک محلول ضدیخ بر روی شاخه‌های گلدار سیب در مرحله کاملاً شکوفا و پاپکورن با غلظت‌های صفر، ۱، ۲ و ۳ لیتر در هزار لیتر آب در ترکیب با فیتووت (یک لیتر در هزار لیتر آب)، در سه رقم گلاب اصفهان، گلاب کهنز و شفیع‌آبادی در محلول‌پاشی شد. همچنین شاخه‌های محلول‌پاشی‌شده با آب مقطر نیز برای مقایسه مورد ارزیابی قرار گرفتند. از هر رقم ۵ شاخه برداشت شد. بیشترین درصد سرمازدگی گل (۱۰۰) در رقم شفیع‌آبادی در نمونه شاهد در غلظت یک در هزار لیتر آب محلول ضدیخ و کمترین درصد سرمازدگی (۵۱/۱۳) در گلاب کهنز در غلظت ۳ در هزار لیتر آب محلول ضدیخ به‌دست آمد. اثرات متقابل سه‌گانه رقم × محلول ضدیخ × مرحله شکوفایی نشان دادند که در تمام غلظت‌های محلول ضدیخ، آب و شاهد، بیشترین درصد سرمازدگی در مرحله شکوفا در ارقام گلاب کهنز و گلاب اصفهان و همچنین کمترین درصد سرمازدگی در مرحله پاپکورن در رقم گلاب کهنز در غلظت سه در هزار لیتر آب به‌دست آمد. نتایج نشان داد که مرحله شکوفایی جوانه‌های گل در زمان محلول‌پاشی با ضدیخ فراست‌کیل اهمیت دارد و در غلظت سه در هزار از این ترکیب، کمترین درصد سرمازدگی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های مولد یخ، سیب، سرمازدگی، ضدیخ.

مقدمه

سرمازدگی در ایران یکی از مشکلات اساسی بخش کشاورزی است و هر ساله خسارت چشمگیری ناشی از تنش سرما به محصولات کشاورزی وارد می‌شود. معمولاً دو نوع سرمازدگی توده‌ای و تشعشعی گیاهان را تهدید می‌کند. در انواع سرمازدگی، وجود عوامل زیستی، به‌ویژه باکتری‌های هسته یخ در سطح گیاهان (اعم از باغی یا زراعی)، عواملی هستند که در منابع متعدد نقش مؤثر آن‌ها در تشدید سرمازدگی به اثبات رسیده است (شاهرخی‌کهنوج و رستمی، ۱۳۹۹). بدون حضور باکتری‌های مولد هسته یخ، خسارت سرمازدگی (در دماهای نزدیک به صفر) محدود بوده و گیاه می‌تواند بهبودی خود را بازیابد. باکتری‌های هسته یخ، ساکن سطح گیاه بوده و در واقع می‌توانند به‌عنوان تشکیل‌دهنده‌های اصلی هسته یخ فعال در روی برگ، عمل نمایند (طاهری و همکاران، ۱۳۹۴). استفاده از آنتی‌فراست‌ها بر پایه تنظیم‌کننده‌های رشد، ریزمغذی‌ها، اسیدهای آمینه و ... همیشه یکی از راهکارهای پیشنهادی بوده است. امروزه استفاده از روش‌های ارزان، سریع و جایگزین در کاهش خسارت یخ‌زدگی، مانند اسپری مواد ضدیخ در باغبانی، مورد توجه قرار گرفته است. سیب یکی از درختان میوه دیرگل است؛ لذا نسبت به سایر گونه‌ها در شرایط یکسان، از سرما خسارت کمتری می‌بینند، ولی همین عامل دیرگل بودن، سیب را گاهی اوقات در معرض سرمای دیررس بهاره قرار می‌دهد که هرساله درصد قابل توجهی از گل‌ها و یا میوه‌های تازه تشکیل‌شده را از بین می‌برد و خسارت‌های جبران‌ناپذیری به کشاورزان وارد می‌کند. کاربرد روش‌هایی مانند روش‌های ارزان، سریع و جایگزین در کاهش خسارت یخ‌زدگی، مانند اسپری مواد ضدیخ در باغبانی، مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اهمیت روزافزون محصولات مختلف درختان میوه، به‌ویژه سیب، در الگوی غذایی خانواده‌های ایرانی، کاهش سرمازدگی و مقابله با آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. عملکرد مواد ضدیخ در کاهش اثرات تنش‌ها به غلظت و مرحله رشد گیاه بستگی دارد؛ به‌طوری‌که غلظت بسیار کم و بسیار بالای آن منجر به افزایش حساسیت و کاهش مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی می‌شود(Miura and Ted, 2014). بنابراین، پژوهش حاضر به منظور بررسی امکان افزایش مقاومت به سرمای بهاره در جوانه گل سیب از طریق مواد ضدیخ گیاهی، به‌عنوان راهکاری آسان و ارزان، در شرایط آزمایشگاه (سردخانه) انجام شد.

مواد و روش‌ها

شاخه‌های ارقام سیب گلاب اصفهان، گلاب کهنز و شفیع‌آبادی در فروردین‌ماه سال ۱۴۰۴ از ایستگاه تحقیقاتی واقع در کمال‌شهر کرج (مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی) برداشت شدند. ترکیب فارمایسین + فراست‌کیل (Farmycine + FrostKill®) ز شرکت پاک گستر تهیه و در آزمایشگاه بر روی شاخه‌های گلدار در مرحله کاملاً شکوفا و پاپکورن با غلظت‌های صفر، ۱، ۲ و ۳ لیتر در هزار لیتر آب در ترکیب با فیتووت (یک لیتر در هزار لیتر آب)، محلول‌پاشی شد. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی انجام شد. همچنین شاخه‌های محلول‌پاشی‌شده با آب مقطر نیز برای مقایسه مورد ارزیابی قرار گرفتند. از هر رقم ۵ شاخه برداشت شد. همین تعداد شاخه بدون تیمار نیز به‌عنوان شاهد در آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. شاخه‌ها در ظروف حاوی آب به سردخانه پژوهشکده میوه‌های معتدله منتقل شدند و مطابق جدول ۱، شبیه‌سازی شرایط طبیعی سرمازدگی (با گرادیان متناسب با سرمازدگی) تحت تیمار سرمایی (شرایط مصنوعی) قرار گرفتند. پس از ۲۴ ساعت، نمونه‌ها به شرایط آزمایشگاهی منتقل شدند. در روز بعد، جهت ارزیابی میزان آسیب سرمازدگی، درصد قهوه‌ای‌شدن مادگی گل در تیمارهای به‌کاربرده‌شده اندازه‌گیری شد. همچنین نشت یونی بر اساس روش سایرام و همکاران (۱۹۹۴) در غلظت‌های صفر و ۳ در هزار لیتر آب و در حالت کاملاً شکوفا، توسط دستگاه (ECمتر Walk Lab ، مدل TRANS INSTRUMENTS) اندازه‌گیری شد.

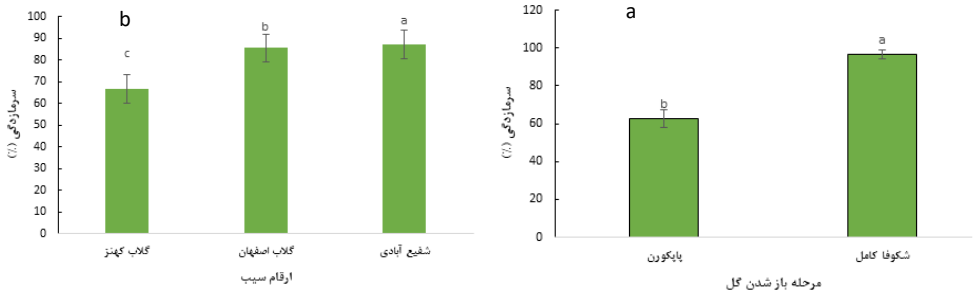
جدول ۱- برنامه دمایی در سردخانه جهت القای سرمازدگی در نمونه‌های شاهد و محلول‌پاشی‌شده با ضدیخ فراست‌کیل در ارقام سیب گلاب کهنز، گلاب اصفهان و شفیع‌آبادی.

مدت زمان (ساعت)	دما (درجه سانتی گراد)
۲۴-۲	-۳
۲-۳	-۱
۳-۴	۰
۴-۵	+۱
۵-۸	+۳
۸-۲۲	+۵
۲۲-۲۴	+۱

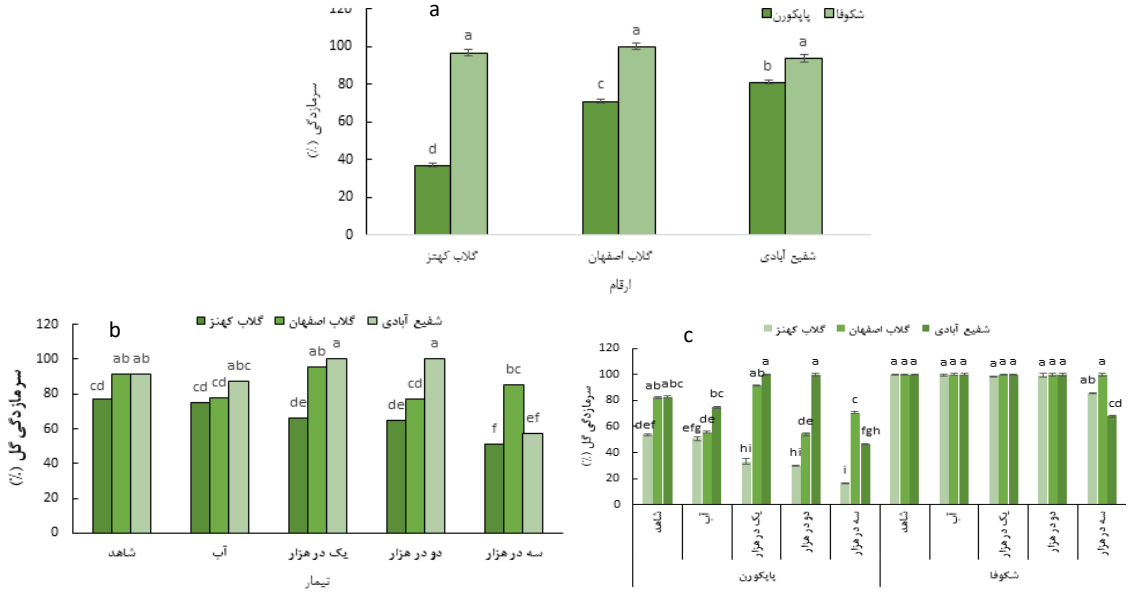
تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افـزار SAS، آنـا لیز واریـانس داده ها با متغیرهای اثـر رقم و اثـر محلول ضد یخ فراست کیل و مقایسـه میانگین ها با استفاده از آزمون *LSD* ($p < ۰/۰۵$) انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج اثرات ساده، بیشترین درصد سرمازدگی در مرحله شکوفایی گل) شکل ۱ (a-و در ارقام شفیع‌آبادی و گلاب اصفهان مشاهده شد (شکل ۱-b) .(بین ارقام از نظر درصد سرمازدگی گل در مرحله پاپکورن و شکوفا تفاوت وجود داشت و بیشترین میزان سرمازدگی (۱۰۰ درصد) در رقم گلاب اصفهان در مرحله شکوفایی گل و کمترین میزان سرمازدگی (۳۶/۸۵ درصد) در رقم گلاب کهنز در مرحله پاپکورن به‌دست آمد (شکل ۲-a). بیشترین میزان سرمازدگی گل (۱۰۰ درصد) در رقم شفیع‌آبادی در نمونه شاهد در غلظت یک در هزار لیتر آب محلول ضدیخ و کمترین میزان سرمازدگی (۵۱/۱۳ درصد) در گلاب کهنز در غلظت ۳ در هزار لیتر آب محلول ضدیخ به‌دست آمد (شکلb- ۲) اثرات متقابل سه‌گانه رقم × محلول ضدیخ × مرحله شکوفایی نشان داد که در تمام غلظت‌های محلول ضدیخ، آب و شاهد، بیشترین درصد سرمازدگی در مرحله شکوفا در ارقام گلاب کهنز و گلاب اصفهان و کمترین درصد سرمازدگی در مرحله پاپکورن رقم گلاب کهنز در غلظت سه در هزار لیتر آب به‌دست آمد(شکل c-۲ ؛شکل ۳.) تفاوت معنی‌داری میان ارقام از نظر درصد نشت یونی وجود نداشت.



شکل ۱. اثر مرحله شکوفایی گل (a) و ارقام مختلف سیب (b) در میزان سرمازدگی.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام سیب × مرحله شکوفایی گل (a)، ارقام سیب×غلظت محلول ضد یخ (b)، و مرحله شکوفایی× غلظت محلول ضد یخ × ارقام سیب در میزان سرمازدگی (c).



شکل۳- نمونه‌ایی از علائم سرمازدگی در بافت گل در رقم گلاب کهنز. نمونه شاهد (بدون کاربرد ضد یخ) (a)؛ نمونه تیمار ضد یخ (۳ در هزار لیتر) (b).

براساس مطالعات انجام‌شده، خسارت سرما به‌شدت وابسته به مرحله و توسعه گل است. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که اثر غلظت‌های محلول ضدیخ فراست‌کیل در ارقام سیب متفاوت است و بهترین اثر بازدارندگی آن در سرمازدگی گل، در رقم گلاب کهنز در مرحله پاپکورن مشاهده شد. بنابراین، می‌توان بیان کرد که احتمالاً مرحله شکوفایی جوانه‌های گل در زمان محلول‌پاشی با ضدیخ فراست‌کیل اهمیت دارد؛ چنان‌که موسوی و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند که درختان در مرحله گلدهی و ریزش گلبرگ بیشترین حساسیت را به دماهای پایین نشان می‌دهند و نوع ژنوتیپ در شرایط فنولوژیکی یکسان، نقشی تعیین‌کننده در میزان سرمازدگی دارد. طول مدت این

نوع سرما کوتاه بوده و از چند ساعت تا حداکثر سه روز بیشتر نیست. حساسیت به سرمای دیررس بهاره به‌ترتیب: میوه کوچک <گل کاملاً بازشده <گل نیمه‌باز <جوانه‌های بازنشده می‌باشد.

سرمازدگی و وجود عوامل زیستی، به‌ویژه باکتری‌های هسته یخ در سطح گیاهان (اعم از باغی یا زراعی)، عواملی هستند که در منابع متعدد نقش مؤثر آن‌ها در تشدید سرمازدگی به اثبات رسیده است (شاهرخی‌کهنوج و رستمی، ۱۳۹۹). بدون حضور باکتری‌های مولد هسته یخ، خسارت سرمازدگی (در دماهای نزدیک به صفر) محدود بوده و گیاه می‌تواند بهبودی خود را بازیابد. باکتری‌های هسته یخ، ساکن سطح گیاه بوده و در واقع می‌توانند به‌عنوان تشکیل‌دهنده‌های اصلی هسته یخ فعال در روی برگ، عمل نمایند. پروتئین تولیدشده توسط این باکتری‌ها با آسان‌کردن شکل‌گیری کریستال‌های یخ موجب پارگی دیواره و غشای سلولی و آسیب به سلول گیاه می‌شود. در غیاب این باکتری‌ها، گیاه می‌تواند دماهای ۵- تا ۱۰- درجه سلسیوس را تحمل کند. لذا این باکتری‌ها مکانیسم مقاومتی گیاهان در برابر کاهش دما را شکسته و باعث یخ‌زدن آب و موجب یخ‌زدگی بافت‌های گیاهی در دماهای بالاتر (۱ درجه سلسیوس) می‌شوند (شاهرخی‌کهنوج و رستمی، ۱۳۹۹).

بنابراین، برای مقاومت گیاهان به سرما و یخ‌زدگی لازم است تا مدیریت تنش رعایت شود. این مدیریت می‌تواند با استفاده از باکتری‌کش‌ها یا آنتاگونیست‌ها در سطح گیاهان، در محدوده زمانی که خطر کاهش دما وجود دارد، انجام شود و مدیریت سرمازدگی گیاهان با در نظر گرفتن نقش باکتری‌های عامل هسته یخ در منابع متعددی مورد اشاره قرار گرفته است (دهقان مقدم و رستمی، ۱۴۰۰). در این پژوهش، کارایی ترکیب فارمایسین + فراست‌کیل در پیشگیری و کاهش خسارت سرمازدگی سیب مؤثر بود، به‌طوری‌که در غلظت سه در هزار، کمترین درصد سرمازدگی گل مشاهده شد. توصیه می‌شود ترکیب مورد نظر در شرایط باغ نیز آزمایش شود.

منابع

دهقان مقدم، م. و رستمی، م. ۱۴۰۰. جداسازی و ارزیابی فعالیت آنتاگونیستی یک استرین باکتری و اکتینومیست اپی‌فیت بر علیه باکتری عامل هسته یخ در گیاه پسته. کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، ۱۰(۱): ۷۷-۸۷.

شاهرخی‌کهنوج، خ. و رستمی، م. ۱۳۹۹. مطالعه کنترل بیولوژیک سرمازدگی درختان پسته با استفاده از باکتری‌های ضد هسته یخ. کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، ۹(۲): ۱۷۳-۱۸۳.

طاهری، ا.، طریقی، س. و طاهری، پ. ۱۳۹۴. شناسایی و تخمین جمعیت باکتری‌های مولد هسته یخ جداسازی‌شده از درختان میوه هسته‌دار در استان خراسان رضوی. نشریه حفاظت گیاهان، ۲۹(۳): ۴۴۹-۴۵۸.

موسوی، ص.، شیران، ب.، ایمانی، ع.، هوشمند، س. و ابراهیمی، الف. ۱۳۹۳. بررسی برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی مرتبط با سرمازدگی در ارقام بادام با زمان گلدهی متفاوت. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۴(۱۲): ۲۳۵-۲۴۶.

Miura, K. and Tad, K. 2014. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. Frontiers in Plant Science, 5(4): 1–12.

The Effectiveness of the Commercial Combination "Pharmycin + Frostkill" in Protecting Apples against Spring Frost

Dariush Atashkar[1*], Mina Bayanati[1] and Maryam Dodangeh[1]

1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Corresponding Author: datashkar2002@yahoo.com

Abstract

Spring cold stress is a significant threat to agricultural activities. Ice-nucleating bacteria, with their ability to induce ice formation at temperatures near 0 °C, worsen and hasten frost damage in plants by utilizing ice-nucleating proteins. It is crucial to use safe and biocompatible compounds to control the population of ice-nucleating bacteria. In this study, different concentrations (0, 1000, 2000, and 3000 ppm) of Pharmycin + Frostkill in combination with PhytoVet were applied through foliar spraying on three cultivars: Isfahan, Kohanz, and Shafiabadi. Additionally, branches sprayed with distilled water were included for comparison. Five branches were harvested from each cultivar. The highest percentage of flower frost damage (100%) was observed in the 'Shafiabadi' cultivar in the control sample at a concentration of 1000 ppm of antifreeze solution, while the lowest percentage of frost damage (13.51%) was observed in the 'Kohanz' cultivar at a concentration of 3000 ppm of antifreeze solution. These findings highlight the importance of the flowering stage during foliar spraying with Frostkill antifreeze, demonstrating that the lowest percentage of frost damage was observed at a concentration of 3000 ppm of this combination.

Keywords: Apples, Antifreeze, Cold injury, Ice-producing bacteria.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

امکان تأخیر در تورم جوانه گل زردآلو برای مقابله با سرمازدگی دیررس بهاره به کمک پوشش کائولین

رحیم قره شیخ بیات[1*]، سولماز نادی[1]، کوروش زندی فر[1] و ولی‌اله رسولی[1]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *r.bayat@areo.ac.ir*

چکیده

درختان میوه هسته‌دار خصوصا زردآلو، به سرمای دیررس بهاره به دلیل عادت گلدهی زود هنگام حساس هستند. نیاز سرمایی این درختان در طول ماه‌های سرد سال تأمین می‌شود و با تأمین نیاز گرمائی تجمعی شروع به شکوفه‌دهی می‌کند. به نظر می‌رسد با استفاده از پوشش سفید رنگ کائولین و انعکاس بخشی از نور خورشید به عنوان تنها منبع تأمین نیازگرمائی درخت، بتوان به مدت چند روز تورم جوانه‌های گل را به تأخیر انداخت. به منظور بررسی تأثیر این پوشش معدنی بی‌خطر برای محیط زیست، باغ آزمایشی ۵۰۰۰ متری زردآلو در ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین دشت کرج استان البرز شامل ۸۴ اصله درخت از ارقام بومی تجاری و امیدبخش مورد استفاده قرار گرفتند. پودر وتابل کائولین محصول شرکت کیمیاسبزآور برای دو سال اجرا، تهیه شد و براساس دستورالعمل شرکت، محلول با غلظت مناسب (۵٪) تهیه و بر روی تاج و تنه درختان پاشیده شد. براساس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری دما در فضای بین ردیف‌های کاشت درختان تیمار شده و شاهد و نیز فضای داخل تاج، سطح تنه و انشعابات اصلی درختان شاهد و تیمار، تجزیه و تحلیل آماری انجام گرفت. به منظور اطمینان از تکامل جوانه گل درختان در زمان محلول‌پاشی، معاینه میکروسکوپی به عمل آمد. پیشرفت فنولوژی گل در درختان آزمایشی از اول اسفند مورد بررسی دقیق قرار گرفت. تفاوت در زمان تورم جوانه‌های گل و تاریخ شکوفائی در درختان تیمار و شاهد، ناشی از تفاوت دمای تاج درختان شاهد و تیمار کائولین منظور گردید. اساس این مطالعه بر فرض طولانی شدن زمان مورد نیاز برای تأمین نیازگرمائی درختان به کمک پودر وتابل کائولین، به دلیل انعکاس بخشی از نور خورشید، استوار بود. نتایج نشان داد که تیمار پوشش سفید کائولین حداقل سه روز در منطقه مشکین دشت باعث تأخیر پیشروی فنولوژی گل زردآلو می شود.

واژه‌های کلیدی: انعکاس نور، پوشش، دمای تاج، کائولین، نیاز گرمایی.

مقدمه

درختان میوه در مناطق معتدله در خطر سرمازدگی هستند (Drepper et al., 2022). در طول زمستان، درختان در مرحله خواب بوده و در برابر دمای پایین مقاومت بالایی از خود نشان می‌دهند ؛ اما با شروع بهار و آغاز مراحل رشد گیاهی، اندام‌های تولیدمثلی در گل‌ها نسبت به دماهای پایین‌تر از آستانه یخبندان، حساسیت بیشتری پیدا می‌کنند (Garming and Luedeling, 2019). درختان میوه زردآلو در بین هسته‌دارها زودگلده محسوب می‌شوند و عمده خسارت باغ‌های میوه ناشی از سرمازدگی دیررس، مربوط به این محصول است. به نظر می‌رسد بهترین و مناسب‌ترین راه حل مبارزه با سرمای بهاره جدا از انتخاب منطقه مناسب و کم خطر برای توسعه باغ‌ها، دست‌یابی به ژنوتیپ‌های دیرگل یا مقاوم به سرمای بهاره باشدمتأسفانه در مورد زردآلو چنین امکانی به دلیل عدم تنوع ژنتیکی برای این صفت هنوز فراهم نشده است. اختلاف زمان گلدهی بین زودگل‌ترین تا دیرگل‌ترین زردآلو بیش از ۴ روز گزارش نشده است (جواهرده، ۱۳۸۸).

پروژه‌های تحقیقاتی و مطالعاتی متعددی برای چاره‌جویی در این زمینه به اجرا درآمده است. بنابر تحقیقاتی که بر روی ژنوتیپ‌های زردآلو موجود در ایستگاه تحقیقات شاهرود طی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۶ انجام شده، درخصوص زمان شروع گل، تمام گل و خاتمه گل،

تشکیل میوه، زمان‌های وقوع سرمای بهاره و میزان خسارت‌های ناشی از آن بر روی بیش از ۱۳۰ ژرم پلاسم بومی، داخلی و خارجی (ژنوتیپ ، کلون و رقم) و با رقم شاهرودی بعنوان شاهد مقایسه گردیده‌اند، خسارت سرمازدگی حداقل ۲۰ ٪ و حداکثر ۸۰ ٪ به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ بوده است. لیکن گل‌ها و میوه‌های جوان تعدادی از ژرم‌پلاسم زردآلو در سال‌هایی که دماهای بحرانی وجود داشته است (در دماهای پائین تر از ۲- به‌مدت بیش از نیم ساعت، یک الی سه هفته بعد از تمام گل) در مقابل سرمای بهاره مقاومت نسبی نسبت به شاهد نشان داده‌اند. رقم جهانگیری وخیبه‌ای بسطام و تعدادی ژنوتیپ محلی مقاومت نسبی نشان داده‌اند. همچنین نوری دیررس بادامی ، نوری پیش رس ، قربان و استیوت مراغه نیز به عنوان ارقام مقاوم گزارش شده‌اند. شماره ۳۹، ۴۰، ۴۶ شاهرود، رویال کبرائی دهملاء و قاضی‌جهان نیمه‌مقاوم و بقیه حساس بوده‌اند (جواهرده، ۱۳۸۸). استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر مشتقات اتیلن، اتفن و اسیدجیبرلیک هرچند منجر به تأخیر در گلدهی درختان میوه هسته‌دار شده است، لیکن اثرات جانبی نامطلوبی نیز به دنبال داشته است. با توجه به ورود این مواد به سیستم داخلی گیاه و تحت‌تأثیر قرار دادن فیزیولوژی گیاه این اثرات احتمالاً در سال‌های بعد از اعمال تیمار نیز نامحتمل نیست. در تحقیقی بر روی امکان تأخیر در گلدهی در زردآلو رقم شاهرودی طی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱، اتفن با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم/لیتربه صورت اسپری در زمان اواخر مهر از ۳ تا ۷ روز باعث تأخیر در گلدهی شد و نیز اسیدجیبرلیک در اواخر شهریور با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز ۵ تا ۱۰ روز باعث تأخیرگردید (Ganjimoghadam and Mokhtarian 2006). در سال‌های اخیر استفاده از کائولین در ترکیب با مواد پخش‌کننده و نیز مواد چسبناک به منظور مقابله با تنش‌های محیطی (آفات و دما) رایج شده است. غلظت مورد استفاده در کاربردهای مختلف بین یک تا ۸ درصد است. تأثیر کائولین در کاهش سرمازدگی به صورت مستقیم و به صورت جلوگیری از تشکیل هسته‌های یخ با ایجاد مانع فیزیکی بین آب آزاد و اندام گیاه گزارش شده است. این ماده موجب افزایش نقطه سوپرکولینگ در بافت‌های گیاهی تحت پوشش می‌شود (Glenn et al. 2001). لایه پوششی کائولین توانائی این را دارد که نور فروسرخ (IR)، PAR و اشعه ماوراءبنفش را برگرداند. بازتاب نور فروسرخ می‌تواند منجر به کاهش دمای تاج گیاه به میزان ۵ درجه سانتی‌گراد شود که این مقدار می‌تواند باعث کاهش تعرق گردد (Glenn, 2012). توضیح اینکه کائولین یک نوع خاک طبیعی است که در اثر فرسایش مواد معدنی حاوی آلومینیوم ایجاد می‌شود. کاربرد کائولین توسط اداره غذا و داروی ایالات متحده، بی خطر اعلام شده است.

پروژه حاضر، براساس این ایده استوار است که تنها منبع تأمین‌کننده گرمای مورد نیاز درختان معتدله برای بیدار شدن در آخر فصل زمستان، نور دریافتی از خورشید و البته تشعشع این نور و گرمای سطح زمین اطراف درختان باغ است، به نظر می‌رسد می‌توان با محدود کردن میزان گرمای دریافتی از تابش مستقیم نور آفتاب به تنه و تاج درختان که عموما در فصل زمستان رنگ تیره‌ای نیز دارند، باعث تاخیر در تورم جوانه ها شد.

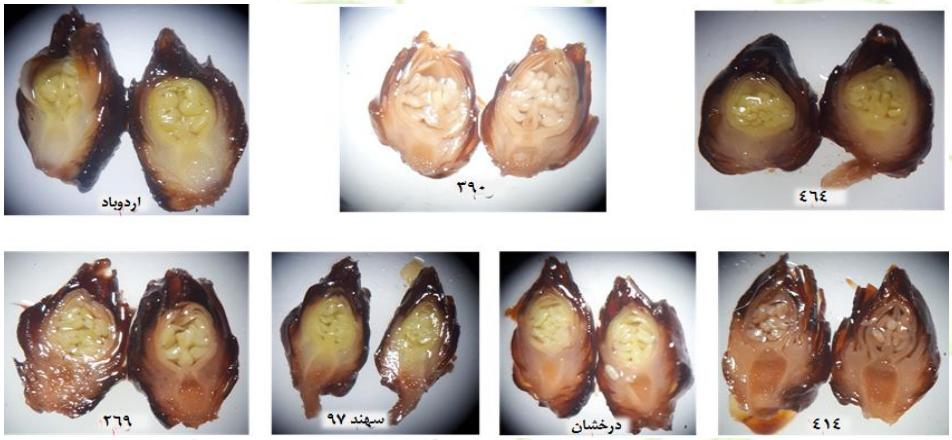
مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در ایستگاه تحقیقات باغبانی استان البرز (کرج، مشکین دشت) انجام شد. ارقام زردالو شامل ازدوباد، سهند ۹۷، درخشان و نیز چهار ژنوتیپ بومی امیدبخش دیگر با کدهای ۳۹۰، ۴۱۴، ۲۶۹، و ۴۶۴ به منظور انجام مطالعات انتخاب شدند. از هر رقم هشت اصله درخت جهت بررسی‌ها درنظر گرفته شد. چهار درخت تیمار محلول‌پاشی و چهار درخت بدون تیمار به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. در نیمه بهمن ماه، قطعه باغ با تعداد درختان مشخص مورد تیمار اسپری با محلول ۵٪ (سوسپانسیون) کائولین قرار گرفته و قطعه کامل دیگری از این درختان به عنوان شاهد فقط با آب مورد استفاده در تهیه محلول مذکور خیس شدند. نمونه جوانه گل درست قبل/همزمان با اعمال تیمار اسپری پوششی کائولین برای انجام معاینه آن‌ها به لحاظ تکامل جوانه گل و سلامت آناتومیک آن‌ها و بعد از تورم جوانه‌ها تا میوه‌چه تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. تاریخ تورم جوانه‌ها و تمامی مراحل شکوفائی جوانه‌های گل (فنولوژی گل) بر روی تعدادی از شاخه‌ها در چهار جهت درخت و ترجیحاً رو به جنوب که بیشترین دریافت گرما از نور خورشید را دارند، یادداشت‌برداری شد. اطلاعات و آمار هواشناسی در طول مدت اجرای پروژه با استفاده از سایت هواشناسی اداره کل هواشناسی استان البرز تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند. با استفاده از دو دماسنج دیجیتالی صفحه بزرگ و دماسنج لیزری، دمای سطح شاخه‌های اصلی داخل تاج در ارتفاع یکسان و از فاصله مشخص در یک جهت

درخت در قطعه شاهد و تیمار، اندازه‌گیری و داده‌ها جمع‌آوری شدند. داده‌های به دست آمده برای نمونه‌های تیمارشده و شاهد مورد تجزیه قرار گرفتند. آزمایش‌ها در سال دوم نیز تکرار شدند.

نتایج و بحث

بنابر بررسی داده‌های هواشناسی که از سایت رسمی اداره کل هواشناسی استان البرز از نزدیک‌ترین منطقه ایستگاه مشکین‌دشت تهیه شد، نیاز سرمایی ارقام موجود در ایستگاه تقریبا طی ماه‌های آبان و آذر و دی در هر دو سال اجرای آزمایش تأمین گردید. با بررسی داده‌های هواشناسی، نوسانات دمایی در محل اجرای آزمایش (ایستگاه مشکین دشت) کاملاً مشهود است. با این نوسان دما که حتی ممکن است از الگوی ثابت و مشخص در سال‌های مختلف تبعیت نکند، طبیعی است که موضوع گلدهی و تأثیر آن از این پدیده در درختان میوه زودگل مانند زردآلو همواره مهم باشد. زردآلو در بین هسته‌دارها و همچنین سایر میوه‌های معتدله و سردسیری به سرعت به افزایش دمای آخر فصل زمستان واکنش نشان می‌دهد. نتایج سال اول و دوم برای این موضوع نشان می‌دهد در ارقام مورد مطالعه در پایان دی ماه در منطقه مشکین‌دشت کرج، جوانه‌های گل به لحاظ ساختار و آناتومی گل کامل هستند. در نمونه‌های بررسی شده اجزا پوشش گل، پرچم‌ها و بساک‌ها، مادگی به طور کامل تشکیل شده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- برش طولی جوانه‌های گل فیکس شده به منظور بررسی تکامل آن‌ها قبل از اعمال تیمار. تمامی اجزای گل کامل زردآلو در این نمونه‌ها قابل تشخیص هستند. به ترتیب این ارقام از سمت چپ به راست و بالا به پایین با کد ۱ تا ۷ علامت گذاری شده اند.

در این مطالعه، سرعت پیشرفت مراحل تکاملی، تورم و شکوفایی جوانه‌های گل با استفاده از گرادیان رنگ و ارائه یک سیستم نمره‌دهی برای پیشرفت مراحل مختلف فنولوژیک، مورد ارزیابی قرار گرفت تا بتوان وضعیت تمامی ارقام را در شرایط تیمار پوشش کائولین و عدم استفاده از آن از نظر تغییرات فنولوژی گل مقایسه نمود. نمره ۱ نشان دهنده اولین مرحله از تورم جوانه گل و ۷ مرحله ریزش گلبرگ هاست. همچنانکه مشاهده می شود در درختان محلوپاشی شده، سرعت پیشرفت فنولوژی گل ها بیشتر است (شکل ۲).

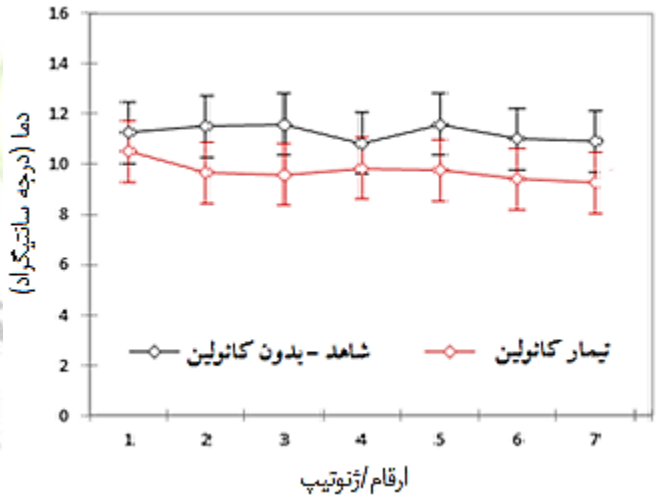
تاریخ:	۱۱/۲۷	۱۱/۳۰	۱۲/۰۷	۱۲/۱۱	۱۲/۱۴	۱۲/۲۱	۱۲/۲۳
تیمار=پوشش کائولین	۱/۴۳	۱/۷۱	۱/۵۷	۲/۷۱	۴/۱۴	۵/۷۱	**۶/۲۹**
شاهد= بدون کائولین	۱/۴۳	۱/۷۱	۲/۵۷	۳/۲۹	۴/۵۷	۶/۰۰	**۶/۷۱**

شکل ۲- مقایسه وضعیت تمام ارقام در تغییرات فنولوژی گل تحت تأثیر تیمار پوشش کائولین و بدون آن.

در جدول ۱، تجزیه واریانس تاثیر کاربرد کائولین و رقم بر میزان دمای فضای تنه و تاج آورده شده است. اثر کاربرد کائولین و رقم و اثر متقابل آنها بر میزان دمای فضای تنه و تاج به طور قابل ملاحظه‌ای معنی‌دار بود (P. Value<0.05). در شکل ۳، مقایسه میانگین داده‌ها برای دو حالت شاهد و تیمار کائولین به خوبی تفاوت را نشان می‌دهد (شکل ۳). همانطوریکه در این شکل دیده می شود کاربرد کائولین نه تنها باعث کاهش دمای فضای تنه و تاج گردیده بلکه تاثیر این ماده در در ارقام اردوباد و کد ۲۶۹ در کمترین میزان ممکن و در سایر ارقام در بیشترین میزان قرار داشت که در مواردی تا ۲ درجه ساتیگراد اختلاف دما دیده می شود. به عبارت دیگر نشان دهنده تاثیر کائولین بر خنک نگه داشتن فضای تنه و تاج درختان در باغ بوده است تا حدی که سرعت پیشرفت مراحل شکوفایی جوانه گل را بکاهد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر کاربرد کائولین و رقم بر میزان دمای فضای تنه و تاج.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F Value	P.Value
رقم	۶	۷/۹۴	۶/۵	۰/۰۱
کائولن	۱	۵۳/۱۶	۲۵/۱۸	۰/۰۰۱
تکرار	۳	۱/۹	۰/۴۷	۰/۸۳
کائولن × رقم	۶	۸/۴۵	۴/۱	۰/۰۰۷
خطا	۳۹	۳/۸		



شکل ۳- تفاوت در دمای میانگین محاسبه شده تاج در دو وضعیت تیمار با کائولین و شاهد.

منابع

نظری، ف.، خوشخوی، م. و آزادی، پ. ۱۳۹۵. تولید آنتوسیانین دلفینیدین در گلبرگ‌های گل ژاله (ژربرا) با اگروباکتریوم سازه‌های ژنی رنگ گل. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۳(۴): ۱۴۵–۱۶۴.

جواهرده، م. ۱۳۸۸. سرمازدگی بهاره زردآلو و خسارت‌های ناشی از آن در یک بررسی ۲۰ ساله به منظور انتخاب ژرم‌پلاسم‌های مقاوم به سرمای بهاره. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی کشور. دانشگاه گیلان.

Drepper, B., Bamps, B., Gobin, A. and Orshoven, J.V. 2022. Strategies for managing spring frost risks in orchards: effectiveness and conditionality – a systematic review. Environmental Evidence, 11: 29.

Ganjimoghadam, E. and Mokhtarian, A. 2006. Delaying apricot (cv. Shahroodi) flower induction by growth regulators application. Journal of Applied Sciences, 6(2): 266–269.

Garming, H. and Luedeling, E. 2019. EIP-AGRI Focus Group: Protecting fruit production from frost damage; MINIPAPER 02: Assessing costs and benefits of frost protection measures in fruit production.

Glenn, D.M., Wisniewski, M., Puterka, G.J. and Sekutowski, D. 2001. Method for enhanced supercooling of plants to provide frost protection. U.S. Patent No. US06235683.

Glenn, D.M. 2012. The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops. HortScience, 47(6): 710–711.

Nazari, F. and Koshesh Saba, M. 2017. Combination effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) with ajowan essential oil and silver nanoparticles on postharvest life of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers. HortScience, 52(11): 1–6.

Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2023. Efficiency of nanoemulsion of essential oils to control Botrytis cinerea on strawberry surface and prolong fruit shelf life. International Journal of Food Microbiology, 384: 109979.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Possibility of delaying apricot flower bud swelling to combat late spring frost with the help of kaolin coating

Rahim Ghareshеikhbayat[1*], Solmaz Nadi[1], Kurosh Zandifar[1] and Valiollah Rasouli[1]
1. Temperate and Cold-Temperate Fruits Research Institute, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
2. Temperate and Cold-Temperate Fruits Research Institute, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
Corresponding Author: r.bayat@areeo.ac.ir

Abstract

Stone fruit trees, especially apricots, are sensitive to late spring cold due to their early flowering habit. They begin to bloom by meeting the cumulative heat requirement. It seems that by using a white kaolin coating and reflecting part of the sunlight as the only source of meeting the tree's heat requirement, it is possible to delay the swelling of flower buds for a few days. In order to investigate the effect of this environmentally safe mineral coating, a 5000-meter apricot experimental orchard was used at the Meshkin Horticultural Research Station in the Karaj Plain, Alborz Province, including 84 trees of native commercial varieties. Kaolin provided by Kimia Sabz Avar Company were applied for two years. A solution with an appropriate concentration (5%) was prepared and sprayed on the crown and trunk of the trees. Statistical analysis was performed based on the data obtained from temperature measurements in the space between rows of treated and control trees, as well as the space inside the crown, trunk and main branches surface of control and treated trees. The progress of flower phenology in experimental trees was carefully monitored from the beginning of March. The difference in the time of swelling of flower buds and the date of flowering in treated and control trees was considered to be due to the difference in the crown temperature of control and kaolin-treated trees. The basis of this study was based on the assumption that the time required to meet the heat requirement of trees with the help of kaolin coat is prolonged due to the reflection of part of the sunlight. The results showed that the treatment of white kaolin coating for at least three days in the Meshkin- Dasht region delays the progress of apricot flower phenology.

Keywords: Coating, Crown temperature, Heat requirement, Kaolin, Light reflection.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیرمحلول‌پاشی نانوذره اکسید تیتانیوم و روی بر شاخص‌های رشدی گیاه پنج‌انگشت تحت تنش شوری کلرید سدیم

محمدباقر حسن‌پور اقدم[1*] و لمیا وجودی مهربانی[2]
۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *hassanpouraghdam@ gmail.com*

چکیده

گیاهان دارویی از ارزش خاصی در علوم زیستی، پزشکی و دامپزشکی به‌لحاظ پیشگیری و درمان بیماری برخوردار هستند. در سال‌های اخیر، استفاده از گیاهان دارویی به‌دلیل اثبات اثرات مفید آن، ارزان بودن، نداشتن اثرات جانبی و همچنین سازگاربودن با محیط‌زیست روزبه روز درحال افزایش است. تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی موثر بر رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد. امروزه در کشاورزی مدرن از فناوری نانو به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات استفاده می‌شود. اندازه کوچک نانوذرات موجب ایجاد خواص فیزیکوشیمیایی متفاوتی برای آن‌ها شده است که با کمک به جذب عناصر معدنی مغذی موجب بهبود رشد گیاه می‌شوند. به‌منظور بررسی تاثیر تنش کلریدسدیم (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار) و محلول‌پاشی نانوذره‌های اکسیدتیتانیوم و اکسیدروی (۰، ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر) بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه پنج‌انگشت (*Vitex agnus-castus*) آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین وزن‌خشک گیاه و محتوای کلروفیل در تیمار بدون تنش شوری با محلول‌پاشی ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره‌های اکسیدروی و تیتانیوم مشاهده شد. تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در شرایط بدون محلول‌پاشی منجر به افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید و پراکسید هیدروژن گیاه شد. تیمارهای بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با هر دو سطح نانوذرات اکسیدروی و تیتانیوم در تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم منجر به افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز گردید. اثر مستقل تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار موجب افزایش محتوای پرولین (۰/۴۲ میکرومول بر گرم وزن‌تر) و مواد جامد محلول کل (۳/۲ درجه بریکس) در گیاه شد. نتایج نشان داد که گیاه پنج‌انگشت گیاهی حساس به تنش شوری بوده و محلول‌پاشی با نانوذرات مورد استفاده تاثیر کمی در کنترل اثرات تنش بالای شوری بر گیاه را داشت.

واژه‌های کلیدی: پرولین، کاتالاز، کلروفیل، مالون دی‌آلدئید.

مقدمه

با افزایش جمعیت و استفاده روزافزون از فرآورده‌های حاصل از گیاهان دارویی، تقاضا برای تولید گیاهان دارویی افزایش یافته است. گیاه پنج انگشت با نام علمی *Vitex agnus-castus* گیاهی چندساله از خانواده نعناعیان می‌باشد. این گیاه حاوی فلاونوئید، ایریدوئید، اسید فنولیک و آلکالوئیدهایی می‌باشد که دارای اثرات درمانی (تعدیل‌کننده ایمنی، ضد نئوپلاستیک و آنتی‌اکسیدانی) می‌باشد (Adamov *et al.*, 2022). تغییرات اقلیمی، و به تبع آن کاهش بارندگی منجر به افزایش تنش شوری در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان شده است. تنش شوری با ایجاد اختلال در فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی، متابولیسمی، بیوشیمیایی و مولکولی گیاه، سبب کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Chattha *et al.*, 2022). با پیشرفت علم شیمی، امروزه استفاده از نانوذرات در بخش کشاورزی افزایش یافته است. امروزه از نانوذرات اکسید تیتانیوم و روی در بخش کشاورزی برای کاهش اثرات تنش بر گیاهان استفاده می‌شود. مقادیر کم هر دو نانوذره موجب افزایش رشد و نمو گیاه از طریق تحریک تقسیم سلولی، بهبود متابولیسم گیاه، افزایش کارایی فتوسنتز، بیوسنتز پروتئین و کاهش محتوای پراکسید هیدروژن می‌شود (Chattha *et al.*, 2022). همچنین، دسترسی به ترکیبات و عناصر غذایی مورد نیاز موجب کاهش اثرات تنش بر گیاه می‌گردد. لذا هدف از بررسی حاضر ارزیابی اثرات نانوذره‌های اکسید تیتانیوم و روی بر کاهش اثرات منفی تنش شوری بر گیاه دارویی پنج‌انگشت بود.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تاثیر تنش شوری کلریدسدیم (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار) و محلول‌پاشی با نانوذره‌های اکسید تیتانیوم و روی (US Nano Company) (غلظت‌های ۰، ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر) بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک پنجانگشت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفیبا سه تکرار انجام شد. بعد از جوانه‌زنی بذور، گیاهان در مرحله سه برگچه‌ای به گلدان‌های ۵ لیتری حاوی خاک منتقل و پس از استقرار گیاهچه‌ها، تنش شوری اعمال شد. محلول‌پاشی با نانوذرات همزمان با اعمال تنش شوری انجام شد و محلول‌پاشی دوم، دو هفته بعد تکرار شد. ۶۰ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی، نمونه‌برداری از گیاهان برای مطالعه صفات مورد نظر انجام شد. محتوای کلروفیل به روش Shinano و همکاران (1996)، فعالیت آنزیم کاتالاز به روش Luhova و همکاران (2003)، محتوای پراکسید هیدروژن به روش Amaranathareddy و همکاران (2015)، محتوای پرولین به روش Fedina و همکاران (2006) و محتوای مالون دی‌آلدئید به روش Heath و Packer (1968) تعیین شد. محتوای مواد جامد محلول کل (Erma, Japan) به‌کمک رفرکتومتر دستی اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارSAS انجام گردید و میانگین داده ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

وزن‌خشک و محتوای کلروفیل گیاه

نتایج نشان داد که وزن‌خشک گیاه و محتوای کلروفیل تحت تأثیر اثرات متقابل تنش شوری و محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین وزن‌خشک بخش‌هوایی گیاه و محتوای کلروفیل در تیمار بدون تنش شوری با محلول‌پاشی ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسیدروی و اکسیدتیتانیوم حاصل شد (جدول ۲). نتایج بررسی انجام شده در زنیان (نام علمی؟) (Amooaghaie et al., 2022) و بادرشبی (نام علمی؟) (Esmaielpour et al., 2020) نشان داد که استفاده از نانوذره اکسیدتیتانیوم و روی موجب بهبود صفات رشدی، فعالیت آنزیمی و محتوای کلروفیل گیاه شد. چنین به نظر می‌رسد که کاربرد نانوذرات با کمک به بهبود فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه نقش مهمی در رشد گیاه تحت شرایط تنش شوری دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر تنش شوری و محلول‌پاشی با نانوذره اکسید روی و تیتانیوم بر برخی صفات رشدی و فیزیولوژیک گیاه پنجانگشت.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن‌خشک بخش هوایی گیاه	محتوای مواد جامد محلول کل	کلروفیل a	کلروفیل b	محتوای مالون دی‌آلدئید	محتوای پراکسید هیدروژن	فعالیت کاتالاز	محتوای پرولین
شوری	۲	۲۲**	۱۱/۷*	۰/۸۷**	۰/۵۷**	۶۷**	۷۴**	۳۱**	۵/۴**
محلول‌پاشی	۴	۲۴**	۱/۵ns	۱/۱**	۰/۶۴**	۴۹**	۵۶**	۱۹**	۱/۴ns
شوری در محلول‌پاشی	۸	۱۰/۱**	۴/۲ns	۱/۴**	۰/۵۸**	۳۱**	۴۱**	۲۱**	۱/۹۸ns
خطای آزمایشی	۳۰	۱/۰	۶/۰	۰/۱۱	۰/۱۵	۹/۸	۸/۹	۳/۴	۱/۸
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۱	۱۱	۸/۸	۷/۹	۶/۷	۵/۵	۵/۸	۴/۶

ns، * و **: به ترتیب به مفهوم عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و محلول‌پاشی بر وزن‌خشک و برخی صفات فیزیولوژیک گیاه پنجانگشت.

تیمار	وزن‌خشک بخش هوایی گیاه (g)	کلروفیل a (mg g^{-1}FW)	کلروفیل b (mg g^{-1}FW)	محتوای پراکسید هیدروژن (µmol g^{-1} FW)	محتوای مالون دی‌آلدئید (nmol g^{-1} FW)	فعالیت آنزیم کاتالاز µmol H_2O_2 (mg^{-1} protein min^{-1})
T1	d۲/۹	c۱/۳	c۰/۸	e۴/۴	e۹/۱	c۰/۲۱
T2	a۵/۱	a۱/۸	a۱/۲	e۴/۰	f۷/۶	c۰/۲۵
T3	a۵/۵	a۱/۷	a۱/۱	e۴/۱	f۶/۵	c۰/۲۴
T4	ab۴/۹	a۱/۶	a۱/۱	e۴/۲	f۷/۷	c۰/۲۷
T5	a۵/۴	a۱/۸	a۱/۳	e۴/۵	e۸/۱	c۰/۲۹
T6	e۲/۱	d۱/۰	d۰/۷	c۱۳	c۲۷	b۰/۳۱

T7	^{c}۳/۳	^{b}۱/۵	^{b}۰/۹	^{d}۱۰	^{d}۱۹	^{b}۰/۳۳
T8	^{b}۴/۰	^{b}۱/۵	^{b}۰/۹	^{c}۱۱	^{d}۱۷	۰/۳۶^{b}
T9	^{b}۴/۱	^{b}۱/۴	^{c}۰/۸	^{c}۱۲	^{d}۱۸	^{b}۰/۳۵
T10	^{c}۳/۸	^{b}۱/۶	^{b}۰/۹	^{c}۱۱	^{c}۲۰	^{b}۰/۳۴
T11	^{f}۱/۴	^{d}۰/۹	^{e}۰/۶	^{a}۳۱	^{a}۳۹	^{a}۰/۴۲
T12	^{e}۱/۷	^{c}۱/۲	^{d}۰/۷	^{b}۲۷	^{b}۳۱	^{a}۰/۴۶
T13	^{e}۱/۹	^{c}۱/۱	^{e}۰/۶	^{b}۲۶	^{c}۲۹	۰/۴۵^{a}
T14	^{e}۱/۸	^{c}۱/۲	^{d}۰/۷	^{b}۲۱	^{b}۳۴	۰/۴۱^{a}
T15	^{e}۱/۸	^{c}۱/۳	^{c}۰/۸	^{b}۲۲	^{b}۳۱	^{a}۰/۴۷

حرف مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن (۵٪ ≥P) می‌باشد.

T1: $NaCl_0$× without spray; T2: $NaCl_0$× 3 mgL^{-1} ZnO; T3: $NaCl_0$× 6 mgL^{-1} ZnO; T4: $NaCl_0$× 3 mgL^{-1} TiO_2; T5: $NaCl_0$× 6 mgL^{-1} TiO_2; T6: $NaCl_{75}$× without spray; T7: $NaCl_{75}$× 3 mgL^{-1} ZnO; T8: $NaCl_{75}$× 6 mgL^{-1} ZnO; T9: $NaCl_{75}$× 3 mgL^{-1} TiO_2; T10: $NaCl_{75}$× 6 mgL^{-1} TiO_2; T11: $NaCl_{150}$× without spray; T12: $NaCl_{150}$× 3 mgL^{-1} ZnO; T13: $NaCl_{150}$× 6 mgL^{-1} ZnO; T14: $NaCl_{150}$× 3 mgL^{-1} TiO_2; T15: $NaCl_{150}$× 6 mgL^{-1} TiO_2

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر تنش شوری بر محتوای پرولین گیاه پنج انگشت.

کلرید سدیم (mM)	محتوای پرولین ($\mu mol\ g^{-1}\ FW$)	محتوای مواد جامد محلول ($^{\circ}Brix$)
۰	^{c}۰/۲۷	۱/۳^{c}
۷۵	^{b}۰/۳۴	۲/۲^{b}
۱۵۰	^{a}۰/۴۲	^{a}۳/۱

حرف مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن (۵٪ ≥P) می‌باشد.

محتوای مالون دی‌آلدئید و پراکسید هیدروژن

تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار در شرایط بدون محلول‌پاشی، موجب افزایش محتوای پراکسید هیدروژن و مالون دی‌آلدئید گیاه شد (جدول ۲). استفاده از تیتانیوم و روی تحت تنش شوری، با فعال‌کردن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب کاهش آسیب وارده به سلول از طریق کاهش تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود (Amooaghaie et al., 2022).

محتوای پرولین، مواد جامد محلول و فعالیت آنزیم کاتالاز

براساس نتایج، بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در شرایط بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با غلظت‌های ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی و تیتانیوم مشاهده شد (جدول ۲). محتوای پرولین و مواد جامد محلول در تنش شوری ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم افزایش یافت (جدول ۳). دی‌اکسید تیتانیوم (Amooaghaie et al., 2022) و نانوذره روی (Esmaielpour et al., 2020) از طریق افزایش مقادیر پرولین و تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی موجب حفاظت گیاه در برابر تنش اسمزی و اکسیداتیو ناشی از تنش شوری می‌شوند که با نتایج حاصل از بررسی حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان داد که تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم در شرایط بدون محلول‌پاشی با افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید و پراکسید هیدرون موجب آسیب به گیاه شد. محلول‌پاشی با هردو نانوذره در هر سطح تنش تاثیر مثبت بر وزن‌خشک بخش هوایی گیاه و محتوای کلروفیل داشت. درکل، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پنج‌انگشت گیاهی حساس به تنش شوری بوده و محلول‌پاشی با نانوذرات مورد استفاده تاثیر اندکی بر کنترل اثرات منفی تنش شوری بویژه در سطوح بالای تنش داشت.

منابع

Adamov, G.V., Rendyuk, T.D., Saybel, O.L., Dargaeva, T.D., Tsitsilin, A.N. and Bokov, D.O. 2022. *Vitex agnus-castus*: Botanical features and area, chemical composition of fruit, pharmacological properties, and medicinal uses. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 12(3): 34–44.

Amaranathareddy, V., Lokesh, U., Venkatesh, B. and Sudhakar, C. 2015. Pb-stress induced oxidative stress caused alterations in antioxidant efficacy in two groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. Agricultural Sciences, 6: 1283–1297.

Amooaghaie, R., Majidi, M. and Farhadian, S. 2022. Impact of nano-TiO_2 on salt stress tolerance of *Carum copticum*. Journal of Plant Process and Function, 48: 19–33.

Chattha, M.U., Amjad, T., Khan, I., Nawaz, M., Ali, M., Chattha, M.B., Ali, H.M., Ghareb, R.Y., Abdelsalam, N.R., Azmat, S., Barbanti, L. and Hassan, M.U. 2022. Mulberry based zinc nano-particle mitigate salinity induced toxic effects and improve the grain yield and zinc bio-fortification of wheat by improving antioxidant activities, photosynthetic performance, and accumulation of osmolytes and hormones. Frontiers in Plant Science.

Esmaielpour, B., Shiekhalipour, M. and Torabi-Giglo, M. 2020. Effects of zinc nanoparticles on growth, some physiological characteristics and essential oil yield of *Dracocephalum moldavica* L. under salinity stress conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 36: 865–884.

Fedina, I., Georgieva, K., Velitchkova, M. and Grigorova, I. 2006. Effect of pretreatment of barley seedlings with different salts on the level of UV-B induced and UV-B absorbing compounds. Environmental and Experimental Botany, 56: 225–230.

Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photo peroxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125: 189–198.

Luhova, L., Lebeda, A., Hederorva, D. and Pec, P. 2003. Activities of oxidase, peroxidase and catalase in seedlings of *Pisum sativum* L. under different light conditions. Plant Soil and Environment, 49: 151–157.

Shinano, T., Lei, T.T., Kawamukai, T., Inoue, M.T., Koike, T. and Tadano, T. 1996. Dimethylsulfoxide method for the extraction of chlorophylls a and b from the leaves of wheat, field bean, dwarf bamboo, and oak. Photosynthetica, 32: 409–415.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Foliar Application of Titanium and Zinc Oxide Nanoparticles on Growth Parameters of *Vitex agnus-castus* under Sodium Chloride Salinity Stress"

Mohammad Bagher Hassanpouraghdam[1*] and Lamia Vojodi Mehrabani[2]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

[*]*Corresponding author: hassanpouraghdam@gmail.com*

Abstract

Medicinal plants have a special value in health sciences and veterinary medicine in terms of disease prevention and treatment. In recent years, the use of medicinal plants has been increasing day by day due to their proven beneficial effects, cheapness, lack of side effects, and environmental compatibility. Salinity stress is one of the most important abiotic stresses affecting plant growth and performance. Today, nanotechnology is used in modern agriculture as an alternative to chemical fertilizers and pesticides. The small size of nanoparticles has given them different physicochemical properties, which help in the absorption of mineral nutrients and improve plant growth. To investigate the effect of sodium chloride stress (0, 75, and 150 mM) and titanium oxide and zinc oxide nanoparticles spraying of (0, 3, and 6 mgL^{-1}) on the growth and some physiological and biochemical traits of the plant, a factorial experiment was conducted in the research greenhouse of Azerbaijan Shahid Madani University. The results showed that the highest plant dry weight and chlorophyll content were observed in the treatment without salinity stress + 3 and 6 mgL^{-1} of zinc oxide and titanium nanoparticles foliar spray. 150 mM sodium chloride salinity stress in conditions without foliar spraying led to an increase in malondialdehyde and hydrogen peroxide content of the plant. Treatments without foliar spray and spraying with both levels of zinc oxide and titanium nanoparticles under the salinity of 150 mM led to an enahancement in catalase activity. The independent effect of 150 mM salinity, caused an increase in the proline (0.42 µmol $g^{-1}FW$) and total soluble solid (3.2 °Brix) content of the plant. The results showed that the *Vitex agnus-castus* is a sensitive plant to salinity stress and foliar spraying with the nanoparticles had little effect in controlling the stress damage on the plant.

Keywords: Catalase, Chlorophyll, Malondialdehyde, Proline.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر فلز سرب و محلول‌پاشی با عصاره جلبک (*Ascophyllum nodosum*) بر برخی صفات رشدی و فیزیولوژیکی کاهو

لامیا وجودی مهربانی[1*] و محمدباقر حسن‌پور اقدم[2]
۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *Vojodilamia@ gmail.com*

چکیده

آلودگی فلزات سنگین، به‌دلیل دوام بلندمدت بیولوژیکی آن‌ها در خاک، توانایی تجمع زیستی در موجودات زنده و زنجیره غذایی، خطرات جدی برای سلامتی موجودات زنده را به‌همراه دارد. حضور فلزات سنگین در محیط رشد گیاه، منجر به کاهش کیفیت محصولات کشاورزی شده و به یکی از مشکلات جدی زیست‌محیطی تبدیل شده است. امروزه از عصاره‌های جلبک به‌عنوان وسیله‌ای برای بهبود کارایی گیاهان تحت شرایط تنش استفاده می‌شود. به‌منظور بررسی تاثیر سرب موجود در آب آبیاری (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* (صفر، ۳ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر) بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک کاهو آزمایشی بصورت فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. محتوای مالون دی‌آلدئید، مواد جامد محلول و تعداد برگ تحت تاثیر اثر مستقل تیمار سرب قرار گرفت. بالاترین محتوای مالون دی‌آلدئید و مواد جامد محلول در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم سرب ثبت شد. تیمار بدون تنش سرب منجر به افزایش تعداد برگ شد. وزن‌خشک گیاه، محتوای فنل‌کل، پرولین، فعالیت آنزیم کاتالاز تحت‌تاثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. تیمار بدون فلز سرب با محلول‌پاشی ۳ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای فنل و وزن‌خشک گیاه شد. تیمارهای سرب ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با محلول‌پاشی هر دو غلظت عصاره جلبک، منجر به افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز گیاه شد. تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرب در شرایط بدون محلوپاشی و محلول‌پاشی با هردو غلظت عصاره جلبک منجربه افزایش محتوای پرولین شد. به‌نظر می‌رسد عصاره جلبک به‌دلیل فراهمی برخی مواد غذایی و هورمون سیتوکینین مورد نیاز گیاه در شرایط تنش موجب بهبود رشد و برخی صفات فیزیولوژیک کاهو شد.

واژه‌های کلیدی : پرولین، فلزات سنگین، فنل کل، کاتالاز، مالون دی‌آلدئید.

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین در سطح جهان به‌دلیل افزایش رشد اقتصادی، تولیدات صنعتی، فاضلاب شهری، معادن و سموم کشاورزی افزایش یافته و منجر به کاهش کیفیت محصولات کشاورزی شده است. فلزات سنگین با ورود به زنجیره غذایی موجب بروز انواع مشکلات مرتبط با سلامتی موجودات زنده می‌شوند. میزان تاثیر فلزات سنگین بر گیاه بستگی به نوع فلز، غلظت آن، مدت زمان مواجه با تنش و گونه گیاهی دارد (Abdelhameed et al., 2024). امروزه در کشاورزی مدرن برای کاهش اثرات تنش‌های محیطی از عصاره جلبک *Ascophyllum nodosum* به‌عنوان محرک زیستی استفاده می‌شود. محرک‌های زیستی می‌توانند با افزایش رشدونمو و بهبود فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاه، تحمل گیاه در مقابل تنش را افزایش داده و منجربه کاهش اثرات منفی تنش غیرزیستی بر گیاهان شوند (Ali et al., 2024). امروزه با افزایش جمعیت نیاز به تولید سبزی‌های برگی افزایش یافته است. کاهو با نام علمی *Lactuca sativa* L. گیاهی یک ساله، از خانواده آستراسه می‌باشد. کاهو یکی از پرمصرف‌ترین سبزی‌های برگی در رژیم‌های غذایی جهان می‌باشد. اما تولید این محصول به‌شدت تحت‌تاثیر فلزات سنگین قرار می‌گیرد (Capelo et al., 2012). با افزایش آلودگی ناشی از فلزات سنگین مخصوصا سرب بر گیاه، و نیز با توجه به تاثیر مثبت محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی بر گیاه، هدف از بررسی حاضر، ارزیابی تاثیر عصاره جلبک دریایی بر کاهش تنش فلز سرب بر گیاه کاهو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف فلز سنگین سرب (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) موجود در آب آبیاری و محلول‌پاشی با جلبک *Ascophyllum nodosum* (صفر، ۳ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر) بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک کاهو آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان در سال ۱۴۰۲ اجرا شد. بدین منظور بذور کاهو در گلدان‌های ۶ لیتری حاوی خاک کشت شدند. بعد از رسیدن گیاهان به مرحله سه برگی، تنش سرب آغاز شد و همزمان با اعمال تنش، محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی (مشخصات جلبک دریایی: منیزیم ۰/۱ درصد، بر ۱۶ درصد، کلسیم ۰/۰۶ درصد، آهن ۲۵ درصد، سیتوکینین ۰/۰۱ درصد، نیتروژن ۰/۱ درصد و اسید فسفریک ۰/۰۵ درصد، پتاسیم محلول ۴/۲ درصد) انجام شد. محلول‌پاشی دوم، دوهفته بعد تکرار شد. ۴۰ روز بعد از دومین محلول‌پاشی گیاهان برای اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه برداشت شدند. محتوای مواد جامد محلول کل با استفاده از رفرکتومتر دستی (Erma, Tokyo, Japan) اندازه‌گیری شد. از روش Fedina و همکاران (۲۰۰۶) برای اندازه‌گیری غلظت پرولین، Heath و Packer (۱۹۶۸) برای اندازه‌گیری محتوای مالون دی‌آلدئید، و روش Luhova و همکاران (۲۰۰۳) برای اندازه‌گیری فعالیت کاتالاز استفاده شد. از معرف فولین سیکالتو برای اندازه‌گیری فنل کل استفاده شد (Miguel et al., 2010). آزمایش حاضر به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. برای تجزیه داده‌ها از برنامه‌های آماری SPSS (version 9.1) استفاده شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد برگ و وزن‌خشک گیاه

تعداد برگ تحت‌تاثیر سرب در آب آبیاری و وزن‌خشک گیاه تحت‌تاثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش غلظت سرب در آب آبیاری به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تعداد برگ کاهو کاش یافت و بیشترین تعداد برگ در شاهد مشاهده شد (جدول ۲). بالاترین وزن خشک گیاه در تیمار بدون تنش سرب با محلول‌پاشی ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر عصاره جلبک مشاهده شد (جدول ۳). در یک پژوهش مشخص شد که افزایش غلظت سرب در محیط کشت کاهو منجر به کاهش عملکرد گیاه به‌دلیل کاهش محتوای کلروفیل و جذب عناصر غذایی مخصوصا پتاسیم شد (Capelo et al., 2012). استفاده از عصاره جلبک در گیاه گوجه‌فرنگی منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه به‌دلیل بهبود صفات فیزیولوژیکی و محتوای کلروفیل گیاه شد (Ali et al., 2024). نتایج حاصل از بررسی فوق نیز همسو با نتایج بررسی‌های پیشین بود.

محتوای مواد جامد محلول و فنل کل

محتوای مواد جامد محلول تحت‌تاثیر اثر مستقل تیمار سرب و محتوای فنل کل تحت‌تاثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش غلظت سرب در آب آبیاری بر محتوای مواد جامد محلول گیاه افزوده شد و بیشترین محتوای مواد جامد محلول در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرب مشاهده شد (جدول ۲). تیمار بدون تنش سرب همراه با کاربرد هر دو سطح عصاره جلبک منجر به افزایش محتوای فنل کل شد (جدول ۳). شاید یکی از دلایل افزایش محتوای فنل در بررسی حاضر به‌دلیل وجود عناصر غذایی و سیتوکینین موجود در عصاره جلبک مورد استفاده باشد که با بهبود فتوسنتز گیاه موجب افزایش محتوای فنل کل در گیاه گردید. استفاده از عصاره جلبک در محیط‌های آلوده به سرب موجب کاهش محتوای فنل کل شده است که نشان‌دهنده نقش موثر ترکیبات زیستی جلبک در جذب و حذف آلاینده‌های آلی می‌باشد. این فرآیند احتمالاً ناشی از فعالیت بیوشیمیایی ترکیبات موجود در عصاره جلبک است که توانایی متابولیزه کردن یا تثبیت فنل‌ها را افزایش داده و به کاهش سمیت محیط کمک می‌کند (Tabnde et al., 2016).

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر سطوح سرب و محلول‌پاشی جلبک بر صفات مورد اندازه‌گیری کاهو.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد برگ	وزن خشک	محتوای مواد جامد محلول	محتوای فنل کل	فعالیت آنزیم کاتالاز	محتوای پرولین	محتوای مالون دی آلدئید
بلوک	۲	۱/۱^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۳/۱*	۵۸۷**	۰/۰۰۷**	۸/۶**	۵۷^{ns}

تیمار سرب (A)	۲	۱۱/۳**	۲/۵*	۴/۴*	۹۸۷**	۰/۰۰۹۷**	۲/۷*	۱۲۴**
محلول‌پاشی عصاره جلبک (B)	۲	۰/۵۸^{ns}	۰/۴۲**	۰/۳۱^{ns}	۶۴۱**	۰/۳۴**	۱۵**	۱۲^{ns}
A × B	۴	۰/۹۸^{ns}	۰/۶۹*	۲/۱^{ns}	۵۰۲**	*۰/۲۱	۲/۱*	۲۸^{ns}
خطای آزمایشی	۱۶	۳/۱	۰/۲۵	۳/۸	۹۶	۰/۰۰۰۱	۰/۲۱	۶/۷
ضریب تغییر (٪)		۱۰	۵/۲	۹/۱	۱۱	۷/۱۰	۶/۵	۹/۵

^{ns}، *و **: به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۲– مقایسه میانگین اثر سطوح سرب موجود در آب آبیاری بر تعداد برگ، محتوای مالون دی‌آلدئید و مواد جامد محلول کاهو.

تیمار سرب	تعداد برگ	محتوای مواد جامد محلول (°Brix)	محتوای مالون دی‌آلدئید (µmol g^{-1} fw)
شاهد	۳۵^{a}	۱/۲^{c}	۱/۱ ^{c}
۵۰ میلی‌گرم در لیتر	۲۷^{b}	۲/۲^{b}	۴/۵ ^{b}
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۱۸^{c}	۳/۳^{a}	۶/۲^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنادار آماری می‌باشند.

جدول ۳– مقایسه میانگین اثرات متقابل سرب موجود در آب آبیاری و محلول‌پاشی جلبک بر برخی صفات رشدی و بیوشیمیایی کاهو.

تیمار سرب	تیمار جلبک (ml L^{-1})	وزن خشک گیاه (g)	محتوای پرولین (µmol g^{-1} fw)	فعالیت کاتالاز (µmol H_2O_2 mg^{-1} protein min^{-1})	محتوای فنل کل (mg GA g^{-1} dw)
شاهد	۰	۴/۰^{b}	۰/۱۷^{d}	۰/۲^{c}	۶۴^{b}
شاهد	۳	۵/۵ ^{a}	۰/۲۵^{c}	۰/۲۵^{b}	۹۷^{ab}
شاهد	۶	۶/۰ ^{a}	۰/۲۹^{c}	۰/۲۴^{b}	۱۰۷^{a}
۵۰ میلی‌گرم در لیتر سرب	۰	۳/۴	۰/۳۵^{b}	۰/۳۱^{b}	۶۰^{b}
۵۰ میلی‌گرم در لیتر سرب	۳	۴/۴^{b}	۰/۳۸^{b}	۰/۳۳^{ab}	۶۸^{bc}
۵۰ میلی‌گرم در لیتر سرب	۶	۴/۷^{b}	۰/۳۷^{b}	۰/۳۷^{a}	۷۱^{b}
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرب	۰	۲/۷^{d}	۰/۴۸^{ab}	۰/۳۱^{b}	۵۲^{d}
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرب	۳	۳/۳^{c}	۰/۵۱^{a}	۰/۳۶^{a}	۶۲^{b}
۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرب	۶	۳/۷^{c}	۰/۵۷^{a}	۰/۳۹^{a}	۷۰^{bc}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنادار آماری می‌باشند.

فعالیت آنزیم کاتالاز و محتوای پرولین

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی فعالیت آنزیم کاتالاز و محتوای پرولین را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرب و محلول‌پاشی با هردو سطح عصاره جلبک مشاهده شد. تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرب در شرایط بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با عصاره جلبک موجب افزایش محتوای پرولین گیاه شد (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که گیاه کاهو با بالا نگه داشتن فعالیت آنزیم کاتالاز و محتوای پرولین مانع از ایجاد آسیب به سلول می‌شود.

محتوای مالون دی‌آلدئید

طبق نتایج تجزیه واریانس، محتوای مالون دی آلدئید تحت‌تاثیر تیمار تنش سرب قرار گرفت (جدول ۱) و با افزایش غلظت سرب به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر محتوای مالون دی‌آلدئید افزوده شد (جدول ۲). رادیکال‌های آزاد اکسیژن با پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع موجب تولید مالون دی‌آلدئید می‌شوند. فلزات سنگین موجب پراکسیداسیون شدید چربی از طریق برداشت گروه هیدروژن توسط رادیکال‌های آزاد از اسیدهای چرب غیراشباع شده و موجب آسیب به سلول و مرگ برنامه‌ریزی شده آن می‌شوند (Tabnde et al., 2016).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بررسی انجام شده نشان داد که تحت تنش فلز سنگین سرب، محلول‌پاشی با عصاره جلبک *A. nodosum* موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز، محتوای فنل کل، پرولین و وزن‌خشک گیاه شد. افزایش غلظت سرب تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر منجر به افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید در گیاه شد. چنین به‌نظر می‌رسد که کاهش اثرات تنش در اثر محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی به‌دلیل وجود عناصر غذایی و تنظیم‌کننده‌های رشد موجود در عصاره جلبک باشد که موجب کاهش اثرات تنش فلز سنگین در گیاه (از طریق کمک به‌جذب عناصر غذایی و تنظیم هورمونی) می‌شود.

منابع

Abdelhameed, R.E., Abdalla, H. and Abdel-Haleem, M. 2024. Offsetting Pb induced oxidative stress in *Vicia faba* plants by foliar spray of chitosan through adjustment of morpho-biochemical and molecular indices. BMC Plant Biology, 24: 557.

Ali, O., Farrell, A.D., Ramsubhag, A. and Jayaraman, J. 2024. Beneficial effects of an *Ascophyllum nodosum* extract on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) during water stress. Journal of Applied Phycology, 36: 385–397.

Capelo, A., Santos, C., Loureiro, S. and Pedrosa, M.A. 2012. Phytotoxicity of lead on *Lactuca sativa*: effects on growth, mineral nutrition, photosynthetic activity and oxidant metabolism. Fresenius Environmental Bulletin, 21: 450–459.

Fedina, I., Georgieva, K., Velitchkova, M. and Grigorova, I. 2006. Effect of pretreatment of barley seedlings with different salts on the level of UV-B induced and UV-B absorbing compounds. Environmental and Experimental Botany, 56: 225–230.

Luhova, L., Lebeda, A., Hedererová, D. and Pec, P. 2003. Activities of amine oxidase, peroxidase and catalase in seedlings of *Pisum sativum* L. under different light conditions. Plant Soil and Environment, 49: 151–157.

Miguel, M.G., Nunes, S., Dandlen, S.A., Cavaco, A.M. and Antunes, M.D. 2010. Phenols and antioxidant activity of hydro-alcoholic extracts of propolis from Algarve South of Portugal. Food and Chemical Toxicology, 48(12): 3418–3423.

Tabnde, L. and Taheri, M. 2016. Evalution of exposure to heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in vegetables grown in the olericultures of Zanjan province field. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering, 9(1): 41–56.

علوم باغبانی ایران

The effects of lead and foliar application with *Ascophyllum nodosum* on some growth and physiological traits of *Lactuca sativa* L.

Lamia Vojodi Mehrabani[1*] and Mohammad Bagher Hassanpouraghdam[2]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

Corresponding author: Vojodilamia@ gmail.com

Abstract

Heavy metal pollution poses serious risks to the health of living organisms due to their long-term biological persistence in soil, their ability to bio accumulate in living organisms, and their presence in the food chain. The presence of heavy metals in plant growth media has led to a decrease in the quality of agricultural products and has become a serious environmental problem. Today, algae extracts are used as a means to improve plant growth under stress conditions. The effects of lead content in the irrigated water (0, 50 and 100 mgL^{-1}) and sea algae extract (*Ascophyllum nodosum*) foliar applications (0, 3 and 6 ml L^{-1}) were studied on the growth and some physiological characteristics of *Lactuca sativa* L. as factorial experiment based on RCBD. Leaf number, malondialdehyde and total soluble solids content, were affected by the independent effects of lead treatment. The highest content of malondialdehyde and soluble solids content was recorded in the 100 mg L^{-1} lead treatment. The treatment without lead stress increased leaves number in plant. Plant dry weight, catalase activity, total phenolics and proline content were influenced by the interaction effects of lead treatment and foliar application of sea algae. The highest data for total phenolics content and plant dry weight were recorded without lead treatment with 3 and 6 ml L^{-1} foliar application of sea algae. Treatments with 50 and 100 mg L^{-1} of lead + foliar spraying of both concentrations of algae extract increased the catalase activity of the plant. Treatment with 100 mgL^{-1} lead under conditions of no-spray and foliar spraying with both concentrations of algae extract resulted in an increase in proline content. It seems that algae extract improved the growth and some physiological traits of lettuce due to the availability of some nutrients and cytokinin like hormones required by the plant under stress conditions.

Keywords: Catalase, Heavy metals, Malondialdehyde, Proline, Total phenol

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کاربرد اسیدآسکوربیک بر جوانه‌زنی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) تحت تنش شوری

مهتاب صالحی[1*] و رومینا زینلی[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، مجتمع آموزش عالی نهاوند، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *mahtab.salehi@basu.ac.ir*

چکیده

سرخارگل با نام علمی *Echinacea purpurea* L. گیاهی علفی و چندساله از تیره Asteraceae و بومی شمال آمریکا و یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی در این منطقه می‌باشد. تمامی اندام‌های این گیاه، حاوی مواد ارزشمندی است که باعث شده به‌عنوان یک گیاه دارویی در اغلب دنیا گسترش یافته و به صورت وسیع در آمریکا و اروپا کشت شود. مواد مؤثره سرخارگل به علت خواص ضدقارچی، ضدویروسی و ضدباکتریایی که دارد در سیستم دفاعی بدن، نقش مؤثری ایفا می‌کند. تنش شوری، یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در جهان و ازجمله ایران است. گزارش‌های متعددی در مورد اثر شوری بر کاهش پارامترهای رشدی گیاهان وجود دارد. یک روش کارآمد برای کاهش تنش شوری در گیاهان، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی نظیر اسیدآسکوربیک است. به منظور بررسی اثر اسیدآسکوربیک بر برخی ویژگی‌های رشدی سرخارگل در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با دو عامل شوری (در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) و اسیدآسکوربیک (در سه سطح صفر، ۰/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر) و با سه تکرار در مجتمع آموزش عالی نهاوند در سال ۱۴۰۳ انجام شد. نتایج نشان داد که سرخارگل در مرحله جوانه‌زنی، نسبتاً به تنش شوری متحمل است به طوری که درصد جوانه‌زنی تا شوری ۵۰ میلی‌مولار از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری با شرایط بدون تنش نداشت. بیشترین وزن تر گیاهچه سرخارگل (۰/۰۶۶ گرم)، با کاربرد ۰/۲ گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به دست آمد. بیشترین طول ساقه‌چه (۱/۰۳ سانتی‌متر) با کاربرد همزمان ۵۰ میلی‌مولار شوری و ۰/۱ گرم در لیتر اسیدآسکوربیک ایجاد شد. بنابراین، اسیدآسکوربیک توانست تا حدودی اثر مضر شوری را در کاهش طول ساقه‌چه جبران کند. اسیدآسکوربیک می‌تواند با کنترل چرخه سلولی و تحریک تقسیم و طویل شدن سلول‌ها، به تکثیر سلول‌های گیاهی کمک کند. از آنجا که اسیدآسکوربیک تنظیم‌کننده کلیدی رشد گیاه است، مقدار اکسین را افزایش می‌دهد؛ اکسین، تقسیم سلولی را تقویت کرده و رشد و نمو گیاهان را تنظیم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: اسیدآسکوربیک، جوانه‌زنی، سرخارگل، شوری، طول ساقه‌چه.

مقدمه

با توجه به سابقه گیاهان دارویی و نیز تغییر نگرش و افزایش تقاضای جهانی در استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها و با عنایت به مضرات ناشی از مصرف داروهای شیمیایی (Hayouni et al., 2008) ضرورت دارد تا در مورد این گیاهان دارویی، تحقیقات جامعی صورت گیرد. از طرفی با توجه به وسعت اراضی تحت تنش شوری در ایران و با در نظر گرفتن روند رو به رشد جمعیت جهان همراه با کاهش و تخریب منابع آب و خاک، تحقیق درخصوص گیاهان مقاوم به شرایط نامساعد محیطی دارای اهمیت است (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۷). جوانه‌زنی بذر، یکی از مهم‌ترین مراحل فنولوژیکی گیاه است که تعیین‌کننده میزان تولید هر محصول می‌باشد. جوانه‌زنی بذر، سبز شدن و رشد گیاهچه به عواملی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر بستگی دارد (Elouaer and Hannachi, 2012). یکی از تغییرات بیوشیمیایی که در تنش‌های محیطی ازجمله تنش شوری رخ می‌دهد، تولید انواع اکسیژن‌های فعال می‌باشد که می‌توانند باعث تخریب عمده غشا، چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک شوند (Garratt et al., 2002). سلول‌های گیاهی برای محافظت از آسیب‌های اکسیداتیو، مجهز به یک سیستم جاروب‌کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند که از این میان می‌توان به اسیدآسکوربیک اشاره کرد. اسیدآسکوربیک نقش مهمی در مسیر آسکوربات ـ گلوتاتیون و نیز حذف اکسیژن فعال در مسیر کلروپلاست و سیتوسول دارد (Rahal et al., 2014). اسپری کردن اسیدآسکوربیک به عنوان یک آنتی‌اکسیدان، باعث افزایش تحمل به تنش و کاهش اثرات مضر کلریدکلسیم در گیاه سیاهدانه شده است (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۹).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اسیدآسکوربیک بر جوانه‌زنی سرخارگل، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل شوری در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار) و اسیدآسکوربیک در سه سطح (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر) با ۳ تکرار در آزمایشگاه کشاورزی مجتمع آموزش عالی نهاوند انجام شد. قبل از شروع آزمایش، پتری‌دیش‌ها ضدعفونی گردید. سپس کاغذ صافی در داخل هر پتری‌دیش قرار گرفت و ۱۰ عدد بذر سرخارگل در داخل هرکدام قرار داده شد. محلول‌های شوری با استفاده از NaCl شرکت مرک® تهیه گردید. غلظت‌های مورد نیاز اسیدآسکوربیک نیز تهیه شد. سپس تیمارهای مورد نظر بر هر پتری‌دیش اعمال شد. پتری‌دیش‌ها در داخل ژرمیناتور با دمای روز ۲۴ درجه و دمای شب ۲۰ درجه سانتی‌گراد، و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفت. پس از جوانه‌زنی بذرها، درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید. بعد از اتمام آزمایش، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و وزن خشک گیاهچه‌ها اندازه‌گیری گردید. اعداد به دست آمده با کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. از آزمون LSD برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری بر درصد جوانه‌زنی، معنی‌دار و بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه، بسیار معنی‌دار بود. همچنین اسیدآسکوربیک، اثر بسیار معنی‌داری بر طول ساقه‌چه داشت ولی بر وزن تر گیاهچه، دارای اثر معنی‌دار بود. کاربرد همزمان شوری و اسیدآسکوربیک بر طول ساقه‌چه، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر اسیدآسکوربیک بر جوانه‌زنی سرخارگل تحت تنش شوری.

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
شوری	۲	۱۷۵۹/۲۵*	۴/۳۴**	۰/۲۵**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۱**
اسیدآسکوربیک	۲	۱۸۱/۴۸^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۰/۲۰**	۰/۰۰۰۴*	۰/۰۰۰۰۰۰۵^{ns}
شوری × اسیدآسکوربیک	۴	۱۹۸/۱۴^{ns}	۰/۷۴^{ns}	۰/۰۶**	۰/۰۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۰۸^{ns}
خطا	۱۸	۲۴۸/۱۴	۰/۲۷	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌دار بودن، معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۴/۴۴٪) در شرایط بدون تنش شوری ایجاد شد که از نظر آماری، با شوری ۵۰ میلی‌مولار، تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین طول ریشه‌چه (۲/۱۴ سانتی‌متر) در شرایط بدون تنش شوری ایجاد شد. بیشترین وزن تر و خشک گیاهچه، در شوری ۵۰ میلی‌مولار به دست آمد که از نظر آماری با شرایط بدون تنش شوری، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شوری بر جوانه‌زنی سرخارگل.

تیمار شوری	جوانه‌زنی (درصد)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر گیاهچه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)
صفر میلی‌مولار	۸۴/۴۴^{a}	۲/۱۴^{a}	۰/۰۶^{a}	۰/۰۰۴۶^{a}
۵۰ میلی‌مولار	۷۳/۳۳^{a}	۱/۴۵^{b}	۰/۰۷^{a}	۰/۰۰۴۸^{a}
۱۰۰ میلی‌مولار	۵۶/۶۶^{b}	۰/۷۵^{c}	۰/۰۳^{b}	۰/۰۰۲۸^{b}

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

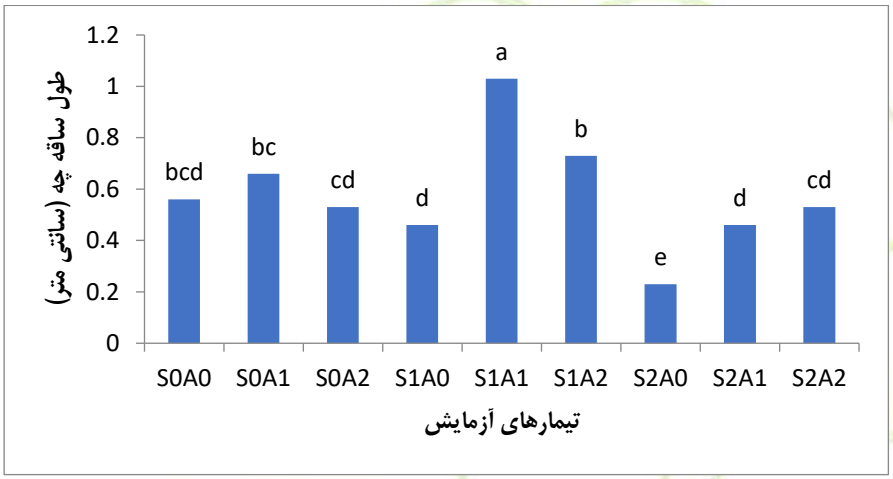
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر گیاهچه (۰/۰۶۶ گرم)، در تیمار ۰/۲ گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به دست آمد (جدول ۳). در گیاه فلفل، کاربرد اسیدآسکوربیک باعث افزایش وزن تر و خشک بوته در تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار گردید (پارساجو و دشتی، ۱۴۰۲).

جدول ۳– مقایسه میانگین اثر اسیدآسکوربیک بر جوانه‌زنی سرخارگل.

تیمار اسیدآسکوربیک	وزن تر گیاهچه (گرم)
صفر	۰/۰۵۳^{b}
۰/۱ گرم در لیتر	۰/۰۵۵^{b}
۰/۲ گرم در لیتر	۰/۰۶۶^{a}

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

بیشترین طول ساقه‌چه (۱/۰۳ سانتی‌متر)، با کاربرد همزمان ۵۰ میلی‌مولار شوری و ۰/۱ گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به دست آمد (شکل ۱). اسیدآسکوربیک، محتوای اکسین را افزایش می‌دهد که موجب تحریک تقسیم و گسترش سلول می‌گردد و بدین ترتیب باعث افزایش رشد می‌شود (Khan et al., 2012).



شکل ۱: اثر متقابل شوری و اسیدآسکوربیک بر طول ساقه‌چه سرخارگل.

S0A0 (شوری صفر × اسیدآسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسیدآسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسیدآسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛
S1A0 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسیدآسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسیدآسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛
S1A2 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسیدآسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسیدآسکوربیک صفر)؛
S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسیدآسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسیدآسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سرخارگل در مرحله جوانه‌زنی، تا حدودی می‌تواند شوری را تحمل کند. بیشترین وزن تر گیاهچه، با کاربرد ۰/۲ گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به دست آمد و بیشترین طول ساقه‌چه، با کاربرد همزمان ۵۰ میلی‌مولار شوری و ۰/۱ گرم در لیتر اسیدآسکوربیک ایجاد شد.

منابع

پارساجو، س. و دشتی، ف. ۱۴۰۲. اثر اسید آسکوربیک بر رشد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی نشاء فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum*) تحت تنش شوری. نشریه علوم باغبانی، ۳۷(۲): ۴۹۷–۵۰۸.

فلاحی، ج.، عبادی، م.ت. و قربانی، ر. ۱۳۸۷. اثر تنش‌های اسمزی و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی مریم گلی کبیر (*Salvia sclarea*). مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، ۱(۱): ۵۷–۶۷.

قربانلی، م.، ادیب هاشمی، ن. و پیوندی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر شوری و اسیدآسکوربیک بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی در گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.). فصلنامه علمی ـ پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶(۳): ۳۷۰–۳۸۸.

Elouaer, M.A. and Hannachi, C. 2012. Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. EurAsian Journal of Biosciences, 6: 76–84.

Garratt, L.C., Janagoudar, B.S., Lowe, K.C., Anthony, P., Power, J.B. and Davey, M.R. 2002. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. Free Radical Biology and Medicine, 33(4): 502–511.

Hayouni, E.A., Chraief, I., Abedrabba, M., Bouix, M., Leveau, J.-Y., Mohammed, H. and Hamdi, M. 2008. Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: their chemical compositions and their preservative effects against Salmonella inoculated in minced beef meat. International Journal of Food Microbiology, 125(3): 242–251.

Khan, T.A., Mazid, M. and Mohammad, F. 2012. A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. Journal of Agrobiology, 28(2): 97–111.

Rahal, A., Kumar, A., Singh, V., Yadav, B., Tiwari, R., Chakraborty, S. and Dhama, K. 2014. Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. BioMed Research International, 761264.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of ascorbic acid application on germination of *Echinacea purpurea* L. under salt stress

Mahtab Salehi[1*] and Romina Zeinali[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Nahavand Higher Education Complex, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[*]*Corresponding Author: mahtab.salehi@basu.ac.ir*

Abstract

Echinacea purpurea L. is an herbaceous perennial plant of the Asteraceae family, native to North America, and one of the most important medicinal plants in this region. All parts of this plant contain valuable substances that have made it widespread as a medicinal plant in most of the world and widely cultivated in America and Europe. The active ingredients of *Echinacea purpurea* L. play an effective role in the body's defense system due to their antifungal, antiviral, and antibacterial properties. Salinity stress is one of the most important factors limiting the production of agricultural products in the world, including Iran. There are numerous reports on the effect of salinity on reducing plant growth parameters. An efficient method for reducing salinity stress in plants is the use of non-enzymatic antioxidants such as ascorbic acid. In order to investigate the effect of ascorbic acid on some growth characteristics of *Echinacea purpurea* L. under salt stress conditions, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with two factors: salinity (at three levels of 0, 50, and 100 mM) and ascorbic acid (at three levels of 0, 0.1, and 0.2 g/L) and with three replications at Nahavand Higher Education Complex in 2014. The results showed that *Echinacea purpurea* L. is relatively tolerant to salt stress at the germination stage, so that the germination percentage up to 50 mM salinity was not statistically significantly different with the non-stressed conditions. The highest wet weight of *Echinacea purpurea* L. seedlings (0.066 g) was obtained with the application of 0.2 g/L of ascorbic acid. The highest plumule length (1.03 cm) was obtained with the simultaneous application of 50 mM salinity and 0.1 g/L of ascorbic acid. Therefore, ascorbic acid was able to partially compensate for the detrimental effect of salinity in reducing shoot length.

Keywords: Ascorbic acid, *Echinacea purpurea* L., Germination, Plumule length, Salinity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کاربرد اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی تربچه (*Raphanus sativus*) تحت تنش شوری

مهتاب صالحی[1*] و رومینا زینلی[1]

۱. گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، مجتمع آموزش عالی نهاوند، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: *mahtab.salehi@basu.ac.ir*

چکیده

گیاه *Raphanus sativus* از تیره چلیپائیان که معمولاً با نام تربچه شناخته می‌شود، به طور گسترده در سراسر جهان در دسترس است. از دوران باستان، در طب عامیانه به عنوان یک داروی طبیعی علیه بسیاری از سموم مورد استفاده قرار می‌گرفته است. تنش شوری، یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در جهان و ازجمله ایران است. گزارش‌های متعددی در مورد اثر شوری بر کاهش پارامترهای رشدی گیاهان وجود دارد. تنش شوری می‌تواند بر فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه از جوانه‌زنی تا اتمام دوره رشد و نمو گیاه، تأثیرگذار باشد. یک روش کارآمد برای کاهش تنش شوری در گیاهان، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی نظیر اسید آسکوربیک است. اسید آسکوربیک (ویتامین C) یک متابولیت فراوان است که نقش مهمی را در رشد و نمو گیاه به عهده دارد. این ویتامین به عنوان یک فاکتور تنظیم‌کننده رشد معرفی می‌شود که تأثیر زیادی در فرایندهای بیولوژیکی دارد. مطالعات متعددی نشان داده است که کاربرد اسید آسکوربیک در محیط شور، سبب کاهش اثرات نامطلوب شوری بر رشد گیاهان می‌شود. به منظور بررسی اثر اسید آسکوربیک بر برخی ویژگی‌های رشدی تربچه در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با دو عامل شوری (در سه سطح: صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) و اسید آسکوربیک (در سه سطح: صفر، ۰/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر) و با سه تکرار در مجتمع آموزش عالی نهاوند در سال ۱۴۰۴ انجام شد. نتایج نشان داد که تربچه در مرحله جوانه‌زنی، به تنش شوری حساس است؛ به طوری که براساس جدول مقایسه میانگین، بیشترین درصد جوانه‌زنی (۶۰٪) و بیشترین طول ریشه‌چه (۳/۵۰ سانتی‌متر) در شرایط بدون تنش شوری ایجاد شد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، تربچه، جوانه‌زنی، شوری.

مقدمه

رشد موفق و بنیادی گیاهان، وابسته به جوانه‌زنی بهینه و نرمال می‌باشد (Gorai and Neffati, 2007). جوانه‌زنی، یک مرحله حساس در سیکل زندگی گیاهان است که چندین فاکتور محیطی مانند دما، شوری، روشنایی و رطوبت خاک همزمان با هم روی جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارند (Huang et al., 2003). شوری یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی است که تأثیر بسزایی در جوانه‌زنی و استقرار نهال دارد (Li et al., 2012). استرس شوری شامل تغییر در پروسه‌های گوناگون فیزیولوژیکی و متابولیکی می‌شود که بسته به شدت و مدت استرس و همچنین بازدارنده‌های نهایی تولید محصولات دارد (James et al., 2011).

جوانه‌زنی بذر، یک مرحله بنیادی و حیاتی در سیکل رشد گیاه است که عملکرد را تعیین می‌کند. عدم جوانه‌زنی گیاهان در خاک‌های شور، اغلب در اثر تجمع زیاد نمک در ناحیه کاشت بذر، به دلیل حرکت رو به بالای محلول خاک و متعاقب آن، وقوع تجمع نمک در سطح خاک می‌باشد. این نمک‌ها از جوانه‌زنی و استقرار گیاه ممانعت می‌نمایند (Khan and Ungar, 2001). تربچه یکی از سبزی‌های غده‌ای با نام علمی *Raphanus sativus* متعلق به خانواده چلیپائیان (Cruciferae) است که بومی اروپا و آسیا بوده و در ارتفاع بین ۱۹۰ تا ۱۲۴۰ متر از سطح دریا می‌روید. دارای ریشه ضخیم در اندازه، فرم و رنگ‌های مختلف می‌باشد (Gutiérrez and Perez, 2004). شاید گمان رود که فقط قسمت ریشه این گیاه مورد استفاده است، در حالی که قسمت‌های مختلف تربچه شامل ریشه‌ها، برگ‌ها و دانه‌ها هستند که برای اهداف دارویی استفاده می‌شوند (Nadkarni, 1976). یکی از تغییرات بیوشیمیایی که در تنش‌های محیطی ازجمله تنش شوری رخ می‌دهد، تولید انواع اکسیژن‌های فعال می‌باشد که می‌توانند باعث تخریب عمده غشا، چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک شوند (Garratt *et al.*, 2002). سلول‌های گیاهی برای محافظت از آسیب‌های اکسیداتیو، مجهز به یک سیستم جاروب‌کننده رادیکال‌های آزاد هستند که از این

میان می‌توان به اسید آسکوربیک اشاره کرد. اسید آسکوربیک از آنتی‌اکسیدان‌های قوی است که با احیای رادیکال‌های آزاد، موجب بازدارندگی آنها می‌شود (Fecht-Christoffers et al., 2003). هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی تربچه تحت تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی تربچه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل شوری (در سه سطح: صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار) و اسید آسکوربیک (در سه سطح: صفر، ۰/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر) با ۳ تکرار در آزمایشگاه کشاورزی مجتمع آموزش عالی نهاوند انجام شد. قبل از شروع آزمایش، پتری‌دیش‌ها ضدعفونی گردید. سپس کاغذ صافی در داخل هر پتری‌دیش قرار گرفت و ۱۰ عدد بذر تربچه در داخل هرکدام قرار داده شد. محلول‌های شوری با استفاده از NaCl شرکت مرک تهیه گردید. غلظت‌های مورد نیاز اسید آسکوربیک نیز تهیه شد. سپس تیمارهای مورد نظر بر هر پتری‌دیش اعمال شد. پتری‌دیش‌ها در داخل ژرمیناتور با دمای روز ۲۴ درجه و دمای شب ۲۰ درجه سانتی‌گراد، و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفت. پس از جوانه‌زنی بذرها، درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید. بعد از اتمام آزمایش، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و وزن خشک گیاهچه‌ها اندازه‌گیری گردید. اعداد به دست آمده با کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. از آزمون LSD برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر اسید آسکوربیک و اثر متقابل شوری و اسید آسکوربیک بر صفات مورد مطالعه، معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی تربچه تحت تنش شوری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
شوری	۲	۴۰۱۱/۱۱**	۱۴/۱۰**	۰/۱۳**	۰/۰۰۶ns	۰/۰۰۰۱ns
اسید آسکوربیک	۲	۳۳/۳۳ns	۱/۵۸ns	۰/۰۴ns	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۰۰۰۰۸ns
شوری × اسید آسکوربیک	۴	۳۴۴/۴۴ns	۲/۳۶ns	۰/۰۳ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۰۰۹ns
خطا	۱۸	۳۰۷/۴۰	۱/۵۹	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۸

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌دار بودن، معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۶۰٪) و بیشترین طول ریشه‌چه (۳/۵۰ سانتی‌متر) در شرایط بدون تنش شوری ایجاد شد. بیشترین طول ساقه‌چه نیز در شرایط بدون تنش به دست آمد؛ هرچند از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری با شوری ۵۰ میلی‌مولار نداشت (جدول ۲). اثربخشی اسید آسکوربیک در افزایش رشد گیاه و کاهش استرس، ممکن است بسته به عوامل مختلفی مانند تغییرات ژنوتیپی، روش‌های کاربرد و غلظت، متغیر باشد. اولاً: گونه‌های گیاهی متمایز و حتی گونه‌های مختلف درون یک گونه ممکن است حساسیت‌ها و واکنش‌های متفاوتی نسبت به تنش و تیمار اسید آسکوربیک داشته باشند. ثانیاً، روش‌های مختلف کاربرد اسید آسکوربیک (محلول‌پاشی روی برگ یا خاک) نشان می‌دهد که مدت‌زمان قرار گرفتن در معرض تنش و غلظت اسید آسکوربیک می‌تواند به طور قابل‌توجهی بر اثربخشی آن تأثیر بگذارد، همانطور که در نتایج متفاوت در ادبیات علمی مشاهده می‌شود (Tunçtürk et al., 2024).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شوری بر جوانه‌زنی تربچه.

تیمار شوری	جوانه‌زنی (درصد)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)
صفر میلی‌مولار	۶۰^{a}	۳/۵۰^{a}	۰/۵۸^{a}
۵۰ میلی‌مولار	۳۱/۱۱^{b}	۱/۵۶^{b}	۰/۴۸^{a}
۱۰۰ میلی‌مولار	۱۸/۸۸^{b}	۱/۱۵^{b}	۰/۳۴^{b}

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تربچه در مرحله جوانه‌زنی، به شوری حساس است. بیشترین درصد جوانه‌زنی و بیشترین طول ریشه‌چه، در شرایط بدون تنش ایجاد شد. اسید آسکوربیک در غلظت‌های مورد مطالعه نتوانست در کاهش اثرات مضر شوری نقشی ایفا نماید.

منابع

Fecht-Christoffers, M.M., Maier, P. and Horst, W.J. 2003. Apoplastic peroxidases and ascorbate are involved in manganese toxicity and tolerance of *Vigna unguiculata*. Physiologia Plantarum, 117(2): 237–244.

Garratt, L.C., Janagoudar, B.S., Lowe, K.C., Anthony, P., Power, J.B. and Davey, M.R. 2002. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. Free Radical Biology and Medicine, 33(4): 502–511.

Gorai, M. and Neffati, M. 2007. Germination responses of *Reaumuria vermiculata* to salinity and temperature. Annals of Applied Biology, 151(1): 53–59.

Gutiérrez, R.M.P. and Perez, R.L. 2004. *Raphanus sativus* (Radish): their chemistry and biology. The Scientific World Journal, 4: 811–837.

Huang, Z., Zhang, X., Zheng, G. and Gutterman, Y. 2003. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. Journal of Arid Environments, 55(3): 453–464.

James, R.A., Blake, C., Byrt, C.S. and Munns, R. 2011. Major genes for Na+ exclusion, Nax1 and Nax2 (wheat HKT1;4 and HKT1;5), decrease Na+ accumulation in bread wheat leaves under saline and waterlogged conditions. Journal of Experimental Botany, 62(8): 2939–2947.

Khan, M.A. and Ungar, I.A. 2001. Seed germination of *Triglochin maritima* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Biologia Plantarum, 44(2): 301–303.

Li, Z.-G., Gong, M. and Liu, P. 2012. Hydrogen sulfide is a mediator in H2O2-induced seed germination in *Jatropha curcas*. Acta Physiologiae Plantarum, 34(6): 2207–2213.

Nadkarni, K.M. 1976. Indian Materia Medica. Popular Prakashan Pvt. Ltd., Bombay, 1 (Revised and Enlarged by Nadkarni, A.K.): 1278–1280.

Tunçtürk, R., Oral, E., Tunçtürk, M., Nohutçu, L., Najafi, S., Rezaee Danesh, Y., Farda, B. and Pace, L. 2024. Ascorbic acid enhances growth and dualex parameters in *Arachis hypogaea* L. under salt stress. Discover Sustainability, 5: 489.

Effect of ascorbic acid application on germination of *Raphanus sativus* under salt stress

Mahtab Salehi[1*] and Romina Zeinali[1]

[1] Department of Horticultural Sciences and Engineering, Nahavand Higher Education Complex, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

[*]*Corresponding Author: mahtab.salehi@basu.ac.ir*

Abstract

Raphanus sativus a member of the Cruciferae family, commonly known as radish, is widely available worldwide. Since ancient times, it has been used in folk medicine as a natural remedy against many toxicants. Salinity stress is one of the most important factors limiting agricultural production in the world, including Iran. There are numerous reports on the effect of salinity on reducing plant growth parameters. Salinity stress can affect plant physiological processes from germination to the end of the plant growth and development period. An efficient method for reducing salinity stress in plants is the use of non-enzymatic antioxidants such as ascorbic acid. Ascorbic acid (vitamin C) is an abundant metabolite that plays an important role in plant growth and development. This vitamin is introduced as a growth regulating factor that has a great impact on biological processes. Several studies have shown that the use of ascorbic acid in saline environments reduces the adverse effects of salinity on plant growth. In order to investigate the effect of ascorbic acid on some growth characteristics of radish under salt stress conditions, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with two factors: salinity (at three levels: 0, 50, and 100 mM) and ascorbic acid (at three levels: 0, 0.1, and 0.2 g/L) and with three replications at Nahavand Higher Education Complex in 2025. The results showed that radish is sensitive to salt stress at the germination stage; so that, according to the mean comparison table, the highest germination percentage (60%) and the longest root length (3.50 cm) were produced in conditions without salt stress.

Keywords: Ascorbic acid, Radish, Germination, Salinity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

افزایش تحمل به سرمای دیررس بهاره با کاربرد آمینوپتاس: مطالعه موردی در درختان سیب، هلو و پسته و بوته انگور

رسول نصیری[1*]، احمد مشتاقی[1]، ماندانا طوسی[1]، کامران حاجی‌وند[1] و مهراد افخمی[1]
۱ -شرکت بازارگان کالا، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *rasool.nasiri@ut.ac.ir*

چکیده

سرمازدگی بهاره یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید درختان میوه در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری است که با آسیب به بافت‌های زایشی همراه بوده و منجر به کاهش عملکرد و افت کیفیت محصول می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی آمینوپتاس (حاوی ۱۰ درصد پتاسیم و ۱۰ درصد اسیدهای آمینه) بر کاهش اثرات سرمازدگی بهاره در درختان سیب، هلو، انگور و پسته تحت تنش سرمای بهاره انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار شامل آمینوپتاس ۱، ۲ و ۳ در هزار و شاهد تر (محلول‌پاشی با آب مقطر)، در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه در بهار ۱۴۰۲ در چهار استان کشور ایران، از جمله آذربایجان غربی (سیب)، قزوین (هلو)، همدان (انگور) و سمنان (پسته) انجام شد. باغ‌ها به‌صورت هدفمند از مناطق با سابقه سرمای دیررس بهاره انتخاب شدند، سرما به‌صورت طبیعی بود و دما با دماسنج‌های نصب‌شده کنار تاج گیاه ثبت شد؛ مواجهه هر محصول با سرما بر اساس دمای بحرانی اختصاصی همان گیاه (Tcrit) و مدت زمان قرارگیری دما زیر این آستانه محاسبه و گزارش گردید. محلول‌پاشی آمینوپتاس در مرحله تورم جوانه‌ها صورت گرفت و نشت یونی به‌عنوان شاخص پایداری غشای سلولی اندازه‌گیری شد. محلول‌پاشی آمینوپتاس در هر چهار محصول موجب کاهش معنی‌دار نشت یونی جوانه/گل نسبت به شاهد شد. در هلو و انگور غلظت ۳ در هزار بیشترین کاهش را ایجاد کرد، در حالی‌که در سیب و پسته غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار هر دو کمترین نشت یونی را نشان دادند و نسبت به تیمار شاهد برتری داشتند. این الگوی سازگار بیانگر تقویت پایداری غشای سلولی و افزایش تحمل به سرمای دیررس بهاره در اثر کاربرد برگی آمینوپتاس است. نتایج به‌دست‌آمده این پژوهش با یافته‌های مطالعات پیشین هم‌راستا بود و نشان داد که استفاده از آمینوپتاس می‌تواند به‌عنوان راهکاری کارآمد در افزایش تحمل به سرمازدگی بهاره در درختان میوه مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای آمینه، پتاسیم، جوانه گل، سرمازدگی، نشت یونی.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

تنش سرمای بهاره یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید درختان میوه در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری محسوب می‌شود. در ایران، به‌دلیل شرایط اقلیمی خاص و نفوذ توده‌های هوای سرد در اوایل بهار، درختان میوه در معرض خطر سرمازدگی قرار دارند. این پدیده می‌تواند منجر به آسیب‌های جدی به بافت‌های زایشی، کاهش عملکرد و کیفیت محصول شود(Drepper et al., 2023). پتاسیم (K) به‌عنوان یکی از عناصر ضروری برای رشد و توسعه گیاهان، نقش مهمی در تنظیم اسمزی، فعال‌سازی آنزیم‌ها، فتوسنتز و مقاومت به تنش‌های غیرزیستی ایفا می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که تأمین کافی پتاسیم با کاهش نقطه انجماد سلولی و تقویت آنزیم‌های مرتبط با سرما، تحمل گیاه را در برابر تنش‌هایی مانند سرما افزایش می‌دهد (Wang et al., 2013). اسیدهای آمینه نیز به‌عنوان محرک‌های رشد (Biostimulants)، با افزایش سنتز پروتئین‌ها، تنظیم تعادل یونی و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی، به کاهش آسیب‌های ناشی از سرما کمک می‌کنند (Kowalczyk et al., 2008). همچنین، در پاسخ به تنش سرما، تجمع اسیدهای آمینه در سلول‌های گیاهی می‌تواند با ایفای نقش در تنظیم اسمزی، حفظ تعادل یونی و پایداری ساختار غشا، موجب کاهش آسیب‌های سرمازدگی سلول شود (Li et al., 2023). در شرایط تنش سرمایی، تغذیه مؤثر با ترکیباتی مانند آمینوپتاس می‌تواند از طریق افزایش غلظت شیره سلولی و کاهش نشت یونی به حفظ یکپارچگی سلولی و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از یخزدگی کمک کند (Farooq et al., 2009). با توجه به اهمیت کاهش خسارات ناشی از سرمازدگی

بهاره در باغ‌های میوه، این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد آمینوپتاس بر افزایش تحمل به سرمازدگی در درختان میوه در شرایط اقلیمی ایران انجام شد.

مواد و روش

این پژوهش در بهار سال ۱۴۰۲ در استان‌های آذربایجان غربی (سیب رقم رد دلیشز)، قزوین (هلو زعفرانی)، همدان (انگور بی‌دانه سفید) و سمنان (پسته خنجری) انجام شد. تیمار آزمایشی شامل محلول‌پاشی کود آمینوپتاس حاوی اسیدهای آمینه (۱۰ درصد) و پتاسیم (۱۰ درصد) در چهار سطح شامل آمینوپتاس ۱، ۲ و ۳ در هزار (v/v) و شاهد تر (محلول‌پاشی با آب مقطر)، در سه تکرار و با سه مشاهده مورد بررسی قرار گرفت. باغ‌ها به‌صورت هدفمند از مناطق با سابقه سرمای دیررس بهاره در سال‌های قبل انتخاب شدند؛ سرما به‌صورت طبیعی بود و دما با دماسنج‌های نصب‌شده کنار تاج گیاه ثبت شد. در این مطالعه، آستانه دمای بحرانی هر گیاه ملاک قرار گرفت و مدت قرارگیری زیر این آستانه‌ها به‌صورت تجمعی محاسبه شد؛ به‌طوری‌که در درختان سیب (مرحله گل کامل) ۴ ساعت زیر دمای ۲٫۲- درجه سلسیوس، در درختان هلو (مرحله گل کامل) ۳ ساعت زیر دمای ۲٫۸- درجه سلسیوس، در درختان پسته (مرحله گل‌دهی) ۲/۵ ساعت زیر دمای ۳- درجه سلسیوس، و در بوته انگور (پس از مرحله جوانه‌زنی/جوانه‌سبز) ۳ ساعت زیر دمای ۵/۲- درجه سلسیوس ثبت شد. لازم به ذکر است زمان محلول‌پاشی قبل از گل‌دهی و در زمان متورم شدن جوانه صورت گرفت.

اندازه‌گیری میزان نشت یونی

برای اندازه‌گیری نشت یونی، از جوانه‌های گل در سیب، هلو و پسته و در انگور از جوانه‌های انتهایی نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها به قطعات ۱ سانتی‌متری برش داده شده و در لوله‌های فالکون حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند. پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در تاریکی، هدایت الکتریکی اولیه (C1) اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شده و سپس هدایت الکتریکی نهایی (C2) اندازه‌گیری گردید. نشت یونی طبق روابط محاسبه شد (Bär et al., 2021).

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه‌گیری‌شده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹٫۴) استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر محلول‌پاشی آمینوپتاس بر میزان نشت یونی جوانه‌های گل در درختان سیب، هلو، پسته و بوته انگور در شرایط تنش سرمازدگی بهاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد نشت یونی در درختان سیب و پسته در تیمار شاهد مشاهده شد. در مقابل، کمترین میزان نشت یونی در تیمار محلول‌پاشی با غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار آمینوپتاس به‌دست آمد. در مورد درخت هلو و بوته انگور نیز، بالاترین میزان نشت یونی به‌طور معنی‌دار در تیمار شاهد مشاهده شد، در حالی‌که کمترین مقدار آن در تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار دیده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی آمینوپتاس در غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار، به‌طور معنی‌داری موجب کاهش نشت یونی جوانه‌های گل درختان سیب، هلو، پسته و بوته انگور تحت تنش سرمازدگی بهاره گردید.

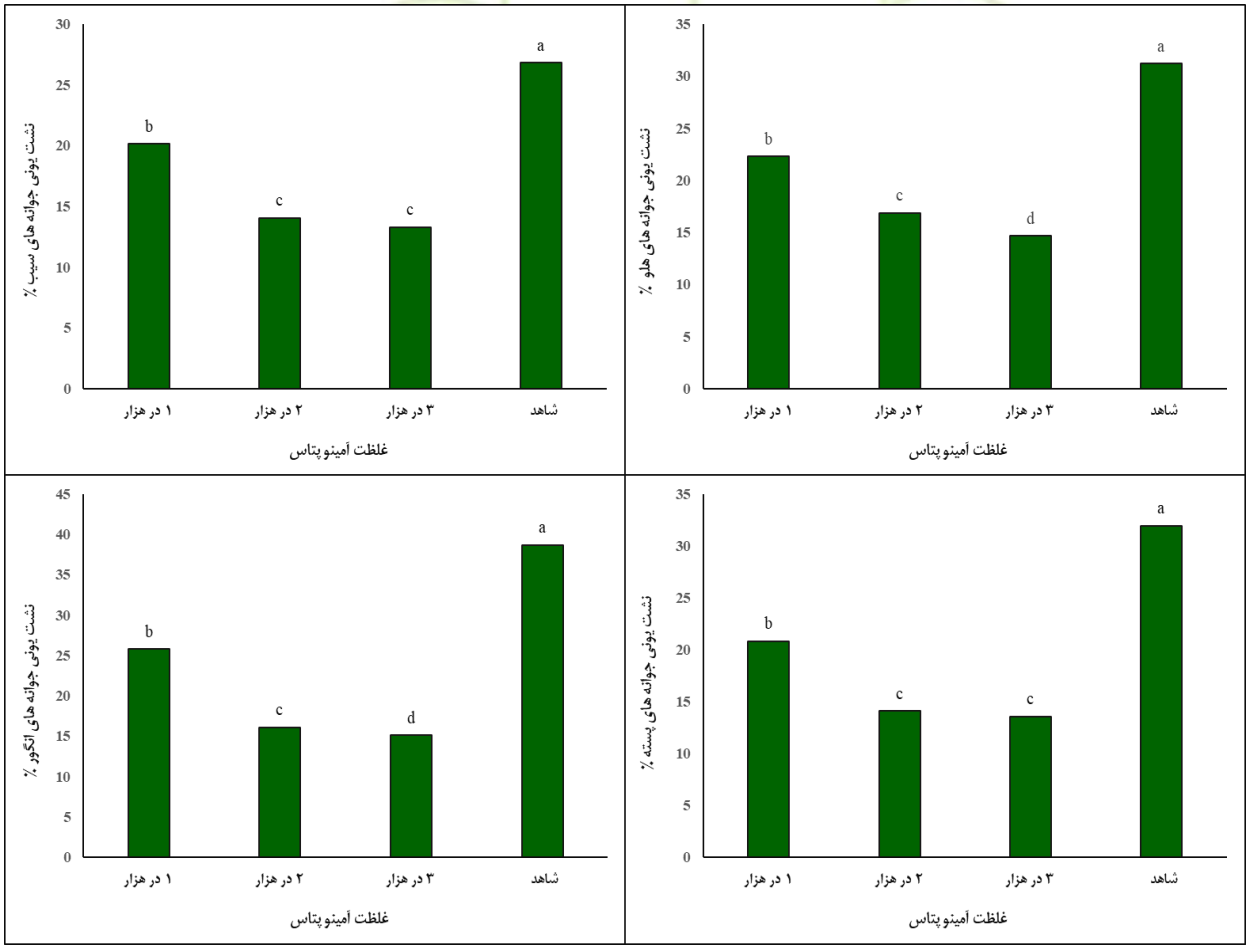
کاهش نشت یونی تحت تیمارها را می‌توان به نقش پتاسیم در تثبیت ساختار غشای سلولی، حفظ تعادل یونی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی نسبت داد. همچنین نشان داده شده است که پتاسیم از طریق تقویت عملکرد پمپ‌های یونی و بهبود تعادل اسمزی، مانع از تخریب غشا و خروج الکترولیت‌ها از سلول می‌شود (Cakmak, 2005). علاوه بر این، اسیدهای آمینه با افزایش سنتز پروتئین‌های حفاظتی، تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند SOD و CAT و بهبود تحمل اسموتیک، می‌توانند در کاهش تنش سرما مؤثر باشند (Niu et al., 2024). مطالعات مشابهی نیز از اثربخشی پتاسیم و اسیدهای آمینه در کاهش نشت یونی تحت تنش سرما گزارش کردند. برای مثال، پژوهشی توسط Sarikhani و همکاران (2014) نشان داد که محلول‌پاشی سولفات پتاسیم در غلظت‌های مختلف بر روی بوته انگور منجر به افزایش تحمل به سرما شد. علاوه بر این، مطالعه‌ای توسط Mukhina و همکاران (2023) نشان داد که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه همراه با

ریزمغذی‌ها بر روی درختان سیب منجر به افزایش تحمل به سرمای بهاره شد. به‌طور کلی، یافته‌های این تحقیق با نتایج مطالعات پیشین هم‌راستا بوده و تأکید می‌کند که محلول‌پاشی آمینوپتاس می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر برای کاهش اثرات سرمازدگی بهاره در باغات میوه مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر آمینو پتاس بر نشت یونی جوانه های گل درختان میوه جهت جلو گیری از سرما زدگی بهاره.

منابع تغییرات	درجه آزادی	نشت یونی جوانه گل سیب	نشت یونی جوانه گل هلو	نشت یونی جوانه انتهایی انگور	نشت یونی جوانه گل پسته
		میانگین مربعات			
بلوک	۲	۱/ ۳۳^{ns}	۰/ ۹۳۳^{ns}	۱/ ۵۸^{ns}	۲/ ۶۱*
آمینو پتاس	۳	۳۵۶/ ۹۵**	۴۸۹/ ۰۲**	۱۰۷۸/ ۲۹**	۶۵۷/ ۷۰**
خطا	۳۰	۰/۸۲۷	۰/۶۶۵	۰/۶۲۴	۰/۶۳۷
ضریب تغییرات (٪)		۴/۸۹	۳/۸۳	۳/۳۰	۴/۹۴

ns : عدم معنی‌داری * : اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد ** : اختلاف معنی‌داری درسطح احتمال ۰/۰۱ درصد.



شکل ۱- تاثیر کود آمینو پتاس بر کاهش نشت یونی جوانه های گل درختان میوه تحت تاثیر سرما زدگی بهاره.

Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168(4): 521–530.

Drepper, B., Bamps, B., Gobin, A. and Van Orshoven, J. 2022. Strategies for managing spring frost risks in orchards: effectiveness and conditionality—a systematic review. Environmental Evidence, 11(1): 29.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N.S.M.A., Fujita, D.B.S.M.A. and Basra, S.M. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In: Sustainable Agriculture, pp. 153–188.

Kowalczyk, K., Zielony, T. and Gajewski, M. 2008. Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. In: Conference of Biostimulators in Modern Agriculture, pp. 7–8.

Li, Q., Xu, Y., Liu, Y.Q. and Qin, L. 2023. Lipid and amino acid pathway metabolites contribute to cold tolerance in *Quercus wutaishanica*. Metabolites, 13(10): 1094.

Niu, Y., Wang, C., Wu, Z., Wang, D., Suo, W., Wang, Z. and Zheng, Y. 2024. Overexpression of NtIPMS reduces tobacco seed germination under cold stress by influencing amino acids and reactive oxygen species. Seed Biology.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Enhancing tolerance to late spring frost with AminoPotass application: a case study in apple, peach, and pistachio trees and grapevine

Rasool Nasiri[1*], Ahmad Moshtaghi[1], Mandana Toosi[1], Kamran Haji vand[1] and Mehrad Afkhami[1]
1. Bazargan Kala Company, Tehran, Iran
Corresponding Author: rasool.nasiri@ut.ac.ir

Abstract

Spring frost is a major constraint on fruit-tree production in temperate and subtropical regions; by damaging reproductive tissues it reduces yield and fruit quality. This study evaluated whether foliar application of AminoPotass (10% potassium, 10% amino acids) mitigates spring-frost injury in apple, peach, grapevine, and pistachio under natural frost. A randomized complete block design (RCBD) with four treatments—AminoPotass at 1, 2, and 3 ‰ (v/v) and a spray control (distilled water)—and three replicates was implemented in spring 1402 (2023) across four provinces of Iran: West Azerbaijan (apple), Qazvin (peach), Hamedan (grapevine), and Semnan (pistachio). Orchards were purposefully selected in frost-prone areas; frost occurred naturally and temperatures were recorded with thermometers installed adjacent to the canopy. For each crop, exposure was quantified as the duration below the crop-specific critical temperature (Tcrit). AminoPotass was sprayed at the bud-swelling stage, and electrolyte leakage (EL) was measured as an indicator of cell-membrane stability. Foliar AminoPotass reduced EL of buds/flowers relative to the control in all four crops. A clear dose–response was observed: in grapevine, 3 ‰ produced the greatest reduction in EL; in apple and pistachio, 2 ‰ and 3 ‰ both yielded the lowest EL and outperformed 1 ‰ and the control; and in peach, 3 ‰ was the most effective. These consistent patterns indicate strengthened membrane stability and enhanced tolerance to late spring frost following AminoPotass application, supporting its practical use for improving frost tolerance in fruit trees under field conditions.

Keywords: Keywords: Amino acids, Potassium, Flower bud, Frost injury, Electrolyte leakage.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تحمل شبه‌لایم‌های جدید به بیماری جاروک لیموترش روی دو پایه مرکبات در استان هرمزگان

حامد حسن‌زاده خانکهدانی[1*] و شیما رحمانیان کوشککی[2]

۱- بخش باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی، فارس، شیراز، ایران

۲- فضای سبز، سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهری، شهرداری جهرم، فارس، ایران

[*]نویسنده مسئول: *hamed51h@gmail.com*

چکیده

در پژوهش حاضر، واکنش شبه‌لایم‌های جدید جمع‌آوری‌شده در شرایط طبیعی و در کانون آلودگی به بیماری جاروک لیموترش ارزیابی شد. بدین منظور، نهال‌های پیوندی حاصل از پیوند شبه‌لایم‌های منتج از مکزیکن‌لایم روی دو پایه نارنج و ولکامرلمون تهیه و در شرایط طبیعی باغ، به همراه دو رقم مکزیکن‌لایم و دیپرس‌لایم، از نظر تحمل به بیماری جاروک مورد ارزیابی قرار گرفتند. براساس نتایج، حضور فایتوپلاسما در پیوندک ژنوتیپ‌های مورد بررسی روی پایه نارنج، سریع‌تر از پایه ولکامرلمون تشخیص داده شد. در مقایسه پیوندک‌ها از نظر میانگین تعداد روز تا تشخیص حضور فایتوپلاسما، حضور فایتوپلاسما در پیوندک مکزیکن‌لایم پس از ۳۰۰ روز سریع‌تر و در پیوندک دیپرس‌لایم با ۷۶۵ روز دیرتر از سایر پیوندک‌ها تشخیص داده شد. از طرفی، ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحمل نسبی مناسبی به بیماری جاروک داشتند؛ زیرا تفاوت فاحش و معنی‌داری با پیوندک مکزیکن‌لایم به‌عنوان شاهد حساس و تفاوت تقریباً غیرمعنی‌داری با پیوندک دیپرس‌لایم به‌عنوان شاهد مقاوم داشتند. در همه شبه‌لایم‌ها، در بازه‌های زمانی مختلف، وجود فایتوپلاسمای عامل بیماری جاروک لیموترش به اثبات رسید، اما در هیچ‌یک از آن‌ها تا پایان زمان آزمایش علائم بیماری جاروک لیموترش مشاهده نشد. پایه ولکامرلمون، هم از لحاظ رشد رویشی و هم از نظر القای تحمل به بیماری جاروک، می‌تواند به‌عنوان پایه مناسب برای ارقام مرکبات ترش، شامل ژنوتیپ‌های لایم، به‌کار رود. از طرفی، ژنوتیپ‌های متحمل به بیماری جاروک در پژوهش حاضر، شامل HHL2 و خارکُل، با دارا بودن میوه‌های باکیفیت، می‌توانند در چرخه تولید لیموترش در جنوب کشور به‌عنوان رقم تجاری پرورش یابند.

واژه‌های کلیدی: بیوتیپ، دیپرس‌لایم، لیموخیاری، مکزیکن‌لایم، شبه‌لایم.

مقدمه

بیماری جاروک لیموترش که ناشی از یک فایتوپلاسما است، ابتدا در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی از کشور عمان و سپس در سال ۱۹۸۹ از کشور امارات متحده عربی گزارش شد. این بیماری تقریباً باعث نابودی کامل درختان لیموترش در این دو کشور شد. در ایران، بیماری جاروک لیموترش ابتدا در سال ۱۳۷۶ در منطقه قصرقند استان سیستان و بلوچستان و سپس از سایر نقاط این استان و کلیه مناطق لیموخیز استان‌های هرمزگان و کرمان و اخیراً در استان فارس گزارش شد (صالحی و همکاران، ۱۳۸۴). حذف منابع آلودگی و استفاده از ارقام مقاوم، اقتصادی‌ترین و در عین حال عملی‌ترین راه پیشگیری و کنترل این بیماری است. نارنج متداول‌ترین پایه مورد کشت مرکبات در جهان بوده است، اما آسیب‌پذیری پرتقال پیوندشده روی نارنج به ویروس تریستزای مرکبات، به میزان زیادی استفاده از آن را در کشورهای استرالیا، آرژانتین، برزیل، کالیفرنیا، اسپانیا، آفریقای جنوبی، فلوریدا و جنوب کارائیب کاهش داده است (فالدونی و همکاران، ۲۰۱۵). ولکامرلمون که دورگ بین بالنگ به‌عنوان والد پدری و نارنگی به‌عنوان والد مادری است، به‌عنوان یک پایه، درختان بزرگ و قوی با عملکرد زیاد و میوه‌هایی با کیفیت متوسط تا ضعیف تولید می‌کند (کورک و همکاران، ۲۰۱۶). حسن‌زاده‌خانکهدانی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی تأثیر پایه‌های مختلف بر میزان رشد رویشی، وزن خشک و ترکیبات معدنی پیوندک مکزیکن‌لایم، ۱۰ رقم مرکبات شامل لیموشیرین، مکزیکن‌لایم، لیسبون‌لمون، پرتقال محلی، نارنگی کلمانتین، گریپ‌فروت، نارنگی کارا، بکرایی، ولکامرلمون و نارنج را به‌عنوان پایه مورد استفاده قرار داده و پایه ولکامرلمون را از لحاظ رشد رویشی و غلظت عناصر معدنی، به‌عنوان پایه برتر معرفی کردند. در حال حاضر، در ایران، پرشین‌لایم روی پایه مکزیکن‌لایم و در مواردی روی بکرایی تکثیر می‌شود. با توجه به اینکه این دو پایه جزء حساس‌ترین گونه‌های مرکبات به جاروک شناخته شده‌اند، برای

مناطق دارای آلودگی قابل توصیه نیستند و پایه‌های دیگری نظیر ولکامرلمون و نارنج قابل توصیه هستند؛ زیرا با وجود تکثیر فایتوپلاسما در این پایه‌ها، بروز علائم با فاصله زمانی بسیار بیشتری نسبت به پایه‌های مکزیکن‌لایم و بکرایی در پیوند مشاهده شده است (حسن‌زاده خانکهدانی و همکاران، ۲۰۲۱). در کلیه آزمایش‌های انجام‌شده، بیوتیپ‌های جمع‌آوری‌شده در شرایط گلخانه‌ای با پیوندک آلوده به جاروک پیوند شده و واکنش آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. در هیچ‌یک از موارد، بیوتیپ‌های پیوندشده در طبیعت کشت نشده‌اند. در پروژه حاضر، کشت شبه‌لایم‌ها در باغات منطقه و در کانون آلودگی انجام و بررسی‌های بعدی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

مرحله اول آزمایش در سایبان تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب، مرحله دوم در چند باغ تجاری در مناطق مختلف میناب (چراغ‌آباد هشت‌بندی) و رودان (بخش مرکزی و بخش زیارتعلی) و مرحله سوم در آزمایشگاه مولکولی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان اجرا شد. در این پژوهش از دو پایه مرکبات شامل نارنج و ولکامرلمون استفاده شد. پیوندک ژنوتیپ‌های مورد بررسی شامل خارکُل، لیموخیاری، HHL2، HH28وHH210 ، به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به بیماری جاروک لیموترش، از باغ‌های استان‌های هرمزگان و فارس جمع‌آوری شد. پیوندک مکزیکن‌لایم و دیپرس‌لایم (نوعی پرشین‌لایم)، به‌ترتیب به‌عنوان شاهد حساس و مقاوم، نیز از ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب تهیه شد. پس از تولید نهال‌های پیوندی براساس ترکیبات پایه و پیوندک فوق، نهال‌های پیوندی در پنج باغ تجاری در منطقه چراغ‌آباد از توابع بخش توکهور میناب، زمین‌سنگ و فاریاب از توابع بخش مرکزی رودان و دشت مسافرآباد از توابع بخش زیارتعلی شهرستان رودان کشت شدند. مراقبت‌های لازم از قبیل آبیاری، تغذیه، مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های شایع در منطقه، براساس توصیه‌های کاربردی و توسط باغداران هر منطقه انجام شد. در فواصل زمانی یک ماه یک‌بار، نسبت به نمونه‌برداری از برگ‌های نهال‌ها اقدام و حضور فایتوپلاسمای عامل بیماری جاروک در آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین، در این بازه زمانی، علائم ظاهری درختان از نظر بروز جاروک مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت بررسی وجود فایتوپلاسمای عامل بیماری جاروک در پیوندک نهال‌های کشت‌شده در هر منطقه، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با استفاده از جفت‌آغازگرهای P1/P7 در نمونه‌های DNA استخراج‌شده از رگبرگ میانی نمونه‌های برگ انجام و با مشاهده باند حدود ۱۸۰۰ جفت‌بازی طی الکتروفورز، وجود فایتوپلاسما در آن بازه زمانی ثبت شد. با توجه به عمومی‌بودن جفت‌آغازگر P1/P7 و اینکه این جفت‌آغازگر برای شناسایی دیگر انواع فایتوپلاسما نیز به‌کار می‌رود (نیکویی و همکاران، ۲۰۱۷)، به‌منظور شناسایی دقیق فایتوپلاسمای عامل بیماری، محصولات PCR که در فرایند الکتروفورز، وجود باند ۱۸۰۰ جفت‌بازی در آن‌ها به اثبات رسیده بود، مستقیماً برای تعیین توالی نوکلئوتیدی ناحیه ژنی تکثیرشده، به شرکت Macrogen کره جنوبی ارسال شد. جهت ردیف‌کردن داده‌های حاصل از تعیین توالی نوکلئوتیدی، از نرم‌افزار SeqMan ver. 5.0 استفاده و از اطلاعات موجود در بانک ژن (NCBI) جهت تجزیه‌وتحلیل بهره گرفته شد. بدین منظور، توالی مربوط به فایتوپلاسمای مورد بررسی با شماره دسترسی MG744313 در بانک ژن ثبت شد. این توالی با طول ۱۷۸۵ جفت‌باز، شباهت ۹۹ درصدی با فایتوپلاسمای عامل بیماری جاروک) با شماره دسترسی (U15442 داشت (زریک و همکاران، ۱۹۹۵). در انجامPCR ، از نمونه DNA سالم (درختان لیموترش در مناطق غیرآلوده) و آلوده (پیوندک مکزیکن‌لایم تهیه‌شده از درختان آلوده به بیماری)، به‌ترتیب به‌عنوان شاهد منفی و مثبت نیز استفاده شد. صفت تعداد روز تا تشخیص حضور فایتوپلاسمای عامل بیماری جاروک در نهال‌های کشت‌شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل در سه تکرار، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1تجزیه‌وتحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2016انجام شد.

نتایج و بحث

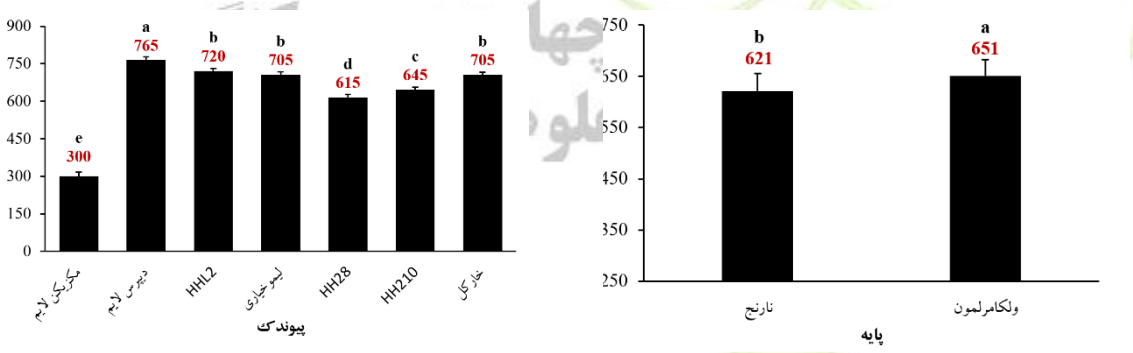
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نوع پایه اثر معنی‌داری بر صفت تعداد روز تا تشخیص حضور فایتوپلاسمای عامل بیماری جاروک به‌وسیله PCR داشت (F=18/4). همچنین، نوع پیوندک نیز اثر معنی‌داری بر این صفت داشت .(F=285/1) اما اثر متقابل معنی‌داری بین پایه و پیوندک مشاهده نشد ($F=0/87^{ns}$). حضور فایتوپلاسما در پیوندک ژنوتیپ‌های مورد بررسی روی پایه نارنج، سریع‌تر از پایه ولکامرلمون تشخیص داده شد. در مقایسه پیوندک‌ها از نظر میانگین تعداد روز تا تشخیص حضور فایتوپلاسما، حضور فایتوپلاسما در پیوندک مکزیکن‌لایم پس از ۳۰۰ روز سریع‌تر و در پیوندک دیپرس‌لایم با ۷۶۵ روز دیرتر از سایر پیوندک‌ها تشخیص داده شد (شکل ۱). مقایسه میانگین تعداد

روز تا تشخیص حضور فایتوپلاسما در ترکیب‌های پایه و پیوندک نشان داد که حضور فایتوپلاسما در پیوندک مکزیکن‌لایم روی دو پایه نارنج و ولکامرلمون، به‌ترتیب ۲۷۰ و ۳۳۰ روز پس از کشت تشخیص داده شد که با یکدیگر و با سایر ترکیب‌های پایه و پیوندک تفاوت معنی‌داری داشتند. در مقابل، حضور فایتوپلاسما در پیوندک دیپرس‌لایم روی هر دو پایه نارنج و ولکامرلمون، به‌ترتیب با ۷۵۰ و ۷۸۰ روز تأخیر نسبت به سایر ترکیب‌های پایه و پیوندک تشخیص داده شد.

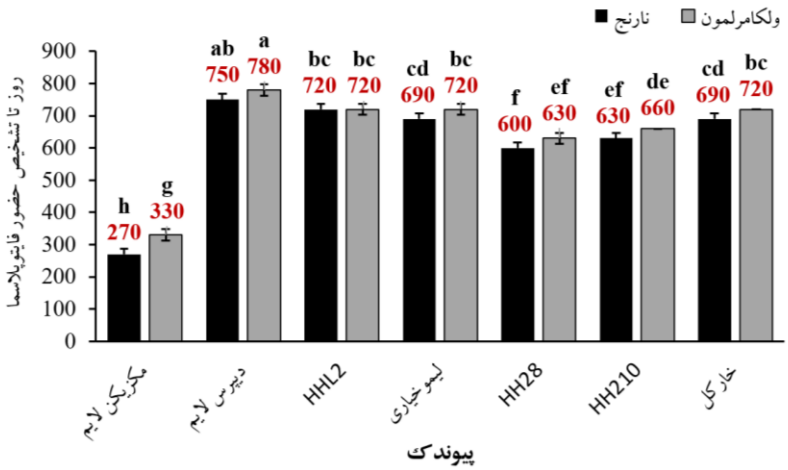
از طرفی، ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحمل نسبی مناسبی به بیماری جاروک داشتند؛ زیرا تفاوت فاحش و معنی‌داری با پیوندک مکزیکن‌لایم به‌عنوان شاهد حساس و تفاوت تقریباً غیرمعنی‌داری با پیوندک دیپرس‌لایم به‌عنوان شاهد مقاوم داشتند (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد تأخیر در تشخیص حضور فایتوپلاسما در پایه ولکامرلمون، دلالت بر پایین‌بودن غلظت فایتوپلاسما در این پایه داشته باشد. برای تعیین دقیق غلظت فایتوپلاسما، باید از ریل‌تایم PCR استفاده کرد. ردیابی دیرتر عامل بیماری در پیوندک‌های مورد بررسی، به‌ویژه روی پایه ولکامرلمون، در مقایسه با پیوندک مکزیکن‌لایم روی هر دو پایه نارنج و ولکامرلمون، می‌تواند ناشی از تحمل آن‌ها نسبت به بیماری جاروک باشد.

پایه ولکامرلمون به‌دلیل تحمل بهتر عامل بیماری جاروک، مقاومت مناسب به خاک‌های قلیایی و رشد رویشی بسیار مطلوب، به‌عنوان یک پایه امیدبخش در جنوب ایران مطرح است (حسن‌زاده‌خانکهدانی و همکاران، ۱۳۸۵). در پژوهش حاضر، علائم جاروک در هیچ‌یک از پیوندک‌های مورد بررسی، حتی مکزیکن‌لایم به‌عنوان شاهد حساس، مشاهده نشد. اگرچه از طریق مایه‌زنی با پیوندک آلوده، ممکن است علائم بیماری در گیاهان حساس مشاهده شود، ولی در شرایط طبیعی، حتی در شرایط آلودگی شدید، تاکنون علائم بیماری جاروک در گیاهان مورد بررسی مشاهده نشده است. به‌نظر می‌رسد در شرایط طبیعی، برخی ژنوتیپ‌ها میزبان مناسبی برای زنجرک ناقل بیماری جاروک (*Hishimonus phycitis*) نباشند.

ولکامرلمون جایگزین مناسبی برای مکزیکن‌لایم به‌عنوان پایه و پرشین‌لایم جایگزین مناسبی برای لیموترش به‌عنوان یک رقم تجاری در مناطق آلوده است. درصورتی‌که بیماری جاروک مطرح نباشد، در ایران لیموترش به دلایل مختلف، به‌ویژه از نظر اشتغال‌زایی، میزان محصول، سازگاربودن با آب‌وهوا و خاک‌های جنوبی و بازار مصرف، برتری نسبی بر پرشین‌لایم داشته و در مناطق سالم جنوب ایران، جایگزینی این محصول با پرشین‌لایم امری غیرممکن است.



شکل ۱- مقایسه پایه‌ها و پیوندکها از نظر میانگین تعداد روز تا تشخیص حضور فایتوپلاسما در پیوندک (ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD با هم ندارند).



شکل ۲– مقایسه میانگین تعداد روز تا تشخیص حضور فایتوپلاسما در ترکیب‌های پایه و پیوندک (ستون‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD با هم ندارند).

نتیجه‌گیری کلی

پایه ولکامرلمون، هم از لحاظ رشد رویشی و هم القای تحمل به بیماری جاروک، به‌عنوان پایه مناسب برای ارقام مرکبات ترش، شامل ژنوتیپ‌های لایم، می‌تواند به‌کار رود. از طرفی، ژنوتیپ‌های متحمل به بیماری جاروک در پژوهش حاضر، شامل HHL2 و خارکُل، با دارابودن میوه‌های باکیفیت، می‌توانند در چرخه تولید لیموترش در جنوب کشور به‌عنوان رقم تجاری پرورش یابند. توصیه می‌شود تکثیر ژنوتیپ‌های متحمل روی پایه ولکامرلمون و کشت آن‌ها در نواحی آلوده به بیماری جاروک لیموترش، در دستور کار متولیان تولید لیموترش در جنوب کشور قرار گیرد.

منابع

حسن‌زاده‌خانکهدانی، ح.، حسن‌پور، ا. و ابوطالبی، ع. ۱۳۸۵. تأثیر پایه‌های مختلف بر میزان رشد رویشی، وزن خشک و ترکیبات معدنی پیوندک لیموآب (*Citrus aurantifolia* Swingle). نهال و بذر، ۲۲(۲): ۱۵۵–۱۶۴.

صالحی، م.، نجات، ن.، توکلی، ا. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۴. واکنش ارقام مرکبات به فایتوپلاسمای عامل جاروک لیموترش در ایران. مجله بیماری‌های گیاهی، ۴۱: ۳۶۳–۳۷۶.

Curk, F., Ollitrault, F., Garcia-Lor, A., Luro, F., Navarro, L. and Ollitrault, P. 2016. Phylogenetic origin of limes and lemons revealed by cytoplasmic and nuclear markers. Annals of Botany, 1–19.

Faldoni, L., Cristofani-Yaly, M., Boava, L.P., Schinor, E.H. and Kupper, K.C. 2015. Effect of organic manure in the induction of resistance of citrus to *Phytophthora parasitica*. Journal of Agricultural Science, 7: 135–143.

Hassanzadeh Khankahdani, H., Rastegar, S., Golein, B., Golmohammadi, M. and Aboutalebi Jahromi, A. 2021. Relationship among vegetative growth and nutrient elements in the scion of different Persian lime accessions and its effect on WBDL phytoplasma. Journal of Plant Disease and Protection, 10.

Nikooei, M., Hemmati, C. and Bagheri, A. 2017. Association of 'Candidatus Phytoplasma aurantifolia' with *Cosmos bipinnatus* phyllody disease in Iran. Journal of Plant Protection Research, 57(3): 314–317.

Zreik, L., Carle, P., Bové, J.M. and Garnier, M. 1995. Characterization of the mycoplasmalike organism associated with witches'-broom disease of lime and proposition of a *Candidatus* taxon for the organism, "*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*". International Journal of Systematic Bacteriology, 45: 449–453.

Evaluation of the tolerance of the new pseudo-limes to WBDL on two citrus rootstocks in Hormozgan Province

Hamed Hassanzadeh Khankahdani[1*] and Shima Rahmanian Koushkaki[2]
1. Department of Horticulture, Fars Agricultural Organization, Fars, Shiraz, Iran
2. Landscape and Urban Green Space Organization, Jahrom Municipality, Fars, Jahrom, Iran
Corresponding author: hamed51h@gmail.com

Abstract

In the present study, the reaction of newly collected pseudo-limes to witches' broom disease of lime (WBDL) was evaluated under natural conditions in an area with WBDL infection. For this purpose, grafted plants were propagated using scions of lime biotypes derived from Mexican lime on two rootstocks, sour orange and Volkamer lemon, and were compared with Mexican lime and Persian lime cultivars under natural garden conditions for their tolerance to WBDL. Based on the results, the presence of WBDL phytoplasma in the scions of the studied genotypes grafted onto sour orange rootstock was detected earlier than in those grafted onto Volkamer lemon rootstock. Comparison of the scions in terms of the average number of days to detection of WBDL phytoplasma showed that the presence of phytoplasma in the Mexican lime scion was detected 300 days earlier, whereas it was detected 765 days later in the Deperse lime scion than in the other scions. On the other hand, the studied genotypes showed relatively good tolerance to WBDL, as they differed significantly from the Mexican lime scion, used as the susceptible control, but showed an almost non-significant difference from the Deperse lime scion, used as the resistant control. The presence of WBDL phytoplasma was confirmed in all lime biotypes at different time intervals; however, none of them showed WBDL symptoms by the end of the study. Volkamer lemon rootstock can be used as a suitable rootstock for sour citrus cultivars, including lime genotypes, both in terms of vegetative growth and induction of tolerance to WBDL. In addition, the WBDL-tolerant genotypes identified in the present study, including HHL2 and Kharkol, with their high-quality fruits, can be cultivated as commercial cultivars in the lime production cycle in southern Iran.

Keywords: Cucumber-shaped lime, Deperse lime, Lime biotype, Mexican lime, Pseudo-lime.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر کم‌آبیاری در مراحل رشد بر برخی خصوصیات کیفی انگور یاقوتی

منصور فاضلی رستم‌پور[1*]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

*نویسنده مسئول: *mansour_fazeli@yahoo.com*

چکیده

با هدف افزایش کیفیت انگور رقم یاقوتی به‌عنوان تنها محصول باغی منطقه سیستان و همچنین انتقال دانش فنی مدیریت آبیاری به تاکداران منطقه سیستان، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده نواری در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک طی سال‌های طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری شاهد (تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه)، آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب و آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده تاک به کرت های افقی و مرحله آبیاری شامل مرحلهٔ جوانه‌زنی تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ میوه، تغییر رنگ میوه تا برداشت میوه و مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ به کرت‌های عمودی اختصاص یافت. کاهش میزان آبیاری در مراحل رشد باعث کاهش صفات درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون و افزایش اسیدیته آب میوه رقم یاقوتی گردید. کم آبیاری از زمان تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه موجب کاهش صفات درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون شده و افزایش صفت اسیدیته آب میوه نسبت به شاهد گردید. کیفیت خوشه انگور به آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک در مرحلهٔ تغییر رنگ خوشه تا رسیدگی میوه حساس بود. بطور کلی نتایج نشان داد که آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک باعث بیشترین کاهش کیفیت خوشه انگور یاقوتی گردید.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته آب میوه، اسید قابل تیتراسیون، درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول.

مقدمه

انگور یاقوتی (*Vitis vinifera* L.) مهم‌ترین محصول باغی منطقه سیستان است. انگور یاقوتی قرمز که رقم غالب تاکستان های سیستان و جزء انگورهای بی دانه است که به مصرف تازه خوری می‌رسد. مهم ترین ویژگی انگور یاقوتی قرمز سیستان زودرسی و نوبرانه بودن آن است. در چند سال اخیر مشکل کم‌آبی سیستان تهدید جدی برای تولید انگور است، به‌طوری که انگورکاران منطقه ناگزیرند با کاهش حجم و دفعات آبیاری این مشکل را مدیریت نمایند (فاضلی رستم پور، ۱۳۹۹). میزان آبیاری بطور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد انگور و ترکیبات میوه آن مؤثر است. آبیاری ترکیبات میوه از جمله میزان قند، اسید کل، اسیدیته آب میوه و ترکیبات فنولی از جمله آنتوسیانین را تحت تاثیر قرار می‌دهد. آبیاری مستمرتاک انگور غلظت مواد قندی و ترکیبات فنولی از جمله آنتوسیانین را کاهش می‌دهد (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۲). آبیاری رشد تاک انگور را افزایش داده و در نتیجه تاج تاک متراکم شده و سایه‌اندازی روی خوشه‌ها بیشتر می‌شود. با افزایش سایه‌اندازی، تشکیل رنگیزه آنتوسیانین در پوست حبه کاهش یافته و رنگ‌گیری خوشه کاهش می یابد (کاووسی و همکاران، ۱۳۸۸). کم آبی و خشکی منطقه سیستان باعث کاهش سطح زیر کشت انگور و همچنین کاهش عملکرد کمی و کیفی شده است. هدف از انجام این پژوهش بررسی برخی خصوصیات کیفی خوشه انگور یاقوتی در شرایط کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده نواری با پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری کنترل (آبیاری کامل)، آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک و آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک به کرت های افقی و مرحله آبیاری شامل ۱- مرحلهٔ تورم جوانه تا گل‌دهی ۲- گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه ۳-تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و ۴-مرحلهٔ برداشت میوه تا ریزش برگ به کرت‌های عمودی اختصاص یافت. این پژوهش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان

زهک با عرض جغرافیایی ″۳۸ ′۵۳ °۳۰ درجه شمالی، طول جغرافیایی ″۴۹ ′۴۰ °۶۱ درجه شرقی و ارتفاع ۴۹۵ متر از سطح دریا طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ انجام شد. بافت خاک، شوری و اسیدیته از سطح خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری به‌ترتیب لوم-شنی، ۳/۱۷ دسیزی‌منس بر متر و ۷/۷۴ بود. همچنین بافت خاک، شوری و اسیدیته از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری به‌ترتیب لوم-رسی-شنی، ۳/۶۵ دسیزی‌منس بر متر و ۷/۸۷ بود. آبیاری با توجه به تیمارها، با استفاده از دستگاه رطوبت سنج و از روش نقصان رطوبتی خاک به‌طریق وزنی تعیین شد (Myburgh, 2003).

پس از رسیدگی کامل (رنگ یاقوتی یکنواخت خوشه همراه با بریکس بالای ۱۷)، صفت مواد جامد قابل حل (TSS) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی و اسیدیته‌ی آب میوه با استفاده از pH متر دیجیتال اندازه‌گیری شد. اسید قابل تیتراسیون با استفاده از روش مستوفی و نجفی (۱۳۸۴) اندازه گیری شد. برای تعیین درصد رنگ‌گیری خوشه، از تقسیم تعداد حبه‌های کاملا رنگ گرفته به تعداد حبه کل خوشه ضرب در ۱۰۰ استفاده شد. جهت واکاوی آماری، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و با استفاده از رویه GLM انجام شد. تجزیه واریانس مرکب وقتی انجام شد که آزمون بارتلت همگنی واریانس‌ها را تایید نمود.

نتایج و بحث

درصد رنگ‌گیری خوشه: اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر درصد رنگ‌گیری خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث کاهش یا افزایش درصد رنگ‌گیری خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۸/۷-، ۸، ۹- و ۶/۳- درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث کاهش درصد رنگ‌گیری خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۱۷/۸، ۹/۸، ۲۰ و ۹/۹ درصد گردید (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول، اسیدیته آب میوه و اسید قابل تیتراسیون رقم یاقوتی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه	مواد جامد محلول	اسیدیته آب میوه	اسید قابل تیتراسیون
سال(Y)	۱	۲۲/۸۰^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}
سال در تکرار Y(r)	۴	۱۰۰/۱۶	۱/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۰۲
رژیم آبیاری (I)	۲	۱۲۴۲**	۷/۳۴*	۰/۷۷**	۰/۰۴**
Y×I	۲	۲۶۸/۹۵*	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}
Y×I(r)	۸	۳۹/۸۴	۱/۱۶	۰/۰۶	۰/۰۰۳
مرحله (S)	۳	۴۳۳/۹۲**	۴/۲۸**	۱/۳۱**	۰/۰۳**
Y×S	۳	۶/۴۴^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}
Y×S(r)	۱۲	۲۷/۴۵	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۰۱
I×S	۶	۹۹/۶۳**	۱/۸۷**	۰/۱۳**	۰/۰۰۷**
Y×I×S	۶	۴۳/۹۰^{ns}	۰/۶۲^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
Y×I×S(r)	۲۴	۴۱/۰۳	۰/۲۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۷/۸۷	۲/۷۵	۴/۹۵	۶/۴۹

$^{n.s}$، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۲- برهمکنش کوددهی روش و مرحله کوددهی بر صفات درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول، اسیدیته آب میوه و اسید قابل تیتراسیون رقم یاقوتی.

تیمارها		صفات			
رژیم آبیاری	مرحله	حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه (درصد)	مواد جامد محلول (بریکس)	اسیدیته آب میوه	اسید قابل تیتراسیون
I_1	S_1	۸۶/۶۷^{abc}	۱۸/۰۶^{a}	۳/۳۰^{efg}	۰/۵۶۵^{ab}
	S_2	۸۵/۵۶^{bcd}	۱۸/۱۶^{a}	۳/۳۴^{efg}	۰/۵۶۴^{ab}
	S_3	۸۸/۱۱^{ab}	۱۸/۰۷^{a}	۳/۳۹^{def}	۰/۵۶۷^{ab}
	S_4	۸۶/۳۱^{abc}	۱۸/۰۱^{a}	۳/۱۶^{g}	۰/۵۶۳^{abc}
I_2	S_1	۷۹/۱۱^{de}	۱۷/۳۱^{bc}	۳/۳۷^{def}	۰/۵۴۸^{bcd}
	S_2	۹۲/۴۴^{a}	۱۶/۷۰^{d}	۳/۵۳^{cd}	۰/۵۲۲^{de}
	S_3	۸۰/۲۰^{cde}	۱۵/۵۰^{e}	۳/۸۱^{b}	۰/۴۶۶^{fg}
	S_4	۸۰/۸۹^{cde}	۱۷/۶۹^{ab}	۳/۲۱^{fg}	۰/۵۸۴^{a}
I_3	S_1	۷۱/۷۸^{fg}	۱۶/۵۶^{d}	۳/۴۳^{de}	۰/۵۲۸^{cd}
	S_2	۷۷/۱۳^{ef}	۱۵/۸۰^{e}	۳/۶۹^{bc}	۰/۴۹۰^{ef}
	S_3	۷۰/۴۴^{g}	۱۴/۷۱^{f}	۳/۹۸^{a}	۰/۴۳۹^{g}
	S_4	۷۷/۷۷^{ef}	۱۷/۰۵^{cd}	۳/۲۴^{fg}	۰/۵۴۴^{bcd}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

I_1: کنترل، I_2: آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک، I_3: آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک

S_1: تورم جوانه تا گل‌دهی، S_2: گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، S_3: تغییر رنگ حبه تا برداشت، S_4: برداشت میوه تا ریزش برگ

مواد جامد محلول: اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر مواد جامد محلول معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث کاهش مواد جامد محلول نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۴/۲، ۸، ۱۴/۲ و ۱/۸ درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث کاهش مواد جامد محلول نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۸/۳، ۱۳، ۱۸/۶ و ۵/۳ درصد گردید (جدول ۲).

اسیدیته آب میوه: اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر اسیدیته آب میوه معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث افزایش اسیدیته آب میوه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۲/۱، ۵/۷، ۱۲/۴ و ۱/۶ درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث افزایش اسیدیته آب میوه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۳/۹، ۱۰/۵، ۱۷/۴ و ۲/۵ درصد گردید (جدول ۲).

اسید قابل تیتراسیون: اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهمکنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر اسید قابل تیتراسیون معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث کاهش اسید قابل تیتراسیون نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۳، ۷/۴، ۱۷/۸ و ۳/۷ درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بترتیب باعث کاهش اسید قابل تیتراسیون نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به‌میزان ۶/۵، ۱۳/۱، ۲۲/۶ و ۳/۴ درصد گردید (جدول ۲).

دراین پژوهش کاهش میزان آبیاری در مراحل رشد باعث کاهش صفات درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون و افزایش اسیدیته آب میوه رقم یاقوتی گردید. برای تمامی صفات، اعمال کم‌آبیاری در مرحلهٔ گلدهی تا تغییر رنگ خوشه

حساس‌ترین مرحله به کاهش میزان آبیاری بود. به‌عبارت دیگر، بیش‌ترین تاثیر اعمال کم‌آبیاری به‌ترتیب در مراحل گلدهی تا تغییر رنگ خوشه، شکفتن جوانه تا گل‌دهی، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بود. کم‌آبیاری رشد تاک انگور را کاهش داده و در نتیجه سایه‌اندازی روی خوشه‌ها کم‌تر شد. با افزایش سایه‌اندازی، تشکیل رنگیزه آنتوسیانین در پوست حبه کاهش یافته و رنگ‌گیری خوشه کاهش یافت.کم‌آبی پس از شروع به رسیدن میوه انگور، میزان کل مواد جامد محلول را کاهش داد، در حالی‌که اثر تنش خشکی قبل از شروع رسیدن میوه بر کل مواد جامد محلول کم‌تر بود. کم آبیاری باعث افزایش اسیدیته آب میوه گردید. اما میزان اسید کل را افزایش داد. مقدار اسید کل در شرایط کاهش آبیاری همواره کمتر از تیمار شاهد بود و نشان داد که میوه تاک‌هایی که بیشتر آبیاری شده بودند ترش بود. بطور کلی نتایج نشان داد که آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک باعث بیشترین کاهش کیفیت خوشه انگور یاقوتی گردید.

منابع

ربیعی، و.، طلایی، ع.، پترلونگر، ا.، عبادی، ع. و احمدی، ع. ۱۳۸۲. اثر کم‌آبیاری در آخر فصل بر ترکیبات میوه انگور رقم مرلو. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴(۴): ۹۶۱–۹۶۸.

فاضلی رستم‌پور، م. ۱۳۹۹. تأثیر رژیم آبیاری و هرس سبز بر برخی صفات کیفی، فیزیولوژیک و عملکرد انگور رقم یاقوتی. نشریه علوم باغبانی، ۳۴(۱): ۱۸۵–۱۹۶.

کاووسی، ب.، عشقی، س. و تفضلی، ع. ۱۳۸۸. تأثیر تنک خوشه و سطوح مختلف سربرداری شاخه‌های بارور بر عملکرد متعادل و بهبود کیفیت میوه انگور عسکری. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۴۸): ۱۵–۲۷.

مستوفی، ی. و نجفی، ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶ صفحه.

Myburgh, P.A. 2003. Responses of *Vitis vinifera* L. cv. Sultanina to level of soil water depletion under semiarid conditions. South African Journal of Enology and Viticulture, 24(1): 16–24.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effect of deficit irrigation during growth stages on some quality of Yaghouti grape

Mansour Fazeli Rostampour [1*]
1. Horticultural crops research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran
[*]*Corresponding Author: mansour_fazeli@yahoo.com*

Abstract

With the aim of increasing the quality of Yaghouti grape variety as the only garden product in the Sistan region and also transferring technical knowledge of irrigation management to gardeners in the Sistan region, an experiment was conducted in the form of split strip plots at the Zahak Research Station during 2022 to 2023. This experiment was conducted using a strip-split plot design based on randomized complete block design with three replications at the Zahak Research Station from. The treatments included three irrigation regimes: control, irrigation after 35% soil moisture deficiency, and irrigation after 70% soil moisture deficiency. These treatments were applied to horizontal plots, while the irrigation stages including from bud burst to flowering, from flowering to berry color variation, from berry color variation to harvest, and from harvest to leaf fall, were assigned to vertical plots. Reducing the amount of irrigation during the growth stages caused a decrease in the percentage of cluster colorin, soluble solids, and titratable acid, and an increase in the acidity of the fruit juice of the Yaghouti variety. Under-irrigation from the time of berry color variation to harvest caused a decrease in the percentage of cluster colorin, soluble solids, and titratable acid, and an increase in the acidity of the fruit juice compared to the control. The quality of grape clusters was sensitive to irrigation after 70% soil moisture deficiency from berry color variation to harvest. In general, the results showed that irrigation after 70% soil moisture deficiency caused the greatest decrease in the quality of Yaghouti grape cluster.

Keywords: Acidity of the fruit juice, Cluster colorin, Soluble solids, Titratable acid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر کم‌آبیاری در مراحل رشد بر خصوصیات خوشه انگور یاقوتی

منصور فاضلی رستم‌پور[1*]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

*نویسنده مسئول: *mansour_fazeli@yahoo.com*

چکیده

با هدف افزایش بهره‌وری منابع آب در تاکستان‌های سیستان، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده نواری در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری شاهد (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه)، آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب و آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده تاک، به کرت‌های افقی و مراحل آبیاری شامل مرحله جوانه‌زنی تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ میوه، تغییر رنگ میوه تا برداشت میوه و مرحله برداشت میوه تا ریزش برگ، به کرت‌های عمودی اختصاص یافت. کاهش میزان آبیاری در مراحل رشد باعث کاهش صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه گردید. نتایج نشان داد که کم‌آبیاری از زمان گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه‌ها موجب کاهش شدید صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه شده و مرحله رشد حبه حساس‌ترین مرحله به تنش آبی بود. کم‌آبیاری طی مرحله تغییر رنگ خوشه تا رسیدگی میوه باعث کاهش وزن خوشه گردید و در مرحله رسیدگی میوه تا ریزش برگ، کمترین اثر را بر طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه داشت. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک باعث بیشترین کاهش در میزان صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه گردید و برای منطقه سیستان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعداد حبه در خوشه، طول خوشه، عرض خوشه، وزن خوشه.

مقدمه

آب ضروری‌ترین نهاده کشاورزی و دلیل تمام مشکلات اساسی و پایه‌ای منطقه سیستان است. دشت سیستان به مساحت ۲۰۳ هزار هکتار اراضی قابل کشت، در بخش سفلای حوضه آبریز هیرمند قرار دارد. انگور یاقوتی رقم غالب تاکستان‌های سیستان و جزء انگورهای بی‌دانه است. این رقم مناسب تازه‌خوری، زودرس و نوبر است که نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی معیشتی این منطقه دارد. از جمله روش‌هایی که در زمینه کاهش مصرف آب جهت رشد محصولات کشاورزی استفاده می‌شود، کم‌آبیاری است که در آن، میزان آبی که تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد گیاه ندارد، حذف می‌شود (دولتی بانه و نورجو، ۱۳۹۰). اثر تنش خشکی بر روی شش رقم انگور نشان داد که بیشترین عملکرد میوه در تیمار آبیاری کامل و بیشترین وزن خوشه در تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده گردید (دولتی بانه و نورجو، ۱۳۹۰). گزارش شده است که کمبود آب قبل از تغییر رنگ خوشه، اثرات منفی شدیدی بر توسعه سطح برگ، رشد حبه و خوشه، وزن حبه و عملکرد میوه انگور دارد (Gambetta et al., 2012). مرحله گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، یک دوره حیاتی برای عملکرد انگور است که بیشترین پاسخ منفی را به تنش آبی نشان داده است (Chacon-Vozmediano et al., 2020) و بیشترین نرخ کاهش وزن خوشه در همین مرحله رخ می‌دهد (Yang et al., 2022). کم‌آبی و خشکی منطقه سیستان باعث کاهش سطح زیر کشت انگور و همچنین کاهش عملکرد در واحد سطح شده است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی خصوصیات خوشه انگور یاقوتی در شرایط کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد اجرا شد تا ضمن دستیابی به عملکرد بیشتر، استفاده بهینه از آب را به‌دنبال داشته باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده نواری بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری کنترل (آبیاری کامل)، آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک و آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک، به کرت‌های افقی و مراحل آبیاری شامل ۱- مرحله تورم جوانه تا گل‌دهی، ۲- گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه، ۳- تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و ۴- مرحله برداشت میوه تا ریزش برگ، به کرت‌های عمودی اختصاص یافت. این پژوهش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک با عرض جغرافیایی ۳۰°۵۳′۳۸″ شمالی، طول جغرافیایی ۶۱°۴۰′۴۹″ شرقی و ارتفاع ۴۹۵ متر از سطح دریا، طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ انجام شد. بافت خاک، شوری و اسیدیته از سطح خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری، به‌ترتیب لوم‌شنی، ۱۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر و ۴/۷ بود. همچنین، بافت خاک، شوری و اسیدیته از عمق ۳۰ تا ۶۰

سانتی‌متری، به‌ترتیب لوم‌رسی‌شنی، ۶۵/۳ دسی‌زیمنس بر متر و ۸/۷ بود. آبیاری با توجه به تیمارها، با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج و از روش نقصان رطوبتی خاک به‌طریق وزنی تعیین شد (Myburgh, 2003).

پس از رسیدگی کامل (رنگ یاقوتی یکنواخت خوشه همراه با بریکس بالای ۱۷)، صفت طول خوشه با استفاده از خط‌کش و عرض خوشه توسط کولیس اندازه‌گیری شد. صفت تعداد حبه در خوشه شمارش و وزن خوشه‌ها (میانگین وزن چهار خوشه از هر بوته) به‌وسیله ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. جهت واکاوی آماری، پس از اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۴ و رویه GLM انجام شد. تجزیه واریانس مرکب زمانی انجام شد که آزمون بارتلت، همگنی واریانس‌ها را تأیید کرد.

نتایج و بحث

طول خوشه :اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهم‌کنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر طول خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش طول خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۴/۱۹، ۴/۲۴، ۵/۸ و ۴/۷ درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش طول خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۹/۴۶، ۲/۵۳، ۸/۲۲ و ۲/۱۷ درصد گردید (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه رقم یاقوتی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول خوشه	عرض خوشه	تعداد حبه در خوشه	وزن خوشه
سال(Y)	۱	۵/۳۰^{ns}	۲۲/۸۹*	۳۰۷۲۷^{ns}	۶۱۳۸^{ns}
سال در تکرار Y(r)	۴	۱/۰۴	۲/۷۵	۷۱۷۹	۴۷۶۰
رژیم آبیاری (I)	۲	۲۵۰/۵۷**	۳۵/۷۵**	۱۴۵۱۴۳**	۱۲۰۶۴۵**
Y×I	۲	۱/۸۱^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۴۹۱۸^{ns}	۱۶۴۸^{ns}
Y×I(r)	۸	۱/۹۰	۰/۹۲	۵۱۵۴	۱۳۸۰
مرحله (S)	۳	۴۴/۳۱**	۱۲/۳۱**	۳۷۱۹۷**	۳۱۶۶۵**
Y×S	۳	۱/۲۵^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۱۲۰۶**	۱۲۱۰^{ns}
Y×S(r)	۱۲	۱/۱۳	۰/۴۸	۱۱۴۲	۱۱۴
I×S	۶	۱۶/۰۷**	۲/۹۲**	۸۷۶*	۱۱۶۴۹**
Y×I×S	۶	۰/۳۶^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۲۱۵۸**	۵۶۸^{ns}
Y×I×S(r)	۲۴	۱/۷۰	۰/۴۴	۶۹۰	۴۴۰
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۵۱	۸/۹۲	۱۰/۶۵	۹/۴۱

$^{n.s}$، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۲- برهمکنش رژیم آبیاری و مرحله آبیاری بر صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه انگور یاقوتی.

تیمارها		صفات			
رژیم آبیاری	مرحله	طول خوشه (سانتی‌متر)	عرض خوشه (سانتی‌متر)	تعداد حبه در خوشه	وزن خوشه (گرم)
I_1	S_1	۱۸/۴۷^{a}	۸/۹۲^{a}	۳۳۶^{a}	۲۹۱^{a}
	S_2	۱۸/۳۴^{a}	۸/۱۶^{ab}	۳۰۱^{a}	۲۹۴^{a}
	S_3	۱۸/۳۲^{a}	۸/۵۲^{a}	۳۰۹^{a}	۲۹۳^{a}
	S_4	۱۸/۳۶^{a}	۸/۸۱^{a}	۳۳۱^{a}	۲۹۲^{a}
I_2	S_1	۱۴/۸۹^{b}	۶/۶۶^{c}	۲۱۱^{bc}	۲۰۶^{c}
	S_2	۱۳/۸۶^{b}	۶/۱۹^{cd}	۱۹۳^{c}	۱۷۶^{d}
	S_3	۱۶/۷۶^{a}	۸/۲۲^{ab}	۳۰۴^{a}	۲۵۷^{b}

	S_4	۱۷^{a}	۸/۸۵^{a}	۳۱۳^{a}	۲۶۰^{b}
I_3	S_1	۹/۸۱^{c}	۵/۷۰^{d}	۱۱۷^{d}	۹۳^{e}
	S_2	۸/۵۷^{c}	۴/۸۴^{e}	۹۳^{d}	۶۷^{f}
	S_3	۱۴/۱۵^{b}	۷/۴۹^{b}	۲۲۷^{b}	۱۹۳^{cd}
	S_4	۱۵/۲۰^{b}	۶/۶۲^{c}	۲۲۳^{bc}	۲۵۲^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

I_1: کنترل، I_2: آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک، I_3: آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک

S_1: تورم جوانه تا گل‌دهی، S_2: گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، S_3: تغییر رنگ حبه تا برداشت، S_4: برداشت میوه تا ریزش برگ

عرض خوشه :اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهم‌کنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر عرض خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش عرض خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۳/۲۵، ۱/۲۴، ۵/۳ و ۵/۰ درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش عرض خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۳۶، ۷/۴۰، ۱۲ و ۹/۲۴ درصد گردید (جدول ۲).

تعداد حبه در خوشه: اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهم‌کنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر تعداد حبه در خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش تعداد حبه در خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۲/۳۷، ۹/۳۵، ۶/۱ و ۴/۵ درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش تعداد حبه در خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۲/۶۵، ۴/۶۹، ۵/۲۶ و ۶/۳۲ درصد گردید (جدول ۲).

وزن خوشه: اثر رژیم کم‌آبیاری، مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری و برهم‌کنش رژیم آبیاری و مراحل اعمال رژیم کم‌آبیاری بر وزن خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش وزن خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۲۹، ۱/۴۰، ۱۲ و ۱۱ درصد گردید. آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد آب قابل استفاده در مراحل شکفتن جوانه تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ، به‌ترتیب باعث کاهش وزن خوشه نسبت به آبیاری کامل در مراحل متناظر به میزان ۶۸، ۱/۷۷، ۱/۳۴ و ۷/۱۳ درصد گردید (جدول ۲).

در این پژوهش، کم‌آبیاری باعث کاهش صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه گردید. برای تمامی صفات، اعمال کم‌آبیاری در مرحله گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، حساس‌ترین مرحله به کاهش میزان آبیاری بود. به‌عبارت دیگر، بیشترین تأثیر اعمال کم‌آبیاری به‌ترتیب در مراحل گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، شکفتن جوانه تا گل‌دهی، تغییر رنگ خوشه تا برداشت میوه و برداشت میوه تا ریزش برگ بود. اعمال کم‌آبیاری در مرحله گل‌دهی تا تغییر رنگ خوشه، که مقارن با افزایش دما نیز بود، بر صفات مورد بررسی در این آزمایش بیشترین تأثیر منفی را داشت. همچنین، کم‌آبیاری از زمان گل‌دهی تا تغییر رنگ حبه‌ها موجب کاهش شدید صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه شده و مرحله رشد حبه حساس‌ترین مرحله به تنش آبی بود. کم‌آبیاری طی مرحله تغییر رنگ خوشه تا رسیدگی میوه باعث کاهش وزن خوشه گردید و کم‌آبیاری در مرحله رسیدگی میوه تا ریزش برگ، کمترین اثر را بر طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه داشت. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک باعث بیشترین کاهش در صفات طول خوشه، عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه و وزن خوشه گردید و برای منطقه سیستان توصیه می‌شود.

منابع

دولتی بانه، ح. و نورجو، ا. ۱۳۹۰. اثر کم‌آبیاری بر کمیت، کیفیت میوه و بهره‌وری مصرف آب سه رقم انگور. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۲۷(۲): ۴۳۵–۴۵۰.

Chacon-Vozmediano, J.L., Martinez-Gascuena, J., Francisco, J., Garcia-Navarro, J. and Jimenez-Ballesta, R. 2020. Effects of water stress on vegetative growth and 'Merlot' grapevine yield in a semi-arid Mediterranean climate. Horticulturae, 6(95): 1–16.

Gambetta, G.A., Manuck, C.M., Drucker, S.T., Shaghasi, T., Fort, K., Matthews, M.A. and McElrone, A.J. 2012. The relationship between root hydraulics and scion vigour across *Vitis* rootstocks: What role do root aquaporins play? Journal of Experimental Botany, 63(18): 6445–6455.

Myburgh, P.A. 2003. Responses of *Vitis vinifera* L. cv. Sultanina to level of soil water depletion under semiarid conditions. South African Journal of Enology and Viticulture, 24(1): 16–24.

Yang, C., Menz, C., Fraga, H., Costafreda-Aumedes, S., Leolini, L., Ramos, M.C., Molitor, D., Leeuwen, C. and Santos, J.A. 2022. Assessing the grapevine crop water stress indicator over the flowering-veraison phase and the potential yield loss rate in important European wine regions. Agricultural Water Management, 261: 1–13.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the Effect of Deficit Irrigation during Growth Stages on the Traits of Yaghouti Grape Cluster

Mansour Fazeli Rostampour[1*]
1- Horticultural Crops Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zabol, Iran
[*]*Corresponding Author: mansour_fazeli@yahoo.com*

Abstract

With the aim of increasing water-use efficiency in Sistan vineyards, an experiment was conducted using a split-strip plot design based on a randomized complete block design with three replications at the Zahak Research Station during 2022 and 2023. The treatments included three irrigation regimes: control (100% of crop water requirement), irrigation after 35% depletion of available soil water, and irrigation after 70% depletion of available soil water. These treatments were assigned to horizontal plots, while the irrigation stages, including bud burst to flowering, flowering to berry color change, berry color change to fruit harvest, and fruit harvest to leaf fall, were assigned to vertical plots. Deficit irrigation reduced cluster length, cluster width, number of berries per cluster, and cluster weight. The results showed that deficit irrigation from flowering to berry color change caused a severe reduction in cluster length, cluster width, number of berries per cluster, and cluster weight, making the berry growth stage the most sensitive stage to water stress. Deficit irrigation during the berry color change to fruit ripening stage reduced cluster weight, whereas deficit irrigation during the fruit ripening to leaf fall stage had the least effect on cluster length, cluster width, number of berries per cluster, and cluster weight. Overall, the results showed that irrigation after 70% depletion of available soil water caused the greatest reduction in cluster length, cluster width, number of berries per cluster, and cluster weight and is recommended for the Sistan region.

Keywords: Cluster length, cluster width, cluster weight, number of berries per cluster.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مدل‌سازی عملکرد درختان پسته رقم اوحدی با استفاده از تحلیل چندمتغیره پارامترهای اقلیمی در شهرستان رفسنجان

مریم افروشه[1*]، ابراهیم اسعدی اسکویی[2] و محسن اسلامی[1]

۱- پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۲- پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *ma.afrousheh@yahoo.com*

چکیده

شناسایی عوامل اقلیمی مؤثر بر عملکرد پسته و مدل‌سازی آن می‌تواند در بهینه‌سازی مدیریت باغی و پیش‌بینی عملکرد سالانه مفید واقع شود. این پژوهش با هدف مدل‌سازی عملکرد سالانه پسته رقم اوحدی در شهرستان رفسنجان با استفاده از تحلیل چندمتغیره پارامترهای اقلیمی طی دوره زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۰ انجام شد. داده‌های عملکرد سالانه از باغ تحقیقاتی گردآوری و هم‌زمان داده‌های دمایی (حداقل، حداکثر و میانگین)، بارندگی، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و سرعت باد از ایستگاه هواشناسی منطقه استخراج شد. با استفاده از رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام و تحلیل مؤلفه‌های اصلی(PCA) ، عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد شناسایی گردید. نتایج نشان داد که ترکیب دمای حداقل در زمستان، دمای حداکثر در تابستان، میانگین رطوبت نسبی و مجموع بارندگی در اسفند و فروردین، ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد سالانه را تبیین می‌کنند (R^2=0.83). تحلیل PCA نیز نشان داد که مؤلفه اول با بارهای بالا از دما و رطوبت، به‌تنهایی ۶۵ درصد از واریانس کل را پوشش می‌دهد. این نتایج اهمیت تحلیل ترکیبی عوامل اقلیمی در پیش‌بینی عملکرد پسته را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پسته، پارامترهای اقلیمی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، رگرسیون چندگانه، رفسنجان، عملکرد.

مقدمه

پسته به‌عنوان محصولی حساس به شرایط اقلیمی، تحت تأثیر متغیرهای مختلفی مانند دما، رطوبت، بارندگی و شدت تابش خورشید قرار دارد. با افزایش نوسانات اقلیمی در سال‌های اخیر، پیش‌بینی عملکرد و مدیریت دقیق آن به یکی از دغدغه‌های اصلی تولیدکنندگان و پژوهشگران این حوزه تبدیل شده است. تحلیل چندمتغیره به‌عنوان یکی از روش‌های آماری پیشرفته، امکان بررسی هم‌زمان اثر چندین متغیر بر یک متغیر پاسخ مانند عملکرد را فراهم می‌آورد. در این مطالعه تلاش شده است با استفاده از رگرسیون چندگانه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تأثیرات هم‌زمان و ترکیبی پارامترهای اقلیمی بر عملکرد سالانه پسته رقم اوحدی در شرایط اقلیمی رفسنجان مدل‌سازی گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در باغ تحقیقاتی با رقم اوحدی در شهرستان رفسنجان طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۰ انجام شد. عملکرد سالانه (کیلوگرم در هکتار) از طریق برداشت مستقیم در انتهای هر فصل زراعی ثبت شد. داده‌های اقلیمی مربوط به هر سال شامل موارد زیر استخراج گردید:

- میانگین دمای حداقل و حداکثر ماهانه
- میانگین دمای روزانه دوره رشد (اسفند تا شهریور)
- مجموع بارندگی در ماه‌های زمستان و بهار (دی تا فروردین)
- میانگین و حداقل رطوبت نسبی در فصل رشد
- مجموع ساعات آفتابی ماهانه
- میانگین سرعت باد

برای مدل‌سازی از دو روش استفاده ش‌د:

۱-رگرسیون خطی چندگانه به روش گام‌به‌گام(Stepwise Multiple Linear Regression)

۲- تحلیل مؤلفه‌های اصلی(Principal Component Analysis – PCA)

نرم‌افزارهای SPSS و Excel برای تحلیل داده‌ها به‌کار گرفته شدند.

نتایج و بحث

اطلاعات سالانه عملکرد پسته و میانگین پارامترهای اقلیمی ماهانه (مانند دما، بارش و رطوبت) در جدول ۱ آورده شده است. با استفاده از این شاخص‌های ترکیبی و داده‌های عملکرد، تحلیل‌های آماری همبستگی و رگرسیون برای مدل‌سازی روابط بین اقلیم و میزان محصول پسته انجام شد.

جدول ۱- داده‌های اقلیمی و عملکرد پسته.

سال	عملکرد (Kg.ha)	حداقل دمای دی(°C)	حداقل دمای بهمن(°C)	حداقل دمای اسفند(°C)	حداکثر دمای تیر(°C)	حداکثر دمای مرداد(°C)	حداکثر دمای شهریور(°C)	رطوبت نسبی تیر (٪)	رطوبت نسبی مرداد(٪)	بارندگی اسفند(mm)
1399	1200	-7/25	-1/95	-0/7	40/25	40	36/325	11/16	14/3	15/9
1394	325	-0/7	-2/025	1/15	38/525	37/575	35/575	19/34	10/02	3/3
1395	400	-2/625	-2/175	1/075	41/325	36/95	36/95	13/34	14/44	0/2
1396	1000	-0/95	-5/45	-0/25	39	37/475	34/525	15/84	15/08	11/9
1397	300	-2/15	-4/125	3/425	39/525	38/85	36/85	11/12	13/56	0/6
1398	285	-2/45	-2/625	-0/65	41/175	39/75	37/75	11/86	13/96	1
1399	1100	-2/63	-1/925	-0/525	39/425	41/35	34/4	17/3	17/96	8/8
1400	1400	-5/95	-4/83	1/625	41/825	38/25	36/175	23/56	12/96	0/2

تحلیل همبستگی اولیه نشان داد عملکرد رابطه معنی‌دار با دمای حداقل زمستان($r=0.71$) ، دمای حداکثر تابستان($r=-0.66$) ، رطوبت نسبی در تیر و مرداد ($r=0.69$) و بارندگی اسفند ($r=0.62$) دارد (جدول ۲).

جدول ۲ -ضرایب همبستگی پیرسون بین عملکرد و برخی پارامترهای اقلیمی.

متغیر اقلیمی	r	سطح معنی داری(P)
دمای حداقل زمستان	0.71	<0.01
دمای حداقل تابستان	-0.66	<0.05
رطوبت نسبی تیر و مردادماه	0.69	<0.05
بارندگی اسفند	0.62	<0.05

جدول ۳ -مدل رگرسیون چندگانه پیش بینی عملکرد پسته بر اساس پارامترهای اقلیمی منتخب.

متغیر مستقل	استاندارد شدهβ	علامت اثر
دمای حداقل زمستان	0.47	مثبت
دمای حداقل تابستان	-0.43	منفی
میانگین رطوبت نسبی فصل رشد	0.39	مثبت
بارندگی اسفند وفروردین ماه	0.31	مثبت
مدلR^2	0.83	

مدل نهایی رگرسیون چندگانه شامل متغیرهای زیر بود:

- دمای حداقل زمستان($\beta = 0.47$)
- دمای حداکثر تابستان($\beta = -0.43$)
- میانگین رطوبت نسبی فصل رشد($\beta = 0.39$)
- بارندگی اسفند و فروردین($\beta = 0.31$)

این مدل توانست با ضریب تعیین $R^2=0.83$ ، تغییرات عملکرد را با دقت بالایی پیش‌بینی کند. آزمون کولموگروف–اسمیرنوف و تحلیل باقی‌مانده‌ها نیز نشان‌دهنده نرمال بودن و استقلال خطاها بود (جدول ۳).

جدول ۴– نتایج تحلیل مولفه های اصلی بر پارامترهای اقلیمی.

مولفه اصلی	درصد واریانس تبیین شده	بارهای غالب
PC1	٪65	دما، رطوبت نسبی، بارندگی
PC2	٪18	ساعات آفتابی و سرعت باد

تحلیل PCA نشان داد که مؤلفه اول (PC1) که بارهای بالایی از دما، رطوبت و بارندگی دارد، به‌تنهایی ٪۶۵ از واریانس کل داده‌ها را پوشش می‌دهد. مؤلفه دوم (PC2) بیشتر با ساعات آفتابی و سرعت باد مرتبط بود و ٪۱۸ از واریانس را تبیین می‌کرد (جدول ۴).

نتیجه‌گیری نهایی

پارامترهای دمایی:

دمای حداقل زمستان ($r=0.71$، $\beta=+0.47$) اثر مثبت و قوی؛ زمستان‌های ملایم‌تر موجب کاهش خسارت سرمای زمستانه و بهبود گل‌دهی بهاره می‌شوند. دمای حداکثر تابستان($r=0.66$، $\beta=-0.43$) اثر منفی و معنی‌دار؛ گرمای شدید تابستان باعث افزایش تنش گرمایی، ریزش میوه و کاهش عملکرد می‌شود. میانگین دمای دوره گل‌دهی دارای اثر معنی‌دار بر عملکرد (در سطح ۵ درصد) می‌باشد.

رطوبت نسبی:

رطوبت نسبی در تیر و مرداد ($r=0.69$) اثر مثبت؛ افزایش رطوبت نسبی در تابستان موجب کاهش تبخیر–تعرق و تنش خشکی می‌شود. وقتی رطوبت نسبی بالا باشد، گیاه کمتر آب از دست می‌دهد، یعنی تنش خشکی کاهش می‌یابد و در نتیجه کارایی فتوسنتزی و رشد بهتر حفظ می‌شود. میانگین رطوبت نسبی فصل رشد ($\beta=+0.39$) از عوامل اصلی در مدل رگرسیونی است. مقدار ۰/۳۹+ نشان می‌دهد که افزایش یک واحد استاندارد رطوبت نسبی با افزایش حدود ۰/۳۹ واحد استاندارد در متغیر پاسخ (مثلاً عملکرد یا شاخص رشد) همراه است. اثر آن در مدل هم به شکل ضریب همبستگی (r) و ضریب استانداردشده (β) مشخص شده است، که نشان‌دهنده اهمیت این متغیر در پیش‌بینی پاسخ گیاه است.

بارندگی:

بارندگی اسفند (معنی‌دار، $r=0.62$) اثر مثبت؛ رطوبت پیش از گل‌دهی به افزایش عملکرد کمک می‌کند. بارندگی اسفند و فروردین ($\beta=+0.31$) در مدل نهایی (اثر مثبت در تأمین آب خاک و آغاز فصل رشد دارد.

سایر عوامل اقلیمی (از گزارش هواشناسی و همبستگی‌ها):

تعداد روز مرحله گل‌دهی رابطه مثبت با عملکرد: گل‌دهی طولانی همچنین باعث افزایش هم‌پوشانی زمانی گل‌های نر و ماده می‌شود و درصد تشکیل میوه بالا می‌رود.

تعداد روز مرحله رسیدگی رابطه منفی با عملکرد: مرحله رسیدگی شامل پر شدن مغز و تکمیل پوسته است. اگر این دوره طولانی شود، به‌ویژه در تابستان‌های گرم و خشک رفسنجان، مصرف انرژی و آب درخت افزایش یافته، ریزش میوه‌ها بیشتر می‌شود، کیفیت مغز به دلیل پوکی و چروکیدگی کاهش می‌یابد و حساسیت به آفات و بیماری‌ها بالا می‌رود. در نتیجه، طولانی‌شدن مرحله رسیدگی معمولاً باعث افت عملکرد و کاهش کیفیت محصول پسته می‌شود.

ساعات آفتابی، سرعت باد، تبخیر، روزهای $RH > 30\%$ اثر معنی‌دار در برخی سال‌ها؛ بیشتر به‌صورت غیرمستقیم (از طریق افزایش تنش خشکی/گرمایی).

بنابراین، چهار شاخص اصلی که در مدل نهایی قرار گرفتند عبارت‌اند از:

- دمای حداقل زمستان (مثبت)
- دمای حداکثر تابستان (منفی)
- میانگین رطوبت نسبی فصل رشد (مثبت)
- بارندگی اسفند و فروردین (مثبت)

نتایج این پژوهش نشان داد که دمای زمستان، گرمای تابستان، رطوبت نسبی و بارندگی‌های بهاره از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر عملکرد هستند. توصیه می‌شود در توسعه سیستم‌های مدیریت هوشمند باغی، از مدل‌های آماری پیش‌بینی عملکرد بهره‌گیری شود تا تصمیم‌گیری‌های به‌موقع و دقیق‌تری اتخاذ گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مدل‌سازی عملکرد پسته با استفاده از تحلیل چندمتغیره پارامترهای اقلیمی امکان‌پذیر و بسیار مؤثر است. دمای زمستان، گرمای تابستان، رطوبت نسبی و بارندگی‌های بهاره از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر عملکرد هستند. توصیه می‌شود در توسعه سیستم‌های مدیریت هوشمند باغی، از مدل‌های آماری پیش‌بینی عملکرد بهره‌گیری شود تا تصمیم‌گیری‌های به‌موقع و دقیق‌تری اتخاذ گردد.

منابع

Montgomery, D.C., Peck, E.A. and Vining, G.G. 2021. *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons.

Shahraki, A.S., Caloiero, T. and Bazrafshan, O. 2023. Influence of climatic factors on yields of pistachio, mango, and bananas in Iran. Sustainability, 15(11): 8962.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Modeling the Yield of Pistachio Trees (cv. Owhadi) Using Multivariate Analysis of Climatic Parameters in Rafsanjan County

Maryam Afrousheh[1*], Ebrahim Asadi Oskuei[2]and Mohsen Eslami[1]
1. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
2. Research Institute of Meteorological and Atmospheric Science (RIMAS), Climate Research Institute (CRI), Mashhad, Iran
Corresponding Author: ma.afrousheh@yahoo.com

Abstract

Identifying the climatic factors influencing pistachio yield and modeling their impact can be highly beneficial for optimizing orchard management and forecasting annual production. This study aimed to model the annual yield of Owhadi pistachio trees in Rafsanjan County using multivariate analysis of climatic parameters during the period 2014–2021. Annual yield data were collected from a research orchard, while simultaneous climatic data—including minimum, maximum, and mean temperatures, precipitation, relative humidity, sunshine hours, and wind speed—were obtained from the local meteorological station. Stepwise multiple linear regression and principal component analysis (PCA) were employed to identify the key climatic variables affecting yield. The results indicated that the combination of winter minimum temperature, summer maximum temperature, average relative humidity, and total precipitation in February and March explained 83% of the annual yield variability (R^2=0.83). PCA results also showed that the first component, heavily loaded on temperature and humidity variables, alone accounted for 65% of the total variance. These findings highlight the importance of integrated climatic factor analysis in pistachio yield prediction.

Keywords: Pistachio, Yield, Multiple regression, Principal component analysis, Climatic parameters, Rafsanjan.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

معرفی قارچ‌های دیواره تیره همزیست درختان خرما در مناطق عمده خرماخیز کشور ایران

بهاره دامن‌کشان[۱*]، محمدحسین شمشیری[۲] و حسین علایی[۳]

۱ـ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۲- بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ایران

۳- بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *damankeshan_2@yahoo.com*

چکیده

از آنجایی که در اکوسیستم‌های سخت، کلونیزاسیون ریشه با قارچ‌های اندوفیت دیواره تیره (Dark Septate Endophytes) افزایش می‌یابد، این احتمال می‌رود که این قارچ‌ها، کارایی‌های متنوعی به سود گیاه داشته باشند. بنابراین، شناخت میکروبیوم هر گیاه و بهره‌برداری از مزایای این میکروارگانیسم‌ها ضروری به نظر می‌رسد. نتایج جداسازی قارچ‌های اندوفیت ریشه‌های درختان خرما در مناطق عمده خرماخیز کشور ایران (باغات خرمای ۴۰ منطقه در استان‌های بوشهر، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد) نشان داد که اندوفیت‌های قارچی دارای تنوع بالایی از انواع DSE هستند. وجود هیف و اسکلروت مؤید کلونیزاسیون ریشه‌های نخل خرما توسط این قارچ‌ها بود. بیشترین درصد فراوانی اندوفیت‌ها مربوط به جنس‌های *Alternaria* spp.، *Fusarium* spp.، *Penicillium* spp.، *Aspergillus* spp. و *Cheatomium* spp. بود. مطالعات مربوط به درصد کلونیزاسیون ریشه‌ها نشان داد سه جنس غالب *Alternaria* sp.، *Fusarium* sp.، *Penicillium* sp. و جنس *Acrocalymma* sp. با درصد فراوانی کمتر، ساختار هیف و اسکلروتیوم را نشان دادند که مؤید DSEبودن آن‌هاست. شناسایی و معرفیDSE های همزیست نخل خرما می‌تواند زمینه تحقیق تأثیر همزیستی و اثربخشی آن‌ها و امکان بهره‌مندی از ظرفیت‌های همزیستی این قارچ‌ها را فراهم سازد.

واژه‌های کلیدی: اندوفیت، شناسایی، نخل، DSE.

مقدمه

تنوع میکروب‌های مرتبط با ریشه گیاه بسیار زیاد و حدود ده‌ها هزار گونه است. این جامعه میکروبی که به‌عنوان دومین ژنوم گیاه نیز شناخته می‌شود، برای سلامت گیاه بسیار مهم است. با توجه به این واقعیت که گونه‌های گیاهی مختلف هنگامی که در یک خاک رشد می‌کنند، میزبان جوامع میکروبی خاصی هستند، نشان می‌دهد که گیاهان می‌توانند میکروبیوم ریزوسفر خود را شکل دهند. درک جامع از مکانیسم‌های حاکم بر انتخاب و فعالیت جوامع میکروبی توسط ریشه‌های گیاه فرصت‌های جدیدی را برای افزایش تولید محصول فراهم می‌کند(Berendsen et al., 2012). قارچ‌های ریشه به‌عنوان یک استراتژی جدید برای بهبود عملکرد اکوفیزیولوژیکی گیاه و عملکرد محصول در شرایط تنش‌های غیرزیستی مطرح هستند (Molina- Montenegro et al., 2020). فعل و انفعالات میکروبی با گیاهان باعث ایجاد چندین پاسخ موضعی و سیستمیک می‌گردد که ظرفیت متابولیکی گیاهان را برای پاسخ به تنش شوری بهبود می‌بخشد(Nguyen et al., 2016). این بیوتکنولوژی گیاهی مبتنی بر میکروارگانیسم‌ها ثابت کرده است که در بسیاری موارد کارآمدتر از روش‌های اصلاح گیاهی و اصلاح ژنتیکی است (Smith, 2014). نخل خرما به‌عنوان یک درخت میوه با تحمل بسیار زیاد نسبت به شوری شناخته می‌شود (Kozlowski, 1997) و برخی محققان معتقدند که نخل خرما را می‌توان به‌عنوان یک گیاه شورزی استثنایی در نظر گرفت و احتمالاً دارای یک سلسله سازوکارهای تحمل به شوری است(Yaish and Kumar, 2015). قارچ‌های اندوفیت دیواره تیره (Dark Septate Endophytes) که به اختصار DSE گفته می‌شوند، از جمله قارچ‌های ریشه هستند که توسط رنگدانه‌های بسیار تیره و تشکیل هیف‌های دیواره‌دار و ملانیزه و گاهی اوقات میکرواسکلروتی مشخص می‌شوند (Knapp et al., 2015, Yuan et al., 2016). اندوفیت‌های دیواره تیره از گیاهان سالم جدا می‌شوند و محدوده جغرافیایی وسیعی را پوشش می‌دهند (Santos et al., 2021). اطلاعات در مورد نقش قارچ‌های اندوفیت دیواره تیره در اکوسیستم محدود است (Gupta et al., 2021). از آنجایی که در اکوسیستم‌های سخت، کلونیزاسیون ریشه با

قارچ‌های DSE افزایش می‌یابد، این احتمال می‌رود که این قارچ‌ها، کارایی‌های متنوعی به سود گیاه داشته باشند. انتقال عناصر غذایی از خاک و رساندن آن به گیاه، حفاظت ریشه و گیاه در برابر بیماری‌های خاکزی، افزایش مقاومت گیاه در شرایط سخت زیستگاه (Mandyam and Jumpponen, 2014)، کاهش آسیب ناشی از گرم شدن کره زمین به‌تنهایی یا در تعامل با سایر میکروارگانیسم‌ها (Gehring et al., 2020)، همچنین افزایش طول و انشعاب میسلیوم قارچ‌های آربسکولار میکوریزا (Scervino et al., 2009). از جمله مزایای این قارچ‌هاست. این آزمایش با این فرض انجام شده که وجود قارچ‌های اندوفیت در ریشه نخل خرما از جمله دلایل افزایش مقاومت درختان خرما به شرایط شوری بالا است. به همین دلیل، از ریشه‌های نخل خرمای مناطق عمده خرماخیز کشور نمونه تهیه شد. سپس جدایه‌های قارچی ریشه درختان خرما شناسایی مورفولوژیکی و دسته‌بندی شدند تا اینکه انواع دیواره تیره آن‌ها معرفی گردند. این اولین مطالعه در خصوص معرفی قارچ‌های دیواره تیره همزیست درختان خرما در مناطق خرماخیز کشور ایران است.

مواد و روش‌ها

برای تهیه و شناسایی جدایه‌های مربوط به قارچ‌های اندوفیت نخل خرما، نمونه‌برداری از زمستان سال ۱۳۹۷ تا پایان بهار ۱۳۹۸ از ریشه‌های سالم و فاقد علائم آفت و بیماری نخل خرما، واقع در ۷ استان خرماخیز کشور شامل استان‌های بوشهر، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد، در ۴۰ منطقه انجام شد. از نخل‌های خرمای کشت‌شده در ارتفاع ۲۵ متر از سطح دریا تا ۱۷۵۷ متر و از طول جغرافیایی ۴۸° ۴۰' و عرض جغرافیایی ۳۱° ۱۹' تا طول ۵۷° ۱' و عرض ۳۰° ۱۶' از ارقام مختلف نخل خرما (مضافتی، ربی، قصب، خنیزی، خاصویی، آلمهتری، کلوته، برحی، پیارم، نگار، خاصی، مجول، زاهدی، شهابی و کبکاب) حدود ۱۶۰۰ قطعه نمونه ریشه تهیه شد. نمونه‌های ریشه درون نایلون‌های زیپ‌دار به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان منتقل و در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شدند. سپس برای بررسی درصد کلونیزاسیون، رنگ‌آمیزی ریشه‌های خرما به روش Schenck and Perez (1990) با کمی تغییر انجام شد. برای این منظور، ابتدا ریشه‌ها به‌خوبی با آب شست‌وشو داده شدند تا ذرات خاک و مواد آلی چسبیده به آن به‌طور کامل جدا و پس از آن به قطعات یک‌سانتی‌متری برش داده شدند. برای شفاف‌سازی و حذف ترکیبات اضافی، ریشه‌ها به مدت یک هفته در محلول هیدروکسید پتاسیم 10% (KOH) در دمای اتاق قرار داده شدند و در طول این مدت چند بار محلول هیدروکسید پتاسیم تعویض و محلول جدید به نمونه‌ها اضافه شد. پس از ۳ مرتبه شست‌وشو با آب مقطر، نمونه‌ها در محلول پراکسید هیدروژن قلیایی (اضافه کردن ۳ میلی‌لیتر هیدروکسید آمونیم به ۳۰ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن ۱۰٪ و ۵۷۶ میلی‌لیتر آب مقطر) در دمای اتاق به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند. سپس ریشه‌ها به مدت ۳-۵ دقیقه در محلول اسیدکلریدریک 1% (HCL) قرار گرفتند تا اسیدی شوند. برای رنگ‌آمیزی، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون معرف تریپان بلو (۸۷۵ میلی‌لیتر اسیدلاکتیک به همراه ۶۳ میلی‌لیتر گلیسرین به همراه ۶۳ میلی‌لیتر آب مقطر به همراه ۰.۲۵ گرم تریپان بلو) قرار گرفتند. پس از رنگ‌آمیزی، قطعات هم‌اندازه ریشه‌ها انتخاب، سپس بر روی هر لام ۱۰ قطعه ریشه قرار گرفته و با استفاده از میکروسکوپ نوری و با بزرگنمایی ×۱۰۰ میزان کلونیزاسیون آن‌ها طبق فرمول زیر محاسبه شد (Philips and Hayman, 1970).

$$\text{DES frequency (F)}(\%) = \frac{\text{Infected root segments}}{\text{Total root segmentsactor}} \times 100$$

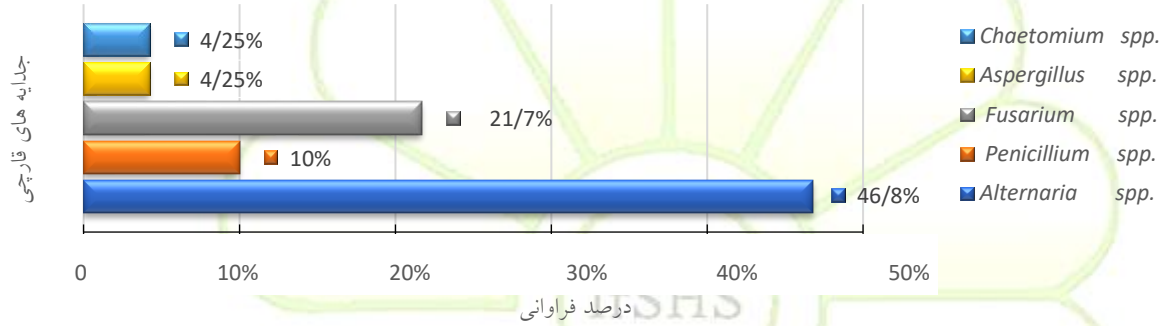
وجود هیف با دیواره ملانیزه و میکرواسکلروت با سلول‌های دایره‌ای یا بیضوی ملانیزه به‌عنوان شاخص‌های حضور قارچ‌های DSE در ریشه در نظر گرفته شد (Panke-Buisse et al., 2020). پس از اطمینان از کلونیزه بودن ریشه‌ها توسط قارچ‌های اندوفیت، ضدعفونی و جداسازی آن‌ها از ریشه‌های نخل خرما به روش Kusari et al. (2009) با تغییرات جزئی انجام شد. نمونه‌های ریشه با آب مقطر اتوکلاوشده به مدت ۱۵ دقیقه شست‌وشو شدند. ابتدا نمونه‌ها به مدت یک دقیقه در اتانول ۷۰٪ قرار داده شدند، سپس نمونه‌ها در هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ برای سه دقیقه غوطه‌ور و نمونه‌ها سه بار با آب مقطر شست‌وشو شدند. نمونه‌های استریل‌شده، روی کاغذ صافی قرار داده شدند تا رطوبت اضافی سطح ریشه گرفته شود. ریشه‌ها به قطعات کوچک به طول ۰.۵ تا ۱ سانتی‌متر با استفاده از تیغ اسکالپل برش داده شدند. قطعات بافت استریل‌شده به‌طور مساوی، سه قطعه در هر پتری حاوی محیط کشت PDA به همراه آنتی‌بیوتیک قرار داده شدند تا امکان رشد برای اندوفیت‌های قارچی فراهم گردد. ظروف پتری با استفاده از پارافیلم درزگیری شدند. ظروف پتری تا زمان رشد اندوفیت در انکوباتور با دمای ۲۸±۱ درجه سلسیوس انکوبه شدند. برای بررسی تولید اندوفیت‌های قارچی، محیط کشت‌ها هر سه روز یک‌بار مورد بررسی قرار گرفتند. اندوفیت‌های قارچی، بعد از ۴-۶ هفته رشد، جهت خالص‌سازی با استفاده از روش نوک هیف، در محیط کشت واتر آگار[۱] جهت رشد قرار

داده شدند. پس از رشد کافی، یک قطعه هیف مجزا از حاشیه پرگنه به‌وسیله سوزن بسیار ظریف برداشته و روی محیط کشت جدید PDA انتقال داده شد (Dar et al., 2015). شناسایی مورفولوژیکی جدایه‌های قارچی با تهیه اسلایدهای میکروسکوپی آغشته به رنگ لاکتوفنل و بر اساس کلید شناسایی (Barnett and Hunter, 1972) انجام و با میکروسکوپ نوری بررسی شد.

نتایج و بحث

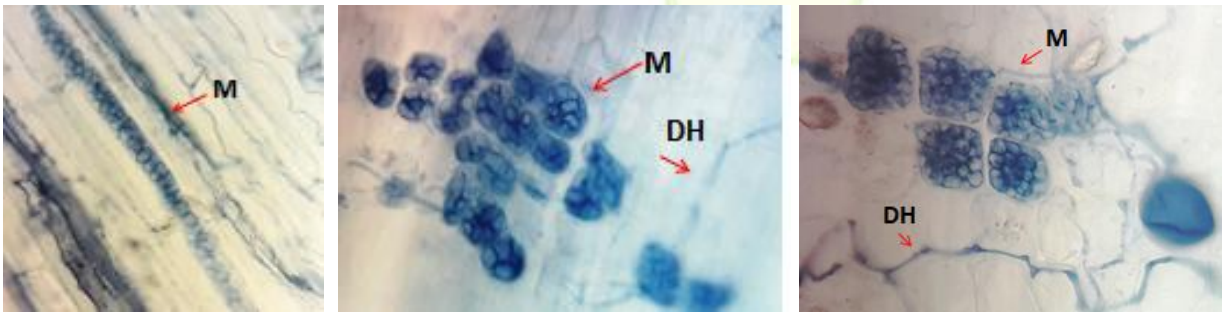
تعداد ۱۲۰ جدایه قارچی از ریشه نخل‌های خرمای باغات ۴۰ منطقه در استان‌های بوشهر، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد جداسازی شد که در ۵ جنس عمده طبقه‌بندی شدند که شامل *Alternaria* spp.، *Fusarium* spp.، *Penicillium* spp.، *Aspergillus* spp. و *Cheatomium* spp. بودند. قارچ‌های DSE ، قارچ‌های همزیست گیاهی هستند که با هیف‌های ملانیزه بین‌سلولی و داخل‌سلولی و ساختار میکرواسکلروتیا در ریشه گیاه شناخته می‌شوند و بدون اینکه علائم بیماری‌زا در گیاه میزبان نشان دهند، با گیاه رابطه همزیستی برقرار می‌کنند (Santose, 2021). در مرحله جداسازی ایزوله‌های قارچی مشخص شد که ریشه‌های درختان خرما در مناطق مورد مطالعه، دارای تنوع بالایی از قارچ‌های DSE هستند. وجود هیف‌ها و اسکلروت‌ها مؤید کلونیزاسیون ریشه‌ها توسط این قارچ‌ها بود (شکل ۲).

[1] Water agar (WA)



شکل ۱- درصد فراوانی جدایه‌های قارچی ریشه‌های درختان خرمای مورد بررسی.

در جدایه‌های مربوط به سه جنس غالب *Alternaria* spp.، *Fusarium* spp. و *Penicillium* spp. و جنس *Acrocalymma* sp. با درصد فراوانی کمتر، هیف و ساختار اسکلروتیوم دیده شد. در بررسی دامن‌کشان و همکاران (۱۴۰۱ و ۱۴۰۲) آزمایش نابیماری‌زا بودن جدایه‌های قارچی ریشه درختان خرما و تاثیر انواع DSE آن‌ها بر پارامترهای رشدی گیاه گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعات نشان داد که تیمار قارچی گیاه گوجه فرنگی با قارچ‌های DSE ریشه نخل خرما (4-B، 16-A، 22-C و 22-E مربوط به جنس فوزاریم و جدایه 11-C مربوط به جنس پنی‌سیلیوم) در گیاه میزبان علائم بیماری‌زا ایجاد نکرد و موجب بهبود رشد گیاه گوجه فرنگی در شرایط تنش شوری گردید.



شکل ۲- ساختار میکرواسکلروتیا (M) و هیف (DH) قارچ‌های دیواره تیره (DSE) در ریشه‌های نخل خرما.

در مطالعه حاضر، دو جنس *Alternaria* و *Fusarium* از بین قارچ‌های جداشده از ریشه درختان خرما، جزو پنج جنس بودند که بیشترین فراوانی را داشتند (به‌ترتیب با ۴۶/۸ و ۲۱/۷ درصد). در بین قارچ‌های اندوفیت گیاهان دارویی نیز دو جنس آلترناریا و فوزاریم جزو پنج جنس بودند که بیشترین فراوانی را داشتند(Al-Ani, 2019). در بررسی میکروبیوم اندوفیتی ریشه نخل خرما (*Phoenix dactylifera*) (Yaish et al., 2016) و ریشه گیاه بید سفید (*Salix variegata* Franch) (An et al., 2015) نیز جنس فوزاریم پرتکرار بوده است. *Acrocalymma aquatica* و *Alternaria doliconidium* از جمله DSEs بودند که در ریشه گیاهان دارویی بیشترین فراوانی را داشتند (Han et al., 2021). در شناسایی و طبقه‌بندی اندوفایت‌های *Taxus globosa*، جنس *Alternaria* یکی از اندوفیت‌های غالب بوده است (Rivera-Orduña et al., 2011). در بررسی Yadav et al. (2016) نیز *Alternaria alternata* یکی از سه گونه DSE جداشده از *Eugenia jambolana* بوده است. در بررسی تنوع DSEs در جنگل آتلانتیک در برزیل، اکثر DSE های غیر بیماری‌زا متعلق به جنس‌هایی بودند که به‌عنوان قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی شناخته شده‌اند، از جمله جنس *Alternaria*. نتایج این بررسی نشان داد که ترکیب گونه‌ای جوامع اندوفیت به‌شدت به گونه میزبان همبستگی دارد، در حالی که ارتفاع، پارامترهای خاک یا فصل از اهمیت جزئی برخوردار بودند. فرضیه این است که گونه‌های قارچی طبقه‌بندی‌شده به‌عنوان غیر بیماری‌زا باعث ایجاد علائم بیماری در میزبان خاص می‌شوند، اما برای میزبان‌های دیگر خنثی یا مفید هستند (Bonfim et al., 2016). *Alternaria sp.* به‌عنوان قارچ بیماری‌زا در برخی غلات مهم هم مطرح می‌شود. بااین‌حال، گونه‌هایی از جنس *Alternaria* یافت شده‌اند که گراس‌ها را کلونیزه می‌کنند و به‌عنوان قارچ DSE نقش دارند و موجب رشد گیاه می‌شوند (Spagnoletti and Chiocchio, 2020). در مطالعه حاضر، جنس *Penicillium* نیز با ۱۰ درصد فراوانی در مرتبه سوم قرار گرفت. در بررسی دامن‌کشان و همکاران (۱۴۰۱)، گیاه گوجه‌فرنگی تیمارشده با قارچ‌های اندوفیت دیواره تیره شامل ۴ (*Fusarium* sp.) B-و ۱۱-C (*Penicillium* sp.) تا شوری ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به سایر جدایه‌ها و تیمار بدون همزیست، بیوماس بیشتری داشتند که می‌تواند مربوط به نقش این جدایه‌ها در بهبود غلظت عناصر غذایی باشد. در پژوهشی (Khan et al., 2011) تحت تنش شوری (۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار)، قارچ اندوفیت GMC-2A به‌عنوان یک جدایه جدید از *Penicillium funiculosum* LHL06، ویژگی‌های رشد سویا را در مقایسه با تیمارهای کنترل افزایش داد. قارچ اندوفیت جداشده از ریشه گوجه‌فرنگی تحت عنوان *Penicillium janthinellum* LK5، وزن‌تر و طول شاخساره نهال‌های برنج را در مقایسه با گیاه شاهد و شوری ۱۵۰ میلی‌مولار افزایش داد (Khan et al., 2013)).

نتیجه‌گیری

گونه‌های گیاهی مختلف هنگامی که در یک خاک رشد می‌کنند، میزبان جوامع میکروبی خاصی هستند و این نشان می‌دهد که گیاهان می‌توانند میکروبیوم ریزوسفر خود را شکل دهند. قارچ‌های ریشه به‌عنوان یک استراتژی جدید برای بهبود عملکرد اکوفیزیولوژیکی گیاه و عملکرد محصول در شرایط تنش‌های غیرزیستی مطرح هستند؛ بنابراین، بررسی جوامع میکروبی هر منطقه و هر گیاه به‌طور خاص باید مدنظر قرار گیرد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد همانند بسیاری مطالعات دیگر، جنس‌های فوزاریم و آلترناریا از اندوفایت‌های غالب گیاهان هستند و در مطالعه ما، جنس‌های فوزاریم، آلترناریا و پنی‌سیلیوم از جمله قارچ‌های اندوفیت دیواره تیره نخل خرما هستند که باید عملکرد آن‌ها برای گیاهان مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

دامن‌کشان، ب.، شمشیری، م.ح. و علایی، ح. ۱۴۰۱. اثر قارچ‌های درون‌زی دیواره تیره در افزایش تحمل گوجه‌فرنگی به تنش شوری. فصلنامه روابط خاک و گیاه، ۱۳(۲): ۱–۱۸.

دامن‌کشان، ب.، شمشیری، م.ح. و علایی، ح. ۱۴۰۲. تأثیر قارچ‌های همزیست دیواره تیره بر رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی در شرایط تنش شوری. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی، ۲۷–۳۰ شهریور.

Gehring, C., Sevanto, S., Patterson, A., Ulrich, D.E. and Kuske, C.R. 2020. Ectomycorrhizal and dark septate fungal associations of pinyon pine are differentially affected by experimental drought and warming. Frontiers in Plant Science, 11: 582574.

Gupta, S., Schillaci, M., Walker, R., Smith, P., Watt, M. and Roessner, U. 2021. Alleviation of salinity stress in plants by endophytic plant-fungal symbiosis: Current knowledge, perspectives and future directions. Plant and Soil, 461: 219–244.

Han, L., Zuo, Y., He, X., Hou, Y., Li, M. and Li, B. 2021. Plant identity and soil variables shift the colonisation and species composition of dark septate endophytes associated with medicinal plants in a northern farmland in China. Applied Soil Ecology, 167: 104042.

Molina-Montenegro, M.A., Acuña-Rodríguez, I.S., Torres-Díaz, C., Gundel, P.E. and Dreyer, I. 2020. Antarctic root endophytes improve physiological performance and yield in crops under salt stress by enhanced energy production and Na+ sequestration. Scientific Reports, 10: 1–10.

Yadav, M., Yadav, A., Kumar, S. and Yadav, J.P. 2016. Spatial and seasonal influences on culturable endophytic mycobiota associated with different tissues of *Eugenia jambolana* Lam. and their antibacterial activity against MDR strains. BMC Microbiology, 16: 1–12.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Introduction of symbiotic dark septate endophytic fungi of date palm trees in date-growing areas of Iran

Bahareh Damankeshan[1*], Mohammad Hosein Shamshiri[2] and Hosein Alaei[3]
1. Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr Uni. of Rafsanjan, Iran
3. Plant Protec. Department, Agricollege, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
Corresponding Author: damankeshan_2@yahoo.com

Abstract

Since root colonization by dark septate endophytes (DSE) increases in harsh ecosystems, these fungi likely have diverse functions for the benefit of the plant. Therefore, understanding the microbiome of each plant and exploiting the benefits of these microorganisms seems essential. The results of isolating endophytic fungi from the roots of date palm trees in the significant date-growing regions of Iran (date palm orchards in 40 areas in the provinces of Bushehr, Khuzestan, Sistan and Baluchestan, Fars, Kerman, Hormozgan and Yazd) showed that fungal endophytes have a high diversity of DSE types. The presence of hyphae and sclerotia confirmed the colonization of date palm roots by these fungi. The highest percentage of endophytes was related to the genera *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Cheatomium* spp. Studies on the percentage of root colonization showed that the three dominant genera *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., and the genus *Acrocalymma* sp. with a lower abundance percentage showed hyphal and sclerotium structures, which confirms that they are DSE. Identification and introduction of DSEs symbiotic in date palm can provide a basis for research on the effect of symbiosis and their effectiveness and the possibility of benefiting from the symbiotic capacities of these fungi.

Keywords: DSE, Endophyte, Identification, Palm.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی خصوصیات رویشی برخی از ترکیب‌های پیوندی بادام در شرایط دیم با آبیاری تکمیلی با استفاده از سامانه جمع‌آوری آب باران

محمد نکویی‌مهر[۱]، سیداصغر موسوی[۲]* و سیدنعیم امامی[۱]

۱- بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *asgharmousavi@gmail.com*

چکیده

به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین رقم و پایه بادام برای کشت دیم باغات در اراضی شیب‌دار در شرایط به‌کارگیری سامانه جمع‌آوری آب باران، پژوهشی در قالب بلوک‌های دوبار خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دامنه‌ای با شیب محدوده ۱۵ تا ۲۰ درصد در محل ایستگاه تحقیقات بادام چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام این کار، تعداد پنج رقم بادام تجاری شامل: مامایی، ربیع، شاهرود ۱۲ (فرانیس)، شاهرود ۷ (فرادوئل) و شکوفه بر روی سه پایه مهم شامل پایه‌های رویشی) GN15 گارنم(، GF677و بادام بذری در شرایط آبیاری تکمیلی و بدون آبیاری تکمیلی کشت گردیدند. آبیاری تکمیلی نهال‌ها در ماه‌های خشک با استفاده از نزولات ذخیره‌شده در مخزن و بر اساس حداقل نیاز آبی نهال‌ها انجام شد. استقرار و شاخص‌های رویشی شامل قطر پایه، قطر پیوندک، ارتفاع درخت، ارتفاع تاج، قطر تاج و سطح تاج‌پوشش در ترکیب‌های پیوندی مختلف بادام به شرایط کشت دیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج شاخص‌های رویشی نشان داد که بین تیمارهای مختلف آبیاری (با آبیاری تکمیلی و بدون آبیاری تکمیلی)، ارقام مختلف بادام (ربیع، مامایی، فرانسیس، فرادوئل و شکوفه)، از لحاظ شاخص‌های رویشی تفاوت کاملاً معنی‌دار وجود داشت. پایه‌های مختلف بادام نیز از لحاظ شاخص‌های فوق‌الذکر در سطح یک درصد دارای تفاوت معنی‌دار داشتند. نتایج نشان داد درختان بادام تحت شرایط آبیاری تکمیلی، از رشد رویشی بیشتری برخوردار هستند. براساس نتایج، پایه GF از زنده‌مانی کمتری برخوردار بود. نهال‌های پیوندی بر روی این پایه، شاخص‌های رویشی ضعیف‌تری را نسبت به دو پایه دیگر نشان داد. در بین ارقام مورد بررسی، رقم مامایی نسبت به بقیه ارقام، از رشد و نمو بهتری برخوردار بوده و در بیشتر شاخص‌های گیاهی میانگین بیشتری را نشان داد. زنده‌مانی در این رقم به نزدیک ۹۰ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: بادام، رقم، پایه، استحصال آب باران، آبیاری تکمیلی، رشد رویشی.

مقدمه

امروزه افزایش روبه‌رشد جمعیت و نیاز روزافزون به توسعه منابع جدید غذایی در کشورهای در حال توسعه، موجب بهره‌برداری بیش از حد و غیراصولی از منابع آب و خاک گردیده و در بسیاری از حوزه‌های آبخیز باعث ایجاد شرایط بحرانی شده است. همچنین به علت خشکسالی‌های متناوب و کمبود نزولات جوی، این مسائل تشدید شده، به‌طوری‌که بخش کشاورزی به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب با کاهش کمی و کیفی منابع مواجه و با چالش جدی روبه‌رو گردیده است. از سوی دیگر، عدم آگاهی ساکنین آبخیزها از روش‌های علمی و کارآمد در مدیریت بهینه و بهره‌برداری مناسب از ریزش‌های جوی، از عوامل اصلی در کاهش تولید در باغات دیم محسوب می‌شود. لذا کاهش روند سریع تخریب منابع و فراهم نمودن زمینه‌های مناسب در جهت افزایش تولیدات کشاورزی و افزایش درآمد روستاییان، مستلزم ارائه الگوهای علمی کارآمد، ساده و مبتنی بر فرهنگ آبخیزنشینان می‌باشد. از جمله روش‌های مؤثر در این زمینه می‌توان به استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر برای جمع‌آوری آب باران اشاره کرد که نقش مهمی در جمع‌آوری آب باران به‌منظور تأمین رطوبت مورد نیاز درختان مثمر در اراضی شیب‌دار ایفا نموده و در کنار حفظ آب و خاک باعث افزایش عملکرد باغات دیم در اراضی شیب‌دار می‌شود.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در حال حاضر در منطقه اجرای پروژه، به دلیل عدم دسترسی باغات دیم به آب مورد نیاز خود در ماه‌های کم‌بارش، درختان این باغات ضعیف شده و با کاهش عملکرد روبه‌رو می‌گردند و از توجیه اقتصادی برخوردار نیستند. این در حالی است که منطقه با دارا بودن بیش از ۳۰۰ میلی‌متر بارش سالیانه و اراضی کوهپایه‌ای فراوان با خاک مناسب، شرایط لازم برای افزایش سطح زیر کشت باغات دیم و افزایش عملکرد این گونه باغ‌ها را تحت شرایط به‌کارگیری سامانه جمع‌آوری نزولات، کاملاً دارا می‌باشد. یکی از مشکلاتی که در عدم استقرار باغات دیم و کاهش عملکرد این گونه باغات نقش بسزایی دارد، پراکنش زمانی نامناسب بارش‌ها می‌باشد؛ به‌طوری که در ماه‌های کم‌بارش، گیاه با تنش خشکی روبه‌رو شده و از میزان محصول آن کاسته می‌شود. این مشکل از طریق آبیاری تکمیلی درختان و یا به عبارت دیگر، تعبیه سامانه ذخیره آب باران در ماه‌های پرباران و توزیع آب به پای گیاه در ماه‌های خشک و گرم قابل حل می‌باشد. بنابراین لازم است در کشت دیم درختان مثمر تحت شرایط استفاده از سامانه جمع‌آوری آب باران، شرایط لازم برای انجام چند نوبت آبیاری تکمیلی مهیا گردد. این سیستم شامل یک سطح آبگیر متمرکز، مخزن جمع‌آوری رواناب و لوله‌هایی جهت توزیع رواناب در پای نهال‌ها خواهد بود. جمع‌آوری آب باران از سطوح مختلف و هدایت آب‌های جمع‌آوری‌شده (استحصال‌شده) به مخازن جهت بهره‌برداری در مواقع مورد نیاز، از جمله روش‌های بسیار قدیمی بوده‌اند که هنوز نیز برخی ملل جهان از آن‌ها استفاده می‌کنند (Zhu., 2017). برخی از دانشمندان اذعان کرده‌اند که با توجه به الگوهای نامشخص آب‌وهوایی در شرایط آینده، سامانه‌های جمع‌آوری آب باران روشی مطمئن برای امنیت آب محسوب شده و اثربخشی این سامانه‌ها در مدیریت خشکسالی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به اثبات رسیده است (Christian Amos et al., 2018 ؛ Mosayo et al., 2018).

امروزه در زمینه روش‌های استحصال آب باران تحقیقات گسترده‌ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سطوح عایق و نیمه‌عایق انجام گرفته و یا در حال انجام است که تفاوت آن‌ها در نوع بهره‌برداری رواناب استحصال‌شده می‌باشد (شعاعی و همکاران، ۱۳۸۲).

در تحقیقات انجام‌شده در سه استان گلستان، کرمانشاه و خراسان در خصوص بررسی تأثیر شکل سامانه‌ها روی افزایش مقدار آب ذخیره‌شده در پروفیل خاک، نتایج حاکی از کارایی نسبتاً محسوس سامانه لوزی‌شکل در مقایسه با سطوح مسطح و هلالی‌شکل بوده است. این در حالی است که سامانه مسطح ضمن سهولت اجرا، از هزینه اجرایی کمتری نیز برخوردار می‌باشد (انگشتری، ۱۳۸۲). در تحقیقات یادشده علاوه بر شکل سامانه، تأثیر پوشش سطحی نظیر بستر طبیعی زمین و پوشش‌های عایق (نایلون) نیز مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصله بیانگر تأثیر به‌کارگیری سطوح عایق، خصوصاً در بارش‌های با مقدار کم می‌باشد. این موضوع در طرح بهینه‌سازی سامانه‌های سطوح آبگیر استان گلستان تأثیر بسیار مهمی در استقرار نهال‌های زیتون داشته است (شاهینی، ۱۳۸۲). سایر تحقیقات در این زمینه، تیمار عایق را یک گزینه مناسب به‌منظور تولید رواناب برای کشت درختان معرفی نموده است (نیک‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین قادری (۱۳۸۵) در ایستگاه تحقیقاتی سارال با استفاده از تیمار سطح عایق و طبیعی، رفتار سامانه‌ها را مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق بیانگر تأثیر قابل توجه سطح عایق در تأمین آب مورد نیاز گونه‌های مثمر گیاهی بوده است.

در ارتباط با احداث سامانه آبگیر متمرکز و مخزن ذخیره آب به‌منظور کشت درختان مثمر، پروژه‌ای با همکاری ایکاردا با هدف توسعه باغات در اراضی شیب‌دار در استان لرستان، منطقه الشتر در حوزه آبخیز هنام به اجرا درآمد. در این پروژه، یک سامانه آبگیر متمرکز و مخزن ذخیره رواناب به گنجایش ۱۰۰ مترمکعب احداث گردید. در پایین‌دست مخزن نیز ۲ هکتار باغ بادام ایجاد شد و به کمک روان‌آب جمع‌آوری‌شده در مخزن، آبیاری تکمیلی درختان در طی ماه‌های خشک انجام گردید. نتایج نشان داده است که درختان کشت‌شده در این پروژه از رشد و نمو و عملکرد مناسبی برخوردار بوده و این روش برای احداث باغات در اراضی شیب‌دار قابل توصیه می‌باشد (روغنی، ۱۳۹۸).

یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۷) در سطح ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب تسوج در استان آذربایجان شرقی با متوسط بارش سالانه ۲۵۰ میلی‌متر، مبادرت به احداث سامانه استحصال نزولات جوی به مساحت ۸۰۰ مترمربع با پوشش ژئوممبران نمودند. آن‌ها همچنین یک مخزن ذخیره آب با حجم ۲۲۰ مترمکعب در پایین‌دست سطح عایق ساختند. پروژه مذکور به‌صورت پایلوت و با اهداف آموزشی-ترویجی جهت تأمین آب مورد نیاز سالانه ۱۰۰ اصله درخت پسته به اجرا درآمد. نتایج این پروژه نشان داده است که با احتساب ضریب رواناب ۸/.، استحصال آب به میزان ۱۶۰ مترمکعب در سال قابل انتظار است که کفاف آب مورد نیاز درختان پسته کاشته‌شده را می‌دهد. این محققین در

نهایت نتیجه‌گیری کردند که از سامانه استحصال نزولات جوی می‌توان به‌عنوان یک تکنیک ضروری برای تأمین بخشی از آب مورد نیاز درختان مثمر استفاده نمود.

کمبود آب منجر به کاهش رشد و اندازه درختان، کاهش در اندازه برگ‌ها و تحریک ریزش زودهنگام آن‌ها در مقایسه با شاهد می‌شود. تحقیقات نشان داده است که با افزایش فواصل آبیاری در دانهال‌های حاصل از توده‌های بذری بادام، سطح برگ، طول شاخه، وزن خشک ساقه و ریشه کاهش پیدا می‌کند (زمانی و همکاران، ۲۰۰۲). کاهش در رشد قطری ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی نیز تحت تأثیر تنش خشکی در بادام گزارش شده است (تورسیلاس و همکاران، ۱۹۹۶). بررسی‌ها نشان داده است که تنش خشکی، شاخص‌های رشد از قبیل سطح برگ و وزن تر و خشک کلیه اندام‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار داده، به‌گونه‌ای که همسو با افزایش شدت تنش، کاهش در میزان نسبی شاخص‌ها دیده شده است (زکایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Rouhi et al., 2007). هدف این پروژه، ارزیابی خصوصیات رویشی برخی از ترکیب‌های پیوندی بادام دیم در شرایط آبیاری تکمیلی با استفاده از سامانه جمع‌آوری آب باران و انتخاب مناسب‌ترین رقم و پایه بادام برای کشت دیم در شرایط به‌کارگیری سامانه جمع‌آوری آب باران بود تا از این طریق به توسعه باغات در اراضی شیب‌دار و اقتصادی نمودن این باغات همت گمارد.

مواد و روش‌ها

شرایط اکولوژیکی منطقه اجرای پروژه

این پروژه در ایستگاه تحقیقات بادام، وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. موقعیت جغرافیایی محل اجرای پروژه در مختصات ۳۲ درجه، ۳۳ دقیقه و ۱۱ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه، ۵۳ دقیقه و ۴۳ ثانیه طول شرقی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا در محل اجرای پروژه ۲۱۶۰ متر و کاربری اراضی ایستگاه باغ می‌باشد. اقلیم منطقه نیمه‌خشک، میانگین سالیانه بارندگی آن ۳۳۵ میلی‌متر (بر اساس آمار اداره کل هواشناسی استان) و میانگین بلندمدت دمای سالانه آن برابر ۱۳/۳ درجه سانتی‌گراد است. بارش در منطقه از اواسط آبان لغایت نیمه اردیبهشت‌ماه صورت می‌پذیرد. متوسط شیب دامنه در محل اجرای پروژه ۱۵ درصد و جهت جغرافیایی آن جنوبی است.

روش اجرا و اندازه‌گیری صفات

برای انجام این کار پس از انتخاب محل موردنظر و انجام آزمایشات خاک‌شناسی، به احداث سطح آبگیر عایق، مخزن ذخیره رواناب و گودبرداری چاله‌ها پرداخته شد. همچنین تعداد پنج رقم بادام تجاری موجود در منطقه بر روی سه پایه رویشی در سه تکرار به همراه تیمار شاهد (کشت ارقام و پایه‌های موردنظر طبق عرف منطقه) مورد کشت قرار گرفت. آبیاری تکمیلی نهال‌ها با استفاده از نزولات جمع‌آوری‌شده در مخزن در ماه‌های خشک (خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر) انجام شد (شکل ۱).

در این پروژه پنج رقم بادام تجاری شامل مامایی، ربیع، فرانسیس، فرادوئل و شکوفه بر روی سه پایه شامل پایه‌های رویشی گارنم (GN15)، GF677و پایه بذری بادام تلخ انتخاب و در قالب بلوک‌های دوبار خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. با استفاده از رواناب ذخیره‌شده در مخزن، آبیاری تکمیلی نهال‌ها برای هر نهال، در طی ماه‌های خشک (خرداد تا مهر) انجام شد. اندازه‌گیری شاخص‌های گیاهی شامل ارتفاع درخت، قطر پایه (پنج سانتی‌متر زیر محل پیوند)، قطر پیوندک (پنج سانتی‌متر بالای محل پیوند)، قطر تاج، ارتفاع تاج، سطح تاج‌پوشش، رشد شاخه یک‌ساله و زنده‌مانی درختان در ترکیب پیوندی اندازه‌گیری شد. تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار *SAS*و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن ا در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد انجام شده است.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف آبیاری (با آبیاری تکمیلی و بدون آبیاری تکمیلی)، ارقام مختلف بادام (ربیع، مامایی، فرانسیس، فرادوئل و شکوفه) و همچنین سال‌های مورد بررسی، از لحاظ شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده تفاوت کاملاً

معنی‌دار وجود دارد. همچنین پایه‌های مختلف بادام(GF ، GNو بذری (نیز از لحاظ شاخص‌های فوق‌الذکر، به‌غیر از سطح تاج‌پوشش، در سطح یک درصد دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

نتایج اولیه و قابل مشاهده پروژه حاکی از آن است که درختان بادام تیمار شاهد (درختان فاقد آبیاری تکمیلی) بسیار ضعیف شده و بیشتر تحت تأثیر آفات و بیماری‌ها قرار گرفته و تاکنون تعدادی از آن‌ها خشکیده‌اند. ارقام و پایه‌های بادام که تحت شرایط آبیاری تکمیلی با استفاده از سطوح آبگیر باران قرار گرفته‌اند، از رشد و نمو بیشتری برخوردار هستند. این امر نقش مؤثر سطوح آبگیر باران را از طریق جمع‌آوری باران در ماه‌های پربارش و استفاده از آب جمع‌آوری‌شده برای تأمین آب مورد نیاز گیاه در ماه‌های خشک نشان می‌دهد.

نتایج نشان داد که در بین ارقام مورد بررسی، رقم مامایی نسبت به بقیه ارقام، از رشد و نمو بهتری برخوردار بوده و در بیشتر شاخص‌های رویشی، میانگین بالاتری را نشان داد (جدول ۱). زنده‌مانی در این رقم به نزدیک ۹۰ درصد می‌رسد. در بین پایه‌های مورد بررسی، پایه GF از زنده‌مانی کمتری برخوردار بوده است (جدول ۲). همچنین پایه مذکور، شاخص‌های رویشی ضعیف‌تری را نسبت به دو پایه دیگر نشان داد.



الف ب ج

شکل ۱- سامانه آبگیر عایق (الف)، مخزن ذخیره رواناب عایق‌بندی شده(ب) و آبیاری تکمیلی نهال (ج).

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص‌های رویشی اندازه‌گیری شده در شرایط مختلف آبیاری.

تیمار آبیاری	قطر پایه (میلیمتر)	قطرپیوندک (میلیمتر)	ارتفاع درخت (سانتیمتر)	ارتفاع تاج (سانتیمتر)	قطر تاج (سانتیمتر)	سطح تاج پوشش (سانتیمتر مربع)
با آبیاری تکمیلی	۲۶/۰۷^{a}	۲۲/۹۰^{a}	۱۱۴/۶۹^{a}	۷۰/۴۹^{a}	۷۵/۲۴^{a}	۶۴۴۰/۹۴^{a}
بدون آبیاری تکمیلی	۲۰/۵۶^{b}	۱۷/۶۶^{b}	۹۷/۵۱^{b}	۵۴/۷۳^{b}	۵۹/۴۴^{b}	۴۱۶۴/۸۲^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص های رویشی اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف بادام.

رقم	قطر پایه (میلیمتر)	قطر پیوندک (میلیمتر)	ارتفاع درخت (سانتیمتر)	ارتفاع تاج (سانتیمتر)	قطر تاج (سانتیمتر)	سطح تاج پوشش (سانتیمتر مربع)
ربیع	۲۱/۸۴^{b}	۱۹/۳۱^{b}	۱۰۲/۰۴^{b}	۵۹/۲۸^{b}	۶۳/۴۳^{c}	۴۳۸۳/۱۹^{bc}
مامایی	۲۶/۷۵^{a}	۲۳/۵۵^{a}	۱۱۷/۵۰^{a}	۶۹/۷۳^{a}	۸۰/۱۱^{a}	۶۷۵۵/۱۵^{a}
فرانیس	۲۵/۰۳^{a}	۲۱/۴۶^{a}	۱۱۸/۰۷^{a}	۷۱/۱۸^{a}	۷۲/۹۰^{ab}	۶۵۶۰/۸۱^{ab}
فرادوئل	۲۴/۹۳^{a}	۲۱/۶۳^{a}	۱۱۲/۶۸^{a}	۶۴/۰۸^{ab}	۶۵/۷۸^{bc}	۴۳۶۵/۳۱^{c}
شکوفه	۱۸/۰۳^{c}	۱۵/۴۴^{c}	۸۰/۲۴^{c}	۴۸/۷۸^{c}	۵۴/۴۹^{d}	۳۹۴۹/۹۶^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص های رویشی اندازه‌گیری شده در پایه‌های مختلف بادام.

پایه	قطر پایه	قطر پیوندک	ارتفاع درخت	ارتفاع تاج	قطر تاج	سطح تاج پوشش

	(میلیمتر)	(میلیمتر)	(سانتیمتر)	(سانتیمتر)	(سانتیمتر)	(سانتیمتر مربع)
GN	۲۵/۱۰^{a}	۲۲/۱۱^{a}	۱۰۸/۵۵^{b}	۶۲/۵۷^{ab}	۷۰/۶۶^{a}	۵۳۹۳/۲۰^{ab}
GF	۲۰/۷۰^{b}	۱۸/۲۵^{c}	۹۳/۷۱^{c}	۵۷/۳۸^{b}	۶۰/۹۴^{b}	۴۵۰۴/۰۰^{b}
بذری	۲۴/۱۵^{a}	۲۰/۴۸^{b}	۱۱۶/۰۶^{a}	۶۷/۸۷^{a}	۷۰/۴۲^{a}	۶۰۱۱/۴۵^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

در ارتباط با احداث سامانه آبگیر متمرکز و مخزن ذخیره آب به‌منظور کشت درختان مثمر، پروژه‌ای با همکاری ایکاردا با هدف توسعه باغات در اراضی شیب‌دار در استان لرستان، منطقه الشتر، در حوزه آبخیز هنام به اجرا درآمد. در این پروژه، یک سامانه آبگیر متمرکز و مخزن ذخیره رواناب به ظرفیت ۱۰۰ مترمکعب احداث گردید. در پایین‌دست مخزن نیز ۲ هکتار باغ بادام ایجاد شد و به کمک رواناب جمع‌آوری‌شده در مخزن، آبیاری تکمیلی درختان در طی ماه‌های خشک انجام گردید. نتایج نشان داده است که درختان کشت‌شده در این پروژه از رشد و نمو و عملکرد مناسبی برخوردار بوده و این روش برای احداث باغات در اراضی شیب‌دار قابل توصیه می‌باشد (روغنی، ۱۳۹۸).

یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۷) در سطح ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب تسوج در استان آذربایجان شرقی، با متوسط بارش سالانه ۲۵۰ میلی‌متر، مبادرت به احداث سامانه استحصال نزولات جوی به مساحت ۸۰۰ مترمربع با پوشش ژئوممبران نمودند. آن‌ها همچنین یک مخزن ذخیره آب با حجم ۲۲۰ مترمکعب در پایین‌دست سطح عایق ساختند. پروژه مذکور به‌صورت پایلوت و با اهداف آموزشی–ترویجی جهت تأمین آب موردنیاز سالانه ۱۰۰ اصله درخت پسته به اجرا درآمد. نتایج این پروژه نشان داده است که با احتساب ضریب رواناب ۰/۸، استحصال آب به میزان ۱۶۰ مترمکعب در سال قابل انتظار است که کفاف آب موردنیاز درختان پسته کاشته‌شده را می‌دهد. این محققین در نهایت نتیجه‌گیری کردند که از سامانه استحصال نزولات جوی می‌توان به‌عنوان یک تکنیک ضروری برای تأمین بخشی از آب موردنیاز درختان مثمر استفاده نمود.

منابع

روغنی، م. ۱۳۸۶. دستورالعمل احداث سامانه‌های سطوح آبگیر باران به‌منظور استقرار و توسعه درختان مثمر. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۶۱ صفحه.

زکایی خسروشاهی، م.ر.، اثنی عشری، م.، ارشادی، ا. و ایمانی، ع. ۱۳۹۲. پاسخ‌های فیزیولوژیکی پنج گونه بادام به تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول. فناوری تولیدات گیاهی، ۱۳(۲): ۷۳–۸۸.

شعاعی، ض.، قدوسی، ج.، تلوری، ع.، مهدیان، م.ح. و غفوری، ع. ۱۳۸۲. سیستم‌های سطوح آبگیر باران به‌منظور توسعه پایدار منابع زیست‌محیطی. شورای پژوهش‌های علمی کشور، ۷۱۲ صفحه.

نیک‌نژاد، د.، روغنی، م.، ناصری، ا.، یاراحمدی، ج.، مهرورز، ک. و صادق‌زاده، م.ا. ۱۳۹۴. بررسی عملکرد سامانه‌های مختلف سطوح آبگیر باران در تولید رواناب در منطقه نیمه‌خشک عون‌ابن علی (آذربایجان شرقی). نشریه علمی–پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، ۷(۲): ۲۲۳–۲۲۸.

یاراحمدی، ج.، رفیعی، م. و کوشایان، ر. ۱۳۹۷. تأمین آب آبیاری درختان پسته با استفاده از استحصال نزولات جوی. مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۴۳۹–۴۴۷.

Christian Amos, C., Rahman, A. and Mwangi Gathenya, J. 2018. Economic analysis of rainwater harvesting systems comparing developing and developed countries: A case study of Australia and Kenya. Journal of Cleaner Production, 172: 196–207.

Lalljee, B. and Facknath, S. 1999. Water harvesting and alternate sources of water for agriculture. PROSI Magazine, September 1999, N. 368, Agriculture.

Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R. and Van Damme, P. 2007. Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. Environmental and Experimental Botany, 59: 117–129.

Torrecillas, A., Alarcon, J.J., Domingo, R., Planesa, J. and Sanchez-Blanco, M.J. 1996. Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. Plant Science, 118: 135–143.

Waller, D.H. 1982. Rainwater as a water supply source in Bermuda. In: Rainwater Cistern Systems.

Zamani, Z., Taheri, A., Vezvaei, A. and Poustini, K. 2002. Proline content and stomata resistance of almond seedlings affected by irrigation intervals. Acta Horticulturae, 591: 411–416.

Zhu, Q. 2017. Rainwater harvesting for agriculture and water supply. Beijing: Springer, 20 p. ISBN 978-981-287-964-6.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of the Vegetative Characteristics of Some Almond Grafted Combinations under Rainfed Conditions with Supplementary Irrigation Using a Rainwater Harvesting System

Mohamad Nekooeimehr[1], Sayed Asghar Mousavi[*2]and Sayed Naeim Emami[1]
1. Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran
2. Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran
[*]*Corresponding Author: asgharmousavi@gmail.com*

Abstract

In order to select the most suitable almond cultivar and rootstock for rainfed orchard cultivation on sloping lands under the conditions of using the harvesting system, that study was conducted based on a randomized complete block design with three replications with a slope range of 15 to 20 percent at Almond Research Station in Chaharmahal and Bakhtiari province. To do this, five commercial almond cultivars including Mamaei, Rabie, Shahroud 12 (Fragnces), Shahroud 7 (Feraduell) and Shekoofe were cultivated on three important rootstocks including vegetative rootstocks GN15 (Garnam), GF677 and seedling almonds under the conditions of with supplementary irrigation and without supplementary irrigation. Supplementary irrigation of seedlings in dry months carried out using precipitation stored in the reservoir and based on the minimum water requirement of seedlings. Establishment and growth indices including rootstock diameter, scion diameter, tree height, crown height, crown diameter and canopy cover investigated in different almond grafting combinations under rainfed conditions. The results of growth indices showed that there was a completely significant difference between different irrigation treatments (with and without supplementary irrigation) and different almond cultivars (Rabie, Mamaei, Fragnes, Feraduell and Shekoofe) in terms of growth indices. Different almond rootstocks also had significant differences at the one percent level in terms of the above-mentioned indices. The results showed that almond trees had more growth under supplementary irrigation conditions. Based on the results, the GF rootstock had less survival. Grafted seedlings on this rootstock showed weaker growth indices than the other two rootstocks. Among the cultivars studied, the Mamaei cultivar had better growth and development than the other cultivars and showed higher averages in most plant indices. The survival rate of this cultivar was close to 90%.

Keywords: Almond, cultivar, rootstock, rainwater harvesting, supplementary irrigation, vegetative growth.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کاربرد پلی آمین ها بر کاهش آسیب تنش دمای بالا در توت‌فرنگی

زهرا بهرامیان[۱]، بهرام بانی‌نسب[۱] و مهدیه غلامی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *mah.gholami@iut.ac.ir*

چکیده

تنش دمای بالا با تاثیر بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه، یکی از عوامل مهم محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان است. توت فرنگی (*Fragaria ananassa*) یکی از ریز میوه‌های مهم مناطق معتدله و بسیار حساس به دمای بالاست. ترکیبات پلی‌آمینی به عنوان تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، نقش‌های مهمی در فرآیندهای گیاهی در شرایط تنش‌های محیطی برعهده دارند. بنابراین آزمایشی در شرایط گلخانه برای بررسی کارایی کاربرد اسپرمیدین و پوترسین بر کاهش اثرات مخرب تنش دمای بالا در توت توت‌فرنگی رقم پاروس انجام شد. تیمارها در این آزمایش شامل دو سطح دمایی ۳۰ و ۴۰ درجه سلسیوس و سه غلظت اسپرمیدین و پوترسین ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار بود که به صورت آزمایش فاکوریل، در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار و هر تکرار شامل دو گیاه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد با افزایش دما، میزان نشت یونی و محتوی پرولین افزایش و محتوی رطوبت نسبی برگ توت فرنگی کاهش یافت. کاربرد اسپرمیدین و پوترسین، میزان نشت یونی برگ و محتوی پرولین را به طور معنی داری کاهش و محتوای رطوبت نسبی برگ را در مقایسه با شاهد افزایش داد؛ همچنین اسپرمیدین و پوترسین کلروفیل نسبی برگ، شاخص فلورسانس کلروفیل و شاخص فتوسنتز را نسبت به گیاهان شاهد افزایش داد و مانع کاهش محتوی پروتئین کل شد. افزایش دما تا ۴۰ درجه سلسیوس سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی از جمله کاتالاز، آسکوربات پروکسیداز، گایاکول پروکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در برگ توت فرنگی و کاربرد پلی‌آمین‌ها باعث تشدید فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی شد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت کاربرد اسپرمیدین و پوترسین می‌تواند به عنوان یک ترکیب موثر در افزایش تحمل گیاهان و کاهش اثرات سوء ناشی از تنش دمای بالا کاربرد عملی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، پوترسین، تنش اکسیداتیو، محلول‌پاشی.

مقدمه

دما در جهان به صورت تدریجی در حال افزایش است و پیش بینی می‌شود سطح میانگین دمای هوا در قرن آینده ۱/۵ تا ۴/۵ درجه سلسیوس افزایش یابد. پاسخ گیاهان به تنش دمای بالا بر اساس میزان حساسیت مرحله رشد ممکن است متفاوت باشد. در مرحله رشد رویشی گیاهان، تنش شدید دمای بالا می‌تواند باعث تاخیر در رشد، کلروز، نکروز، آفتاب سوختگی، پیری و حتی از بین رفتن کامل گیاه شود. در سطح سلولی تنش دمای بالا ممکن است باعث آسیب به غشا سلول، تغییر در ساختار پروتئین‌ها، غیر فعال شدن آنزیم‌ها در میتوکندری و کلروپلاست‌ها، اختلال در سنتز پروتئین و کربوهیدرات، تخریب پروتئین‌ها، سنتز پروتئین‌های جدید و جلوگیری از متابولیسم کربن شود. یکی از نتایج مهم تنش دمای بالا تولید گونه‌های فعال اکسیژن است که می‌تواند به وسیله آسیب به رنگدانه‌ها، نوکلئیک اسیدها، پروتئین‌ها و غشاها باعث تشدید آسیب سلولی گردد (Nayyar et al, 2013). آسیب به غشای سلولی در شرایط تنش دمای بالا ممکن است به علت تاثیر مستقیم تنش دمایی بر از بین رفتن ساختار سلولی غشاها یا در اثر تاثیر غیر مستقیم دما بر تحریک تولید گونه‌های فعال اکسیژن باشد (Mittler et al., 2012). همراه با افزایش دما، کاهش حلالیت کربن دی اکسید در آب باعث افزایش الکترون‌ها برای تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن، شکسته شدن تعادل بین تولید و حذف گونه‌های فعال اکسیژن و القا بیش‌تر تنش اکسیداتیو می‌شود (Farooq et al. 2011).

پلی‌آمین‌ها ترکیبات پلی کاتیونیک آلی با وزن مولکولی پایین هستند که تقریباً در همهٔ موجودات زنده یافت می شوند و در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رشد و نمو و واکنش به تنش های محیطی نقش ایفا می کنند. پلی‌آمین‌های موجود در گیاهان

شامل پوتریسین (دی آمین)، اسپرمیدین (تری آمین) و اسپرمین (تتراآمین) هستند که به دلیل طبیعت کاتیونی خود با ماکرومولکول های آنیونی همانند DNA، RNA، فسفولیپیدها و پروتئین های خاص واکنش می دهند. پلی پلی‌آمین‌ها آمین های مختلف تعداد بارهای مثبت متفاوت دارند و با افزایش تعداد بار مثبت میل اتصالی آنها به مولکول های آنیونی افزایش می یابد (Gil-Amado et al., 2012). تحقیقات نشان داده است کاربرد خارجی پلی‌آمین سبب افزایش سطح پلی آمین درونی و کاهش آسیب‌های ناشی از تنش شده که این نشان می دهد که پلی‌آمین‌ها به عنوان آنتی اکسیدان در این راستا نقش مستقیم و غیر مستقیم دارند (Gill and Tuteja 2010). هدف از این پژوهش مطالعه اثر دمای بالا بر رشد گیاه توت فرنگی و بررسی کارایی کاربرد پلی‌آمین‌ها بر افزایش تحمل به تنش دمای بالا در این گیاه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت گلدانی در گلخانه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. نشاهای توت فرنگی رقم پاروس تهیه و به گلدان‌های پلاستیکی با دهاته ۱۰ سانتی متر انتقال یافتند. پس از استقرار گیاهان و در مرحله ۳ تا۴ برگی، دو ترکیب پلی آمینی اسپرمیدین و یا پوترسین در غلظت‌های صفر، نیم و یک میلی‌مولار در دو مرحله محلول‌پاشی شدند. ۲۴ ساعت پس از دومین محلول پاشی نیمی از گیاهان به دمای ۳۰ درجه سلسیوس و نیمی دیگر به دمای ۴۰ درجه سلسیوس منتقل و برای ۴۸ ساعت تحت تیمارهای دمایی فوق قرار گرفتند. پس از آن گیاهان به گلخانه تحت شرایط دمایی ۲۵ درجه سلسیوس منتقل و برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در ۴ تکرار و در هر تکرار دو گیاه اجرا شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SASS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

در این مقاله به دلیل محدودیت صفحات تنها نتایج تجزیه واریانس ارائه می‌شود. براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای هورمونی پوترسین و اسپرمیدین بر خسارت ظاهری، محتوای نسبی آب، نشت یونی و پرولین معنی دار بود. برهمکنش دما و پلی‌آمین‌ها بر هیچ یک از این صفات اثر معنی‌دار نداشت و برای اثر دما بر صفات محتوای نسبی آب، نشت یونی و پرولین در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش دمایی به دنبال پیش‌تیمار با پلی‌آمین‌ها.

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	خسارت ظاهری	رطوبت نسبی	نشت یونی	پرولین
دما	۱	۰/۲۴^{ns}	۵۶۴/۰۰**	۱۶۸۱/۹۴**	۰/۴۰۸**
پلی‌آمین	۴	۰/۱۰**	۶۲۵/۵۴**	۱۹۲/۸۲**	۰/۵۲۲**
دما$^{\times}$ پلی‌آمین	۴	۱/۱۰^{ns}	۲/۲۰^{ns}	۴/۷۰^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۹	۶/۸۸	۱۰/۰۸	۰/۰۲۷

n.s: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** : اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

اثر تیمارهای هورمونی پوترسین و اسپرمیدین و تیمار دمایی بر صفات کلروفیل نسبی، فلورسانس کلروفیل، فتوسنتز و پروتئین کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی بر همکنش دو تیمار اثر معنی‌داری بر این صفات نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش دمایی به دنبال پیش‌تیمار با پلی‌آمین‌ها.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل نسبی	فلورسانس کلروفیل	فتوسنتز	پروتئین کل
دما	۱	۵۵/۳۸**	۰/۱۸**	۱۰۴/۰۳**	۰/۳۶۲**
پلی‌آمین	۴	۵۱/۵۸**	۰/۰۵**	۹۵/۴۴**	۱/۱۵۲**
دما$^{\times}$ پلی‌آمین	۴	۰/۴۲^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۹۸^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}
خطا	۲۴	۲/۵۷	۰/۰۰۴	۴/۹۹	۰/۰۰۹

**و n.s به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪ و معنی‌دار نبودن منابع تغییرات می‌باشد.

اثر تیمار پلی‌آمین و تیمار دمایی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی بر همکنش دو تیمار اثر معنی‌داری بر این صفات نداشت (جدول ۳). کاربرد اسپرمیدین و پوترسین در گیاهان توت فرنگی تحت شرایط تنش دمای بالا منجر به بهبود وضعیت رشدی گیاهان شد. کاربرد این ترکیبات سبب کاهش معنی‌دار شاخص خسارت ظاهری، کاهش نشت یونی برگ و افزایش درصد رطوبت نسبی برگ در مقایسه با گیاهان شاهد شد. میزان پرولین نیز به عنوان شاخصی از وضعیت تنش گیاه، در شرایط تنش با کاربرد اسپرمیدین و پوترسین افزایش نشان داد. شاخص‌های کلروفیل، فلورسانس کلروفیل و فتوسنتز نشاتگر بهبود وضعیت گیاه به دنبال کاربرد اسپرمیدین و پوترسین در گیاهان توت فرنگی تحت شرایط تنش دمای بالا بود، به گونه‌ای که افزایش معنی‌داری را نشان دادند. کاربرد اسپرمیدین و پوترسین در گیاهان توت فرنگی تحت شرایط تنش دمای بالا باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در شرایط تنش دمای بالا شد؛ بنابراین کاربرد این ترکیبات در راستای کاهش اثرات سوء تنش دمای بالا و بهبود رشد دانهال‌های توت فرنگی رقم پاروس مؤثر و سودمند ارزیابی می‌شود. تحقیقات متعدد ثابت کرده است که کاربرد خارجی پلی آمین ها در شرایط تنش اکسیداتیو با کاهش تولید اتیلن، افزایش فتوسنتز و کاهش گونه‌های فعال اکسیژن تأثیرگذار است (Puente-Moreno et al., 2025).

جدول ۳– تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش دمایی به دنبال پیش‌تیمار با پلی‌آمین‌ها.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کاتالاز	آسکوربات پروکسیداز	گایاکول پروکسیداز	سوپر اکسید دیسموتاز
دما	۱	۴۵۲۲/۶۴**	۶۰۵/۳۶**	۰/۹۳۹**	۲۶۴۴/۲۰**
پلی‌آمین	۴	۱۴۵۵/۶۸**	۶۰۲/۶۱**	۱/۲۰۸**	۲۴۲۴/۸۳**
دما$^{\times}$ پلی‌آمین	۴	۳۵/۰۴^{ns}	۱۰/۸۳^{ns}	۰/۰۲۶^{ns}	۴۹/۲۴^{ns}
خطا	۲۴	۴۰/۷۸	۷/۱۲	۰/۰۹۱	۳۰/۴۱

منابع

Farooq, M., Bramley, H., Palta, J. A, Siddique, K. H. M. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. Critical Review in Plant Science. 30(6): 491–507.

Gil-Amado, J. A. and Gomez-Jimenez, M. C. 2012. Regulation of polyamine metabolism and biosynthetic gene expression during olive mature-fruit abscission. Planta. 235(6): 1221–1237.

Gill, S. and Tuteja, N. 2010. Polyamines and abiotic stress tolerance in plants. Plant Signals and Behavior. 5: 26–33.

Mittler, R., Finka, A. and Goloubinoff, P. 2012. How do plants feel the heat? Trends in Biochemisty Science. 37(3): 118–125.

Nayyar, H., Kaur, R., Kaur, S. and Singh, R. 2013. γ -Aminobutyric Acid (GABA) Imparts partial protection from heat stress injury to rice seedlings by improving leaf turgor and upregulating osmoprotectants and antioxidants. Journal of Plant Growth Regulation. 32(2): 408–419.

Puente-Moreno, J., Garrido-Auñón, F., García-Pastor, M.E., Valero, D. and Serrano, M. 2025. The Renaissance of Polyamines: New Roles in Crop Yield and Quality Properties in Freshly Fruit. Agronomy. 15(1): 201.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of polyamine application on reducing high-temperature stress damage in strawberries

Zahra Bahramian[1] and Bahram Baninasab Mahdiyeh Gholami[1*]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran
Corresponding Author: mah.gholami@iut.ac.ir

Abstract

High-temperature stress, by affecting various physiological and biochemical aspects of plants, is a significant limiting factor in agricultural production worldwide. Strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) is an important small fruit of temperate regions and is very sensitive to high temperatures. Polyamines, as plant growth regulators, play important roles in plant processes under environmental stress conditions. Therefore, a greenhouse experiment was conducted to investigate the efficacy of spermidine and putrescine application in reducing the detrimental effects of high-temperature stress in strawberry cultivar 'Paros'. The treatments in this experiment included two temperature levels (30 and 40 °C) and three concentrations of spermidine and putrescine (0, 0.5, and 1 mM), which were arranged in a factorial experiment based on a completely randomized design with four replications, and each replication included two plants. The results showed that increasing temperature increased ion leakage and proline content, while decreasing the relative water content of strawberry leaves. Application of spermidine and putrescine significantly reduced leaf ion leakage and proline content and increased the relative water content of leaves compared to the control. Spermidine and putrescine also increased relative chlorophyll content, chlorophyll fluorescence index, and photosynthetic index compared to control plants and prevented the reduction of total protein content. Although increased temperature slightly increased the activity of antioxidant enzymes, including catalase, ascorbate peroxidase, guaiacol peroxidase, and superoxide dismutase, in strawberry leaves, polyamine application significantly increased the activity of antioxidant enzymes. Therefore, it can be concluded that the application of spermidine and putrescine can be used as an effective compound in increasing plant tolerance and reducing the adverse effects of high-temperature stress.

Keywords: Oxidative stress, Putrescine, Spermidine, Spraying.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

واکنش‌های فیزیولوژیک پیچ تلگرافی (*Vinca minor* L.) به پرتو دهی تابش‌های مختلف فرابنفش

علیرضا شایگان‌فر[1*]، حسن مومیوند[2] و مرجان میرزایی[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
*نویسنده مسئول: *shayganfar.a.r@gmail.com*

چکیده

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تاثیر تابش‌های مختلف فرابنفش (A، B و AB همزمان) به صورت منقطع و پیوسته بر خصوصیات فیزیولوژیکی پیچ تلگرافی انجام شد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که میزان فنل، کاروتنوئید، کلروفیل کل و کلروفیل b در تیمار پرتو فرابنفش B منقطع افزایش یافته است و نسبت به شاهد اختلاف معنی داری داشتند. همچنین پرولین، کلروفیل a و وزن خشک ریشه در تیمار فرابنفش B پیوسته بیشترین مقدار داشتند که پرولین و کلروفیل a نسبت به شاهد معنی دار بود. تنش AB منقطع باعث افزایش مالون‌دی‌آلدهید، قند، گایاکول پروکسیداز شد. در حالی که کاتالاز، وزن تر ریشه در تابش پرتو فرابنفش A منقطع افزایش و گایاکول پروکسیداز در این تیمار کاهش یافت که معنی دار نبود.

واژه‌های کلیدی: آلکالوئید، پرتو فرابنفش، پیچ تلگرافی.

مقدمه

حساسیت گیاهان به پرتو فرابنفش بسته به گونه گیاهی، رقم، مراحل رشد و نمو، شرایط رشد و میزان نور فرابنفش متفاوت است. افزایش فرابنفش B تغییرات فیزیولوژیک، آناتومیک، مورفولوژیک و بیوشیمیایی در گیاهان ایجاد می‌کند (Searles Flint and Caldwell, 2001). بیشتر گیاهان وقتی تحت تأثیر پرتو UV قرار می‌گیرند، در ساختمان تشریحی برگشان تغییراتی ایجاد می‌شود که این تغییرات شامل کاهش سطح برگ و افزایش ضخامت آن است. همچنین ساختارهایی مانند اپیدرم که معمولاً به‌وسیله‌ی کرک پوشیده شده است و حاوی ترکیبات جاذب UV است، نقش حفاظتی در برابر اشعه‌ی UV دارند. در گیاهان سازوکارهای دفاعی، شامل سازوکارهای آنزیمی و غیر آنزیمی تکامل یافته است که آن‌ها را در مقابل این پرتو حفاظت می‌کند (Hollósy, 2002). در حفاظت غیر آنزیمی سنتز ترکیباتی چون فنل‌های محلول (مانند فلاونوییدها، آنتوسیانین‌ها و مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید)، فنل‌های غیر محلول (مانند لیگنین)، کاروتنوییدها و آلکالوییدها افزایش می‌یابد (Bijami, Rezanejad and Sasan, 2011).

پیچ تلگرافی (*Vinca minor*) گیاهی پایا، علفی و خزنده از خانواده خرزهره (Apocynaceae) است که بومی اروپا می‌باشد. گیاهی چندساله و همیشه سبز که روی زمین گسترده شده و ارتفاع آن تا ۶۰ سانتی متر می‌رسد. این گیاه سایه پسند است که تا مدتها به عنوان گیاه پوششی و زینتی کشت می‌شد تا اینکه از اواخر سال ۱۹۵۰ به عنوان یک گیاه مهم دارویی وارد صنایع داروسازی گردید. ماده مؤثرهٔ پیکر رویشی گیاه از نوع آلکالوییدی (۰/۴ تا ۱ ٪) است که مقدار آن در مرحله گلدهی به حداکثر می‌رسد تاکنون بیش از ۳۰ نوع آلکالوییدی در آن شناسایی شده‌است مهمترین آنها «وینکامین»، «ایزووینکامین» و «وینسین» هستند. آلکالوییدهای پیچ تلگرافی در صنایع داروسازی کاشت آن مورد توجه قرار گرفت و زمین‌های زراعی وسیعی در کشورهای رومانی، سوئیس، سوئد، بلغارستان و مجارستان برای کشت این گیاه اختصاص یافت (امیدبیگی، ۱۳۸۶).

گیاهان دارای آلکالوئیدهای ایندولی از نظر ویژگی‌های دارویی و درمانی بسیار ارزشمند هستند و محبوبیت بالایی پیدا کرده اند. در کل ۱۰۰ ترکیب ایندولی ارزشمند شناسایی و بررسی شده اند. برخی از ترکیبات آلکالوئید ایندولی شناسایی شده در مطالعات پیش بالینی و بالینی بسیار موثر بوده اند. فعالیت درمانی ایندول-آلکالوئیدها بخاطر هسته ایندولی موجود در ساختار این آلکالوئیدها می باشد. آلکالوئیدهای ایندول اغلب با فعالیت‌های بیولوژیکی قوی خود مشخص می‌شوند که مربوط به حوزه پزشکی است، از جمله ضد سرطان، ضد باکتری، ضد ویروسی، ضد مالاریا، ضد قارچ، ضد التهاب، ضد افسردگی، ضد درد، کاهش دهنده فشار خون، آنتی کولین استراز، ضد پلاکت، ضد اسهال،

اسپاسمولیتیک، ضد لیشمانی، کاهش دهنده چربی، فعالیت های ضد قارچی و ضد دیابتی. آلکالوئیدهای پریوش یا پیچ تلگرافی (مانند وینبلاستین و وینکرسین) دارای اثرات ضد توموری و آنتی میکروتوبول است. پیچ تلگرافی دارای آلکالوئیدهای ایندول از نوع eburnamine از جمله وینکامین است که اثرات تعدیلی بر گردش خون مغز و هموستاز عصبی و همچنین قدرت ضد هیپوکسیک و محافظت عصبی دارد (Vas and Gulyas, 2005)

مواد و روش‌ها

در این آزمایش سرشاخه‌های جوان گیاه پریوش کشت شده که پیش‌تر در گلدان‌هایی با ترکیب خاکی یکسان پرورش یافته بود، جدا شدند و برای کشت درون شیشه ای مورد استفاده قرار گرفتند تا ریشه دار شوند. بعد از گذشت دو ماه قرار دادن گیاهان در اتاقک رشد، سرشاخه‌های گیاه پیچ تلگرافی در محیط کشت MS ریشه دار شد. گیاهان ریشه دار شده را برای گسترش بیشتر ریشه به بطری‌های حاوی محلول هوگلند انتقال دادیم. بعد از گذشت یک هفته و استقرار گیاه در محیط کشت جدید تیمار پرتو فرابنفش را به آن اعمال کردیم.

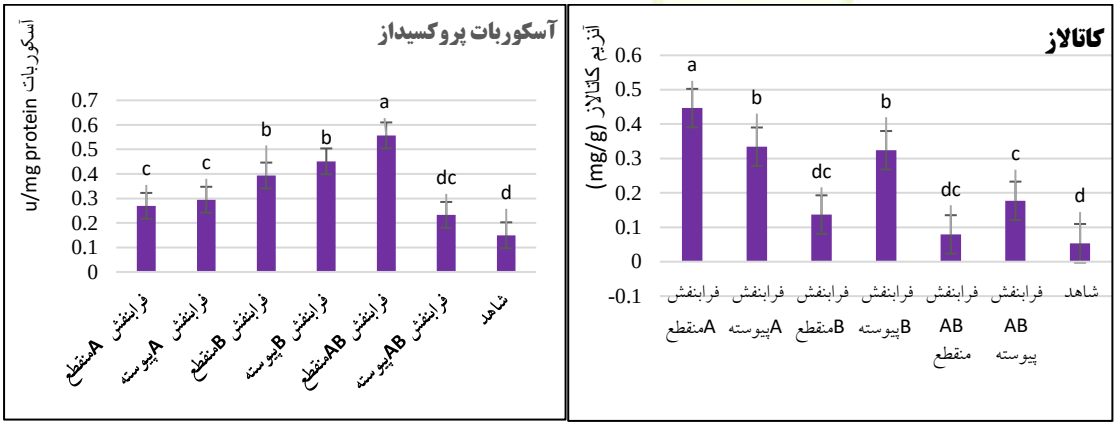
این طرح به شکل کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. به عبارتی در هر اتاقک رشد هر بطری به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. اتاقک‌های رشد که به صورت کابینتی با ابعاد ۱۲۰*۷۰*۴۰ در محیط گلخانه دانشگاه قرار داشتند، به عنوان یک تیمار در نظر گرفته شد. در هرکدام از این اتاقک‌ها چهار لامپ مهتابی فلورسنت و یک لامپ مهتابی فرابنفش به فراخور هر نصب شد. تیمارها شامل: شاهد (بدون لامپ فرابنفش)، فرابنفش A (سه دوره ۱۵ دقیقه‌ای با فاصله یک ربع از هم)، فرابنفش A (۴۵ دقیقه پیوسته)، فرابنفش B (سه دوره ۱۵ دقیقه‌ای با فاصله یک ربع از هم)، فرابنفش B (۴۵ دقیقه پیوسته)، فرابنفش AB (سه دوره ۱۵ دقیقه ای با فاصله یک ربع از هم)، فرابنفش AB (۴۵ دقیقه پیوسته).

چرخه روشنایی لامپ‌های فلورسنت ۸ ساعت تاریکی- ۱۶ ساعت روشنایی بود و لامپ‌های فرابنفش هر تیمار در میانه دوره ۱۶ ساعت روشنایی توسط تایمر الکتریکی روشن می شدند. لامپ‌های فرابنفش ساخت شرکت Q-Lab آمریکا بودند. لازم به ذکر است که لامپ‌های ۴۰ واتی مورد استفاده در این مطالعه باند پهن بوده و بیشترین تطبیق را با فرابنفشB (در لامپ‌های فرابنفشB) و فرابنفشA (در لامپ‌های فرابنفشA) دریافتی از نور خورشید در سطح زمین داشتند، بنابراین بهترین شبیه‌سازی ممکن را فراهم می‌کردند.

پس از ۹ روز از اعمال تیمارها نمونه برداری انجام شد و صفات فیزیولوژی مانند آنزیم‌های آنتی اکسیدان، مالون دی‌آلدیید، فنل کل، کلروفیل a و b، کلروفیل کل، کاروتنویید، وزن تر و خشک ریشه اندازه گیری شدند.

نتایج و بحث

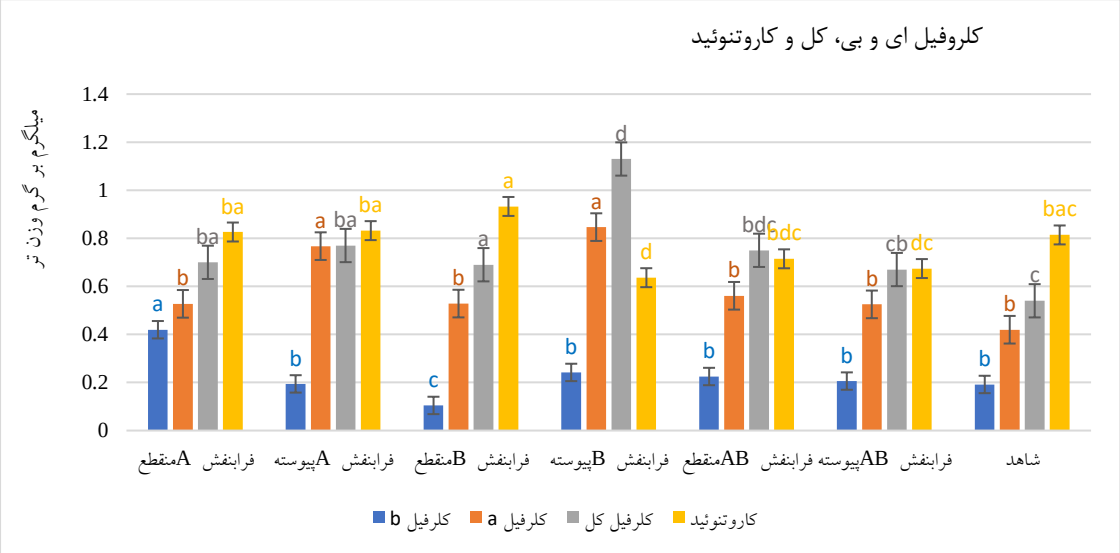
نتایج تجزیه واریانس تاثیر تابش پرتو فرابنفش بر آنزیم های آنتی اکسیدان در گیاه پیچ تلگرافی نشان داد که پرتو فرابنفش بر آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز در سطح یک درصد معنی دار شد، ولی اثر معنی‌داری بر آنزیم گایاکول پروکسیداز نداشت. نتایج مقایسه میانگین اثر پرتو فرابنفش بر آنزیم کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز در شکل شماره ۱ آورده شده است.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر پرتو فرابنفش بر آنزیم کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز.

سلول‌های گیاهی برای حفاظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو مجهز به سیستم جاروب کننده رادیکال‌های آزاد هستند. این سیستم‌ها شامل آنزیم‌های آنتی اکسیدان نظیر کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و سیستم‌های غیر آنزیمی شامل آسکوربیک اسید، کاروتنوییدها، فلاونوییدها و آنتوسیانین‌ها است(Booij-James et al., 2000). این آنزیم‌ها گیاهان را در برابر تنش اکسایشی با تبدیل رادیکال‌های سوپر اکسید به پراکسید هیدروژن و تجزیه H_2O_2 به آب و اکسیژن محافظت می‌کنند. همسو نتایج مطالعه‌ی حاضر، در سه گونه آویشن دنایی، قره‌باغی و باغی نیز مقدار مالون‌دی‌آلدهید، نشت الکترولیتی و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون ردوکتاز، آسکوربات پروکسیداز در تیمار فرابنفشB افزایش نشان داد (شایگان‌فر و همکاران، ۱۳۹۶).

نتایج تجزیه واریانس رنگریزه‌های فتوسنتزی نشان داد که پرتو فرابنفش بر کلروفیلa ، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در سطح ۱ درصد اثر معنی داری داشت. نتایج مقایسه میانگین اثر پرتو فرابنفش بر کلروفیل a و b و کلروفیل کل و کاروتنوئید نشان داد که بیشترین کلروفیل a در تیمار پرتو فرابنفش B پیوسته (۰.۸۴) و کمترین آن در شاهد (۰.۴۱) مشاهده شد.



نتایج به دست آمده از یک مطالعه روی گیاه پنیرباد نشان داد که کاروتنوییدها تحت پرتو فرابنفش B افزایش می‌یابند. در تطابق با نتایج مطالعه حاضر، مافی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که تابش اشعه فرابنفشA باعث افزایش کلروفیل b شد.

مقایسه میانگین اثر پرتو فرابنفش بر میزان قند نشان داد که بیشترین میزان قند در تیمار فرابنفش AB پیوسته (۳۴.۶۳۷) و کمترین آن مربوط به تیمار B منقطع (۲۴.۵۵۷) بود. که تیمارهای AB پیوسته و شاهد اختلاف معنی دار داشتند ولی تیمار B منقطع با شاهد اختلاف معنی دار نداشت. در تحقیقات متعدد بیان گردیده که اشعه ماورابنفش A قسمت کم خطر پرتو فرابنفش است و می‌تواند سبب انواع واکنش‌های رشدی شود. نتایج تجزیه واریانس پرتو فرابنفش بر گیاه پیچ تلگرافی نشان داد که پرتو فرابنفش بر مالون‌دی‌آلدهید، فنل کل و پرولین تاثیر معنی داری در سطح ۱ درصد گذاشت. مقایسه میانگین در مطالعه حاضر بیشترین میزان فنول در B منقطع (۲۸.۴۹۳) و کمترین آن در A پیوسته (۱۸.۳۲) را نشان داد، که B منقطع با دیگر تیمارها و شاهد اختلاف معنی دار نداشت و A پیوسته با شاهد اختلاف معنی‌دار داشت. نتایج مقایسه میانگین پرولین نشان داد که تیمار فرابنفش A پیوسته (۱.۵۹۶) باعث افزایش پرولین در گیاه پیچ تلگرافی و B پیوسته (۱.۱۳۱) باعث کاهش پرولین شد. تیمار A پیوسته و B پیوسته اختلاف معنی دار با شاهد (۱.۴۲) نداشتند. نتایج مقایسه میانگین در مالون‌دی‌آلدهید نشان داد که بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدهید در شاهد (۴۱۵.۵) مشاهده شد و کمترین میزان آن در تیمار فرابنفش A منقطع (۲۳۱.۸) بود و که دیگر تیمارها با شاهد اختلاف معنی داری داشتند. نتایج حاصل از آزمایش شایگان‌فر و همکاران (۱۳۹۶) در سه گونه آویشن نیز نشان داد که میزان کل ترکیبات فنلی تحت تیمار پرتو فرابنفش B افزایش یافت و علاوه بر این سایر ترکیبات محافظتی تحت تأثیر تیمار

پرتو فرابنفش B افزایش یافتند. نتایج رستگار و همکاران (۱۳۹۹) نیز روی سه گونه گل گندم نشان داد که میزان فنل کل در نتیجه تابش اشعه فرابنفش B افزایش یافت.

منابع

امیدبیگی، ر.ا. ۱۳۸۶. تولید و فراوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

رستگار، م.، مومیوند، ح.، شایگان‌فر، ع. و رضایی‌نژاد، ع. ۱۴۰۰. تأثیر پرتو فرابنفش بر رشد، مورفولوژی و فنولوژی سه رقم گل گندم (*Centaurea cyanus*).

Bijami, A., Rezanejad, F. and Sasan, H.A. 2011. The effects of post-harvest UV-B radiation on some antioxidant compounds, PAL activity and total protein contents of ripe red tomato (*Lycopersicon esculentum*). Iranian Journal of Plant Biology, 2: 29–38.

Booij-James, I.S., Dube, S.K., Jansen, M.A., Edelman, M. and Mattoo, A.K. 2000. Ultraviolet-B radiation impacts light-mediated turnover of the photosystem II reaction center heterodimer in *Arabidopsis* mutants altered in phenolic metabolism. Plant Physiology, 124: 1275–1284.

Hollósy, F. 2002. Effects of ultraviolet radiation on plant cells. Micron, 33: 179–197.

Searles, P.S., Flint, S.D. and Caldwell, M.M. 2001. A meta-analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. Oecologia, 127: 1–10.

Shayganfar, A., Azizi, M. and Rasouli, M. 2018. Various strategies elicited and modulated by elevated UV-B radiation and protectant compounds in *Thymus* species: Differences in response over treatments, acclimation and interaction. Industrial Crops and Products, 113: 298–307.

Vas, A. and Gulyas, B. 2005. Eburnamine derivatives and the brain. Medicinal Research Reviews, 25: 737–757.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Physiological responses of periwinkle (*Vinca minor* L.) under different UV radiations

Alireza Shayganfar[1*], Hasan Mumivand[2] and Marjan Mirzaii[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[*]Corresponding Author: Shayganfar.a.r@gmail.com

Abstract

The present study was conducted to evaluate the effect of different UV radiations (A and B) in intermittent and continuous mode on the physiological characteristics of *Vinca minor* L. The results of the present study showed that the amount of phenol, carotenoid, total chlorophyll and chlorophyll b increased in the intermittent UV-B treatment and had a significant difference compared to the control. Also, proline, chlorophyll a and root dry weight were the highest in the continuous UV-B treatment, and proline and chlorophyll a were significant compared to the control. Intermittent UV-A and B stress increased malondialdehyde, sugar, guaiacol peroxidase while catalase and root fresh weight increased under intermittent UV-A radiation and guaiacol peroxidase decreased in this treatment.

Keywords: Alkaloid, UV radiation**,** *Vinca minor*.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی آرژینین بر پارامترهای بیوشیمیایی دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش سرما

حسین سجادیان[1*]
۱- گروه علوم کشاورزی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *hssajadian@pnu.ac.ir*

چکیده

مقاله حاضر با هدف بررسی اثر اسیدآمینه آرژینین در افزایش تحمل به سرمای دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند از طریق بررسی برخی پارامترهای بیوشیمیایی انجام شد. این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طراحی گردید. محلول‌پاشی اسیدآمینه آرژینین با غلظت‌های ۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار پس از شروع رشد رویشی دانهال‌ها در گلخانه انجام شد. ۷۲ ساعت پس از محلول‌پاشی، گلدان‌ها جهت اعمال تنش سرما به انکوباتور منتقل شدند. تنش سرمایی به مدت دو ساعت در دمای ۲- و ۴- درجه سانتی‌گراد به دانهال‌ها اعمال گردید. نتایج نشان داد که اسیدآمینه آرژینین به‌طور معنی‌داری باعث کاهش محتوی مالون دی‌آلدهید در برگ‌های دانهال‌های پسته گردید. کمترین میزان مالون دی‌آلدهید در غلظت ۲۵۰ میکرومولار آرژینین در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. همچنین استفاده از تیمارهای مختلف آرژینین موجب کاهش میزان پراکسید هیدروژن نسبت به شاهد گردید. کمترین میزان کاهش پراکسید هیدروژن در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار آرژینین مشاهده شد. اثر تیمار آرژینین بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در غلظت ۱۵۰ میکرومولار آرژینین مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از آرژینین به‌طور معنی‌داری موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و کاهش میزان مالون دی‌آلدهید و پراکسید هیدروژن در دانهال‌ها شد. این تغییرات موجب افزایش تحمل به سرما در دانهال‌های پسته گردید و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار پیشگیرانه برای محافظت از سرما استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آرژینین، پسته، کاتالاز، مالون دی‌آلدهید.

مقدمه

تنش‌های محیطی همواره از عوامل اصلی کاهش تولید محصولات کشاورزی و موانع دستیابی به پتانسیل عملکرد محصولات مختلف بوده‌اند. یکی از عوامل محیطی که گسترش و پراکنش موجودات زنده را فراهم می‌کند، دما است. دمای پایین به‌عنوان یک محدودیت در تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (خداویردیوند کشتیبان و همکاران، ۱۳۹۹). تنش سرما به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی سبب کاهش عملکرد گیاهان و حتی مرگ آن‌ها می‌شود. پسته از محصولات باغی باارزش کشور است که در برخی سال‌ها دچار خسارت سرمازدگی بهاره می‌گردد (سهرابی و همکاران، ۱۳۸۸). امروزه استفاده از مواد شیمیایی از روش‌های رایج جهت حفاظت در برابر سرما می‌باشد. با توجه به نقش ویژه آمینواسیدها در پاسخ گیاه به شرایط تنش‌زا و نقش‌های فیزیولوژیکی منحصر به فرد، آرژینین در مقایسه با آمینواسیدهای دیگر در افزایش مقاومت به تنش‌ها، به‌خصوص سرما مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پژوهش به‌منظور مطالعه اثر اسیدآمینه آرژینین در افزایش تحمل به سرمای دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند از طریق بررسی برخی پارامترهای بیوشیمیایی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، اثر محلول‌پاشی اسیدآمینه آرژینین بر دانهال‌های یک‌ساله پسته رقم بادامی ریز زرند تحت تنش سرمایی بررسی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار (گلدان) اجرا گردید. دانهال‌ها در گلدان‌های حاوی مخلوط خاک پیت و پرلیت (۱:۱) کشت شدند و ۲۵ روز پس از شروع رشد رویشی در گلخانه، با محلول‌های آرژینین در غلظت‌های ۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار محلول‌پاشی شدند. ۷۲ ساعت پس از محلول‌پاشی، گلدان‌ها جهت اعمال تنش سرمایی به انکوباتور منتقل شدند. دمای

انکوباتور در عرض ۵ ساعت از دمای محیط به صفر درجه سانتی‌گراد رسید و سپس تیمارهای سرمایی ۲- و ۴- درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت اعمال گردید. پس از اعمال تیمارهای سرمایی، برگ‌های دانهال‌ها جهت اندازه‌گیری میزان مالون دی‌آلدهید (MDA)، پراکسید هیدروژن (H2O2) و فعالیت آنزیم کاتالاز جمع‌آوری و در نیتروژن مایع فریز شدند. میزان MDA به روش Heath and Packer (1968)، میزان H2O2 به روش Alexieva et al., (2001) و فعالیت آنزیم کاتالاز به روش Dhindsa et al., (1981) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت. اثرات متقابل با نرم‌افزار MSTAT-C مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

میزان مالون دی‌آلدهید

در پژوهش حاضر، اثر تیمار آرژینین بر میزان مالون‌دی‌آلدهید (MDA) در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. همچنین، اثر متقابل تیمار آرژینین و دما بر میزان MDA در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. در دمای ۲- و ۴- درجه سانتی‌گراد، تفاوت‌های معنی‌داری در میزان MDA مشاهده شد. نتایج نشان داد که اسیدآمینه آرژینین در کاهش محتوی MDA برگ دانهال‌های پسته مؤثر بوده است. کمترین میزان MDA در غلظت ۲۵۰ میکرومولار آرژینین در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد ثبت گردید که نشان‌دهنده کاهش آسیب به دانهال‌ها در شرایط تنش سرما به‌واسطه کاربرد این تیمارها بود. مالون‌دی‌آلدهید به‌عنوان یک نشانگر برای تشخیص میزان آسیب اکسیداتیو به لیپیدها به‌کار می‌رود. تنش سرما در برگ دانهال‌های تیمار شاهد منجر به تولید بیش از اندازه رادیکال‌های آزاد یا گونه‌های فعال اکسیژن شده که به نوبه خود باعث پراکسیداسیون لیپیدها و در نتیجه افزایش MDA گردیده است (Perveen et al., 2013). میزان بالای MDA در دانهال‌های شاهد نشانگر خسارت شدید به غشای سلولی در این دانهال‌ها بود. در مطالعه‌ای، بیان شد که اسیدآمینه آرژینین به‌طور معنی‌داری باعث کاهش مقدار MDA در نهال‌های کشت بافتی پسته تحت تنش سرما گردیده است (Nasibi et al., 2013). در تحقیق حاضر، کاهش میزان MDA در کاربرد تیمارهای مختلف، کاهش آسیب به برگ دانهال‌ها را نشان داد.

میزان پراکسیدهیدروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار آرژینین بر میزان پراکسید هیدروژن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در این مطالعه، استفاده از غلظت‌های مختلف آرژینین باعث کاهش میزان پراکسید هیدروژن نسبت به گروه شاهد شد. کمترین میزان کاهش در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار آرژینین مشاهده گردید. به‌ویژه، تیمار ۲۵۰ میکرومولار آرژینین میزان پراکسید هیدروژن را تقریباً سه برابر بیشتر از گروه شاهد کاهش داد (جدول ۲). تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که تنش سرمایی باعث افزایش سطح پراکسید هیدروژن در گیاهان تحت تنش می‌شود و سطح بالای پراکسید هیدروژن در سلول‌های گیاهی می‌تواند منجر به بروز تنش اکسیداتیو گردد. رادیکال‌های آزاد، مانند پراکسید هیدروژن، با پروتئین‌ها واکنش داده و ساختار آن‌ها را تخریب می‌کنند (Gill and Tuteja, 2010). همچنین، تحقیقاتی که توسط Nasibi et al., (2013) انجام شد، نشان داد که در نهال‌های پسته تحت تنش سرمایی (۶- درجه سانتی‌گراد)، میزان پراکسید هیدروژن به طور معنی‌داری افزایش یافته است. در دانهال‌های تیمار شده با آرژینین، کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن نشان‌دهنده این است که آرژینین با تولید پرولین، که به عنوان اسمولیت عمل می‌کند، به کاهش سطح پراکسید هیدروژن کمک کرده است (Szabados and Savoure, 2009). به نظر می‌رسد که نقش آرژینین در این مطالعه، جلوگیری از تولید یا تخریب رادیکال‌های آزاد و در نتیجه حفاظت از پروتئین‌ها و یا افزایش سنتز آن‌ها باشد.

جدول ۱- اثر متقابل غلظت‌های مختلف آرژینین و دما بر میزان مالون دی‌آلدهید (umol/g FW) دانهال‌های پسته.

دما / تیمار	-۴	-۲	۰
	۵/۸ a	۴/۲ b	۰

۷۵	۳/۳۱ cd	۴/۱۹ b
۱۵۰	۳/۰۳ de	۳/۷۴ bc
۲۵۰	۲/۷۳ e	۳/۴ cd

a,b,c حروف متفاوت در یک ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲– اثر غلظت‌های مختلف اسیدآمینه آرژینین بر برخی پارامترها بیوشیمیایی در دانهال‌های پسته.

پارامتر / تیمار	میزان پراکسید هیدروژن (umol/g FW)	میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (U/mg Protein/min)
۰	۱۵۴/۱ a	۰/۱۳ c
۷۵	۵۶/۰۷ b	۰/۱۹ b
۱۵۰	۴۰/۷۳ c	۰/۲۷ a
۲۵۰	۳۶/۲۳ c	۰/۲۳ b

a,b,c حروف متفاوت در یک ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

میزان فعالیت آنزیم‌کاتالاز

بر اساس تجزیه واریانس انجام‌شده، اثر تیمار با اسیدآمینه آرژینین بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. نتایج نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۵۰ میکرومولار آرژینین مشاهده شد (جدول ۲). کاتالاز اولین آنزیم آنتی‌اکسیدانی است که کشف و شناسایی شده است. این آنزیم با تجزیه پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن، نقش مهمی در محافظت از سلول‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو ایفا می‌کند (Mhamdi et al., 2010). مطالعه‌ای بر روی گیاهچه‌های پسته تحت تنش سرما (دمای ۶– درجه سانتی‌گراد) نشان داد که تیمار با آرژینین باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Nasibi et al., 2013). به‌طور کلی، گیاهان می‌توانند با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، آثار سوء گونه‌های واکنشگر اکسیژن را کاهش دهند (Sai-Kachout et al., 2013). نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده نقش مثبت آرژینین در افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در دانهال‌های تحت تنش سرما است.

منابع

خداویردیوند کشتیبان، ر.، سلطانلو، ح.، رمضانپور، س. و شریعتی، و. ۱۳۹۹. ارزیابی پاسخ بیوشیمیایی و مکانیسم دفاعی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گندم زراعی به تنش شوری. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱۲(۳۶): ۹۰–۱۰۰.

سهرابی، ن.، حکم‌آبادی، ح. و تاج‌آبادی‌پور، ع. ۱۳۸۸. فیزیولوژی سرمازدگی در درختان پسته. نشریه ترویجی، انتشارات مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۳۵ صفحه.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov, E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. Plant, Cell and Environment, 24(12): 1337–1344.

Dhindsa, R.S., Dhindsa, P. and Thorpe, A.T. 1981. Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany, 32: 93–101.

Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 909–930.

Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125: 189–198.

Mhamdi, A., Queval, G., Chaouch, S., Vanderauwera, S., Van Breusegem, F. and Noctor, G. 2010. Catalase function in plants: A focus on *Arabidopsis* mutants as stress-mimic models. Journal of Experimental Botany, 61(15): 4197–4220.

Nasibi, F., Barand, A., Kalantari, K.M. and Rezanejad, F. 2013. The effect of arginine pretreatment on germination, growth and physiological parameters in the increase of low temperature tolerance in *Pistacia vera* L. in vitro culture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(17): 1918–1925.

Perveen, S., Anis, M. and Aref, I.M. 2013. Lipid peroxidation, H_2O_2 content, and antioxidants during acclimatization of *Abrus precatorius* to ex vitro conditions. Biologia Plantarum, 57(3): 417–424.

Sai-Kachout, S., Hamza, K.J., Bouraoui, N.K., Leclerc, J.C. and Ouerghi, Z. 2013. Salt-induced changes in antioxidative enzyme activities in shoot tissues of two *Atriplex* varieties. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 41(1): 115–121.

Szabados, L. and Savoure, A. 2009. Proline: A multifunctional amino acid. Trends in Plant Science, 15(2): 89–97.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Foliar Application of Arginine on Biochemical Parameters of 'Badami Rize Zarand' Pistachio Seedlings under Cold Stress Conditions

Hossein sajadian[1*]
1. Department of Agricultural Sciences, Payam Noor University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: hssajadian@yahoo.com*

Abstract

The article investigates the impact of the amino acid arginine (Arg) on enhancing cold tolerance in seedlings of the 'Badamī Rīz Zarand' pistachio cultivar by examining certain biochemical parameters. The study was designed as a factorial experiment within a completely randomized block design with three replications. Foliar application of arginine at concentrations of 0, 75, 150, and 250 µM was conducted after the onset of vegetative growth in a greenhouse setting. Seventy-two hours post-application, the seedlings were subjected to cold stress in an incubator at temperatures of −2°C and −4°C for a duration of two hours. The results demonstrated that Arg significantly reduced MDA content in the leaves of pistachio seedlings. The lowest MDA levels were observed at a concentration of 250 µM Arg under −2°C conditions. Additionally, the application of various Arg treatments led to a decrease in hydrogen peroxide (H2O2) levels compared to the control group. The most substantial reduction in H2O2was noted at 150 and 250 µM concentrations. The effect of Arg treatment on catalase enzyme (CAT) activity was significant at the 1% level, with the highest catalase activity recorded at 150 µM Arg. These findings indicate that Arg application significantly enhances CAT activity and reduces MDA and H2O2levels in seedlings. Such biochemical changes contribute to increased cold tolerance in pistachio seedlings and suggest that Arg could serve as a preventive tool for frost protection.

Keywords: Arginine, CAT, MDA, Pistachio.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر متیل‌جاسمونات بر نشت یونی، پرولین و محتوای پروتئین برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند تحت تنش سرما

حسین سجادیان[1*]
۱- گروه علوم کشاورزی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *hssajadian@pnu.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر متیل‌جاسمونات در افزایش تحمل به سرمای دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند از طریق ارزیابی پارامترهایی چون نشت یونی، پرولین و محتوای پروتئین‌کل برگ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات در غلظت‌های ۰، ۷۵، ۱۲۵ و ۱۷۵ میکرومولار پس از آغاز دوره رشد رویشی دانهال‌ها در گلخانه صورت گرفت. ۷۲ ساعت پس از محلول‌پاشی، گلدان‌ها برای اعمال تنش سرما به انکوباتور منتقل شدند و تنش سرمایی با دماهای ۲- و ۴- درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت اعمال گردید. نتایج نشان داد که متیل‌جاسمونات به‌طور معنی‌داری موجب کاهش نشت یونی در برگ دانهال‌های پسته شد. بیشترین نشت یونی در تیمار شاهد و کمترین نشت یونی در غلظت ۱۲۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات مشاهده گردید. همچنین، نتایج نشان داد که استفاده از متیل‌جاسمونات سبب افزایش مقدار پرولین در دانهال‌های تحت تیمار نسبت به شاهد گردید، به‌طوری‌که بیشترین مقدار پرولین در غلظت‌های ۱۲۵ و ۱۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات به‌دست آمد. علاوه بر این، بیشترین میزان پروتئین‌کل برگ در غلظت ۱۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات مشاهده شد. به‌طور کلی، این پژوهش نشان داد که استفاده از متیل‌جاسمونات در دانهال‌های تحت تنش سرما به‌طور معنی‌داری میزان پرولین و محتوای پروتئین‌کل را افزایش و نشت یونی را کاهش داد. این تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از متیل‌جاسمونات می‌تواند به‌عنوان یک ابزار پیشگیرانه برای محافظت از پسته در برابر سرما استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، پسته، تنش سرما، متیل‌جاسمونات.

مقدمه

تنش‌های محیطی از عوامل اصلی محدودکننده رشد و تکامل گیاهان به شمار می‌آیند. یکی از انواع مهم این تنش‌ها، تنش سرما است که سالانه خسارات زیادی به محصولات کشاورزی وارد می‌سازد و به عنوان تهدیدی جدی برای پایداری تولیدات گیاهی شناخته می‌شود. در پی این تنش، تغییراتی در جنبه‌های مختلف گیاه، از جمله مورفولوژی، فیزیولوژی، بیوشیمی و مولکول‌ها به وقوع می‌پیوندد که این تغییرات به گیاه کمک می‌کند تا خود را با شرایط دشوار سازگار سازد (Wang et al., 2020). جاسمونات‌ها، به عنوان هورمون‌های طبیعی گیاهی، نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای رشد و واکنش‌های گیاه به تنش‌های محیطی دارند (Schaller et al., 2004). اسیدجاسمونیک و متیل‌جاسمونات جزو این گروه از ترکیبات هستند که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در پاسخ گیاه به شرایط نامساعد محیطی تأثیر می‌گذارند. متیل‌جاسمونات قادر است مقاومت گیاهان را در برابر آسیب‌های فیزیکی و شیمیایی افزایش دهد (Kosova et al., 2012). این ترکیبات در انتقال سیگنال‌ها و فعال‌سازی سیستم‌های دفاعی گیاه در برابر بسیاری از تنش‌های زیستی و غیرزیستی نقشی اساسی ایفا می‌کنند و به همین دلیل ممکن است در تقویت مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی، اهمیت ویژه‌ای داشته باشند (Wasternack and Hause, 2002). این تحقیق به بررسی اثر متیل‌جاسمونات بر افزایش تحمل سرما در دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند پرداخته است، با تمرکز بر پارامترهایی چون نشت یونی، میزان پرولین و محتوای پروتئین کل برگ.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تأثیر محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات روی دانهال‌های یکساله پسته رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش سرما، آزمایشی انجام شد که در آن پارامترهایی مانند نشت یونی، پرولین و محتوای پروتئین کل برگ اندازه‌گیری گردید. دانهال‌ها با اندازه‌های مشابه در

گلدان‌هایی شامل مخلوط خاک پیت و پرلیت به نسبت ۱:۱ کشت شدند. در ۲۵ روز پس از شروع رشد رویشی و در فروردین ماه، برگ‌های دانهال‌ها با محلول متیل‌جاسمونات در غلظت‌های ۰، ۷۵، ۱۲۵ و ۱۷۵ میکرومولار اسپری شدند. پس از گذشت ۷۲ ساعت از محلول‌پاشی، گیاهان جهت اعمال تنش سرما به انکوباتور منتقل شدند؛ دما طی ۵ ساعت از دمای محیط به صفر درجه سانتی‌گراد کاهش یافته و سپس تیمارهای سرمایی در دماهای ۲- و ۴-درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت اعمال شد. پس از پایان دوره تنش، نمونه‌برداری برگ‌ها انجام و برای اندازه‌گیری نشت یونی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین نمونه‌ها در نیتروژن مایع فریز شده و برای تعیین میزان پرولین و پروتئین کل در فریزر نگهداری شدند. اندازه‌گیری نشت یونی با روش Lutts et al., (1996)، پرولین با روش Bates (1973) و پروتئین کل با روش Bradford (1976) صورت گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (گلدان) اجرا گردید. داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند. مقایسه اثرات متقابل نیز با نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت.

نتایج و بحث

نشت یونی

در این مطالعه، محلول‌پاشی برگی متیل‌جاسمونات به طور معناداری میزان نشت یونی را به عنوان شاخص آسیب دیدگی غشا در پایه‌های پسته تحت تنش سرما کاهش داد، به‌طوری‌که بیشترین تأثیر در غلظت ۱۲۵ میکرومولار مشاهده شد (جدول ۱). افزایش نشت یونی در اثر سرما معمولاً ناشی از کاهش سیالیت فسفولیپیدهای غشایی، غیرفعال شدن آن‌ها یا کاهش فعالیت پمپ‌های یونی مرتبط با غشا است که منجر به اختلال در عملکرد آن می‌شود (Beck et al., 2004). نشت یونی به عنوان صفتی عمومی در گونه‌های حساس به سرما شناخته شده است (یوسفی، ۱۳۸۷). همچنین، بر اساس نتایج حکم‌آبادی و همکاران (۱۳۹۵)، میزان نشت یونی می‌تواند در غربالگری ارقام و پایه‌های پسته به کار گرفته شود. تحقیقات Afrousheh et al., (2018) در چهار پایه پسته شامل آتلانتیکا، بادامی زرند، سرخس و بنه تحت تنش سرما نشان داد که پایه آتلانتیکا با ۷۳ درصد نشت یونی حساس‌ترین و پایه بنه با ۶۱ درصد مقاوم‌ترین پایه است. علاوه بر این، متیل‌جاسمونات به عنوان یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، با جلوگیری از تخریب غشای سلولی برگ، موجب افزایش تحمل به سرما در پایه‌های رویشی بادامی ریز زرند شده است.

جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات بر برخی پارامترها در دانهال‌های پسته.

پارامتر / تیمار	نشت یونی (درصد)	پرولین (میکرومول در گرم وزن تازه برگ)	پروتئین کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)
۰	۵۰/۸۹ a	۰/۴۹ c	۰/۶۲ d
۷۵	۴۴/۷۷ b	۰/۶۴ b	۰/۶۳ c
۱۲۵	۴۱/۲۸ b	۰/۷۳ a	۰/۶۴ b
۱۷۵	۴۴/۴۳ b	۰/۷۴ a	۰/۶۵ a

a,b,c حروف متفاوت در یک ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

میزان پرولین

نتایج این مطالعه نشان داد که محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات موجب افزایش قابل توجه غلظت پرولین در پایه‌های رویشی بادامی ریز زرند در مقایسه با نمونه‌های شاهد شد. بیشترین مقدار پرولین در غلظت‌های ۱۲۵ و ۱۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات به دست آمد (جدول ۱). پرولین به عنوان یک اسیدآمینه خاص در شرایط تنش، نقش مهمی در تنظیم پتانسیل اسمزی دارد و به حفظ ساختار و انسجام سلولی، از جمله غشاها و پروتئین‌ها کمک می‌کند. همچنین این ترکیب با حذف رادیکال‌های آزاد و کاهش استرس اکسیداتیو، سلول‌ها را در برابر آسیب‌های ناشی از تنش محافظت می‌کند (Hayat et al., 2008). در مطالعه‌ای توسط Afshari et al., (2010) روی سه رقم پسته شامل عباسعلی، خنجری و شاه‌پسند، رقم عباسعلی با بیشترین میزان پرولین بیشترین مقاومت را در برابر سرما داشت، در حالی که رقم شاه‌پسند به دلیل میزان پایین پرولین حساس‌ترین رقم شناخته شد. به طور کلی، تنش سرما موجب افزایش غلظت پرولین در برگ‌های پایه‌های بادامی

ریز زرند محلول‌پاشی شده با متیل‌جاسمونات گردید که نشان‌دهنده نقش این هورمون در تنظیم مسیرهای سیگنال‌دهی مرتبط با تجمع پرولین تحت شرایط تنش در پسته است.

محتوای پروتئین کل

در این مطالعه، محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات منجر به افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین کل در برگ‌های پایه‌های پسته بادامی ریز زرند تحت تنش سرما شد. با افزایش غلظت متیل‌جاسمونات، میزان پروتئین کل به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و بالاترین مقدار در غلظت ۱۷۵ میکرومولار مشاهده گردید (جدول ۱). افزایش محتوای پروتئین‌ها یکی از ویژگی‌های مهم در سازگاری گیاهان به تنش سرما است و در کاهش آسیب‌های ناشی از سرما در بافت‌های گیاهی نقش دارد. مطالعات نشان داده‌اند که با کاهش دما، میزان پروتئین‌ها در گیاهان افزایش می‌یابد (Vítámvás and Prášil, 2008). همچنین، متیل‌جاسمونات ممکن است با تحریک تولید اسیدآمینه آرژینین موجب افزایش محتوای پروتئین کل شود (Chen et al., 2011). در پژوهشی دیگر، Salari Sorkhan و همکاران (2011) افزایش میزان پروتئین‌ها را در پایه‌های پسته مقاوم به سرما تحت تنش سرما گزارش کرده‌اند.

منابع

حکم‌آبادی، ح.، رضایی، ل.، محمدی مقدم، م.، مرتضوی، ع.، صرفی، ح.، قربانی، ع.، عوض‌آبادیان، ع.ا. و رضی‌آبادی، ح. ۱۳۹۵. بررسی مقاومت به سرما در سه رقم تجاری پسته دامغان و سه پایه عمده پسته‌کاری از طریق پارامترهای نشت یونی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ایستگاه تحقیقات پسته دامغان، ۷۲ صفحه.

یوسفی، م. ۱۳۸۷. اثر یخزدگی روی نشت الکترولیتی ۱۰ رقم بادام زراعی و یک گونه بادام وحشی در استان اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۵(۱۲): ۱–۹.

Afrousheh, M., Hokmabadi, H., Arab, H. and Tajabadipour, A. 2018. Evaluation of frost damage tolerance in some pistachio seedling rootstocks. Journal of Nuts, 9(1): 77–83.

Afshari, H., Hokmabadi, H., Ebadi, A. and Laee, G. 2010. Measurement of chemical and non-chemical parameters of three native pistachio cultivars of Damghan region (Iran) for studying spring frost. Asian Journal of Chemistry, 22(3): 23–56.

Bates, L.S. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205–207.

Beck, E.H., Heim, R. and Hansen, J. 2004. Plant resistance to cold stress: Mechanisms and environmental signals triggering frost hardening and dehardening. Journal of Biosciences, 29(4): 449–459.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1–2): 248–254.

Chen, Y., Pang, Q., Dai, S., Wang, Y., Chen, S. and Yan, X. 2011. Proteomic identification of differentially expressed proteins in *Arabidopsis* in response to methyl jasmonate. Journal of Plant Physiology, 16: 995–1008.

Hayat, S., Hasan, S.A., Fariduddin, Q. and Ahmad, A. 2008. Growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in response to salicylic acid under water stress. Journal of Plant Interactions, 3(4): 297–304.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany, 78(3): 389–398.

Salary Sorkhan, R., Enteshari, S., Hokmabadi, H. and Tajabadipour, A. 2011. Physiological evaluation of pistachio frost damage resistant rootstocks. International Journal of Nuts and Related Science, 2(4): 55–66.

Vítámvás, P. and Prášil, I.T. 2008. WCS120 protein family and frost tolerance during cold acclimation, deacclimation and reacclimation of winter wheat. Plant Physiology and Biochemistry, 46(11): 970–976.

Wang, H., Blakeslee, J.J., Jones, M.L., Chapin, L.J. and Dami, I.E. 2020. Exogenous abscisic acid enhances physiological, metabolic, and transcriptional cold acclimation responses in greenhouse-grown grapevines. Plant Science, 110437.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Methyl Jasmonate Foliar Application on Ionic Leakage, Proline Content, and Protein Content in 'Badami Rize Zarand' Pistachio Seedlings under Cold Stress

Hossein sajadian[1*]
Department of Agricultural Sciences, Payam Noor University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: hssajadian@yahoo.com*

Abstract

This study aimed to investigate the effect of methyl jasmonate (MeJA) on enhancing cold tolerance in seedlings of the Zarand round almond pistachio cultivar by evaluating parameters such as ionic leakage, proline content, and total protein content of leaves in a factorial design using a randomized complete block design with three replications. MeJA spraying at concentrations of 0, 75, 125, and 175 µM was applied after the onset of vegetative growth in the greenhouse. Seventy-two hours after spraying, the pots were placed in an incubator to apply the cold stress treatments. Cold stress at temperatures of -2°C and -4°C was applied for two hours. The results showed that MeJA significantly reduced ionic leakage in the pistachio seedling leaves. The highest ionic leakage occurred in the control treatment, and the lowest in the 125 µM MeJA treatment. The results also indicated that MeJA application increased proline content in the treated seedlings compared to the control, with the highest proline levels observed in the 125 and 175 µM concentrations. Furthermore, the highest total protein content in leaves was found in the 175 µM MeJA treatment. Overall, the study demonstrated that MeJA significantly increased proline and total protein content while reducing ionic leakage in pistachio seedlings under cold stress. These physiological changes induced by MeJA could serve as a preventive tool for protecting pistachio against cold stress.

Keywords: Cold stress, Methyl jasmonate (MeJA), Pistachio, Proline.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر نانوذره روی پروتئین و پراکسید هیدروژن کاهو (*Lactuca sativa L.*) تحت تنش کادمیوم

فاطمه امامی[۱*]، زهرا چهری[۱]، احسان امیری[۱] و ناصر کریمی[۱]
۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *amamyf26@gmail.com*

چکیده

مشکل آلودگی فلزات سنگین به‌طور فزاینده‌ای تشدید می‌شود، به محض جذب به سیستم‌های گیاهی، حتی غلظت‌های پایین این فلزات پتانسیل مختل کردن فرایندهای متابولیکی را دارند. آلودگی فلزات سنگین، از جمله کادمیوم(Cd) ، به‌عنوان یک معضل زیست‌محیطی، سلامت گیاهان و انسان را به‌طور جدی تهدید می‌کند. کادمیوم با اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه، رشد و عملکرد آن را کاهش می‌دهد. در این میان، استفاده از نانوذرات به‌عنوان یک رویکرد نوین، می‌تواند در کاهش اثرات سمی فلزات سنگین بر گیاهان مؤثر باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات نانوذره روی (ZnO) بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک گیاه کاهو (*Lactuca sativa* L.) تحت تنش کادمیوم که در آن بذرهای رشدیافته در پرلیت پس از رسیدن به مرحله چهاربرگی در محیط هوگلند، به مدت ۱۴ روز هر ۳ روز یک‌بار تحت اثر تیمارهای کادمیوم (۰، ۲۰، ۴۰ PPM) و نانوذره روی (۰، ۲۰، ۴۰ PPM) انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد نانوذره روی در غلظت (۰، ۲۰، ۴۰ PPM) می‌تواند تا حدودی اثرات مخرب کادمیوم را بر گیاه کاهو کاهش دهد. به‌طور مشخص، تیمار با نانوذره روی منجر به بهبود برخی پارامترها مانند محتوای پروتئین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با گیاهان تحت تنش کادمیوم بدون تیمار با نانوذره روی شد. این یافته‌ها حاکی از آن است که نانوذره روی می‌تواند به‌عنوان یک عامل تعدیل‌کننده، اثرات سمی کادمیوم را در گیاه کاهو کاهش داده و به بهبود تحمل گیاه به این فلز سنگین کمک کند.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای فیزیولوژیک، کادمیوم، کاهو، فلزات سنگین، نانوذرات روی.

مقدمه

آلودگی محیط زیست با فلزات سنگین، به‌ویژه کادمیوم(Cd) ، یکی از مهم‌ترین تهدیدهای معاصر برای سلامت اکوسیستم‌های زراعی و امنیت غذایی جهانی محسوب می‌شود(Khan et al., 2023). کادمیوم، فلزی غیرزیستی و بسیار سمی، به واسطه فعالیت‌های صنعتی، استفاده گسترده از کودهای فسفاته و تخلیه پساب‌های کشاورزی، به‌طور فزاینده‌ای در خاک و آب تجمع یافته و بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان تأثیرات مخربی برجای می‌گذارد (Zhao et al., 2022). این فلز سنگین موجب اختلال در فتوسنتز، جذب مواد مغذی و القای استرس اکسیداتیو شده و در نهایت منجر به کاهش رشد و عملکرد محصول می‌شود (Li et al., 2021).

کاهو (*Lactuca sativa* L.) به‌عنوان یکی از سبزی‌های، با ارزش غذایی بالا و نقش مهم در رژیم غذایی انسان، از حساسیت بالایی نسبت به آلودگی فلزات سنگین برخوردار است(Singh et al., 2022). وجود کادمیوم در خاک سبب کاهش توان فتوسنتزی و اختلال در تعادل آب و مواد معدنی در این گیاه می‌شود که پیامد آن کاهش کیفیت و میزان تولید است (Chen et al., 2023).

در سال‌های اخیر، فناوری نانو به‌عنوان راهکاری نوآورانه در کشاورزی پایدار، توانسته است با بهره‌گیری از ویژگی‌های منحصربه‌فرد ذرات نانویی، اثرات مخرب تنش‌های زیستی و غیرزیستی را کاهش دهد (Duhan et al., 2017). نانوذرات به واسطه افزایش سطح تماس و خاصیت جذب بالا، می‌توانند در جذب بهتر مواد مغذی و کاهش جذب فلزات سنگین مانند کادمیوم مؤثر باشند و بدین ترتیب، پاسخ فیزیولوژیکی گیاه را بهبود بخشند(Khan et al., 2022). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که نانوذرات اکسید فلزات (مانند نانو اکسید سیلیسیم

و نانو اکسید آهن) با تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی و کاهش تولید گونه‌های واکنشی اکسیژن، به کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از کادمیوم در گیاهان کمک می‌کنند (Javed et al., 2021; Ali et al., 2023).

با توجه به اهمیت اقتصادی و غذایی کاهو و تهدیدهای ناشی از آلودگی کادمیوم، بررسی اثرات کاربرد نانوذرات در کاهش آسیب‌های ناشی از این فلز سنگین و ارتقای پارامترهای فیزیولوژیک گیاه، یک حوزه پژوهشی کلیدی و ضروری به شمار می‌رود. شناخت دقیق مکانیسم‌های مقابله گیاه با استرس کادمیوم و نقش تسهیل‌کننده نانوذرات می‌تواند به توسعه استراتژی‌های نوین برای افزایش مقاومت گیاهان و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی در شرایط آلوده کمک نماید.

هدف این مطالعه، ارزیابی تأثیر نانوذرات بر پارامترهای فیزیولوژیک کاهو (*Lactuca sativa* L.) تحت تنش کادمیوم است تا با استفاده از فناوری‌های نوین، راهکارهای کارآمدی برای بهبود عملکرد و کاهش خطرات زیست‌محیطی ناشی از فلزات سنگین ارائه شود.

مواد و روش‌ها

کشت گیاهی

بذرهای کاهو (*Lactuca sativa* L.) پس از ضدعفونی سطحی و جوانه‌زنی، در پرلیت استریل کشت داده شدند و پس از رسیدن به مرحله چهاربرگی، به سیستم هیدروپونیک با محلول غذایی هوگلند منتقل گردیدند. تیمارها در قالب یک طرح فاکتوریل ۳×۳ شامل سه سطح کادمیوم (۰، ۲۰ و ۴۰ ppm) و سه سطح نانوذره اکسید روی (۰، ۲۰ و ۴۰ ppm) اعمال شدند. محلول‌های غذایی هر ۳ روز یک‌بار جایگزین شدند و تیمارها به‌مدت ۱۴ روز ادامه یافتند. شرایط رشد شامل دمای ۲۵±۲°C، رطوبت نسبی ۵۵–۶۵٪، فتوپریود ۸/۱۶ (روشنایی/تاریکی) و شدت نور ۲۰۰–۲۵۰ $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ بود. برای جلوگیری از کمبود اکسیژن، محلول‌ها به‌طور مداوم هوادهی شدند و pH محلول در محدوده ۵.۸–۶.۰ تنظیم شد.

در پایان دوره تیمار، پارامترهای فیزیولوژیک (محتوای پروتئین، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، رنگدانه‌های فتوسنتزی) اندازه‌گیری شدند.

۱. سنجش محتوای پروتئین

برای اندازه غلظت پروتئین از روش برادفورد (۱۹۷۶) استفاده شد. مبنای این روش براساس اتصال رنگ کوماسی بریانت بلو G250 موجود در معرف اسیدی به مولکول پروتئین است. جهت تهیه معرف، ۰/۰۵ گرم کوماسی بریانت بلو G250 در ۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درصد در تاریکی به‌خوبی حل گردید و سپس ۲۵ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۸۵ درصد را قطره‌قطره به محلول اضافه شد و پس از هم‌زدن، حجم نهایی محلول با آب مقطر به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر رسید. برای اندازه‌گیری غلظت پروتئین، هر نمونه ۵۰ میکرو عصاره استخراج‌شده را در ۲/۵ میلی‌لیتر معرف کوماسی بلو تازه به آن افزوده و یک دقیقه ورتکس شد و سپس میزان جذب نوری در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Bausch & Lomb 70 قرائت شد.

۲. سنجش محتوای پراکسید هیدروژن

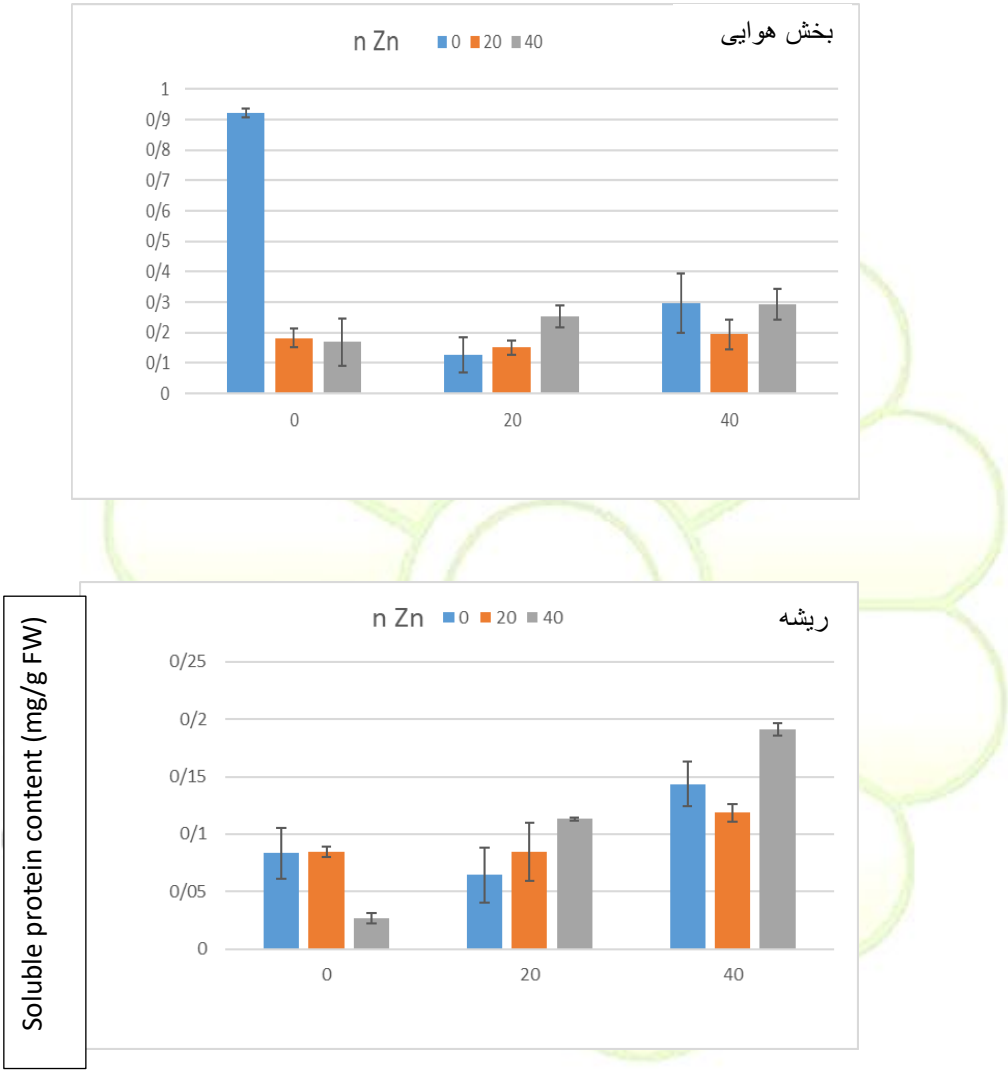
برای تعیین محتوای پراکسید هیدروژن از روش سرجیو[۱] و همکاران (۱۹۹۷) با اندکی تغییر استفاده شد. ۰/۲۵ گرم از وزن تر بخش هوایی با یک میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید[۲] در بوته چینی ساییده شد و عصاره حاصل در ۱۲۰۰۰ دور، به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس ۱ Ml پتاسیم یدید، ۵۰۰ میکرو بافر فسفات و ۵۰۰ میکرو محلول سانتریفیوژشده با هم ترکیب شدند، نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در محیط سرد و تاریک قرار داده شدند، سپس مقادیر در طول‌موج ۳۹۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Bausch & Lomb 70

قرائت شد؛ درنهایت میزان پراکسید هیدروژن با استفاده از ضریب خاموشی ۲۸ Mm-1 cm-1 و به‌صورت میکرومول بر لیتر وزن تر بیان گردید.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری پروتئین محلول

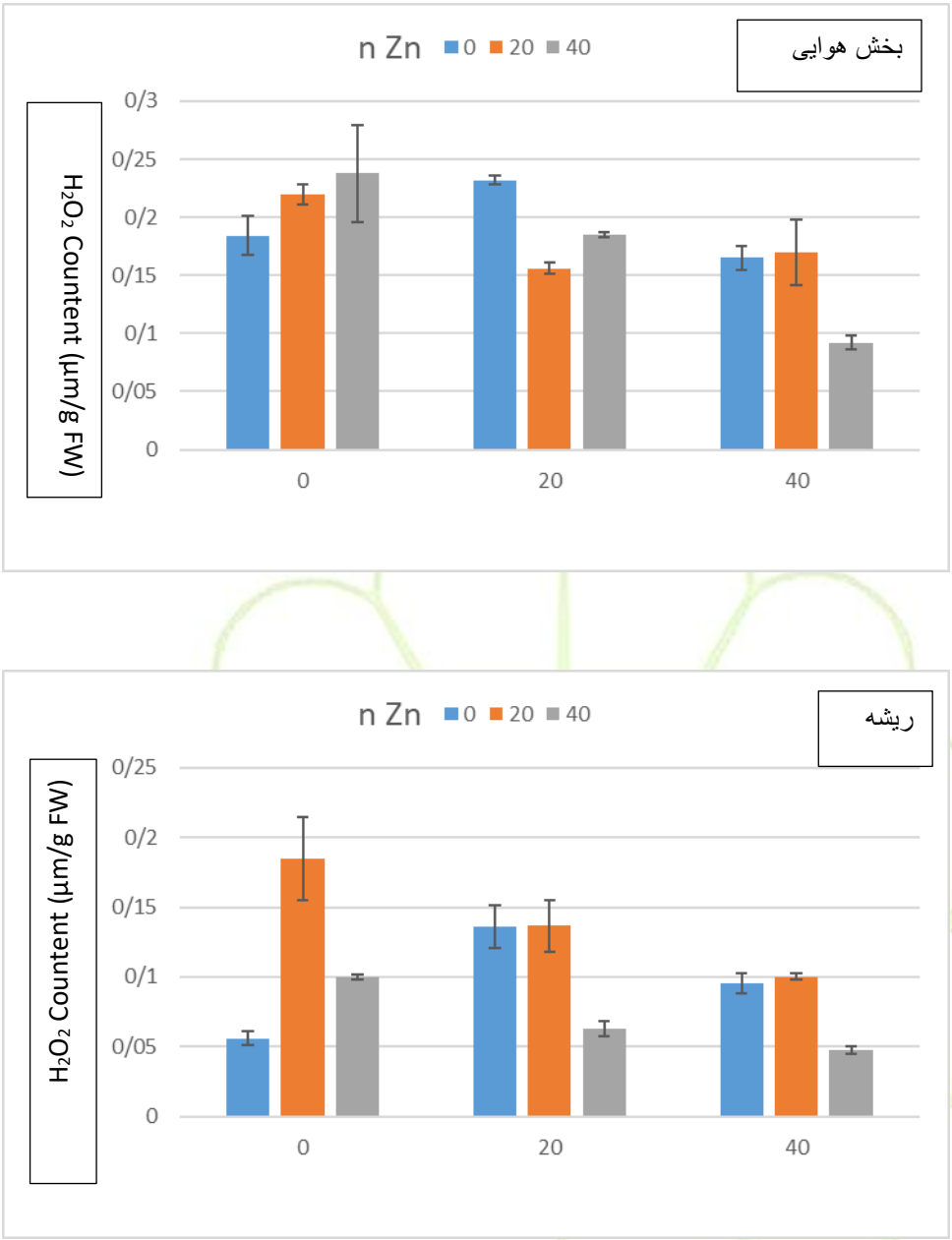
طبق شکل ۱ (الف و ب)، با افزایش غلظت نانو ذره روی، مقدار پروتئین محلول در ریشه و ساقه افزایش می یابد.



شکل ۱- مقایسه میانگین تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذره روی بر محتوای پروتئین محلول ساقه و ریشه.

اندازه گیری هیدروژن پراکسید

همانطور که در شکل ۲ (الف وب) مشاهده می شود با افزایش غلظت نانو ذزه ی روی مقدار پراکسید هیدروژن کاهش یافته است.



شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذره روی بر محتوای پراکسید هیدروژن ساقه و ریشه.

پروتئین محلول

تغییرات محتوای پروتئین محلول در گیاهان تحت تنش کادمیوم، نشان‌دهنده پاسخ‌های پیچیده فیزیولوژیکی و تنظیمات متابولیکی گیاه در شرایط تنش‌زا است(Hasanuzzaman et al., 2021). کاهش سطح پروتئین محلول معمولاً در اثر آسیب مستقیم کادمیوم به ساختار پروتئین‌ها و اختلال در فرآیند سنتز پروتئین رخ می‌دهد (DalCorso et al., 2019). از سوی دیگر، افزایش پروتئین محلول می‌تواند بازتابی از تولید پروتئین‌های مرتبط با تنش، مانند پروتئین‌های شوک حرارتی و متالوتیونین‌ها، باشد که در حفاظت از سلول‌ها در برابر تنش فلزات سنگین نقش دارند (Cobbett & Goldsbrough, 2002).

در پژوهش‌های اخیر نشان داده شده است که کاربرد نانوذرات می‌تواند از طریق بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و کاهش جذب کادمیوم، سنتز پروتئین‌ها را تقویت کرده و در نهایت موجب افزایش محتوای پروتئین محلول شود (Khan et al., 2022). نانوذرات اکسید سیلیسیم و آهن نیز با تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محافظت از اجزای سلولی، می‌توانند از تخریب پروتئین‌ها جلوگیری کرده و عملکرد آنزیم‌های مرتبط با سنتز پروتئین را بهبود بخشند (Ali et al., 2023). بنابراین، افزایش محتوای پروتئین محلول در حضور نانوذرات می‌تواند بیانگر بهبود وضعیت متابولیکی و افزایش تحمل نسبی گیاه در برابر سمیت کادمیوم باشد.

هیدروژن پراکسید (H_2O_2)

هیدروژن پراکسید به‌عنوان یکی از گونه‌های فعال اکسیژن(ROS) ، نقش دوگانه‌ای در گیاه ایفا می‌کند؛ از یک سو به‌عنوان مولکول پیام‌رسان در تنظیم فرآیندهای سلولی و از سوی دیگر به‌عنوان عامل ایجادکننده آسیب در شرایط تنش اکسیداتیو شناخته می‌شود (Mittler, 2017). تنش کادمیوم موجب افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن، به‌ویژهH_2O_2 ، در گیاه می‌شود که این افزایش می‌تواند با آسیب به لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک همراه باشد(Gill & Tuteja, 2010). افزایش بیش از حد هیدروژن پراکسید می‌تواند نشان‌دهنده برهم خوردن تعادل اکسیداتیو و افزایش فشار اکسیداتیو در سلول باشد.

مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از نانوذرات می‌تواند از طریق افزایش فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، تولید و تجمع H_2O_2 را کنترل کند(Tripathi et al., 2017)). به‌طور خاص، نانوذرات اکسید سیلیسیم و آهن می‌توانند موجب تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز و پراکسیداز شوند که در تجزیه هیدروژن پراکسید نقش دارند (Javed et al., 2021). این سازوکار می‌تواند به کاهش آسیب اکسیداتیو و حفظ ساختار و عملکرد اجزای سلولی منجر شود. در نتیجه، کاهش سطح H_2O_2 در گیاهان تیمارشده با نانوذرات می‌تواند بیانگر کاهش فشار اکسیداتیو و بهبود وضعیت فیزیولوژیکی گیاه در شرایط تنش کادمیوم باشد.

منابع

Ali, S., Rizwan, M., Hussain, A., Rehman, M.Z.U., Imran, M., Qayyum, M.F. and Ok, Y.S. 2023. Role of metal oxide nanoparticles in mitigating heavy metal stress in plants: A review. Environmental Pollution, 314: 120325.

Chen, L., Zhang, X., Zhang, L., Zhang, Y. and Wang, Y. 2023. Cadmium toxicity in lettuce: Physiological effects and molecular mechanisms. Journal of Hazardous Materials, 440: 129890.

Cobbett, C. and Goldsbrough, P. 2002. Phytochelatins and metallothioneins: Roles in heavy metal detoxification and homeostasis. Annual Review of Plant Biology, 53: 159–182.

DalCorso, G., Manara, A., Furini, A. and Fasani, E. 2019. Heavy metal tolerance in plants: Role of transcription factors. Frontiers in Plant Science, 10: 1274.

Duhan, J.S., Kumar, R., Kumar, N., Kaur, P., Nehra, K. and Duhan, S. 2017. Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. Biotechnology Reports, 15: 11–23.

Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48(12): 909–930.

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M.H.M.B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S.M., Mahmud, J.A., Fujita, M. and Fotopoulos, V. 2021. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the conventional concepts. Plants, 10(10): 2211.

Javed, R., Usman, M., Yücesan, B., Zia, M. and Rizwan, M. 2021. Silicon nanoparticles modulate antioxidant system and reduce Cd toxicity in plants: A meta-analysis. Chemosphere, 278: 130352.

Khan, M.A., Mobin, M., Abbas, Z., Rehman, M.Z.U., Imran, M. and Rizwan, M. 2022. Metal oxide nanoparticles as potential modulators of plant response to heavy metal stress: A review. Environmental Science and Pollution Research, 29(12): 17233–17250.

Khan, S., Rehman, M.Z.U., Rizwan, M. and Ali, S. 2023. Global trends and management strategies of cadmium contamination in agricultural soils: A critical review. Science of The Total Environment, 850: 157955.

Li, X., Ma, L., Wang, Y. and Sun, Z. 2021. Physiological and biochemical responses of plants to cadmium stress. Ecotoxicology and Environmental Safety, 216: 112196.

Mittler, R. 2017. ROS are good. Trends in Plant Science, 22(1): 11–19.

Singh, P., Singh, H., Tripathi, D.K., Sharma, N.C. and Chauhan, D.K. 2022. Cadmium accumulation and detoxification mechanisms in leafy vegetables: Implications for food safety. Food Chemistry, 371: 131112.

Tripathi, D.K., Singh, S., Singh, S., Mishra, S., Chauhan, D.K. and Dubey, N.K. 2017. Nanotechnology in agriculture: Perspectives, challenges, and potential. Environmental Science and Pollution Research, 24(1): 120–132.

Zhao, F.J., Ma, Y., Zhu, Y.G., Tang, Z. and McGrath, S.P. 2022. Soil contamination by cadmium and mitigation strategies: A review. Science of The Total Environment, 804: 150151.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on Selected Physiological Parameters of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) under Cadmium Stress

Fatemeh Emami[1*], Zahra Chehri[1], Ehsan Amiri[1] and Nasir Karimi[1]
1. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
[*]*Corresponding Author: amamyf26@gmail.com*

Abstract

The problem of heavy metal contamination is increasingly escalating. Once absorbed by plant systems, even low concentrations of heavy metals have the potential to disrupt vital metabolic processes. Cadmium (Cd), in particular, represents a significant environmental concern, posing serious threats to both plant and human health. Cadmium interferes with various physiological functions in plants, ultimately impairing their growth and productivity. In this context, the application of nanoparticles has emerged as a novel strategy to mitigate the phytotoxic effects of heavy metals. The present study aimed to investigate the effects of zinc oxide (ZnO) nanoparticles on selected physiological parameters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) exposed to cadmium stress. Lettuce seeds were grown in perlite and, upon reaching the four-leaf stage, were transferred to Hoagland nutrient solution. Over a 14-day period, the plants were treated every three days with cadmium (0, 20, and 40 ppm) and ZnO nanoparticles (0, 20, and 40 ppm). The results indicated that ZnO nanoparticles, applied at various concentrations, could partially alleviate the detrimental effects of cadmium on lettuce plants. Notably, ZnO nanoparticle treatments led to improvements in certain physiological indicators, including protein content and antioxidant enzyme activity, compared with cadmium-stressed plants without nanoparticle supplementation. These findings suggest that zinc oxide nanoparticles may function as an effective modulator, reducing cadmium toxicity and enhancing the plant's tolerance to heavy metal stress.

Keywords: Cadmium, Heavy metals, Lettuce, Physiological parameters, Zinc oxide nanoparticles.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر روی بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک ذرت (*Zea mays* L.) رقم BC678 تحت تنش آنتیموان

فاطمه امامی[1*]، زهرا چهری[2]، احسان امیری[3] و ناصر کریمی[4]
۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *amamyf26@gmail.com*

چکیده

مشکل آلودگی فلزات سنگین به‌طور فزاینده‌ای تشدید می‌شود و پس از جذب این عناصر توسط گیاه، حتی غلظت‌های پایین آن‌ها می‌تواند فرایندهای متابولیکی حیاتی را مختل کند. آنتیموان یک عنصر غیرضروری برای گیاهان، حیوانات و انسان است. اگرچه بیشتر آنتیموان در بافت‌های ریشه ذخیره می‌شود، مقدار کمتری از این فلز سنگین، بسته به گونه گیاهی، می‌تواند به بخش هوایی انتقال یابد و اثرات زیان‌باری ایجاد کند. استفاده از عناصر ضروری مانند روی (Zn) می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر در کاهش اثرات مخرب فلزات سنگین مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش با هدف بررسی اثر آنتیموان بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیک گیاه ذرت (*Zea mays* L.) رقم BC678 انجام شد. در این پژوهش، بذرهای رشدیافته در پرلیت پس از رسیدن به مرحله چهاربرگی به محیط هوگلند منتقل شدند و به مدت یک هفته تحت تأثیر غلظت‌های مختلف روی (۰، ۲۵ و ۷۵ میلی‌مولار) و آنتیموان (۰، ۲۵ و ۷۵ میلی‌مولار) قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاربرد روی می‌تواند به‌طور معناداری اثرات منفی آنتیموان بر گیاه ذرت را کاهش دهد. به‌طور خاص، تیمار با روی موجب بهبود پارامترهایی مانند میزان کلروفیل، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و جذب عناصر غذایی در مقایسه با گیاهان تحت تنش آنتیموان بدون تیمار روی شد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که روی می‌تواند به‌عنوان یک عامل تعدیل‌کننده، اثرات سمی آنتیموان را در گیاه ذرت کاهش داده و به افزایش تحمل گیاه به این فلز سنگین کمک کند.

واژه‌های کلیدی: آنتیموان، پارامترهای فیزیولوژیک، ذرت، روی، فلزات سنگین.

مقدمه

آنتیموان (Sb) به‌عنوان یک فلز سنگین غیرضروری، اثرات سمی شدیدی بر رشد و فیزیولوژی گیاهان دارد. تجمع آن در ریشه و برگ موجب کاهش زیست‌توده، بازده فتوسنتزی و اختلال در جذب عناصر غذایی مانند Fe و Zn می‌شود(Ortega et al., 2017). این فلز عمدتاً در دو حالت اکسیداسیون Sb(III) و Sb(V) وجود دارد که نوع اول سمیت بیشتری دارد (Vidya et al., 2022). در گیاه گندم، غلظت ۲۰۰۰ mg/kgآنتیموان موجب کاهش ۵۸ درصدی بازده کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) می‌شود (Khamis et al., 2023) و در آفتابگردان نیز با کاهش کلروفیل و کاروتنوئیدها همراه با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گزارش شده است (Ortega et al., 2017).

روی (Zn) یک ریزمغذی ضروری با نقش حیاتی در فعال‌سازی آنزیم‌ها و سنتز پروتئین است .(Kaur et al., 2024) کمبود آن موجب کلروز و کاهش سنتز کلروفیل (Khatun et al., 2018) و غلظت بیش از حد آن سبب سمیت، مهار رشد ریشه و ایجاد استرس اکسیداتیو می‌شود (Balafrej et al., 2020). همچنین، سمیت روی می‌تواند موجب کاهش زیست‌توده و اختلال در تعادل عناصر معدنی شود) (Li et al., 2020). ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین غلات جهان و گیاهی علفی و یک‌ساله است که منشأ آن آمریکای مرکزی بوده و به‌طور گسترده در جهان کشت می‌شود. این گیاه با ساقه بندبند و گل‌آذین‌های جداگانه نر و ماده، کاربردهای خوراکی، دارویی و صنعتی گسترده‌ای دارد (IUT, 2025). در پژوهش حاضر، اثر تعدیلی روی (Zn) بر گیاه ذرت هیبرید تحت تنش آنتیموان بررسی شد و برخی شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

۱. محاسبه وزن تر ریشه و اندام‌های گیاهی

پس از برداشت گیاهان از گلدان، قسمت‌های ریشه و ساقه با آب مقطر شست‌وشو داده شدند و از محل اتصال از یکدیگر جدا شدند. پس از خشک‌کردن آب موجود در سطح ریشه و برگ‌ها، وزن تر نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰.۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

۲. سنجش محتوای کلروفیلa

سنجش میزان کلروفیل a نمونه‌ها هم‌زمان با برداشت نمونه‌ها انجام شد. برای اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a از روش آرنون (Arnon, 1967)استفاده شد. استخراج کلروفیل بخش هوایی گیاه با استفاده از استون ۸۰ درصد و در محیط کاملاً سرد انجام گرفت. بدین منظور، مقدار ۰.۲۵ گرم از بافت تر گیاهان موجود در هر گلدان وزن و سپس در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی خرد و ساییده شد. سپس نمونه‌ها صاف شده و محلول سبزرنگ حاصل به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. جذب محلول رویی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Bausch & Lomb در طول موج ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. از استون ۸۰ درصد به‌عنوان بلانک استفاده شد و در نهایت، میزان کلروفیل a با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

کلروفیل a = [(12.7 × A663) − (2.69 × A645)]

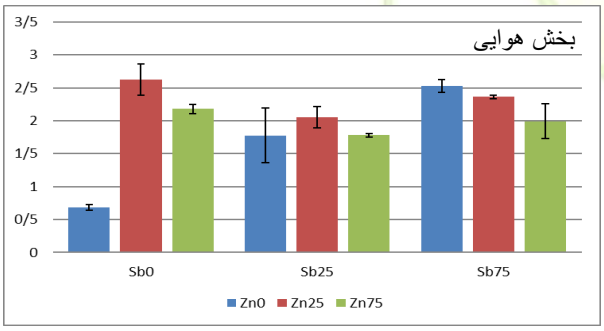
۳. .سنجش محتوای پراکسید هیدروژن

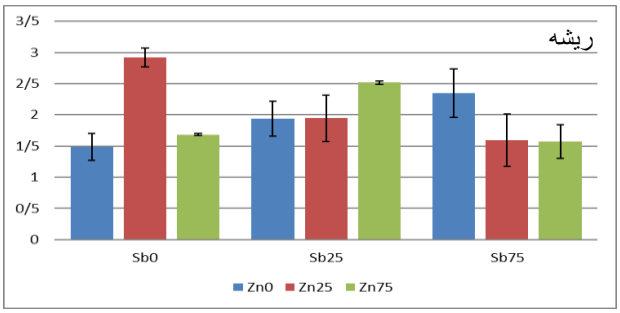
برای تعیین محتوای پراکسید هیدروژن از روش Sergiev et al. (1997) با اندکی تغییر استفاده شد. مقدار ۰.۲۵ گرم از وزن تر بخش هوایی گیاه با یک میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید (TCA) در هاون چینی ساییده شد و عصاره حاصل به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس، یک میلی‌لیتر پتاسیم یدید، ۵۰۰ میکرولیتر بافر فسفات و ۵۰۰ میکرولیتر از محلول سانتریفیوژشده با یکدیگر ترکیب شدند. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در محیط سرد و تاریک قرار داده شدند و سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۳۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Bausch & Lomb قرائت شد. در نهایت، میزان پراکسید هیدروژن با استفاده از ضریب خاموشی ۲۸ $mM^{-1}\ cm^{-1}$محاسبه و به‌صورت میکرومول بر لیتر وزن تر بیان شد.

نتایج و بحث

محاسبه وزن تر ریشه و اندام‌های گیاهی

شکل ۱ (الف و ب) نشان می‌دهد که با افزایش غلظت آنتیموان، وزن تر بخش هوایی و ریشه کاهش یافت. این کاهش وزن تا حدودی با کاربرد روی جبران شد.

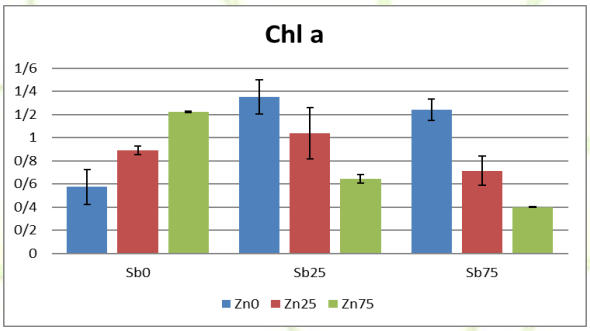




شکل ۱- مقایسه میانگین تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذره روی بر وزن تر بخش هوایی و ریشه ساقه و ریشه.

اندازه گیری کلروفیلa

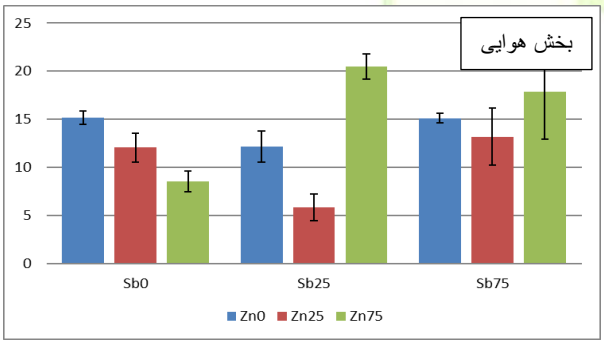
همانطور که درشکل۲مشاهده می شود باافزایش غلظت آنتیموان میزان کلروفیل a ذافزایش یافه است؛ که این این اثر تا حدود زیادی به میزان ۳۲درصد توسط عنصر روی جبران شده است.

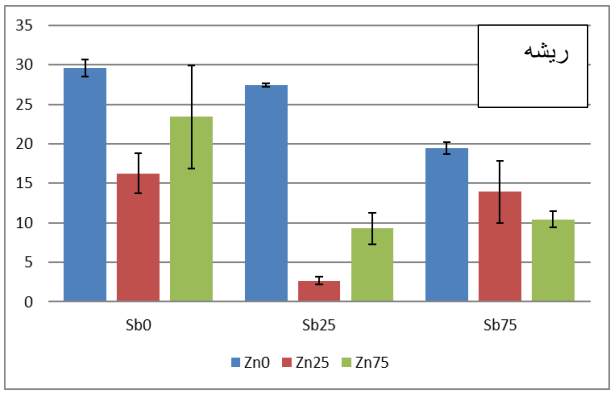


شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذره روی بر میزان کلروفیل بخش هوایی و ریشه ساقه و ریشه.

اندازه گیری پراکسید هیدروژن

طبق شکل ۳ قسمت الف و ب نشان می دهد که با افزایش مقدار آنتیموان هیدروژن پراکسید بخش هوایی و ریشه کاهش می یابد که این کاهش وزنی تا حدودی بااستفاده از روی جبران شده است.





شکل ۳- مقایسه میانگین تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذره روی بر میزان پراکسید هیدروژن بخش هوایی و ریشه ساقه و ریشه.

وزن تر بخش هوایی و ریشه

نتایج

نتایج پژوهش نشان داد که تنش آنتیموان موجب کاهش معنادار وزن تر ریشه و شاخساره ذرت رقم BC678 شد. این کاهش وزن می‌تواند ناشی از اختلال در جذب مواد غذایی، تقسیم سلولی و فرایند فتوسنتز و همچنین افزایش گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) باشد (Kováčik et al., 2014 ;Wang et al., 2011). در مقابل، تیمار با روی موجب بهبود رشد و افزایش وزن تر اندام‌های گیاه شد که می‌تواند از طریق تقویت جذب عناصر معدنی، بهبود سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و افزایش کارایی فتوسنتز صورت گیرد (Cakmak, 2000; Hasanuzzaman et al., 2020; Zhang et al., 2013).

محتوای کلروفیل a تحت تنش آنتیموان کاهش یافت، اما کاربرد روی موجب بهبود معنادار آن شد. این پاسخ را می‌توان به نقش روی در فرایند سنتز کلروفیل و حفظ ساختار و عملکرد کلروپلاست‌ها نسبت داد (Marschner, 2012). همچنین، برخلاف انتظار، غلظت H_2O_2 در گیاه ذرت تحت تنش آنتیموان کاهش یافت و با کاربرد روی افزایش پیدا کرد. این تغییر ممکن است با تفاوت در شدت پاسخ‌های دفاعی گیاه، نقش H_2O_2 به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان و تعامل آن با وضعیت تغذیه‌ای روی مرتبط باشد (Mittler, 2017; Zeller et al., 2010). بااین‌حال، برای تفسیر دقیق این الگو، بررسی هم‌زمان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سایر شاخص‌های تنش اکسیداتیو ضروری است.

منابع

Balafrej, H., Bogusz, D., Triqui, Z.E.A., Guedira, A., Bendaou, N., Smouni, A. and Fahr, M. 2020. Zinc hyperaccumulation in plants: A review. Plants, 9(5): 562.

Broadley, M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I. and Lux, A. 2007. Zinc in plants. New Phytologist, 173(4): 677–702.

Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytologist, 146(2): 185–205.

Hasanuzzaman, M. et al. 2020. Role of zinc in plant tolerance to environmental stress. Biometals, 33: 1–17.

James, C. 2020. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2020. ISAAA Brief No. 55.

Kaur, H., Srivastava, S., Goyal, N. and Walia, S. 2024. Behavior of zinc in soils and recent advances on strategies for ameliorating zinc phyto-toxicity. Environmental and Experimental Botany, 220: 105676.

Khamis, G., Reyad, A.M., Alsherif, E.A., Madany, M.M., Korany, S.M., Asard, H. and AbdElgawad, H. 2023. Elevated CO_2 reduced antimony toxicity in wheat plants by improving photosynthesis, soil microbial content, minerals, and redox status. Frontiers in Plant Science, 14: 1244019.

Khatun, M.A., Hossain, M.M., Bari, M.A., Abdullahil, K.M., Parvez, M.S., Alam, M.F. and Kabir, A.H. 2018. Zinc deficiency tolerance in maize is associated with the up-regulation of Zn transporter genes and antioxidant activities. Plant Biology, 20(4): 765–770.

Kováčik, J. et al. 2014. Antimony-induced oxidative stress and antioxidant response in *Scenedesmus quadricauda*. Environmental Pollution, 192: 1–6.

Li, X., Zhang, L., Ren, H., Wang, X. and Mi, F. 2022. Zinc toxicity response in *Ceratoides arborescens* and identification of CaMTP, a novel zinc transporter. Frontiers in Plant Science, 13: 976311.

Marschner, H. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.

Mittler, R. 2017. ROS are good. Trends in Plant Science, 22(1): 11–19.

Ortega, A., Garrido, I., Casimiro, I. and Espinosa, F. 2017. Effects of antimony on redox activities and antioxidant defence systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. PLoS ONE, 12(9): e0183991.

Vidya, C.S.N., Shetty, R., Vaculíková, M. and Vaculík, M. 2022. Antimony toxicity in soils and plants, and mechanisms of its alleviation. Environmental and Experimental Botany, 202: 104996.

Wang, Y. et al. 2011. Antimony uptake, speciation, and transformation in plants: A review. Environmental and Experimental Botany, 74: 53–60.

Zeller, S.L. et al. 2010. Transgene × environment interactions in genetically modified crops: Effects on the rhizosphere microbial communities. PLoS ONE, 5(10): e12700.

Zhang, F. et al. 2013. The ameliorative effect of zinc on cadmium toxicity in maize. Ecotoxicology and Environmental Safety, 92: 268–274.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the Effect of Zinc on Some Physiological Parameters of Corn (*Zea mays* L.) Variety BC678 under Antimony Stress

Fatemeh Emami[1*], Zahra Chehri[1], Ehsan Amiri[1] and Nasir Karimi[1]
1. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
[*]Corresponding Author: amamyf26@gmail.com

Abstract

Heavy metal pollution is an increasing environmental concern, as even low concentrations of these metals, once absorbed by plants, can disrupt various metabolic processes. Antimony (Sb) is a non-essential element for plants, animals, and humans. Although most absorbed antimony is retained in the root tissues, a portion may be translocated to the aerial parts depending on the plant species, where it can cause various adverse effects. The application of essential elements such as zinc (Zn) may serve as a strategy for mitigating the adverse effects of heavy metal stress. This study aimed to investigate the effects of zinc on selected physiological parameters of corn (*Zea mays* L.) variety BC678 under antimony stress. Seeds were germinated in perlite and, after reaching the four-leaf stage, the seedlings were transferred to Hoagland nutrient solution and exposed to zinc and antimony concentrations of 0, 25, and 75 mM for one week. The results showed that zinc application significantly alleviated the adverse effects of antimony stress in corn plants. In particular, zinc treatment improved parameters such as chlorophyll content, antioxidant enzyme activity, and nutrient uptake compared with plants exposed to antimony stress without zinc application. These findings suggest that zinc may act as a modulating element, reducing the toxic effects of antimony and enhancing the tolerance of corn plants to antimony stress.

Keywords: Antimony, corn, heavy metals, physiological parameters, zinc.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر نانوذره اکسید آهن (III) بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی، محتوای پروتئین و پرولین در دو جمعیت گیاه شنبلیله تحت شرایط تنش شوری

زهرا نوح‌پیشه[1*]، حمزه امیری[2] و حامد حسن‌زاده خانکهدانی[1]
۱- بخش باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی فارس، شیراز، ایران
۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
*نویسنده مسئول: *Zahra.noohpishe@gmail.com*

چکیده

تنش شوری یکی از عوامل محدودکننده رشد و نمو گیاهان است و تأثیرات منفی متعددی بر پارامترهای ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک آن‌ها دارد. بنابراین، ترکیبات مختلفی با هدف کاهش اثرات زیان‌بار این تنش مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این مطالعه با هدف بررسی برهم‌کنش غلظت‌های مختلف نانوذره اکسید آهن و کلرید سدیم بر تغییرات ریخت‌شناختی و پارامترهای بیوشیمیایی، از قبیل محتوای پروتئین و پرولین، در دو جمعیت اردستانی و مشهدی شنبلیله انجام شد. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل انجام گرفت. چهار سطح کلرید سدیم (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار) و سه سطح نانوذره Fe_2O_3 (صفر، ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌صورت محلول‌پاشی برگی استفاده شد. نتایج نشان داد که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره موجب افزایش معنادار وزن خشک اندام هوایی و همچنین طول ریشه و اندام هوایی در غلظت ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم شد. با افزایش تنش شوری، طول ریشه در هر دو جمعیت شنبلیله کاهش یافت؛ بااین‌حال، در حضور ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره، طول ریشه تحت تنش شوری افزایش یافت که می‌تواند به بهبود جذب آب در شرایط تنش کمک کند. افزایش تنش شوری، به‌ویژه در غلظت ۲۲۵ میلی‌مولار، موجب افزایش معنادار محتوای پرولین در هر دو جمعیت شنبلیله شد. در غلظت ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم، تیمار با ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره موجب کاهش معنادار محتوای پرولین در جمعیت مشهدی شد. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید آهن با تأثیر بر پارامترهای ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک، می‌تواند شدت اثرات تنش شوری را در هر دو جمعیت مورد مطالعه شنبلیله کاهش دهد. با توجه به نقش‌های مهم و حیاتی آهن در فرایندهای متابولیکی متعدد گیاهان، کاربرد آن در غلظت و شکل مناسب می‌تواند در بهبود شرایط رشدی گیاه و افزایش تحمل به شرایط تنشی مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای ریخت‌شناختی، پروتئین، تنش شوری، شنبلیله، نانوذره اکسید آهن.

مقدمه

تنش شوری یکی از مشکلات اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است که بر جوانه‌زنی بذر، رشد گیاهچه، رشد رویشی، گلدهی و میوه‌دهی تأثیر می‌گذارد و موجب کاهش تولید محصول می‌شود (Jiang et al., 2017). بر اساس مطالعات پیشین، شنبلیله گیاهی با حساسیت نسبی به تنش شوری است و این تنش بر پارامترهای ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک گیاه اثر منفی گذاشته و موجب بروز آسیب‌های اکسیداتیو در گیاه می‌شود (Naghdi Badi et al., 2018). نانوذرات می‌توانند فرایندهای مهم گیاهی از قبیل جوانه‌زنی و رشد بذر، رشد رویشی و فتوسنتز را تحت تأثیر قرار دهند و در مکانیسم‌های دفاعی گیاه در برابر تنش اکسیداتیو نیز نقش مهمی ایفا کنند. محلول‌پاشی برگی عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در مقیاس نانو به‌عنوان روشی مؤثر برای افزایش تحمل به شوری در گیاهان گزارش شده است که این اثر می‌تواند به افزایش جذب عناصر غذایی از طریق برگ یا ریشه در نتیجه بهبود رشد ریشه مرتبط باشد(Soliman et al., 2015). بر اساس گزارش‌های مختلف، تیمار گیاهان با نانوذرات اکسید آهن اثرات مثبتی بر رشد آن‌ها داشته است. به‌عنوان مثال، نانوذرات Fe_2O_3 موجب افزایش جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه، زیست‌توده و محتوای کلروفیل در خربزه، لوبیا گرگی، سویا، برنج و فندق شده‌اند (Hu et al., 2017).

مواد و روش‌ها

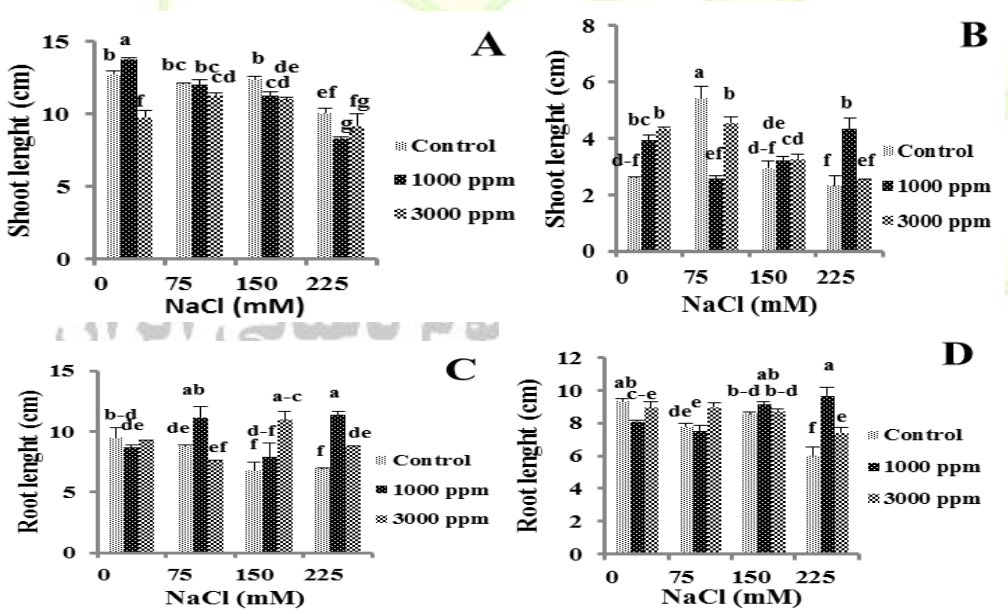
بذرهای دو جمعیت اردستانی و مشهدی شنبلیله پس از طی مراحل ضدعفونی، در ظروف نشا حاوی بستر پرلیت کشت شدند. سپس گلدان‌های چهارتایی مربوط به هر یک از تیمارها در ظروف شیشه‌ای حاوی محلول غذایی جهت رشد گیاه قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل انجام شد و تیمار گیاهان در مرحله چهاربرگی آغاز گردید. همزمان، چهار سطح کلرید سدیم (Merck) شامل صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار و سه سطح نانوذره Fe_2O_3 شامل صفر، ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، به‌صورت محلول‌پاشی برگی و در دو نوبت با فاصله زمانی سه ساعت طی یک روز اعمال شدند. پس از گذشت یک هفته، گیاهان از محیط کشت خارج شدند و پارامترهای ریخت‌شناختی شامل طول ریشه و اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و همچنین پارامترهای بیوشیمیایی شامل محتوای پروتئین، با استفاده از روش برادفورد(Bradford, 1976) ، و محتوای پرولین، با استفاده از روش(1973) .Bates et al ، اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

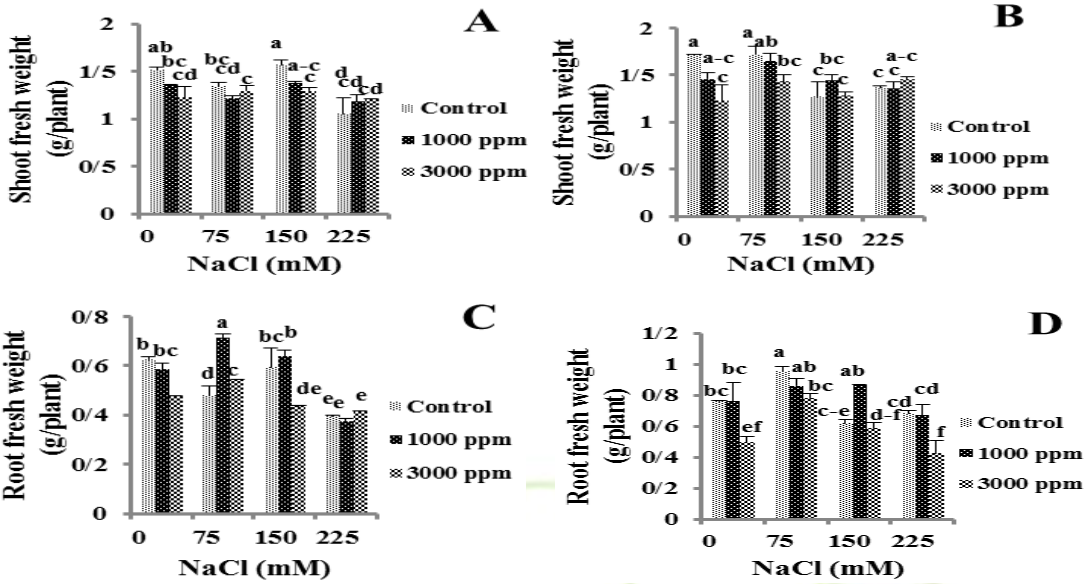
بررسی برهم‌کنش نانوذره Fe_2O_3 و تنش شوری کلرید سدیم بر پارامترهای ریخت‌شناختی گیاه شنبلیله

در پژوهش حاضر، در گیاهان جمعیت مشهدی تحت تنش ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم، تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره موجب افزایش معنادار وزن خشک اندام هوایی و همچنین طول ریشه و اندام هوایی شد. همچنین، در جمعیت اردستانی، برهم‌کنش غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره موجب افزایش معنادار طول ریشه شد.

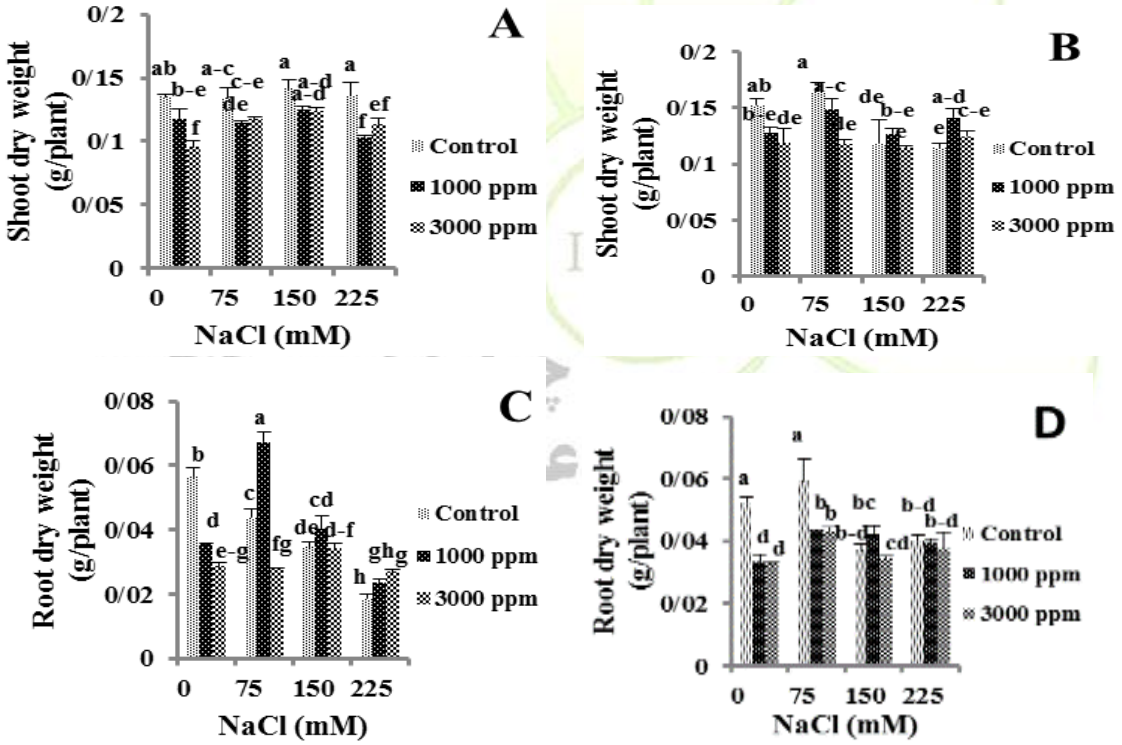
آهن نقش مستقیمی در فرایندهای فتوسنتزی و در نتیجه رشد و نمو گیاهان دارد و در بیوسنتز سیتوکروم‌ها و سایر مولکول‌های هم‌دار، از قبیل کلروفیل، زنجیره انتقال الکترون و ساختار خوشه‌های آهن–گوگرد، نقش اساسی ایفا می‌کند. گزارش‌های مختلفی درباره افزایش رشد گونه‌های مختلف گیاهی در پاسخ به تیمار با نانوذرات آهن ارائه شده است. به‌عنوان مثال، گزارش شده است که در گیاهان نعناع و گوجه‌فرنگی، تیمار با نانوذرات Fe_2O_3 موجب افزایش معنادار رشد و وزن تر و خشک گیاه شده است (Askary et al., 2017).



شکل ۱- برهمکنش نانوذره اکسید آهن Fe_2O_3 و کلرید سدیم برطول [۱- اندام هوایی در جمعیت اردستانی (A)، جمعیت مشهدی (B) و ۲- ریشه در جمعیت اردستانی (C)، جمعیت مشهدی (D)] گیاه شنبلیله.



شکل ۲: برهمکنش نانوذره Fe_2O_3 و کلرید سدیم بر وزن تر (گرم) [۱- اندام هوایی در جمعیت اردستانی (A)، جمعیت مشهدی (B) و ۲- ریشه در جمعیت اردستانی (C)، جمعیت مشهدی (D)] گیاه شنبلیله.

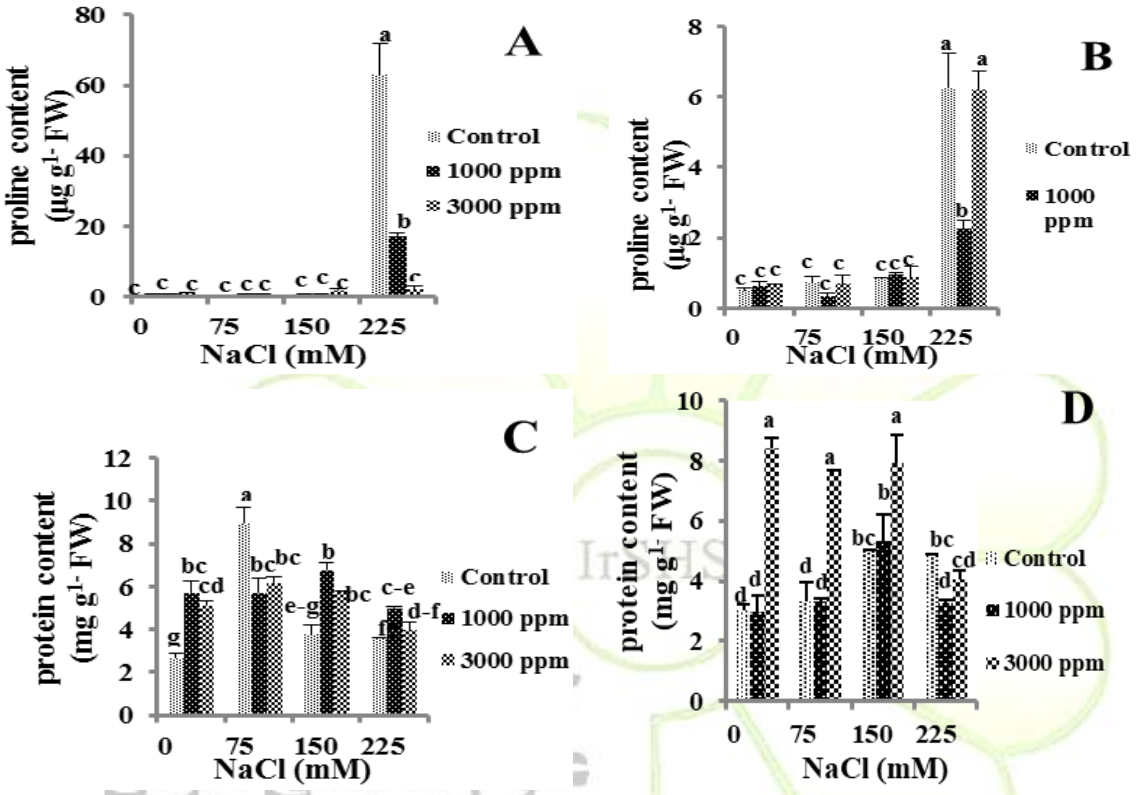


شکل ۳- برهمکنش نانوذره Fe_2O_3 و کلرید سدیم بر وزن خشک (گرم) [۱- اندام هوایی در جمعیت اردستانی (A)، جمعیت مشهدی (B) و ۲- ریشه در جمعیت اردستانی (C)، جمعیت مشهدی (D)] گیاه شنبلیله.

نتایج حاصل از تیمار برهمکنش تنش شوری و نانوذره Fe_2O_3 بر میزان پرولین و پروتئین در گیاه شنبلیله

در پژوهش حاضر، غلظت ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم موجب افزایش معنی‌دار ($P\leq$ ۰/۰۵) در میزان پرولین در هر دو جمعیت اردستانی و مشهدی گردید. در جمعیت مشهدی در غلظت ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم، تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره موجب کاهش

معنی‌دار ($P\leq$ ۰/۰۵) در میزان پرولین گردید. در گیاه نعناع فلفلی، تیمار با نانوذره اکسید آهن فرو موجب کاهش میزان پرولین گردیده است. بر اساس نظر محققان، تیمار با عناصر میکرو می‌تواند فشار تنش‌های محیطی از قبیل تنش شوری را کاهش دهد که یکی از نشانه‌های آن کاهش در میزان پرولین بعد از تیمار با نانوذره اکسید آهن است (Askary et al., 2017). در پژوهش حاضر، در برهمکنش غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و نانوذره در جمعیت اردستانی افزایش معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) پروتئین مشاهده گردید. در جمعیت مشهدی، برهمکنش غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید آهن با شوری در تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم موجب افزایش معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) پروتئین گردید. بر اساس مطالعات پیشین، کاربرد نانوذرات آهن در گیاه انگور، موجب افزایش معنی‌دار پروتئین کل در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری گردیده است. بنابراین آهن به علت اینکه در متابولیسم نیتروژن و ساختار پروتئین نقش دارد، کاربرد آن موجب افزایش میزان پروتئین می‌شود (Askary et al., 2017).



شکل ۴- برهمکنش نانوذره Fe_2O_3 و کلرید سدیم بر[۱- میزان پرولین (میکروگرم بر گرم وزن تر) در جمعیت اردستانی (A)، جمعیت مشهدی (B) و ۲- میزان پروتئین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در جمعیت اردستانی (C)، جمعیت مشهدی (D)] گیاه شنبلیله.

منابع

Askary, M., Talebi, S.M., Amini, F. and Dousti Balout Bangan, A. 2016. Effect of NaCl and iron oxide nanoparticles on *Mentha piperita* essential oil composition. Environmental and Experimental Biology, 14: 27–32.

Askary, M., Talebi, S.M., Amini, F. and Dousti Balout Bangan, A. 2017. Effects of iron nanoparticles on *Mentha piperita* L. under salinity stress. Journal of Biologia, 63: 65–75.

Bates, L.S., Waldern, R.P. and Tare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205–207.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248–254.

Hu, J., Guo, H., Li, J., Wang, Y., Xiao, L. and Xing, B. 2017. Interaction of γ-Fe_2O_3 nanoparticles with *Citrus maxima* leaves and the corresponding physiological effects via foliar application. Journal of Nanobiotechnology, 15: 1–12.

Jiang, Y., Ding, X., Zhang, D., Deng, Q., Yu, C.-L., Zhou, S. and Hui, D. 2017. Soil salinity increases the tolerance of excessive sulfur fumigation stress in tomato plants. Environmental and Experimental Botany, 133: 70–77.

Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Mustafavi, S.H. and Labbafi, M. 2018. Exogenous arginine improved fenugreek sprouts growth and trigonelline production under salinity condition. Chemistry, 122: 609–616.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Fe_2O_3 Nanoparticles on Protein, Proline, and Morphological Parameters in Two Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Populations under Salinity Stress

Zahra Noohpisheh[1*], Hamzeh Amiri[2] and Hamed Hassanzadeh Khankahdani[1]
1. Department of Horticulture, Fars Agricultural Organization, Shiraz, Iran
2. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[*]*Corresponding Author: Zahra.noohpishe@gmail.com*

Abstract

Salinity stress is one of the major environmental factors that adversely affects plant growth and physiological and biochemical processes. Therefore, various compounds have been investigated to mitigate the harmful effects of salinity stress. This study aimed to investigate the interaction effects of different concentrations of Fe_2O_3 nanoparticles and NaCl on morphological and biochemical parameters in two fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) populations, Ardestani and Mashhadi. The experiment was conducted as a factorial experiment with four levels of NaCl (0, 75, 150, and 225 mM) and three levels of Fe_2O_3 nanoparticles (0, 1000, and 3000 mg L^{-1}), applied as foliar sprays. The results showed that, under 225 mM NaCl, application of 1000 mg L^{-1} Fe_2O_3 nanoparticles significantly increased shoot dry weight as well as root and shoot length in the Mashhadi population. In the Ardestani population, the interaction between 150 mM NaCl and 3000 mg L^{-1} Fe_2O_3 nanoparticles significantly increased root length. Increasing salinity stress reduced root length in both fenugreek populations; however, in the presence of 1000 mg L^{-1} Fe_2O_3 nanoparticles, root length increased with increasing salinity, which may contribute to water uptake under stress conditions. Increasing salinity stress, particularly at 225 mM NaCl, significantly increased proline content in both populations. At 225 mM NaCl, application of 1000 mg L^{-1} Fe_2O_3 nanoparticles significantly reduced proline content in the Mashhadi population. Overall, the results indicated that 1000 mg L^{-1} Fe_2O_3 nanoparticles could alleviate the adverse effects of salinity stress in both fenugreek populations by affecting morphological and physiological parameters. Given the important roles of iron in numerous metabolic processes in plants, its application at an appropriate concentration and in a suitable form may contribute to improving plant growth and increasing tolerance to stress conditions.

Keywords: Fe_2O_3 nanoparticles, Morphological parameters, Proline, Protein, Salinity stress.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد مالچ پلاستیکی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و کربوهیدرات‌های محلول موسیر (*Allium hirtifolium*) در شرایط کم‌آبیاری

میترا رحمانی[۱]، فرشاد دشتی[۱*] و احمد ارشادی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *fdashti@basu.ac.ir*

چکیده

موسیر (*Allium hirtifolium*) یکی از سبزی‌های خوراکی و دارویی بومی ایران است. بحران خشکسالی یکی از ناهنجاری‌های اقلیمی است که اثرات نامطلوبی بر گیاهان، جانوران، انسان و محیط‌های اکولوژیک دارد. این پژوهش با هدف بررسی اثر دور آبیاری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان کربوهیدرات موسیر تحت تأثیر دو نوع مالچ پلی‌اتیلن انجام شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمار اول، دور آبیاری در سه سطح شامل بدون آبیاری، آبیاری با فاصله ۷ روز و آبیاری با فاصله ۱۴ روز، به‌عنوان عامل اصلی و تیمار دوم، مالچ در سه سطح شامل شاهد یا بدون مالچ، مالچ پلی‌اتیلن سیاه و مالچ پلی‌اتیلن شفاف، به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که کاربرد مالچ سیاه از کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی جلوگیری کرد و در شرایط آبیاری هر ۱۴ روز یک‌بار و بدون آبیاری، در مقایسه با شاهد بدون مالچ، میزان این رنگیزه‌ها افزایش یافت. اعمال تیمار بدون آبیاری موجب افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول شد. به‌طور کلی، کاربرد مالچ سیاه با افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌تواند موجب بهبود فتوسنتز گیاهان موسیر در شرایط تنش خشکی شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، فتوسنتز، کلروفیل، کاروتنوئید، موسیر ایرانی.

مقدمه

موسیر (*Allium hirtifolium* Boiss.) یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی ایران است که رویشگاه اصلی آن کوه‌های زاگرس در غرب و مرکز ایران است. این گیاه از خانواده Alliaceae است. گونه‌های *Allium* مانند سیر و پیاز برای درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اثرات ضدمیکروبی، ضدقارچی، ضدتوموری و ضدکرم برای بسیاری از اعضای این جنس گزارش شده است (Vahdat et al., 2024). علاوه بر این، چندین نوع موسیر حاوی قندها و پلی‌ساکاریدهای نوع اینولین هستند که به‌عنوان یک پری‌بیوتیک مناسب با اثرات مفید بر سلامت انسان در نظر گرفته می‌شوند (Major et al., 2022).

تنش آبی با محدود کردن دسترسی و جذب آب توسط ریشه، بر فعالیت‌های متابولیکی و رشد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد (Takahashi et al., 2020). تنش آبی می‌تواند موجب بروز تغییرات مولکولی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی متعددی در گیاهان شود. تنش کم‌آبی با تغییر رنگ برگ‌ها و سپس پیری زودرس آن‌ها، موجب کاهش شاخص سطح برگ و در نهایت کاهش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌شود. تلاش برای یافتن راهکارهایی که بتوانند اثرات نامطلوب تنش کم‌آبی بر رشد و عملکرد گیاه را کاهش دهند، اهمیت زیادی دارد. یکی از این روش‌ها استفاده از مالچ یا خاک‌پوش است. کاربرد مالچ یکی از روش‌های زراعی است که با قرار دادن مواد آلی، معدنی یا مصنوعی در سطح خاک و در مجاورت گیاه، محیط مساعدتری برای رشد و نمو فراهم می‌کند (Dirirsa et al., 2021). مالچ با اهداف مختلفی از جمله صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش کارایی مصرف آب و افزایش عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین، مالچ با حفظ رطوبت خاک، افزایش فعالیت زیستی خاک و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن، می‌تواند موجب بهبود تولید محصول شود (Sarkar et al., 2019). بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی اثر مالچ‌های پلاستیکی سفید و سیاه بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان کربوهیدرات‌های محلول موسیر تحت تنش کم‌آبی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه و آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا در شهر همدان، به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. مالچ به‌عنوان عامل فرعی در سه سطح شامل شاهد یا بدون مالچ، مالچ پلی‌اتیلن سیاه و مالچ پلی‌اتیلن شفاف و دور آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل بدون آبیاری، آبیاری با فاصله ۷ روز و آبیاری با فاصله ۱۴ روز در نظر گرفته شدند. بر این اساس، ۲۷ کرت با ابعاد ۲/۱ × ۲ متر آماده شد که فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر ۱ متر و فاصله کرت‌های فرعی از یکدیگر ۵/۰ متر در نظر گرفته شد. پیازچه‌های موسیر با میانگین وزن ۹ گرم، در هر کرت در پنج ردیف با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و ۱۰ سانتی‌متر فاصله روی ردیف کاشته شدند.

کود پایه شامل ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات (۴۶ درصد فسفر) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم (۵۰ درصد پتاسیم) بود. برای تأمین نیتروژن، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیترات آمونیوم در دو مرحله با فاصله زمانی یک ماه استفاده شد. مالچ هم‌زمان با خروج برگ‌های گیاهان از خاک مورد استفاده قرار گرفت. حذف علف‌های هرز به‌منظور جلوگیری از رشد علف‌های هرز و رقابت آن‌ها با بوته‌های موسیر، به‌طور منظم در طول دوره رشد انجام شد؛ پس از نصب مالچ، این عملیات تنها در کرت‌های بدون مالچ انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری غلظت رنگیزه‌های مختلف، ۲/۰ گرم از بافت برگ‌های تازه، سالم و جوان توزین شد و در دمای خنک و نور بسیار کم، با ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در یک هاون چینی به‌خوبی له شد تا عصاره‌ای یکنواخت حاصل شود. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند) مدل Froilabo ، ساخت فرانسه .(محلول رویی عصاره در کووت ریخته شد و جذب نوری آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر) مدل Shimadzu ، ساخت ژاپن (در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر) حداکثر جذب کلروفیل(a ، ۶۴۵ نانومتر) حداکثر جذب کلروفیل (b و ۴۷۰ نانومتر (حداکثر جذب کاروتنوئیدها) و با استفاده از استون ۸۰ درصد به‌عنوان شاهد (بلانک) قرائت شد (Porra et al., 1989). غلظت کلروفیلa ، کلروفیلb ، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها با استفاده از فرمول‌های مربوطه و بر حسب میلی‌گرم در لیتر محاسبه شد.

برای تعیین میزان کربوهیدرات‌های محلول، ابتدا ۱/۰ گرم از برگ سالم و تازه به همراه ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درصد در هاون چینی له شد. سپس نمونه به لوله آزمایش منتقل و به مدت ۲ دقیقه به‌شدت تکان داده شد. در ادامه، نمونه‌ها به دو فاز جامد و مایع جداگانه تبدیل شدند. پس از سانتریفیوژ، ۱/۰ میلی‌لیتر از عصاره به‌دست‌آمده جدا و به ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون تازه تهیه‌شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا واکنش رنگی انجام شود. پس از خنک شدن نمونه‌ها، میزان جذب آن‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر) مدل Shimadzu ، ساخت ژاپن (قرائت و بر اساس نمودار استاندارد محاسبه شد (Paquin and Lechasseur, 1979) داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۴ (SAS Institute, Cary, NC, USA) مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که علاوه بر اثرات اصلی دور آبیاری و مالچ بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و کربوهیدرات‌ها، اثر متقابل این دو عامل نیز بر این صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تحت آبیاری هر ۷ روز یک‌بار و کاربرد مالچ سیاه، بیشترین مقادیر کلروفیلa ، کلروفیلb ، کلروفیل کل و کاروتنوئید مشاهده شد که به‌ترتیب در مقایسه با گیاهان رشدکرده تحت شرایط بدون آبیاری و بدون مالچ، ۶/۱۲۰، ۲/۲۸۸، ۱۸۴ و ۳/۹۳ درصد افزایش نشان دادند (جدول ۲).

کمبود آب موجب پیری زودهنگام گیاهان، تخریب کلروپلاست‌ها و کاهش میزان کلروفیل می‌شود (Doupis et al., 2013). کمبود آب بر محتوای کلروفیل و سازمان‌دهی ساختار کلروپلاست تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، کاهش محتوای آب در محیط ریشه می‌تواند به‌طور مستقیم از سنتز کلروفیل در برگ‌ها جلوگیری کند که در نهایت موجب کاهش سرعت فتوسنتز می‌شود(Rahmawati et al., 2021).

نتایج همچنین نشان داد که گیاهان موسیر تحت تأثیر شرایط بدون آبیاری و بدون مالچ، بیشترین مقدار کربوهیدرات‌های محلول را داشتند و کمترین مقدار آن مربوط به گیاهان رشدکرده تحت آبیاری ۱۴ روز یک‌بار و مالچ سیاه و همچنین آبیاری ۷ روز یک‌بار و بدون مالچ بود (جدول ۲). مالچ سیاه سبب تعدیل اثرات منفی تنش و حفظ مقدار کربوهیدرات محلول کل در سطح پایداری، حتی در شرایط تنش شدید، شد؛ به‌نحوی‌که استفاده از مالچ سیاه به‌عنوان تیماری کاهنده میزان کربوهیدرات‌ها در شرایط تنش توصیه می‌شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر مالچ بر صفات رنگیزه های فتوسنتزی و کربوهیدرات گیاهان موسیر تحت شرایط کم آبیاری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	کربوهیدرات محلول
بلوک	۲	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۲^{ns}	۱۲/۰۹^{ns}
دور آبیاری	۲	۰/۵۱۳**	۰/۲۰۸**	۱/۴۳۰**	۰/۰۲۷**	۶۶۹/۲۶**
مالچ	۲	۰/۶۹۶**	۰/۱۳۰**	۱/۶۷۰**	۰/۰۲۵**	۲۳۱/۱۶**
دور آبیاری × مالچ	۴	۰/۰۵۷**	۰/۰۰۷**	۰/۱۳۴**	۰/۰۰۴**	۸۲/۵۲**
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۵	۶/۷۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۱۹	۴/۷۴	۶/۴۱	۳/۸۳	۴/۹۶

** و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۱ درصد و عدم معنی داری

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مالچ و دور آبیاری بر میزان کربوهیدرات‌های محلول در گیاه موسیر.

اثر متقابل تیمارها	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کارتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
بدون آبیاری× بدون مالچ	۰/۶۳۸^{d}	۰/۱۷۷^{f}	۰/۷۵۴^{f}	۰/۱۵۸^{d}	۷۰/۹۲۰^{a}
بدون آبیاری× مالچ سیاه	۰/۶۹۰^{d}	۰/۲۷۶^{e}	۰/۸۸۵^{e}	۰/۱۵۲^{d}	۵۲/۲۷۰^{c}
بدون آبیاری× مالچ شفاف	۰/۲۵۳^{e}	۰/۱۰۵^{g}	۰/۴۰۷^{g}	۰/۰۸۴^{f}	۶۲/۹۹۵^{b}
آبیاری ۷ روز یک‌بار× بدون مالچ	۰/۸۵۲^{c}	۰/۴۱۵^{c}	۱/۲۵۵^{d}	۰/۲۱۳^{b}	۴۲/۸۹۵^{d}
آبیاری ۷ روز یک‌بار× مالچ سیاه	۱/۳۹۱^{a}	۰/۶۶۵^{a}	۲/۱۳۱^{a}	۰/۲۹۵^{a}	۴۱/۸۷۰^{d}
آبیاری ۷ روز یک‌بار× مالچ شفاف	۰/۷۰۸^{d}	۰/۳۶۳^{d}	۰/۹۶۳^{e}	۰/۲۱۱^{b}	۵۲/۲۷۰^{c}
آبیاری ۱۴ روز یک‌بار× بدون مالچ	۰/۷۳۷^{d}	۰/۴۰۵^{c}	۱/۱۲۴^{d}	۰/۱۷۶^{c}	۵۱/۱۲۰^{c}
آبیاری ۱۴ روز یک‌بار× مالچ سیاه	۱/۲۰۸^{b}	۰/۵۱۳^{b}	۱/۷۶۷^{b}	۰/۲۹۱^{a}	۴۵/۲۷۰^{d}
آبیاری ۱۴ روز یک‌بار× مالچ شفاف	۰/۶۸۳^{d}	۰/۲۷۳^{e}	۰/۸۶۶^{ef}	۰/۱۳۲^{e}	۵۱/۲۲۰^{c}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر تیمار و ترکیب تیماری از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر ندارند.

منابع

Dirirsa, G., Hordofa, T., Tezera, K., Tesfaye, A. and Wendimu, T. 2021. Response of onion (*Allium cepa* L.) to soil moisture stress conditions at different growth stages under semi-arid area of Ethiopia. Irrigation and Drainage Systems Engineering, 10(2): 2–4.

Doupis, G., Bertaki, M., Psarras, G., Kasapakis, I. and Chartzoulakis, K. 2013. Water relations, physiological behavior and antioxidant defence mechanism of olive plants subjected to different irrigation regimes. Scientia Horticulturae, 153: 150–156.

Major, N., Perković, J., Palčić, I., Bažon, I., Horvat, I., Ban, D. and Goreta Ban, S. 2022. The phytochemical and nutritional composition of shallot species (*Allium* × *cornutum*, *Allium* × *proliferum* and *A. cepa* Aggregatum) is genetically and environmentally dependent. Antioxidants, 11(8): 1547.

Paquin, R. and Lechasseur, P. 1979. Observations sur une méthode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. Canadian Journal of Botany, 57(18): 1851–1854.

Porra, R.J., Thompson, W.A. and Kriedemann, P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: Verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics, 975(3): 384–394.

Rahmawati, N., Mawarni, L. and Sari, N.U. 2021. Physiological character analysis of two shallot varieties at various watering frequencies. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 782(4): 042048. IOP Publishing.

Sarkar, M.D., Solaiman, A.H.M., Jahan, M.S., Rojoni, R.N., Kabir, K. and Hasanuzzaman, M. 2019. Soil parameters, onion growth, physiology, biochemical and mineral nutrient composition in response to colored polythene film mulches. Annals of Agricultural Sciences, 64(1): 63–70.

Takahashi, F., Kuromori, T., Urano, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. 2020. Drought stress responses and resistance in plants: From cellular responses to long-distance intercellular communication. Frontiers in Plant Science, 11: 556972.

Vahdat, F., Mehdizadeh, T., Kazemeini, H., Reale, A. and Kaboudari, A. 2024. Physicochemical, microbial, and sensory characteristics of yogurt with Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) and probiotic bacteria. Food Science & Nutrition, 12(5): 3653–3662.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of Plastic Mulch on Photosynthetic Pigments and Soluble Carbohydrates of Iranian Shallot (*Allium hirtifolium*) under Deficit Irrigation Conditions

Mitra Rahmani[1], Farshad Dashti[1*] and Ahmad Ershadi[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[*]*Corresponding author: fdashti@basu.ac.ir*

Abstract

Iranian shallot (*Allium hirtifolium*) is an edible and medicinal plant native to Iran. Drought is one of the major environmental stresses that adversely affects plant growth and physiological processes. This study aimed to investigate the effects of irrigation frequency and two types of polyethylene mulch on photosynthetic pigments and soluble carbohydrate content of Iranian shallot under deficit irrigation conditions. The experiment was conducted as a split-plot design based on a randomized complete block design with three replications. Irrigation frequency was considered as the main factor at three levels: no irrigation, irrigation at 7-day intervals, and irrigation at 14-day intervals. Mulch was considered as the subplot factor at three levels: no mulch (control), black polyethylene mulch, and transparent polyethylene mulch. The results showed that black polyethylene mulch prevented the reduction in photosynthetic pigments and increased their contents under 14-day irrigation intervals and no-irrigation conditions compared with the corresponding treatments without mulch. No irrigation increased the soluble carbohydrate content. Overall, the application of black polyethylene mulch increased photosynthetic pigment contents and may help maintain photosynthetic capacity in Iranian shallot plants under deficit irrigation conditions.

Keywords: Carotenoids, Chlorophyll, Drought stress, Iranian shallot, Photosynthesis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود شاخص‌های رشدی و رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت تنش خشکی با تیمار پرولین و آسکوربات

رویا کرمیان[1*] و فاطمه اسدزاده[1]
۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *karamian.roya@gmail.com*

چکیده

تنش خشکی با کاهش جذب آب و مواد غذایی، موجب کاهش تولید و آسیب به محصولات زراعی می‌شود. در پژوهش حاضر، اثر تیمارهای مجزای پرولین و آسکوربات بر شاخص‌های رشدی و محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ زعفران مزروعی تحت سطوح مختلف آبیاری شامل ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی بررسی شد. نتایج نشان داد که کاربرد پرولین در سطح آبیاری ۷۵ درصد موجب افزایش طول گیاه به میزان ۶۲/۳۶ درصد نسبت به شاهد شد. در تیمار پرولین و سطح آبیاری ۵۰ درصد، وزن تورژسانس برگ به میزان ۶/۵۱ درصد افزایش یافت. از سوی دیگر، تیمار آسکوربات در سطوح آبیاری ۷۵ و ۲۵ درصد، موجب افزایش محتوای آب برگ به‌ترتیب به میزان ۴۴/۳۴ و ۳۱/۳۵ درصد در مقایسه با شاهد شد. همچنین، کاربرد پرولین در سطح آبیاری ۲۵ درصد موجب افزایش محتوای کلروفیل a و b به‌ترتیب به میزان ۳۲/۴۳ و ۱۵/۳۴ درصد و افزایش محتوای کاروتنوئیدها به میزان ۲۲/۳۹ درصد نسبت به شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربات، پرولین، خشکی، زعفران.

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L.یکی از ارزشمندترین گیاهان دارویی جهان است و به همین دلیل «طلای سرخ» نامیده می‌شود. زعفران گونه‌ای علفی و چندساله و متعلق به تیره زنبق (Iridaceae) است که در ایران، هند، افغانستان، ایتالیا، فرانسه، ترکیه و برخی مناطق چین کشت می‌شود. زعفران در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف، از جمله گرفتگی عضلات، بیماری‌های قلبی‌عروقی و اختلالات عصبی، به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیبات شیمیایی پیکروکروسین، سافرانال و کروسین از مهم‌ترین ترکیبات زعفران هستند که به‌ترتیب در ایجاد طعم، عطر و رنگ زعفران نقش دارند (Mykhailenko et al., 2019).

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است و به‌عنوان یکی از عوامل اصلی بازدارنده رشد گیاه می‌تواند بر تنفس، فتوسنتز و حرکت روزنه‌ها تأثیر منفی بگذارد. گیاهان در پاسخ به تنش خشکی، مکانیسم‌های مختلفی از جمله تغییرات ریخت‌شناختی، تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با مقاومت به خشکی، سنتز هورمون‌ها و تولید مواد تنظیم‌کننده اسمزی را فعال می‌کنند (Yang et al., 2021).

پرولین یک اسیدآمینه مهم، تنظیم‌کننده اسمزی و آنتی‌اکسیدان است که با ایفای نقش در خنثی‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن(ROS)، در کاهش اثرات نامطلوب تنش‌های محیطی از جمله خشکی و بهبود رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهان نقش دارد. کاربرد خارجی پرولین در گل همیشه‌بهار تحت شرایط تنش، موجب افزایش رشد و کاهش آسیب اکسیداتیو ناشی از ROS شده است. همچنین، گزارش شده است که کاربرد پرولین تحت تنش‌های غیرزیستی می‌تواند با بهبود رشد ریشه، به افزایش توانایی گیاه برای مقابله با کمبود آب و عناصر غذایی کمک کند. در چغندرقند نیز کاربرد پرولین موجب بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی شده است (Ghaffari et al., 2021).

افزایش تحمل به خشکی در گیاهان با استفاده از اسید آسکوربیک می‌تواند کاربردهای قابل‌توجهی در کشاورزی داشته باشد. اسید آسکوربیک یک آنتی‌اکسیدان مهم است که از سلول‌های گیاهی در برابر عوامل اکسیدکننده محافظت می‌کند و در فرایندهایی مانند تقسیم

سلولی، تمایز، تنظیم اسمزی و فتوسنتز نقش دارد. گزارش‌هایی مبنی بر اثر مثبت آسکوربات در شرایط کم‌آبی بر افزایش سطح برگ، ارتفاع بوته، طول سنبله و وزن دانه در گیاه جو وجود دارد (Habibi, 2012).

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، بنه‌های زعفران مزروعی در گلدان‌های حاوی مخلوط خاک رس، شن و ماسه بادی با نسبت ۱:۱:۱ کشت و در گلخانه تحقیقاتی، در دمای ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و تحت فتوپریود طبیعی نگهداری شدند. تیمار پرولین (Pro) با غلظت ۱۰۰ ppm و آسکوربات (Asc) با غلظت ۲۰۰ppm ، به‌صورت پرایمینگ بنه‌ها، به مدت ۱۲ ساعت پیش از کاشت در گلدان و آبیاری اولیه آن‌ها اعمال شدند. در هفته چهارم، سطوح مختلف تنش خشکی شامل ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی اعمال و هم‌زمان تیمارهای پرولین و آسکوربات مجدداً به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌های زعفران اعمال شدند.

برای ارزیابی شاخص‌های رشدی، سه گیاه از هر گلدان به‌طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری‌های مربوطه انجام شد. برای سنجش محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدها از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد. سپس جذب عصاره‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visibleمدل PerkinElmer قرائت شد.

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد و داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ارزیابی شاخص‌های رشدی

با کاهش سطح آبیاری، وزن گیاه در هر سه سطح آبیاری در مقایسه با شاهد کاهش یافت؛ به‌طوری‌که وزن گیاه در سطوح ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد آبیاری به‌ترتیب ۵۷/۷، ۳۸/۷ و ۱۱/۸ گرم بود. طول برگ نیز در سطح آبیاری ۷۵ درصد بیشترین مقدار را با ۶۳/۳۶ سانتی‌متر نشان داد و با افزایش شدت تنش خشکی کاهش یافت. از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری در وزن تورژسانس برگ بین سطوح مختلف آبیاری مشاهده نشد. افزایش شدت تنش خشکی نیز تغییرات اندکی در میزان آب برگ ایجاد کرد.

تیمار پرولین در سطح آبیاری ۷۵ درصد موجب افزایش قابل‌توجه طول برگ به ۵۸/۳۹ سانتی‌متر، وزن گیاه به ۰۱/۷ گرم، وزن تورژسانس برگ به ۷۱/۰ گرم و محتوای آب برگ به ۶۴/۷۷ درصد شد. در سطح آبیاری ۵۰ درصد، کاربرد پرولین موجب افزایش محتوای آب برگ و بهبود وزن تورژسانس شد، اما تأثیر آن در مقایسه با سطح آبیاری ۷۵ درصد کمتر بود. در سطح آبیاری ۲۵ درصد نیز اثر پرولین کاهش یافت.

کاربرد آسکوربات در سطح آبیاری ۷۵ درصد موجب افزایش قابل‌توجه محتوای آب برگ، وزن گیاه، طول برگ و وزن تورژسانس به‌ترتیب به ۰۶/۱۰۰ درصد، ۵۴/۷ گرم، ۰۵/۳۷ سانتی‌متر و ۵۶/۰ گرم شد. با کاهش سطح آبیاری به ۵۰ درصد، تأثیر آسکوربات بر محتوای آب برگ کاهش یافت و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در سطح آبیاری ۲۵ درصد، تیمار آسکوربات تأثیر قابل‌توجهی بر محتوای آب برگ داشت و این صفت به ۵۸/۱۰۵ درصد افزایش یافت.

به‌طور کلی، پرولین در سطح آبیاری ۷۵ درصد تأثیر بیشتری بر طول برگ و وزن تورژسانس داشت، درحالی‌که با کاهش سطح آبیاری، اثر آن کاهش یافت. در مقابل، آسکوربات، به‌ویژه در سطح آبیاری ۲۵ درصد، اثرات مثبتی بر حفظ آب برگ نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر پرولین و آسکوربات بر شاخص‌های رشدی برگ زعفران مزروعی تحت تنش خشکی.

تیمار	وزن گیاه (g)	طول برگ (cm)	وزن تورژسانس (g)	آب برگ (٪)
سطح آبیاری (درصد)				
۷۵	۷/۵۷ a	۳۶/۶۳ a	۰/۵۹ a	۶۳/۱۳ a
۵۰	۷/۳۸ a	۳۴/۴۲ a	۰/۵۱ a	۶۵/۹۸ a

۲۵	۸/۱۱ a	۳۴/۵۴ a	۰/۵۳ a	۶۱/۳۰ a
پرولین (ppm)				
۰	۸/۱۴ a	۳۳/۶۱ a	۰/۵۰ a	۹۲/۵۲ a
۱۰۰	۷/۲۴ a	۳۶/۷۸ a	۰/۵۹ a	۸۹/۶۴ a
آسکوربات (ppm)				
۰	۷/۹۸ a	۳۴/۹۴ a	۰/۵۵ a	۸۴/۱۶ a
۲۰۰	۷/۴۰ a	۳۵/۴۴ a	۰/۵۴ b	۹۸/۰۰ a
سطح آبیاری × پرولین				
۷۵ درصد × ۰	۸/۱۲ ab	۳۳/۶۷ ab	۰/۴۷ b	۹۱/۷۰ a
۷۵ درصد × ۱۰۰	۷/۰۱ b	۳۹/۵۸ a	۰/۷۱ a	۷۷/۶۴ a
۵۰ درصد × ۰	۶/۸۶ b	۳۲/۰۰ b	۰/۴۸ b	۸۹/۸۲ a
۵۰ درصد × ۱۰۰	۷/۸۹ ab	۳۶/۸۳ ab	۰/۵۵ b	۱۰۱/۳۸ a
۲۵ درصد × ۰	۹/۴۳ a	۳۵/۱۷ ab	۰/۵۴ b	۹۶/۰۴ a
۲۵ درصد × ۱۰۰	۶/۸۰ b	۳۳/۹۲ ab	۰/۵۲ b	۸۹/۹۲ a
سطح آبیاری × آسکوربات				
۷۵ درصد × ۰	۷/۶۰ a	۳۶/۱۷ a	۰/۶۲ a	۶۹/۲۸ c
۷۵ درصد × ۲۰۰	۷/۵۴ a	۳۷/۰۸ a	۰/۵۶ ab	۱۰۰/۰۶ ab
۵۰ درصد × ۰	۸/۱۳ a	۳۳/۸۳ a	۰/۴۵ b	۱۰۲/۸۳ ab
۵۰ درصد × ۲۰۰	۶/۶۲ a	۳۵/۰۰ a	۰/۵۷ ab	۸۸/۳۷ abc
۲۵ درصد × ۰	۸/۲۰ a	۳۴/۸۳ a	۰/۵۸ ab	۸۰/۳۸ bc
۲۵ درصد × ۲۰۰	۸/۰۳ a	۳۴/۲۵ a	۰/۴۸ ab	۱۰۵/۵۸ a

در هر گروه تیماری، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

پارامترهای رشدی گیاه زعفران مزروعی از جمله وزن‌تر، وزن‌خشک، ارتفاع ساقه و محتوای نسبی آب، متناسب با شدت تنش آبیاری اعمال شده کاهش می‌یابد (Mzabri et al., 2021). پرولین می‌تواند با تنظیم بیان ژن‌های پاسخ‌دهنده به تنش و تاثیر بر مسیر علامت‌رسانی هورمون‌های اسیدآبسیزیک و جاسمونات، بر تنظیم جذب یون Na^+ در گیاهان اثر بگذارد (Sofy et al., 2020). همچنین آسکوربات سبب سازگاری و افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش‌های محیطی می‌شود (Metwally et al., 2003).

ارزیابی رنگیزه‌های فتوسنتزی: نتایج نشان داد که تنش خشکی اثر چندانی بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه زعفران نداشت، هرچند محتوای کاروتنوئیدها کاهش یافت، به طوری‌که در سطح ۷۵ درصد آبیاری، محتوای کاروتنوئیدها ۴/۹۶ $mg.g^{-1}$ FW بود و در سطح ۲۵ درصد آبیاری به میزان ۴/۵۵ کاهش یافت. تیمار پرولین و آسکوربات سبب کاهش محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها درسطوح مختلف آبیاری شد، ولی در سطح ۷۵ درصد آبیاری و تیمار پرولین، محتوای کاروتنوئیدها به میزان ۶/۰۳ درصد نسبت به شاهد افزایش و به ۵/۱۰ $mg.g^{-1}$ FW رسید. با افزایش میزان خشکی و تیمار آسکوربات، محتوای کاروتنوئیدها نسبت به شاهد کاهش یافت و تنها در سطح آبیاری ۷۵ درصد و تیمار پرولین، محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی افزایش یافت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پرولین و آسکوربات بر محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید در گیاه زعفران مزروعی تحت تنش خشکی بر حسب $mg.g^{-1}$ FW.

تیمار	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید
سطح آبیاری (درصد)				
۷۵	۰/۳۰ a	۰/۳۲ a	۰/۶۲ a	۴/۹۶ a
۵۰	۰/۳۰ a	۰/۳۳ a	۰/۶۳ a	۴/۶۷ a
۲۵	۰/۳۱ a	۰/۳۴ a	۰/۶۵ a	۴/۵۵ a
پرولین (ppm)				

۰	۰/۳۱ a	۰/۳۴ a	۰/۶۵ a	۴/۹۶ a
۱۰۰	۰/۳۰ a	۰/۳۲ a	۰/۶۲ a	۴/۵۰ a
آسکوربات (ppm)				
۰	۰/۳۲ a	۰/۳۴ a	۰/۶۶ a	۴/۹۹ a
۲۰۰	۰/۲۹ a	۰/۳۲ a	۰/۶۱ a	۴/۴۶ a
سطح آبیاری × پرولین				
۷۵ درصد × ۰	۰/۲۹ ab	۰/۳۲ ab	۰/۶۱ ab	۴/۸۱ a
۷۵ درصد × ۱۰۰	۰/۳۱ ab	۰/۳۳ ab	۰/۶۴ ab	۵/۱۰ a
۵۰ درصد × ۰	۰/۲۷ b	۰/۲۹ b	۰/۵۶ b	۴/۴۱ ab
۵۰ درصد × ۱۰۰	۰/۳۴ ab	۰/۳۷ ab	۰/۷۱ ab	۴/۹۴ a
۲۵ درصد × ۰	۰/۳۷ a	۰/۴۱ a	۰/۷۸ a	۵/۶۶ a
۲۵ درصد × ۱۰۰	۰/۲۵ b	۰/۲۷ b	۰/۵۲ b	۳/۴۴ b
سطح آبیاری×آسکوربات				
۷۵ درصد × ۰	۰/۳۱ a	۰/۳۳ a	۰/۶۴ a	۵/۰۵ a
۷۵ درصد × ۲۰۰	۰/۲۹ a	۰/۳۲ a	۰/۶۰ a	۴/۸۷ a
۵۰ درصد × ۰	۰/۳۴ a	۰/۳۷ a	۰/۷۲ a	۵/۱۹ a
۵۰ درصد × ۲۰۰	۰/۲۶ a	۰/۲۹ a	۰/۵۵ a	۴/۱۶ a
۲۵ درصد × ۰	۰/۳۰ a	۰/۳۲ a	۰/۶۲ a	۴/۷۵ a
۲۵ درصد × ۲۰۰	۰/۳۳ a	۰/۳۶ a	۰/۶۸ a	۴/۳۶ a

در هر ستون و گروه تیماری، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

در گیاه زعفران مزروعی محتوای کلروفیل کل و عملکرد فتوسیستم II با افزایش تنش خشکی، کاهش می‌یابد (Mzabri et al., 2021). در شرایط تنش خشکی، کاربرد خارجی پرولین بر گیاه سیب زمینی به طور قابل توجهی محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدها را نسبت به گیاهان تیمار نشده افزایش داد (Mohamed et al., 2024). نتایج مطالعات نشان داده‌است که با محلول‌پاشی آسکوربات در گیاه باقلا محتوای کلروفیل افزایش می‌یابد (Al-Rubaiee., 2024).

منابع

Al-Rubaiee, F.A.A. 2024. Comparing the influence of yeast extract and ascorbic acid on improving faba bean (*Vicia faba* L.) growth, yield, and quality traits. Central Asian Journal of Medical and Natural Science, 5(1): 657–666.

Ghaffari, H., Tadayon, M.R., Bahador, M. and Razmjoo, J. 2021. Investigation of the proline role in controlling traits related to sugar and root yield of sugar beet under water deficit conditions. Agricultural Water Management, 243: 106448.

Habibi, G. 2012. Exogenous salicylic acid alleviates oxidative damage of barley plants under drought stress. Acta Biologica Szegediensis, 56(1): 57–63.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. Journal of Plant Physiology, 131(1–2): 101–110.

Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiology, 132(1): 272–281.

Mohammed, H.S., Abdel-Salam, M., Hanfy, A., Diab, M.R., Ahmed, N.E. and Metry, E.A. 2024. Isolation of proline-rich protein gene from potato under drought stress. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences, 32(1): 63–73.

Mykhailenko, O., Kovalyov, V., Goryacha, O., Ivanauskas, L. and Georgiyants, V. 2019. Biologically active compounds and pharmacological activities of species of the genus *Crocus*: A review. Phytochemistry, 162: 56–89.

Mzabri, I., Charif, K., Rimani, M., Kouddane, N., Boukroute, A. and Berrichi, A. 2021. History, biology, and culture of *Crocus sativus*: Overview and perspectives. Arabian Journal of Chemical and Environmental Research, 8(1): 1–28.

Sofy, M.R., Elhawat, N. and Alshaal, T. 2020. Glycine betaine counters salinity stress by maintaining high K^+/Na^+ ratio and antioxidant defense via limiting Na^+ uptake in common bean. Ecotoxicology and Environmental Safety, 200: 110732.

Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z. and Chen, S. 2021. Response mechanism of plants to drought stress. Horticulturae, 7(3): 50.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Improving the growth indices and photosynthetic pigments of the saffron leaves (*Crocus sativus* L.) under drought stress with proline and ascorbate

Roya Karamian[1*] and Fatemeh Asadzadeh[1]
1. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[*]*Corresponding author: karamian.roya@gmail.com*

Abstract

Drought stress undoubtedly by reducing nutrient uptake in plants leads to decrease in plant production and consequently damage to crops. This study examined the effects of separate treatments of proline and ascorbate on physiological indices of saffron (*Crocus sativus* L.) leaves under different irrigation stress levels of 25%, 50%, and 75% of the field capacity. The results showed that the use of proline treatment at the 75% irrigation level increased plant height by 36.62% compared to the control. Proline treatment at the 50% irrigation level led to a 6.51% increase in leaf turgor weight. On the other hand, ascorbate treatment at the 75% and 25% irrigation levels increased leaf water content by 34.44% and 35.31%, respectively, compared to the control. In terms of physiological indices, the use of proline at the 25% irrigation level increased chlorophyll a and b content by 43.32% and 34.15%, respectively, compared to the control. Furthermore, the application of proline at the 25% irrigation level increased carotenoid levels by 39.22%.

Keywords: Ascorbate, Drought, Proline, Saffron.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی اثر میان‌پایه بر القای دیرگل‌دهی در ارقام تجاری بادام

مسعود عابدیان چرمهینی[۱*]، بهروز شیران[۱]، سیدحبیب‌الله نوربخش[۲]، محمدامین فتح‌اللهی دهکردی[۱] و عبدالرحمان محمدخانی[۳]

۱- گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- شرکت باغبان زاینده‌رود، شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *abedian.masoud@yahoo.com*

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر میان‌پایه‌های دیرگل بر زمان گل‌دهی ارقام تجاری بادام انجام شد. پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، طی چهار سال از فروردین ۱۴۰۰ تا فروردین ۱۴۰۴، در باغ تحقیقاتی شرکت باغبان زاینده‌رود، شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری، ایران، انجام شد. دو رقم تجاری بادام، مامایی و سفید، با پیوند بر روی سه میان‌پایه شامل شاهرود ۷، شاهرود ۱۲ و عربیکا (*Prunus arabica*) و دو پایه GN15 و GF677 مورد ارزیابی قرار گرفتند. ترکیبات پایه-میان‌پایه-پیوندک و ترکیبات پایه-پیوندک از نظر میزان دیرگل‌دهی طی دو سال متوالی، در اسفند سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳، ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که ترکیبات-GN15 عربیکا-مامایی و-GN15 شاهرود ۷-مامایی، به‌ترتیب با میانگین دیرگل‌دهی ۵۵/۰±۷۸/۱۹ و ۴۷/۰±۸۴/۱۸ روز، بیشترین میزان تأخیر در زمان گل‌دهی را نسبت به ترکیب-GN15 مامایی و سایر ترکیبات پایه-میان‌پایه-پیوندک در دو سال مورد ارزیابی نشان دادند. در مقابل، ترکیب-GF677 عربیکا-سفید با میانگین دیرگل‌دهی ۴۶/۰±۱۳/۶ روز، کمترین تأخیر در زمان گل‌دهی را نشان داد و به‌عنوان زودگل‌ترین ترکیب شناسایی شد. در رقم سفید، میان‌پایه شاهرود ۷ در ترکیب با پایهGF677 ، بیشترین میزان تأخیر در گل‌دهی را با میانگین ۳۷/۰±۳۷/۱۴ روز نسبت به ترکیب-GF677 سفید، به‌عنوان شاهد، با میانگین ۵۴/۰±۶۵/۵ روز و سایر ترکیبات پایه-میان‌پایه-پیوندک رقم سفید نشان داد. میان‌پایه شاهرود ۱۲ در این مطالعه، در ترکیب با هر دو پایه، تأثیر معناداری بر تغییر زمان گل‌دهی ارقام نشان نداد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که میان‌پایه‌های عربیکا و شاهرود ۷ در ترکیب با پایه GN15 و رقم مامایی، حدود ۵ روز تأخیر در گل‌دهی نسبت به شاهد ایجاد کردند. همچنین، در رقم سفید، میان‌پایه شاهرود ۷ در ترکیب با پایهGF677 ، بیشترین میانگین تأخیر در گل‌دهی، حدود ۹ روز نسبت به شاهد، را نشان داد. بر اساس این نتایج، میان‌پایه شاهرود ۷ در هر دو رقم موجب تأخیر معنادار در گل‌دهی شد و می‌تواند در مناطقی که خطر سرمازدگی دیررس بهاره وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بادام، دیرگل‌دهی، عربیکا، میان‌پایه، شاهرود ۷.

مقدمه

درختان میوه مناطق معتدله غالباً در معرض یخبندان‌های زمستانه و به‌ویژه سرمازدگی‌های دیررس بهاره قرار دارند؛ پدیده‌ای که می‌تواند خسارت‌های اقتصادی سنگینی به باغداران وارد کند (Demirsoy et al., 2022). در میان این درختان، بادام به‌عنوان یکی از زودگل‌ترین گونه‌ها، حساسیت بالایی به سرمای دیررس بهاره دارد و به همین دلیل بیش از بسیاری از درختان میوه در معرض خطر سرمازدگی قرار می‌گیرد(Kester et al., 1990). بررسی‌ها نشان داده است که ارقام دیرگل نسبت به سرمای بهاره مقاومت بیشتری دارند و در نتیجه آسیب‌پذیری کمتری در برابر سرمازدگی نشان می‌دهند (Dumanoglu et al., 2019). ازاین‌رو، تأخیر در زمان شکوفه‌دهی به‌عنوان یکی از صفات مهم در افزایش پایداری عملکرد بادام مطرح است (Calle et al., 2025).

یکی از رویکردهای نوین برای مدیریت زمان گل‌دهی، استفاده از میان‌پایه‌ها است. میان‌پایه بخشی از ساقه گیاه است که بین پایه و پیوندک قرار می‌گیرد و می‌تواند ویژگی‌های فیزیولوژیک و فنولوژیک پیوندک، از جمله زمان گل‌دهی، را تحت تأثیر قرار دهد. بر این اساس، استفاده از میان‌پایه‌های دیرگل می‌تواند به‌عنوان راهکاری بالقوه برای به‌تأخیر انداختن زمان شکوفایی در ارقام تجاری بادام مورد توجه قرار

گیرد. هدف نهایی این تحقیق، شناسایی ترکیبات پایه-میان‌پایه-پیوندک مؤثر در به‌تأخیر انداختن زمان شکوفه‌دهی و در نتیجه کاهش احتمال بروز خسارت‌های ناشی از سرمای دیررس بهاره در ارقام تجاری بادام است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی چهار سال در باغ تحقیقاتی شرکت باغبان زاینده‌رود، شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری، اجرا شد. آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب با سه عامل شامل پایه، میان‌پایه و پیوندک، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و تحت شرایط محیطی یکسان طراحی شد. در این مطالعه، دو رقم تجاری مهم استان چهارمحال و بختیاری، یعنی رقم «سفید» (زودگل) و رقم «مامایی» (متوسط تا دیرگل)، استفاده شدند که هر دو از اهمیت ویژه‌ای در باغداری منطقه برخوردارند.

برای این منظور، دو پایه رویشی GN15 و GF677 که در فروردین ۱۴۰۰ کشت شده بودند، مورد استفاده قرار گرفتند. پیوندک‌های دو رقم تجاری مامایی و سفید نیز از پیش بر روی سه میان‌پایه شامل شاهرود ۷، شاهرود ۱۲ و عربیکا، به روش پیوند اسکنه در آزمایشگاه، پیوند شده و به‌منظور جلوگیری از خشک شدن، مجموعه میان‌پایه-پیوندک با پارافین پوشش داده شد .(Mosleh and Mousavi, 2024) سپس این ترکیبات با استفاده از روش پیوند اسکنه بر روی پایه‌ها پیوند شدند (شکل ۱). ترکیبات پایه-پیوندک بدون میان‌پایه نیز به‌عنوان شاهد آزمایش برای مقایسه تیمارها مورد استفاده قرار گرفتند.

از سال سوم، ارزیابی صفت دیرگل‌دهی درختان طی دو سال زراعی، در اسفند سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳، انجام گرفت. در این ارزیابی، زمان گل‌دهی بر اساس سه شاخص شامل ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد گل‌دهی ثبت شد. ترکیب زودگل‌ترین تیمار در زمان ۱۰ درصد گل‌دهی به‌عنوان زمان صفر در نظر گرفته شد و سایر ترکیبات نسبت به آن سنجیده شدند. میانگین اختلاف روزها در مراحل ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد گل‌دهی به‌عنوان شاخص دیرگل‌دهی محاسبه شد و ترکیبات دارای بالاترین و پایین‌ترین مقدار، به‌ترتیب به‌عنوان دیرگل‌ترین و زودگل‌ترین ترکیب معرفی شدند. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ($P < 0.05$) و با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای SAS 9.4و Excel انجام شد.

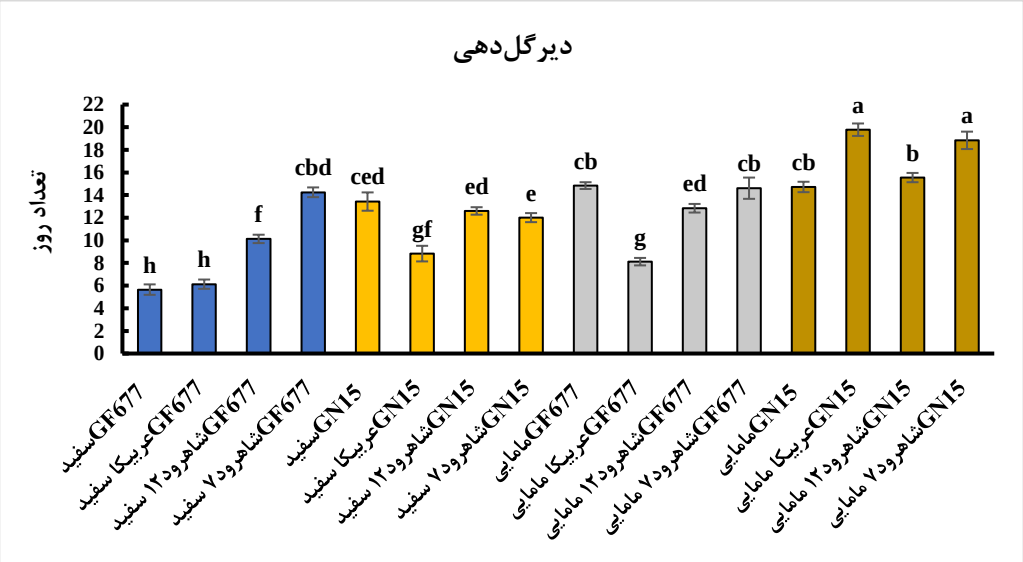


شکل ۱- مراحل پیوند اسکنه برای ایجاد ترکیب‌های پایه-میان‌پایه-

نتایج و بحث

بررسی تأثیر میان‌پایه‌ها بر القای دیرگل‌دهی در ارقام تجاری بادام طی دو سال زراعی نشان داد که واکنش پایه-میان‌پایه-پیوندک‌ها به‌طور قابل‌توجهی متفاوت است. نتایج حاصل از ترکیب‌های پیوندی نشان داد که میان‌پایه‌ها بسته به رقم پیوندک و نوع پایه می‌توانند اثرات متفاوتی بر زمان گل‌دهی داشته باشند. در رقم سفید، استفاده از میان‌پایه عربیکا در ترکیب با پایه GF677 هیچ تفاوتی نسبت به شاهد ایجاد نکرد و به‌عنوان زودگل‌ده‌ترین ترکیب شناسایی شد. در مقابل، میان‌پایه شاهرود ۷ در همین پایه موجب تأخیر معنادار در گل‌دهی رقم سفید گردید. میان‌پایه شاهرود ۱۲ نیز در ترکیب با GF677 تنها تأخیر متوسطی القا کرد و در ترکیب با GN15 عملاً کارایی نداشت. در ترکیب با

پایه GN15 ، تمامی میان‌پایه‌ها نه تنها موجب تأخیر نشدند بلکه گل‌دهی زودتر از شاهد را القا کردند. در رقم مامایی، میان‌پایه‌ها در ترکیب با پایه GF677 کارایی لازم را نداشتند و حتی عربیکا و شاهرود ۱۲ موجب زودگل‌دهی شدند. اما در ترکیب با پایه GN15 ، اثرات بارزتری مشاهده شد؛ به‌طوری که ترکیبGN15 –عربیکا–مامایی با میانگین ۱۹.۸۷ روز به‌عنوان دیرگل‌ده‌ترین ترکیب شناخته شد. پس از آن، GN15–شاهرود ۷–مامایی نیز با میانگین ۱۸.۸۴ روز عملکرد مناسبی در ایجاد تأخیر نشان داد (شکل ۲). این نتایج بیانگر آن است که اثر میان‌پایه‌ها به‌شدت به نوع پایه و پیوندک وابسته است. این یافته‌ها با مطالعات اخیر همسو هستند که نشان می‌دهند تأثیر میان‌پایه‌ها بر گل‌دهی صرفاً ناشی از سازوکارهای فیزیولوژیک نیست، بلکه از برهم‌کنش‌های ژنتیکی میان پیوندک و پایه نیز نشأت می‌گیرد (Montesinos et al., 2024). از منظر کاربردی، میان‌پایه‌های شاهرود ۷ و عربیکا در شرایط خاص می‌توانند به‌عنوان ابزار اصلاحی مؤثر برای مدیریت خطر سرمای دیررس بهاره معرفی شوند. به‌ویژه میان‌پایه عربیکا در ترکیب با پایه GN15 و رقم مامایی بیشترین تأثیر را در ایجاد تأخیر نشان داد، در حالی‌که همین میان‌پایه در رقم سفید یا در ترکیب با پایه GF677 حتی موجب زودگل‌دهی شد. این تفاوت عملکرد تأکید می‌کند که انتخاب میان‌پایه باید بر اساس نوع پایه و رقم پیوندک و نیز شرایط اقلیمی منطقه صورت گیرد. به‌طور کلی، نتایج این مطالعه بیانگر آن است که استفاده از میان‌پایه می‌تواند رویکردی کارآمد برای تعدیل زمان گل‌دهی در ارقام تجاری بادام باشد، هرچند اثر آن کاملاً به برهم‌کنش ژنتیکی و فیزیولوژیکی بین پایه، میان‌پایه و پیوندک بستگی دارد. از این رو، شناسایی ترکیب‌های مناسب می‌تواند به‌طور مؤثری از خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره جلوگیری کرده و پایداری تولید بادام را در مناطق مستعد سرمازدگی دیررس بهاره ارتقا بخشد.



شکل ۲– مقایسه ترکیبات مختلف پایه–میان‌پایه–پیوندک با ترکیب پایه–پیوندک بدون میان‌پایه (به عنوان شاهد) از نظر میانگین صفت دیرگل‌دهی در دو سال زراعی (ستون‌هایی که دارای حروف بالانویس یکسان هستند، اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند.

منابع

Calle, A., Barba, P.G., Torguet, L., Giné-Bordonaba, J., Reig, G. and Miarnau, X. 2025. Understanding flower frost tolerance in almond (*Prunus dulcis*): The role of phenology, cultivar and sugars content. Journal of Agronomy and Crop Science, 211: e70090.

Demirsoy, H., Demirsoy, L. and Lang, G.A. 2022. Research on spring frost damage in cherries. Horticultural Science, 49: 89–94.

Dumanoglu, H., Erdogan, V., Kesik, A., Dost, S.E., Delialioglu, A.R., Kocabas, Z., Ernim, C., Macit, T. and Bakir, M. 2019. Spring late frost resistance of selected wild apricot genotypes (*Prunus armeniaca* L.) from Cappadocia region, Turkey. Scientia Horticulturae, 246: 347–353.

Kester, D.E., Gradziel, T.M. and Grasselly, C. 1990. Almond. In: Moore, J.N. and Ballington, J.R. Jr. (eds.), Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. Acta Horticulturae, 290: 699–758.

Montesinos, Á., Grimplet, J., Thorp, G. and Rubio-Cabetas, M.J. 2024. Developing a phenotyping protocol to describe almond tree architecture traits influenced by rootstock genotype in commercial cultivars. Acta Horticulturae, 1406: 35–42.

Mosleh, Z. and Mousavi, A. 2024. Evaluating climatic suitability for various almond cultivars under rainfed conditions in semiarid regions of Iran. DESERT, 29(2).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Assessment of the Influence of Interstocks on Delaying Flowering in Commercial Almond Cultivars

Masoud Abedian-Chermahini[1*], Behrouz Shiran[1], Habibollah Nourbakhsh[2], Mohammadamin Fathollahi Dehkordi[1] and Abdolrahman Mohammadkhani[3]

1. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Baghban-e-Zayandeh-Rood Company, Saman County, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran
3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

[*]*Corresponding author: abedian.masoud@yahoo.com*

Abstract

This study evaluated the effect of interstocks on flowering time in two commercial almond cultivars, Mamaee and Sefid. The experiment was conducted as a factorial design with three replications over four years (April 2021 to April 2025) at the Baghban-e-Zayandeh-Rood research orchard in Saman County, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. The Mamaee and Sefid cultivars were grafted onto three interstocks, Shahrud 7, Shahrud 12, and Arabica (*Prunus arabica*), in combination with two rootstocks, GN15 and GF677. Flowering time of different rootstock-interstock-scion combinations was compared with the corresponding rootstock-scion controls in late February 2023 and 2024. The GN15-Arabica-Mamaee and GN15-Shahrud 7-Mamaee combinations showed the greatest delay in flowering, with mean delays of 19.87 ± 0.55 and 18.84 ± 0.47 days, respectively. In contrast, the GF677-Arabica-Sefid combination showed the smallest delay in flowering (6.13 ± 0.46 days) and was identified as the earliest-flowering combination. In the Sefid cultivar, the Shahrud 7 interstock on GF677 resulted in the greatest flowering delay (14.37 ± 0.37 days) compared with the GF677-Sefid control (5.65 ± 0.54 days). Shahrud 12 had no significant effect on flowering time in either cultivar. These results indicate that the Arabica and Shahrud 7 interstocks delayed flowering in the Mamaee cultivar grafted onto GN15, while Shahrud 7 delayed flowering in the Sefid cultivar grafted onto GF677. The use of suitable interstocks may therefore provide an approach for modifying flowering time and reducing the risk of late spring frost damage in almond orchards.

Keywords: Almond, Arabica, Interstock, Late flowering, Shahrud 7.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی گوجه‌فرنگی پیوندشده روی پایه‌های تلقیح‌شده با قارچ *Piriformospora indica* تحت تنش شوری

مهتاب شوکتی[۱]، فرزاد رسولی[۱*]، مشهید هناره[۲]، محمدباقر حسن‌پور اقدم[۱]، نازیلا واثقی خواجه[۱] و آرزو آجودانی[۱]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۲- بخش تحقیقات علم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

*نویسنده مسئول: *farrasoli@gmail.com*

چکیده

با تغییر شرایط اقلیمی و شور شدن تدریجی منابع آب و خاک، آینده کشاورزی در بسیاری از مناطق جهان با محدودیت مواجه شده است. استفاده از پیوند و همچنین کاربرد قارچ‌های همزیست و اندوفیت، به‌منظور کاهش اثرات مخرب تنش‌های غیرزیستی، می‌تواند راهکاری مؤثر باشد. پیوند ارقام پرمحصول اما حساس به شوری گوجه‌فرنگی روی پایه‌های مختلف، راهبردی پایدار برای مقابله با تنش شوری محسوب می‌شود. بر همین اساس، این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی طراحی شد. در این آزمایش، پاسخ گوجه‌فرنگی رقم سوپرچیف (Super Chief) پیوندشده روی سه پایه اصلاح‌شده به‌عنوان عامل اول، تلقیح با قارچ *Piriformospora indica* و عدم تلقیح به‌عنوان عامل دوم و تنش شوری در دو سطح صفر و ۵۰ میلی‌مولار NaCl به‌عنوان عامل سوم، در سه تکرار ارزیابی شد. نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار رنگیزه‌های فتوسنتزی، از جمله کلروفیل b و کاروتنوئیدها، در رقم سوپرچیف شد؛ درحالی‌که تلقیح با قارچ *P. indica* این اثرات را در گیاهان پیوندشده روی پایه ۱۶۱۶ به‌طور معنی‌داری تعدیل کرد. همچنین، میزان کلروفیل a در گیاهان پیوندشده روی پایه IR0SR3 در شرایط بدون تلقیح، تحت تنش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت؛ درحالی‌که کاربرد قارچ *P. indica* این کاهش را در گیاهان پیوندشده روی پایه ۱۶۱۶ تعدیل کرد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که تنش شوری موجب افزایش محتوای فنول و فلاونوئیدها در گیاهان پیوندشده روی پایه ۱۶۱۶ در شرایط بدون تلقیح شد؛ درحالی‌که در شرایط بدون تلقیح، تنش شوری موجب کاهش این ترکیبات در رقم سوپرچیف و گیاهان پیوندشده روی پایه IR0SR3 شد. براساس نتایج این پژوهش، می‌توان بیان کرد که تلقیح با قارچ *P. indica* و استفاده از پایه‌های مقاوم می‌تواند اثرات نامطلوب تنش شوری را تعدیل کند. با انجام پژوهش‌های بیشتر و بررسی دقیق‌تر، کاربرد قارچ *P. indica* و پیوند می‌تواند به‌عنوان یکی از روش‌های کاربردی برای افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی به تولیدکنندگان و کشاورزان پیشنهاد شود.

واژه‌های کلیدی: تنش غیرزیستی، پیوند، فلاونوئید، همزیستی.

مقدمه

شوری یکی از تهدیدهای اصلی برای کشاورزی پایدار است که در سطح جهانی، با ایجاد اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی، موجب کاهش تولید گیاهان می‌شود. شدت اثر تنش شوری بر گیاهان به غلظت نمک، مدت‌زمان قرار گرفتن در معرض آن، ژنوتیپ گیاه و عوامل محیطی بستگی دارد(Sytar et al., 2017). قابل ذکر است که *Piriformospora indica*، یک اندوفیت ریشه‌ای سازگار با طیف وسیعی از شرایط محیطی است که ویژگی‌هایی مشابه قارچ‌های میکوریزا نشان می‌دهد. این قارچ در ابتدا از ریزوسفر درختچه‌های مناطق خشک، از جمله *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. و *Zizyphus nummularia* (Burm. fil.) Wt. & Arn.، جدا شد که نشان‌دهنده توانایی آن برای رشد و استقرار در محیط‌های خشک است (Kalamulla et al., 2022). *P. indica* به‌عنوان یک اندوفیت ریشه‌ای می‌تواند طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی میزبان را کلونیزه کرده و تحمل گیاه را در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی افزایش دهد (Roylawar et al., 2021).

به‌منظور مقابله با تنش‌های غیرزیستی، از جمله شوری، پیوند به‌عنوان روشی سازگار با محیط‌زیست، پایدار و مؤثر مطرح است که امکان بهره‌گیری از ویژگی‌های ژنوتیپ‌های مقاوم به‌عنوان پایه را برای بهبود عملکرد ارقام تجاری حساس به تنش، به‌عنوان پیوندک، فراهم می‌کند. پیوند می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای روش‌های اصلاحی و زیست‌فناورانه به‌منظور افزایش سریع تحمل شوری در سبزی‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Kumar et al., 2017).

گوجه‌فرنگی، یکی از محصولات مهم سبزی و متعلق به خانواده سیب‌زمینیان(Solanaceae) ، با نام علمی *Solanum lycopersicum*است. استفاده از پیوند در سبزی‌های خانواده سولاناسه، با هدف افزایش بهره‌وری، طی سال‌های گذشته به‌سرعت گسترش یافته است. این روش با هدف تولید گیاهانی با تحمل بیشتر نسبت به عوامل تنش‌زای غیرزیستی و افزایش کیفیت و بهره‌وری میوه گوجه‌فرنگی به‌کار گرفته می‌شود Kumar et al. (2017) .گزارش کردند که پیوند می‌تواند ابزار مفیدی برای بهبود کیفیت میوه گوجه‌فرنگی باشد.

در این پژوهش، هدف اصلی بررسی تعدیل تنش شوری با استفاده از پیوند گوجه‌فرنگی روی پایه‌های اصلاح‌شده و متحمل و همچنین بررسی افزایش تحمل به تنش شوری در گیاهان پیوندشده و غیرپیوندی با تلقیح قارچ *P. indica*، با توجه به پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گوجه‌فرنگی، بود. به‌عبارت دیگر، هدف این بود که مشخص شود آیا کاربرد این قارچ اندوفیت می‌تواند کارایی پایه‌ها را در شرایط تنش شوری بهبود دهد یا خیر.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، گوجه‌فرنگی رقم سوپرچیف روی سه پایه اصلاح‌شده به نام‌هایIR0SR3 ، ۱۶۱۶ و ۱۶۲۶۰، تهیه‌شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، پیوند شد. گیاهان با قارچ *Piriformospora indica*تلقیح شدند و سپس تحت تنش شوری کشت شدند. برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی از روش آرنون (Arnon, 1949)، برای تعیین غلظت فنول از روش اسید استیک–گلاسیال(Singleton and Rossi, 1965) و برای اندازه‌گیری غلظت فلاونوئیدها از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم (Kim et al., 2003) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a در گیاهان پیوندشده روی پایه ۱۶۱۶، تلقیح‌شده با قارچ *P. indica*و رشدیافته در شرایط عادی (بدون تنش) مشاهده شد. در مقابل، کمترین میزان کلروفیل a مربوط به گیاهان پیوندشده روی پایه IR0SR3 بود که تحت تنش شوری قرار گرفته و با قارچ *P. indica* نیز تلقیح نشده بودند. همچنین، تنش شوری موجب کاهش ۱۹۵ درصدی محتوای کلروفیل a در مقایسه با شرایط بدون تنش و همراه با استفاده از قارچ *P. indica*شد (جدول ۱).

یافته‌های این مطالعه نشان داد که اثر متقابل پیوند، قارچ *P. indica* و تنش شوری بر میزان کلروفیل b و کاروتنوئیدها معنی‌دار بود. بیشترین مقدار کلروفیل b و کاروتنوئیدها در گیاهان پیوندشده روی پایه ۱۶۱۶، تلقیح‌شده با قارچ *P. indica* و رشدیافته در شرایط بدون تنش مشاهده شد. در مقابل، کمترین میزان این صفات مربوط به گیاهان رقم سوپرچیف بدون پیوند و بدون تلقیح با قارچ *P. indica*بود که تحت تنش شوری قرار گرفته بودند. همچنین، تنش شوری موجب کاهش ۳۳۶ درصدی محتوای کلروفیل b و کاهش حدود ۸ برابری محتوای کاروتنوئیدها در مقایسه با شرایط بدون تنش و همراه با استفاده از قارچ *P. indica* شد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر کاربرد *Piriformospora indica* بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گوجه‌فرنگی پیوندی تحت تنش شوری.

Rootstock	Salinity (mM)	AMF (mg kg $^{-1}$ soil)	Chlorophyll a (mg g^{-1} FW)	Chlorophyll b (mg g^{-1} FW)	Carotenoids (mg g^{-1} FW)
	0	0	1.4670±0.0054a	0.3524±0.0031e	0.0939±0.0135k
Supercheif		5	1.5190±0.0220a	0.3627±0.0083d	0.1638±0.0195g

	50	0	0.9782±0.0917ef	0.1498±0.0147l	0.0341±0.0101n
		5	1.3140±0.0668bc	0.3352±0.0054g	0.0675±0.0102m
16260	0	0	1.3000±0.0180bc	0.3372±0.0067g	0.1809±0.0059e
		5	1.5600±0.0258a	0.3563±0.0022e	0.2675±0.0139b
	50	0	0.8256±0.1030gh	0.2288±0.0185j	0.1062±0.0028j
		5	1.1170±0.04730de	0.3095±0.0071h	0.1478±0.00951h
IR_0SR_3	0	0	0.8924±0.0881fg	0.3438±0.0059f	0.1937±0.0174d
		5	1.2550±0.1318cd	0.3684±0.0177c	0.2655±0.0072b
	50	0	0.5329±0.0119i	0.1578±0.0056k	0.0646±0.0029m
		5	0.7314±0.0450h	0.2363±0.0255i	0.0790±0.0044l
1616	0	0	1.4440±0.1111ab	0.5001±0.0145b	0.2339±0.0283c
		5	1.5770±0.0490a	0.6539±0.0295a	0.3109±0.0239a
	50	0	0.6775±0.0159h	0.2253±0.0204j	0.1127±0.0089i
		5	0.7327±0.0251h	0.3549±0.0399e	0.1693±0.0045f

حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها هستند.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تلقیح قارچ میکوریزا بر محتوای فلاونوئید در گیاهان گوجه‌فرنگی پیوندی تحت تنش شوری تأثیر معنی‌داری داشته است. بالاترین میزان فلاونوئید در گیاهان پیوندی رقم ۱۶۱۶ بدون تلقیح قارچ و در شرایط تنش شوری مشاهده شد. در مقابل، پایین‌ترین سطح فلاونوئید مربوط به گیاهان پیوندی رقم IR_0SR_3 بدون تلقیح قارچ AMF در شرایط محیطی بهینه بود. جالب توجه اینکه تنش شوری در غیاب تیمار قارچی موجب افزایش ۲۴۱ درصدی محتوای فلاونوئید نسبت به شرایط عادی شد (شکل ۱a). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش پیوندزنی، تلقیح با قارچ AMF و تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر محتوای فنول میوه داشت. بالاترین میزان فنول در گیاهان پیوندی رقم ۱۶۱۶ که تحت تنش شوری و بدون تلقیح قارچی رشد کرده بودند، اندازه‌گیری شد. در مقابل، پایین‌ترین مقدار فنول در گیاهان رقم سوپرچیف غیرپیوندی که تحت شرایط بدون تنش و بدون تلقیح قارچی پرورش یافته بودند، مشاهده گردید. نکته قابل توجه، افزایش ۱۳۷ درصدی محتوای فنول در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون تنش و عدم استفاده از قارچ AMF بود (شکل b).

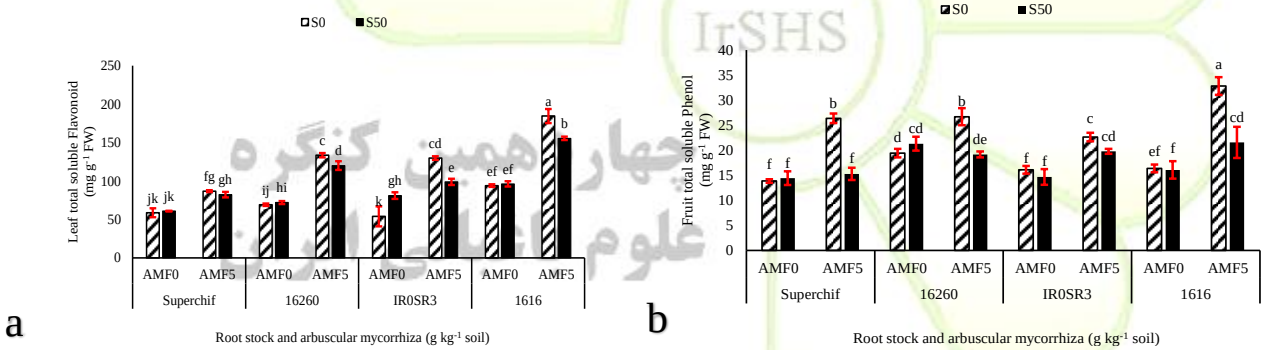


Figure 1: The effect of *Piriformospora indica* application on leaf flavonoids (a) and fruit phenols (b) under salinity stress in grafted tomato. The different letters have significant differences from each other

این پژوهش نشان میدهد که تأثیر متقابل عوامل ژنتیکی (ارقام مختلف گیاهی)، تنش شوری و تلقیح با قارچ‌های AMF بر محتوای کلروفیل a معنی‌دار است. کاهش میتواند ناشی از آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از شوری و اختلال در ساختار کلروپلاست باشد. به‌طور کلی، این یافته‌ها تأکید می‌کنند که تلقیح با قارچ AMF میتواند تا حدی از اثرات منفی تنش شوری بر کلروفیل a بکاهد. همچنین حساسیت ارقام گیاهی به شوری متفاوت است. به‌علاوه اینکه شوری با مختل کردن سنتز کلروفیل، کارایی فتوسنتز و در نهایت رشد گیاه را کاهش میدهد (Smith and Read, 2008). یافته‌های این مطالعه نشان داد که تأثیر متقابل پیوند، قارچ AMF و تنش شوری بر میزان کلروفیل b و کاروتنوئیدها معنی‌دار بود که احتمالاً ناشی از نقش AMF در بهبود جذب عناصر غذایی و کاهش استرس اکسیداتیو است. در مقابل، کمترین سطح این رنگدانه‌ها در گیاهان رقم سوپرچیف بدون پیوند و بدون تلقیح AMF تحت تنش شوری ثبت گردید. این کاهش شدید ممکن است به دلیل تخریب ساختار کلروپلاست‌ها و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن تحت شرایط شوری باشد. نتایج این پژوهش با یافته‌های Wu

و همکاران (2013) که گزارش کردند AMF می‌تواند از تجزیه رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت تنش‌های محیطی جلوگیری کند، همخوانی دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تنش شوری می‌تواند به عنوان یک محرک قوی برای سنتز ترکیبات ثانویه مانند فلاونوئیدها عمل کند، احتمالاً از طریق فعال‌سازی مسیرهای سیگنالینگ دفاعی و تولید گونه‌های فعال اکسیژن که منجر به القای پاسخ‌های استرسی در گیاه می‌شود (Martinez-Alonso et al., 2022). با این حال، عدم مشاهده این اثر در گیاهان تلقیح‌شده با AMF ممکن است ناشی از نقش محافظتی این قارچ‌ها در کاهش استرس اکسیداتیو و در نتیجه کاهش نیاز گیاه به تولید فلاونوئیدها به عنوان آنتی‌اکسیدان باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که برهمکنش سه‌گانه پیوندزنی، تلقیح با قارچ AMF و تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر محتوای فنول کل میوه گوجه‌فرنگی داشت. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که گزارش کرده‌اند تنش‌های محیطی می‌توانند تولید متابولیت‌های ثانویه مانند ترکیبات فنولی را در گیاهان افزایش دهند، همخوانی دارد.

منابع

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1.

Botella, M.Á., Hernández, V., Mestre, T., Hellín, P., García-Legaz, M.F., Rivero, R.M. and Flores, P. 2021. Bioactive compounds of tomato fruit in response to salinity, heat and their combination. Agriculture, 11(6): 534.

Kalamulla, R., Karunarathna, S.C., Tibpromma, S., Galappaththi, M.C.A., Suwannarach, N., Stephenson, S.L., Asad, S., Salem, Z.S. and Yapa, N. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable agriculture. Sustainability, 14: 12250.

Kim, D.O., Jeong, S.W. and Lee, C.Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry, 81(3): 321–326.

Kumar, P., Rouphael, Y., Cardarelli, M. and Colla, G. 2017. Vegetable grafting as a tool to improve drought resistance and water use efficiency. Frontiers in Plant Science, 8: 1130.

Martinez-Alonso, A., Garcia-Ibañez, P., Bárzana, G. and Carvajal, M. 2022. Leaf gas exchange and growth responses of tomato plants to external flavonoids application as biostimulators under normal and salt-stressed conditions. Agronomy, 12(12): 3230.

Roylawar, P., Khandagale, K., Randive, P., Shinde, B., Murumkar, C., Ade, A., Singh, M., Gawande, S. and Morelli, M. 2021. *Piriformospora indica* primes onion response against *Stemphylium* leaf blight disease. Pathogens, 10: 1085.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144–158.

Smith, S.E. and Read, D.J. 2010. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.

Sytar, O., Brestic, M., Zivcak, M., Olsovska, K., Kovar, M., Shao, H. and He, X. 2017. Applying hyperspectral imaging to explore natural plant diversity towards improving salt stress tolerance. Science of the Total Environment, 578: 90–99.

Wu, Q.S., Zou, Y.N. and He, X.H. 2013. Mycorrhizal symbiosis enhances tolerance to NaCl stress through selective absorption but not selective transport of K+ over Na+ in trifoliate orange. Scientia Horticulturae, 160: 366–374.

Study of Tomato Grafted onto Rootstocks Inoculated with *Piriformospora indica* under Salinity Stress

Mahtab Shokati1, Farzad Rasouli[1*], Mashhid Henareh[2], Mohammad Bagher Hassanpour Aghdam[1], Nazila Vaseghi Khajeh[1] and Arezoo Ajoudani[1]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2. Field and Horticultural Crops Research Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran

**Corresponding author: farrasoli@gmail.com*

Abstract

Climate change and the progressive salinization of water and soil resources are increasingly threatening agricultural production worldwide. Grafting and the application of beneficial root-associated fungi can be effective strategies for mitigating the adverse effects of abiotic stresses. Grafting high-yielding but salt-sensitive tomato cultivars onto salt-tolerant rootstocks is considered a sustainable approach to improving salt stress tolerance. Therefore, this study was conducted using a factorial experiment based on a completely randomized design to evaluate the response of the Super Chief tomato cultivar grafted onto three modified rootstocks (IR0SR3, 1616, and 16260) as the first factor, with or without inoculation with the root endophytic fungus *Piriformospora indica* as the second factor, and two salinity levels (0 and 50 mM NaCl) as the third factor, with three replications. The results showed that salinity stress significantly reduced photosynthetic pigments, particularly chlorophyll *b* and carotenoids, in the Super Chief cultivar, whereas inoculation with *P. indica* significantly alleviated these effects in plants grafted onto rootstock 1616. Chlorophyll *a* content also decreased significantly under salinity stress in non-inoculated plants grafted onto IR0SR3, while inoculation with *P. indica* mitigated this reduction in plants grafted onto 1616. In addition, salinity stress increased fruit phenolic and flavonoid contents in non-inoculated plants grafted onto 1616, whereas it reduced these parameters in the Super Chief and IR0SR3 grafted plants under non-inoculated conditions. Overall, the results suggest that inoculation with *P. indica* and grafting onto tolerant rootstocks can alleviate the adverse effects of salinity stress. Further studies are needed to clarify the mechanisms underlying the interaction between *P. indica* inoculation and grafting and to evaluate their practical potential for improving crop tolerance to abiotic stresses.

Keywords: Abiotic stress, Flavonoids, Grafting, Salinity, Symbiosis.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

افزایش تحمل انگور به تنش خشکی با استفاده از محرک‌های زیستی قارچی در شرایط آزمایشگاهی

پریسا مسلمی‌نژاد آرانی[۱*]، علی‌اکبر مظفری[۲]، مراحم آشنگرف[۳] و فاطمه دانشفر[۴]

۱- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۳- گروه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری، دانشکده علوم، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۴- گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
نویسنده مسئول: *parisa2010@ymail.com*

چکیده

خشکی یکی از تنش‌های غیرزیستی مهم است که با برهم زدن تعادل آبی گیاه و افزایش تجمع گونه‌های فعال اکسیژن(ROS) ، موجب بروز آسیب‌های اکسیداتیو شده و در نهایت رشد و بقای گیاه را مختل می‌کند. در این پژوهش، کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از خشکی در گیاهچه‌های انگور (*Vitis vinifera* L.) رشدیافته در شرایط *درون‌شیشه‌ای* بررسی شد. برای شبیه‌سازی تنش اسمزی از پلی‌اتیلن گلیکول (PEG 6000) استفاده شد. هم‌زمان، صاف‌شده کشت قارچ *Aspergillus niger* در چندین بازه زمانی به محیط اعمال شد تا اثرات تعدیل‌کننده آن بر سازوکارهای دفاع آنتی‌اکسیدانی ارزیابی شود. نتایج نشان داد که شرایط خشکی موجب افزایش معنی‌دار غلظت پراکسید هیدروژن (H_2O_2) و مالون‌دی‌آلدئید (MDA) شد که بیانگر تشدید تنش اکسیداتیو است. بااین‌حال، تیمار با صاف‌شده کشت *A. niger* به‌طور مؤثری موجب کاهش این شاخص‌های اکسیداتیو و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کلیدی، از جمله سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و پراکسیداز(POD) ، شد. این یافته‌ها نشان‌دهنده ظرفیت بالقوه زیست‌تحریک‌کننده‌های مبتنی بر *Aspergillus niger* برای کاهش آسیب اکسیداتیو و بهبود تحمل انگور به خشکی است و می‌تواند راهبردی امیدوارکننده برای مدیریت تنش در تولید محصولات باغبانی فراهم کند.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، صاف‌شده کشت قارچی، کاهش تنش غیرزیستی.

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل تنش غیرزیستی محدودکننده رشد و بهره‌وری گیاهان است و فراوانی و شدت وقوع آن در اثر تغییرات اقلیمی افزایش یافته است (Suzuki et al., 2014). در شرایط کمبود آب، برهم خوردن تعادل آبی گیاه موجب کاهش فرایندهای فیزیولوژیکی حیاتی مانند فتوسنتز می‌شود و هم‌زمان، تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را افزایش داده و تنش اکسیداتیو را القا می‌کند (Gill and Tuteja, 2010).

انگور (*Vitis vinifera* L.) به‌طور قابل‌توجهی به خشکی حساس است و قرار گرفتن آن در معرض تنش آبی به تجمع شاخص‌های اکسیداتیو، مانند مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و پراکسید هیدروژن(H_2O_2) ، منجر می‌شود. این ترکیبات نشان‌دهنده میزان پراکسیداسیون لیپیدها و آسیب به غشاهای سلولی هستند. گیاهان در پاسخ به این شرایط، سازوکارهای دفاع آنتی‌اکسیدانی خود را فعال می‌کنند که شامل آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز(SOD) ، آسکوربات پراکسیداز (APX) و پراکسیداز (POD) است. این آنزیم‌ها نقشی اساسی در خنثی‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن و حفظ هم‌ایستایی سلولی ایفا می‌کنند.(Apel and Hirt, 2004)

در سال‌های اخیر، استفاده از زیست‌تحریک‌کننده‌های قارچی برای افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی با توجه فزاینده‌ای روبه‌رو شده است. قارچ‌های متعلق به جنس *Aspergillus*، به‌ویژه *A. niger*، قادر به تولید متابولیت‌های زیست‌فعال هستند که ممکن است سامانه دفاعی گیاه را تحریک کرده و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن را افزایش دهند.(Ouyang et al., 2023)

در این پژوهش، از شرایط کشت درون‌شیشه‌ای برای بررسی اثر تنش خشکی القاشده با پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و کاربرد صاف‌شده کشت حاصل از یک جدایه مشخص از قارچ *Aspergillus niger* بر شاخص‌های تنش اکسیداتیو، شامل MDA ، H_2O_2، SOD، APX وPOD ، در انگور رقم رشه (*Vitis vinifera* cv. Rasheh) استفاده شد. هدف این مطالعه، ارزیابی اثربخشی این تیمار قارچی در کاهش آسیب‌های ناشی از خشکی و تقویت پاسخ‌های دفاعی گیاه بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط رشد

گیاهچه‌های انگور بومی (*Vitis vinifera* L. رقم رشه) تکثیر شده و در شرایط درون‌شیشه‌ای نگهداری شدند. گیاهچه‌ها تا زمان آغاز تیمارها، روی محیط کشت استاندارد موراشیگ و اسکوگ(MS) ، تحت شرایط کنترل‌شده دما و نور، کشت شدند.

تیمارها

تنش خشکی با استفاده از غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن گلیکول (PEG 6000) القا شد تا سطوح تنش اسمزی متوسط، شدید و بسیار شدید شبیه‌سازی شود. به‌منظور بررسی نقش تعدیل‌کننده زیست‌تحریک‌کننده‌های قارچی، صاف‌شده کشت یک جدایه از *Aspergillus niger* هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط بدون تنش به کار گرفته شد. تیمارها در قالب یک طرح فاکتوریل شامل شاهد (بدون تنش و بدون صاف‌شده کشت قارچی)، سطوح مختلف تنش القاشده با PEG ، کاربرد صاف‌شده کشت قارچی به‌تنهایی و ترکیب تنش خشکی با صاف‌شده کشت قارچی تنظیم شدند.

آزمون‌های بیوشیمیایی

پاسخ‌های مرتبط با تنش اکسیداتیو و دفاع آنتی‌اکسیدانی از طریق اندازه‌گیری شاخص‌های زیر ارزیابی شدند:

فعالیت آسکوربات پراکسیداز (APX) مطابق روش Ranieri et al. (2003) اندازه‌گیری شد. فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD)با استفاده از روش مهار احیای نیتروبلو تترازولیوم (NBT) و مطابق روش Cakmak and Horst (1991) سنجیده شد. فعالیت پراکسیداز (POD) با استفاده از اکسیداسیون گایاکول و بر اساس روش Wang et al. (2021) اندازه‌گیری شد. محتوای پراکسید هیدروژن (H_2O_2) با استفاده از واکنش یدید پتاسیم و مطابق روش Pick and Mizel (1981) تعیین شد. همچنین، محتوای مالون‌دی‌آلدئید(MDA) ، به‌عنوان شاخصی از پراکسیداسیون لیپیدها، با استفاده از روش اسید تیوباربیتوریک (TBA) و مطابق روش Ahmad et al. (2008)ارزیابی شد. برای انجام تمامی آزمون‌ها، از ۰٫۵ گرم بافت تازه اندام‌های هوایی استفاده شد. فعالیت آنزیم‌ها به‌صورت تغییرات جذب نوری به‌ازای هر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بیان شد.

طرح آزمایشی

آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با ۲۰ تکرار انجام شد. اثرات اصلی تنش خشکی و صاف‌شده کشت قارچی و همچنین اثر متقابل آن‌ها بررسی شدند.

نتایج و بحث

سامانه‌های آنتی‌اکسیدانی) فعالیتAPX ، PODوSOD ، محتوای MDA و تجمع(H_2O_2)

فعالیت آنزیم‌هایAPX ، SODو POD و همچنین سطوح H_2O_2 و MDA به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی القاشده با PEG و تیمار با صاف‌شده کشت *A. niger* قرار گرفتند (جدول ۱).

فعالیت APX در گیاهچه‌های بدون تیمار قارچی، تحت تنش خشکی متوسط کاهش یافت، اما در شدت‌های بالاتر تنش افزایش پیدا کرد. تیمار با صاف‌شده کشت *A. niger* که در زمان‌های مختلف کشت تهیه شده بود، فعالیت APX را در تمامی سطوح تنش خشکی به‌طور معنی‌داری افزایش داد. بیشترین افزایش فعالیت این آنزیم در شرایط تنش خشکی متوسط و در ترکیب با صاف‌شده‌های حاصل از مراحل ابتدایی و پایانی کشت مشاهده شد. در شرایط تنش بسیار شدید خشکی، تنها صاف‌شده‌های حاصل از مراحل پایانی کشت موجب افزایش فعالیت APX شدند، درحالی‌که سایر تیمارها به کاهش فعالیت این آنزیم منجر شدند) شکل ۱.(A-

فعالیت SOD در اثر اعمال تنش خشکی یا تیمار با صاف‌شده کشت *A. niger* به‌تنهایی، تغییر معنی‌داری نشان نداد. بااین‌حال، افزایش قابل‌توجهی در فعالیت SOD تحت تنش خشکی متوسط و در ترکیب با صاف‌شده حاصل از مراحل ابتدایی کشت مشاهده شد. در سطوح تنش شدید و بسیار شدید خشکی و همچنین پس از کاربرد صاف‌شده‌های حاصل از مراحل پایانی کشت، تغییر معنی‌داری در فعالیت این آنزیم مشاهده نشد) شکل ۱.(B-

فعالیت POD هنگامی که تنش خشکی یا تیمار با صاف‌شده کشت *A. niger* به‌صورت جداگانه اعمال شدند، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مقابل، تیمارهای ترکیبی موجب کاهش چشمگیر فعالیت POD شدند؛ این کاهش به‌ویژه تحت تنش خشکی متوسط و شدید، در ترکیب با صاف‌شده حاصل از مراحل ابتدایی کشت، مشهود بود) شکل ۱.(C-

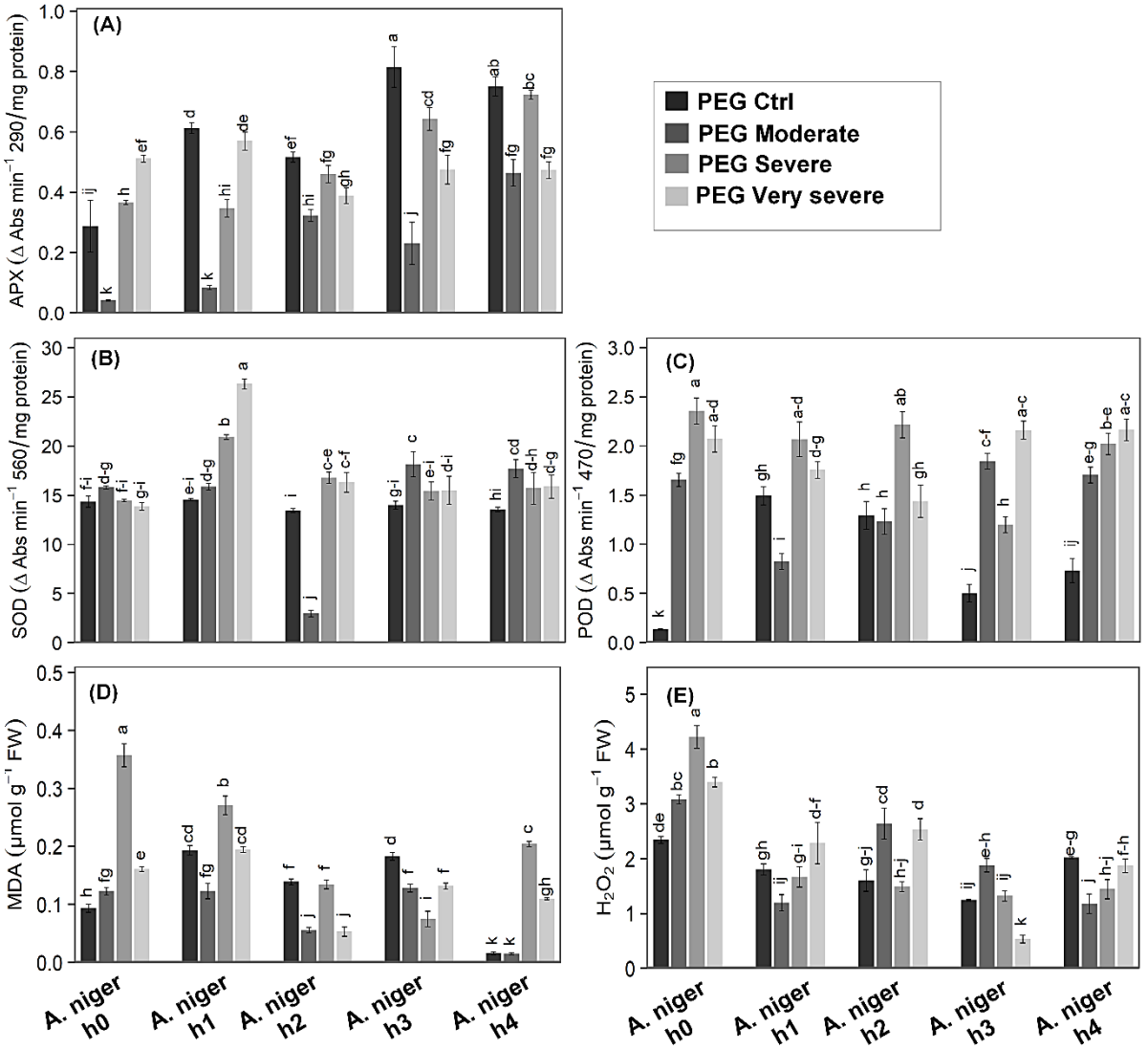
محتوای MDA تحت تأثیر تنش خشکی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تیمار با صاف‌شده‌های کشت *A. niger*، به‌ویژه صاف‌شده‌های حاصل از مراحل پایانی کشت، محتوای MDA را در تمامی شدت‌های تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش داد) شکل ۱- D).

محتوای H_2O_2 با افزایش شدت تنش خشکی به‌تدریج افزایش یافت. کاربرد صاف‌شده‌های قارچی، صرف‌نظر از سن کشت، غلظت H_2O_2 را در مقایسه با شرایط اعمال تنش خشکی بدون تیمار قارچی به‌طور معنی‌داری کاهش داد) شکل ۱.(E-

جدول ۱- تجزیه واریانس (ANOVA) اثرات تنش خشکی القاشده با PEG ، تیمار با صاف‌شده کشت قارچ *A. niger* و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص‌های بیوشیمیایی در اندام‌های هوایی انگور (*V. vinifera* L. var. Rasheh) در شرایط درون‌شیشه‌ای.

Factor / Interaction	PEG-induced drought stress		*A. niger* culture filtrate inoculation		PEG: *A. niger*	
	Mean Square	F-Value	Mean Square	F-Value	Mean Square	F-Value
APX*	0.36	122.13**	0.17	57.53**	0.05	16.90**
SOD	49.64	27.36**	77.89	42.93**	45.2	24.93**
POD	4.19	111.16**	0.07	2.10ns	0.76	20.29**
MDA	0.03	273.35**	0.03	186.36**	1.15	14.24**
H_2O_2	0.27	3.37*	7.11	87.98**	1.15	14.24**

آسکوربات پراکسیداز(APX) ، سوپراکسید دیسموتاز(SOD) ، پراکسیداز(POD) ، مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و پراکسید هیدروژن .(H_2O_2) مقادیر نشان‌دهنده میانگین ۲۰ تکرار هستند. در جدول، سطوح معنی‌داری) مقادیر (P در سطح ($p \leq 0.05$) و مقادیر F ارائه شده‌اند. مقدار F نسبت تغییرات بین میانگین نمونه‌ها به تغییرات درون نمونه‌ها را نشان می‌دهد. سطوح معنی‌داری به‌صورت زیر مشخص شده‌اند($p < 0.01$) = ** :. ($p < 0.05$) = *و.($p > 0.05$) = ns



شکل ۱– اثر تنش خشکی القاشده با PEG و کاربرد صافشده کشت قارچ *Aspergillus niger* بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های تنش اکسیداتیو در بافت‌های هوایی انگور *Vitis vinifera* L. رقم رشه) در شرایط *درون‌شیشه‌ای*. شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده شامل موارد زیر بودند (A) :آسکوربات پراکسیداز(APX) ، (B)سوپراکسید دیسموتاز(SOD) ، (C)پراکسیداز(POD) ، (D) مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و (E) پراکسید هیدروژن (H_2O_2). تیمارها شامل سطوح مختلف تنش خشکی (شاهد، متوسط، شدید و بسیار شدید) و کاربرد صافشده کشت قارچی در پنج بازه زمانی بودند. داده‌ها به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد (N = 20) ارائه شده‌اند. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت‌های آماری معنی‌دار بین تیمارها هستند.($p < 0.05$)

تنش خشکی تعادل آبی گیاه را مختل کرده و با افزایش سطح گونه‌های فعال اکسیژن(ROS) ، موجب آسیب سلولی و افزایش شاخص‌هایی مانند مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) می‌شود (Gill and Tuteja, 2010). در شرایط تنش متوسط، کاهش فعالیت آنزیم‌ها ممکن است با فعال‌شدن سازوکارهای دفاع آنتی‌اکسیدانی جبران شود؛ درحالی‌که تنش شدیدتر به تشدید آسیب اکسیداتیو و تقویت پاسخ‌های دفاعی منجر می‌شود.(Qi et al., 2023)

تیمار با صافشده کشت قارچی موجب کاهش شاخص‌های اکسیداتیو (H_2O_2) و (MDA) شد. این یافته نشان می‌دهد که ترکیبات زیست‌فعال موجود در صافشده کشت ممکن است به کاهش گونه‌های فعال اکسیژن و حفظ پایداری غشاهای سلولی کمک کرده باشند.

این اثرات در شرایط تنش متوسط مشهودتر بودند که بر اهمیت تعامل میان شدت تنش، وضعیت فیزیولوژیکی گیاه و کارایی تیمار تأکید دارد. افزایش فعالیت POD و APX نیز نشان‌دهنده تحریک مسیرهای دفاع آنتی‌اکسیدانی بود.

در تجزیه‌وتحلیل GC–MS ، ترکیباتی مانند هیدروکسی‌تولوئن بوتیله‌شده (BHT) و متیل پالمیتات شناسایی شدند که به دلیل نقش‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی خود شناخته شده‌اند. صاف‌شده‌های حاصل از دوره‌های طولانی‌تر کشت نیز حاوی ترکیباتی مانند ۲،۴-دی‌ترت‌بوتیل‌فنول و ۵،۵-دی‌متیل‌سیکلوپنتادی‌ان بودند که ممکن است به‌صورت هم‌افزا از فعال‌شدن سازوکارهای دفاعی و کاهش گونه‌های فعال اکسیژن حمایت کرده باشند.(Zhao et al., 2020; Nabi et al., 2022)

این یافته‌ها با گزارش‌های پیشین درباره نقش مفید متابولیت‌های منشأگرفته از قارچ‌ها در افزایش تحمل گیاهان به تنش هم‌خوانی دارند (Hussain et al., 2024) و بر ظرفیت بالقوه صاف‌شده‌های کشت قارچی به‌عنوان ابزاری سازگارتر با محیط‌زیست برای مدیریت تنش‌های غیرزیستی تأکید می‌کنند.

منابع

Ahmad, R., Tripathi, A.K., Tripathi, P., Singh, S., Singh, R. and Singh, R.K. 2008. Malondialdehyde and protein carbonyl as biomarkers for oxidative stress and disease progression in patients with chronic myeloid leukemia. In Vivo, 22(4): 525–528.

Cakmak, I. and Horst, W.J. 1991. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). Physiologia Plantarum, 83(3): 463–468.

Cook, M.E. and Croxdale, J.G. 2003. Ultrastructure of potato tubers formed in microgravity under controlled environmental conditions. Journal of Experimental Botany, 54(390): 2157–2164.

Foster, K.J. and Miklavcic, S.J. 2020. A comprehensive biophysical model of ion and water transport in plant roots. III. Quantifying the energy costs of ion transport in salt-stressed roots of Arabidopsis. Frontiers in Plant Science, 11: 865.

Gibbs, P.E. 2014. Late-acting self-incompatibility–the pariah breeding system in flowering plants. New Phytologist, 203(3): 717–734.

Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48(12): 909–930.

Hussain, I., Irshad, M., Hussain, A., Qadir, M., Mehmood, A., Rahman, M., ... and Hamayun, M. 2024. Phosphate solubilizing *Aspergillus niger* PH1 ameliorates growth and alleviates lead stress in maize through improved photosynthetic and antioxidant response. BMC Plant Biology, 24(1): 642.

Nabi, M., Tabassum, N. and Ganai, B.A. 2022. Phytochemical screening and antibacterial activity of *Skimmia anquetilia* NP Taylor and Airy Shaw: A first study from Kashmir Himalaya. Frontiers in Plant Science, 13: 937946.

Ouyang, Y., Cheng, Q., Cheng, C., Tang, Z., Huang, Y., Tan, E., ... and Zhou, H. 2024. Effects of plants-associated microbiota on cultivation and quality of Chinese herbal medicines. Chinese Herbal Medicines, 16(2): 190–203.

Pick, E. and Mizel, D. 1981. Rapid microassays for the measurement of superoxide and hydrogen peroxide production by macrophages in culture using an automatic enzyme immunoassay reader. Journal of Immunological Methods, 46(2): 211–226.

Zhao, F., Wang, P., Lucardi, R.D., Su, Z. and Li, S. 2020. Natural sources and bioactivities of 2,4-di-tert-butylphenol and its analogs. Toxins, 12(1): 35.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Enhancing Grapevine Tolerance to Drought Stress Using Fungal-Based Biostimulants Under *In Vitro* Conditions

Parisa Moslemi Nezhad Arani[1*], Ali Akbar Mozafari[2], Morahem Ashengroph[3] and Fatemeh Daneshfar[4]

1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
3. Department of Biology and Biotechnology, Faculty of Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
4. Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

[*]Corresponding Author: parisa2010@ymail.com

Abstract

Drought represents a critical abiotic stress that disrupts plant water balance and induces oxidative damage through the accumulation of reactive oxygen species (ROS), ultimately impairing growth and survival. This study investigated the mitigation of drought-induced oxidative stress in *Vitis vinifera* L. plantlets grown in vitro by simulating osmotic stress using polyethylene glycol (PEG 6000). Concurrently, a culture filtrate of the fungal species *Aspergillus niger* was applied at multiple time intervals to assess its modulatory effects on antioxidant defense mechanisms. Results demonstrated a significant increase in hydrogen peroxide (H_2O_2) and malondialdehyde (MDA) levels under drought conditions, indicative of enhanced oxidative stress. However, treatment with *A. niger* filtrate effectively attenuated these oxidative markers and enhanced the activities of key antioxidant enzymes, including superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD). These findings highlight the potential of Aspergillus niger bio-stimulants to alleviate oxidative damage and improve drought tolerance in grapevine, offering promising strategies for stress management in horticultural practices.

Keywords: Antioxidant enzymes, Fungal culture filtrate, Abiotic stress mitigation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور مهندسی گلخانه و

مدیریت تولید گلخانه‌ای

سخنرانی کلیدی

کشت و پرورش گونه‌های میوه معتدله در گلخانه: راهبردی موثر در مواجهه با تغییر اقلیم

محمد علی نجاتیان[1*]، ابراهیم گنجی مقدم[2]، مینا بیاناتی[1] و علی رضائی[1]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه علوم باغبانی، کرج، ایران

۲- گروه تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *nejatianali@yahoo.com*

چکیده

تغییرات اقلیمی تأثیرات منفی چشمگیری بر باغبانی در فضای باز به‌ویژه در میوه‌های مناطق معتدله و سردسیری داشته است. کاهش دوره‌های سرمایی، افزایش شدت خشکسالی‌ها و شیفت فصلی بارندگی‌ها باعث شده که نیاز سرمایی درختان میوه کمتر تأمین شود و بهره‌وری باغ‌ها کاهش یابد. بر اساس داده‌های اقلیمی ۲۰ سال اخیر، ایران شاهد افزایش میانگین دمای سالانه حدود ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بوده است که این امر نیاز به تغییر روش‌های کشت را ضروری ساخته است. استراتژی‌ها و فناوری‌های نوین به‌طور قابل توجهی در پیشرفت کشاورزی تأثیر گذاشته‌اند و این استراتژی‌ها به بهبود چشمگیر بهره‌وری محصولات و کیفیت میوه‌ها منجر شده‌اند. کشت درختان میوه معتدله در محیط گلخانه‌ای یک راهکار نوین در مواجهه با تغییر اقلیم و تعدیل اثر آن‌ها است. هدف از این نوع کشت، پرورش درختان میوه با تغییر شرایط طبیعی آن‌هاست، این کشت در گلخانه باید به بهبود عملکرد و افزایش نسبت سود به هزینه منجر شود. از جمله مزایای کشت درختان میوه در گلخانه افزایش راندمان تولید در واحد سطح، کاهش وابستگی به شرایط اقلیمی طبیعی، تولید خارج از فصل، افزایش دوره‌های برداشت، کنترل بهتر بیماری‌ها و آفات است. در این راستا، این مطالعه به بررسی عوامل کلیدی در کشت درختان میوه در گلخانه‌ای، از جمله سیستم‌های کشت محافظت‌شده، انتخاب ارقام و پایه‌های مناسب، تامین نیاز سرمایی و مدیریت گرده‌افشانی پرداخته است. این بررسی‌ها کمک می‌کنند تا درک بهتری از نیازها و فاکتورهای رشد و ابزارهای افزایش بهره‌وری میوه در گلخانه حاصل شود.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، دما، کیفیت میوه، محیط کنترل شده، میوه‌های معتدله.

مقدمه

مهم‌ترین عوامل ناشی از تغییر اقلیم که منجر به تحمیل هزینه‌های اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی به ایران می‌شود، تشدید خشکسالی، افزایش دمای متوسط، کاهش بارندگی و افزایش تنش‌های محیطی است. بررسی داده‌های دمای میانگین سالیانه ایران در بازه‌ی زمانی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ نشان می‌دهد که روندی افزایشی در دما قابل مشاهده است. به طور کلی، میانگین دمای کشور در این دوره حدود ۳ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. این روند افزایشی، اگرچه در برخی سال‌ها نوساناتی داشته، اما در بلند مدت نشان‌دهنده یک شیب مثبت و مداوم است. افزایش دمای میانگین می‌تواند ناشی از تغییرات اقلیمی جهانی، کاهش پوشش گیاهی، افزایش شهرنشینی و کاهش بارندگی در برخی مناطق ایران باشد. این تغییرات نه تنها بر شرایط جوی و کشاورزی تاثیر گذاشته، بلکه می‌تواند منابع آبی و الگوهای زیست‌محیطی را نیز تحت تاثیر قرار دهد. همچنین کاهش بارندگی و افزایش دما، کشاورزی ایران را با چالش‌های جدی روبرو کرده است و بطوریکه موجب خسارت ۲۰۰ هزار میلیارد تومانی در سال ۱۴۰۳ شده است. این نتایج بر اهمیت اقدام‌های ملی و منطقه‌ای برای مدیریت تغییرات اقلیمی، توسعه پایدار، و برنامه‌ریزی‌های اقلیمی تاکید دارد (موسوی، ۱۴۰۰).

این تغییرات تأثیرات منفی چشمگیری بر کشت فضای باز محصولات باغی به‌ویژه میوه‌های مناطق معتدله داشته‌اند. کشت گلخانه‌ای به دلیل قابلیت کنترل شرایط محیطی، به عنوان راهکاری نوین در مواجهه با این چالش‌ها مورد توجه قرار گرفته است. از این رو، تولیدکنندگان میوه در جستجوی استراتژی‌های نوینی هستند تا بتوانند با چالش‌های دیرینه صنعت باغداری مقابله کنند و آینده‌ای سودمندتر را رقم بزنند. افزایش رقابت و تولید مازاد در این حوزه، ضرورت تعیین اهداف دقیق و خاص را ایجاب می‌کند که باید از طریق برنامه‌ریزی مؤثر و مدیریت بهینه باغ‌ها تحقق یابد. در این راستا، کشت گلخانه‌ای به‌عنوان روشی نوین مطرح شده که نه‌تنها از تنش محصولات جلوگیری می‌کند، بلکه با بهره‌گیری از تخصص بالا و تولید محصولات باکیفیت، نیازهای مصرف‌کنندگان را بهتر برآورده می‌سازد. در کشور ما با توجه به کمبود برخی میوه‌ها در زمان‌هایی از سال و نیاز به واردات، توسعه کشت گلخانه‌ای برخی از میوه‌ها با هزینه معقول تولید، منطقی به نظر می‌رسد.

میزان کشت های گلخانه ای موجود در ایران تا سال ۲۰۱۳ نزدیک به ۱۲۱۵۷ هکتار بود که در مقایسه با سال های قبل از آن به میزان ۳۸ درصد افزایش یافته بود .از سوی دیگر پیش بینی شده است که در یک دوره ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۲۰۲۵) این میزان به حدود ۴۸۰۰۰ هکتار افزایش یابد. محصولات مختلف مانند سبزی و صیفی، گل های شاخه بریده، و گیاهان دارویی در شرایط کنترل شده در ایران قابلیت کشت و پرورش را دارند. به طور معمول، کاشت درختان میوه در گلخانه با اهدافی مانند تولید میوه در خارج از فصل و منطقه اصلی، برداشت بیش از یک بار در سال، تولید میوه پیش رس و نوبرآنه، کشت محصول در مناطقی با فصل رشد کوتاه، حفاظت از درختان در شرایط نامطلوب محیطی، تسریع ارزیابی گیاهان در برنامه‌های اصلاح نژاد و پاسخ به نیازهای خاص بازار صورت می‌گیرد. از دیگر مزایای کاشت درختان میوه در گلخانه‌ها و محیط‌های حفاظت شده می‌توان به استفاده از مناطق نامناسب، مدیریت بهتر تغذیه، کاهش مصرف آب، جایگزینی باغات درجه سه، مدیریت بهتر علف‌های هرز و بیماری‌ها و همچنین کاهش مصرف سموم شیمیایی و کودها اشاره نمود (زکایی خسروشاهی و کاووسی، ۱۴۰۲). علیرغم مزایای بسیار تولید میوه در گلخانه، این روش با چالش‌هایی مواجه است. با این حال، این چالش‌ها با استفاده از روش‌های ساده قابل حل هستند که در بخش‌های بعدی در این خصوص توضیحاتی ارائه می‌گردد.

کشت درختان میوه معتدله گلخانه‌ایی در ایران و جهان

استفاده از روش های معمول کشت مانند کشت در هوای آزاد، نیازمند مناسب بودن شرایط محیطی است که به عنوان مثال با توجه به شرایط اقلیمی کشور ایران، کشت محصولات در شرایط آزاد از اوخر اسفندماه تا اواخر تابستان و در صورت مناسب بودن شرایط محیطی تا اوایل نیمه پاییز ادامه خواهد داشت. در چنین شرایطی، تمام عملیات مانند کاشت تا برداشت بستگی به شرایط محیطی دارد و در صورتی که اگر کشت خارج از فصل بخواهد انجام گیرد باید تمام شرایط محیطی مانند دما، رطوبت نسبی و نور تحت کنترل باشد. همچنین کشت و پرورش در شرایط گلخانه باعث افزایش عملکرد شده و افزایش بازگشت سود سرمایه در مقایسه با کشت در فضای آزاد می‌باشد Aman et al., 2018). محصولی که در سال‌های اخیر کشت آن در داخل گلخانه افزایش یافته است انگور می‌باشد که در کشورهایی مانند ژاپن، اسپانیا و ایتالیا در سطح تجاری با موفقیت انجام می‌شود. در حال حاضر میزان تولید انگور در ایران نزدیک به ۳/۱ میلیون تن می‌باشد و تولید خارج از فصل این محصول سود آور است (عشقی و میرفتاحی، ۱۳۹۸). کشت و پرورش انگور در کشور با اهداف تولید خارج از فصل و رسیدن به بازار مصرف در ماه های اسفند و فروردین است که در این خصوص باید از ارقام زودرس با نیاز سرمایی پایین استفاده کرد.

چین به عنوان تولیدکننده اصلی حدود ۲۰،۰۰۰ هکتار هلو و چند صد هکتار زردآلو را به صورت محافظت‌شده کشت می‌کند. تولید هلو در ژاپن با مساحتی حدود ۱۰،۰۰۰ هکتار که در سراسر کشور توزیع شده و در کشور کره نیز کشت تجاری به میزان کمتری انجام می‌شود. در اسپانیا، حدود ۱۰۰۰ هکتار از تولید هلو در گلخانه گزارش شد. ایتالیا با تولید هلو نیز از کشورهای دیگری است که در این زمینه فعالیت دارد. مطالعات در این کشورها فراتر از ارزیابی امکانات تکنولوژیکی حرکت کرده و تمرکز خود را بر تاثیر پارامترهای خاص بر کیفیت ریز میوه‌ها و میوه‌های هسته‌دار تولید شده در شرایط گلخانه‌ای گذاشته‌اند (Martínez-Gómez *et al.*, 2020). لذا علاقه به کشت میوه در گلخانه به دلیل تغییرات اقلیمی و فرصت‌های تجاری جدید برای تأمین عرضه و پاسخ به تقاضای بازار، در حال افزایش است.

چالش‌های تولید میوه های معتدله در گلخانه

تامین نیاز سرمایی

یکی از چالش‌های اساسی در پرورش درختان میوه در گلخانه، تأمین نیازهای سرمایی آن‌هاست. زمانی که دمای روز بالاتر از ۱۹ درجه سانتی‌گراد باشد، این نیازها برآورده نمی‌شود. به همین دلیل، لازم است تا ساعات سرمایی به صورت مصنوعی و با استفاده از سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری محقق شوند، که می‌توانند دمای جوانه‌ها را کاهش داده و اثرات منفی دماهای بالا را کاهش دهند. برای این منظور، در گلخانه‌هایی که درختان میوه پرورش داده می‌شوند، از آب‌پاش‌های ریز متناوب استفاده می‌شود تا دمای جوانه‌ها را از طریق خنک‌سازی تبخیری پایین بیاورند و ترموستات‌هایی نیز نصب می‌شوند که دمای گلخانه را زیر ۱۸ درجه سانتی‌گراد نگه دارند (Martínez-Gómez *et al.*, 2020). کاربرد مواد شیمیایی همچون روغن‌های معدنی، دینیترو–او–کرزول، کلسیم سیانامید ($CaCN_2$) و هیدروژن سیانامید (H_2CN_2) نیز سودمند هستند. استفاده از سازه‌های موقت که در طول زمستان قابلیت باز شدن دارند، می‌تواند گزینه‌ای برای برخی مشکلات باشد. البته این روش ممکن است هزینه‌های تولید را افزایش دهد و احتمال بروز آفات و بیماری‌ها را هم بالا ببرد. دی‌آلیل دی‌سولفید نیز به عنوان یکی از راهکارها برای شکستن خواب در جوانه‌های درخت سیب در شرایط گلخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مناطق مختلف که انگور کشت می‌شود، باید مسئله چگونگی شکستن خواب جوانه‌ها در تابستان حل شود تا کشت دوگانه امکان‌پذیر باشد (Gemma, 1994). در تولید انگور می‌توان تا حدی با اعمال تیمارهای شیمیایی، حذف برگ‌ها، استفاده از آبیاری بارانی برای خنک کردن برگ‌ها و جمع‌آوری پوشش گلخانه نیاز سرمایی را برطرف نمود.

انتخاب پایه و رقم

کاربرد پایه و رقم مناسب جهت کشت در گلخانه از اولین اقدامات مهم جهت تولید میوه در گلخانه است. اندازه بزرگ درختان یکی از مهم‌ترین موانع در کشت درختان میوه در گلخانه‌ها محسوب می‌شود. به همین دلیل، به کارگیری روش‌های مؤثر برای کنترل اندازه درختان از طریق تکنیک‌های هرس و بهبود روش‌های تربیت درختان، امکانات جدیدی را برای توسعه این نوع کشت فراهم کرده است. این پیشرفت‌ها نه تنها به بهینه‌سازی فضای گلخانه کمک می‌کند، بلکه موجب افزایش بهره‌وری و کیفیت محصولات نیز خواهد شد. با توجه به اهمیت این موضوع، به نظر می‌رسد تحقیقات بیشتر در زمینه روش‌های کنترل اندازه درختان می‌تواند به رشد پایدار و اقتصادی در صنعت کشاورزی کمک شایانی نماید (Haoyuan *et al.*, 2010). انتخاب ارقام مناسب برای کشت درختان میوه در گلخانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسیاری از این ارقام به صورت خودناسازگار عمل می‌کنند، که به این معناست که برای گرده‌افشانی به گرده‌افشان‌ها یا زنبورها نیاز دارند. اگر ارقام خودناسازگار در گلخانه‌ای که فاقد این گرده‌افشان‌هاست، کشت شوند، احتمال بروز مشکلات گرده‌افشانی وجود دارد. از سوی دیگر، انتخاب ژنوتیپ‌های خودسازگار می‌تواند یک راه‌حل مؤثر برای غلبه بر مشکلات گرده‌افشانی در محیط گلخانه باشد. بنابراین، ارقام درختان میوه که خودسازگار هستند، برای کشت در گلخانه انتخاب‌های مناسبی به شمار می‌آیند (Leonardi *et al.*, 2013). علاوه بر این، ارقامی که میوه‌های آن‌ها در بازار قیمت بالاتری دارند، مانند ارقام زودرس، می‌توانند گزینه‌های خوبی برای کشت در گلخانه باشند. بنابراین، با توجه به نیازهای گرده‌افشانی و فضای رشد، انتخاب ارقام مناسب می‌تواند تأثیر زیادی بر موفقیت کشت گلخانه‌ای درختان میوه داشته باشد.

گرده افشانی

گرده افشانی برای تولید و رشد بهینه میوه‌ها امری ضروری است. درختان میوه، مانند درختان زردآلو، برای گرده‌افشانی نیازمند حشرات و باد هستند. اما در گلخانه‌ها، تأثیر این عوامل طبیعی به دلیل محدودیت‌های فضایی کمتر می‌شود. اگر در زمان شکوفایی گل‌ها، گرده‌افشانی به اندازه کافی انجام نشود، میوه‌ها به خوبی شکل نمی‌گیرند و در نتیجه بهره‌وری کاهش می‌یابد. زنبورهای عسل به‌ویژه در گرده‌افشانی درختان میوه اهمیت زیادی دارند، زیرا برخی از این درختان به گرده‌افشان‌ها وابسته‌اند و خود نمی‌توانند بارور شوند. در صورتی که به هر دلیلی گرده‌افشانی محدود گردد، احتمال کاهش تشکیل میوه‌ها وجود دارد. همچنین، شرایط جوی نامساعد می‌تواند بر فعالیت زنبورها تأثیر

بگذارد که این موضوع به شدت به وضعیت آب و هوا بستگی دارد. اگر زنبورها به ندرت بین درختان پرواز کنند، گرده‌افشانی متقابل به طرز قابل توجهی کاهش می‌یابد. افزون بر این، دماهای بالا می‌توانند روند شکل‌گیری گل‌ها را کند کرده و در سال‌های آتی بر عملکرد درختان هلو تأثیر بگذارند. این عوامل نشان‌دهنده اهمیت گرده‌افشانی و تأثیر آن بر تولید میوه‌های با کیفیت هستند (Lee *et al.*, 2020). برخی چالش‌های اصلی در تولید درختان میوه در شرایط گلخانه‌ای وجود دارد که باید به آن‌ها توجه شود: (۱) کمبود نور در مناطق با عرض جغرافیایی بالا؛ (۲) نبود سرما برای جوانه‌زنی و گل‌دهی؛ (۳) دماهای بالای بالقوه در مناطق گرم که می‌تواند فتوسنتز را کاهش دهد؛ و (۴) افت کیفیت میوه، رنگ و عطر در شرایط دمایی خاص و (۵) نبود نیروی ماهر و متخصص است.

نور

بررسی های سال های اخیر نشان داده که استفاده از پوشش پلاستیک در گلخانه سبب تغییر در کمیت و کیفیت نور رسیده به درختان کاشته شده در گلخانه‌های تولید میوه می شود. در رابطه با مبحث کمیت نور رسیده به درختان استفاده از وشش‌های مختلف و همچنین استفاده از شید یا سایبان روی گلخانه برای کاهش دمای داخل گلخانه و یا پاشیدن گِل سبب کاهش نور به صورت قابل توجهی شده و بر اساس تجربه، شدن نور به حدود ۳۰ هزار لوکس و کمتر در سطح تاج درخت می تواند کاهش یابد. نکته دیگر در رابطه با نور، استفاده از پوشش پلاستیک سبب پخش شدن نور در همه جهات شده و درختان از همه ابعاد از نور بیشتری برخوردار شده و بخش های پایین درخت نیز بیشتر نور دریافت می کنند. اما در رابطه با یفیت نور استفاده از پوشش گلخانه سبب ایجاد اثر گلخانه‌ای شده و مقدار قابل توجهی از نور دریافتی توسط درختان در محدوده قرمز و مادونه قرمز خواهد بود و میزان نور آبی و بنفش و دیگر طول موج‌های کوتاه ه صورت قابل توجهی کاهش می‌یابد که این امر سبب رشد بیشتر شاخه‌ها جلوگیری از کوتاه شدن میانگره‌ها خواهد شد. همچنین کمتر شدن میزان دریافت طول موج‌های آبی همراه با شب‌های نسبتا گرم گلخانه سبب رنگ گیری کمتر میوه نسبت به میوه‌های تولید شده در فضای باز خواهد شد. لیکن این کاهش نسبی رنگ گیری میوه با افزایش کیفیت و درخشندگی پوست میوه و همچنین زودرسی آن جبران و میوه با ارزش اقتصادی بالاتری به فروش خواهد رسید.

نتیجه‌گیری

عوامل اصلی دخیل در کشت موفقیت‌آمیز درختان میوه در گلخانه شامل سیستم‌های کاشت و بسترها، انتخاب رقم و پایه مناسب، مدیریت گرده افشانی و مدیریت مناسب عوامل محیطی است با این وجود، کشت گلخانه‌ایی میوه‌های معتدله فرصتی تجاری را جهت ارزآوری در کشور فراهم می‌کند. علاوه بر این، کشت گلخانه‌ایی همچنین امکان دستیابی به میوه‌هایی با عیار بالا و کیفیت ارگانولپتیک استثنایی را فراهم می‌کند، به خصوص در مورد انگور، هلوی سفید، شلیل، زردآلو و گیلاس که بافت، طعم و بوی بهتری نسبت به محصولات رقیب نشان داده‌اند. علاوه بر کیفیت، عملکرد، فصل کشت و پتانسیل صادرات میوه‌ها نیز می‌تواند با کشت گلخانه‌ای افزایش یابد. در کشور ما با توجه به اینکه در مراحل اولیه کشت میوه در گلخانه قرار داریم انتخاب نوع محصول، رقم و پایه اهمیت بسزایی دارد و در این مسیر، هدف نباید احداث سازه جدید باشد، به عنوان مثال جهت تولید محصولی مانند گیلاس ابتدا باید از سازه های موجود و از باغداران علاقمند و پیشرو بهره مند شد. با توجه به تغییر اقلیم و کمبود منابع آب، انتقال بخشی از تولید از فضای باز به گلخانه نیز از دیگر اهداف کشت انگور در گلخانه می باشد و در این مورد باید از ارقامی با عملکرد بالا بهره برد. بنابراین انتخاب رقم مناسب هر محصول جهت تولید میوه در گلخانه از الویت‌های مهم در اتخاذ تصمیم جهت کشت میوه مورد نظر در گلخانه می‌باشد. بطور کلی در این روش ارقامی توصیه می‌شود که ضرر اقتصادی نداشته باشند و ارقام میان رس و دیر رس توجیه اقتصادی نخواهند داشت و ارقامی با نیاز سرمایی پایین لازم است.

منابع

زکایی خسروشاهی، م. و کاووسی، ب. ۱۴۰۲. اصول پرورش انگور به روش محافظت‌شده. مجله ترویجی انگور، ۵(۱): ۳۵–۴۷.

عبدالهی، ح. و بیاناتی، م. ۱۴۰۵. ارزیابی امکان کشت ارقام گلابی تجاری ایران در شرایط گلخانه و مقایسه آن با شرایط باغ. نهال و بذر، ۴۲: پذیرفته‌شده.

عشقی، س. و میرفتاحی، ز. ۱۳۹۸. پرورش میوه در گلخانه و محیط‌های محافظت‌شده. یازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه ارومیه.

موسوی، ع. ۱۴۰۰. تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی ایران. نشریه اقلیم‌شناسی ایران، ۱۲(۲): ۲۳–۴۰.

Aman, A., Sinha, S. and Rajan, R. 2018. Potentiality of protected cultivation in fruit crops: An overview. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(2): 3557–3560.

Gemma, H. 1994. Dormancy breaking in Japanese pears grown in a heated greenhouse. Acta Horticulturae, 395: 57–68.

Haoyuan, S., Yuzhu, W., Li, Y. and Zhenru, L. 2010. Some factors influencing greenhouse apricot production in Beijing. In: Proceedings of the 2nd Conference on Key Technology of Horticulture, Beijing, China, pp. 11–15.

Lee, K.L., Cho, J.G., Jeong, J.H., Ryu, S., Han, J.H. and Do, G.R. 2020. Effect of the elevated temperature on the growth and physiological responses of peach ‘Mihong’ (*Prunus persica*). Protected Horticulture and Plant Factory, 29(4): 373–380.

Leonardi, C. and Maggio, A. 2013. Choice of species and cultivars for protected cultivation. In: Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops. FAO, Rome, Italy, pp. 97–108.

Martínez-Gómez, P., Rahimi Devin, S., Salazar, J.A., López-Alcolea, J., Rubio, M. and Martínez-García, P.J. 2021. Principles and prospects of *Prunus* cultivation in greenhouse. Agronomy, 11(3): 474.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Cultivating temperate fruit species in greenhouses is an effective strategy for addressing climate change

Mohammad Ali Nejatian[1], Ebrahim Ganji Moghaddam[2*], Mina Bayanati[1] and Ali Rezaei[1]
1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Crop and Horticultural Science Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
Corresponding Author: nejatianali@yahoo.com

Abstract

Climate change is significantly affecting the outdoor cultivation of horticultural crops, particularly fruit trees in temperate climates. Increasing temperatures, reduced cold periods, more severe droughts, and shifting rainfall patterns are leading to diminished cooling needs for fruit trees, ultimately lowering orchard productivity. Over the last two decades, Iran has experienced an average annual temperature rise of approximately 1.5°C, prompting a reevaluation of agricultural practices. Innovative strategies and technologies have emerged to adapt to these changes, resulting in notable enhanceents in both crop yield and fruit quality. One promising approach is the cultivation of temperate fruit trees in greenhouse environments, which allows for a transformation of their natural growth conditions. This method aims to boost productivity and improve the profit-to-cost ratio for growers. Greenhouse cultivation offers several benefits, such as increased production efficiency per area, reduced reliance on unpredictable weather, the possibility of off-season harvesting, extended harvest periods, and improved management of diseases and pests. To optimize the success of greenhouse fruit tree cultivation, key elements must be considered, including the use of protected cropping systems, the selection of suitable cultivars and rootstocks, ensuring adequate chilling hours, and effective pollination strategies. This research provides insights into the essential growth factors and tools necessary for enhancing fruit productivity within greenhouse settings.

Keywords: Climate Change, Controlled Environment, Fruit Quality, Temperature, Temperate Fruits.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

گلخانه‌داری مبتنی بر داده: تحولی نوین در کشاورزی هوشمند

سعید ریزی[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *sreezi@sku.ac.ir*

چکیده

گلخانه‌داری مبتنی بر داده (Data-Driven Growing) به عنوان یک موضوع تحول‌آفرین در کشاورزی مدرن، با تلفیق پیشرفته‌ترین فناوری‌های دیجیتال و اصول علمی علوم گیاهی، رویکردی انقلابی در مدیریت تولیدات کشاورزی ارائه می‌دهد که با ایجاد یک چارچوب یکپارچه مبتنی بر داده‌های واقعی، امکان تصمیم‌گیری دقیق و خودکار در تمام مراحل تولید را فراهم می‌سازد. مطالعه حاضر با روشی سیستماتیک به بررسی سه رکن اساسی این فناوری می‌پردازد: شبکه‌های گسترده حسگرهای IoT که قادر به پایش لحظه‌ای بیش از ۵۰ پارامتر محیطی و فیزیولوژیک هستند، الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی رشد گیاه و سیستم‌های کنترل خودکار که امکان تنظیم دقیق شرایط محیطی را فراهم می‌کنند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد این رویکرد در مقایسه با روش‌های سنتی موجب صرفه‌جویی ۳۵-۴۵٪ در مصرف آب از طریق سیستم‌های آبیاری هوشمند، کاهش ۳۰-۴۰٪ مصرف انرژی با بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایش و سرمایش، افزایش ۲۵-۳۵٪ عملکرد محصول با کنترل دقیق شاخص‌های رشد، و بهبود ۱۵-۲۰٪ کیفیت محصولات از طریق مدیریت بهینه تغذیه گیاهی می‌شود. همچنین مطالعه به چالش‌های کلیدی از جمله هزینه اولیه بالا (بین ۵۰ تا ۱۰۰ هزار دلار برای گلخانه‌های متوسط)، نیاز به زیرساخت‌های فنی پیشرفته و ضرورت آموزش نیروی انسانی متخصص و راهکارهای عملی برای غلبه بر این موانع می‌پردازد. این پژوهش با ارائه شواهد مستند از پروژه‌های موفق جهانی، اثربخشی این فناوری را در شرایط عملیاتی مختلف تأیید می‌کند و چارچوبی علمی برای پیاده‌سازی آن در مقیاس‌های مختلف تولید ارائه می‌دهد که نتایج آن حاکی از آن است با وجود چالش‌های موجود، گلخانه‌داری مبتنی بر داده به سرعت در حال تبدیل شدن به استاندارد طلایی تولیدات گلخانه‌ای در جهان است.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیا، صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، کنترل خودکار شرایط محیطی.

مقدمه

کشاورزی معاصر با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه است که نیازمند راهکارهای نوین و فناورانه می‌باشد. بر اساس گزارش هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC, 2022)، افزایش دما، تغییر الگوهای بارش و وقوع مکرر رویدادهای شدید آب‌وهوایی، تنش‌های محیطی قابل توجهی به سیستم‌های کشاورزی وارد کرده‌است. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2021) هشدار داده که بیش از ۲ میلیارد نفر در کشورهایی با تنش آبی شدید زندگی می‌کنند و این وضعیت تا سال ۲۰۳۰ بدتر خواهد شد. همزمان، بانک جهانی (World Bank, 2023) تأکید دارد که برای تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان، باید بهره‌وری کشاورزی در واحد سطح حداقل ۷۰٪ افزایش یابد. این در حالی است که تیلمن و همکاران (Tilman et al., 2011) در پژوهش خود در آکادمی ملی علوم آمریکا پیش‌بینی کرده‌اند که تقاضا برای محصولات کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ حدود ۶۰٪ افزایش خواهد یافت. این شکاف فزاینده بین عرضه و تقاضا، نیازمند تحولی اساسی در روش‌های تولید کشاورزی است. تحقیقات نشان داده‌اند که گلخانه‌داری مبتنی بر داده با استفاده از فناوری‌های دیجیتال پیشرفته می‌تواند پاسخی مؤثر به این چالش‌ها ارائه دهد (Van Straten et al., 2019). مطالعات میدانی ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2020) در چین نشان داده که سیستم‌های آبیاری هوشمند مبتنی بر داده می‌توانند بهره‌وری مصرف آب را تا ۶۰٪ افزایش دهند. همچنین، تحقیقات کرنر و

همکاران (Körner et al., 2022) در آلمان ثابت کرده که مدیریت هوشمند انرژی در گلخانه‌ها می‌تواند کارایی مصرف انرژی را تا ۴۵٪ بهبود بخشد. این سیستم‌ها با استفاده از سنسورهای رطوبت خاک و پیش‌بینی‌های هواشناسی، میزان آب مورد نیاز گیاهان را محاسبه و بهینه‌سازی می‌کنند. گلخانه‌های مجهز به سیستم‌های مبتنی بر داده در ایتالیا به طور متوسط ۲۵-۳۵٪ افزایش عملکرد محصول داشته‌اند (Bacenetti et al., 2021). این سیستم‌ها با بهره‌گیری از شبکه‌های حسگر پیشرفته قادرند بیش از ۵۰ شاخص مختلف محیطی و فیزیولوژیک را به صورت لحظه‌ای پایش کنند. الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی امکان پیش‌بینی رشد گیاه و تشخیص بیماری‌ها را فراهم می‌کنند. این سیستم‌ها قادرند با دقت بالای ۹۰٪ بیماری‌های گیاهی را ۴۸ ساعت قبل از ظهور علائم تشخیص دهند (Liakos et al., 2019). این فناوری‌ها امکان مدیریت دقیق و بهینه شرایط رشد را فراهم می‌کنند که در شرایط تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع از اهمیت استراتژیک برخوردار است(Van Weel *et al*., 2024) . مدیریت نوین گلخانه‌داری بر اساس اصول علمی رویکردی علمی-عملی برای بهینه‌سازی محیط رشد گیاهان ارائه می‌دهد. این سیستم با تمرکز بر سه جریان حیاتی گیاه (آب، کربن و انرژی) و استفاده از سنسورهای IoT، الگوریتم‌های هوشمند و فناوری‌های دیجیتال، شرایط گلخانه را به صورت پویا کنترل می‌کند. در این روش، شاخص‌های محیطی مانند دما (با دقت ± ۰/۵ C°)، رطوبت (۶۰-۸۰٪)، نور (تنظیم طیف LED بر اساس مراحل رشد) و آبیاری (بر اساس داده‌های رطوبت خاک و مدل‌های تبخیر و تعرق) به صورت یکپارچه مدیریت می‌شوند. نتایج کاربردی این سیستم شامل کاهش ۳۰-۴۰٪ مصرف انرژی، صرفه‌جویی ۴۰-۵۰٪ در مصرف آب و افزایش ۱۵-۲۵٪ بازدهی محصولات است .

البته گلخانه‌های مبتنی بر IoT با تهدیدات امنیتی متعددی از جمله حملات به سنسورهای آسیب‌پذیر (مثل دستکاری داده‌ها)، نفوذ به شبکه‌های بی‌سیم (جعل هویت و ...)، آسیب‌پذیری سیستم‌های ابری، تهدیدات داخلی و مسائل حریم خصوصی مواجهند. برای مقابله، راهکارهایی مانند رمزنگاری قوی، جداسازی شبکه، احراز هویت دو مرحله‌ای، مدیریت دسترسی مبتنی بر نقش و سیستم‌های نظارت مداوم پیشنهاد می‌شود. این چالش‌ها در صورت عدم رسیدگی می‌توانند به اختلال در عملکرد گلخانه یا نشت داده‌های حساس منجر شوند (Zhang et al., 2023).

نتیجه‌گیری

پیاده‌سازی این اصول نیازمند یک چارچوب فنی کامل شامل: ۱) شبکه سنسورهای محیطی برای پایش لحظه‌ای شرایط، ۲) سیستم‌های کنترل هوشمند (مانند ترموستات‌های خودکار و نورپردازی تطبیقی)، و ۳) پلتفرم‌های نرم‌افزاری تخصصی است. این سیستم با تحلیل داده‌های بلادرنگ و استفاده از هوش مصنوعی، امکان پیش‌بینی و پیشگیری از بیماری‌های گیاهی را نیز فراهم می‌کند. مطالعات موردی در گلخانه‌های پیشرفته اروپا نشان می‌دهد که این روش نه تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه پایداری زیست‌محیطی را نیز تضمین می‌کند. گلخانه‌داری مبتنی بر داده به عنوان یک فناوری تحول‌آفرین، آینده کشاورزی پایدار را شکل خواهد داد. با وجود چالش‌های موجود، توسعه فناوری‌های مقرون‌به‌صرفه و آموزش نیروی انسانی می‌تواند گسترش این سیستم‌ها را تسریع کند. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده بر روی توسعه الگوریتم‌های هوشمندتر و سیستم‌های یکپارچه متمرکز شوند.

منابع

Bacenetti, J., Lovarelli, D., Fiala, M. and Bocchi, S. 2021. Digital technologies for sustainable greenhouse farming. Sustainability, 13(6): 3515.

FAO. 2021. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Rome.

IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press.

Körner, O., Challa, H. and van Straten, G. 2021. Automated control systems in greenhouse cultivation: A review. Computers and Electronics in Agriculture, 180: 105919.

Liakos, K., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S. and Bochtis, D. 2018. Machine learning in agriculture: A review. Sensors, 18: 2674.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. and Befort, B.L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(50): 20260–20264.

Van Weel, P., Geelen, P. and Voogt, J. 2024. *Plant* Empowerment: The Basic Principles. LetsGrow.com, 350 pp.

Van Straten, G., van Willigenburg, L.G., van Henten, E.J. and van Ooteghem, R.J.C. 2019. Optimal Control of Greenhouse Cultivation. CRC Press.

World Bank. 2023. *Future of Food: Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes*. Washington, DC.

Zhang, Q., Zhang, X., Mu, X., Wang, Z., Tian, R. and Wang, Y. 2020. IoT-based smart irrigation systems for water conservation. Agricultural Water Management, 234: 106131.

Zhang, L., Wang, H., Chen, X. and Liu, Y. 2023. Security challenges in IoT-based smart greenhouses: A comprehensive analysis. IEEE Internet of Things Journal, 10(15): 13456–13472.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Data-Driven Greenhouse Cultivation: A Revolutionary Transformation in Smart Agriculture

Saeed Reezi[1*]
1. Horticultural Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[*]*Corresponding Author: sreezi@sku.ac.ir*

Abstract

Data-driven greenhouse cultivation represents a transformative force in modern agriculture, offering a revolutionary approach to production management by integrating advanced digital technologies with scientific principles of plant biology. This approach establishes a comprehensive framework based on real-time data, enabling precise and automated decision-making at every stage of production. The present study systematically examines three fundamental pillars of this technology: expansive IoT sensor networks capable of monitoring over 50 environmental and physiological parameters in real time, advanced artificial intelligence and machine learning algorithms for data analysis and crop growth prediction, and automated control systems that allow for the precise adjustment of environmental conditions. The findings demonstrate that, compared to traditional methods, this approach leads to a 35–45% reduction in water use through smart irrigation systems, a 30–40% decrease in energy consumption by optimizing heating and cooling systems, a 25–35% increase in crop yield with precise growth management, and a 15–20% improvement in product quality through optimized plant nutrition. Furthermore, the study addresses key challenges such as high initial investment costs (ranging from $50,000 to $100,000 for medium-sized greenhouses), the need for advanced technical infrastructure, and specialized workforce training, while offering practical solutions to overcome these barriers. Supported by documented evidence from successful global projects, this research validates the effectiveness of data-driven greenhouse technology under diverse operational conditions and provides a scientific framework for its implementation at various production scales. The results indicate that, despite existing challenges, data-driven greenhouse cultivation is rapidly becoming the gold standard for greenhouse production worldwide.

Keywords: Internet of Things, Water and energy saving, Artificial intelligence and machine learning, Automatic control of environmental conditions.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

مدیریت سیستم‌های هیدروپونیک: مهم‌تر از فرمولاسیون محلول غذایی

مجتبی دلشاد[1*]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *delshad@ut.ac.ir*

چکیده

در سالهای اخیر کشت بدون خاک یا هایدروپونیک انواع محصولات باغبانی توسعه زیادی در کشور داشته است. این در حالی است که بسیاری از روشهای بکارگرفته شده روشهایی اقتباسی و کپی برداری شده از نمونه های موجود در کشورهای دیگر بوده و بندرت حاصل طراحی دقیق و شناخت اجزا توسط کاربران یا سازندگان داخلی بوده اند. با این وجود، دستیابی به نتیجه مطلوب (عملکرد مناسب، کیفیت قابل قبول، سلامت محصول، رعایت نکات زیست محیطی و اقتصاد تولید) نیازمند توجه به مولفه ها و عامل های متعددی است که متاسفانه بدلیل نوعی عجله و فقدان دیدگاه پژوهشگرانه مورد غفلت واقع شده یا به مقدار کافی مورد توجه و مداقه قرار نگرفته اند و حتی با بزرگنمایی و اهمیت دادن بیش از حد به یک یا چند عامل معدود (مثلا فرمول محلول غذایی)، بهینه سازی سایر عوامل به دست فراموشی سپرده شده است. بنظر می رسد تا زمانیکه توجه دست اندرکاران حوزه کشت های کنترل شده اعم از کاربران، کارشناسان، مسئولین و محققان به نکات اساسی و کلیدی کشتهای هایدروپونیک جلب نشود، امید به دستیابی به عملکردهای در سطح جهانی به همراه حفظ محیط زیست، سلامت محصول و بهینه نمودن اقتصاد تولید (که امروزه از ضروریات هرگونه فرآیند تولید محصول کشاورزی قلمداد می گردند)، امیدی واهی بوده و امکان تحقق ضعیفی خواهد داشت. در این گفتار تلاش می شود بر اساس پژوهش ها و تجربیات بدست آمده چند مورد از عوامل موثر بر تولید موفق، که تاثیر بمراتب بزرگتری از فرمولاسیون محلول غذایی بر جای می گذارند، مورد بحث قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: کشت بدون خاک (هایدروپونیک)، مدیریت کشت‌های کنترل‌شده، بهینه‌سازی تولید، پایداری زیست‌محیطی، بهره‌وری اقتصادی.

مقدمه

در سیستم‌های هیدروپونیک، ریشه گیاه در محیطی قرار دارد که عناصر غذایی مورد نیاز آن مستقیما از طریق محلول غذایی تامین می‌شوند. به همین دلیل، مدیریت محلول غذایی در این سیستم‌ها اهمیت بسیار بیشتری نسبت به سیستم‌های متداول خاکی دارد. در محیط‌های بدون خاک، ظرفیت نگهداری و بافری عناصر محدود است و تغییرات در غلظت عناصر، رطوبت، EC، pH و اکسیژن می‌تواند مستقیما بر فعالیت ریشه اثر بگذارد. عوامل متعددی در مدیریت محلول غذایی و محلول رسانی موثر هستند که پرداختن به آنها شرح مبسوطی را می‌طلبد. در این نوشتار، موضوع تواتر محلول رسانی مورد بحث می باشد.

تواتر محلول‌رسانی

تواتر محلول‌رسانی به تعداد دفعاتی گفته می‌شود که در یک بازه زمانی مشخص، محلول غذایی در اختیار ریشه قرار می‌گیرد. این مفهوم در سیستم‌های قطره‌ای با بستر، کشت کیسه‌ای، NFT، جزر و مدی و سایر سامانه‌های هیدروپونیک اهمیت متفاوتی دارد. برای مثال، در بسترهایی با ظرفیت نگهداری آب بالا می‌توان با دفعات کمتر، رطوبت مناسبی را حفظ کرد؛ در حالی که بسترهای کم‌ظرفیت یا سیستم‌هایی با زهکشی سریع، به محلول‌رسانی مکررتر نیاز دارند. بنابراین، پرسش اصلی این نیست که آیا دفعات بیشتر بهتر است یا خیر، بلکه باید پرسید: چه تعداد دفعات محلول‌رسانی، با چه حجم و غلظتی، در چه بستر و در چه مرحله رشدی، بهترین شرایط را برای ریشه ایجاد می‌کند؟

تواتر محلول رسانی بر جذب موثر است

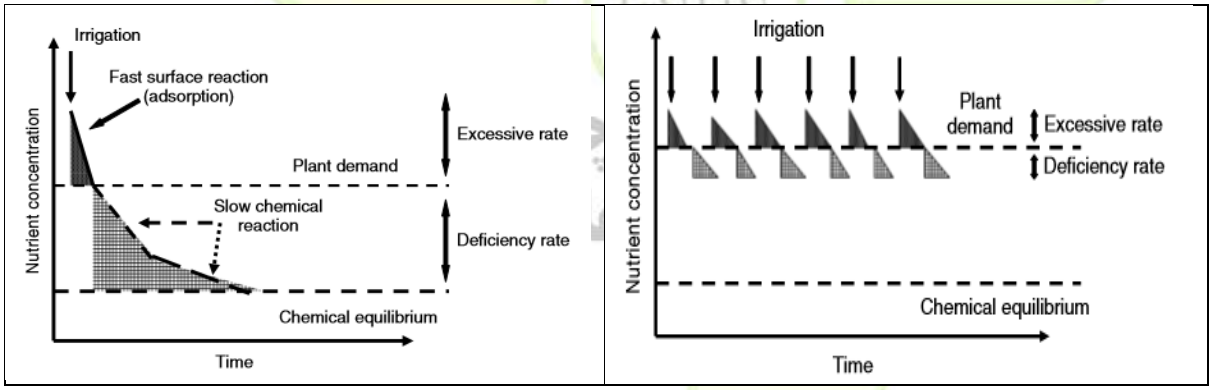
جذب عناصر غذایی توسط ریشه حاصل مجموعه‌ای از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی است. هنگامی که ریشه یک عنصر را جذب می‌کند، غلظت آن عنصر در مجاورت سطح ریشه کاهش می‌یابد و اصطلاحا یک ناحیه تخلیه عناصر غذایی در اطراف ریشه ایجاد می‌شود. محلول‌رسانی مجدد می‌تواند این ناحیه را با محلول تازه تغذیه کند. بنابراین، افزایش مناسب تواتر محلول‌رسانی می‌تواند دو اثر مهم ایجاد کند:

- تجدید مداوم عناصر غذایی در اطراف ریشه
- افزایش انتقال حجمی عناصر محلول همراه با حرکت آب به سمت ریشه

مطالعات Silber و همکاران نشان داده‌اند که افزایش تواتر محلول رسانی در کاهو موجب افزایش جذب عناصر، به‌ویژه فسفر، و در شرایط خاص افزایش عملکرد می‌شود. نویسندگان دو مکانیسم اصلی را عامل این نتیجه دانسته‌اند: تجدید عناصر غذایی در ناحیه تخلیه شده اطراف ریشه و افزایش انتقال حجمی عناصر غذایی در اثر افزایش متوسط آب موجود در محیط ریشه. این موضوع برای عناصر کم‌تحرک اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا انتقال آنها به سطح ریشه بیشتر به حرکت آب و فرایندهای انتقال در محیط وابسته است.

تواتر محلول رسانی و رطوبت محیط ریشه

یکی از نخستین پیامدهای افزایش تواتر محلول‌رسانی، افزایش متوسط محتوای آب محیط ریشه است. در صورتی که فاصله میان دو نوبت محلول‌رسانی زیاد باشد، رطوبت بستر ممکن است پیش از نوبت بعدی به میزان قابل توجهی کاهش یابد. کاهش بیش از حد رطوبت می‌تواند حرکت عناصر غذایی به سمت ریشه را محدود کند. در مقابل، محلول‌رسانی‌های بسیار مکرر ممکن است محیط ریشه را بیش از اندازه مرطوب نگه دارند. در یک مرور علمی درباره مدیریت محلول غذایی در هیدروپونیک، استفاده از حسگرهای رطوبت بستر برای تعیین زمان آبیاری، در مقایسه با برنامه‌های صرفا زمان‌محور، موجب بهبود کارایی مصرف آب و کاهش مصرف کود گزارش شده است. در برخی مطالعات، برنامه‌ریزی برای تواتر باعث افزایش ۱.۲ تا ۱.۹ برابری راندمان مصرف آب (WUE) و صرفه‌جویی قابل توجه در هزینه کود شده است.



شکل ۱- نمایش شماتیک تغییر غلظت مواد غذایی در محیط ریشه تحت آبیاری مرسوم و آبیاری متواتر. مقادیر بالای خط به معنی زیادی غلظت و زیر خط به معنی کمبود آنهاست.

تواتر و اکسیژن رسانی به ریشه

رشد مطلوب ریشه تنها به آب و عناصر غذایی وابسته نیست، اکسیژن نیز برای تنفس ریشه ضروری است. ریشه برای جذب فعال عناصر غذایی به انرژی نیاز دارد و این انرژی عمدتا از تنفس هوازی تامین می‌شود. بنابراین، هر عاملی که اکسیژن موجود در محیط ریشه را کاهش دهد، می‌تواند ظرفیت جذب و رشد ریشه را محدود کند. در محیط‌های بدون‌خاک، تواتر و حجم محلول رسانی باید به گونه‌ای تنظیم شود که بین تامین آب و اکسیژن رسانی، تعادل برقرار شود. اگر محلول‌رسانی بیش از ظرفیت زهکشی بستر باشد، فضای پرشده از هوا کاهش یافته و احتمال کمبود اکسیژن افزایش می‌یابد. در سیستم‌های هیدروپونیک غلظت اکسیژن محلول و شرایط جریان محلول از عوامل مهم

عملکرد ریشه محسوب می‌شوند. بنابراین می‌توان رابطه مفهومی زیر را در نظر گرفت: تواتر کم، کاهش رطوبت، محدودیت انتقال عناصر و آب. تواتر مناسب، تعادل آب، عناصر و اکسیژن و نهایتا شرایط مطلوب ریشه. تواتر بیش از حد، اشباع بستر، کاهش هوا، زه‌آب بیشتر.

این مفاهیم دلایل اصلی هستند که نشان می‌دهند افزایش دفعات آبیاری الزاما موجب افزایش خطی عملکرد نمی‌شود.

یکی از مطالعات مهم در این زمینه توسط Silber و همکاران در سال ۲۰۰۳ انجام شد. آنها اثر تواتر محلول رسانی را بر کاهو بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش تواتر، به‌خصوص در شرایط غلظت پایین عناصر غذایی، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد شد و این افزایش عمدتا با افزایش جذب عناصر غذایی، به‌ویژه فسفر، ارتباط داشت.

در مطالعه دیگری، Xu و همکاران با بررسی کاهو، سه تواتر محلول‌رسانی روزانه شامل یک، چهار و ده نوبت را در دو غلظت فسفر مقایسه کردند. افزایش تواتر در غلظت پایین فسفر باعث افزایش غلظت فسفر گیاه شد، در حالی که در غلظت بالاتر فسفر، اثر تواتر کمتر یا غیرمعنی‌دار بود. این یافته اهمیت تعامل میان غلظت عناصر و تواتر محلول‌رسانی را نشان می‌دهد. در مطالعه‌ای جدیدتر روی گوجه‌فرنگی، چهار فاصله آبیاری ۲، ۴، ۶ و ۱۲ روزه با مقدار کل آب و کود یکسان بررسی شد. در آن آزمایش، تیمار ۴ روزه بیشترین عملکرد و کارایی استفاده از آب و عناصر را ایجاد کرد و نسبت به شاهد افزایش ۱۲.۲ درصدی عملکرد گزارش شد. این نتیجه نیز نشان می‌دهد که «دفعات بیشتر» لزوما به معنی «بهتر» نیست و یک تواتر متوسط می‌تواند در شرایط ثابت، بهترین پاسخ را ایجاد کند.

افزایش دفعات محلول‌رسانی می‌تواند مزایای تغذیه‌ای داشته باشد، اما هم‌زمان هزینه‌ها و خطرات آن نیز افزایش می‌یابد. در سیستم‌های باز، افزایش دفعات محلول‌رسانی در صورتی که با افزایش زه‌آب همراه باشد، می‌تواند موجب خروج آب و عناصر غذایی از سیستم شود. از طرف دیگر، در سیستم‌های بسته، تغییر ترکیب محلول در طول زمان و تجمع برخی یون‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. مدیریت نامناسب محلول می‌تواند EC را افزایش داده و تعادل یونی را برهم بزند. همچنین افزایش بسیار زیاد تواتر، بدون تنظیم مناسب غلظت عناصر، ممکن است باعث تجمع یا عدم تعادل برخی عناصر شود. برای مثال، در شرایط محلول‌رسانی بسیار مکرر، مدیریت نسبت NH_4/NO_3 اهمیت پیدا می‌کند، زیرا شرایط ریزوسفر می‌تواند بر خطر سمیت آمونیوم اثر بگذارد. بنابراین، تواتر محلول‌رسانی باید همراه با حجم هر نوبت، غلظت محلول، EC، pH، درصد زه‌آب و وضعیت رطوبت بستر مدیریت شود.

عوامل موثر بر تواتر

تواتر مناسب محلول رسانی را نمی‌توان برای همه سیستم‌های هیدروپونیک یکسان تعیین کرد.

نوع بستر- بسترهای با ظرفیت نگهداری آب بالا، مانند برخی ترکیبات کوکوپیت، ممکن است به دفعات کمتر نیاز داشته باشند در حالی که بسترهایی با ظرفیت نگهداری آب پایین و زهکشی سریع، معمولا به محلول‌رسانی‌های مکررتر نیاز دارند.

مرحله رشد گیاه- نیاز آبی و غذایی گیاه در مراحل مختلف رشد یکسان نیست. با افزایش سطح برگ و توسعه تاج گیاه، تبخیر-تعرق افزایش یافته و برنامه محلول‌رسانی باید متناسب با نیاز واقعی گیاه اصلاح شود.

تابش و دمای محیط- در روزهای گرم و پرنور، مصرف آب افزایش می‌یابد و ممکن است لازم باشد تعداد دفعات محلول‌رسانی افزایش یابد. در مقابل، در شرایط خنک یا کم‌نور، همان برنامه ممکن است موجب رطوبت بیش از حد بستر شود.

حجم ریشه و تراکم کشت- با افزایش حجم ریشه و تراکم گیاه، سرعت برداشت آب و عناصر از محیط ریشه افزایش می‌یابد. بنابراین، برنامه‌ای که در ابتدای کشت مناسب است، الزاماً در اواسط یا انتهای دوره تولید مناسب نخواهد بود.

روش هیدروپونیک- در NFT، DFT، ایب‌وفلو و سیستم‌های قطره‌ای، مفهوم تواتر محلول‌رسانی متفاوت است. در برخی سیستم‌ها جریان تقریباً پیوسته است، در حالی که در سیستم‌های بستر-قطره‌ای، تعداد پالس‌های روزانه اهمیت زیادی دارد.

رویکرد مناسب برای مدیریت

مدیریت مدرن محلول‌رسانی بهتر است از یک برنامه کاملا ثابت و زمان‌محور به سمت مدیریت مبتنی بر تقاضای گیاه حرکت کند. در این رویکرد، عواملی مانند: رطوبت بستر، EC و pH، تابش، دما، رطوبت نسبی، VPD، زه‌آب، وزن یا حجم آب مصرف‌شده و مرحله رشد برای تصمیم‌گیری درباره زمان و تعداد محلول‌رسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مطالعات جدید در زمینه محلول رسانی دقیق نیز بر تعیین مقدار و تواتر آب و کود متناسب با نیاز واقعی گیاه تأکید دارند. در واقع، هدف نهایی نباید فقط افزایش دفعات آبیاری باشد، بلکه باید کاهش نوسانات محیط ریشه و حفظ آن در محدوده مطلوب باشد.

نتیجه‌گیری

تواتر محلول‌رسانی یکی از متغیرهای مهم در مدیریت سیستم‌های هیدروپونیک است که می‌تواند از طریق تغییر در رطوبت، انتقال جرمی عناصر، غلظت عناصر در اطراف ریشه و وضعیت اکسیژن، بر جذب مواد غذایی، رشد و عملکرد گیاه اثر بگذارد. شواهد علمی نشان می‌دهند که افزایش مناسب تواتر محلول‌رسانی می‌تواند در برخی شرایط، به‌ویژه در غلظت‌های پایین عناصر غذایی، جذب فسفر و سایر عناصر و در نتیجه عملکرد را افزایش دهد. با این حال، پاسخ گیاه به تواتر تابعی از خصوصیات بستر، نوع گیاه، مرحله رشد، شرایط محیطی، غلظت محلول و روش هیدروپونیک است.از این رو، یک تواتر ثابت و عمومی برای تمام سیستم‌های هیدروپونیک وجود ندارد. بهترین برنامه، برنامه‌ای است که ضمن تامین پیوسته نیاز آبی و غذایی گیاه، از اشباع محیط ریشه، کمبود اکسیژن، زه‌آب اضافی و هدررفت عناصر جلوگیری کند. در آینده، ترکیب حسگرهای رطوبت و EC بستر با داده‌های اقلیمی و مدل‌های پیش‌بینی نیاز آبی و غذایی می‌تواند امکان تعیین پویای زمان و تواتر محلول‌رسانی را فراهم کند. چنین رویکردی می‌تواند هم‌زمان موجب بهبود عملکرد، افزایش کارایی مصرف آب و کود و کاهش اثرات زیست‌محیطی تولید هیدروپونیک شود.

منابع

Faliagka, S., Naounoulis, I., Gallardo, M. and Katsoulas, N. 2026. Adaptation of the VegSyst model to predict crop nutrient uptake and water needs for precise soilless crop fertigation in greenhouses. Irrigation Science, 44(3): 66.

Farneselli, M., Benincasa, P., Tosti, G., Simonne, E., Guiducci, M. and Tei, F. 2015. High fertigation frequency improves nitrogen uptake and crop performance in processing tomato grown with high nitrogen and water supply. Agricultural Water Management, 154: 52–58.

Fathidarehnijeh, E., Nadeem, M., Cheema, M., Thomas, R., Krishnapillai, M. and Galagedara, L. 2024. Current perspective on nutrient solution management strategies to improve the nutrient and water use efficiency in hydroponic systems. Canadian Journal of Plant Science, 104: 88–102.

Huang et al. 2023. Effects of drip irrigation frequency on the yield and nutrient utilization efficiency of tomato under long-season cultivation in solar greenhouse. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers.

Jones, J.B. Jr. 2014. Complete Guide for Growing Plants Hydroponically. CRC Press.

Raviv, M., Lieth, J.H., Bar-Tal, A. and Silber, A. 2008. Soilless culture: Theory and practice. In: Soilless Culture: Theory and Practice. Elsevier.

Savvas, D. and Gruda, N. 2018. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry—A review. European Journal of Horticultural Science, 83: 280–293.

Silber, A., Xu, G., Levkovitch, I., Soriano, S., Bilu, A. and Wallach, R. 2003. High fertigation frequency: The effects on uptake of nutrients, water and plant growth. Plant and Soil, 253: 467–477.

Silber, A., Xu, G. and Wallach, R. 2003. High irrigation frequency: The effect on plant growth and on uptake of water and nutrients. Acta Horticulturae, 627: 89–96.

Xu, G., Levkovitch, I., Soriano, S., Wallach, R. and Silber, A. 2004. Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: P uptake, root growth and yield. Plant and Soil, 263(1): 297–309.

Hydroponic Systems Management: More Important Than Nutrient Solution Formulation

Mojtaba Delshad[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: delshad@ut.ac.ir*

Abstract

In recent years, soilless cultivation, or hydroponics, has expanded considerably in the country for the production of various horticultural crops. Nevertheless, many of the methods currently in use have been adapted or copied from systems developed in other countries and have rarely resulted from careful design and a thorough understanding of system components by domestic growers or manufacturers. Achieving satisfactory outcomes—including adequate yield, acceptable product quality, food safety, environmental protection, and production profitability—requires careful consideration of numerous components and factors. Unfortunately, due to a tendency to rush implementation and a lack of a research-oriented approach, many of these factors have been overlooked or insufficiently examined. Moreover, excessive emphasis on one or a few factors, such as nutrient solution formulation, has often diverted attention from the optimization of other equally or even more important aspects of production. It appears that unless growers, technical experts, policymakers, and researchers involved in controlled-environment agriculture recognize and address the fundamental principles and critical aspects of hydroponic production, achieving internationally competitive yields while protecting the environment, ensuring product safety, and optimizing production economics will remain an unrealistic goal. These objectives are now considered essential requirements for any agricultural production system, yet their practical realization remains challenging without a comprehensive understanding of the factors governing production success. This presentation aims to discuss several key factors that influence successful hydroponic production, drawing on research findings and practical experience. These factors can have a substantially greater impact on production outcomes than nutrient solution formulation alone.

Keywords: Soilless cultivation (Hydroponics), Controlled environment Agriculture management, Production optimization, Environmental sustainability, Economic efficiency

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

تغذیه نوین در گلخانه‌ها

مریم حقیقی[1*]
۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *mhaghighi@cc.iut.ac.ir*

چکیده

گلخانه‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بسترهای تولید پایدار محصولات کشاورزی، نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری و کنترل شرایط محیطی ایفا می‌کنند. با این حال، محدودیت حجم بستر رشد، شست‌وشوی سریع عناصر غذایی و افزایش قیمت نهاده‌ها، استفاده صرف از کودهای شیمیایی را با چالش جدی مواجه کرده است. در این راستا، کودهای نوین شامل کودهای آلی، زیستی، بیواستیمولنت‌ها، نانوکودها و سامانه‌های رهایش کنترل‌شده، به‌عنوان راهکارهای کارآمد و پایدار مطرح شده‌اند. کودهای آلی با استفاده از منابع داخلی مانند کود دامی و پسماندهای آلی، علاوه بر کاهش وابستگی به واردات، به توسعه اقتصاد چرخه‌ای کمک می‌کنند. کودهای زیستی شامل میکروارگانیسم‌های مفید مانند باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، حل‌کننده فسفر و قارچ‌های مایکوریزا، با افزایش فراهمی عناصر و تحریک رشد گیاه، نقش مؤثری در ارتقای سلامت گیاه و خاک دارند. بیواستیمولنت‌ها نظیر عصاره جلبک دریایی، اسیدهای آمینه و ترکیبات محرک رشد، با بهبود جذب عناصر و افزایش تحمل به تنش‌های غیرزیستی، کارایی تغذیه را افزایش می‌دهند. فناوری‌های نانو و رهایش کنترل‌شده نیز با کاهش تلفات عناصر و هماهنگی با نیاز دقیق گیاه، گامی مؤثر در بهینه‌سازی مصرف کود محسوب می‌شوند. با توجه به ظرفیت بالای تولید گلخانه‌ای در ایران و وجود منابع غنی آلی، توسعه و کاربرد این کودها می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌ها و وابستگی به واردات، به افزایش عملکرد، بهبود کیفیت محصول و ارتقای امنیت غذایی کمک کند. بنابراین، سیاست‌گذاری در حوزه پژوهش، آموزش و حمایت از تولیدکنندگان داخلی، مسیر دستیابی به کشاورزی پایدار و رقابت‌پذیر را هموار خواهد ساخت.

واژه‌های کلیدی: بیواستیمولنت‌ها، تغذیه گلخانه‌ای، رهایش کنترل‌شده، کودهای زیستی، کودهای نوین.

مقدمه

گلخانه‌ها در دهه‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین بسترهای تولید پایدار محصولات کشاورزی تبدیل شده‌اند، زیرا امکان کنترل نسبی دما، رطوبت، تغذیه، آبیاری و نور را فراهم می‌کنند و در نتیجه بهره‌وری تولید را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهند (Behroozeh et al., 2024). در ایران نیز توسعه کشت گلخانه‌ای به‌ویژه در محصولات سبزی و صیفی اهمیت زیادی پیدا کرده است؛ بر پایه آمارهای موجود، سطح زیر کشت گلخانه‌ای کشور طی دو دهه گذشته بیش از دو برابر شده و خیار، گوجه‌فرنگی، فلفل و بادمجان بخش عمده این سطح را به خود اختصاص داده‌اند (Behroozeh et al., 2024). بر اساس گزارش‌های موجود، بخش عمده تولیدات گلخانه‌ای کشور به مصرف داخلی می‌رسد و سهمی نیز به صادرات اختصاص دارد، به‌ویژه در محصولاتی مانند فلفل و بادمجان. از این رو، مدیریت تغذیه در گلخانه نه‌تنها از نظر افزایش عملکرد، بلکه از منظر کیفیت محصول، کاهش مصرف آب، مدیریت تنش‌های محیطی و بهینه‌سازی هزینه‌ها نیز اهمیت راهبردی دارد (Chojnacka and Baltrusaitis, 2025).

با وجود مزایای گلخانه، محدودیت حجم بستر رشد، شست‌وشوی سریع عناصر غذایی، حساسیت بالای گیاهان به خطای تغذیه و فشار اقتصادی ناشی از افزایش قیمت نهاده‌ها، استفاده صرف از کودهای شیمیایی را به گزینه‌ای پرریسک تبدیل کرده است (Babu et al., 2022; Jariwala et al., 2022). گزارش FAO نشان می‌دهد مصرف جهانی کودهای معدنی از ۱۴۲ میلیون تن در سال ۲۰۰۲ به ۱۹۰ میلیون تن در سال ۲۰۲۳ رسیده که بیانگر رشد ۳۴ درصدی است؛ در همین مدت، مصرف نیتروژن به ۱۱۲ میلیون تن، فسفر به ۴۱ میلیون تن و پتاسیم به ۳۸ میلیون تن رسیده است (FAO, 2025). این روند نشان می‌دهد کشاورزی مدرن همچنان وابسته به نهاده‌های شیمیایی

است، اما هم‌زمان نیاز جدی به راهکارهای کاراتر، پایدارتر و سازگارتر با محیط‌زیست وجود دارد (Babu et al., 2022; Chojnacka and Baltrusaitis, 2025).

در گلخانه‌های ایران، محصولات اصلی شامل گوجه‌فرنگی، خیار، فلفل دلمه‌ای و بادمجان هستند و این محصولات سهم مهمی در بازار داخلی و صادرات دارند (Behroozeh et al., 2024). از آنجا که در چنین سیستم‌هایی خاک یا بستر کشت ظرفیت محدودی برای ذخیره عناصر دارد، هرگونه مدیریت نادرست تغذیه می‌تواند به کاهش رشد، افت گلدهی، اختلال در تشکیل میوه و کاهش کیفیت نهایی محصول منجر شود (Jariwala et al., 2022). به همین دلیل، حرکت از کودهای شیمیایی متداول به سمت کودهای نوین، کودهای آلی، زیستی، کندرهاش و بیواستیمولنت‌ها، پاسخی علمی به نیازهای تولید گلخانه‌ای است (Du Jardin, 2015; Chojnacka & Baltrusaitis, 2025).

کودهای نوین را می‌توان مجموعه‌ای از فناوری‌ها و فرمولاسیون‌ها دانست که با هدف افزایش راندمان مصرف عناصر غذایی، کاهش تلفات ناشی از آبشویی و تبخیر، بهبود جذب عناصر، کاهش وابستگی به کودهای وارداتی و کمک به تحمل تنش‌های غیرزیستی طراحی شده‌اند (Babu et al., 2022; Jariwala et al., 2022). در این میان، کودهای آلی و زیستی جایگاه ویژه‌ای دارند. در ایران بیش از ۲۰۰ واحد تولیدی در زمینه کودهای آلی و آلی-معدنی فعال‌اند و ظرفیت اسمی تولید این گروه از کودها چند میلیون تن در سال برآورد می‌شود. با وجود این ظرفیت، هنوز بخش قابل توجهی از تغذیه گیاهان در کشور بر پایه کودهای شیمیایی است و سهم واقعی کودهای آلی در برنامه تغذیه مزارع کمتر از ظرفیت بالقوه کشور است. همچنین، استفاده از منابع داخلی مانند کود دامی، کود مرغی، بقایای گیاهی و پسماندهای آلی شهری می‌تواند پایه‌ای برای توسعه اقتصاد چرخه‌ای و تولید کودهای سازگار با گلخانه باشد.(Chojnacka & Baltrusaitis, 2025)

کودهای زیستی نیز بخش مهمی از راهبرد تغذیه نوین محسوب می‌شوند. این کودها شامل میکروارگانیسم‌های زنده یا خفته‌ای هستند که با افزایش فراهمی زیستی عناصر غذایی، بهبود فعالیت ریزوسفری و تحریک رشد گیاه، نقش مؤثری در تغذیه و سلامت گیاه ایفا می‌کنند (Backer et al., 2018). از جمله مهم‌ترین گروه‌های آن می‌توان به باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، حل‌کننده فسفر، ریزوباکتری‌های محرک رشد، سیانوباکترها و قارچ‌های همزیست مانند مایکوریزا اشاره کرد (Backer et al., 2018; Du Jardin, 2015). در شرایط گلخانه‌ای، این کودها نه‌تنها به بهبود رشد کمک می‌کنند، بلکه می‌توانند مقاومت گیاه را نسبت به تنش شوری، خشکی و برخی عوامل بیماری‌زا افزایش دهند (Backer et al., 2018). در واقع، کود زیستی فقط تأمین‌کننده ساده عناصر نیست، بلکه بخشی از یک نظام زیستی-فیزیولوژیک برای ارتقای سلامت گیاه و خاک به شمار می‌رود.(Du Jardin, 2015)

در کنار کودهای زیستی، استفاده از عصاره جلبک دریایی، هیدرولیزات‌های پروتئینی، اسیدهای آمینه، قند الکل‌ها و ترکیبات بیواستیمولنت نیز در گلخانه‌ها رو به گسترش است (Du Jardin, 2015). بیواستیمولنت‌ها موادی هستند که مستقیماً کود به معنای کلاسیک نیستند، اما با تحریک فرآیندهای فیزیولوژیک، جذب عناصر را بهبود می‌دهند، رشد ریشه را تقویت می‌کنند و تحمل گیاه را نسبت به تنش‌های غیرزیستی افزایش می‌دهند (Du Jardin, 2015). برای مثال، عصاره جلبک دریایی با داشتن ترکیباتی مانند سیتوکینین‌ها، اکسین‌ها، بتائین‌ها و پلی‌ساکاریدها می‌تواند رشد رویشی، گلدهی و مقاومت به گرما و خشکی را افزایش دهد (Battacharyya et al., 2015). همچنین، ترکیب جلبک با ال-کارنیتین یا استفاده از آن همراه با کودهای زیستی، در بسیاری از سامانه‌های تولیدی موجب افزایش کارایی تغذیه و بهبود رشد نشا و گیاه بالغ شده است.(Battacharyya et al., 2015; Backer et al., 2018)

در سطح پیشرفته‌تر، فناوری‌های نانو و رهایش کنترل‌شده نیز در زمره کودهای نوین قرار می‌گیرند. نانوکودها با استفاده از ذرات بسیار کوچک و سطح ویژه بالا، امکان رهایش آهسته‌تر، جذب مؤثرتر و تلفات کمتر را فراهم می‌کنند (Babu et al., 2022). این فناوری‌ها در مقایسه با کودهای متداول می‌توانند راندمان مصرف عناصر غذایی را افزایش دهند و در عین حال، آلودگی محیطی را کاهش دهند (Babu et al., 2022; Jariwala et al., 2022). همچنین، کپسوله‌سازی کودها به‌وسیله پلیمرهای زیستی مانند کیتوزان، آلژینات، نشاسته و مواد معدنی متخلخل مانند بنتونیت و زیولیت، موجب رهایش تدریجی عناصر و هماهنگی بیشتر با نیاز گیاه می‌شود (Jariwala et al., 2022). در گلخانه، این ویژگی بسیار مهم است، زیرا گیاه در دوره‌های مشخص رشدی به مقدار معینی از عناصر نیاز دارد و رهایش کنترل‌نشده می‌تواند هم به اتلاف و هم به سمیت منجر شود.(Jariwala et al., 2022)

از دیگر نوآوری‌های مهم، کودهای هوشمند و نانوحامل‌های زیستی هستند. این کودها به شرایط محیطی مانند pH، رطوبت یا وضعیت ریشه پاسخ می‌دهند و تنها در زمان مناسب، مواد غذایی را آزاد می‌کنند (Jariwala et al., 2022). چنین سامانه‌هایی به‌ویژه در سینی‌های نشا و تولید نشاهای گلخانه‌ای اهمیت دارند، زیرا حجم بستر در این سیستم‌ها بسیار کم است و خطر کمبود یا بیش‌کودی بسیار بالاست. به همین علت، فناوری‌های Seed Pod یا کپسول‌های تغذیه نشا که در آن بذر، کود استارتر، پلیمر نگهدارنده آب و گاه میکروارگانیسم‌های مفید در یک واحد کوچک ترکیب می‌شوند، می‌توانند در مرحله استقرار اولیه گیاه بسیار مؤثر باشند. این روش سبب می‌شود ریشه از همان آغاز به منبع غذایی کنترل‌شده دسترسی پیدا کند و تنش کمبود غذایی در مراحل اولیه رشد کاهش یابد.(Afzal et al., 2020)

در کنار این موارد، ترکیباتی مانند مورینگا، براسینواستروئیدها، بیوچار، سرکه چوب، اکوآنزیم و برخی پلی‌ال‌ها نیز به‌عنوان ابزارهای تکمیلی تغذیه در گلخانه‌ها مطرح هستند. مورینگا به‌دلیل داشتن زآتین، آمینواسیدها، آنتی‌اکسیدان‌ها و پلی‌فنول‌ها می‌تواند رشد گیاه، توسعه ریشه و کیفیت میوه را بهبود دهد (Du Jardin, 2015). براسینواستروئیدها نیز با تحریک تقسیم سلولی و افزایش فتوسنتز، در گلدهی و میوه‌دهی مؤثرند. بیوچار با ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و توان اصلاحی خود، به‌ویژه در خاک‌های شور، نقشی مهم در بهبود ساختار خاک و نگهداشت آب دارد. سرکه چوب و اکوآنزیم نیز با اثر بر pH، فعالیت میکروبی و دسترسی عناصر، به ارتقای وضعیت فیزیولوژیک گیاه کمک می‌کنند (Ali et al., 2017).

از نظر اقتصادی و راهبردی، توسعه کودهای نوین در گلخانه برای ایران یک ضرورت است. افزایش قیمت کودهای شیمیایی، نوسانات بازار، محدودیت‌های وارداتی و فشار بر هزینه تولید، همه نشان می‌دهند که اتکا به الگوی سنتی تغذیه پایدار نیست (FAO, 2025). در چنین شرایطی، استفاده از کودهای آلی، زیستی، بیواستیمولنت‌ها و کودهای هوشمند می‌تواند وابستگی به واردات را کاهش دهد، کارایی مصرف را بالا ببرد و از نظر زیست‌محیطی نیز به کاهش آلودگی کمک کند (Babu et al., 2022; Jariwala et al., 2022). همچنین، با توجه به حجم قابل توجه منابع آلی داخلی، ایران ظرفیت بالایی برای تولید و حتی توسعه صادرات برخی کودهای آلی و ترکیبی دارد (Chojnacka and Baltrusaitis, 2025).

در مجموع، آینده تغذیه گلخانه‌ای به سمت ترکیب هوشمندانه‌ای از کودهای شیمیایی، آلی، زیستی، نانو و بیواستیمولنت‌ها حرکت می‌کند (Du Jardin, 2015; Babu et al., 2022; Chojnacka & Baltrusaitis, 2025). این رویکرد تلفیقی، هم کارایی تغذیه را افزایش می‌دهد و هم به پایداری تولید کمک می‌کند. کودهای نوین در گلخانه، تنها یک انتخاب فناورانه نیستند، بلکه پاسخی ضروری به محدودیت‌های تولید مدرن، افزایش قیمت نهاده‌ها و نیاز به بهره‌وری بیشتر هستند (FAO, 2025; Babu et al., 2022). با توجه به ظرفیت بالای تولید گلخانه‌ای در ایران، به‌کارگیری کودهای آلی، زیستی، بیواستیمولنت‌ها، نانوکودها و سامانه‌های رهایش کنترل‌شده می‌تواند مسیر تولید پایدار، اقتصادی و رقابت‌پذیر را هموار کند (Behroozeh et al., 2024; Jariwala et al., 2022; Afzal et al., 2020). بنابراین، سیاست‌گذاری پژوهشی و اجرایی باید بر توسعه فرمولاسیون‌های بومی، آزمون‌های میدانی در محصولات اصلی گلخانه‌ای، آموزش بهره‌برداران و حمایت از تولیدکنندگان داخلی متمرکز شود. چنین مسیری می‌تواند ضمن افزایش عملکرد و کیفیت محصولات گلخانه‌ای، به ارتقای امنیت غذایی و خوداتکایی کشور نیز کمک کند.(Chojnacka & Baltrusaitis, 2025; Backer et al., 2018)

منابع

Afzal, I., Javed, T., Amirkhani, M. and Taylor, A.G. 2020. Modern seed technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. Agriculture, 10(11): 526.

Ali, S., Rizwan, M., Qayyum, M.F., Ok, Y.S., Ibrahim, M., Riaz, M., Arif, M.S., Hafeez, F., Al-Wabel, M.I. and Shahzad, A.N. 2017. Biochar soil amendment on alleviation of drought and salt stress in plants: A critical review. Environmental Science and Pollution Research, 24(14): 12700–12712.

Babu, S., Singh, R., Yadav, D., Rathore, S.S., Raj, R., Avasthe, R., Yadav, S.K., Das, A., Yadav, V., Yadav, B., Shekhawat, K., Upadhyay, P.K., Yadav, D.K. and Singh, V.K. 2022. Nanofertilizers for agricultural and environmental sustainability. Chemosphere, 292: 133451.

Backer, R., Rokem, J.S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S. and Smith, D.L. 2018. Plant growth-promoting rhizobacteria: Context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. Frontiers in Plant Science, 9: 1473.

Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P. and Prithiviraj, B. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 39–48.

Behroozeh, S., Hayati, D., Karami, E., Nassiri, S.M. and Rezaei-Moghaddam, K. 2024. Evaluation and comparison of energy use efficiency among cucumber greenhouses. Frontiers in Sustainable Food Systems, 8: 1427530.

Chojnacka, K. and Baltrusaitis, J. 2025. Organo-mineral fertilizers for sustainable agriculture. Sustainability Science and Technology, 2(2): 022001.

Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196: 3–14.

FAO. 2025. Inorganic fertilizers 2002–2023. FAOSTAT Analytical Briefs, No. 108. Rome: FAO.

Jariwala, H., Santos, R.M., Lauzon, J.D., Dutta, A. and Chiang, Y.W. 2022. Controlled release fertilizers (CRFs) for climate-smart agriculture practices: A comprehensive review on release mechanism, materials, methods of preparation, and effect on environmental parameters. Environmental Science and Pollution Research, 29(36): 53967–53995.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Modern Nutrition in Greenhouses

Maryam Haghighi[1*]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[*]*Corresponding Author: mhaghighi@cc.iut.ac.ir*

Abstract

Greenhouses, as one of the most important platforms for sustainable agricultural production, play a key role in increasing productivity and controlling environmental conditions. However, the limited volume of the growing medium, rapid leaching of nutrients, and rising input prices have made the exclusive use of chemical fertilizers a serious challenge. In this regard, modern fertilizers—including organic fertilizers, biofertilizers, biostimulants, nano-fertilizers, and controlled-release systems—have been proposed as efficient and sustainable solutions. Organic fertilizers, by utilizing domestic resources such as manure and organic wastes, not only reduce dependence on imports but also contribute to the development of a circular economy. Biofertilizers, which include beneficial microorganisms such as nitrogen-fixing bacteria, phosphate-solubilizing bacteria, and mycorrhizal fungi, play an effective role in promoting plant and soil health by increasing nutrient availability and stimulating plant growth. Biostimulants such as seaweed extract, amino acids, and growth-promoting compounds enhance nutritional efficiency by improving nutrient uptake and increasing tolerance to abiotic stresses. Nano-technologies and controlled-release systems also represent an effective step toward optimizing fertilizer use by reducing nutrient losses and synchronizing release with the precise needs of the plant. Given Iran's high greenhouse production capacity and the availability of rich organic resources, the development and application of these fertilizers can help reduce costs and import dependency while improving yield, product quality, and food security. Therefore, policy-making in the areas of research, education, and support for domestic producers will pave the way for achieving sustainable and competitive agriculture.

Keywords: Biostimulants, Controlled-Release, Fertilizers, Greenhouse Nutrition, Modern Fertilizers.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر طیف‌های مختلف نور LED و مدیریت محلول غذایی بر رشد، خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان در کارخانه گیاهی

حمیدرضا روستا[1*]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *roosta_h@yahoo.com*

چکیده

با افزایش جمعیت جهانی، کاهش زمین‌های قابل کشت و بحران منابع آبی، توسعه سیستم‌های نوین تولید گیاهان ضروری است. کشاورزی عمودی (Plant Factories with Artificial Lighting - PFALs) به عنوان راهکاری برای تولید محصولات با کیفیت، مستقل از شرایط اقلیمی و با کارایی بالای مصرف آب و زمین مطرح شده است. در این پژوهش، تأثیر طیف‌های مختلف نور LED قرمز، آبی، ترکیب قرمز/آبی و سفید) و روش‌های مدیریت محلول غذایی (جایگزینی کامل، بر اساس هدایت الکتریکی و بر اساس نیاز گیاه بر رشد، فتوسنتز و بیان ژن‌های آنتوسیانین در کاهو (ارقام Lollo Rossa و Lollo Bionda) و همچنین خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی پونه *Mentha pulegium*) و میکروگرین ریحان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ترکیب نور قرمز و آبی (به ویژه با نسبت ۳:۱) و روش جایگزینی محلول غذایی بر اساس نیاز گیاه، بیشترین تأثیر مثبت را بر فتوسنتز خالص، محتوای آنتوسیانین و بیان ژن‌های مرتبط با مسیر بیوسنتز آنتوسیانین(UFGT و CHS) داشت. همچنین، استفاده از نور LED نسبت به لامپ‌های فلورسنت، ضمن کاهش مصرف انرژی، کیفیت محصول را بهبود بخشید. در مورد میکروگرین ریحان، نور ترکیبی قرمز و آبی و غلظت ۰/۵هوگلند، بهترین تعادل را بین سطح برگ، وزن تر و خشک و جذب نور ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی: کارخانه گیاهی، کشت‌های عمودی، میکروگرین، هیدروپونیک.

مقدمه

امروزه تولید محصولات باغبانی با چالش‌هایی نظیر تغییرات اقلیمی، کمبود آب، فرسایش خاک و افزایش جمعیت مواجه است. سیستم‌های تولید سنتی (مزرعه و گلخانه) به دلیل وابستگی به شرایط محیطی، بازدهی محدودی دارند. در این راستا، «کارخانه‌های گیاهی» یا کشاورزی عمودی با استفاده از نور مصنوعی (LED) و محیط کنترل‌شده، امکان تولید محصول در تمام فصول سال، بدون استفاده از آفت‌کش، با بهره‌وری بالای آب و زمین را فراهم می‌کنند. در این سیستم‌ها، نور به عنوان مهم‌ترین فاکتور محیطی، نقش کلیدی در فتوسنتز، مورفولوژی و متابولیسم ثانویه گیاهان ایفا می‌کند. طیف نوری (کیفیت نور) می‌تواند بر تجمع متابولیت‌های ثانویه مانند آنتوسیانین‌ها (رنگدانه‌های مسئول رنگ قرمز در کاهو) و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مؤثر باشد. از سوی دیگر، مدیریت صحیح محلول غذایی و هدایت الکتریکی (EC) برای بهینه‌سازی جذب عناصر و کاهش تنش شوری در این سیستم‌ها بسیار حائز اهمیت است.

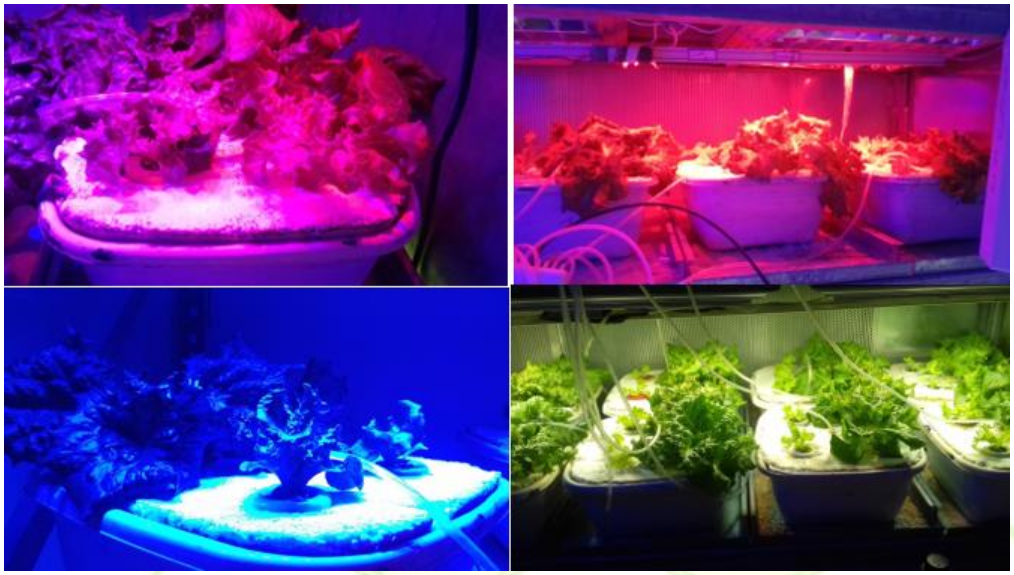
مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف بررسی اثر متقابل طیف‌های نور LED و روش‌های مدیریت محلول غذایی بر عملکرد و کیفیت چندین گیاه باغبانی (کاهو، پونه و میکروگرین ریحان) در سیستم‌های هیدروپونیک انجام شد. آزمایش‌ها در یک اتاقک رشد گیاه مجهز به لامپ‌های LED انجام شد. صفات مختلف شامل صفات رشدی، فیزیولوژیکی و بیان ژن‌های مختلف با استفاده از پروتوکل‌های مختلف اندازه‌گیری شد.

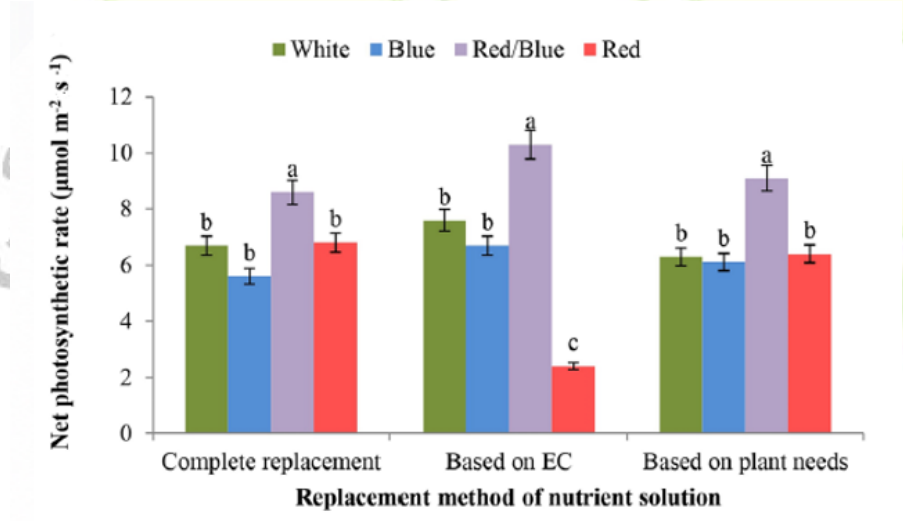
نتایج و بحث

کاهو (*Lactuca sativa*)

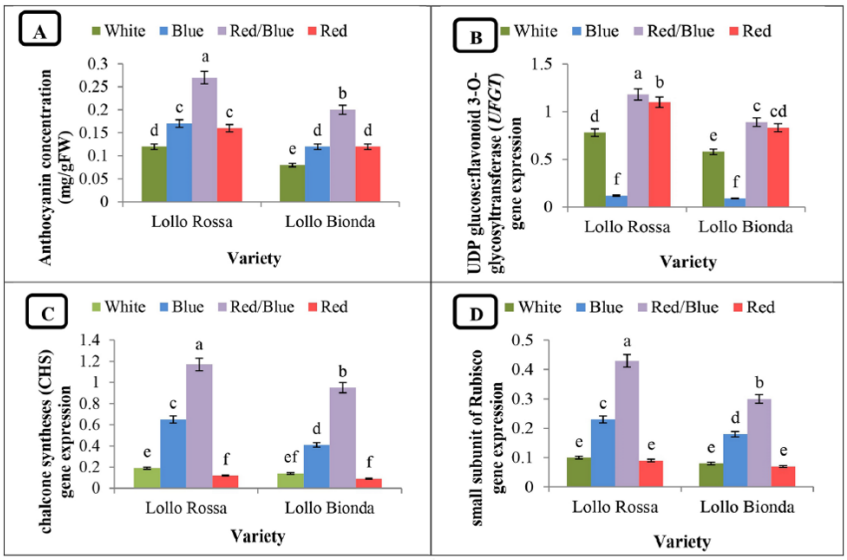
نتایج نشان داد که نور ترکیبی قرمز/آبی به طور معنی‌داری باعث افزایش رشد و فتوسنتز خالص در مقایسه با نور سفید و قرمز شد (شکل۱ و ۲). بیشترین میزان آنتوسیانین و بیان ژن‌های UFGT و CHS به عنوان ژن‌های کلیدی مسیر بیوسنتز آنتوسیانین در رقم Lollo Rossa تحت تیمار نور قرمز/آبی مشاهده شد (شکل ۳). در بررسی روش‌های جایگزینی محلول غذایی، روش جایگزینی بر اساس نیاز گیاه نسبت به روش‌های جایگزینی کامل و بر اساس EC باعث افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود رشد رویشی شد. همچنین، استفاده از نور LED در مقایسه با لامپ فلورسنت، ضمن کاهش ۴۵ درصدی مصرف برق، کیفیت نوری بهتری برای رشد گیاه فراهم کرد.



شکل ۱- گیاهان کاهوی رشد کرده در زیر طیف‌های مختلف نور LED.



شکل ۲- اثر متقابل طیف‌های مختلف نور LED و روش‌های مختلف جایگزینی محلول غذایی بر فتوسنتز گیاهان کاهو.



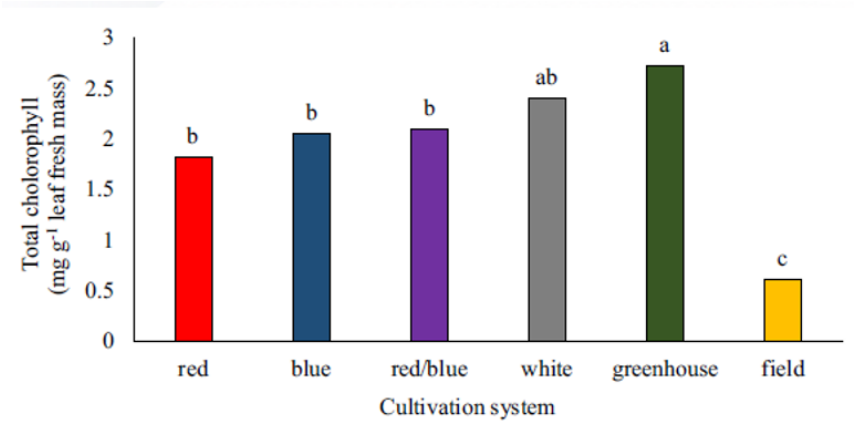
شکل ۳- اثر متقابل طیف‌های مختلف نور LED و روش‌های مختلف جایگزینی محلول غذایی بر غلظت آنتوسیانین (A) و بیان ژن‌های UFGT (B)، CHS (C) و زیرواحد کوچک رابیسکو (D) در دو رقم کاهو.

پونه (*Mentha pulegium*)

در کشت هیدروپونیک پونه، گیاهان تحت تیمار نور آبی و ترکیب قرمز/آبی، بالاترین سطح برگ، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید را نشان دادند (شکل ۴ و ۵). با این حال، بیشترین محتوای فنل کل و آنتی‌اکسیدان در گیاهان کشت‌شده در مزرعه و گلخانه (نور طبیعی) مشاهده شد که نشان‌دهنده تأثیر تنش‌های محیطی بر متابولیت‌های ثانویه است. در این آزمایش محلول‌پاشی نانوکربنات کلسیم نیز به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح برگ در این گیاه شد.



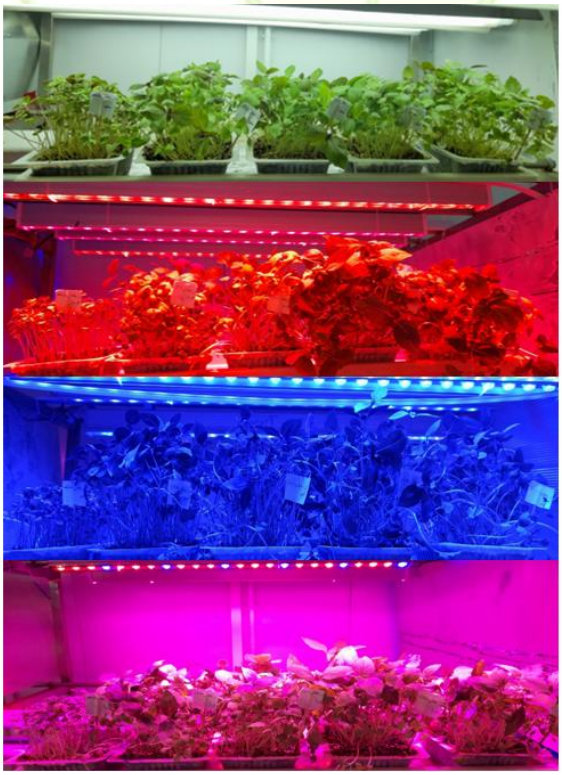
شکل ۴- گیاهان پونه رشد کرده در سیستم‌های مختلف کشت شامل اتاق رشد (زیر نور قرمز (A)، آبی (B) یا قرمز-آبی (C))، گلخانه (D) و مزرعه (E).



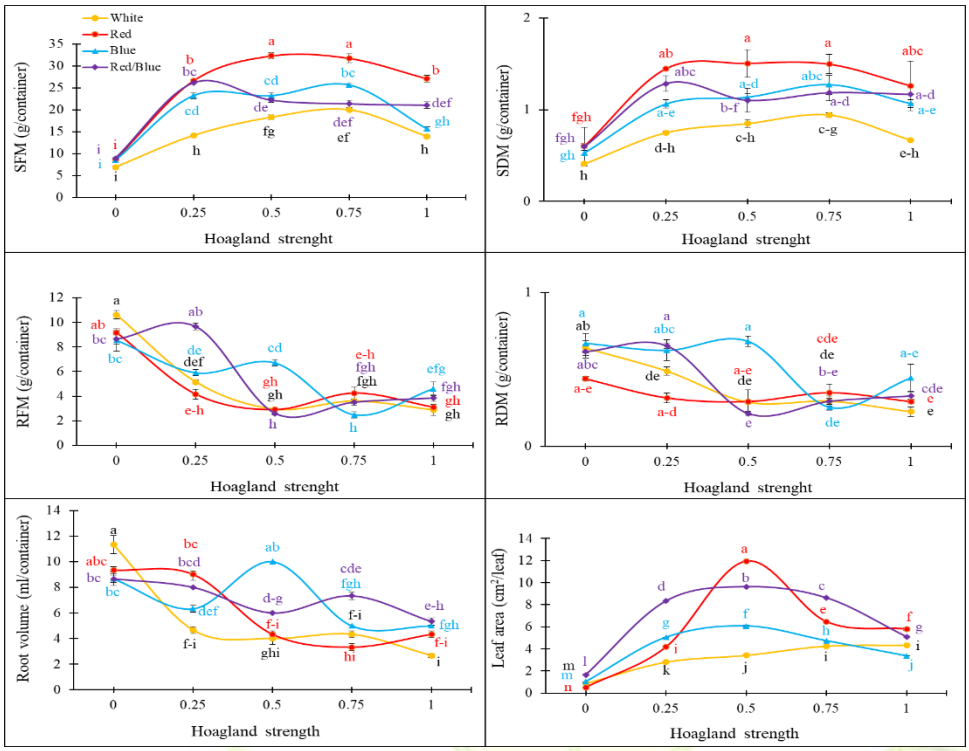
شکل ۵- اثر سیستم‌های مختلف کشت شامل اتاق رشد (زیر نور قرمز، آبی یا قرمز-آبی)، گلخانه و مزرعه بر غلظت کلروفیل پونه.

ریحان (میکروگرین)

در کشت میکروگرین ریحان، غلظت‌های مختلف محلول هوگلند (۰، ۰.۲۵، ۰.۵، ۰.۷۵، و ۱) و طیف‌های نوری مختلف بررسی شد (شکل ۶). نتایج نشان داد که نور ترکیبی قرمز و آبی و غلظت ۰.۵ هوگلند، بهترین تعادل را بین سطح برگ، وزن تر و خشک و جذب نور ایجاد کرد (شکل ۷). همچنین، کیفیت نور بر غلظت عناصر غذایی (مانند آهن) و ترکیبات بیوشیمیایی میکروگرین ریحان تأثیر معنی‌داری داشت.



شکل ۶- میکروگرین ریحان رشد کرده در زیر طیف‌های مختلف نور LED.



شکل ۷- اثر طیف‌های مختلف نور LED و غلظت محلول غذایی بر خصوصیات رشدی و مورفولوژیکی میکروگرین ریحان.

یافته‌های این پژوهش با نتایج سایر مطالعات در زمینه کشاورزی عمودی همسو است. استفاده از نور LED با طیف‌های قابل تنظیم، امکان دستکاری مسیرهای متابولیکی گیاه را فراهم می‌کند. نور آبی معمولاً باعث افزایش ضخامت برگ و بهبود جذب نور می‌شود، در حالی که نور قرمز بر گسترش سطح برگ و وزن تر تأثیر می‌گذارد. ترکیب این دو طیف (Red/Blue) با ایجاد تعادل بین سطح برگ و ضخامت آن، جذب نور کل تاج گیاه را بهبود می‌بخشد که با افزایش فتوسنتز خالص در کاهو مطابقت دارد. از سوی دیگر، تنش ناشی از غلظت‌های بالای محلول غذایی (EC بالا) می‌تواند منجر به کاهش رشد شود؛ بنابراین استفاده از روش‌های هوشمند مدیریت محلول (مانند جایگزینی بر اساس نیاز گیاه) در سیستم‌های بسته بسیار کارآمدتر از روش‌های سنتی است. همچنین، با وجود اینکه کشت مزرعه‌ای ممکن است محتوای برخی متابولیت‌های ثانویه (مانند فنل) را به دلیل تنش‌های محیطی افزایش دهد، سیستم‌های PFAL با کنترل دقیق شرایط، تولید پایدار و عاری از آفت‌کش را تضمین می‌کنند. با این حال، هزینه اولیه بالا و مصرف انرژی (الکتریسیته) برای روشنایی مصنوعی، چالش اصلی این سیستم‌هاست که استفاده ازLED های کم‌مصرف و کارآمد می‌تواند این هزینه‌ها را تا حد زیادی جبران کند.

نتیجه‌گیری کلی

سیستم‌های کشت عمودی با نور مصنوعی (PFALs) با فراهم کردن کنترل کامل بر شرایط محیطی، ابزاری قدرتمند برای تولید محصولات باغبانی با کیفیت بالا و پایدار هستند. بر اساس نتایج این مطالعه، استفاده از ترکیب نور قرمز و آبی (به ویژه نسبت ۳:۱) و مدیریت دقیق محلول غذایی بر اساس نیاز گیاه در سیستم‌های بسته می‌تواند منجر به افزایش معنی‌دار رشد، فتوسنتز و تجمع ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (مانند آنتوسیانین) در کاهو و گیاهان دارویی شود. همچنین، جایگزینی لامپ‌های فلورسنت با LEDهای کم‌مصرف، ضمن کاهش هزینه‌های انرژی، کیفیت محصول را بهبود می‌بخشد. برای توسعه این فناوری در ایران، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های بیشتری بر روی بهینه‌سازی طیف‌های نوری برای گیاهان بومی و کاهش هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری انجام شود.

منابع

Roosta, H.R., Samadi, A. and Bikdeloo, M. 2023. Different cultivation systems and foliar application of calcium nanoparticles affect the growth and physiological characteristics of pennyroyal (*Mentha pulegium* L.). Scientific Reports, 13: 20334.

Soufi, H.R., Roosta, H.R., Stępień, P., Malekzadeh, K. and Hamidpour, M. 2023. Manipulation of light spectrum is an effective tool to regulate biochemical traits and gene expression in lettuce under different replacement methods of nutrient solution. Scientific Reports, 13: 8600.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Different LED Light Spectra and Nutrient Solution Management on the Growth, Physiological and Biochemical Characteristics of Plants in a Plant Factory

Hamid Reza Roosta[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran
[*]*Corresponding Author: roosta_h@yahoo.com*

Abstract

With the increasing global population, the reduction of arable land, and the water resource crisis, the development of novel plant production systems is essential. Vertical farming (Plant Factories with Artificial Lighting - PFALs) has been proposed as a solution for producing high quality crops independent of climatic conditions and with high water and land use efficiency. In this study, the effects of different LED light spectra (red, blue, red/blue combination, and white) and nutrient solution management methods (complete replacement, electrical conductivity-based, and plant demand-based) on growth, photosynthesis, and anthocyanin gene expression in lettuce (Lollo Rossa and Lollo Bionda cultivars), as well as the growth and physiological characteristics of pennyroyal (*Mentha pulegium*) and basil microgreens, were investigated. The results showed that the combination of red and blue light (at a 3:1 ratio) and the plant demand-based nutrient solution replacement method had the greatest positive effect on net photosynthesis, anthocyanin content, and the expression of genes related to the anthocyanin biosynthesis pathway (UFGT and CHS). Furthermore, the use of LED light, compared with fluorescent lamps, improved crop quality while reducing energy consumption. In basil microgreen cultivation, the combined red and blue light and a 0.5 Hoagland concentration created the best balance between leaf area, fresh and dry weight, and light absorption.

Keywords: Plant factory, Vertical farming, Microgreens, Hydroponics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اقتصادی و تحلیلی کشت گلخانه‌ای موز در استان اصفهان

احمد سلیمانی‌پور[۱]، محمدعلی ترکی هرچگانی[۱]، ابراهیم لطیفی‌خواه[۱*] و سما رحیمی دوین[۲]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، اصفهان، ایران

۲- علوم باغبانی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *elatifikhah@gmail.com*

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب در ایران و خصوصاً استان اصفهان، کشت گلخانه‌ای محصولات گرمسیری مانند موز به‌عنوان راهکاری نوین برای افزایش بهره‌وری و پاسخ به تقاضای بالای بازار مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه، با هدف بررسی امکان‌سنجی اقتصادی کشت گلخانه‌ای موز در استان اصفهان، تحلیل‌هایی در زمینه وضعیت تولید، صادرات، واردات، عملکرد در واحد سطح و شاخص‌های اقتصادی پروژه ارائه شده است. داده‌های این پژوهش از گزارش‌های سازمان جهاد کشاورزی، منابع آماری FAOSTAT و تحلیل میدانی از شهرستان‌های دارای کشت گلخانه‌ای موز در استان اصفهان استخراج شده است. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط اقلیمی کنترل‌شده گلخانه‌ای، عملکرد محصول موز در استان اصفهان می‌تواند به ۶۰ تا ۱۰۰ تن در هکتار برسد، که قابل مقایسه با کشورهای پیشرفته است. از نظر اقتصادی، نرخ بازده داخلی (IRR) 164/19 درصد، نسبت منفعت به هزینه (B/C) برابر با ۲/64 و دوره بازگشت سرمایه ۱/۵۲ سال برآورد شده است. این شاخص‌ها نشان‌دهنده سودآوری مناسب کشت گلخانه‌ای موز در استان اصفهان می‌باشد. با توجه به مزایای فنی و اقتصادی، توسعه کشت موز گلخانه‌ای می‌تواند نقش مؤثری در کاهش واردات، افزایش درآمد کشاورزان و بهبود امنیت غذایی ایفا نماید.

واژه‌های کلیدی: تولید موز گلخانه‌ای، محدودیت آب، نرخ بازده داخلی، نسبت منفعت به هزینه، بازگشت سرمایه.

مقدمه

ایران به‌عنوان یکی از مصرف‌کنندگان بزرگ موز در منطقه، بخش عمده‌ای از نیاز خود را از طریق واردات تأمین می‌کند. موز به‌دلیل محبوبیت زیاد و مصرف بالا در میان خانوارهای ایرانی، جایگاه مهمی در سبد غذایی دارد. با این حال، تأمین این محصول به واردات از کشورهای خارجی وابسته است و این وابستگی به عوامل مختلفی مانند سیاست‌های تجاری، نرخ ارز و شرایط بازار جهانی بستگی دارد. کشورهایی مانند هند، پاکستان، فیلیپین و اکوادور از تأمین‌کنندگان اصلی موز ایران هستند. نزدیکی جغرافیایی هند و پاکستان و هزینه‌های کمتر حمل‌ونقل، این دو کشور را به شرکای اصلی تجاری در حوزه واردات موز تبدیل کرده است. همچنین، اکوادور به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان موز در جهان، نقش مهمی در تأمین نیاز ایران به این محصول دارد. کشت محصولات گرمسیری مانند موز در گلخانه روشی نوینی است که امروزه در برخی از مناطق خشک و کم‌آب کشور مانند استان اصفهان مورد توجه قرار گرفته است. هرچند این روش امکان کنترل دقیق دما، رطوبت، نور و صرفه‌جویی در مصرف آب و ... را فراهم نموده و بهره‌وری بالایی در استفاده از منابع ایجاد می‌کند، ولی این روش نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه بالا، دانش فنی بالا و مدیریت دقیق می‌باشد. در حال حاضر به‌دلیل تقاضای بالای داخلی برای این محصول و واردات سالانه حدود ۶۰۰ هزار تن از کشورهای تولید کننده، تعدادی از تولید کنندگان و کارشناسان نظر به کشت و گسترش تولید محصول موز گلخانه‌ای در استان اصفهان دارند. هرچند کشت موز گلخانه‌ای در مناطقی از استان اصفهان مانند شهرستان‌های دهاقان و اصفهان انجام شده است. تصمیم‌گیری جهت کشت و گسترش محصول موز گلخانه‌ای و حتی جایگزینی آن با سایر محصولات گلخانه‌ای نیازمند بررسی‌های دقیق اقتصادی و مطالعات بازار می‌باشد. با افزایش محدودیت منابع آبی در مناطق خشک کشور، استفاده از سیستم‌های گلخانه‌ای برای تولید محصولات پرمصرف مانند موز مورد توجه قرار گرفته است. موز یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی و صادراتی دنیاست که در ایران بیشتر از طریق واردات تأمین می‌شود. بررسی اقتصادی کشت این محصول در گلخانه، به‌ویژه در مناطقی خشکی چون اصفهان که تولید آن محدود اما در حال توسعه است، ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت توصیفی- تحلیلی انجام شد. داده‌های مورد نیاز از آمارنامه‌های کشاورزی ۱۴۰۳-۱۴۰۱، گردآوری شد. همچنین جهت دریافت اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل داده‌های اقتصادی از ابزار پرسشنامه و مصاحبه با بهره‌برداران و کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی و مدیریت شهرستان‌های مورد نظر استان که کشت گلخانه‌ای موز وجود دارد، استفاده شد. ابتدا هزینه سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه‌های جاری، درآمد ناخالص، سود خالص و ... از پرسشنامه های تکمیل شده استخراج گردید، سپس جهت ارزیابی اقتصادی از شاخص‌های ارزش حال خالص (NPV)، نسبت منفعت به هزینه (B/C)، نرخ بازده داخلی (IRR) و بازگشت سرمایه استفاده شد. جهت تحلیل داده‌ها نرم‌افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول (۱) متوسط هزینه‌های سرمایه‌گذاری تأسیس یک هکتار گلخانه موز در استان اصفهان در سال ۱۴۰۳ را نشان می‌دهد. بر این اساس جهت ایجاد یک هکتار گلخانه موز در شرایط استان اصفهان به طور متوسط حدود ۱۴۲۵۱۲ میلیون ریال هزینه ثابت مورد نیاز می‌باشد. تفکیک هر کدام از هزینه‌های ثابت در جدول مذکور مشخص شده است. سازه گلخانه، زمین، تأسیسات و انشعابات دارای بالاترین سهم هزینه‌های ثابت را به خود اختصاص داده‌اند. عموماً سازه‌های گلخانه‌های موز دارای ارتفاع بالاتری نسبت به سایر گلخانه‌ها (سبزی و صیفی) داشته به‌طوری‌که ارتفاع ۶ تا ۸ متر لازم است. در نتیجه هزینه سازه، گرمایش و تهویه نیز به همان نسبت افزایش خواهد یافت.

جدول ۱- متوسط هزینه‌های سرمایه‌گذاری تأسیس یک هکتار گلخانه موز در استان اصفهان در سال ۱۴۰۳.

شرح هزینه	مبلغ (میلیون ریال)
زمین	۳۳۷۵۰
محوطه‌سازی و استخر	۷۳۵۰
ساختمان	۱۲۵۰۰
سازه گلخانه	۴۵۲۵۰
تأسیسات و انشعابات	۲۸۳۰۰
ماشین‌آلات، تجهیزات و لوازم	۷۴۵
وسایل حمل و نقل (وانت مزدا)	۳۶۰۰
لوازم اداری و رفاهی	۷۱۷
مواد اولیه سرمایه‌ای (نشاء و کود بستری)	۴۱۵۰
هزینه‌های پیش از بهره‌برداری (تهیه طرح، مشاوره واحد، مجوز، آموزش پرسنل و راه‌اندازی)	۲۰۰۰
جمع هزینه سرمایه‌گذاری ثابت	۱۳۸۳۶۲
پیش‌بینی نشده (۳ درصد هزینه سرمایه‌گذاری ثابت)	۴۱۵۱
جمع کل هزینه سرمایه‌گذاری ثابت	۱۴۲۵۱۲
سرمایه در گردش (معادل هزینه ۲ ماه مواد اولیه+معادل هزینه ۲ ماه حقوق و دستمزد+معادل ۱۵ روز هزینه آب- برق و سوخت- تعمیرات)	۲۰۹۲
کل هزینه سرمایه‌گذاری(ثابت و در گردش)	۱۴۴۶۰۴

جدول (۲) متوسط هزینه‌های جاری سالیانه یک هکتار گلخانه موز در استان اصفهان در سال ۱۴۰۳ را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که باردهی محصول موز در دوره‌های ۸ ماهه می‌باشد، لذا هزینه‌های جاری هر دوره به مبلغ ۹۱۸۰ میلیون ریال بر پایه هزینه‌های سالانه تعدیل شده است.

جدول ۲- متوسط هزینه‌های جاری سالیانه یک هکتار گلخانه موز در استان اصفهان در سال ۱۴۰۳.

شرح هزینه	مبلغ (میلیون ریال)
سموم و آفت‌کش‌ها	۲۰۰
کودهای شیمیایی و ریزمغذی‌ها	۲۶۵۰
انرژی (سوخت، گاز، برق)	۱۴۰۰
آب	۲۰۰
حقوق و دستمزد - مدیر (سرپرست) (یک نفر)	۲۱۶۰
حقوق و دستمزد - کارشناس فنی (یک نفر)	۳۷۵
حقوق و دستمزد - مشاور خارجی طرح	۹۰۰
حقوق و دستمزد - نیروی کار دائمی	۳۶۰۰
حقوق و دستمزد - نیروی کار فصلی (نفر- روز)	۵۴۰
جمع دستمزد نیروی کار (مدیر، کارشناس، مشاور، دائمی و فصلی)	۷۵۷۵
هزینه تعمیرات و نگهداری (۱درصد محوطه و ساختمان - ۱.۵درصد ماشین آلات و تجهیزات، وسایل اداری و وسایل حمل و نقل- ۲درصد تأسیسات و سازه)	۱۷۴۵
جمع هزینه‌های جاری سالانه	۱۳۷۷۰
جمع هزینه‌های جاری هر دوره موز (۸ماهه)	۹۱۸۰
برآورد هزینه استهلاک (۳درصد محوطه‌سازی و ساختمان+ ۵درصد ماشین‌آلات، تجهیزات و لوازم، تأسیسات، سازه، وسایل اداری و وسایل حمل و نقل)	۴۵۲۶

بر اساس داده‌های جدول (۳)، متوسط درآمد حاصل از کشت موز گلخانه‌ای در سال ۱۴۰۳ بدون در نظر گرفتن تورم، معادل ۱۱۱ میلیارد ریال در هر هکتار برآورد شده است. بخش عمده این درآمد مربوط به فروش میوه موز بوده که با عملکرد متوسط ۱۱۰ تن در هکتار و قیمت فروش ۹۵۰۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم، درآمدی حدود ۱۰۴۵۰۰ میلیون ریال (معادل بیش از ۹۴ درصد از کل درآمد) ایجاد کرده است. در کنار محصول اصلی، فروش پاجوش‌ها به‌عنوان یکی از مزایای کشت موز گلخانه‌ای، حدود ۱۰۰۰ میلیون ریال درآمد اضافی برای بهره‌بردار فراهم می‌کند. همچنین، تنه‌های موز پس از برداشت نیز به‌صورت خوراک دام مورد استفاده قرار گرفته و با فروش حدود ۲۷۵ هزار کیلوگرم به قیمت متوسط ۲۰۰۰۰ ریال، درآمدی معادل ۵۵۰۰ میلیون ریال حاصل می‌شود.

جدول ۳- متوسط درآمد هر هکتار کشت محصول موز گلخانه‌ای بدون در نظر گرفتن تورم در سال ۱۴۰۳.

شرح فروش	توضیحات	واحد	مقدار/ تعداد	متوسط قیمت فروش (ریال)	درآمد (میلیون ریال)
فروش موز	متوسط عملکرد ۱۱۰ تن با قیمت ۹۵۰۰۰۰ ریال	کیلوگرم	۱۱۰۰۰۰	۹۵۰۰۰۰	۱۰۴۵۰۰
فروش پاجوش	۲۰۰۰ نهال با متوسط قیمت هر نهال ۵۰۰۰۰۰ ریال	نهال (تعداد)	۲۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰
فروش تنه موز به عنوان خوراک دام	۲۷۵۰ تنه با وزن متوسط هر تنه ۱۰۰ کیلوگرم	کیلوگرم	۲۷۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۵۵۰۰
جمع درآمد					۱۱۱۰۰۰

جدول (۴) خلاصه شاخص‌های اقتصادی کشت گلخانه‌ای موز استان اصفهان در سال ۱۴۰۳ را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر توجیه‌پذیری بالای اقتصادی کشت موز در شرایط گلخانه‌ای استان اصفهان است. همچنین، این نوع کشت می‌تواند جایگزین مناسبی برای محصولات کم‌بازده‌تر گلخانه‌ای مانند فلفل دلمه‌ای در برخی مناطق باشد. با توجه به بازده بالا، درآمد قابل توجه، و شاخص‌های اقتصادی مطلوب، توسعه کشت گلخانه‌ای موز در استان اصفهان درصورت رعایت اصول فنی و انتخاب ارقام مناسب، می‌تواند سهم مهمی در کاهش واردات موز و افزایش امنیت غذایی کشور ایفا کند. پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران کشاورزی حمایت‌های فنی، اعتباری و بازاررسانی لازم را برای توسعه این الگوی کشت فراهم کنند.

جدول ۴- خلاصه شاخص‌های اقتصادی کشت گلخانه‌ای موز استان اصفهان در سال ۱۴۰۳.

شاخص	مقدار	وضعیت
ارزش حال خالص (NPV)- میلیون ریال	۴۰۳۱۰۶	اقتصادی
منفعت به هزینه (B/C)	۲/۶۴	اقتصادی
نرخ بازده داخلی (IRR)	۱۶۴/۱۹	اقتصادی
بازگشت سرمایه (سال)	۱/۵۲	اقتصادی

منابع

آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۱—۱۴۰۳. جلد سوم: گزارش محصولات باغبانی و گلخانه‌ای. وزارت جهاد کشاورزی.

درینی، ع.، آزادوار، م. و نیک‌نفس، ر. ۱۳۸۷. بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام موز در شرایط گلخانه. گزارش پروژه پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی شهید مقبلی جیرفت و کهنوج.

سابکی، ا. ۱۴۰۰. گزارش تحلیلی کشت موز در کشور. نشریه ترویجی، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی.

گل‌محمدی، ع. و رشیدی شهبندی، د. ۱۳۸۴. پرورش موز گلخانه‌ای. نشریه آموزشی و ترویجی، واحد رسانه‌های ترویجی سازمان جهاد کشاورزی مازندران.

مصاحبه و بازدید حضوری از گلخانه‌های تولید موز استان اصفهان.

نوری، ا.، ملکوتی، م.ج. و رمضانپور، م.ر. ۱۳۸۴. تغذیه بهینه موز در فضای آزاد و گلخانه. نشریه فنی، انتشارات سنا، تهران.

FAO. 2022. Banana Statistical Compendium 2021. Rome. https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities/bananas.

FAO. 2023. Banana Market Review 2023. Rome. https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities-overview/bananas-tropical-fruits/bananas/en.

FAO. 2023. Banana Market Review Preliminary Results 2023. Rome. https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities-overview/bananas-tropical-fruits/bananas/en

https://oec.world/en/profile/hs/bananas

Economic and analytical study of greenhouse banana cultivation in Isfahan province

Ahmad Soleymani Pour[1], Mohammad Ali Torki Harchegani[1], Ebrahim Latifikhah[1*] and Sama Rahimi Devin[2]

1. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Isfahan Province, Isfahan, Iran
2. Horticultural Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

Corresponding Author: elatifikhah@gmail.com

Abstract

Given the limited water resources in Iran, and especially in Isfahan Province, greenhouse cultivation of tropical crops such as bananas has been considered as a new solution to increase productivity and respond to high market demand. In this study, with the aim of investigating the economic feasibility of greenhouse cultivation of bananas in Isfahan Province, analyses have been presented in the field of production status, export, import, yield per unit area, and economic indicators of the project. The data of this study were extracted from reports of the Agricultural Jihad Organization, FAOSTAT statistical resources, and field analysis from counties with greenhouse cultivation of bananas in Isfahan Province. The results show that under controlled greenhouse climatic conditions, banana yield in Isfahan Province can reach 60 to 100 tons per hectare, which is comparable to advanced countries. From an economic perspective, the internal rate of return (IRR) is 164.19 percent, the benefit-to-cost ratio (B/C) is 2.64, and the payback period is 1.52 years. These indicators indicate the appropriate profitability of greenhouse banana cultivation in Isfahan province. Considering the technical and economic benefits, the development of greenhouse banana cultivation can play an effective role in reducing imports, increasing farmers' income, and improving food security.

Keywords: Greenhouse banana production, Water Scarcity, Internal rate of return, Benefit-cost ratio, Return on investment.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر نسبت‌های نور ال ای دی قرمز به آبی بر برخی از صفات رشدی نشا پایه کدو

امیر محمد جعفری[۱]، رضا صالحی[۱*]، محمود لطفی[۲]، ساسان علی نیایی‌فرد[۲]، مصطفی عابدینی نجف آبادی[۱] و مهدیه محمودی[۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: salehir@ut.ac.ir

چکیده

با توجه به چالش های روز افزون در حوزه کشاورزی، تقاضا برای نشا پیوندی سبزی ها به عنوان یک راه حل پایدار برای تولید محصولات سالم در حال افزایش است. تولید نشا پایه و پیوندک با کیفیت در افزایش راندمان پیوند و کیفیت نشا پیوندی تاثیر به سزایی دارد. نور ال ای دی با توانایی تغییر در طیف نور در رشد و مورفولوژی گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهد. طیف های مختلف نور با تاثیر گذاری در گیرنده های نوری و فتوسنتز رشد و مورفولوژی گیاهان را تغییر می دهند. نور آبی و نور قرمز به عنوان دو طیف که بیش ترین فعالیت را در فرایند فتوسنتز دارند شناخته شده اند. در این آزمایش تاثیر نسبت های مختلف نور قرمز به آبی در ۵ تیمار شامل R50+B50، R60+B40، R70+B30، R80+B20 و R90+B10 (B=آبی و R=قرمز) در روز ششم بعد از کاشت بر روی برخی از صفات رشدی پایه کدو مورد بررسی قرار گرفت. شدت تمام تیمار ها ۲۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه بود. بیش ترین ارتفاع هیپوکوتیل، ماده خشک و تر هیپوکوتیل، ماده تر و سطح برگ های لپه ای در تیمار R90+B10 مشاهده شد. ارتفاع کم تر در نشای معمولی یک مزیت محسوب می شود ولی در نشا پایه ارتفاع بلند تر به دلیل افزایش سهولت فرایند پیوند و کاهش احتمال ریشه دهی پیوندک در خاک مناسب تر می باشد. برگ به عنوان اندام جذب کننده نور و منبع ذخایر مورد نیاز جهت سرعت بخشیدن به فرایند گیرایی از از اهمیت بالایی برخوردار است. تیمار نوری R90+B10 را می توان به یک گزینه مناسب در تولید نشا پایه کدو در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: ال ای دی، پایه، پیوند، طیف نور، کدو.

مقدمه

استفاده از نشا پیوندی سبزیجات به عنوان یک راه کار جهت غلبه بر بسیاری از مشکلات تولید توسط کشاورزان مورد استقبال فراوان قرار گرفته است. استفاده از پایه مناسب، برای مقابله با بیماری های خاکزاد و کاهش نهاده ها از جمله سم و کود از مزیت های اصلی استفاده از نشای پیوندی می باشد (Kyriacou et al., 2017). با وجود مزایای استفاده از نشای پیوندی، تولید نشا پیوندی در مقایسه با نشا معمولی از پیچیدگی بیش تری برخوردار است. تولید پایه و پیوندک با کیفیت و یکنواخت در کیفیت نشا پیوندی و در افزایش سرعت و کارایی پیوند نیز تاثیر گذار است (Kim & Hwang, 2015). تولید پایه و پیوندک یکنواخت و با کیفیت در خزانه های سنتی به دلیل عدم امکان کنترل شرایط محیطی امکان پذیر نمی باشد. در کارخانه گیاهی مجهز به نور مصنوعی می توان با کنترل دقیق شرایط محیطی از جمله دما، نور و رطوبت تولید پایه و پیوندک یکنواخت را میسر نمود (An et al., 2020). نور به عنوان یک عامل محیطی مهم می تواند رشد و مورفولوژی گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد. طیف نور یکی از ویژگی های نور می باشد که با تاثیر در گیرنده های نوری می تواند مورفولوژی گیاهان را تغییر دهد. در تولید نشا پیوندی خانواده کدوییان مورفولوژی پایه از اهمیت بالایی برخودار می باشد. به دلیل امکان ریشه دهی پیوندک در بستر کشت، ارتفاع هیپوکوتیل پایه باید از ارتفاع مناسبی برخوردار باشد تا از این مشکل جلوگیری شود. یانگ و همکاران در آزمایش بر روی تاثیر شدت و دما مشاهده کردند که افزایش شدت نور ارتفاع هیپوکوتیل پایه کدو را کاهش داد و افزایش دما ارتفاع هیپوکوتیل پایه کدو را افزایش داد (Yang et al., 2023). در گزارش دیگری نتیجه گیری شد که شدت نور تاثیر بیشتری بر روی پایه کدو نسبت به اختلاف دمای شب و روز داشت (An et al., 2021). تاثیر نور قرمز دور در انتهای روز بدون تاثیر منفی بر روی رشد باعث افزایش ارتفاع هیپوکوتیل پایه

کدو شد (Kubota et al., 2012). این آزمایش با هدف بررسی تاثیر نسب های مختلف نور آبی به قرمز بر روی برخی صفات رشدی پایه کدو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه سبزیکاری گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران انجام گردید. یک اتاقک رشد مجهز به سیستم تنظیم دما و رطوبت جهت نسب طبقات کشت و تیمار های نوری مورد استفاده قرار گرفت. تیمار های مورد استفاده در این آزمایش شامل ۵ طیف نور آبی و قرمز با نسبت ۵۰ درصد آبی و ۵۰ درصد قرمز، ۴۰ درصد آبی و ۶۰ درصد قرمز، ۳۰ درصد آبی و ۷۰ درصد قرمز، درصد۲۰ آبی و ۸۰ درصد قرمز و ۱۰ در صد آبی و ۹۰ درصد قرمز در شدت ۲۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه بود. شدت نور با استفاده از دستگاه Par FlourPen در سطح بستر اندازه گیری شد. طیف نوری با استفاده از دستگاه Sekonic C-7000 اندازه گیری شد و طول موج قرمز در محدوده ۶۸۰ نانومتر و طول موج آبی در محدوده ۴۵۰ نانومتر ثبت شد. طرح آزمایش مورد استفاده در قالب طرح کاملا تصادفی و تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار SAS 9/4 انجام گرفت. رقم کبالت از شرکت رکزوان که یک هیبرید بین گونه ای کدو برای استفاده به عنوان پایه در خانواده کدوییان می باشد مورد استفاده قرار گرفت. بذور در سینی هایی با تعداد حفره ۱۰۸ حاوی کوکوپیت خالص در عمق ۲ سانتی متری کاشته شد. لایه ای از ورمی کولیت جهت تسهیل جوانه زنی روی آنها قرار گرفت. سینی های کشت به مدت ۳ روز در تاریکی مطلق و در رطوبت ۹۰ درصد و دمای ۲۵ قرار گرفتند. سپس لامپ های ال ای دی به مدت ۱۲ ساعت در روز روشن شدند و دما در طی روشنایی روی ۲۵ درجه سانتی گراد و در طی خاموشی روی ۱۸ درجه سانتی گراد تنظیم شد. رطوبت نسبی روی ۷۰ درصد تنظیم شد. بعد ۶ روز از کاشت بذور و به محض باز شدن لپه ها ارزیابی صفات انجام شد. ارتفاع هیپوکوتیل، ماده تر هیپوکوتیل، ماده خشک هیپوکوتیل، ماده تر برگ، ماده خشک برگ و سطح برگ اندازه گیری شد. سطح برگ با استفاده از نرم افزار Petiole Pro اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس پارامتر های رشدی (جدول ۱) در صفات ارتفاع هیپوکوتیل، ماده تر هیپوکوتیل، ماده خشک هیپوکوتیل، ماده تر برگ های لپه ای و سطح برگ های لپه ای در سطح یک درصد تفاوت معنی دار بین تیمار های نوری مشاهده شد. در صفت ماده خشک برگ های لپه ای تفاوت معنی دار بین تیمار های نوری مشاهده نشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نسبت های نور قرمز به آبی بر برخی صفات رشدی پایه کدو.

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع هیپوکوتیل	ماده تر هیپوکوتیل	ماده خشک هیپوکوتیل	ماده تر برگ	ماده خشک برگ	سطح برگ
نسبت نور قرمز به آبی	۴	۷/۲۰**	۳۷۶۷۶/۶۶**	۳۴/۶۵**	۱۰۸۰۲۳/۳۳**	۱۱۲/۹$^{n.s}$	۶۵/۶**
خطای آزمایشی	۱۰	۰/۰۲	۱۶۰۶/۶۶	۶/۸	۱۱۱۸۰	۷۲	۰/۴۴
ضریب تغییر		۳/۱۴	۱۰/۹۹	۱۴/۱۶	۹/۷۶	۸/۸	۳/۵۷

n.s: عدم معنی داری، **: معنی داری در سطح یک درصد.

با توجه به مقایسات میانگین انجام شده (جدول ۲) بیشترین ارتفاع هیپوکوتیل در تیمار R90+B10 مشاهده شد که تفاوت معنی دار با سایر تیمار ها داشت. کم ترین ارتفاع هیپوکوتیل در تیمار R60+B40 مشاهده شد که تفاوت معنی دار با تیمار R50+B50 نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. در صفت ماده تر هیپوکوتیل بیش ترین مقدار در تیمار R90+B10 مشاهده شد که تفاوت معنی دار با تیمار R80+B20 نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. کم ترین ماده تر هیپوکوتیل در تیمار R50+B50 مشاهده شد که تفاوت معنی دار با تیمار های R60+B40 و R70+B30 نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. در صفت ماده خشک هیپوکوتیل بیش ترین مقدار در تیمار R90+B10 مشاهده شد که با تیمار R80+B20 تفاوت معنی دار نداشت. کم ترین ماده خشک هیپوکوتیل در تیمار R50+B50 مشاهده شد که تفاوت معنی درا با تیمار های R60+B40، R70+B30 و R80+B20 نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. در صفت ماده تر برگ های لپه ای بیش ترین مقدار در تیمار R90+B10 مشاهده شد که با تیمار های R70+B30 و R80+B20 تفاوت معنی دار نداشت. کم ترین میزان ماده تر برگ های لپه

ای در تیمار R50+B50 مشاهده شد که با سایر تیمار ها تفاوت معنی دار داشت. در صفت سطح برگ های لپه ای بیشترین مقدار در تیمار R90+B10 و کم ترین مقدار در تیمار R50+B50 مشاهده شد که با سایر تیمار ها تفاوت معنی دار داشتند.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات رشدی پایه کدو تحت تاثیر نسبت های مختلف نور قرمز و آبی.

تیمار	ارتفاع هیپوکوتیل	ماده تر هیپوکوتیل	ماده خشک هیپوکوتیل	ماده تر برگ	سطح برگ
R50+B50	۴/۱۴^{d}	۲۵۶/۶۷^{b}	۱۴/۶۹^{b}	۸۰۳/۳۳^{c}	۱۱.۰۸^{c}
R60+B40	۴/۰۱^{d}	۲۷۰^{b}	۱۵/۱۸^{b}	۹۸۰^{bc}	۱۸/۶۵^{b}
R70+B30	۵/۲۴^{c}	۳۳۶/۶۷^{b}	۱۹/۰۱^{ab}	۱۱۵۰^{ab}	۱۹/۷^{b}
R80+B20	۶/۴۶^{b}	۴۴۶/۶۷^{a}	۲۰/۷^{ab}	۱۲۱۳/۳۳^{ab}	۱۹/۹۶^{b}
R90+B10	۷/۶۳^{a}	۵۱۳/۳۳^{a}	۲۲/۴۸^{a}	۱۲۶۶/۶۷^{a}	۲۳/۸۸^{a}

حروف یکسان به معنی عدم معنی داری می باشد.

نور های ال ای دی با توجه به توانایی تغییر طیف می توانند در بسیار از تولیدات کشاورزی با تاثیر در مورفولوژی و رشد گیاهان به تولید کنندگان کمک کنند. در تولید نشا پیوندی، تولید پایه با کیفیت از اهمیت بالایی بر خوردار است. با وجود اینکه ارتفاع کوتاه تر در نشا معمولی یک مزیت محسوب می شود ولی در نشا پایه به دلیل سهولت در فرایند پیوند و تنظیم ارتفاع پیوندک از بستر، ارتفاع بلند تر از پارامتر های کیفی مهم محسوب می شود (Kubota et al., 2012). با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش تیمار R90+B10 از بیشترین ارتفاع برخوردار بود. افزایش نسب نور قرمز به آبی در بسیاری از آزمایشات باعث افزایش ارتفاع در گیاهان شده است. ماده تر و سطح برگ به دلیل اهمیت برگ در به دام انداختن انرژی نورانی از اهمیت بالایی برخوردار می باشند. در این آزمایش بیش ترین مقدار سطح برگ و ماده تر برگ در تیمار R90+B10 مشاهده شد. تیمار R90+B10 می تواند به عنوان یک گزینه مناسب برای تولید پایه کدو در نظر گرفته شود.



شکل ۱- به ترتیب از راست به چپ R50+B50، R60+B40، R70+B30، R80+B20 و R90+B10.

منابع

An, S., Hwang, H., Chun, C., Jang, Y., Lee, H.J., Wi, S.H., Yeo, K.H., Yu, I. and Kwack, Y. 2021. Evaluation of air temperature, photoperiod and light intensity conditions to produce cucumber scions and rootstocks in a plant factory with artificial lighting. Horticulturae, 7(5): 102.

An, S., Park, S.W. and Kwack, Y. 2020. Growth of cucumber scions, rootstocks, and grafted seedlings as affected by different irrigation regimes during cultivation of 'Joenbaekdadagi' and 'Heukjong' seedlings in a plant factory with artificial lighting. Agronomy, 10(12): 1943.

Kim, H.M. and Hwang, S.J. 2015. Comparison of pepper grafting efficiency by grafting robot. Journal of Bio-Environment Control, 24(2): 57–62.

Kubota, C., Chia, P.L., Yang, Z. and Li, Q. 2012. Applications of far-red light emitting diodes in plant production under controlled environments.

Kyriacou, M.C., Rouphael, Y., Colla, G., Zrenner, R. and Schwarz, D. 2017. Vegetable grafting: The implications of a growing agronomic imperative for vegetable fruit quality and nutritive value. Frontiers in Plant Science, 8: 741.

Yang, H.C., Kim, Y.H., Byun, H.J., Choi, I.L., Vu, N.T., Kim, D.H., Yoon, H.S. and Jang, D.C. 2023. Identification of appropriate light intensity and daytime temperature for cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings in a plant factory with artificial lighting for use as grafting material. Sustainability, 15(5): 4481.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The impact of the ratio of red to blue LED light on some growth parameters of interspecific squash rootstock seedlings

Amir Mohammad Jafari[1], Reza Salehi[1*], Sasan Aliniaeifard[2], Mahmoud Lotfi[2], Mostafa Abedini Najadfabadi[1] and Mahdieh Mahmoudi[1]

1. Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Department of Horticulture Science, Aburaihan campus, University of Tehran, Tehran, Iran

Corresponding Author: salehir@ut.ac.ir

Abstract

Due to the increasing challenges in the agricultural sector, the demand for vegetable grafting as a sustainable solution for producing healthy crops is increasing. The production of quality rootstocks and scions has a significant impact on increasing grafting efficiency and grafting quality. LED light affects plant growth and morphology by changing the light spectrum. Different light spectra affect plant growth and morphology by affecting photoreceptors and photosynthesis. Blue and red light are known to be the two spectra with the most activity in the photosynthesis process. In this experiment, the effect of different ratios of red to blue light in 5 treatments, including R50+B50, R60+B40, R70+B30, R80+B20 and R90+B10 (B=blue and R=red), on some growth traits of interspecific squash rootstock was investigated on the sixth day after planting. The light intensity of all treatments was 200 µmol/m2/s. The highest hypocotyl height, hypocotyl dry and fresh matter, fresh matter and cotyledon leaf area were observed in the R90+B10 treatment. Lower height is considered an advantage in conventional transplanting. However, a higher height is more suitable for rootstock production due to the increased ease of the grafting process and reduced probability of scion rooting in the soil. Leaves are light-absorbing organs and a source of reserves required to accelerate healing in grafted seedlings. R90+B10 light spectrum could be used as a suitable light recipe in interspecific squash rootstock production.

Keywords: Vegetable grafting, LED lighting, Rootstock, Seedlings.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نیاز آبی و کارایی مصرف آب در خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای نسبت به مزرعه

حامد حسن‌زاده خانکهدانی[1*]، شیما رحمانیان کوشککی[2]، الهام اصل مشتاقی[1] و زهرا نوح‌پیشه[1]

۱- سازمان جهاد کشاورزی فارس، شیراز، ایران

۲- فضای سبز سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهری شهرداری جهرم، فارس، ایران

*نویسنده مسئول: *hamed51h@gmail.com*

چکیده

نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر با افزایش جمعیت کره زمین از مهمترین دغدغه‌های بشر در راستای تأمین امنیت غذایی است. اما افزایش تولید با محدودیت‌هایی از جمله کمبود منابع آب همراه است. بهترین راه حل، افزایش عملکرد محصول در واحد سطح به‌ازای واحد آب مصرفی است که به کارآیی مصرف آب موسوم است. یکی از راه‌های افزایش کارایی مصرف آب استفاده از گلخانه برای تولید انواع محصولات است. اگر چه نیاز آبی و مصرف آب در گلخانه نسبت به مزرعه کم است اما مقایسه کمی این دو محیط در محصولات غالب گلخانه‌ای اهمیت ویژه‌ای دارد. بدین منظور، نیاز آبی و کارایی مصرف آب در دو محصول غالب گلخانه‌ای شامل خیار و گوجه‌فرنگی در مزرعه و گلخانه در شرایط استان فارس مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات نیاز آبی محصولات مذکور در دو محیط گلخانه و مزرعه از سامانه جدید تعیین نیاز آبی گیاهان کشور و داده‌های عملکرد در واحد سطح از آخرین آمارنامه منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۳ استخراج شد. نتایج نشان داد نیاز آبی خیار و گوجه‌فرنگی در گلخانه به‌ترتیب ۱۶ و ۲۴ درصد کمتر از مزرعه است. با توجه به پتانسیل تولید زیاد در گلخانه نسبت به مزرعه، کارایی مصرف آب در دو محصول فوق در گلخانه به‌ترتیب ۶ و ۵ برابر مزرعه است. در مجموع تبدیل اراضی کشاورزی به گلخانه منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ۲۴ درصد خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، خیار، گوجه‌فرنگی، سامانه تعیین نیاز آبی.

مقدمه

براساس آخرین آمار منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای در ایران حدود ۱۴۰۰۰ هکتار است که تولیدی بالغ بر ۳/۶ میلیون تن دارند. عمده محصولات تولیدشده در گلخانه‌ها خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای است. سطح زیرکشت سه محصول فوق در گلخانه در کشور به‌ترتیب ۸۰۵۴، ۱۸۹۴ و ۱۸۹۵ هکتار با تولید ۱/۹، ۰/۴ و ۰/۲ میلیون تن است. استان فارس در تولید سه محصول مذکور در کشور به‌ترتیب در رتبه‌های هفتم، هشتم و هفتم قرار دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۳). کارایی مصرف آب که از تقسیم میزان محصول تولیدی بر آب مصرفی حاصل می‌شود، برای محصولات کشاورزی در ایران حدود ۰/۸ کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی است. به بیان دیگر، در ایران برای تولید یک کیلوگرم محصول حدود ۱۲۵۰ لیتر آب مصرف می‌شود (رضابیگی، ۱۴۰۲). دهقانی‌سانیج (۱۳۹۶) کارایی مصرف آب را برای گندم، برنج، گوجه‌فرنگی، هندوانه و خیار به‌ترتیب ۰/۴۶، ۰/۵۴، ۳/۹، ۳/۰ و ۲/۵ کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب گزارش نمودند. کارایی مصرف آب در کشت خاکی و هیدروپونیک محصولات گلخانه‌ای در ایران به‌ترتیب ۲۳ و ۲۹ کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب گزارش شده است. بر این اساس بهره‌وری آب در کشت خاکی گلخانه‌ای ۱۰-۶ برابر و در کشت هیدروپونیک گلخانه‌ای ۱۴-۱۲ برابر کشت همان محصولات در مزرعه است (رضابیگی، ۱۴۰۲). مطالعه موردی کارایی مصرف آب در شهرستان مرودشت استان فارس نشان داد که کارایی مصرف آب در محصولات گندم، چغندرقند، کلزا، هندوانه، گوجه‌فرنگی و خیار در مزرعه در روش غرقابی به‌ترتیب ۰/۳۴، ۲/۳۴، ۰/۱۸، ۳/۷۷، ۳/۱۱ و ۲/۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب و در روش قطره‌ای به‌ترتیب ۰/۶۱، ۴/۱۶، ۰/۳۳، ۶/۷۰، ۵/۵۴ و ۴/۰۷ است (حسن‌زاده خانکهدانی، ۱۴۰۳). Sharma و Yadav (۲۰۲۱) گزارش کردند که میزان آب مصرفی در گلخانه سبزیجات ۲۷ درصد کمتر از مزرعه است. پژوهش حاضر با هدف مقایسه نیاز آبی و کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای خیار و گوجه‌فرنگی در مقایسه با کشت مزرعه همین محصولات در استان فارس انجام شده است.

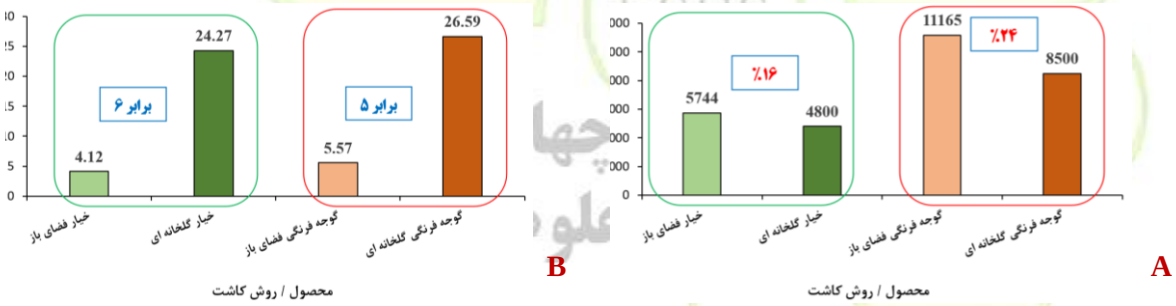
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی نیاز آبی و کارایی مصرف آب در کشت خاکی گلخانه‌ای خیار و گوجه‌فرنگی در مقایسه با کشت مزرعه همین محصولات در استان فارس، مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های مستخرج از سامانه نیاز آبی گیاهان کشور (www.niwr.ir) در بازه زمانی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۲ و همچنین اطلاعات اخذشده از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور انجام شد. بدین منظور، نیاز خالص آبیاری برای محصولات خیار و گوجه‌فرنگی در کشت مزرعه‌ای در ایستگاه‌های مختلف هواشناسی استان فارس از سامانه نیاز آبی گیاهان کشور استخراج و متوسط آن برای مقایسه با نیاز آبی همین محصولات در شرایط گلخانه پلاستیکی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به بازده سیستم آبیاری قطره‌ای (۸۰ درصد)، برای تبدیل نیاز خالص آبیاری به میزان آب مصرفی، اعداد حاصل بر راندمان روش آبیاری قطره‌ای (۰/۸) تقسیم شد. میزان آب مصرفی در گلخانه‌های خیار و گوجه‌فرنگی در کشت خاکی شامل آب مصرفی توسط گیاه و همچنین آب مصرف‌شده در سیستم سرمایشی (پدکولینگ و یا فوگرفن) در یک دوره کشت به‌ترتیب ۴۸۰۰ و ۸۵۰۰ مترمکعب در هکتار از موسسه تحقیقات آب و خاک کشور استعلام شد. برای محاسبه کارایی مصرف آب، میزان عملکرد دو محصول مورد نظر از جلد اول و سوم آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی استفاده شد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۳). سپس میزان عملکرد بر حسب کیلوگرم به میزان آب مصرفی بر حسب مترمکعب تقسیم شد. مقایسه بین کشت‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای دو محصول مورد نظر در دو پارامتر نیاز آبی و کارایی مصرف آب به‌صورت درصد محاسبه و مورد بحث قرار گرفت.

نتایج و بحث

نیاز آبی

نیاز آبی خیار در گلخانه در یک دوره کشت (۴۸۰۰ مترمکعب) به میزان ۱۶ درصد کمتر از نیاز آبی خیار در کشت مزرعه‌ای (۵۷۴۴ مترمکعب) است. در مورد گوجه‌فرنگی، نیاز آبی گوجه‌فرنگی در گلخانه (۸۵۰۰ مترمکعب) به میزان ۲۴ درصد کمتر از نیاز آبی گوجه‌فرنگی در کشت مزرعه‌ای (۱۱۱۶۵ مترمکعب) است (شکل ۱A).



شکل ۱- مقایسه نیاز آبی (A) و کارایی مصرف آب (B) در دو محصول خیار و گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه و مزرعه.

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب خیار در گلخانه در یک دوره کشت (۲۴/۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب) ۶ برابر بیشتر از کارایی مصرفی آب خیار در کشت مزرعه‌ای (۴/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب) است. در مورد گوجه‌فرنگی، کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در گلخانه (۲۴/۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب) ۵ برابر بیشتر از کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در کشت مزرعه‌ای (۵/۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب) است (شکل ۱B).

صرفه‌جویی در مقدار آب مصرفی در صورت تبدیل کشت مزرعه‌ای به گلخانه‌ای

براساس آمار موجود، در استان فارس به‌ترتیب ۲۱۰۲ و ۲۶۵۷۰ هکتار خیار و گوجه‌فرنگی در مزرعه کشت می‌شود که به‌ترتیب ۵۰ و ۱۶۵۳ هزار تن عملکرد دارند. این اعداد در کشت گلخانه‌ای دو محصول مذکور به‌ترتیب ۴۹۶ و ۱۱۰ هکتار با تولید معادل ۵۸ و ۲۵ هزار تن است. در صورت تبدیل اراضی مزرعه‌ای خیار و گوجه‌فرنگی به گلخانه به‌ترتیب ۱/۹۸۴ و ۷۰/۸۰۹ میلیون مترمکعب و در مجموع حدود ۷۳ میلیون مترمکعب در مصرف آب صرفه‌جویی خواهد شد که به طور متوسط معادل ۲۴ درصد است. این مقدار آب بیشتر از گنجایش چهار سد تنگ‌توجیه و سروک فسا، تخته‌سنگ (چمران) جهرم، ایزدخواست آباده و خسویه داراب در استان فارس است.

برنامه‌ریزی‌های مختلف کشت در مزارع و مقایسه آن با کشت‌های گلخانه‌ای

در مزارع در طول یک سال دو محصول صیفی و شتوی کشت می‌شود. به عنوان مثال برای کشت صیفی از محصولاتی نظیر خیار و گوجه‌فرنگی و برای کشت شتوی از محصولاتی نظیر گندم، چغندرقند و کلزا استفاده می‌شود. بنابراین در طول یک سال برای تولید محصول صیفی و شتوی مقدار قابل ملاحظه‌ای آب مصرف می‌شود که در جدول ۲ آورده شده است. فرض بر این است که مزارع مورد بحث تبدیل به گلخانه شوند. در نتیجه، مقایسه میزان آب مصرفی بین مزارع در کشت صیفی و شتوی با گلخانه اطلاعات مناسبی در اختیار مخاطب قرار می‌دهد. به‌عنوان مثال، کشت خیار در گلخانه در طول یک سال در دو نوبت انجام می‌شود که طی آن ۹۶۰۰ مترمکعب آب در یک هکتار مصرف می‌شود. در همین زمین در صورت عدم وجود گلخانه، جمعاً ۱۵۹۰۰ مترمکعب آب برای تولید خیار در کشت صیفی (۵۷۴۴ مترمکعب) و گندم در کشت شتوی (۱۰۱۵۶ مترمکعب) مصرف می‌شود. همانگونه که مشاهده می‌شود میزان صرفه‌جویی آب در برنامه‌ریزی فوق ۴۰ درصد است. این مقدار در برنامه‌ریزی کشت شتوی چغندرقند و کلزا به‌ترتیب ۶۷ و ۳۷ درصد است. فارغ از میزان آب مصرفی، کارایی مصرف آب و میزان آب مصرفی برای هر کیلو محصول در این برنامه‌ریزی در کشت گلخانه‌ای (به‌ترتیب ۲۴/۳ کیلوگرم بر مترمکعب و ۴۱ لیتر) نسبت به مزرعه‌ای قابل ملاحظه است (جدول ۱).

جدول ۱- برنامه‌ریزی‌های مختلف کشت صیفی و شتوی.

برنامه‌ریزی کشت صیفی / شتوی	آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)		عملکرد (تن در هکتار)		کارایی مصرف آب (کیلوگرم محصول به‌ازای هر متر مکعب آب)		آب مصرفی به‌ازای کیلوگرم محصول (لیتر)	
	خیار	گندم	خیار	گندم	خیار	گندم	خیار	گندم
خیار / گندم	۵۷۴۴	۱۰۱۵۶	۲۳/۷	۳/۵	۴/۱۳	۰/۳۴۵	۲۴۲	۲۸۹۶
جمع	۱۵۹۰۰							
	خیار	چغندرقند	خیار	چغندرقند	خیار	چغندرقند	خیار	چغندرقند
خیار / چغندرقند	۵۷۴۴	۲۲۹۸۰	۲۳/۷	۵۳/۸	۴/۱۳	۲/۳۳۹	۲۴۲	۴۲۸
جمع	۲۸۷۲۴							
	خیار	کلزا	خیار	کلزا	خیار	کلزا	خیار	کلزا
خیار / کلزا	۵۷۴۴	۹۴۴۲	۲۳/۷	۱/۷	۴/۱۳	۰/۱۸۴	۲۴۲	۵۴۴۵
جمع	۱۵۱۸۶							
خیار گلخانه‌ای	۹۶۰۰		۳۳۰		۲۴/۳		۴۱	
	گوجه‌فرنگی	گندم	گوجه‌فرنگی	گندم	گوجه‌فرنگی	گندم	گوجه‌فرنگی	گندم
گوجه‌فرنگی / گندم	۱۱۱۶۵	۱۰۱۵۶	۶۲/۲	۳/۵	۵/۵۷	۰/۳۴۵	۱۷۹	۲۸۹۶

جمع	۲۱۳۲۱							
گوجه‌فرنگی / چغندرقند	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	گوجه‌فرنگی	چغندرقند
	۱۱۱۶۵	۲۲۹۸۰	۶۲/۲	۵۳/۸	۵/۵۷	۲/۳۳۹	۱۷۹	۴۲۸
جمع	۳۴۱۴۵							
گوجه‌فرنگی / کلزا	گوجه‌فرنگی	کلزا	گوجه‌فرنگی	کلزا	گوجه‌فرنگی	کلزا	گوجه‌فرنگی	کلزا
	۱۱۱۶۵	۹۴۴۲	۶۲/۲	۱/۷	۵/۵۷	۰/۱۸۴	۱۷۹	۵۴۴۵
جمع	۲۰۶۰۷							
گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای	۸۵۰۰		۲۲۶		۲۶/۶		۳۸	

در کشت گوجه‌فرنگی در گلخانه ۸۵۰۰ مترمکعب آب در یک هکتار مصرف می‌شود. در همین زمین در صورت عدم وجود گلخانه، در مجموع، ۲۱۳۲۱ مترمکعب آب برای تولید گوجه‌فرنگی در کشت صیفی (۱۱۱۶۵ مترمکعب) و گندم در کشت شتوی (۱۰۱۵۶ مترمکعب) مصرف می‌شود. همانگونه که مشاهده می‌شود میزان صرفه‌جویی آب در برنامه‌ریزی فوق ۶۰ درصد است. این مقدار در برنامه‌ریزی کشت شتوی چغندرقند و کلزا به‌ترتیب ۷۵ و ۵۹ درصد است. کارایی مصرف آب و میزان آب مصرفی برای هر کیلو محصول در این برنامه‌ریزی در کشت گلخانه‌ای (به‌ترتیب ۲۶/۶ کیلوگرم بر مترمکعب و ۳۸ لیتر) نسبت به مزرعه‌ای قابل توجه است (جدول ۱).

نتیجه‌گیری کلی

در کشت‌های گلخانه‌ای میزان تولید محصول حدوداً ۵ برابر تولید همان محصولات در مزرعه است. از طرفی کارایی مصرف آب در گلخانه حدود ۷ برابر بیشتر از مزرعه است. میزان آب مصرفی برای تولید هر کیلوگرم محصول در گلخانه ۸۴ درصد کمتر از مزرعه است. در صورتی که سطح زیرکشت مزرعه دو محصول خیار و گوجه‌فرنگی به گلخانه تبدیل شود، حدود ۲۴ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب خواهیم داشت.

منابع

بی‌نام. ۱۴۰۳. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم، محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی، ۴۰۰ صفحه.

حسن‌زاده خانکهدانی، ح. ۱۴۰۳. تحلیلی بر میزان آب مصرفی در گلخانه و فضای باز. مدیریت باغبانی سازمان جهاد کشاورزی فارس.

دهقانی‌سانیج، ح. ۱۳۹۶. کارایی مصرف آب و بهره‌وری آب برای برخی محصولات در مزرعه. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی.

رضابیگی، م. ۱۴۰۲. مدیریت در گلخانه. جزوه آموزشی. موسسه تحقیقات علوم باغبانی.

Sharma, V. and Yadav, K.K. 2021. Comparative study on crop water requirement using CROPWAT model for different vegetable crops grown under protected and open field cultivation. Indian Journal of Ecology. 48(2): 588-591.

Water requirement and water use efficiency of greenhouse cucumber and tomato than open field

Hamed Hassanzadeh Khankahdani[1*], Shima Rahmanian Koushkaki[2], Elham Asl Moshtaghi[1] and Zahra Noohpisheh[1]

1. Fars Agricultural Organization, Shiraz, Iran
2. Landscape and Urban Green Space Organization, Jahrom Municipality, Jahrom, Iran

Corresponding author: hamed51h@gmail.com

Abstract

The need to produce more food is one of the most important concerns of mankind in order to ensure food security with the increase in the world's population. However, increasing production is accompanied by limitations, including a shortage of water resources. The best solution is to increase the yield of the crop per unit area per unit of water consumed, which is known as water use efficiency. One way to increase water use efficiency is to use greenhouses to produce various products. Although the water requirement and water consumption in the greenhouse are low compared to the open field but a quantitative comparison of these two environments in the dominant greenhouse crops has a particular importance. For this purpose, the water requirement and water use efficiency of two dominant greenhouse crops including cucumber and tomato in open field and greenhouse were investigated under the conditions of Fars province. Information on the water requirements of the above-mentioned crops in both greenhouse and open field was extracted from the system for determining water requirements for plants, and yield data per unit area was extracted from the latest statistics published by the Ministry of Agricultural Jihad in 2024. The results showed that the water requirements of cucumber and tomato in greenhouses are 16 and 24 percent lower than outdoors, respectively. Given the high production potential in greenhouses compared to open field, the water use efficiency of the above two crops in greenhouses is 6 and 5 times that of open field, respectively. Overall, converting agricultural land into greenhouses will result in water savings of 24%.

Keywords: Cucumber, Tomato, Water efficiency, Water requirement determination system.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کربن آلی محلول و کودهای مختلف آهن بر خصوصیات رشدی و عملکردی فلفل دلمه‌ای در کشت خاکی گلخانه‌ای

غزل مددی کاهکش[۱]، ادریس شعبانی[۱*] و مجتبی نوروزی مصیر[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *edris.shabani@scu.ac.ir*

چکیده

با توجه به وضعیت خاک های آهکی و قلیایی ایران و کمبود شایع آهن و کاهش رشد منتج از آن، استفاده از راهکارهایی که سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان شود، کاملا ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا آزمایشی به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و سطوح مختلف آهن از کود کلاته Fe-EDDHA و کود سولفات آهن بود. بدین منظور، برای تامین غلظت‌های صفر (شاهد) و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار از کلات آهن Fe-EDDHA (روش مرسوم) و برای سطوح ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار از سولفات آهن استفاده شد. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین وزن تر شاخساره در تیمار ۲۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و سولفات آهن ۴۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که سبب افزایش ۱۱۹/۳۹ درصدی وزن تر شاخساره بوته‌های فلفل دلمه‌ای گردید. همچنین بیشترین عملکرد بوته در تیمار ۲۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و سولفات آهن ۴۰ کیلوگرم در هکتار (۲۹۹۹ گرم) مشاهده شد که سبب افزایش ۹۱/۹۹ درصدی عملکرد بوته‌های فلفل دلمه‌ای گردید. بنابراین استفاده از تیمار ۲۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و سولفات آهن ۴۰ کیلوگرم در هکتار به منظور بهبود رشد و عملکرد فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آهن، عملکرد، فلفل دلمه‌ای، کربن آلی.

مقدمه

فلفل دلمه‌ای منابع غنی برخی از بهترین مواد مغذی موجود برای افزایش سلامت همچون ویتامین C و ویتامین E می باشد. انواع قرمز آن مقادیر زیادی کاروتنوئید نیز در خود جای داده‌اند. دو ماده مغذی دیگر که به طور خاص در فلفل دلمه‌ای قرمز یافت می‌شوند، کاروتنوئیدهای لیکوپن و بتاکریپتوکسانتین نیز ممکن است به ارتقای سلامت سلولی کمک نمایند (Mateljan, 2007).

در کشت‌های گلخانه‌ای، اصلاح‌کننده‌های آلی خاک به‌طور گسترده جهت حفظ یا افزایش مواد آلی خاک استفاده می‌شوند. این مواد نقش مهمی در بهبود ظرفیت نگهداری آب، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و اصلاح ساختار خاک دارند. این اثرات در خاک‌های لومی و به‌خصوص خاک‌های رسی به‌خوبی قابل مشاهده است. در خاک‌های شنی، افزودن مواد آلی عمدتاً برای بهبود ظرفیت نگهداری آب و جذب کاتیون‌ها اهمیت دارد (سلیسپور و ملاحسینی، ۱۳۹۹). استفاد از کودهای حاوی کربن‌آلی یک استراتژی جهت بهبود ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی خاک می‌باشد. جهت حفظ کربن در خاک، برگرداندن بقایای گیاهی به خاک، یکی از راه‌های حفظ کربن آلی خاک می‌باشد. کربن آلی محلول با نام اختصاری (DOC) از اهمیت زیادی در جذب عناصر در خاک‌ها برخوردار است (صفری سنجابی و افضل‌پور، ۱۳۹۳).

آهن یکی از ریز مغذی‌های ضروری برای رشد گیاهان است. این عنصر نقش کلیدی در فرآیندهای متابولیکی مانند سنتز DNA ، تنفس و فتوسنتز دارد. بسیاری از مسیرهای متابولیکی در گیاهان با کمک آهن فعال می‌شوند. آهن در ساختار آنزیم‌های حیاتی از جمله

سیتوکروم‌های زنجیره انتقال الکترون حضور دارد و به همین دلیل، در فرآیندهای زیستی گوناگون نقش مهمی ایفا می‌کند (سیلسپور، ۱۳۹۸). آهن گرچه یکی از عناصر کم‌مصرف است، اما حضور آن در خاک برای جذب توسط گیاهان ضروری می‌باشد. کمبود آهن در خاک می‌تواند مشکلات زیادی برای گیاه ایجاد کند و نهایتاً می‌تواند به کمبود آهن در تغذیه انسان‌ها نیز منجر شود. با این‌که آهن در خاک فراوان است، اما پویایی کمی دارد که این امر جذب آن را برای گیاهان دشوار می‌سازد. از طرفی دیگر، کمبود آهن یکی از مشکلات رایج در خاک‌های قلیایی و آهکی در سراسر جهان است. در نتیجه، اراضی و گلخانه‌هایی که دارای چنین خاک‌هایی هستند، اغلب با علائم کمبود آهن مواجه‌اند (سیلسپور، ۱۳۹۸).

برای رفع کمبود آهن، ابتدا باید عوامل اصلی آن مانند قلیایی بودن خاک و تهویه ضعیف ریشه‌ها اصلاح شود. این کار با اقداماتی مانند پا بیل زدن پای درختان، افزودن مواد آلی به خاک و استفاده از کودهای پتاسیمی و آمونیومی به‌صورت منطقی امکان‌پذیر است (سیلسپور، ۱۳۹۸). در این راستا به منظور امکان بهبود رشد و عملکرد گیاهان فلفل دلمه‌ای، کربن آلی محلول در سطوح مختلف کودهای آهن مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفت.

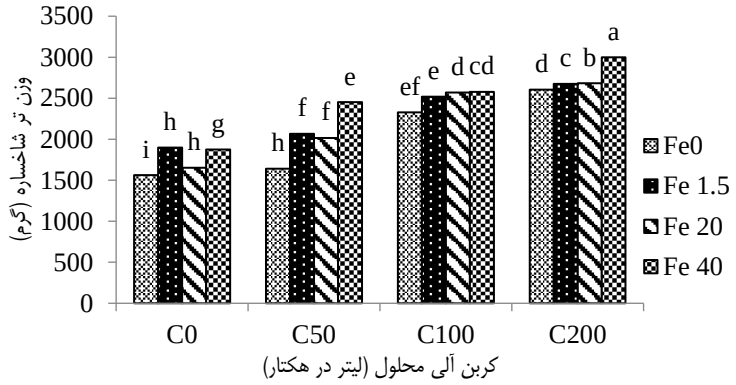
مواد و روش‌ها

این آزمایش در استان خوزستان و در یک گلخانه تجاری در ۵ کیلومتری شهرستان اندیمشک با پوشش پلاستیکی، از نوع کشت خاکی و دارای تکنولوژی در حد متوسط انجام شد. بذر فلفل دلمه ای استفاده شده در این آزمایش از رقم آوانته محصول شرکت رکزوان هلند بود که از ارقام فلفل دلمه‌ای قرمز رنگ محسوب می شود. به منظور اجرای آزمایش ابتدا نشاهای فلفل دلمه‌ای از یک واحد تولید نشاء در بستر کوکوپیت-پرلیت در استان اصفهان تهیه و در مرحله ۸-۶ برگی در گلخانه فوق الذکر به‌صورت دستی کشت شد. تیمارهای این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف کربن آلی محلول (OC) و آهن (Fe) بود. در این راستا غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول از از دو محصول Oseal C5® و Stina 400® تولید شرکت دانش بنیان نانو واحد صنعت پرشیا© به میزان یکسان (مطابق پیشنهاد شرکت سازنده) استفاده گردید. محصول اوسیل C_5 به‌ترتیب دارای ۰/۱۱ و ۵/۲ درصد وزنی-وزنی و استینا ۴۰۰ نیز به ترتیب دارای ۰/۱۳ و ۷/۸ درصد وزنی-وزنی از نیتروژن کل و O می‌باشند. همچنین برای اعمال سطوح مختلف آهن از کود کلاته Fe-EDDHA حاوی ۶ درصد آهن و کود سولفات آهن استفاده شد. برای تامین غلظت‌های صفر (شاهد) و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار از کلات آهن (روش مرسوم) و برای غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار از سولفات آهن استفاده شد. یک هفته بعد از انتقال نشاء، اعمال تیمارهای کربن آلی محلول به‌صورت هر ماه یکبار و سطوح مختلف کودهای آهن به‌صورت هر دو هفته یکبار شروع شد. در این راستا غلظت‌های مختلف از کربن آلی محلول و آهن در مخزن‌های پلی اتیلنی مجزا تهیه و همراه آب آبیاری و توسط نوار تیپ پای بوته‌های فلفل دلمه‌ای اعمال شد. تغذیه بوته‌ها در طول دوره رشد بر اساس تغذیه مرسوم واحد تولیدی انجام شد و تنها در استفاده از کود آهن الزامات ذکر شده اجرا شد. عملکرد کل هر بوته از تجمیع وزن میوه‌های یک بوته در طول دوره رشد و وزن تر شاخساره در پایان آزمایش و پس از قطع بوته‌های فلفل دلمه‌ای از سطح خاک توسط ترازوی دیجیتالی انجام شد. این آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در پایان آزمایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه آماری شد و در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن مورد مقایسه میانگین قرار گرفت.

نتایج و بحث

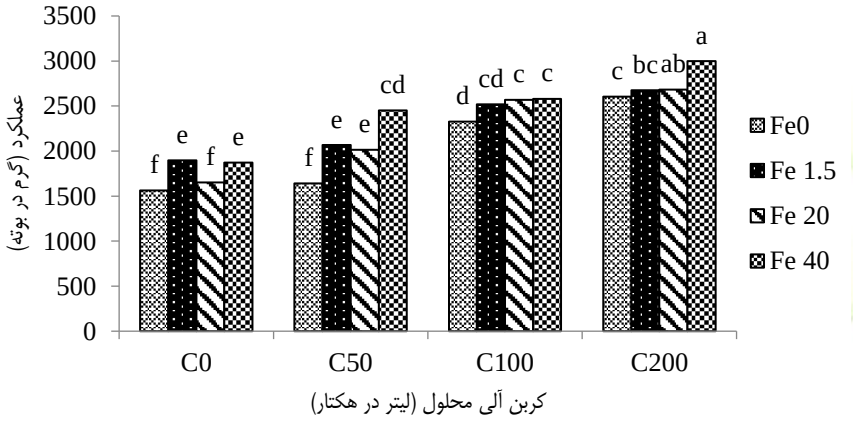
نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش سطوح کربن آلی محلول تا سطح ۲۰۰ لیتر در هکتار وزن تر شاخساره در تیمارهای ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کلات آهن و تیمارهای ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن به طور معنی داری افزایش یافت (شکل ۱). بر اساس نتایج مقایسات میانگین، کمترین میزان وزن تر شاخساره در تیمارهای فاقد کود آهن و کربن آلی محلول صفر و ۵۰ لیتر در هکتار مشاهده گردید (شکل ۱). بر اساس نتایج این آزمایش، در تیمارهای کربن آلی محلول ۱۰۰ و ۲۰۰ لیتر در هکتار به طور قابل توجهی وزن تر شاخساره در تیمارهای ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن بیشتر از کلات آهن ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (شکل ۱) که نشان از نقش مثبت کربن آلی محلول در فراهمی آهن از منابع ارزان قیمت مانند سولفات آهن و تاثیر مثبت آن در بهبود رشد گیاهان فلفل دلمه ای دارد.

بر اساس یافته‌های این آزمایش، بیشترین وزن تر شاخساره در تیمار ۲۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و سولفات آهن ۴۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که سبب افزایش ۱۱۹/۳۹ درصدی وزن تر شاخساره بوته‌های فلفل دلمه‌ای گردید (شکل ۱).



شکل ۱- اثر کربن آلی محلول و کودهای مختلف آهن بر وزن تر شاخساره فلفل دلمه‌ای.

همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که همانند وزن تر شاخساره، کمترین میزان عملکرد در تیمارهای فاقد کربن آلی محلول و کود آهن (۱۵۶۲ گرم) و کربن آلی ۵۰ لیتر در هکتار و فاقد کود آهن (۱۶۴۲ گرم) مشاهده گردید (شکل ۲). بر اساس نتایج این آزمایش، در تیمارهای کربن آلی محلول ۱۰۰ و ۲۰۰ لیتر در هکتار عملکرد بوته‌های فلفل دلمه‌ای به طور قابل توجهی در تیمارهای ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن بیشتر از کلات آهن ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (شکل ۲) که نشان از نقش مثبت کربن آلی محلول در بهبود عملکرد گیاهان فلفل دلمه ای دارد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد بوته در تیمار ۲۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و سولفات آهن ۴۰ کیلوگرم در هکتار (۲۹۹۹ گرم) بدست آمد که سبب افزایش ۹۱/۹۹ درصدی عملکرد بوته‌های فلفل دلمه‌ای گردید (شکل ۲).



شکل ۲- اثر کربن آلی محلول و کودهای مختلف آهن بر عملکرد فلفل دلمه‌ای.

کاهش pH ناحیه ریزوسفری خاک توسط کربن آلی محلول از یک طرف و افزایش تولید و ترشح پروتون به خارج از ریشه و افزایش توانایی احیا آهن Fe^{3+} سلول‌های ریشه ناشی از فعالیت آنزیم احیا کننده آهن (فریک ردوکتاز) در شرایط کمبود آهن از طرفی دیگر نقش مهمی را در دسترسی به آهن از طریق تحرک بخشی مجدد ترکیبات حاوی آهن رسوب یافته در دیواره سلولی یا آهن موجود در محیط رشد فراهم می کنند (Hell and Stephan, 2003; Brust, 2019).

منابع

سیلسپور، م. ۱۳۹۸. بررسی علل و عوامل کمبود آهن و ارائه راهکارهای اجرایی رفع کمبود آن در درختان میوه و محصولات گلخانه‌ای. تهران: مؤسسه تحقیقات خاک و آب، صص. ۱–۵.

صفری سنجابی، ع. ا. و افضل‌پور، م. ۱۳۹۳. پیامد کاربرد کودهای آلی گیاهی بر بخش‌های شیمیایی و زیستی کربن آلی خاک. نشریه علمی مدیریت خاک و تولید پایدار، ۴(۳): ۳۳–۶۰.

Brust, G.E. 2019. Management strategies for organic vegetable fertility. In: Safety and Practice for Organic Food, pp. 193–212. Academic Press.

Hell, R. and Stephan, U.W. 2003. Iron uptake, trafficking and homeostasis in plants. Planta, 216: 541–551.

Mataljan, G. 2007. The World's Healthiest Foods. George Mateljan Foundation Press.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of dissolved organic carbon and different iron fertilizers on growth and yield characteristics of sweet pepper in greenhouse soli cultivation

Ghazal Madadi Kahkesh[1], Edris Shabani[1*] and Mojtaba Norouzi Masir[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: edris.shabani@scu.ac.ir

Abstract

Due to the status of Iranian limestone and alkaline soils and the common iron deficiency and the decline in growth resulting from it, the use of strategies that improve plant growth and yield seems to be essential. In this regard, an experiment was carried out in the form of split plot design and in the form of a random complete block design with three replications. The treatments of this experiment included concentrations of 0, 50, 100 and 200 L/ha of dissolved organic carbon and different levels of iron from Fe-EDDHA and iron sulfate fertilizer. For this purpose, Fe-EDDHA was used to supply zero (control) and 1.5 Kg/ha of iron (conventional method) and iron sulfate was used for levels of 20 and 40 Kg/ha. The results of the experiment showed that the highest weight of the shoots was observed in 200 L/ha of dissolved organic carbon and 40 Kg/ha of iron sulfate, which increased 119.39 % of the weight of sweet pepper shoots. The highest plant yield was observed in in 200 L/ha of dissolved organic carbon and 40 Kg/ha of iron sulfate (2999 g), which increased 91.99 % of the yield of sweet pepper. Therefore, the use of in 200 L/ha of dissolved organic carbon and 40 Kg/ha of iron sulfate is recommended to improve the growth and yield of greenhouse sweet pepper.

Keywords: Iron, Organic carbon, Sweet pepper, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر تراکم و اندازه غده‌چه سیب‌زمینی رقم آگریا روی صفات کمی و کیفی غده‌های تولیدی در اردبیل

بهرام دهدار مسجدلو[1*]

۱- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

*نویسنده مسئول: *bahram_dehdar@yahoo.com*

چکیده

برای تولید سیب زمینی، عمدتاً از غده به عنوان بذر استفاده می شود که آلودگی غده ها به بیماری های ویروسی از دلایل مهم عملکرد پایین واریته های سیب زمینی محسوب می گردد. مینی تیوبرها غده های کوچک عاری از بیماری سیب زمینی هستند که از کشت بافت به دست می آیند و برای تولید بذر پیش پایه یا پایه در مزرعه مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور تعیین مناسب ترین تراکم و اندازه غده چه در رقم آگریای سیب زمینی این آزمایش به مدت ۲ سال (۱۳۸۵-۱۳۸۴) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل اجرا شد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده (اسپلیت پلات) در پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. کرت های اصلی تراکم های مختلف کاشت، کرت های فرعی اندازه های غده چه بود. تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه نشان داد که اثرات تراکم کاشت و اندازه غده چه بر تاریخ سبز شدن، گلدهی، شروع غده زایی، ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی در بوته، تعداد غده در بوته، متوسط وزن غده در بوته، رده های مختلف بذری، عملکرد غده و ماده خشک در سطح ۱٪ معنی دار بودند. اثرات تراکم کاشت بر روی شروع استولون زایی در سطح ۱٪ و اندازه غده چه در سطح ۵٪ معنی دار بود. با توجه به ارزیابی اقتصادی تراکم کاشت ۱۲×۷۵ سانتی متر با متوسط عملکرد ۴۴/۵۳۴ تن در هکتار و غده‌چه های ۲۰-۱۱ گرم با متوسط عملکرد ۴۶/۳ تن در هکتار در سطح بالاتری قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، مینی تیوبر، تراکم.

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) به عنوان سومین محصول مهم غذایی در سطح جهان، نقش مهمی در امنیت غذایی جهانی ایفا می‌کند. در سراسر جهان، سیب زمینی یکی از پر مصرف‌ترین سبزیجات است. در حال حاضر، سیب زمینی در بیش از ۱۶۰ کشور دنیا کشت می‌شود که به عنوان یکی از چهار محصول عمده زراعی (بعد از گندم، ذرت و برنج) در سراسر جهان با تولید سالانه.۳۸۸/۲ میلیون تن به عنوان غذای اصلی در نظر گرفته می‌شود (Zarzecka et al., 2020). عناصر ضروری مانند کلسیم و فسفر و ترکیبات آلی مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین و ویتامین‌ها در سیب‌زمینی وجود دارد. علاوه بر این سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین منابع تامین کالری است که برای تولید روزانه انرژی انسان مورد نیاز است .مصرف سیب زمینی می‌تواند به اشکال مختلف مانند آب پز، سرخ شده و یا به شکل‌های فرآوری شده مانند چیپس، سرخ کرده، پودر، پاپاد سیب زمینی و غیره امکان پذیر باشد. در کشورهای در حال توسعه، میزان تولید سیب زمینی حدود ۳۰ درصد است. تولید سیب‌زمینی در جهان روز به روز در حال افزایش است و سهم مهمی در ارتقای اشتغال روستایی و منبع درآمد ایفا می‌کند (Anwaar et al., 2024).

سیب‌زمینی بخاطر استفاده از اندام رویشی به عنوان بذر، یکی از گیاهان بسیار حساس به بیماری‌های گیاهی از جمله ویروس‌های گیاهی است و پاتوژن‌ها باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد آن می‌شوند. این محصول همانند سایر محصولات کشاورزی توسط آفات و بیماری‌های مختلف تهدید می‌شود. براساس تحقیقات انجام گرفته، بیش از ۲۶۰ پاتوژن و آفت به سیب‌زمینی خسارت زده و ایجاد مشکل می‌کند. در طول فصل رشد، بوته‌ها ممکن است مورد حمله ویروسها قرار گیرند و در نتیجه این بوته‌ها غده‌های آلوده به ویروس تولید کنند. در کشور ما برای تأمین سریع غده‌های بذری سیب‌زمینی با کیفیت مطلوب ، مؤسسات دولتی و شرکتهای خصوصی اقدام به خرید غده‌های

بذری از منابع خارجی تحت عنوان غده بذری مادری می‌نمایند که بعد از ۲ تا ۳ بار تکثیر به علت آلوده شدن به انواع بیماری ها از چرخه تولید حذف می‌گردد و به این ترتیب مقادیر قابل توجهی ارز، از کشور خارج می‌شود (Anwaar et al., 2024).

بنابراین این پژوهش به منظور بررسی تاثیر تراکم و اندازه غده‌چه سیب‌زمینی رقم آگریا روی صفات کمی و کیفی غده‌های تولیدی دراردبیل انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال های ۸۵-۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل واقع در کیلومتر ۱۰ شرق اردبیل اجرا شد که از نظر مختصات جغرافیایی در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه واقع شده است. میانگین بارش سالیانه در اردبیل حدود ۳۰۰ میلی‌متر بوده و در ارتفاع ۱۳۳۲ متر بالاتر از سطح دریا قرار گرفته است که به لحاظ اقلیم، منطقه مناسبی برای کشت سیب‌زمینی می‌باشد. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. در این طرح غده‌چه‌های رقم آگریای حاصل از کشت گیاهچه‌های سالم سیب‌زمینی مربوط به آزمایشگاه کشت بافت بخش خصوصی اردبیل مورد استفاده قرار گرفته و پس از پیش جوانه‌دار کردن غده‌چه‌ها، به صورت دستی کشت گردید.

فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش عبارت بودند از:

فاکتور A : فواصل مختلف بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت [a_1 =۸ سانتی‌متر (۱۶۶۶۶۶ بوته در هکتار، a_2 =۱۲ سانتی‌متر (۱۱۱۱۱۱ بوته در هکتار) و a_3 =۱۶ سانتی‌متر به عنوان شاهد(۸۳۳۳۳ بوته در هکتار)]که در کرت‌های اصلی و فاکتور B : اندازه‌های مختلف غده‌چه [b_1= ۱تا ۱۰ گرم ، b_2= ۱۱ تا ۲۰ گرم و b_3 = غده‌های بذری ۵۵-۳۵ گرمی بعنوان شاهد] که در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هر کرت اصلی از ۳ کرت فرعی به اندازه ۶ مترمربع تشکیل شده بود. طول هر کرت فرعی ۴ متر و فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر بود. هر کرت فرعی شامل ۲ ردیف کاشت بود و فاصله بین بلوکها نیز ۲ متر در نظر گرفته شد. به منظور حذف اثر حاشیه ای، یک ردیف اضافی در طرفین بلوک ها کاشته شد.

محاسبات آماری برروی داده های دوسال با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و تجزیه واریانس مرکب روی صفات موردنظر به طور جداگانه انجام شد

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله (۸۲-۸۱) در جدول ۱ ارائه گردیده است (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داده که اثر تراکم بوته و اندازه غده چه برعملکرد در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده است ولی بین دو تیمار اثر متقابلی مشاهده نمی شود. (جدول ۱-۵) براساس مقایسه میانگین های انجام گرفته، بیشینه عملکرد در فاصله کاشت ۸ سانتی‌متر و غده‌چه‌های ۵۵-۳۵ گرمی حاصل شد ولی براساس منطق وارزیابی های اقتصادی ناشی از بازده به مقیاس در تراکم های مختلف، تراکم کاشت ۱۲× ۷۵ سانتی متر با میزان تولید ۴۴/۵۳۴ تن در هکتار در یک حالت طبیعی نسبت به دیگر تراکم های کاشت از صرفه اقتصادی بیشتر و بهتری برخوردار بود. در بین اندازه های مختلف غده چه نیز صرف نظر از غده های ۵۵-۳۵ گرمی (شاهد)، غده چه های به وزن ۲۰-۱۱ گرم با میزان تولید ۴۶/۳ تن در هکتار وضعیت بهتری داشت (شکل ۱ و ۲).

نتایج ارزیابی اقتصادی نشان می‌دهد که در تراکم کاشت ۱۲×۷۵ سانتی‌متر سود خالص حدود ۹۹۵۴۹۸۰۰ ریال بوده که نسبت به تراکم کاشت ۸×۷۵ سانتی‌متر حدود ۱۰/۹۵۵/۰۰۰ ریال (۱۲/۴٪) و نسبت به تراکم کاشت ۱۶×۷۵ سانتی‌متر حدود ۳۱/۳۷۷/۸۰۰ ریال (۴۶٪) افزایش سود داشته است.

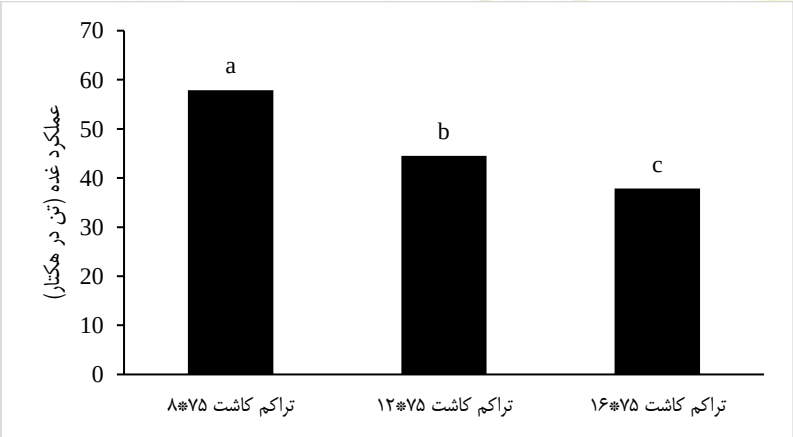
همچنین در تراکم کاشت ۸×۷۵ سانتی‌متر بدلیل تراکم بالای شاخ و برگ شیوع بیماری سفیدک دروغی بیشتر از تیمارهای دیگر بود و سمپاشی اضافی با قارچ‌کش اکوشین‌یرو انجام گردید که از معایب این تراکم کاشت محسوب می‌شود.

در تیمار تراکم کاشت ۱۶×۷۵ سانتی‌متر نیز درصد غده‌های بزرگتر از سایز بذری (>۵۵mm) نسبت به تراکم کاشت ۱۲×۷۵ سانتی‌متر ۹/۹۴ درصد درصد و تراکم کاشت ۸×۷۵ سانتی‌متر ۱۹/۸۸ درصد افزایش داشته است. و طبق‌نظر زارعین منطقه به دلیل تراکم پایین در زمان کاشت و در نتیجه تولید غده‌های بزرگتر از سایر بذری آنها به قیمت پایین‌تری به فروش می‌رسند. نتایج تحقیقات انجام گرفته نیز نشان داده که با افزایش تراکم بوته، غده ها زودتر تشکیل می شوند (Ifenkwe and Allen. 2018) و این موضوع می تواند در نواحی با فصل رشد کوتاه،به عنوان یک مزیت محسوب شود (Khalafalla. 2020). در تراکم های بالای بوته، علاوه برآغازش سریع غده ها، میزان تجمع مواد نیز بیشتر بوده ودر مجموع میزان عملکرد غده افزایش می یابد (Ifenkwe and Allen. 2018).

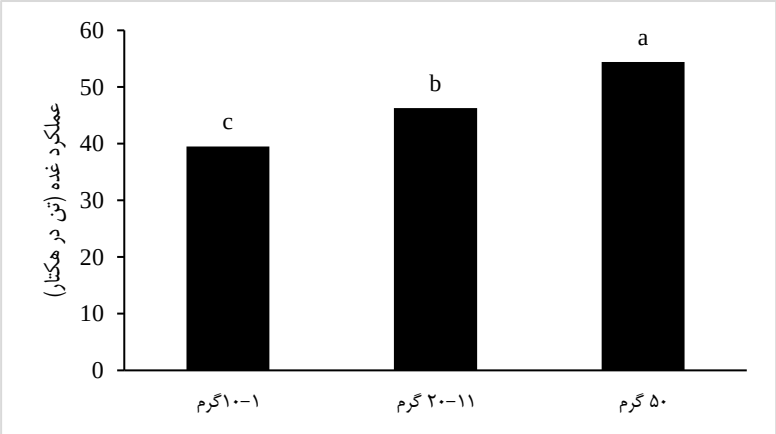
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب بر روی اثرات سال، تراکم کاشت و اندازه غده‌چه سیب‌زمینی روی عملکرد.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد (kg/plot)
سال (Y)	۱	۲/۶۸۷ ns
تکرار در سال (R)	۶	۱۱/۲۸۹
تراکم کاشت (A)	۲	۲۲۴/۵۴۱**
اثر متقابل (AY)	۲	۰/۰۰۴ ns
اشتباه اصلی Ea	۱۲	۲/۱۲۴
اندازه غده‌چه (B)	۲	۱۲۰/۲۴۳**
اثرمتقابل (A×B)	۴	۰/۱۰۱ ns
اثرمتقابل Year×B	۲	۰/۰۰۲ns
اثر متقابل ABY	۴	۰/۰۰۶ ns
اشتباه فرعی	۳۶	۷/۱۵۵
کل	۷۱	–
C.V (%)	–	۱۹/۰۸

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪.



شکل ۱- مقایسه میانگین تراکم کاشت بر عملکرد سیب زمینی.



شکل ۲-مقایسه میانگین اندازه غده‌چه بر عملکرد سیب زمینی

با توجه به محدودیت فصل رشد در اردبیل وا ینکه رقم آگر یا از ارقام نیمه دیررس می باشد،بنابراین ظهور سریع صفات فنولوژیک در طول دوره رشد این گیاه مطلوب تر بوده و باعث افزایش عملکرد خواهد شد به طوری که در این آزمایش فاصله کاشت های کمتر (تراکم بیشتر) و در غده های بزرگ باعث ظهور سریع تر این صفات شده و عملکرد بیشتری داشته است.

منابع

Anwaar, S., Ijaz, DeS. and Anwar, T. 2024. Boosting *Solanum tuberosum* resistance to *Alternaria solani* through green synthesized ferric oxide (Fe_2O_3) nanoparticles. Scientific Reports, 14: 2375.

Zarzecka, K., Gugała, M., Sikorska, A., Grzywacz, K. and Niewęgłowski, M. 2020. Marketable yield of potato and its quantitative parameters after application of herbicides and biostimulants. Agriculture, 10(2): 49.

Ifenkwe, O.P. and Allen, E.J. 1978. Effects of row width and planting density on growth and yield of two main crop potato varieties. 2. Number of tubers, total and graded yields and their relationship with above-ground stem densities. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 91: 279–289.

Khalafalla, A.M. 2020. Effect of plant density and seed size on growth and yield of potato in Khartoum, Sudan. In: Fifth Triennial Congress of the African Potato Association, 28 May–2 June, Kampala, Uganda.

انجمن علوم باغبانی ایران

Study of Planting Density and Size of Potato (*Solanum Tuberosum* L. cv. Agria) Seed – Minitubers Effect on Some Quantitative and Qualitative Traits of The Produced Potato Seed Tubers

Bahram Dehdar[1*]

1. Ardebil Agriculture and Natural Resources Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO). Ardebil, Iran

**Corresponding Author: Bahram_dehdar@yahoo.com*

Abstracts

Tubers are commonly used as seed for potato production which viral infection of tubers are the major factor in yield loss of this crop. Minitubers are produced from tissue culture which are virus- free. Minitubers can be used to produce prebasic or basic seed in the field. This study was conducted to determine the best density and minituber size in Agria potato cultivar for 2 years (2005-2006) in Ardabil Agriculture research station. The experimental design was split – plot with four replications in a randomized completely block. Planting density and size of minitubers were used as main plots and subplots respectively. The result showed that planting density and size of minitubers were significantly (P<1%) influenced emergence date, flowering, tuber initiation, stem height, main stem diameter, number of tuber per plant, mean yield of single plant (gr), seed size categories, tuber yield and dry matter. The planting density and size of minitubers were significantly influenced at (*P*<1%) and (*P*<5%) on stolon producing respectively. Economically evaluation showed that the highest tuber yield was found in 75*12 cm planting density with 44.534 ton/ha and 11-20gr minitubers seed sizes with 46.3 ton/ha respectively.

Keywords: Potato, Minituber, Density.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پتانسیل جمعیت‌های بومی طالبی برای کشت داربستی درون گلخانه

علی فرهادی[1*]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *farhadi_siv@yahoo.com*

چکیده

سیاست وزارت جهاد کشاورزی بر این پایه استوار شده که به دلیل خشکسالی و کم آبی از فضای کشت هوای آزاد محصولات زراعی کاسته شود و در گلخانه ها و محیط های حفاظت شده توسعه کشت صورت پذیرد. برای بررسی امکان سنجی کشت جمعیت های طالبی در تربیت و هدایت به روش ایستاده و داربستی درون گلخانه این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دستگرد اصفهان اجرا گردید چهار جمعیت بومی طالبی ساوه، سمسوری ورامین، شاه آبادی اصفهان و گرمک اصفهان در قالب طرح آزمایش بلوک تصادفی در سه تکرار درون گلخانه کشت گردید. پس از کاشت بذر، مدیریت زراعی برای رشد مناسب بوته و هدایت به صورت ایستاده، مراقبت های کافی برای تغذیه، کنترل آفات، بیماری ها و علف های هرز اعمال گردید. صفات اندازه گیری شده شامل رویشی(طول بوته، تعداد و ابعاد برگ، تعداد گره، وزن تر و خشک بوته، قطر ساقه و سطح برگ)، صفات عملکردی شامل (عملکرد کل، تعداد میوه در هربوته، وزن هر عدد میوه، وزن بذر در هر میوه، ابعاد بذر و میوه و بریکس میوه) صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که پتانسیل جمعیت های بومی طالبی نسبت به تربیت به فرم ایستاده متفاوت بوده و بر اساس تعداد میوه در هر بوته و وزن هر عدد میوه توانایی تحمل وزن تربوته و میوه ها می تواند یک یا دو جمعیت به عنوان کاندید جهت کشت داربستی گلخانه ای انتخاب گردد. طالبی ساوه و سمسوری ورامین با تعداد میوه بیشتر در هر بوته و عملکرد کل بالاتر از دو جمعیت شاه آبادی و گرمک بودند. هر چند در صفت اندازه گیری شده بریکس میوه طالبی ساوه وشاه آبادی حداقل یک درصد شیرینی بیشتری نسبت به دو جمعیت دیگر داشتند اما طالبی ساوه نسبت بذر به وزن کل میوه کمتری به سایرین داشت و یکی از جمعیت های منتخب برای کشت درون گلخانه طالبی ساوه پیشنهاد می گردد. جمعیت گرمک اصفهان به دلیل مقاومت کم پوست میوه نسبت به فشار، درصد پایین مواد جامد محلول میوه و عملکرد حداقلی درون گلخانه نمی تواند در کشت داربستی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: طالبی، گلخانه، کشت داربستی، عملکرد، تعداد میوه.

مقدمه

طالبی با نام علمی *Cucumis melo* var reticulatus L. از خانواده گیاهی Cucurbitaceae و بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری آفریقاست. مرکز تنوع آن در آسیا و از دریای مدیترانه تا آسیای شرقی است. این گیاه یک‌ساله علفی، دارای ساقه‌های رونده و پوشیده از کرک به طول ۲.۵ تا ۳ متر و قطر حدوداً ۲ سانتی‌متر است. رشد بوته طالبی نامحدود بوده و به‌طور مداوم شاخه فرعی تولید می‌کند. سیستم ریشه‌ای آن از ریشه اصلی با ریشه‌های محوری تشکیل شده است که به اعماق خاک فرو می‌رود. برگ‌های طالبی بزرگ و به شکل‌های مختلف قلبی و پنجه‌ای همراه با کرک‌های فراوان توسط دمبرگی طویل به‌صورت متناوب روی ساقه قرار دارد. از محور برخی برگ‌های طالبی نیز پیچک‌های ساده و بدون منشعب خارج می‌شود. طالبی، گیاهی یک پایه بوده و دارای ۳ نوع گل است: گل‌های نر، ماده و هرمافرودیت (کامل). گل‌ها زرد رنگ بوده و در محور برگ تشکیل می‌شود. در بوته‌های طالبی، ابتدا گل‌های نر ظاهر می‌شود و تعداد آن‌ها بیشتر از گل‌های ماده است. عمر مفید گل‌های نر حدود یک روز است. گل‌های نر به صورت دسته‌های چندتایی و گل‌های ماده، تکی و منفرد هستند که معمولاً روی ساقه اصلی دیده نمی‌شوند. همه گل‌های ماده تبدیل به میوه نمی‌شوند؛ به‌طوری که از بین ۲۰ تا ۳۰ گل ماده، تنها ۴ تا ۵ گل تبدیل به میوه می‌شود. میوه طالبی از نظر گیاه‌شناسی سته است که جزو بزرگ‌ترین میوه‌ها محسوب می‌شود. وزن هزار دانه بذر طالبی ۳۰ گرم است و قوه نامیه آن در شرایط عادی تا ۵ سال حفظ می‌گردد. این محصول معمولاً آب و هوای گرم و خشک با نور فراوان ترجیح می‌دهد. در طول دوره رشد طالبی، شب‌های خنک و روزهای گرم موجب شیرین‌تر شدن آن می‌شود. دوره رشد بوته طالبی نسبتاً طولانی است و بسته به رقم، منطقه و شرایط آب و هوایی حدود ۸۵ تا ۱۲۰ روز طول می‌کشد.

با توجه به قرار گرفتن ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک جهان و تغییرات صورت گرفته اقلیمی طی سالیان اخیر، میزان بارش تنزل پیدا کرده و بواسطه بهره برداری بیش از حد از منابع آبی زیرزمینی، متاسفانه نه تنها دبی چاه های کشاورزی به حداقل رسیده است بلکه کیفیت آب آبیاری به سمت شور شدن گرایش پیدا کرده است. براساس سیاست وزارت جهاد کشاورزی، مقرر گردیده از کشت هوای آزاد محصولات آب بر کاسته شده و کشت در محیط های کنترل شده گسترش یابد. مطابق آخرین داده های سال ۱۴۰۲، در سطح کشور نزدیک به ۱۳ هزار هکتار سبزی و صیفی در گلخانه تولید می شود و یکی از محصولات مورد انتظار برای محدود شدن کشت هوای آزاد و سوق به درون گلخانه سبزی های میوه ای مانند خربزه و طالبی است. زیرا سطح کشت هوای آزاد خربزه حدود ۴۸ هزار هکتار برآورد شده است در صورت انتقال به گلخانه می توان با یک دهم سطح هوای آزاد عملکردی برابر تولید نمود و این تولید در کل فصول سال پایدار خواهد بود.

آلواردو و پرز در سال ۲۰۱۷بیان داشتند در ارزیابی هرس (ساقه اصلی، ساقه فرعی اول، ساقه فرعی دوم و بدون هرس)و تراکم بوته(۱.۹، ۳.۲ و ۳.۹بوته در مترمربع) طالبی درون گلخانه مشخص گردید بیشترین عملکرد بازارپسند با تراکم ۳.۹بوته در مترمربع بدون هرس و به میزان ۲.۶۵کیلوگرم در مترمربع بدست آمد. بالاترین میزان مواد جامد محلول میوه با ۱۲.۸۸در تیمار حداقل تراکم(۱.۹بوته در مترمربع) حاصل شد. نتیجه گیری نمودند استفاده از هرس در طالبی تولید شده در گلخانه از نظر اقتصادی سودآور نیست. این تولید فقط در فصل بارندگی که قیمت فروش بالا است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود. پژده و همکاران(۱۴۰۲) در تحقیقی ارقام و محلول غذایی را مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتندرقم و محلول غذایی، رشد رویشی و شاخص های کیفی میوه طالبی را تحت تاثیر قرار دادو پیشنهاد نمودند برای کشت طالبی در گلخانه محلول های غذایی متناسب با رقم انتخاب شود. انتخاب محلول غذایی مناسب می تواند موجب افزایش کارایی استفاده از عناصر غذایی در ارقام طالبی گلخانه ای شود. طالبی گلخانه ای(Cucumis melo L.var. reticulatus) یک محصول جدید برای کشت های گلخانه ای در ایران است و ضرورت دارد ارقام مختلف مورد بررسی قرار گرفته و مناسب ترین با توجه به پتانسیل تولید هر رقم و فصول مختلف کشت و توان رقابتی در بازارهای داخلی و خارجی مورد ارزیابی و انتخاب قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با چهار جمعیت بومی طالبی ساوه، سمسوری ورامین، شاه آبادی اصفهان و گرمک اصفهان در سه تکرار در گلخانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی دستگرد اصفهان در فروردین ۱۴۰۱ اجرا گردید. ابتدا در سینی نشا با بستر پیت ماوس و پرلیت به نسبت ۷۰ به ۳۰ بذور جمعیت های مورد نظر کشت گردید پس از سبز شدن و ظهور برگ حقیقی دوم، گیاهچه ها به بستر خاک روی پشته درون گلخانه انتقال داده شد.هر پلات آزمایشی شامل سه خط به طول پنج متر و فاصله بین خطوط ۹۰سانتی متر بود. روی ردیف ۱۵ و در هر پلات ۴۵ بوته کشت شده بود که موقع برداشت یک متر از طرفین به عنوان حاشیه حذف و ۲۷بوته برای تعیین عملکرد در نظر گرفته شد.پس از رشد عمودی بوته هاو قبل از تمایل به روندگی، با نخ های پلاستیکی به عنوان قیم به سیم های آویزان شدند. مدیریت زراعی برای رشد مناسب بوته هدایت به صورت ایستاده، خاکدهی پای بوته ها، مراقبت های کافی برای تغذیه، کنترل آفات، بیماری ها و علف های هرز اعمال گردید. صفات اندازه گیری شده شامل رویشی(طول بوته، تعداد و ابعاد برگ، تعداد گره، وزن تر و خشک بوته، قطر ساقه و سطح برگ)، صفات عملکردی شامل (عملکرد کل، تعداد میوه در هربوته، وزن هر عدد میوه، وزن بذر در هر میوه، ابعاد بذر و میوه و بریکس میوه) صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

صفات اندازه گیری شده تعداد میوه در هر بوته، عملکرد میوه در هر بوته و در هکتار، وزن هر عدد میوه و وزن تر بوته تحت تاثیر جمعیت های مختلف طالبی قرار گرفت و معنی دار شد. صفت تعداد میوه در هر بوته با میانگین ۳.۹۷ و ۳.۹ میوه در بوته به ترتیب در جمعیت سمسوری ورامین و طالبی ساوه بدست آمد. طالبی ساوه با ۶۶.۴ و سمسوری ورامین با ۶۵.۶تن در هکتار بیشترین عملکرد محصول در شرایط گلخانه ای را تولید نمودند.از نظر ابعاد میوه طالبی شاه آبادی در بین جمعیت ها درشت تر از بقیه بوده و گرمک اصفهان در شرایط گلخانه ای حداقل سایز میوه را داشته است این در حالی است که در هوای آزاد در صورت مهیا بودن شرایط رشد و نمو، درشت ترین میوه در بین طالبی ها از جمعیت گرمک حاصل می شود.از نظر رشد رویشی، بیشترین وزن بوته در طالبی ساوه و پس از آن طالبی شاه آبادی بدست

آمد.از حیث ابعاد برگ در طالبی ساوه با طول ۱۷.۹ و عرض ۲۲.۸ سانتی مترپهن ترین برگ را در جمعیت ها داشت. همچنین در طالبی ساوه بیشترین درصد مواد جامد محلول میوه با ۶.۸۸واحد بریکس طالبی شیرین تری نسبت به سایر جمعیت ها بود.گرمک اصفهان کمترین درصد قند میوه را داشت. در سفتی بافت پوست میوه طالبی شاه آبادی و گرمک اصفهان به ترتیب بیشترین و کمترین مقاومت را در برابر فشار نشان دادند. با توجه به جمیع جهات دو جمعیت طالبی ساوه و سمسوری ورامین مناسب برای کشت داربستی درون گلخانه تشخیص و پیشنهاد گردید.

جدول ۱– مقایسه میانگین داده های صفات اندازه گیری شده.

صفات اندازه گیری شده	تعداد میوه در هر بوته	عملکرد در هکتار(تن)	وزن هر عدد میوه (گرم)	طول برگ (سانتی متر)	عرض برگ (سانتی متر)	تعداد بذر هر میوه	میزان سفتی بافت میوه	بریکس میوه(٪)	نسبت بذر به وزن کل میوه
طالبی ساوه	۳.۹a	۶۶.۴a	۶۸۴ab	۱۷.۹	۲۲.۸a	۴۰۲	۱.۲۳	۶.۸۸a	۱۵.۷۹
طالبی شاه آبادی	۲.۶b	۵۴.۵ab	۸۳۸a	۱۴.۹	۱۸.۱ab	۴۶۲	۱.۲۷	۶.۱۷ab	۲۲.۵۵
سمسوری ورامین	۳.۹۷a	۶۵.۶a	۶۶۱ab	۱۳	۱۵.۸b	۴۴۱	۱.۱۷	۵.۷ab	۱۷.۱۷
گرمک اصفهان	۲.۷۳b	۳۹.۸b	۵۷۰b	۱۵.۸	۱۶.۴b	۳۱۷	۰.۸۷	۵.۳۸b	۲۲.۳۱

منابع

آسترکی، ح.، لطفی، م.، علی‌نیایی‌فرد، ع.، ایزدی دربندی، ع.، شریفی، پ. و رامشینی، ح. ۱۴۰۲. انتخاب توده‌های محلی و ارقام تجاری طالبی و خربزه متحمل به تنش خشکی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره و شاخص‌های تحمل. نشریه پژوهش‌های ژنتیک گیاهی، ۱۰(۲): ۱۱۹–۱۳۶.

پژده، ن.، افتخاری، ع. و حیدری، م. ۱۴۰۲. پاسخ ارقام طالبی گلخانه‌ای به محلول غذایی در شرایط کشت بدون خاک. دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، ۱۴(۲): ۱۶۰–۱۷۷.

Diaz-Alvarado, J.M. and Monge-Perez, J.E. 2017. Effect of pruning and plant density on yield and quality of cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.) grown under greenhouse conditions. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 11(1): 21–29.

Valantin-Morison, M., Vaissière, B.E., Gary, C. and Robin, P. 2006. Source-sink balance affects reproductive development and fruit quality in cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.). Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 81(1): 105–117.

Evaluating the potential of native cantaloupe populations for greenhouse trellis cultivation

Ali Farhadi[1*]
1. Horticulture of Science Department, Agriculture & Natural resources Research and Education Center of Isfahan, AREEO, Isfahan, Iran
[*]*Corresponding Author: farhadi_siv@yahoo.com*

Abstract

Iran located in arid and semi-arid of the world and due drought and low rain, the policy of the Ministry of Agriculture-Jahad is based on the decreasing outdoor cultivation and expanded in greenhouses environments. This study was conducted at the Dastgerd Agricultural Research Station in Isfahan to investigate the feasibility of cultivating cantaloupe populations in training and guidance using the standing and scaffolding methods in a greenhouse. Treatments were four native populations of cantaloupe involve" Saveh", "Samsuri Varamin", "Shahabadi Isfahan" and "Garmak Isfahan" used of randomized block design with three replications in a greenhouse. After sowing the seeds, farm management was applied for proper plant growth, standing habit, adequate nutrition and pest, disease and weed control. The measured traits included vegetative characteristics (plant length, number and dimensions of leaves, number of nodes, fresh and dry weight of the plant, stem diameter and leaf area), and reproductive traits (total yield, number of fruits per plant, weight of each fruit, seed weight per fruit, seed and fruit dimensions, and fruit Brix). The results showed that the potential of native cantaloupe populations for growing in a standing form in greenhouse is different. "Saveh" and "Samsuri Varamin" melons had more fruits per plant and higher total yield than other, also "Saveh" and "Shahabadi" melons had at least one percent more sweetness than the other two populations in the measured trait Brix. "Saveh" local landrace cantaloupe introduced to cultivation in greenhouse and "Garmak Esfahan" not prefer for greenhouse cultivation.

Keywords: Horticulture, Plant propagation, Cantaloupe, Yield, Greenhouse, Vegetable crops.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی کارایی مصرف انرژی برای تولید گلخانه‌ای شفلرا

مرضیه جهاندیده[۱]، عبدالرحمن رحیمیان بوگر[۱*]، اسماعیل سیدآبادی[۲]، مهدی آران[۱]، داریوش رمضان[۲] و محمد حنیف سپاهی[۳]

۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲-گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۳- علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، بیرجند، ایران
*نویسنده مسئول: a.rahimian@uoz.ac.ir.a

چکیده

شفلرا گیاهی همیشه سبز و محبوب برای نگهداری در شرایط درون‌خانه‌ای است. گونه‌ای حساس به سرما بوده و در ایران تولید و نگهداری آن در شرایط گلخانه انجام می‌شود. با توجه به اهمیت اقتصادی و زینتی این گیاه، بررسی پایداری تولید گلخانه‌ای آن ضروری است. ارزیابی مصرف انرژی یکی از دقیق‌ترین روش‌ها برای سنجش پایداری در تولیدات گلخانه‌ای محسوب می‌شود و می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیندها کمک کند. پژوهش حاضر به تحلیل مصرف انرژی در تولید گلخانه‌ای شفلرا در استان سیستان و بلوچستان می‌پردازد و تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی آن را بررسی می‌کند. در این تحقیق، ورودی‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: نهاده‌های تجدیدپذیر رایگان، نهاده‌های غیر رایگان و نهاده‌های غیرقابل تجدید. پس از تعیین مقادیر ورودی‌ها، شاخص‌های مرتبط با انرژی نظیر چگالی انرژی، نسبت تبدیل انرژی، نسبت عملکرد انرژی، نسبت سرمایه‌گذاری انرژی، بارگذاری محیط، شاخص پایداری محیط زیست و کسر تجدیدپذیری انرژی محاسبه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تولید گل شفلرا دارای بهره‌وری مناسبی است و در سیستم‌های تولید محصول، هر چند هزینه‌های تجهیزات گلخانه و سوخت به طور قابل توجهی بالا است اما در مجموع از نظر نسبت سود به هزینه (۴/۵۲) تولید این گل در استان سیستان و بلوچستان مقرون بصرفه است. بنابراین، موفقیت کشاورزان در بازار حرفه‌ای به کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری و کارایی محصولات وابسته است و یا کاهش چشمگیری در قیمت محصولات. از آنجا که کشاورزان نمی‌توانند در تعیین قیمت‌ها دخالت کنند، بهترین راه‌حل برای دستیابی به سود و موفقیت اقتصادی در سیستم‌های تولید، کاهش مصرف بی‌رویه انرژی و استفاده حداکثری از حداقل امکانات موجود است.

کلمات کلیدی: بهره‌وری، درآمد، شفلرا، هزینه، گلخانه.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه

شفلرا (*Schefflera arboricola*) یکی از گیاهان آپارتمانی بسیار زیبا و محبوب در دنیای گل و گیاه به شمار می‌آید. در سال‌های اخیر، این گیاه به دلیل زیبایی خیره‌کننده و قابلیت رشد در محیط‌های داخلی، بین علاقمندان به گل و گیاهان به شدت مورد توجه قرار گرفته است. این گیاه بهترین رشد را در محیطی با نور غیرمستقیم و آبیاری منظم دارد، همچنین رطوبت محیط برای شفلرا از اهمیت بالایی برخوردار است و در صورت کمبود رطوبت محیط ممکن است برگ‌های آن پژمرده و خشک شوند (Belay, 2021). شفلرا درجات متفاوتی از نور را تحمل می‌کند، گونه‌های ابلق نیاز نوری بیشتری دارند و در صورت کمبود نور برگ‌ها رنگ خود را از دست می‌دهند که در چنین شرایطی باید به مکان‌های پر نورتر منتقل شوند (Kubatsch et al., 2007). شفلرا نسبت به سایه تاحدودی مقاوم است ولی دوره طولانی نور کم موجب زرد شدن برگ‌ها بخصوص برگ‌های پایینی گیاه می‌شود، همچنین بستر کشت این گیاه بهتر است مرطوب (اما نه خیس و غرقابی) نگه داشته شود (Kubatsch et al., 2007).

واژه "انرژی تجسم‌یافته" تفاوت‌های موجود در کیفیت انرژی‌ها را نمایش می‌دهد، این مفهوم به بررسی نوع و درجه انرژی‌هایی که در فرآیندهای مختلف تولید یا مصرف می‌شوند، می‌پردازد و درک بهتری از محدوده و ارزش واقعی انرژی‌ها را ارایه می‌دهد. همچنین

Odum نسبت خاصی به نام "ضریب کیفیت" را برای کالری یا ژول تعریف نمود که بیان‌گر میزان انرژی مورد نیاز برای تولید یک نوع انرژی به منظور تولید نوع دیگری از آن است. به عبارت دیگر، این نسبت نشان می‌دهد که برای تبدیل انرژی از یک شکل به شکل دیگر، چه مقدار انرژی لازم است و کیفیت انرژی‌های مختلف چه تفاوتی با یکدیگر دارد. همچنین، Odum مفهوم "انرژی تجسم‌یافته" را به "کالری خورشیدی تجسم‌یافته" تبدیل کرد، این تغییر به این معنا بود که او به با پیشرفت مفاهیم و تحقیقات در این زمینه، اصطلاح "انرژی تجسم‌یافته" به تدریج کنار گذاشته شد و در سال ۱۹۸۳، دیوید ساینسمن، محقق و دانشمندِ مرتبط با این حوزه، اصطلاح جدیدی به نام "امرژی" را معرفی کرد (Odum, 1995). مفهوم امرژی به طور خاص به انرژی خورشیدی موجود اشاره دارد که به شکل مستقیم و غیرمستقیم برای ارائه خدمات یا تولید محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تعریف جدید، ابعاد گسترده‌تری به درک ما از انرژی و کارایی آن در فرآیندهای مختلف اقتصادی و زیستی بخشید و اهمیت انرژی خورشیدی را به‌عنوان یک منبع اصلی تأمین نیازهای انسانی و طبیعی تأکید نمود .امرژی به ما کمک می‌کند تا به بهینه‌ترین شکل ممکن از منابع انرژی استفاده کنیم و درک عمیق‌تری از تعاملات بین انرژی و سیستم‌های زیست‌محیطی و اجتماعی پیدا کنیم. در نتیجه، این مفهوم می‌تواند نقشی حیاتی در توسعه پایدار و مدیریت منابع طبیعی ایفا کند (Odum, 1996). تحلیل اقتصادی یک روش محاسباتی محیطی است که به طور کامل رابطه بین سیستم و انسان و محیط اطراف آن را در یک واحد مشترک ارزیابی می کند (Odum, 1995).

نخعی و همکاران (۱۴۰۳) با ارزیابی پایداری بوم‌نظام مکانیزه و سنتی تولید گل محمدی به تحلیل و بررسی جنبه‌های مختلف این دو نظام تولید در شهرستان نهبندان پرداختند، این بررسی نشان داد اعمال راهکارهای مؤثر و عملی در نظام مکانیزه تولید گل محمدی منجر به مدیریت جامع بوم‌نظام تولیدی و به‌ویژه حفاظت از مواد آلی خاک و جلوگیری از تلفات آن می‌شود که به شکل قابل توجهی بر پایداری اکولوژیکی این نظام تأثیر گذار است. این یافته‌ها به طور واضح نشان می‌دهد که دستیابی به یک نظام تولید پایدار در حوزه گل محمدی نیازمند توجه به مدیریت منابع طبیعی و مواد آلی است، و همچنین بهبود دانش فنی بهره‌برداران می‌تواند نقش مهمی در بهبود پایداری اقتصادی این نظام ایفا کند (نخعی و همکاران، ۱۴۰۴). پژوهشی دیگری تحت عنوان سنجش پایداری بوم‌نظام‌های تولید هندوانه و انواع خربزه براساس تحلیل امرژی و اقتصادی در منطقه سیستان نشان داد که پایداری اکولوژیکی نظام تولید هندوانه نسبت به سایر نظام‌های مورد مطالعه به طور قابل توجهی بیشتر است، در این بررسی ارزیابی‌ها بر اساس محاسبه ۱۳ شاخص مربوط به امرژی و اقتصادی انجام شد که نشان می‌دهد اتخاذ تدابیر مناسب برای جلوگیری از فرسایش خاک و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی، می‌تواند به شکل قابل توجهی به بهبود پایداری اکولوژیکی این نظام‌ها کمک کند (میرشکاری و همکاران، ۱۴۰۳). بررسی دیگری به تحلیل و ارزیابی شاخص‌های انرژی، اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی سامانه‌های تولید محصولات باغی و گلخانه‌ای در ایران پرداخته است که نشان داد تاثیر عوامل اجتماعی بر رفتار مختلف انواع سامانه‌های تولید محصولات باغی و گلخانه‌ای کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه به‌طور خاص نشان می‌دهد که برای ایجاد تغییرات موثر و پایدار در حوزه مصرف انرژی و بهبود کارایی اقتصادی سیستم‌های تولید، درک رفتارها و نگرش‌های کشاورزان و بهره‌برداران به‌عنوان عامل کلیدی است و توجه به ابعاد اجتماعی می‌تواند پیش‌نیاز موفقیت طرح‌ها و برنامه‌های بهبود فرآیند در تولید محصولات باغی و گلخانه‌ای در ایران باشد (زنگنه و بنائیان، ۱۴۰۱). بررسی رفتار مصرف انرژی در نظام‌های کشت گلخانه‌ای بر اساس نظریه ارزش باور هنجار نشان دهنده تأثیرپذیری بالای گلخانه‌داران نسبت به ارزش‌های مربوط به خود محوری در راستای مصرف بهینه انرژی است، این یافته‌ها نشان داد که گلخانه‌داران بیشتر تحت تأثیر باورها و ارزش‌هایی قرار دارند که بر اساس آن‌ها، مصرف بهینه انرژی برایشان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (بهروزه و همکاران، ۱۴۰۱).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۳ با هدف ارزیابی سیستم‌های کشت گلخانه‌ای گیاه شفلرا در گلخانه‌ای واقع در استان سیستان و بلوچستان انجام شد.استان سیستان و بلوچستان با وسعت تقریبی ۱۸۰/۷۲۶ کیلومتر مربع، حدود ۱۱ درصد از کل وسعت ایران را به خود اختصاص داده است. این منطقه با تنوع فرهنگی، جغرافیایی، اقلیمی و آب و هوایی فرصت‌های مناسبی برای کشت محصولات مختلف فراهم می‌سازد. -در

این پژوهش، ارزیابی سیستم‌های کشت در یک گلخانه با مساحت یک هکتار در این استان صورت گرفت. این گلخانه سالانه قادر به تولید ۱۶۰۰۰۰ بوته گل شفلرا است که نشان‌دهنده پتانسیل بالای این استان در تولید محصولات گلخانه‌ای می‌باشد. پژوهش حاضر بر آن است تا ضمن بررسی روش‌های بهینه کشت، به شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این صنعت بپردازد و نتایج آن می‌تواند به توسعه بیشتر کشاورزی گلخانه‌ای در سطح استان و کشور کمک کند. اطلاعات مربوط به نهاده‌های ورودی و خروجی گلخانه گیاه شفلرا به‌طور دقیق و کامل از طریق انجام مشاهدات میدانی و همچنین مصاحبه با مسئولین و کارشناسان مرتبط در استان سیستان و بلوچستان جمع‌آوری شده است. این فرآیند شامل بررسی وضعیت فعلی گلخانه‌ها، شناخت انواع نهاده‌های مورد استفاده، و تحلیل داده‌های حاصل از تولید و بازدهی آن‌ها بود (جدول ۱).

هدف اصلی این پژوهش ارزیابی عملکرد گیاه شفلرا به عنوان خروجی سیستم است که برای این منظور مقادیر امرژی موجود در مخازن و جریانات مختلف نظام تولید ارزیابی شد. در این راستا، برای تبدیل مقادیر موجود از واحدهای انرژی یا جرم به واحد امرژی، از ضریب تبدیل مشخصی استفاده و پس از مشخص شدن مقادیر شاخص‌های امرژی به بررسی پایداری نظام تولید شفلرا پرداخته شد. تمامی مقادیر جدول امرژی شامل وزن، انرژی، هزینه و سایر شاخص‌های مربوطه با استفاده از ضریب تبدیل مناسب، درهم ادغام شده و به واحد امرژی تبدیل شد. این فرآیند به ما کمک کرد تا افزون بر تحلیل عملکرد گل شفلرا به عنوان خروجی، به تحلیل‌های مدیریتی و مهندسی در خصوص پایداری انرژی و کارایی سیستم نیز بپردازیم.

شاخص‌های اقتصادی مهمی که برای ارزیابی عملکرد اقتصادی تولید شفلرا مورد ارزیابی قرار گرفتند شامل؛ درآمد ناخالص، ارزش ناخالص، درآمد خالص، کل هزینه‌های تولید، نسبت سود به هزینه و بهره‌وری بود.

هزینه های متغیر– ارزش ناخالص تولید = درآمد ناخالص
قیمت محصول × عملکرد محصول = ارزش ناخالص
کل هزینه های تولید– ارزش ناخالص تولید = درآمد خالص
هزینه های ثابت تولید + هزینه های جاری تولید = کل هزینه های تولید
کل هزینه های تولید / ارزش ناخالص تولید (میلیون ریال در هکتار)= نسبت سود به هزینه
کل هزینه های تولید / عملکرد محصول = بهره وری

جدول ۱- نهاده های ورودی و خروجی نظام تولید گل شفلرا در شرایط گلخانه.

		نوع نهاده	واحد نهاده در	مقدار	عمرمفید (سال)	انرژی	واحد معادل انرژی
نهاده های ورودی	ساخت گلخانه	آهن	Kg	۱۱۵۰۰	۲۰	5.75E+05	$g.ha^{-1}$
		پلاستیک	Kg	۲۷۰	۴	6.75E+04	$g.ha^{-1}$
		سیمان	Kg	۱۳۰	۲۰	6.50E+03	$g.ha^{-1}$
		شن	Kg	۸۵۰	۲۰	4.25E+04	$g.ha^{-1}$
		نیروی کارگری	h	۳۰۷۸۴	-----	6.03E+10	$j.ha^{-1}$
	ماشین آلات	تراکتور (۱۲اسب بخار)	Kg	۱۴۰	۱۰	3.70E+03	$g.ha^{-1}$
		وانت	Kg	۱۷۴۰	۱۰	5.22E+04	$g.ha^{-1}$
		سوخت فسیلی و روغن	Lit	۴۷۰۰۰	-----	2.65E+12	$j.ha^{-1}$
		آب زیر زمینی	m^3	۹۰۰۰	-----	4.41E+10	$j.ha^{-1}$
	کود ها و تجهیزات	نیتروژن	Kg	۶۴۰۰	-----	6.40E+06	$g.ha^{-1}$
		فسفر	Kg	۶۴۰۰	-----	6.40E+06	$g.ha^{-1}$
		پتاس	Kg	۶۴۰۰	-----	6.40E+06	$g.ha^{-1}$
		گوگرد	Kg	۰	-----	0.00E+00	$g.ha^{-1}$

	کلسیم	Kg	۰	-----	0.00E+00	g.ha^{-1}
	مواد میکرو	Kg	۸۰۰	-----	8.00E+05	g.ha^{-1}
	آفت کش و قارچ کش	Kg	۱۰۰	-----	1.00E+05	g.ha^{-1}
	الکتریسیته	KWh	۵۶۰۰۰	-----	2.02E+11	j.ha^{-1}
	تاسیسات و تجهیزات	Rials	۵/۱۹×۱۰^{۱۰}	۲۰	2.60E+09	Rials.ha^{-1}
	قلمه شفلرا	تعداد	۱۷۰۰۰۰	----	1.70E+09	Rials.ha^{-1}
نهاده خروجی	بوته گل	تعداد (بوته	۱۶۰۰۰۰	-----	5.12E+13	j.ha^{-1}

نتایج و بحث

آنالیز داده‌های مربوط به انرژی ورودی‌ها و خروجی‌های نظام کشت گل شفلرا نشان داد که روابط پیچیده‌ای بین عنصرهای مختلف سیستم تولید شفلرا وجود دارد (جدول ۲). بیشترین مقدار انرژی مورد نیاز در نظام کشت گل شفلرا مربوط به تجهیزات و تأسیسات گلخانه‌ای (6/49E+17) می‌باشد. بنابراین نتایج تجهیزات گلخانه‌ای نقش حیاتی و اساسی در بهینه‌سازی شرایط رشد گیاه شفلرا دارد و تولید این گیاه نیازمند مقدار قابل توجهی انرژی برای تأمین شرایط مناسب از قبیل دما، رطوبت و نور است. پس از تجهیزات گلخانه‌ای، تهیه قلمه‌های شفلرا (۴/۲۵E+۱۷) در جایگاه دوم نهاده گران قیمت برای تولید شفلرا قرار گرفت، این انرژی مربوط به عوامل مختلفی مانند آب، پاگرما، مواد مغذی و سایر عوامل محیطی که در فرآیندهای تهیه، ریشه‌دار کردن، رشد و توسعه قلمه‌ها لازم است (جدول ۲).

جدول ۲- منابع رایگان ، تجدید پذیری، ضریب تبدیل و امرژی خورشیدی تولید گل شفلرا گلخانه ای.

نوع نهاده	واحد	مقدار	درصد تجدیدپذیری (٪)	ضریب تبدیل خورشیدی (امژول بر هکتار بر واحد)	امرژی خورشیدی (امژول خورشیدی بر هکتار در سال)
ورودی‌های رایگان تجدیدپذیر (R)					
نور خورشید	J.ha-1	6.11E+13	100	1.00E+00	6.11E+13
جمع					**6.11E+13**
ورودی های محیطی غیر تجدید پذیر (N)					
آب زیر زمینی	J.ha-1	4.41E+10	0	2.27E+05	1.00E+16
تبخیر و تعرق		4.81E+10	0	2.88E+04	1.39E+15
جمع					**1.14E+16**
ورودی‌های غیر رایگان					
ساخت گلخانه					
آهن	g.ha-1	5.75E+05	79.9	3.56E+09	2.05E+15
پلاستیک	g.ha-1	6.75E+04	0	4.19E+09	2.83E+14
سیمان	g.ha-1	6.50E+03	9.96	3.04E+12	1.98E+16
شن	g.ha-1	4.25E+04	70.49	1.70E+09	7.23E+13
نیروی کارگری	J.ha-1	6.03E+10	10	2.22E+06	1.34E+17
ماشین آلات	g.ha-1	5.59E+04	0	1.01E+10	5.65E+14
سوخت فسیلی و	J.ha-1	2.65E+12	0	8.60E+04	2.28E+17
کود ها					
نیتروژن	g.ha-1	6.40E+06	0	3.09E+10	1.98E+17
فسفر	g.ha-1	6.40E+06	0	2.82E+10	1.80E+17
پتاس	g.ha-1	6.40E+06	0	2.23E+09	1.43E+16
گوگرد	g.ha-1	0.00E+00	0	2.05E+10	0.00E+00
مواد میکرو	g.ha-1	8.00E+05	0	3.91E+09	3.13E+15
آفت کش و قارچ	g.ha-1	1.00E+05	0	1.89E+10	1.89E+15
الکتریسیته	J.ha-1	2.02E+11	1	2.31E+05	4.66E+16
تاسیسات و	Rials.	2.60E+09	0	2.50E+08	6.49E+17

قلمه شفلرا	Rials.	1.70E+09	43	2.50E+08	4.25E+17
جمع					**1.90E+18**
جمع (FR)					**2.00E+17**
جمع (FN)					**1.70E+18**
جمع کل (U)					**1.91E+18**
		خروجی			
عملکرد اقتصادی	gr.ha-1	6.40E+07		**2.99E+10**	
عملکرد اقتصادی	J.ha-1	5.12E+13		**3.74E+04**	

سوخت فسیلی و روغن بعنوان سومین عامل موثر بر کارایی مصرف انرژی در تولید شفلرا تشخیص داده شد که با مقدار E+17 ۲/۲۸ امژول خورشیدی در هکتار نمایانگر هزینه‌های انرژی مرتبط با تأمین سوخت مورد نیاز برای فعالیت‌های مختلف در نظام کشت هست. این انرژی ممکن است برای تأمین گرما، انرژی الکتریکی و سایر نیازهای عملیاتی طی دوره نمو گیاه در شرایط گلخانه مصرف شود. نتایج بدست آمده در بررسی حاضر نشان دهنده توزیع انرژی در نظام کشت گل شفلرا است و به ما کمک می‌کند تا اهمیت هر یک از ورودی‌ها و تأثیر آن‌ها بر عملکرد کلی این نظام را درک کنیم. آنالیز دقیق داده‌ها می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیندهای کشت، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری منتهی شود. افزون بر این، نتایج دسته بندی کلی امرژی نظام کشت گل شفلرا نشان داد که منابع مختلف انرژی دخیل در نظام تولید گل شفلرا کارایی متفاوتی در تولید گیاه گلدانی شفلرا دارند (جدول ۳). بر اساس نتایج ارائه شده، سهم منابع محیطی رایگان (علامت‌گذاری شده با R+N) از کل انرژی مصرفی در این نظام تولیدی برابر با ۱ درصد و سهم منابع خریداری شده (که با P نمایش داده شده است) به میزان قابل توجهی بیشتر بوده و برابر با ۹۹ درصد از کل انرژی مصرفی می‌باشد. بنابراین، بیشتر انرژی مورد نیاز برای تولید این نوع گل از منابعی تأمین می‌شود که از بیرون خریداری شده‌اند، و منابع خریداری شده غیره قابل تجدید با ۷۹ درصد بیشترین انرژی مورد نیاز برای تولید گل شفلرا هستند.

جدول ۳- دسته‌بندی کلی منابع مختلف امرژی نظام کشت گل شفلرا.

ردیف	منابع	امرژی	درصد
منابع محیطی رایگان	منابع قابل‌تجدید محیطی(R)	6.11E+13	۱
	منابع غیرقابل‌تجدید محیطی (N)	1.14E+16	۰
جمع		1.14E+16	۱
منابع خریداری شده(P)	منابع خریداری شده قابل‌تجدید (FR)	2.00E+17	۲۰
	منابع خریداری شده غیرقابل‌تجدید (FN)	1.70E+18	۷۹
جمع کل		1.91E+18	۱۰۰
کل عملکرد امرژی (Y)		1.91E+18	
ضریب تبدیل گل شفلرا(Tr)		۳/۷۴E+4	

نتیجه‌گیری کلی

نظام تولید گل شفلرا به شدت به انرژی خورشیدی وابسته است و بیشترین مصرف انرژی مربوط به تجهیزات گلخانه‌ای، قلمه و سوخت‌های فسیلی است. بهینه‌سازی مصرف انرژی در این بخش‌ها برای افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها ضروری است. از نظر اقتصادی، درآمد خالص هر هکتار ۲۲۴/۲۱۴ میلیون ریال و نسبت سود به هزینه ۴/۵۲ است که نشان‌دهنده سودآوری بالا است. کشاورزان باید با استفاده بهینه از منابع و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین، فرآیندهای تولید را بهبود بخشند. این اقدامات به افزایش ظرفیت تولید و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند.

منابع

بهروزه، س.، حیاتی، د. و کرمی، ع. ۱۴۰۱. رفتار مصرف انرژی در نظام‌های کشت گلخانه‌ای بر اساس نظریه ارزش–باور–هنجار: مورد مطالعه استان کرمان. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۸(۲): ۱۶۳–۱۸۰.

میرشکاری، س.، اصغری‌پور، م.، غفاری‌مقدم، ز. و هاشمی، س.ا. ۱۴۰۳. سنجش پایداری بوم‌نظام‌های تولید هندوانه و انواع خربزه بر اساس تحلیل امرژی و اقتصادی در منطقه سیستان. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۴(۲): ۳۵۵–۳۷۱.

نخعی، ف.، قنبری، س.ا.، اصغری‌پور، م. و سیدآبادی، ا. ۱۴۰۴. ارزیابی پایداری بوم‌نظام مکانیزه و سنتی تولید گل محمدی بر اساس تحلیل امرژی در شهرستان نهبندان. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۵(۱): ۲۳۷–۲۷۳.

زنگنه، م. و بنائیان، ن. ۱۴۰۱. تحلیل و ارزیابی شاخص‌های انرژی، اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی سامانه‌های تولید محصولات باغی و گلخانه‌ای در ایران با استفاده از روش PRISMA. ماشین‌های کشاورزی، ۱۲(۳): ۴۲۳–۴۵۱.

Belay, A. 2021. Sheka Forest Biosphere Reserve beekeeping practices and characteristics of *Schefflera abyssinica* honey, Ethiopia. Environmental Development and Sustainability, 23: 11818–11836.

Kubatsch, A., Grüneberg, H. and Ulrichs, C. 2007. The effect of low light intensity and temperature on growth of *Schefflera arboricola* in interior landscapes. HortScience, 42(1): 65–67.

Odum, H.T. 1996. Scales of ecological engineering. Ecological Engineering, 6(1–3): 7–19.

Odum, W.E., Odum, E.P. and Odum, H.T. 1995. Nature's pulsing paradigm. Estuaries, 18: 547–555.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Energy Use Efficiency in Greenhouse Production of *Schefflera arboricola*

Marzyeh Jahandideh[1], Abdolrahman Rahimian Boogar[1*], Esmaeel Seyedabadi[2], Mehdi Aran[1], Darush Ramezan[1] and Mohammad Hanif Sepahi[3]

1. Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
2. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
3. Horticultural Science, Islamic Azad University, Birjand Branch, Birjand, Iran

[*]Corresponding Author: a.rahimian@uoz.ac.ir

Abstract

Schefflera arboricola is a popular evergreen plant for indoor cultivation. It is sensitive to cold, and in Iran, its production and cultivation occur under greenhouse conditions. Given the economic and ornamental importance of this plant, evaluating the sustainability of its greenhouse production is essential. Assessing energy consumption is one of the most precise methods for measuring sustainability in greenhouse production and can help optimize processes. This study analyzes energy consumption in the greenhouse production of *Schefflera arboricola* in Sistan and Baluchestan province and examines its economic and environmental impacts. In this research, inputs are categorized into three types: free renewable inputs, non-free inputs, and non-renewable inputs. After determining the amounts of inputs, energy-related indicators such as energy density, energy conversion ratio, energy performance ratio, energy investment ratio, environmental loading, environmental sustainability index, and renewable energy fraction were calculated. The results indicated that *Schefflera arboricola* flower production is reasonably efficient. Although the costs of greenhouse equipment and fuel are significantly high in the production systems, overall, with a benefit-cost ratio of 4.52, the production of this flower in Sistan and Baluchestan province is economically viable. Therefore, the success of farmers in the professional market depends on reducing energy consumption and increasing productivity and product efficiency or significantly lowering product prices. Since farmers cannot influence price setting, the best approach for achieving profit and economic success in production systems is to reduce excessive energy consumption and make the most of limited available resources.

Keywords: Cost, Greenhouse, Productivity, Revenue, Schefflera.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد نور LED در گلخانه و سایر محیط‌های کنترل‌شده

ناصر عسکری[۱*]
۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
*نویسنده مسئول: *na.askari@yahoo.com*

چکیده

دیودهای نورافشان (LED) طی یک دهه اخیر به‌عنوان یکی از فناوری‌های تحول‌آفرین در کشاورزی محیط‌های کنترل‌شده معرفی شده‌اند. این منابع نوری، به‌دلیل بازده انرژی بالا، طول عمر زیاد، توانایی تولید طیف‌های اختصاصی و تولید حرارت اندک، جایگزین مناسبی برای منابع سنتی نظیر لامپ‌های سدیمی فشار بالا (HPS) و فلورسنت به شمار می‌آیند. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که طیف‌های مختلف نور LED، از جمله آبی، قرمز، فرابنفش و فروسرخ دور، علاوه بر تأمین انرژی فتوسنتزی، نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه دارند. با وجود این مزایا، موانعی مانند هزینه بالای سرمایه‌گذاری اولیه، نبود تحقیقات بومی گسترده و محدودیت در تولید داخلی LED های تخصصی کشاورزی، چالش‌هایی برای گسترش این فناوری به‌ویژه در ایران ایجاد کرده‌اند. این مقاله به بررسی جامع اصول، کاربردها، فرصت‌ها و چالش‌های نور LED در گلخانه‌ها، کارخانه‌های گیاهی، خزانه‌ها و آزمایشگاه‌های کشت بافت پرداخته و چشم‌انداز توسعه این فناوری در ایران را تحلیل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: باغبانی گلخانه‌ای، کشاورزی عمودی، کشاورزی محیط کنترل شده، نور LED.

مقدمه

نور به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین عوامل محیطی، نقش چندوجهی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند. علاوه بر این‌که نور منبع اصلی انرژی برای فتوسنتز محسوب می‌شود، کیفیت، شدت و مدت تابش آن بر فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متعددی اثرگذار است. به‌طور خاص، مدیریت نور در سامانه‌های تولید کنترل‌شده نه‌تنها میزان فتوسنتز خالص و راندمان تبدیل انرژی نوری به زیست‌توده را تعیین می‌کند، بلکه مسیرهای فتومورفوژنز، تنظیم زمان گلدهی، تشکیل میوه، و تولید متابولیت‌های ثانویه مانند آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها را نیز کنترل می‌نماید (Roosta et al., 2024; Ouzounis et al., 2015). منابع نور سنتی مانند لامپ‌های سدیمی فشار بالا (HPS) و فلورسنت طی دهه‌های گذشته به‌طور گسترده در گلخانه‌ها استفاده می‌شدند؛ اما این منابع به دلیل بازده پایین، تولید حرارت زیاد و محدودیت در ارائه طیف‌های خاص نور، کارایی محدودی در تنظیم فرآیندهای رشد گیاه داشتند. برای مثال، لامپ‌های HPS طیف غالب زرد و قرمز تولید می‌کنند که اگرچه برای فتوسنتز سودمند است، اما کمبود طیف آبی منجر به کشیدگی ساقه و کاهش کیفیت مورفولوژیک گیاه می‌شود (Massa et al., 2008). ظهور فناوری دیودهای نورافشان (LEDs) تحول بزرگی در کشاورزی محیط‌های کنترل‌شده ایجاد کرده است. LED ها نه‌تنها بازده انرژی بالاتری نسبت به منابع قدیمی دارند، بلکه قابلیت تنظیم دقیق طول‌موج‌های نوری در محدوده نور فعال فتوسنتزی (PAR: 400–700 nm) و حتی فراتر از آن، شامل طیف‌های فرابنفش (UV) و فروسرخ دور (Far-red) را نیز فراهم می‌کنند (Pinho et al., 2017). این امکان باعث شده است که بتوان اثرات اختصاصی هر طول‌موج بر رشد و فیزیولوژی گیاه را بررسی و به‌طور هدفمند در تولید تجاری استفاده کرد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که نور آبی (۴۵۰ نانومتر) علاوه بر افزایش سنتز کلروفیل و باز شدن روزنه‌ها، باعث تسریع ظهور گل‌آذین در گیاهان زینتی مانند بروملیادها می‌شود (Javadi Asayesh et al., 2021). نور قرمز دور (۷۳۰ نانومتر) از طریق فعال‌سازی فتوکروم‌ها بر رشد طولی ساقه و تنظیم گلدهی اثر می‌گذارد؛ به‌طور مثال، Askari et al., 2024 گزارش کرده‌اند که تیمار با نور Far-red سبب افزایش تجمع ماده خشک در گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای سیب‌زمینی شد. همچنین Reisi et al., 2024 نشان دادند که نور Far-red توانست فرآیند میکروتیوبرزایی را در کشت درون‌شیشه‌ای سیب‌زمینی تسریع نماید. افزون بر این، استفاده از نور UV-A در برخی گونه‌های دارویی باعث افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شده است (Qian et al., 2020). بنابراین، LED ها

نه‌تنها ابزاری برای تأمین انرژی فتوسنتزی هستند، بلکه به‌عنوان یک عامل تنظیم‌کننده رشد و توسعه (Regulatory Signal) نیز شناخته می‌شوند. این ویژگی منحصربه‌فرد موجب شده است که در گلخانه‌های تجاری، کارخانه‌های گیاهی، خزانه‌ها و حتی در کشت‌های بافتی، LED به‌عنوان فناوری غالب در مدیریت نور مورد استفاده قرار گیرد.

اصول و ویژگی‌های نور LED

دیودهای نورافشان (LED) از اتصال نیمه‌رساناهای نوع P و N ساخته می‌شوند و با عبور جریان الکتریکی، انرژی به‌صورت فوتون آزاد می‌شود. ترکیب‌های مختلف نیمه‌رساناها امکان تولید طول‌موج‌های متنوع را فراهم می‌کنند؛ به‌عنوان مثال، آلیاژهای AlGaInP عمدتاً برای تولید نور در محدوده قرمز تا زرد به‌کار می‌روند، درحالی‌که آلیاژهای InGaN قادر به تولید نور در محدوده آبی تا سبز هستند (Pinho et al., 2017). این انعطاف‌پذیری طیفی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های LED در مقایسه با منابع نوری سنتی است که به‌طور طبیعی طیفی ثابت و غیرقابل تغییر تولید می‌کنند (Massa et al., 2008).

ویژگی‌های اصلی LED که آن را به منبع نوری ایده‌آل در کشاورزی محیط‌های کنترل‌شده تبدیل کرده است عبارت‌اند از:

۱. **بازده بالا:** یکی از مهم‌ترین شاخص‌های فنی LED، بازده نوری آن است که بر حسب میکرومول فوتون در هر ژول انرژی مصرفی بیان می‌شود. بازده نسل‌های اولیه LED حدود ۰.۸–۱.۲ µmol/J بود، اما در مدل‌های تجاری جدید این رقم به بیش از ۲.۷ µmol/J رسیده است (Massa et al., 2008; Hemming, 2019). این میزان بازده در مقایسه با لامپ‌های HPS (حدود ۱.۱ µmol/J) یک مزیت رقابتی اساسی محسوب می‌شود.

۲. **طول عمر زیاد:** لامپ های LED به‌طور میانگین ۵۰ تا ۶۰ هزار ساعت بدون افت شدید کارایی کار می‌کنند. این ویژگی باعث کاهش هزینه‌های نگهداری و جایگزینی در گلخانه‌های تجاری می‌شود و در مقایسه با طول عمر لامپ‌های HPS (۱۰ تا ۱۲ هزار ساعت) برتری قابل‌توجهی دارد (Bantis et al., 2018).

۳. **طیف قابل تنظیم:** یکی از جنبه‌های انقلابی LED امکان تنظیم دقیق طول‌موج‌های خروجی است. این موضوع به محققان اجازه می‌دهد طیف نوری را متناسب با نیاز گونه‌های مختلف گیاهی و حتی مراحل رشد متفاوت تنظیم کنند. برای نمونه، نور آبی (۴۵۰ نانومتر) موجب افزایش باز شدن روزنه‌ها و سنتز کلروفیل می‌شود، درحالی‌که نور قرمز (۶۶۰ نانومتر) بیشترین بازده را در فتوسنتز دارد. ترکیب این دو طول‌موج اغلب برای رشد بهینه گیاه پیشنهاد می‌شود (Ouzounis et al., 2015; Javadi et al., 2021).

٤. **کاهش تولید حرارت:** برخلاف منابع سنتی که بخش قابل‌توجهی از انرژی الکتریکی را به گرما تبدیل می‌کنند، LEDها حرارت بسیار کمتری تولید می‌کنند. این ویژگی اهمیت زیادی در محیط‌های بسته دارد؛ زیرا علاوه بر کاهش هزینه‌های سرمایش، خطر سوختگی برگ‌ها و تغییرات نامطلوب دمایی در اطراف اندام‌های گیاهی را کاهش می‌دهد (Hemming, 2019).

٥. **سازگاری زیست‌محیطی:** LEDها فاقد ترکیبات سمی مانند جیوه هستند که در لامپ‌های فلورسنت یافت می‌شود. همچنین مصرف انرژی کمتر آن‌ها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند. این ویژگی‌ها LED را به گزینه‌ای پایدار و دوستدار محیط زیست تبدیل کرده است (Pinho et al., 2017).

به‌طور کلی، ترکیب ویژگی‌های فوق باعث شده است که LED نه‌تنها به‌عنوان یک منبع نور کارآمد، بلکه به‌عنوان ابزاری تحقیقاتی برای مطالعه اثر طول‌موج‌های خاص بر فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان مطرح شود. این فناوری امکان شناسایی دقیق نقش هر طول‌موج در مسیرهایی مانند فتومورفوژنز، گلدهی، و سنتز متابولیت‌های ثانویه را فراهم آورده و از این منظر، ارزش پژوهشی و کاربردی بالایی دارد (Askari et al., 2022; Roosta et al., 2024).

کاربردهای LED در محیط‌های کنترل شده

گلخانه‌ها

کاربرد نور LED در گلخانه‌های تجاری طی سال‌های اخیر به‌طور چشمگیری توسعه یافته است. در این سیستم‌ها، LED می‌تواند به‌عنوان نور تکمیلی در روزهای کوتاه زمستان یا شرایط ابری، و حتی به‌عنوان منبع نوری اصلی جایگزین خورشید مورد استفاده قرار گیرد. یکی از مزایای کلیدی LED در گلخانه‌ها، امکان نصب آن در دو موقعیت متفاوت است: نصب در بالای تاج گیاه (Toplighting) و قرارگیری میان ردیف‌ها و داخل تاج گیاه (Interlighting). روش دوم به‌ویژه در گیاهان با تاج متراکم نظیر گوجه‌فرنگی و خیار اهمیت دارد، زیرا باعث افزایش نفوذ فوتون‌های فعال فتوسنتزی به برگ‌های پایینی می‌شود که معمولاً در سایه قرار دارند. این ویژگی منجر به افزایش فتوسنتز کل بوته و در نهایت بهبود عملکرد و کیفیت میوه می‌شود (Hemming, 2019). همچنین، ترکیب نور قرمز و آبی در سیستم‌های LED موجب بهبود کیفیت ساقه گل و استحکام آن در گیاهان زینتی مانند ژربرا گزارش شده است (Roosta et al., 2024).

کارخانه‌های گیاهی و کشاورزی عمودی

یکی از پیشرفته‌ترین کاربردهای LED در کارخانه‌های گیاهی (Plant Factories) و کشاورزی عمودی مشاهده می‌شود. در این سیستم‌ها که عموماً مبتنی بر کشت بدون خاک (هیدروپونیک و آئروپونیک) هستند، LED منبع اصلی نور محسوب می‌شود. توانایی تنظیم طیف نوری در LED ها این امکان را فراهم می‌سازد که چرخه‌های رشد به‌طور دقیق مدیریت شوند. به‌عنوان مثال، می‌توان در مرحله رویشی از طیف‌های غنی از نور آبی برای تقویت رشد برگ‌ها استفاده کرد و در مرحله زایشی، با افزایش سهم نور قرمز و Far-red، فرآیند گلدهی و تشکیل میوه را تسریع نمود (Ouzounis et al., 2015). کشورهایی مانند ژاپن و کره جنوبی پیشگام این فناوری هستند و صدها کارخانه گیاهی در آن‌ها فعال است که بخش مهمی از تولید سبزیجات برگی و گیاهان دارویی را به کمک LED انجام می‌دهند (Kozai, 2018).

خزانه‌ها و نهالستان‌ها

استفاده از LED در خزانه‌ها و نهالستان‌ها موجب بهبود چشمگیر کیفیت نشاها شده است. نور LED به‌دلیل یکنواختی طیفی و شدت قابل تنظیم، شرایط نوری پایدار و مناسب برای پرورش گیاهان جوان فراهم می‌آورد. این امر به افزایش تراکم برگ، بهبود سیستم ریشه‌ای و کاهش طول غیرطبیعی ساقه (etiolation) کمک می‌کند. از سوی دیگر، LED با کاهش تنش نوری در زمان انتقال، شوک نشاکاری را کاهش داده و موجب افزایش درصد استقرار نشاها در زمین اصلی می‌شود. مطالعات در سبزیجاتی مانند کاهو و گیاهان زینتی نشان داده است که LED نسبت به نور فلورسنت کیفیت بالاتری از نشا را فراهم می‌آورد (Bantis et al., 2018).

اتاقک‌های رشد و کشت بافت

کاربرد LED در اتاقک‌های رشد و کشت بافت گیاهی اهمیت دوچندان دارد. در این شرایط، گیاهچه‌ها به‌طور کامل وابسته به نور مصنوعی هستند. LED ها علاوه بر تأمین انرژی فتوسنتزی، نقش مهمی در تنظیم مسیرهای مورفولوژیک و متابولیک ایفا می‌کنند. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که ترکیب نور آبی و قرمز نه‌تنها موجب افزایش ریشه‌زایی و بقای گیاهچه‌ها می‌شود، بلکه تشکیل ساختارهای خاص مانند میکروتیوبر در سیب‌زمینی را نیز افزایش می‌دهد (Reisi et al., 2024; Askari et al., 2024a). همچنین، نور Far-red در شرایط درون‌شیشه‌ای توانسته است با تحریک انباشت ماده خشک، رشد و توسعه گیاهچه‌ها را تسریع نماید (Askari et al., 2024a).

این یافته‌ها نشان می‌دهند که LED یک ابزار تحقیقاتی ارزشمند در بیوتکنولوژی گیاهی و کشت بافت است که می‌تواند مسیر تولید انبوه گیاهان اقتصادی و دارویی را بهبود بخشد.

فرصت‌های استفاده از نور LED

افزایش عملکرد و کیفیت محصول

یکی از مهم‌ترین فرصت‌های کاربرد LED در کشاورزی محیط‌های کنترل‌شده، افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول است. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند که LED با فراهم آوردن طیف‌های هدفمند می‌تواند مسیرهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه را به‌طور دقیق تنظیم کند. به‌عنوان نمونه، نور قرمز موجب افزایش کارایی فتوسنتزی و رشد اندام‌های هوایی شده و نور آبی باعث افزایش تراکم برگ، باز شدن روزنه‌ها و سنتز کلروفیل می‌شود. ترکیب این دو طول‌موج به‌عنوان کاراترین گزینه برای افزایش زیست‌توده گیاهی شناخته شده است (Ouzounis et al., 2015). در سیب‌زمینی، نور Far-red موجب افزایش تجمع ماده خشک و بهبود میکروتیوبرزایی گزارش شده است (Reisi et al., 2024; Askari et al., 2024a). همچنین در گیاهان زینتی مانند ژربرا و بروملیاد، نور LED سبب تسریع ظهور گل‌آذین و بهبود کیفیت ساقه گل شده است (Roosta et al., 2024; Javadi Asayesh et al., 2021).

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

LED ها در مقایسه با منابع نوری قدیمی نظیر HPS، بازده انرژی بالاتر و مصرف برق کمتری دارند. درحالی‌که بازده HPS حدود ۱.۱ µmol/J است، LEDهای نسل جدید بازدهی بالاتر از ۲.۷ µmol/J دارند (Massa et al., 2008). علاوه بر این، تولید حرارت اندک توسط LED باعث کاهش نیاز به سیستم‌های سرمایشی در گلخانه می‌شود. پژوهش‌های صورت‌گرفته در اروپا نشان داده‌اند که استفاده از LED می‌تواند مصرف انرژی را تا ۴۰٪ نسبت به HPS کاهش دهد (Hemming, 2019). این موضوع در کشورهایی با هزینه بالای انرژی یا محدودیت دسترسی به سوخت‌های فسیلی اهمیت مضاعفی دارد.

مزایای زیست محیطی

کاربرد LED علاوه بر مزایای اقتصادی، از نظر زیست‌محیطی نیز بسیار حائز اهمیت است. اولاً این فناوری فاقد فلزات سنگین سمی نظیر جیوه است که در لامپ‌های فلورسنت وجود دارد. ثانیاً با کاهش مصرف انرژی الکتریکی، انتشار غیرمستقیم گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید برق کاهش می‌یابد. همچنین به دلیل تولید حرارت پایین، تعریق و تبخیر در گیاه کاهش یافته و مصرف آب بهینه‌تر می‌شود (Pinho et al., 2017; Qian et al., 2020). این ویژگی‌ها LED را به یکی از ابزارهای کلیدی در توسعه کشاورزی پایدار و کاهش ردپای کربن بخش کشاورزی تبدیل کرده است.

فرصت‌های توسعه در ایران

در ایران، که گلخانه‌ها نقش مهمی در تولید سبزیجات و گل‌های زینتی دارند، LED می‌تواند تحولی اساسی ایجاد کند. استفاده از این فناوری می‌تواند کیفیت محصولات گلخانه‌ای را به سطح استانداردهای جهانی برساند و امکان صادرات گسترده‌تر محصولات ایرانی را فراهم سازد. افزون بر آن، بهینه‌سازی مصرف انرژی و آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. LED با کاهش نیاز به سرمایش و آبیاری می‌تواند به ارتقای بهره‌وری منابع کمک کند. همچنین توسعه صنعت بومی تولید LEDهای تخصصی کشاورزی می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی در مناطق محروم ایجاد کند و ایران را به یکی از مراکز منطقه‌ای تولید تجهیزات نوین گلخانه‌ای بدل سازد (Askari et al., 2022; Roosta et al., 2024).

چالش‌های استفاده از نور LED

هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالا

کی از مهم‌ترین موانع گسترش LED در مقیاس تجاری، هزینه اولیه بالای خرید و نصب تجهیزات است. اگرچه LED در درازمدت از نظر مصرف انرژی و طول عمر برتری دارد، اما قیمت اولیه آن در مقایسه با منابع نوری سنتی مانند HPS بسیار بیشتر است. این موضوع به‌ویژه برای کشاورزان کوچک و متوسط که توان سرمایه‌گذاری محدود دارند، یک مانع جدی محسوب می‌شود (Hemming, 2019). مطالعات اقتصادی نشان داده‌اند که بازگشت سرمایه در پروژه‌های LED ممکن است بین ۳ تا ۷ سال طول بکشد و این امر نیازمند حمایت‌های دولتی و سیاست‌های یارانه‌ای است (Bantis et al., 2018).

نبود تحقیقات بومی کافی

یکی از چالش‌های اساسی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، کمبود داده‌های بومی درباره شدت و طیف بهینه LED برای محصولات مختلف است. بیشتر پژوهش‌های موجود در کشورهای اروپایی و آسیای شرقی انجام شده و به شرایط اقلیمی، ژنوتیپی و مدیریتی ایران قابل تعمیم کامل نیستند. به‌عنوان مثال، طیف‌های نوری مناسب برای گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در اروپا ممکن است در شرایط نوری و دمایی ایران نتایج مشابهی نداشته باشد. بنابراین، سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های داخلی برای تعیین طیف و شدت بهینه برای محصولات بومی ضروری است (Roosta et al., 2024).

کاهش بازده در دماهای بالا

LED ها به دما بسیار حساس هستند و افزایش دمای محیط یا سیستم خنک‌کننده ناکارآمد می‌تواند باعث افت راندمان نوری و کاهش طول عمر آن‌ها شود. در گلخانه‌های مناطق گرمسیر مانند جنوب ایران، این موضوع اهمیت بیشتری دارد، زیرا نیاز به سیستم‌های تهویه و خنک‌سازی کارآمد وجود دارد. در غیر این صورت، کارایی LED کاهش یافته و هزینه‌های عملیاتی افزایش می‌یابد (Pinho et al., 2017).

وابستگی به واردات

اکثر LED های تخصصی کشاورزی از کشورهای پیشرفته وارد می‌شوند و تولید داخلی در ایران بسیار محدود است. این وابستگی موجب افزایش هزینه‌ها، محدودیت دسترسی و آسیب‌پذیری در برابر نوسانات ارزی و تحریم‌های اقتصادی می‌شود. توسعه فناوری بومی ساخت LED و تجهیزات جانبی آن می‌تواند این وابستگی را کاهش دهد و به استقلال فناوری در بخش کشاورزی منجر شود (Kozai, 2018).

چالش‌های فیزیولوژیک و ایمنی

اگرچه LED مزایای متعددی دارد، اما استفاده نادرست از آن می‌تواند اثرات منفی بر گیاه و انسان داشته باشد. از منظر فیزیولوژیک، طیف‌های نوری نامناسب ممکن است باعث القای خواب یا اختلال در مسیرهای رشد گیاه شوند. برای نمونه، نور آبی بیش از حد می‌تواند باعث کاهش سطح برگ و کاهش رشد رویشی گردد (Ouzounis et al., 2015). همچنین، شدت بالای نور قرمز یا UV ممکن است به تنش فتواکسیداتیو در گیاهان منجر شود (Askari et al., 2022). از منظر ایمنی انسانی نیز، نورهای با شدت بالا در محدوده آبی و UV می‌توانند برای چشم و پوست مضر باشند. بنابراین استفاده ایمن از LED نیازمند تدوین استانداردهای حفاظتی و دستورالعمل‌های کاربردی است.

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

فناوری نور LED طی یک دهه اخیر به‌عنوان یکی از ستون‌های اصلی کشاورزی آینده مطرح شده است. مزایای منحصربه‌فرد این فناوری، از جمله بازده نوری بالا، طول عمر طولانی، امکان تنظیم طیف به‌صورت اختصاصی، تولید حرارت اندک و سازگاری زیست‌محیطی، آن را از سایر منابع نوری متمایز ساخته است. اگرچه هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری در LED بالاتر از منابع سنتی مانند HPS است، اما مزایای بلندمدت شامل افزایش عملکرد، بهبود کیفیت محصول، کاهش مصرف انرژی و صرفه‌جویی در آب، استفاده از این فناوری را در مقیاس جهانی اجتناب‌ناپذیر کرده است (Massa et al., 2008; Hemming, 2019; Roosta et al., 2024)). در ایران، با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، محدودیت منابع آب، و نیاز به ارتقای بهره‌وری انرژی، LED می‌تواند نقشی کلیدی در تحول کشاورزی ایفا کند. توسعه این فناوری می‌تواند به افزایش کیفیت محصولات گلخانه‌ای، ارتقای توان صادراتی، کاهش وابستگی به واردات مواد غذایی، و در عین حال کاهش ردپای کربن در بخش کشاورزی منجر شود. با وجود این مزایا، چالش‌هایی نظیر هزینه اولیه بالا، وابستگی به واردات تجهیزات، کمبود تحقیقات بومی و حساسیت LED به شرایط محیطی مانع از گسترش سریع آن در کشور شده است.

غلبه بر این موانع نیازمند اقدامات زیر است:

۱. سرمایه‌گذاری در تحقیقات بومی: تعیین طیف و شدت بهینه LED برای محصولات بومی ایران نظیر گوجه‌فرنگی، خیار، سبزیجات برگی و گل‌های زینتی.

۲. حمایت‌های سیاستی و مالی :ارائه تسهیلات و یارانه‌ها برای کاهش هزینه‌های اولیه و تشویق کشاورزان به استفاده از LED.

۳. توسعه صنعت داخلی :ایجاد زیرساخت تولیدLED های تخصصی کشاورزی در داخل کشور برای کاهش وابستگی به واردات.

٤. استانداردسازی و ایمنی :تدوین دستورالعمل‌های ملی برای کاربرد ایمن LED در کشاورزی و حفاظت از سلامت کارگران و مصرف‌کنندگان.

۵. هم‌افزایی فناوری‌ها :ترکیب LED با فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا (IoT) ، سیستم‌های هوشمند کنترل اقلیم، و کشاورزی دقیق برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری.

در مجموع، LED نه‌تنها به‌عنوان یک منبع نوری کارآمد، بلکه به‌عنوان ابزاری فناورانه برای مدیریت دقیق رشد گیاه و تولید پایدار شناخته می‌شود. آینده کشاورزی ایران با به‌کارگیری هوشمندانه این فناوری می‌تواند به سمت افزایش بهره‌وری، پایداری محیط‌زیست و ارتقای امنیت غذایی حرکت کند.

منابع

Askari, N., Ghahremani, R., Raisi, A., Sadat-Hosseini, M., Motlagh, B.P. and Visser, R.G. 2024a. Far-red radiation enhances in vitro potato plantlet growth by stimulating dry weight accumulation. Potato Research.

Reisi, A., Askari, N., Sadat-Hosseini, M., Motlagh, B.P. and Ghahremani, R. 2024. Far-red spectrum leads to enhanced in vitro microtuberization in potato (*Solanum tuberosum* cv. Sante). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 156(2).

Roosta, H., Nili, F., Pourkhaloee, A. and Askari, N. 2024. Effects of supplemental light quality and foliar application with calcium on photosynthetic parameters and flower stem strength of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* 'Bayadere'). International Journal of Horticultural Science and Technology, 11(1): 69–82.

Javadi Asayesh, E., Aliniaeifard, S., Askari, N., Roozban, M.R., Sobhani, M., Tsaniklidis, G. and Fanourakis, D. 2021. Supplementary light with increased blue fraction accelerates emergence and improves development of the inflorescence in *Aechmea*, *Guzmania* and *Vriesea*. Horticulturae, 7(11): 485.

Askari, N., Aliniaeifard, S. and Visser, R.G. 2022. Low CO_2 levels are detrimental for in vitro plantlets through disturbance of photosynthetic functionality and accumulation of reactive oxygen species. Horticulturae, 8(1): 44.

Massa, G.D., Kim, H.H., Wheeler, R.M. and Mitchell, C.A. 2008. Plant productivity in response to LED lighting. HortScience, 43(7): 1951–1956.

Ouzounis, T., Rosenqvist, E. and Ottosen, C.O. 2015. Spectral effects of artificial light on plant physiology and secondary metabolism: A review. HortScience, 50(8): 1128–1135.

Pinho, P., Hytönen, T., Rantanen, M. and Halonen, L. 2017. Dynamic control of supplemental lighting intensity and spectrum improves productivity and energy efficiency in greenhouse crop production. Acta Horticulturae, 1170: 507–514.

Qian, H., Liu, T., Deng, M., Miao, H., Cai, C., Shen, W. and Wang, Q. 2020. Effects of supplemental UV-A and UV-B radiation on growth and secondary metabolites of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Frontiers in Plant Science, 11: 592.

Hemming, S. 2019. Use of natural and artificial light in horticulture – Interaction of plant and technology. Acta Horticulturae, 1268: 425–434.

Kozai, T. 2018. Smart Plant Factory: The Next Generation Indoor Vertical Farms. Springer.

Bantis, F., Smirnakou, S., Ouzounis, T., Koukounaras, A., Ntagkas, N. and Radoglou, K. 2018. Current status and recent achievements in the field of horticulture with the use of light-emitting diodes (LEDs). Scientia Horticulturae, 235: 437–451.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Opportunities and Challenges of Using LED Lighting in Greenhouses and other Controlled Environments

Naser Askari[1*]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
[*]*Corresponding Author: na.askari@yahoo.com*

Abstract

Light-Emitting Diodes (LEDs) have revolutionized horticultural production by enabling precise control over light quality, intensity, and photoperiod in controlled environments. Their advantages include high energy efficiency, spectral customization, long lifespan, and minimal heat generation, making them superior to conventional light sources. Recent advances demonstrate that specific light spectra (e.g., red, blue, far-red, and UV) can regulate photosynthesis, morphogenesis, flowering, and secondary metabolism in crops. Nonetheless, limitations such as high installation costs, insufficient localized research, and the absence of specialized domestic production hinder widespread adoption, especially in developing countries such as Iran. This paper provides a comprehensive review of opportunities and challenges of LED lighting in greenhouses, vertical farms, tissue culture labs, and nurseries, with emphasis on its potential for sustainable horticultural development.

Keywords: Controlled environment agriculture, Greenhouse horticulture, LED lighting, Vertical farming.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر کاربرد کود کالر حاوی اسیدهای آمینه بر افزایش کیفیت و رنگ‌گیری میوه گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای

رسول نصیری[۱*]، احمد مشتاقی[۱]، ماندانا طوسی[۱]، کامران حاجی وند[۱] و مهراد افخمی[۱]
۱- شرکت بازارگان کالا، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *rasool.nasiri@ut.ac.ir*

چکیده

در کشت‌های گلخانه‌ای طی فصول سرد سال، کاهش دما و شدت نور از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در رسیدن و رنگ‌گیری میوه گوجه فرنگی محسوب می‌شود. این مطالعه با هدف ارزیابی کارایی محلول‌پاشی کود کالر حاوی اسیدهای آمینه برای تسریع رنگ‌گیری و ارتقای کیفیت میوه گوجه‌فرنگی در کشت گلخانه‌ای طی فصول سرد انجام شد. آزمایش در پاییز و زمستان ۱۴۰۲ در گلخانه‌ای واقع در پاکدشت تهران به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح شامل شاهد، ۱، ۲ و ۳ در هزار محلول اسیدآمینه انجام شد. پارامترهای اندازه‌گیری‌شده شامل مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، شاخص طعم، میزان لیکوپن میوه و طول دوره رنگ گیری از بلوغ فیزیولوژیک بود. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد بررسی داشت. بیشترین میزان TSS در تیمار ۳ در هزار مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان شاخص طعم و لیکوپن در تیمارهای ۲ و ۳ در هزار به‌دست آمد. تیمارهای ۲ و ۳ لیتر در هزار موجب کاهش قابل توجه اسیدیته قابل تیتراسیون و افزایش شاخص طعم شدند. در تیمارهای حاوی اسید آمینه، طول دوره رنگ‌گیری از بلوغ فیزیولوژیک تا رنگ‌گیری کامل میوه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اسیدهای آمینه احتمالاً با تحریک مسیرهای بیوشیمیایی مرتبط با سنتز قندها و رنگدانه‌ها نقش مؤثری در ارتقاء کیفیت ظاهری و تغذیه‌ای میوه دارند. بر این اساس، محلول‌پاشی کود کالر در غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر و کاربردی جهت بهبود رنگ‌گیری و افزایش کیفیت میوه گوجه‌فرنگی توصیه شود.

واژه های کلیدی: اسیدیته قابل تیتراسیون، بلوغ فیزیولوژیک، شاخص طعم، لیکوپن، مواد جامد محلول.

مقدمه

در شرایط کشت های گلخانه‌ای طی فصول سرد سال، کاهش دما و شدت نور به یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در تولید تبدیل می‌شود (Xin et al., 2019). این محدودیت‌های محیطی منجر به کاهش نرخ فتوسنتز و در نتیجه کاهش تولید کربوهیدرات‌ها و اسیدهای‌آمینه می‌شود (Gil et al., 2020). چنین کاهشی اثر مستقیمی بر فرآیند رشد و رسیدگی میوه دارند و به‌ویژه رنگ‌گیری میوه را که وابسته به تجمع قندها و سایر متابولیت‌هاست، به‌طور محسوسی کند می‌شود (Wang et al., 2022). در میوه‌های گوشتی، دگرگونی‌های بیوشیمیایی متعددی وجود دارد، که به ایجاد ویژگی‌های مطلوبی مانند تغییر رنگ، نرم شدن بافت و تجمع قندها، اسیدهای آلی و ترکیبات معطر منجر می‌شود (Shi et al., 2021). در طول فرآیند رسیدن، تجمع متابولیت‌های اولیه مانند قندها، اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی نقش مهمی در تعیین کیفیت و طعم میوه دارد (Meza et al., 2022). قندها و اسیدهای آلی در ایجاد شیرینی و تعادل اسیدی نقش دارند که به طعم مطلوب میوه می‌انجامد (Pott et al., 2020). پژوهش‌ها نشان داده‌اند پروفایل اسیدهای آمینه در طی رسیدن میوه دستخوش تغییر می‌شود (Pan et al., 2023). برای مثال، میزان کل اسیدهای‌آمینه آزاد در میوه رسیده قرمز گوجه فرنگی تقریباً پنج برابر بیشتر از میوه سبز است و سطح اسیدهای آمینه منفرد نیز به‌طور متفاوتی در طول فرآیند رسیدن تغییر می‌کنند (Sorrequieta et al., 2010). درک مکانیسم و تنظیم اسیدهای آمینه در طی رسیدن میوه می‌تواند بینش‌های ارزشمندی برای بهینه‌سازی رسیدن میوه و ارتقاء طعم میوه فراهم کند (Yu et al., 2024). بر این اساس، در این مطالعه بررسی می‌شود که آیا و چگونه کاربرد کود کالر (حاوی اسیدهای‌آمینه) بر فرآیند رنگ‌گیری و افزایش کیفیت میوه

گوجه‌فرنگی مورد کشت در گلخانه تأثیر می‌گذارد. برای این منظور، گیاهان گوجه‌فرنگی با این کود تیمار شده و به‌طور خاص تغییرات کیفی میوه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پائیز و زمستان سال ۱۴۰۲ در گلخانه‌های تولید واقع در استان تهران (شهرستان پاکدشت) انجام شد. تیمار آزمایشی شامل استفاده از کود کالر حاوی آسید های آمینه در ۴ سطح (شامل ۱ در هزار ۲ در هزار و ۳ در هزار و تیمار شاهد) مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۳ مشاهده در هر واحد آزمایشی طراحی و اجرا شد. میانگین دمای روز و شب در این پژوهش به ترتیب ۲±۲۲ و ۲±۱۶ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. میزان متوسط رطوبت نسبی ۲۴ ساعته گلخانه در محدوده ۵±۷۰ درصد و میزان متوسط شدت نور در طی مدت آزمایش معادل ۱۴/۷ مول بر متر مربع در روز بود.

اندازه گیری میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و میزان لیکوپن

موادجامد محلول (TSS) با استفاده از رفرکتومتر دستی اندازه‌گیری شد. اسید قابل تیتراسیون نیز با رقیق‌سازی عصاره میوه و تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن pH به بازه ۸/۱ تا ۸/۳ اندازه‌گیری گردید و بر اساس فرمول محاسبه شده و به‌صورت درصد گزارش گردید. میزان شاخص طعم بر اساس نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل‌تیتراسیون (نسبت قند به اسید) محاسبه شد (معادله ۱). جهت اندازه گیری میزان لیکوپن از روش پرکینز-ویزی و همکاران (۲۰۰۱) استفاده شد.

$$\text{شاخص طعم} = \frac{\text{مواد محلول جامد}}{\text{اسید قابل تیتراسیون}}$$

اندازه گیری طول دوره رنگ‌گیری

به‌منظور ارزیابی طول دوره رنگ‌گیری، پس از ورود میوه‌ها به مرحله بلوغ فیزیولوژیک(تغییرات جزئی در شفافیت پوست)، محلول‌پاشی انجام شد. فاصله زمانی بین اعمال تیمار تا رنگ‌گیری میوه‌ها اندازه‌گیری و به‌عنوان طول دوره رنگ‌گیری پس از بلوغ فیزیولوژیک در نظر گرفته شد.

تجزیه تحلیل داده ها

جهت تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) استفاده گردید، و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

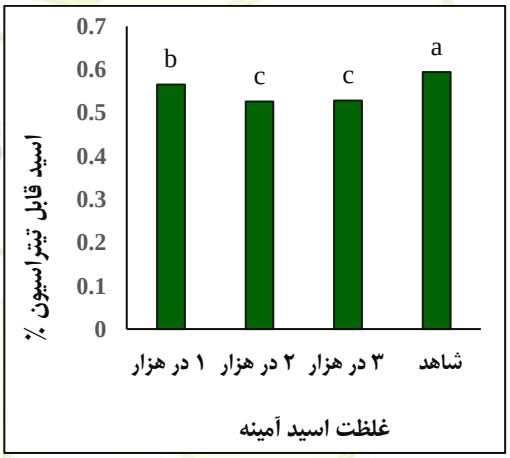
طبق نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس، اثر محلول‌پاشی اسیدهای‌آمینه بر محتوای موادجامدمحلول، اسیدقابل تیتراسیون، شاخص طعم میوه، میزان لیکوپن و طول دوره رنگ‌گیری از بلوغ فیزیولوژیک تا رنگ‌گیری کامل میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین، بیشترین میزان موادجامد محلول میوه در گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۳ در هزار اسیدآمینه (کالر) حاصل شد. اما کمترین میزان مواد جامد محلول در گیاهان شاهد مشاهده گردید (شکل ۱). همچنین، بالاترین میزان شاخص طعم و لیکوپن میوه گوجه‌فرنگی در گیاهان محلول‌پاشی شده با اسید آمینه با غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار مشاهده شد، که به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. از سوی دیگر، بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون و همچنین بیشترین طول دوره رنگ‌گیری (از بلوغ فیزیولوژیک تا رنگ‌گیری کامل) در تیمار شاهد ثبت شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای محلول‌پاشی شده بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که محلول‌پاشی اسیدهای‌آمینه به‌ویژه در غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار می‌تواند موجب بهبود خصوصیات کیفی و بیوشیمیایی میوه گوجه‌فرنگی شود. افزایش محتوای مواد جامد محلول، شاخص طعم و لیکوپن در این تیمارها می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مثبت

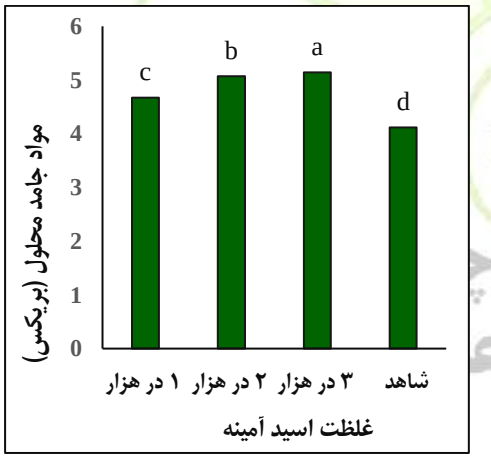
اسیدهای آمینه در مسیرهای بیوسنتزی قندها و کاروتنوئیدها باشد. در مطالعات مشابه نیز این یافته‌ها تأیید شده است، برای مثال Wang et al (2021) گزارش دادند که محلول‌پاشی برگی آرژینین باعث افزایش معنی‌دار در محتوای مواد جامد محلول، کاهش اسیدقابل‌تیتراسیون و افزایش محتوای لیکوپن در میوه‌های گوجه‌فرنگی شد. این تغییرات منجر به بهبود تعادل قند به اسید و در نتیجه بهبود طعم میوه گردید. همچنین، تسریع رنگ گیری در اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه می‌تواند به تحریک فرایندهای متابولیکی مرتبط با رسیدن میوه مربوط باشد، که در پژوهش Bai et al (2025) نیز به آن اشاره شده است. به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه (کود کالر) به‌ویژه در غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر و مقرون‌به‌صرفه برای بهبود رنگ‌گیری و افزایش لیکوپن و در نهایت ارتقای کیفیت فیزیکوشیمیایی میوه گوجه‌فرنگی، به‌خصوص در کشت‌های گلخانه‌ای، مورد استفاده قرار گیرد.

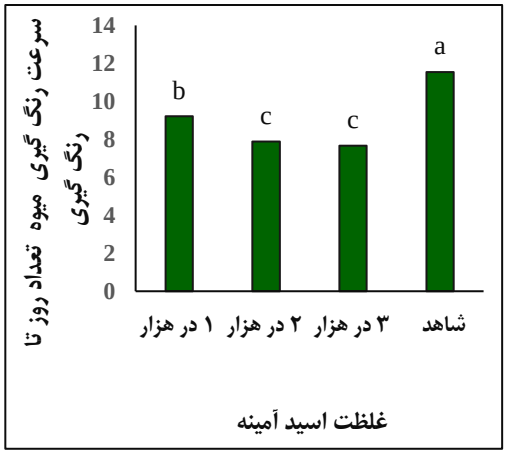
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر اسید های آمینه بر برخی از صفات کیفی میوه گوجه فرنگی.

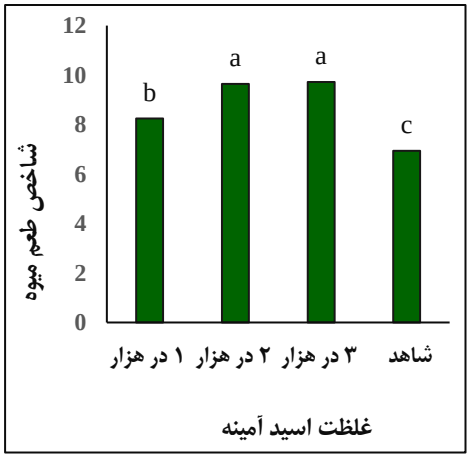
منابع تغییر	درجه آزادی	مواد جامد محلول	اسید قابل تیتراسیون	شاخص طعم میوه	میزان لیکوپن	طول دوره رنگ گیری
		میانگین مربعات				
اسیدهای آمینه	۳	۱/۹۳ **	۰/۰۰۹۵ **	۱۵/۵۴ **	۳/۹۵ **	۵۷/۳۸ **
خطا	۶۶	۰/۰۸۸	۰/۰۰۰۶	۰/۴۷	۰/۰۵۹	۰/۲۵۴
ضریب تغییر (٪)		۶/۲۴	۴/۵۴	۷/۹۷	۲/۶۷	۵/۵۵

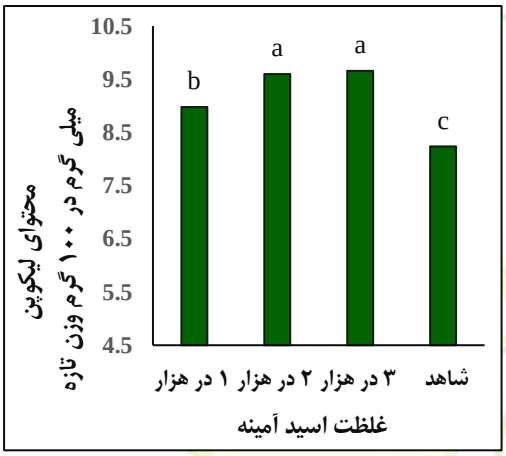
ns : عدم معنی‌داری * : اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد ** : اختلاف معنی‌داری درسطح احتمال ۰/۰۱ درصد.











شکل ۱- تاثیر اسید آمینه (کود کالر) بر خصوصیات کیفی و طول دوره رنگ‌گیری از بلوغ فیزیولوژیک میوه گوجه فرنگی گلخانه ای.

منابع

Bai, P., Wang, J., He, Y., Feng, J., Li, J., Shang, X., Wu, Y., Yu, J., Tang, Z. and Xie, J. 2025. Exogenous ALA applied on different plant parts promotes tomato fruit quality and GABA synthesis. Frontiers in Nutrition, 11: 1520634.

Meza, S.L.R., de Castro Tobaruela, E., Pascoal, G.B., Magalhães, H.C.R., Massaretto, I.L. and Purgatto, E. 2022. Induction of metabolic changes in amino acid, fatty acid, tocopherol, and phytosterol profiles by exogenous methyl jasmonate application in tomato fruits. Plants, 11(3): 366.

Pan, F., Zhang, Q., Zhu, H., Li, J. and Wen, Q. 2023. Transcriptome and metabolome provide insights into fruit ripening of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). Plants, 12(19): 3505.

Wang, S., Jin, N., Jin, L., Xiao, X., Hu, L., Liu, Z., Wu, Y., Zhu, W., Lyu, J. and Yu, J. 2022. Response of tomato fruit quality depends on period of LED supplementary light. Frontiers in Nutrition, 9: 833723.

Xin, P., Li, B., Zhang, H. and Hu, J. 2019. Optimization and control of the light environment for greenhouse crop production. Scientific Reports, 9(1): 8650.

Yu, W., Ma, P., Sheng, J. and Shen, L. 2024. Arginine and cysteine delay postharvest ripening of tomato fruit by regulating ethylene production. Postharvest Biology and Technology, 216: 113052.

Effect of an Amino Acid-Enriched Color Fertilizer on the Quality and Coloration of Tomato Fruits under Greenhouse Conditions

Rasool Nasiri[1*], Ahmad Moshtaghi[1], Mandana Toosi[1], Kamran Hajivand[1] and Mehrad Afkhami[1]
1. Bazargan Kala Company, Tehran, Iran
[*]Corresponding Author: rasool.nasiri@ut.ac.ir

Abstract

In greenhouse cultivation during the cold seasons of the year, decreases in temperature and light intensity are among the most important limiting factors for tomato fruit ripening and color development. This study was conducted to evaluate the effectiveness of foliar application of Color fertilizer containing amino acids for accelerating color development and improving the quality of greenhouse-grown tomato fruit during the cold seasons. The experiment was carried out in autumn and winter 1402 in a greenhouse located in Pakdasht, Tehran, as a completely randomized design with four levels, including a control and amino acid solution at 1, 2, and 3 per thousand. The measured parameters included total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), taste index, fruit lycopene content, and the duration of color development from physiological maturity. The results showed that foliar application of amino acids had a significant effect at the 1% probability level on all evaluated traits. The highest TSS was observed in the 3-per-thousand treatment. The highest taste index and lycopene were also obtained in the 2 and 3 per thousand treatments. The 2 and 3 liters per thousand treatments led to a significant reduction in titratable acidity and an increase in the taste index. In the amino-acid treatments, the duration of color development from physiological maturity to full color was significantly reduced. These findings indicate that amino acids likely play an effective role in enhancing the visual and nutritional quality of the fruit by stimulating biochemical pathways related to sugar and pigment synthesis. Accordingly, foliar application of Color fertilizer at concentrations of 2 and 3 per thousand can be recommended as an effective and practical approach to improve color development and increase tomato fruit quality.

Keywords: Titratable acidity, Physiological maturity, Taste index, Lycopene, Total soluble solids.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی ناسازگاری در گیاهان پیوندی برخی از پایه‌های تجاری طالبی گلخانه‌ای

ابراهیم رضایی[۱]، رسول نصیری[۱*] و رضا صالحی[۱]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *rasool.nasiri@ut.ac.ir*

چکیده

استفاده از پیوند به‌عنوان روشی مؤثر در افزایش تحمل به تنش و ارتقاء عملکرد گیاهان خانواده کدوییان، به‌ویژه در خربزه (*Cucumis melo* L.)، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، بروز ناسازگاری بین پایه و پیوندک همچنان یکی از چالش‌های اصلی در موفقیت این فناوری محسوب می‌شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی سازگاری پیوندی بین رقم ملون گلخانه‌ای 'Agous' به‌عنوان پیوندک و سه پایه تجاری شامل کد 550، 580 و R20 تحت شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای انجام شد. طرح آزمایش به‌صورت بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. پس از انجام پیوند به روش نیمانیم تک‌لپه‌ای، ویژگی‌های مورفولوژیکی ناحیه پیوند و عملکرد میوه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد نوع پایه اثر معنی‌داری بر تمامی صفات داشت. پایه ۵۵۰ با بیشترین قطر در محل پیوند، کمترین عملکرد میوه (۱/۱ کیلو گرم در گیاه) را نشان داد که نشان دهنده بروز ناسازگاری دیررس است. در مقابل، پایه ۵۸۰ با عملکرد ۴/۶ کیلو گرم در گیاه بهترین سازگاری و بیشترین بازدهی را داشت. تجزیه و تحلیل یافته‌ها حاکی از آن بود که افزایش غیرطبیعی قطر ناحیه پیوند در پایه‌های ناسازگار، نتیجه تشکیل بیش‌ازحد کالوس و اختلال در اتصال آوندی است که موجب انسداد نسبی و محدودیت در انتقال فتوآسیمیلات‌ها می‌شود. نتایج با گزارش‌های پیشین از جمله Xiong et al. (2021) مطابقت دارد. در مجموع، پژوهش حاضر نشان داد که سازگاری پیوندی تنها وابسته به ترمیم ظاهری محل پیوند نیست و انتخاب پایه‌ای با عملکرد فیزیولوژیکی مطلوب، نظیر ۵۸۰، نقش کلیدی در افزایش عملکرد و موفقیت پیوند ایفا می‌کند.

واژه های کلیدی: پایه، پیوندک، عملکرد، قطر ساقه، گیاهان پیوندی.

مقدمه

در سال‌های اخیر، استفاده از تکنیک پیوند در تولید سبزی‌ها، به‌ویژه گونه‌های متعلق به خانواده کدوییان (Cucurbitaceae)، در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به‌طور گسترده‌ای رواج یافته است (Huitrón-Ramírez et al., 2021). این فناوری موجب افزایش مقاومت گیاهان به بیماری‌های خاک‌زاد، بهبود تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و ارتقاء عملکرد محصول شده است (Liu et al., 2022). در گونه خربزه (Cucumis melo L.) نیز، افزون بر کنترل پاتوژن‌های خاک‌زی، از پیوند برای افزایش مقاومت به دماهای نامطلوب و بهبود جذب آب و عناصر غذایی استفاده شده است (Rouphael et al., 2020). با وجود مزایای متعدد، استفاده از گیاهان پیوندی همواره با چالش‌هایی همراه است؛ برای مثال افزایش هزینه‌های تولید، بروز برخی اختلالات فیزیولوژیکی، و ناهماهنگی رشدی بین ریشه و شاخساره که می‌تواند استقرار نشا در مزرعه را با مشکل مواجه سازد (Penella et al., 2017). یکی از جدی‌ترین این چالش‌ها، بروز ناسازگاری بین پایه و پیوندک است که ممکن است در مراحل مختلف رشد، به شکل توقف رشد، پژمردگی یا حتی مرگ کامل گیاه بروز یابد (Kyriacou et al., 2021). مطالعات مختلف، بروز ناسازگاری پیوندی را به عوامل فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متعددی نسبت داده‌اند؛ برای مثال، ایجاد تنش اکسیداتیو در محل پیوند، عدم تعادل در تولید و انتقال هورمون‌هایی نظیر ایندول-۳-استیک‌اسید(IAA) ، و یا اختلال در حرکت فتوآسیمیلات‌ها از پیوندک به پایه (Soteriou et al., 2016; Aloni et al., 2010). افزون بر این، گزارش‌ها حاکی از آن است که در مراحل پایانی رشد، به‌ویژه هنگام رسیدگی میوه، تنش آبی ناشی از افزایش بار میوه می‌تواند شدت ناسازگاری را افزایش دهد (Kyriacou et al., 2021). این یافته‌ها بیانگر آن است که ناسازگاری در برخی موارد ممکن است بیشتر ناشی از اختلالات متابولیکی و فیزیولوژیکی در سطح سلولی باشد تا موانع آناتومیکی. با توجه به این تفاوت‌های پیچیده در مکانیسم‌های ناسازگاری و اهمیت انتخاب دقیق پایه در موفقیت پیوند، بررسی تجربی ترکیب‌های پایه–پیوندک مختلف در شرایط کنترل‌شده ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس، هدف پژوهش حاضر، بررسی

ناسازگاری پیوندی بین پیوندک‌های ملون گلخانه‌ای و چند پایه تجاری از خانواده کدوییان و ارزیابی فیزیولوژیکی این تعاملات در شرایط گلخانه‌ای است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه‌های تحقیقاتی گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (واقع در شهرستان کرج) اجرا شد. در این آزمایش از دو پایه‌ی هیبرید کدو با نام‌های ماروِل (Marvel = 550) و تتسوکابوتو (Tetsukabuto = 580)و یک رقم هیبرید ملون به نام سنتینل(Sentinel = R20) ، همگی تهیه‌شده از شرکت Seed Takii ژاپن، به‌عنوان پایه استفاده شد. رقم ملون اگوس (Agous) از شرکت سمینیس آمریکا به‌عنوان پیوندک در ترکیب‌های پیوندی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، این رقم به‌عنوان شاهد خودپیوندی (Agous/Agous) و شاهد بدون پیوند در نظر گرفته شد. بذرهای پایه و پیوندک در سینی‌های ۵۰ حجره‌ای حاوی بستر کوکوپیت و پرلیت (نسبت ۱:۱) کشت شدند. پس از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله مناسب برای پیوند، عملیات پیوند با روش نیمانیم تک‌لپه‌ای (splice grafting) انجام گرفت. گیاهچه‌های پیوندی بلافاصله پس از پیوند، به اتاقک پیوند با شرایط رطوبت نسبی بالاتر از ۹۵٪، دمای ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد، و نور ملایم ($50\ \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) تأمین‌شده توسط LED با طیف سفید منتقل شدند. به‌منظور افزایش موفقیت در گیرایی، در دو روز نخست، گیاهان در شرایط تاریکی مطلق نگهداری شدند. پس از طی مرحله‌ی التیام، نشاهای پیوندی به گلخانه انتقال یافتند و در بستر کشت استقرار پیدا کردند. برای ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی، قطر پایه، قطر پیوندک و قطر محل پیوند با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان عملکرد میوه های رسیده برداشت و وزن شدند.

نتایج و بحث

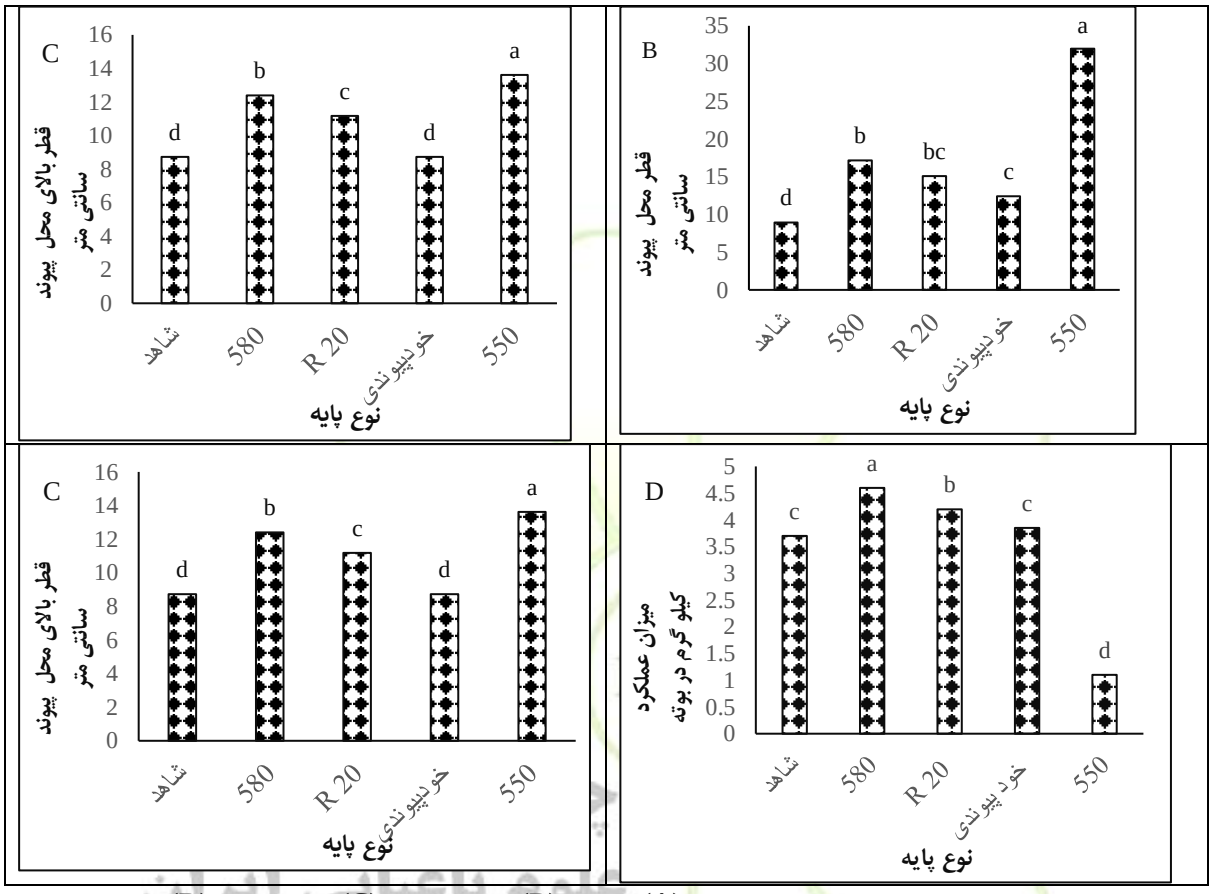
نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نوع پایه بر صفات اندازه‌گیری‌شده شامل قطر زیر محل پیوند، قطر محل پیوند، قطر بالای محل پیوند و عملکرد میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین مقادیر قطر محل پیوند به پایه ۵۵۰ اختصاص یافت؛ به‌طوری که این تیمار به‌ترتیب دارای قطر ۳۱/۹۰ سانتی‌متر (زیر محل پیوند)، ۲۵/۷۵ سانتی‌متر (محل پیوند) و ۱۳/۸۳ سانتی‌متر (بالای محل پیوند) بود (شکل ۱-A, B,C). در مقابل، تیمار شاهد (غیر پیوندی) و خودپیوندی دارای کمترین قطر در ناحیه پیوند بودند. با وجود قطر بزرگ‌تر در ناحیه پیوند برای پایه ۵۵۰، عملکرد میوه آن به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها و تنها برابر با ۱.۱ کیلوگرم در بوته بود. در مقابل، پایه ۵۸۰ با عملکرد ۴/۶ کیلوگرم در بوته بهترین عملکرد میوه‌ای را داشت (شکل ۱-D). نتایج این پژوهش به‌روشنی نشان داد که پاسخ گیاه طالبی به پیوند، به‌شدت وابسته به نوع پایه مورد استفاده است؛ به‌گونه‌ای که هم ساختار آناتومیکی ناحیه پیوند و هم عملکرد نهایی میوه تحت تأثیر قرار گرفت. افزایش معنی‌دار قطر محل پیوند در پایه ۵۵۰ احتمالاً نشان‌دهنده تشکیل کالوس بیش‌ازحد و بازسازی ناقص آوندی بوده که معمولاً با پدیده‌ی ناسازگاری پیوندی همراه است (Kyriacou et al., 2021). عملکرد بسیار پایین پایه ۵۵۰، با وجود قطر بزرگ در محل پیوند، نشان دهنده بروز ناسازگاری دیررس پیوندی است که احتمالاً ناشی از انسداد در انتقال آوندی (به‌ویژه در بافت آبکشی) یا اختلال در روابط منبع–مخزن طی مراحل رشد میوه می‌باشد (Soteriou et al., 2016). این یافته با نتایج پژوهش Xiong et al (۲۰۲۱) هم‌راستا بود. در مقابل، پایه ۵۸۰ عملکرد آناتومیکی و فیزیولوژیکی مطلوبی از خود نشان داد؛ به‌طوری‌که هم قطر نسبتا متعادل محل پیوند و هم عملکرد بالای میوه را به همراه داشت. به‌نظر می‌رسد اتصال آوندی کارآمد در این پایه، انتقال مؤثر فتواسیمیلات‌ها و تنظیم بهینه‌ی سیگنال‌های هورمونی را تسهیل کرده و در نتیجه به رشد و نمو بهتر میوه منجر شده است (Rouphael et al., 2020). بنابراین، انتخاب پایه‌ای مناسب نظیر ۵۸۰ می‌تواند با بهبود اتصال آوندی و حفظ تعادل فیزیولوژیکی بین ریشه و شاخساره، به افزایش عملکرد در شرایط گلخانه‌ای منجر شود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی از صفات گیاه پیوندی طالبی.

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر زیر محل پیوند	قطر محل پیوند	قطر بالای محل پیوند	میزان عملکرد کل گیاه
		میانگین مربعات			

بلوک	۲	۱/۱۷ **	۰/۲۰ ns	۰/۰۲۷ ns	۰/۰۱۸۷ ns
پایه	۴	۷/۸۸ **	۱۱/۷۶ **	۱/۲۶ **	۵/۹۴ **
خطای آزمایش	۵۳	۰/۱۲	۰/۰۹۷	۰/۰۲۸	۰/۰۱۴۶
ضریب تغییرات (٪)		۹/۵۶	۷/۷۵	۵/۱۰	۳/۳۶

ns :عدم معنی‌داری * : اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد ** : اختلاف معنی‌داری درسطح احتمال ۰/۰۱ درصد



شکل ۱- مقایسه میانگین قطر زیر محل پیوند(A) قطر پیوند(B)، قطر بالای پیوند(C)، میزان عملکرد (D).

منابع

Camalle, M., Helyes, L., Lugasi, A., Nagy, Z. and Pék, Z. 2021. Evaluation of metabolite accumulation and transport efficiency in compatible and incompatible melon graft combinations. Frontiers in Plant Science, 12: 762889.

Huitrón-Ramírez, M.V., Martínez-Damián, M.T. and Rivera-Cabrera, F. 2021. Grafting in cucurbits: A strategy to reduce biotic and abiotic stress. Agronomy, 11(2): 333.

Kyriacou, M.C., Rouphael, Y., Colla, G., Zrenner, R. and Schwarz, D. 2021. Vegetable grafting: The implications of scion–rootstock interactions on stress tolerance and fruit quality. Scientia Horticulturae, 287: 110253.

Liu, M., Zhao, H., Sun, Z. and Wang, Y. 2022. Advances in cucurbit grafting: Rootstock–scion interactions and impact on crop production. Horticultural Research, 9: uhac110.

Penella, C., Landi, M. and Calatayud, A. 2017. Rootstock–scion interactions affect the response of sweet pepper to salinity: Physiological aspects. Plant Physiology and Biochemistry, 120: 154–162.

Rouphael, Y., Colla, G. and Kyriacou, M.C. 2020. Grafting as a tool for improving vegetable crop resistance to abiotic stresses: Thermo-tolerance and drought. Scientia Horticulturae, 250: 431–442.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Assessment of Incompatibility in Grafted Greenhouse Melon Plants on Some Commercial Rootstocks

Ebrahim Rezaei[1], Rasool Nasiri[1*] and Reza Salehi[2]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: rasool.nasiri@ut.ac.ir

Abstract

Grafting has increasingly been recognized as an effective approach to enhance stress tolerance and improve yield in Cucurbitaceae crops, particularly in melon. However, graft incompatibility between scion and rootstock remains one of the major challenges to the success of this technique. This study aimed to evaluate graft compatibility between the greenhouse melon cultivar 'Agous' as scion and three commercial rootstocks, designated as 550, 580, and R20, under controlled greenhouse conditions. The experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications. After performing splice grafting, morphological characteristics of the graft union and fruit yield were assessed. The results revealed that the rootstock type had a significant effect on all measured traits. Rootstock 550 exhibited the largest graft union diameter but resulted in the lowest fruit yield (1.1 kg per plant), indicating symptoms of late-stage incompatibility. In contrast, rootstock 580 demonstrated the highest compatibility and productivity, with a yield of 4.6 kg per plant. Analysis of the data suggested that the abnormal increase in graft union diameter in incompatible combinations was due to excessive callus formation and disruption of vascular connection, which led to partial blockage and limited translocation of photoassimilates. These findings are consistent with previous reports, including those of Xiong et al. (2021). Overall, the present study showed that graft compatibility is not solely determined by anatomical healing at the graft union. Rather, the selection of physiologically compatible rootstocks, such as 580, plays a pivotal role in enhancing fruit yield and grafting success in greenhouse-grown melons.

Keywords: Keywords: Rootstock, Scion, Yield, Stem diameter, Grafted plants.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر طیف های مختلف نور ال ای دی بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی کاهو برگی رقم رد سالاد بول در شرایط هیدروپونیک

آیدا کرمی[۱]، ناصر عالم‌زاده انصاری[۱*] و پیمان حسیبی[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز و ایران
۲- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز و ایران
*نویسنده مسئول: *ansari_n@scu.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی اثر کیفیت نور ال‌ای‌دی (LED) بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی کاهوی برگی رقم ردسالادبول، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به روش کشت فلوتینگ با محلول غذایی رش تحت فتوپریود ۶ ساعت روشنایی و ۲ ساعت تاریکی (۳ دوره در شبانه‌روز) در دمای ۲±۲۴ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی۵±۶۵ درصد و تراکم شار فوتونی فوتوسنتزی ۲۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه با ۶ تیمار نور LED آبی (B)، قرمز(R)، سفید(W)، قرمز:آبی(RB) به نسبت (۱:۴)، قرمز:آبی:سفید (RBW)به نسبت (۱:۱:۴) و فلورسنت (FL) (به عنوان شاهد) در اتاقک رشد به مدت ۳۵ روز بعد از انتقال نشاء انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که اثر تیمار نور ال‌ای‌دی بر روی فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر تیمار نور بر روی تعرق در سطح ۵ ٪ معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین میزان فتوسنتز در نور قرمز (۴۲/۹۳ میکرومول بر متر مربع در ثانیه) بود که به طور معنی‌داری با سایر نورها تفاوت داشت و کم‌ترین میزان فتوسنتز در نور فلورسنت (۳۲/۷۷ میکرومول بر متر مربع در ثانیه) به دست آمد. بیش‌ترین سرعت تعرق در نور سفید (۳۹/۴۲ مول بر متر مربع در ثانیه) مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با نور قرمز، قرمز آبی، قرمز آبی سفید و فلورسنت نداشت. بیش‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای در تیمار نوری سفید و قرمز (۰/۰۷۳ سانتی متر بر ثانیه) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با نور قرمزآبی، قرمزآبی‌سفید و فلورسنت نداشت. هم‌چنین کم‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای در نور آبی (۰/۰۵۶ سانتیمتر بر ثانیه) بود. با توجه به نتایج بدست آمده کاربرد نور قرمز جهت بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی کاهوی ردسالادبول در شرایط هیدروپونیک سودمنداست و برای کشت‌های کنترل شده توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فتوسنتز، هدایت روزنه ای، تعرق.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه

کشاورزی مدرن به سمت کاربرد فناوری های پیشرفته برای کشت گیاهان در محیط های کنترل شده به منظور تضمین تولید بالای محصول در سیستم های با تراکم بالا و حتی در شرایط نامساعد بیرونی تکامل یافته است (پارادیسو و پیرویتی، ۲۰۲۲). نور یک عنصر کلیدی در محیط های کنترل شده است و کنترل دقیق کیفیت نور چالشی برای افزایش عملکرد و ارزش غذایی از طریق افزایش سرعت و بازده فتوسنتز در محصولات می باشد (پرویتی و همکاران، ۲۰۲۱). نور مصنوعی LED، منبع نور خوبی برای رشد گیاهان در چنین سیستم هایی می باشد زیرا این منبع نور علاوه بر بازده روشنایی بالا، تولید گرمای کم، کاهش هزینه های انرژی برای روشنایی، ارائه یکنواخت روشنایی، طول عمر طولانی؛ می تواند انواع طیف های نوری را مطابق با اهداف تولید و نیازهای گیاهان در جهت بهینه سازی فعالیت فتوسنتزی و تولید نسبت به سایر منابع نور مصنوعی فراهم کند (لیواداریو و همکاران، ۲۰۲۳). منحنی های فتوسنتزی رسم شده برای محصولات گلخانه ای که تحت نور طیف باریک بررسی شدند، نشان می دهد که فتوسنتز یک پاسخ وابسته به طول موج است و ثابت شد که فعالیت فتوسنتزی گیاه در طول موج نور آبی به اوج خود می رسد و حداکثر آن در طول موج نور قرمز اتفاق می افتد (وو و همکاران، ۲۰۲۴). نور قرمز بر توسعه دستگاه فتوسنتزی تاثیر می گذارد و ترکیب نور قرمز و آبی بیشترین کارایی را برای فتوسنتز دارد (زنگ و همکاران، ۲۰۱۷). منگ و

همکاران،۲۰۱۹ گزارش دادند که تیمار گیاه کاهو با ترکیبی از نور قرمز و آبی هیچ تاثیر منفی بر تبادل گازها نداشته . نور آبی سبب باز شدن روزنه ها و در نتیجه افزایش فتوسنتز می شود (زنگ و همکاران،۲۰۱۹).

این مطالعه با هدف تعیین بهترین کیفیت نور LED موثر بر نرخ فتوسنتز، هدایت روزنه ای و تعرق بر روی کاهو برگی رقم ردسالادبول در شرایط هیدروپونیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در زمستان سال ۱۳۹۶ در اتاقک رشد (فایتوترون) و مجموعه آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در محدوده جغرافیایی، ۳ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا انجام پذیرفت. رطوبت نسبی محیط بین ۶۰ تا ۷۰ درصد و دما ۲ ±۲۲ درجه‌سانتی‌گراد تنظیم شد.

طرح آزمایشی و تیمارها

آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. تیمار کیفیت نور ال‌ای‌دی شامل: آبی، قرمز، سفید، قرمز:آبی به نسبت ۱:۴، قرمز:آبی،سفید به نسبت ۱:۱:۴ و فلورسنت (شاهد) بود.

این آزمایش دارای سه تکرار و هر تکرار شامل ۸ عدد بوته کاهو برگی رقم ردسالاد بول بود.

مراحل اجرای آزمایش

آزمایش در دو مرحله‌ی تولید نشاء و انتقال نشاء تا برداشت کاهو انجام گردید که تیمارهای مختلف نور ال‌ای‌دی در مرحله انتقال نشاء تا برداشت کاهو جهت تامین نور جهت رشد کاهو در اتاقک رشد با شرایط محیطی کنترل شده اعمال گردید

مرحله تولید نشاء

بذور مورد نظر در پتری دیش جهت جوانه زنی خیسانده شدند و پس از جوانه زنی در سینی‌های حاوی کوکوپیت و پرلایت به نسبت ۸۰ به ۲۰ در اتاقک رشد (فایتوترون) کشت گردیدند. دمای اتاق ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی۷۰٪ و تراکم شار فوتونی فتوسنتزی ۱۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه با فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی توسط لامپ فلورسنت تا رسیدن نشاء به مرحله انتقال تنظیم گردید. از دستگاه‌های پرومتر (DELTA-T DEVICES ساخت کشور انگلستان) و PAR سنج (مدل quantum PAR meter Hydrofarm ساخت آمریکا) جهت تنظیم فاصله لامپ‌ها از گیاهان برای رسیدن به PAR دریافتی مورد نظر در سطح کانوپی گیاه استفاده گردید. تغذیه گیاهان با محلول غذایی رش پس از سبز شدن بذور صورت گرفت.

مرحله انتقال نشاء تا برداشت

نشاءهای یکنواخت کاهو به صورت جداگانه به گلدان‌هایی با ابعاد (۹×۵) سانتی‌متر انتقال داده شدند. سپس این گلدان‌ها به یک ورق فوم یونولیت با در نظر گرفتن (۲۲ × ۱۲/۵) سانتی‌متر فاصله بین گیاهان بر روی یک کانتینر حاوی محلول غذایی رش، قرار داده شدند و به مدت ۳۵ روز تحت تیمارهای نوری قرار گرفتند شکل (۱). جهت هوادهی (اکسیژن‌رسانی) به ریشه گیاهان که در محلول غذایی شناورند از پمپ هوا استفاده گردید.



شکل ۱- تیمارهای نوری ال ای دی.

تیمارهای نوری

تیمارهای نوری اعمال شده شامل کیفیت‌های مختلف نور ال‌ای‌دی قرمز، آبی، سفید، قرمز:آبی به نسبت ۱:۴، قرمز:آبی:سفید به نسبت ۱:۱:۴ و فلورسنت (شاهد) بود (شکل۱). ال‌ای‌دی‌ها از شرکت پرتو رشد نوین (تهران- ایران) خریداری و نصب گردیدند. تیمارهای نوری توسط جداکننده از جنس فویل آلومینیوم از هم کاملا جدا شدند تا تداخل امواج صورت نگیرد. ال‌ای‌دی‌ها با طول موج ۶۶۰ نانومتر برای نور قرمز و طول موج ۴۵۰ نانومتر برای نورآبی تهیه گردید. برای هر واحد آزمایشی ۳ عدد لامپ ال‌ای‌دی ۱۲ واتی به فاصله مشخص (۲۵-۱۰ سانتی‌متر) بالاتر از سطح گیاه نصب گردید و میزان PPFD برای همه تیمارها ۲۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه توسط دستگاه PAR سنج و پرومتر تنظیم گردید. گیاهان تحت فتوپریود ۳ دوره‌ای ۶ ساعت روشنایی و ۲ ساعت تاریکی تحت تابش نور قرار گرفتند. دمای محیط ۲۴±۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد تنظیم شد.

سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه ای و تعرق

یک روز قبل از برداشت، میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق برگ‌های بالغ به‌وسیله دستگاه (DELTA-T Devices, England) LCA4 تحت تیمارهای نوری و در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد اندازه گیری شد.

محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری

پس از انتقال داده‌ها به نرم افزار اکسل و مرتب‌سازی آن‌ها و تست نرمالیته بر روی داده‌ها براساس آزمون اسپیرنوف-کولوموروف به وسیله نرم افزار MiniTab 16 و نرمال سازی داده‌های غیر نرمال توسط این نرم افزار انجام گردید. آنالیز آماری و مقایسه میانگین داده ها به‌وسیله نرم افزار SAS 9.1 با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت. رسم نمودارها توسط نرم افزار اکسل صورت پذیرفت. همچنین روابط همبستگی بین صفات نیز از طریق نرم افزار SPSS 25 انجام شد.

نتایج و بحث

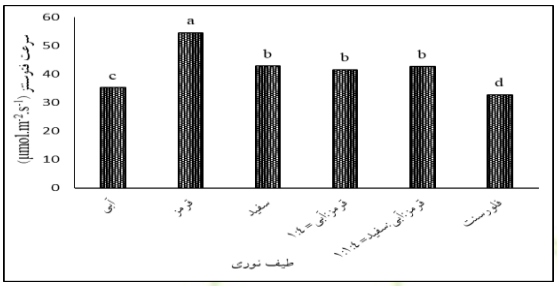
نتایج آزمایش نشان داد که اثر تیمار نور ال‌ای‌دی بر روی فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر تیمار نور بر روی تعرق در سطح ۵ ٪ معنی‌دار شد (جدول۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار نوری نشان داد که بیش‌ترین میزان فتوسنتز در نور قرمز بود که به طور معنی‌داری با سایر نورها تفاوت داشت. تفاوتی از نظر آماری بین تیمار نور سفید، قرمزآبی، قرمزآبی‌سفید مشاهده نشد. کم‌ترین میزان فتوسنتز در نور فلورسنت به دست آمد (شکل ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر کیفیت نور ال‌ای‌دی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی برگ کاهو.

		میانگین مربعات		
منبع تغییر	درجه آزادی	فتوسنتز	تعرق	هدایت روزنه‌ای

بلوک	۲	۰/۰۰۴۶^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
تیمار	۵	۱/۰۱۰۶**	۰/۰۳۲۶**	۰/۰۰۰۴**
خطا	۱۰	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۰۰۴
ضریب تغییر		۸/۵۳	۵/۳۷	۵/۰۸

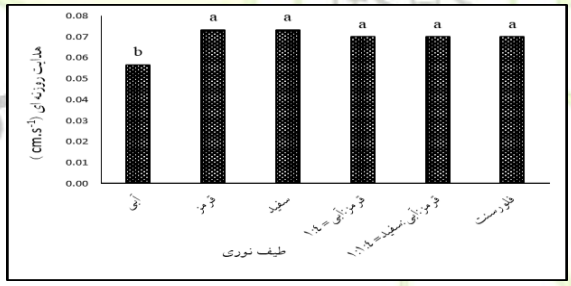
** و * به ترتیب دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار.



شکل ۱- اثر کیفیت‌های مختلف نور ال ای دی بر میزان فتوسنتز.

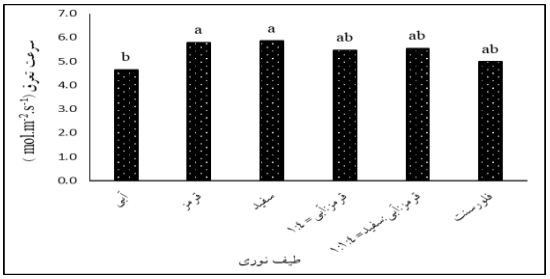
تمام نورهای ال‌ای‌دی در این آزمایش به طور معنی‌داری از شاهد بیش‌تر بودند به طوری که نور قرمز نسبت به شاهد با ۶۶/۴۹ درصد بالاترین و پس از آن نورهای سفید، قرمزآبی سفید، قرمزآبی به ترتیب ۳۱، ۳۰/۲۷ و ۲۷ درصد بیش‌تر از شاهد تولید فتوسنتز کردند. پایین‌ترین مقدار فتوسنتز مربوط به تیمار نور آبی در میان سایر نورهای ال‌ای بود اما این نور نیز ۷/۵۶ درصد بالاتر از شاهد تولید فتوسنتز کرد.

بیش‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای در تیمار نوری در نور سفید و قرمز مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با نور قرمزآبی، قرمزآبی‌سفید و فلورسنت نداشت. هم‌چنین کم‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای در نور آبی بود (شکل ۲). نتایج این نشان داد در نور آبی نسبت به شاهد هدایت روزنه‌ای ۱۴/۲۹ درصد کاهش تعرق وجود دارد.



شکل ۲- اثر کیفیت‌های مختلف نور ال ای دی بر میزان هدایت روزنه ای.

مقایسه میانگین اثر کیفیت نور ال‌ای‌دی بر تعرق برگ نشان داد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین نورهای به کار برده شده وجود دارد. بیش‌ترین سرعت تعرق در نور سفید مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با نور قرمز، قرمز آبی، قرمز آبی سفید و فلورسنت نداشت. کم‌ترین سرعت تعرق در نور آبی مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۳- اثر کیفیت‌های مختلف نور ال ای دی بر میزان تعرق.

نتایج این آزمایش نشان داد که فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای تحت تیمار نورهای مختلف ال‌ای‌دی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند این نتایج با نتایج سان و همکاران (۲۰۱۵) تا حدودی مشابه بود. میزان فتوسنتز در نور قرمز بیش‌ترین مقدار را نسبت به شاهد داشت سپس در نور آبی، قرمز آبی و قرمز آبی سفید که اختلاف آماری با هم نداشتند مشاهده شد. در مطالعه چن و همکاران (۲۰۱۶) مشخص شد که میزان فتوسنتز کاهوی در حال رشد تحت نور قرمز بیش‌تر از کاهوهایی است که در زیر نور آبی رشد می‌کنند، بود که با نتایج آزمایش ما همخوانی دارد. این موضوع بیانگر این است که وجود نور قرمز در افزایش فتوسنتز موثر است و علت را نیز می‌توان به اهمیت نور قرمز در فتوسنتز و شکل گیری کلروفیل و محدوده‌ی جذب نور رنگیزه‌های فتوسنتزی دانست (سان و همکاران، ۲۰۱۵).

بیش‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای نیز در نور قرمز و کم‌ترین مقدار در نور آبی مشاهده شد. که علت آن افزایش فتوسنتز در این تیمار نوری می‌باشد. کیم و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که کیفیت نور در طول دوره رشد، الگوی روزانه هدایت روزنه ای را در گیاه کاهو تحت تاثیر قرار می دهد.

میزان تعرق در نور سفید بیش‌تر بود که از لحاظ آماری اختلافی با نور قرمز نداشت و کم‌ترین مقدار در نور آبی مشاهده شد که با نتایج لی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت ندارد.

منابع

Chen, X.L., Xue, X.Z., Guo, W.Z., Wang, L.C. and Qiao, X.J. 2016. Growth and nutritional properties of lettuce affected by mixed irradiation of white and supplemental light provided by light-emitting diode. Scientia Horticulturae, 200: 111–118.

Kim, G.T., Yano, S., Kozuka, T. and Tsukaya, H. 2005. Photomorphogenesis of leaves: Shade-avoidance and differentiation of sun and shade leaves. Photochemical & Photobiological Sciences, 4(9): 770–774.

Li, Q.H. and Yang, H.Q. 2007. Cryptochrome signaling in plants. Photochemistry and Photobiology, 83(1): 94–100.

Livadariu, O., Maximilian, C., Rahmanifar, B. and Cornea, C.P. 2023. LED technology applied to plant development for promoting the accumulation of bioactive compounds: A review. Plants, 12(5): 1075.

Meng, X., Wang, Z., He, S., Shi, L., Song, Y., Lou, X. and He, D. 2019. LED-supplied red and blue light alters the growth, antioxidant status, and photochemical potential of in vitro-grown *Gerbera jamesonii* plantlets. Horticultural Science and Technology, 37(4): 473–489.

Paradiso, R. and Proietti, S. 2022. Light-quality manipulation to control plant growth and photomorphogenesis in greenhouse horticulture: The state of the art and the opportunities of modern LED systems. Journal of Plant Growth Regulation, 41(2): 742–780.

Proietti, S., Moscatello, S., Riccio, F., Downey, P. and Battistelli, A. 2021. Continuous lighting promotes plant growth, light conversion efficiency, and nutritional quality of *Eruca vesicaria* (L.) Cav. in controlled environment with minor effects due to light quality. Frontiers in Plant Science, 12: 730119.

Son, K.H. and Oh, M.M. 2015. Growth, photosynthetic and antioxidant parameters of two lettuce cultivars as affected by red, green, and blue light-emitting diodes. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 56: 639–653.

Wu, B.S., Mansoori, M., Schwalb, M., Islam, S., Naznin, M.T., Addo, P.W., MacPherson, S., Orsat, V. and Lefsrud, M. 2024. Light emitting diode effect of red, blue, and amber light on photosynthesis and plant growth parameters. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 256: 112939.

Zheng, L. and Van Labeke, M.C. 2017. Long-term effects of red-and blue-light emitting diodes on leaf anatomy and photosynthetic efficiency of three ornamental pot plants. Frontiers in Plant Science, 8: 917.

Zheng, L., He, H. and Song, W. 2019. Application of light-emitting diodes and the effect of light quality on horticultural crops: A review. HortScience, 54(10): 1656–1661.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of different LED light spectra on some physiological characteristics of leaf lettuce cultivar Red Salad Bowl under hydroponic conditions

Aida Karami[1], Naser Alamzadeh Ansari[1*] and Peyman Hasibi[2]
1. Horticulture, Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Plant Production and Genetics, Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: Ansari_n@scu.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of LED light quality on some physiological characteristics of leaf lettuce cultivar Red Salad Bowl, an experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 replications using the floating culture method with Rush nutrient solution (Rush 2005) under a photoperiod of 6 hours of light and 2 hours of darkness (3 periods per day) at a temperature of 24±2°C and a relative humidity of 65±5% and a photosynthetic photon flux density of 250 µmol/m2/s with 6 LED light treatments: blue (B), red (R), white (W), red:blue (RB) in the ratio (1:4), red:blue:white (RBW) in the ratio (1:1:4) and fluorescent (FL) (as a control) in a growth chamber for 35 days after transplanting. The results of the experiment showed that the effect of LED light treatment on photosynthesis and stomatal conductance was significant at the 1% level. Also, the effect of light treatment on transpiration was significant at the 5% level. The results of the mean comparison showed that the highest photosynthesis rate was in red light (42.93 micromol/m2.s), which was significantly different from other lights, and the lowest photosynthesis rate was in fluorescent light (32.77 micromol/m2.s). The highest transpiration rate was observed in white light (39.42 mol/m2.s), which was not significantly different from red, blue-red, white-red, and fluorescent light. The highest stomatal conductance was observed in white and red light treatments (0.073 cm/s), which was not significantly different from blue-red, white-red, and fluorescent light. Also, the lowest stomatal conductance was in blue light (0.056 cm/s). According to the results obtained, the use of red light is beneficial for improving the physiological characteristics of red salad bowl lettuce in hydroponic conditions and is recommended for controlled cultivation.

Keywords: Photosynthesis, Stomatal conduction, Transpiration.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

عوامل مؤثر بر میزان تولید توت‌فرنگی در استان کردستان (مطالعه موردی شهر سنندج) در سال ۱۴۰۳

مژگان نوری[1*]، محمود حاجی رحیمی[1] و بیان لطفی[1]
۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *mojgan71noori@gmail.com*

چکیده

کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد کشور است و یکی از زیرمجموعه‌های این بخش عظیم محصولات باغی است که سهم قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی را به خود اختصاص داده است. در بین محصولات باغی توت‌فرنگی از اهمیت بالایی برخوردار است. استان کردستان یکی از قطب‌های تولید این محصول می‌باشد. پتانسیل بالای استان در تولید محصولات باغی از جمله توت‌فرنگی، مزیت مطلقی در تولید این طلای قرمز محسوب می‌شود. سازگاری با آب و هوای استان کردستان و ایجاد درآمد برای بهره‌برداران، این محصول را به میوه‌ای با سودآوری بالای اقتصادی تبدیل کرده است. پژوهش حاضر با ارزیابی عوامل مؤثر بر میزان تولید توت‌فرنگی بر اساس شیوه کشت در استان کردستان (مطالعه موردی شهرستان سنندج)را بررسی کرده است. اطلاعات به دست آمده بر اساس آخرین تاریخ کشت در سال ۱۴۰۳ با استفاده از مصاحبه و پرسشنامه با همکاری گلخانه‌داران و کشاورزان تولید کننده این محصول به دست آمده است. با استفاده از نرم‌افزارهایSpss و Excel داده‌ها تحلیل شد. متغیرهای سطح تحصیلات و سابقه کشاورزی اثر معناداری بر میزان تولید داشتند. نتایج رگرسیونی به دست آمده حاکی از آن است که دلایلی از جمله ، کاربر بودن (جهت برداشت محصول)، نبود مکانیزاسیون مناسب و عدم صنایع تبدیلی از جمله عوامل تأثیرگذار بر میزان تولید است. لذا شیوه کشت از حالت سنتی(مزرعه‌ای) به کشت گلخانه‌ای در حال توسعه است. نتایج حاکی از آن است به دلیل کوچک بودن اندازه مزارع توت‌فرنگی در نمونه‌های مورد مطالعه، بکارگیری تکنولوژی در این مزارع اقتصادی نیست. با توجه به اطلاعات به دست آمده جایگاه شهر سنندج در تولید محصول توت‌فرنگی نسبت به سال‌های قبل رو به افول است و ارتقای این جایگاه نیازمند ارائه راهکارهای کاربردی و حمایت از بهره‌برداران این محصول استراتژیک می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، سطح زیرکشت، شهر سنندج، میزان تولید.

مقدمه

بخش کشاورزی و صنایع مرتبط با آن به لحاظ ارزش افزوده بالا، تولید ناخالص داخلی، اشتغال، تأمین غذای جامعه و خوداتکایی در استقلال غذایی بسیار حائز اهمیت است (شوکت فدایی و خلیلی، ۱۳۸۹). این بخش به دلیل ویژگی‌هایی همچون، تأمین نیازهای مصرفی و نهاده‌های اولیه تولید ارتباط مستقیمی با تولیدات سایر بخش‌ها دارد. این امر کشاورزی را به عنوان بخش استراتژیک در کانون توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران قرار داده است. در ایران کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های اقتصادی کشور دارای جایگاه ویژه‌ای در توسعه‌ی اقتصادی می‌باشد (گرشاسبی و داداشی، ۱۳۹۳). ضمن اشاره به این مهم که توزیع جغرافیایی اراضی کشاورزی، متأثر از ویژگی‌های اقلیمی است (کلانتری و فمی، ۱۳۸۷). بررسی برنامه‌های ۵ ساله‌ی توسعه کشاورزی، حاکی از روند نامناسب زیرساختی(شبکه آبرسانی و زهکشی) دارد. همچنین عدم شناخت جامعه کشاورزی و روستایی موجب اجرای سیاست‌ها و هدف‌گذاری نامناسب شده است. همین بستر ناآشنا، نبود رویکرد علمی و بهره‌گیری از فناوری‌های جدید سهم این بخش را در تولید ناخالص ملی نسبت به نیروی کار کاهش داده‌است (Sharma *et al*,2022).

قبل از شروع قرن بیستم میلادی به دلیل نبود وسایل ترابری سریع، محصولات باغی چون ماهیت فاسد شدنی دارند، نقش جزئی در صادرات داشتند. تنها میوه‌های مقاوم مثل خرما، انجیرخشک، کشمش و خشکبار صادر می‌شدند. اما از این دهه به بعد ساخته شدن سردخانه‌های متحرک باعث شد تا این محصولات به آسانی به کشورهای دیگر صادر شوند. محصولات باغی به لحاظ ارزش غذایی، بسیار حائز اهمیت هستند و کشت آن‌ها در ایران سابقه‌ای دیرینه دارد. سطح محصولات باغی، قارچ و گلخانه‌ای ایران در سال ۱۴۰۲ حدود ۳

میلیون هکتار بوده است(آمارنامه سازمان جهادکشاورزی، ۱۴۰۲). یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشت شده در ایران، توت‌فرنگی است که در گروه‌بندی میوه‌های مناطق معتدله(میوه‌های درختی و دانه‌ریز) جای دارد. بافت آن به صورت مجتمع و در گروه دوم میوه‌های دانه‌ریز قرار گرفته است(نادری، ۱۳۹۰). این میوه محبوب در چند دهه‌ی گذشته موجب تغییر ترجیحات مصرف‌کنندگان شده است (Martinez et al, 2023). تولیدکنندگان اصلی توت‌فرنگی، چین، ایالات متحده آمریکا، اسپانیا و ژاپن هستند (Fao, 2016).در استان کردستان تولید توت‌فرنگی به عنوان محصولی استراتژیک، بخش قابل توجهی از سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. این استان با سابقه بیش از نیم قرن در کشت توت‌فرنگی از استان‌های مطرح در تولید این محصول است، این امر ناشی از شرایط اقلیمی مناسب منطقه، کوتاه بودن دوره برداشت، کشت در متراژهای پایین، زمین‌هایی با متراژهایی (۲۰۰، ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ متر و...)و زود بازده بودن محصول در مقایسه با سایر محصولات می‌باشد (نوری و حاجی رحیمی، ۱۳۹۸). اوج برداشت توت‌فرنگی عموما در فصل بهار و اردیبهشت ماه است. ویژگی‌های ذکرشده موجب شده است تا از ۶۴۴۵۳ هکتار از مساحت باغات استان،۴۳۰۶ هکتار آن به توت‌فرنگی اختصاص پیدا کند، که شهر سنندج با ۲۴۸۰ هکتار بیش‌ترین سطح زیرکشت این محصول را دارا می‌باشد سالانه ۴۱۸۳۰ تن توت‌فرنگی از باغات شهر سنندج برداشت می‌شود که ۵- ۸/۵ هکتار آن سطح زیرکشت گلخانه‌ای می‌باشد(سازمان جهادکشاورزی، ۱۴۰۳).در راستای این پژوهش مطالعات متعددی در حوزه تولید توت‌فرنگی انجام شده است (Martinez et al., 2023. and Guo et al., 2024) تأکید بر لزوم ربات‌های برداشت‌کننده توت‌فرنگی داشته‌اند. برای پایداری این صنعت و تداوم حضور آن در بازارهای جهانی، (Girgenti et al., 2014) به این موضوع اشاره کرده است که بسته‌بندی مناسب‌تری برای توت‌فرنگی لازم است تا میزان هدررفت و زیان ناشی از آن کاهش یابد.

(Martinez et al., 2023) در مطالعه‌ای وضعیت موجود و چشم انداز آینده تولید توت‌فرنگی به همراه تهدیدها و فرصت‌های موجود در توسعه این محصول را ارزیابی کرده‌اند. بر اساس نتایج، شرایط آب و هوایی، آفات و بیماری‌ها از عوامل تهدیدکننده این محصول معرفی شده‌اند. همچنین ارقام مقاوم برای مبارزه با این تهدیدها به وجود آمده‌اند. روش‌های جدیدی در مدیریت تولید محصول به وجود آمده است. مانند آبیاری بارانی، پوشش‌های ردیفی برای محافظت در برابر سرما و بهره‌گیری از تکنولوژی برای کاهش نیروی کار، لذا جهت تأمین تقاضای بازار بهره‌گیری از تکنولوژی و کشت ارقام اصلاح نژاد شده لازم است. (Saridas et al., 2025) در پژوهشی به این نتیجه دست یافتند که اصلاح نژاد در توت‌فرنگی در کسب رضایت مصرف کننده و بازارپسندی بسیار مؤثر است.(Chiomento et al., 2021) با بررسی ۹ رقم از ارقام توت فرنگی کشت شده در برزیل عملکرد گیاه و کیفیت میوه در گونه‌های مختلف را با هم مقایسه کردند. این ارزیابی در قالب بلوک‌های تصادفی با شش تکرار انجام شد. نتایج تحلیل نشان داد مرسید(Merced) پرمحصول ترین رقم با میوه های درشت(ازنظر حجمی) نسبت به ارقام مورد بررسی بود. در حالی که کاماروسا (Camarosa) بیش ترین عملکرد را در تولید توت‌فرنگی داشت. Aromas و Camarosaمیوه هایی با خواص فتوشیمیایی بالاتر از سایر ارقام تولید کردند. توصیه می شود چون عملکرد ارقام متفاوت است کشاورزان به نتایج مطالعات توجه داشته باشند و اهداف خود را بر اساس آن تعیین کنند. (Angelopoulos et al., 2020) در مطالعه‌ای استفاده از آبیاری هوشمند برای ثبت و کنترل متغیرهایی که بر روند رشد و کیفیت نهایی محصول توت‌فرنگی اثرگذار هستند را در کالیفرنیا بررسی کرده‌اند. با اشاره به اینکه روند تجاری محصول توت‌فرنگی محرکی در این زمینه بوده است که آبیاری هوشمند در سال‌های اخیر به طور گسترده مورد استفاده قرار گیرد و ثبت داده‌ها باعث استقبال بسیاری از کشاورزان شده است. اگرچه سیستم‌های سنتی پایگاه داده‌ای از سیستم‌های ذخیره‌سازی ابری هستند، در نتیجه سیستم ذخیره‌سازی ابری موجب شده است که کشاورزان توت‌فرنگی‌کار کنترلی بر داده‌های خود نداشته باشند و این روند نگران کننده است. (Guthman. 2016) در پژوهشی به ارزیابی توت‌فرنگی ارگانیک پرداخته است و با تأکید بر حساسیت بازارها برای تولید محصولات ارگانیک، اشاره دارد که کشاورزان به سمت تولید محصولات ارگانیک سوق دارند اما هزینه‌های موجود خصوصا در تصمیم‌گیری کشاورزان فقیر تأثیرگذار است. لذا نبود نظارت بر تولید بازارها و تکنولوژی‌هایی که در آینده به ثبت محصولات با ویژگی‌های موجود کمک می‌کند احتمالا منجر به مداخلات سیاسی خواهد شد. (Valiante et al., 2019) در مطالعه‌ای آلودگی‌های محیط زیستی را در تولید توت‌فرنگی در ایتالیا و سوئیس ارزیابی کردند. به ارتباط مستقیم بین تولیدات کشاورزی و تغییرات اقلیمی ناشی از آلودگی‌های محیط زیستی اشاره کرده‌اند. همچنین اظهار داشتند که شرکت‌های کشاورزی و غذایی که امروز با تغییر شیوه کشت برای حفظ محیط زیست می‌پردازند این مسئله برای آن‌ها یک سرمایه استراتژیک است. آن‌ها بیان داشتند که شرایط محیط زیستی عمیقا تحت تأثیر تولید محصول است. همچنین توت‌فرنگی محصولی است که به راحتی میتوان آن را به صورت ارگانیک کشت کرد. (Stranieri et al., 2017) با بررسی متغیرهایی که بر عادات غذایی سالم اثرگذار هستند، شیوه تغییر ترجیحات مصرف کنندگان را در کلان شهر میلان ایتالیا مورد سنجش قرار

دادند. نتایج حاکی از اثرگذاری متغیرهای عادات غذایی مصرف کنندگان، اهمیت به محیط زیست، جنسیت و درآمد بود همچنین مصرف‌کنندگانی که خیلی بعد سلامت محصول را مدنظر قرار می‌دهند خواهان اجرای قوانین سختگیرانه محیط زیستی هستند و پایداری محیطی را مدنظر دارند. (Girgenti et al., 2014) در پژوهشی روش‌های جدید بسته‌بندی کردن توت‌فرنگی و تأثیر آن بر ماندگاری محصول و تولید ضایعات را بررسی کردند. بر اساس نتایج بسته‌بندی مناسب ماندگاری توت‌فرنگی را افزایش می‌دهد و موجب کاهش ضایعات محصول می‌شود. همچنین در صورت به فروش نرفتن محصول بسته‌بندی و محتویات آن بدون هیچ فرآیند اضافی به عنوان زباله آلی جمع‌آوری می‌شوند، چون بسته‌بندی‌ها طبق استاندارد EN13432 قابلیت تولید کمپوست را دارد. این پروسه می‌تواند منجر به کاهش ۲۰ درصدی گرمای زمین شود.

(Diel et al., 2017) با تأکید بر اهمیت محصول توت‌فرنگی به عنوان محصولی با راندمان اقتصادی بالا شیوه کشت نیمه هیدروپونیک این محصول را ارزیابی کردند. نتایج تحلیل آن‌ها بیانگر آن است که کشت نیمه هیدروپونیک تعداد بوته‌های بیش‌تری را محافظت می‌کند. در یک محیط کنترل شده تأمین نیاز غذایی و کوددهی گیاه از طریق آب انجام می‌گیرد. همچنین به راحتی می‌توان تغییرات آب و هوایی و بیماری‌های گیاه را نیز کنترل کرد. (Guo et al., 2024) در مطالعه‌ای توسعه فناوری در برداشت میوه توت‌فرنگی در چند دهه گذشته را بررسی کرده‌اند. با تأکید بر اینکه برداشت توت‌فرنگی توسط کارگران کاری سخت و طاقت فرساست و موقعیت قرارگیری کارگران به صورت چرخیدن و خم شدن می‌باشد. این رفتارهای تکراری آسیب‌های بالقوه‌ای را بر سلامت افراد دارد و تهدیدی برای عدم پایداری صنعت توت‌فرنگی است. همچنین پوسته نازک توت‌فرنگی در هنگام برداشت آسیب می‌بیند و ماندگاری آن کم می‌شود، لذا موجب زیان اقتصادی بر کشاورز می‌شود بر اساس موارد گفته شده توسعه ارتباط صنعت و دانشگاه حدود ۵ سال است که فناوری‌های کلیدی توانمند به عرصه برداشت این محصول ظهور کرده‌اند. اما مسائل و مشکلاتی چون نامناسب بودن ساختار ربات‌ها به پوسته محصول آسیب می‌زند، لذا هنوز به صورت گسترده مورد استقبال کشاورزان قرار نگرفته است. با حل این مسائل قطعا در آینده‌ای نزدیک کشت توت‌فرنگی توسعه همه جانبه خواهد داشت.

پژوهش حاضر به بررسی عوامل مؤثر بر میزان تولید محصول توت‌فرنگی در شهر سنندج پرداخته است تا به این هدف دست یابد که: ۱- کدام عوامل بر میزان تولید توت‌فرنگی بیش‌ترین تأثیر را داشته است ؟ ۲- آیا بهره‌گیری از تکنولوژی توجیه اقتصادی دارد؟ با توجه به اهمیت موضوع پژوهش تولید میوه توت‌فرنگی در استان کردستان بالأخص شهر سنندج نیازمند توجه ویژه است چرا که با در نظر گرفتن مزیت‌های موجود و شرایط مناسب آب و هوایی، روند تجاری سازی این محصول امکانپذیر است. اگرچه کردستان در چند سال اخیر از نظر رتبه تولید در کشور جایگاه اول خود را حفظ نکرده است، اما دلایلی مانند هزینه‌ی بالای ماشین‌های مناسب حمل محصول، بسته بندی نامناسب، گران بودن نهاده‌های تولید، سن افراد بهره‌بردار و نبود تکنولوژی مناسب برای برداشت، به دلیل عدم توجیه اقتصادی از جمله مسائل قابل تأمل هستند. با توجه به اهمیت محصولات باغی و نقش آن در سبد غذایی افراد، همچنین سهم آن‌ها درصادرات بر اساس مزیت های موجود نیاز مبرم بر آن است که در این حوزه پژوهش ها با تمرکز بر نقاط قوت حاصل از تجارب و بهره گیری از فناوری در کنار دانش محلی و شناخت نقاط ضعف انجام گیرد. رونق در این حوزه با ارز آوری منجر به توسعه بخش کشاورزی و تضمین امنیت شغلی تولیدکنندگان خواهد شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در استان کردستان با مطالعه موردی شهر سنندج در سال ۱۴۰۳ انجام شد. نمونه آماری بر اساس فرمول کوکران ۱۵۰ نفر از کشاورزان توت‌فرنگی‌کار به صورت تصادفی در روستاهای شیان، توریور، سواریان، گزنه، باباریز و چناره مورد مطالعه قرار گرفتند. به دلیل محدود بودن تعداد گلخانه‌ها، تمامی این واحدها ارزیابی شدند. داده‌های آماری این مطالعه از طریق پرسشنامه و مصاحبه، اطلاعات کتابخانه‌ای و سازمان‌های مربوطه گردآوری شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزارهای Spss و Excel انجام

شد. با بهره‌گیری از رگرسیون میزان اثرگذاری متغیرهای توصیفی بر میزان تولید تعیین شد. از آزمون کای دو جهت سنجش نظرات توت‌فرنگی‌کاران با استفاده از طیف لیکرت استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس آخرین آمار سازمان‌های ذیربط، سالانه ۴۱۸۳۰ تن از ارقام گوناگون (پاروس، کوئین الیزا، کاماروسا، سابرینا و رقم کردستان و ..) در شهر سنندج تولید می‌شود. سطح زیرکشت توت‌فرنگی در شهر سنندج ۲۴۸۰ هکتار می‌باشد که ۸۰ هکتار آن تازه کشت شده و هنوز به بهره‌برداری نرسیده است که در مقایسه با سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ حدود ۸۰۰ هکتار به واحد سطح اضافه شده است(۱۰۰- ۵۰ هکتار در سال). اگرچه این افزایش واحد سطح منجر به افزایش تولید شده اما چون استان‌های دیگر به کشت این محصول روی آورده‌اند، لذا گوی سبقت تولید توت‌فرنگی را از استان ربوده‌اند. در حالی که در چند سال گذشته استان کردستان رتبه اول تولید و حدود ۹۰ درصد تولید توت‌فرنگی کشور در این استان انجام می‌شد اما الآن سهم استان ۶۰- ۵۷ درصد از تولید کشور است.

آمار توصیفی متغیرهای سن، بعد خانوار، سابقه کشاورزی، جنسیت و سطح تحصیلات برای نمونه‌های موردمطالعه در جداول زیر ارائه‌شده است. همان طور که در جدول۱، مشاهده می‌شود ۴۲ درصد کشاورزان نمونه انتخابی بین ۶۰-۵۰ سال سن داشتند و میانگین سنی آن‌ها ۵۲ سال می‌باشد. بر اساس نتایج پژوهش همه افراد نمونه مرد بودند. البته زنان هم در کار کشاورزی، موقع کاشت، داشت و برداشت به صورت خانوادگی مشارکت داشته، اما به صورت مستقل نقشی در مالکیت زمین نداشتند و به همین دلیل تأثیر متغیر جنسیت بر میزان تولید مورد بررسی قرار نگرفت. ۸۰ درصد کشاورزان خانوارهایی با بعد ۶-۳ نفر بودند.

جدول ۱- وضعیت سنی کشاورزان توت‌فرنگی کار مورد مطالعه.

سن (سال)	تعداد	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
۴۰-۳۰	۱۳	۸/۷	۸/۷
۵۰-۴۰	۵۳	۳۵/۳	۴۴
۶۰-۵۰	۶۳	۴۲	۸۶
۶۰<	۲۱	۱۴	۱۰۰
مجموع	۱۵۰	۱۰۰	

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول۲، وضعیت سابقه کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به اطلاعات به دست آمده ۳۸ درصد کشاورزان بیش‌تر از ۲۰ سال سابقه کشت توت‌فرنگی داشتند و ۳/۳ درصد آن‌ها نزدیک ۵۰ سال از عمرشان را به کاشت توت‌فرنگی اختصاص داده بودند و با توجه به سابقه طولانی کشت این محصول در سنندج، این حرفه شغل خانوادگی آن‌ها به حساب می‌آمد.

جدول ۲- وضعیت سابقه کشاورزان توت‌فرنگی کار مورد مطالعه.

سابقه(سال)	تعداد	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
۱۰>	۸	۵/۳	۵/۳
۲۰ -۱۰	۴۱	۲۷/۴	۳۲/۷
۳۰ -۲۰	۵۷	۳۸	۷۰/۷
۴۰ -۳۰	۳۹	۲۶	۹۶/۷
۵۰ -۴۰	۵	۳/۳	۱۰۰
مجموع	۱۵۰	۱۰۰	

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول ۳ میزان تحصیلات کشاورزان به تفکیک آورده شده است، بر این اساس ۳۴ درصد آن‌ها دارای تحصیلات در سطح ابتدایی و ۹/۴ درصد آن‌ها دارای تحصیلات دانشگاهی بودند.

جدول ۳- وضعیت تحصیلات کشاورزان توت‌فرنگی کار مورد مطالعه.

تحصیلات	تعداد	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
بی سواد	۲۴	۱۶	۱۶
ابتدایی	۵۱	۳۴	۵۰
راهنمایی	۳۸	۲۵/۳	۷۵/۳
دیپلم	۲۳	۱۵/۳	۹۰/۶
فوق دیپلم	۳	۲	۹۲/۶
کارشناسی	۱۰	۶/۷	۹۹/۳
کارشناسی ارشد	۱	۰/۷	۱۰۰
مجموع	۱۵۰	۱۰۰	۱۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول ۴، عملکرد ارقام کشت شده مورد مطالعه، بر اساس میزان تولید و شیوه کشت از بیش‌ترین عملکرد به کم‌ترین عملکرد آورده شده است.

جدول ۴-میانگین عملکرد ارقام مختلف توت‌فرنگی در مزارع شهر سنندج.

رقم	میانگین عملکرد به کیلوگرم در ۱۰۰۰متر مربع (مزرعه)	میانگین عملکرد به کیلوگرم در ۱۰۰۰ متر مربع (گلخانه خاکی)	میانگین عملکرد به کیلوگرم در ۱۰۰۰ متر مربع (گلخانه هیدروپونیک)
پاروس	۳۲۰۰	۴۳۰۰	۶۵۰۰
کاماروسا	۳۰۰۰	۴۱۰۰	۶۲۰۰
کوین‌الیزا	۲۵۰۰	۳۹۰۰	۵۸۰۰
کردستان	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۲۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول شماره ۵، خلاصه‌ای از مدل رگرسیونی و تأثیر متغیرهای توصیفی بر میزان تولید محصول آورده شده است.

جدول ۵- خلاصه مدل رگرسیونی.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std Error the Estimate
۱	۰.۵۱۲	۰.۲۶۲	۰.۲۴۷	۲۱۸۴.۲۸۹

جدول ۶- ضرایب رگرسیون متغیرهای مستقل بر میزان تولید.

متغیر	sig	Beta	t	B	Std. Error
عرض از مبدأ	۰.۰۵۶		-۱.۹۲۸	-۲۴۰۴.۱۶۵	۱۲۴۷.۲۵۷
سابقه کشاورزی	۰.۰۰۳	۰.۴۱۳	۳.۰۵۵	۱۱۰.۴۹۹	۳۶.۱۶۵

تحصیلات	۰.۰۰۰	۰.۶۷۹	۶.۵۷۹	۱۲۴۸.۵۱۱	۱۸۹.۷۷۱
سن	۰.۶۲۷	-۰.۰۶۶	-۰.۴۸۷	-۱۹۷.۸۹۴	۴۰۶.۴۷۳

منبع: یافته‌های تحقیق

تحلیل نتایج رگرسیون انجام شده، بی‌تأثیر بودن سن بر میزان تولید را نشان داد، لزوما افزایش سن نمی‌تواند تولید را کاهش دهد لذا این متغیر از نظر آماری قابل اتکا و تعمیم در جامعه نیست. تجربه واقعی حاصل از فعالیت مستمر در حوزه کشاورزی (سابقه کشاورزی) از متغیرهای مؤثر در این پژوهش بود، چه بسا کشاورزان جوان‌تر با تجربه مفید توانسته‌اند میزان تولید را در حد چشمگیری افزایش دهند. تجربه کاری به عنوان متغیری مؤثر بر سن تقویمی ارجح بوده است. همچنین تحصیلات به عنوان متغیر اثرگذار دیگر در این مطالعه بر میزان تولید، بیش‌تر از سایر عوامل نقش مؤثر داشت. ۹۰ درصد گلخانه‌داران دارای تحصیلات دانشگاهی و فارغ التحصیل رشته‌ی کشاورزی یا دانشجوی تحصیلات تکمیلی بودند. با اتکا به این نتایج می‌توان یادآور شد که بهره‌گیری از دانش در حوزه کشاورزی می‌تواند منجر به افزایش کارایی شود. اکثر روستاهای مورد مطالعه مناطقی کوهستانی با شیب تند و سنگلاخی هستند در این نواحی معمولا استفاده از تراکتور به دلیل شیب تند زمین، رایج نیست و اکثرا از بیل‌های مکانیکی برای تسطیح زمین یا تیلر برای شخم زدن استفاده می‌کنند. این امر موجب شده که سطح‌های زیر کشت با متراژهای معمولا از ۲۰۰ تا ۳۰۰متر و نهایتا تا یک هکتار وجود داشته باشد. معمولا نیروی کار در این بخش خانوادگی‌ست و اکثرا افراد میانسال برداشت را انجام می‌دهند. چون فرزندان و افراد جوان به دلیل هزینه فرصت موجود به مناطق بزرگ(شهرها) مهاجرت می‌کنند و در بخش‌های غیر کشاورزی مشغول به کار می‌شوند. در جدول۷- مساحت و سطح زیر کشت گلخانه‌های شهر سنندج در سال ۱۴۰۳ آورده شده است.

جدول ۷- مساحت و میزان تولید توت‌فرنگی گلخانه‌ای شهر سنندج-۱۴۰۳.

تعداد	مساحت گلخانه	سطح زیرکشت توت‌فرنگی	نوع گلخانه	میزان تولید یکسال(تن)
۱	۴۲۰۰	۲۱۰۰	خاکی	۱۵
۲	۳۰۰۰	۳۰۰۰	هیدروپونیک	۴۱
۳	۴۰۰۰	۳۸۰۰	هیدروپونیک	۴۰
۴	۴۲۰۰	۲۱۰۰	خاکی	۱۸
۵	۴۰۰۰	۳۰۰۰	خاکی	برداشت انجام نگرفته بود
۶	۲۵۰۰	۱۸۰۰	خاکی	۱۶
۷	۳۸۳۰	۲۰۲۵	خاکی	۲۰
۸	۲۵۰۰	۲۵۰۰	خاکی	۱۷
۹	۳۰۰۰	۳۰۰۰	خاکی	۱۸

منبع: یافته‌های تحقیق

البته این آمار در هرسال متفاوت است چون بعضی از گلخانه‌دارانی که قبلا به کشت توت‌فرنگی مشغول بودند در زمان انجام این تحقیق کشت خود را به محصولات دیگری مانند خیار و فلفل اختصاص داده بودند. گلخانه‌داران جدیدی هم که به این صنعت روی آورده به مرحله برداشت محصول نرسیده بودند و در آستانه برداشت قرار داشتند. البته بر اساس آمار سازمان جهاد کشاورزی چندین درخواست تأسیس گلخانه توت‌فرنگی هیدروپونیک هم ثبت شده که نوید بخش توسعه صنعت کشت گلخانه‌ای و روی آوردن کشاورزان به این صنعت در شهر سنندج می‌باشد. با توجه به نتایج پژوهش یکی از مسائل مهم در کشت خاکی، نیروی کار است و مورد دیگر بارندگی‌های غیر منتظره است که در کشت خاکی غیر قابل کنترل می‌باشد و باعث از بین رفتن محصول می‌شود. نکته دیگر در این نوع کشت خاک‌های نامرغوب در بعضی مناطق است که جهت اصلاح آن‌ها باید از کود دامی استفاده شود. البته باز هم احتمال ضعیف شدن خاک بعد از چند سال و کاهش میزان تولید وجود دارد. در بحث گلخانه‌ها کنترل آفات گلخانه‌ای و حفظ رطوبت مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. البته در کشت هیدروپونیک کاشت تعداد زیادی نشا در واحد سطح مشکلی ایجاد نمی‌کند، چون همه عوامل تحت کنترل هستند. میزان تولید در گلخانه‌های

هیدروپونیک بالاتر از کشت مزرعه‌ای و گلخانه‌های خاکی می‌باشد. در گلخانه‌های شهر سنندج بیش‌تر ارقام روز کوتاه مانند پاروس، کوئین الیزا و سابرینا کشت می‌شود. در مزارع این شهر ارقام پاروس و کاماروسا مناسب‌تر هستند چون عملکرد بهتری در واحد سطح دارند و در فصل بهار و پاییز قابل برداشت می‌باشند. اما از لحاظ مزه مثل رقم سابرینا خوشمزه نیستند.سابرینا در فضای باز کشت نمی‌شود، مناسب کشت در گلخانه می‌باشد و از لحاظ مزه و ظاهر بازارپسندتر است. . توت‌فرنگی رقم کردستان از لحاظ طعم و مزه منحصر به فرد می‌باشد اما بزرگترین ایراد این رقم ماندگاری کم آن است. بر اساس بسته‌بندی که الأن موجود است و وسایل ترابری در دسترس این مناطق، حمل آن به سایر نقاط دشوار است. بنابراین اکثر کشاورزان تمایل به کشت ارقام دیگر پیدا کرده‌اند. بر اساس نتایج پژوهش میزان آب مصرفی در کشت خاکی ۵-۶ برابر بیش‌تر از کشت گلخانه‌ای می‌باشد.

برای بررسی نظرات کشاورزان توت‌فرنگی‌کار از شرایط موجود و عوامل تأثیرگذار بر تولید، از آزمون کای دو استفاده شد. تأثیر کاربر بودن محصول، مکانیزاسیون مناسب جهت برداشت و صنایع تبدیلی بر میزان تولید در جدول شماره ۸ آورده شده است.

جدول ۸- آزمون فرضیه‌ها.

سؤالات تحقیق	X^2	سطح معنی‌داری
کاربر بودن محصول	۱۹.۷۵	۰.۰۰۰
عدم مکانیزاسیون مناسب	۱۹.۱۰	۰.۰۰۴
نبود صنایع تبدیلی	۴۵.۸۸	۰.۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج پژوهش،یکی از مسائل مهم در کشت خاکی، کاربر بودن محصول و تماس نیروی کار با زمین مرطوب در هنگام برداشت است. باتوجه به اینکه برداشت توت‌فرنگی کار دشواری است توسعه‌ی این صنعت نیازمند بهره‌گیری از تکنولوژی و مکانیزاسیون مناسب است تا میزان پسماند حاصل از تولید کاهش یابد و توجیه اقتصادی داشته باشد. نبود صنایع تبدیلی یکی دیگر از معضلات موجود در راستای تولید توت‌فرنگی در شهرستان سنندج است با توجه به پتانسیل استان کردستان در تولید محصول توت‌فرنگی، وجود صنایع تبدیلی و شناسنامه‌دار کردن این محصول استراتژیک برای ورود به بازارهای خارجی ضروری است. همچنین امکان تقلب و واسطه‌گری کم خواهد شد چرا که توت‌فرنگی استان‌های دیگر را به اسم توت‌فرنگی کردستان یا بالعکس فروخته‌اند. این معضل منجر به عدم اعتماد مصرف کننده به محصول خریداری شده و به تبع آن کاه تقاضا و عدم انگیزه برای تولید (عرضه) محصول می‌شود. . همچنین حضور در بازارهای جهانی و تغییر ترجیح مصرف‌کنندگان نیازمند تولید میوه‌ای سالم با ماندگاری بالاست. پیامدهای این مهم، منجر به ارزآوری، تشویق به تولید و رونق بخش کشاورزی خواهد شد. با نتایج پژوهش (Martinez et al., 2023. and Guo et al., 2024) همخوانی دارد. بررسی متغیرهایی که به سلامت و ماندگاری محصول مرتبط است مثل شیوه برداشت مناسب با مطالعه(Girgenti et al., 2014) همخوانی دارد.

پیشنهادات

۱- به منظور تسهیل ورود به بازارهای جهانی، بهره‌گیری از تکنولوژی الزامی است. چون متراژ و سطح زیرکشت خصوصا در استان کردستان کم است این تکنولوژی‌ها توجیه اقتصادی ندارد، لذا تعاونی‌هایی ایجاد گردد که بتوان با عضویت کشاورزان در این تعاونی‌ها، بهره‌مند شدن از تکنولوژی آسان و اقتصادی گردد.

۲- همچنین سازمان جهادکشاورزی با درنظر گرفتن مزیت مطلق تولید محصول توت‌فرنگی ماشین‌های حمل این محصول را به تعداد نیاز در فصل برداشت در اختیار کشاورزان قرار دهد.

۳- صنایع تبدیلی یکی از نیازهای این بخش است که منجر به توسعه اقتصادی خواهد شد.

٤- توسعه گلخانه‌ها منجر به حفظ جایگاه تولید خواهد شد و بهره‌گیری از تکنولوژی در آن‌ها توجیه اقتصادی دارد.

٥- به منظور آموزش کشاورزان، شناساندن کشاورزان موفق و بهره‌گیری از تجربه آنان کلاس‌های ترویجی در این زمینه برگزار گردد.

منابع

گرشاسبی، ع. و داداشی، ص. ۱۳۹۴. مقایسه کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی گندم در زراعت ایران با تأکید بر دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۸۸. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۳(۹).

کلانتری، خ. و شعبانعلی فمی، ح. ۱۳۸۷. اقتصاد توسعه کشاورزی. انتشارات دانشگاه پیام نور تهران، چاپ اول، ۲۴۲ صفحه.

نادری، ر. ۱۳۹۰. باغبانی عمومی. انتشارات دانشگاه پیام نور تهران، چاپ ششم، ۲۳۳ صفحه.

نوری، م. و حاجی رحیمی، م. ۱۳۹۸. مقایسه کارایی اقتصادی کشت مزرعه‌ای و گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان (مطالعه موردی شهرستان سنندج). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

شوکت فدایی، م. و خلیلی، م. ۱۳۸۹. روش‌های تحقیق در اقتصاد کشاورزی. انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۲۸ صفحه.

سازمان جهاد کشاورزی. ۱۴۰۳. آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی.

Angelopoulos, C.M., Filios, G., Nikoletseas, S. and Rapits, T.P. 2020. Keeping data at the edge of smart irrigation networks: A case study in strawberry greenhouses. Computer Networks, 167: 107033.

Chiomento, J.L.T., Lima Junior, E.P., D'Agostini, M., De Nadri, F.S., Trentin, T.D.S., Dornelles, A.G., Novakowiski, J.H. and Calvete, E.O. 2021. Horticultural potential of nine strawberry cultivars by greenhouse production in Brazil: A view through multivariate analysis. Scientia Horticulturae, 279: 109738.

Diel, M.I., Pinheiro, M.V.M., Cocco, C., Fontana, D.C., Caron, B.O., Paula, G.M., Pretto, M.M., Thiesen, L.A. and Schmidt, D. 2017. Phyllochron and phenology of strawberry cultivars from different origins cultivated in organic substrates. Scientia Horticulturae, 220: 226–232.

FAO. 2016.

Girgenti, V., Peano, C., Baudino, C. and Tecco, N. 2014. From "farm to fork" strawberry system: Current realities and potential innovative scenarios from life cycle assessment of non-renewable energy use and greenhouse gas emissions. Science of the Total Environment, 473–474: 48–53.

Guthman, J. 2016. Going both ways: More chemicals, more organics, and the significance of land in post-methyl bromide fumigations strawberry industry. Journal of Rural Studies, 47: 76–84.

Guo, J., Yang, Z., Karkee, M., Jiang, J., Feng, X. and He, Y. 2024. Technology progress in mechanical harvest of fresh market strawberries. Computers and Electronics in Agriculture, 226: 109468.

Kalaitzoglou, K., Muramoto, J.J., Dubois, A., Shennan, C. and Tasin, M. 2021. Tuning stakeholder expectations in organic strawberry production: A sixteen-year case study of co-development of a strawberry knowledge network in California. Journal of Cleaner Production, 323: 129192.

Martinez, N.R.H., Blanchard, C., Wells, D. and Gutierrez, M.R.S. 2023. Current state and future perspectives of commercial strawberry production: A review. Scientia Horticulturae, 312: 111893.

Saridas, M.A., Guclu, G., Selli, S., Kelebek, H. and Kargi, S.P. 2025. The cross breeding of Osmanli and Sabrina varieties to produce newly aroma-enriched strawberry genotypes. Journal of Food Composition and Analysis, 144: 107713.

Sharma, A.K., Khan, R., Mittal, A., Tiwari, A. and Kapoor, A. 2022. Chapter 4: Agricultural economics. In: Application of Machine Learning in Agriculture, pp. 71–89.

Stranieri, S., Ricci, E.C. and Banterle, A. 2017. Convenience food with environmentally sustainable attributes: A consumer perspective. Appetite, 116: 11–20.

Valiante, D., Sirtori, I., Cossa, S., Corengia, L., Pedretti, M., Cavallaro, L., Vignoli, L., Galvagni, A., Gomarasca, S., Pesce, G.R., Boccardelli, A., Orsi, L., Lovarelli, D., Facchinetti, D., Pessina, D. and Bacenetti, J. 2019. Environmental impact of strawberry production in Italy and Switzerland with different cultivation practices. Science of the Total Environment, 664: 249–261.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Factors affecting strawberry production in Kurdistan Province (Sanandaj City Case Study) in 1403

Mojgan Noori[1*], Mahmoud Haji Rahimi[1] and Bayan Lotfi[1]
1. Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
Responsible author: mojgan71noori@gmail.com

Abstract

Agriculture is one of the most important sectors of the country's economy, and one of the sub-sectors of this huge sector is horticultural products, which account for a significant share of the gross domestic product. Among horticultural products, strawberries are of great importance. Kurdistan Province is one of the poles of production of this product. The high potential of the province in the production of horticultural products, including strawberries, is considered an absolute advantage in the production of this red gold. Adaptation to the climate of Kurdistan Province and generating income for farmers have turned this product into a fruit with high economic profitability. The present study has examined the factors affecting the amount of strawberry production based on the cultivation method in Kurdistan Province (case study of Sanandaj County). The information obtained was obtained based on the last date of cultivation in 1403 using interviews and questionnaires in cooperation with greenhouse owners and farmers producing this product. The data were analyzed using Spss and Excel software. The variables of education level and agricultural experience had a significant effect on the production rate. The regression results obtained indicate that reasons such as being a user (for harvesting), lack of appropriate mechanization, and lack of processing industries are among the factors affecting the production rate. Therefore, the cultivation method is developing from traditional (farm) to greenhouse cultivation. The results indicate that due to the small size of strawberry farms in the studied samples, the use of technology in these farms is not economical. According to the information obtained, the position of Sanandaj city in strawberry production is declining compared to previous years, and improving this position requires providing practical solutions and supporting the users of this strategic product.

Keywords: Strawberries, Cultivated area, Sanandaj city, Production rate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مزیت نسبی تولیدات گلخانه‌ای در استان البرز

سید حسن موسوی[1*]

۱- پژوهشکده گلخانه و محیط‌های کنترل شده، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *mousavi218@yahoo.com*

چکیده

امروزه با توجه به محدودیت های موجود در منابع آب و لزوم افزایش تولید به منظور حفظ و ارتقای سطح امنیت غذایی، مدیریت مصرف آب به ویژه در بخش کشاورزی امری لازم و ضروری است. به اعتقاد کارشناسان، بهبود بهره وری مصرف آب یکی از راهکارهای اساسی برای سازگاری با شرایط حاکم بر وضعیت اقلیمی و کم آبی است. طی سالیان گذشته اقدامات و فعالیت های ارزشمندی در راستای ارتقای بهره وری مصرف آب صورت گرفته است. توسعه گلخانه و سامانه های نوین آبیاری از جمله این اقدامات بوده است. البته اثربخشی این اقدامات منوط به رعایت ضوابط فنی آنهاست. توجه جدی به کمیت و کیفیت آب، خاک، اقلیم، و مسایل اقتصادی و اجتماعی، سازه و تجهیزات و رعایت اصول فنی بهره‌برداری امری ضروری است تا اهداف افزایش بهره‌وری و کاهش برداشت از منابع آب محقق شود. ایجاد گلخانه برای تولید محصولات کشاورزی به دلایل متعددی از جمله؛ امکان کنترل عوامل اقلیمی و جلوگیری از پدیده‌های سرمازدگی و گرمازدگی، استفاده مؤثرتر از منابع آب و خاک، امکان کاربرد مناسب‌تر سایر نهاده‌ها (انرژی، کود، سم، بذر و....) و امکان تولید در خارج از فصل، جایگاه ویژه‌ای به این نوع از تولیدات داده است. استان البرز بدلیل برخورداری از مزیت های شرایط اقلیمی، بازار مصرف مناسب محصولات گلخانه ای، نفوذ مناسب فناوری ها و دانش نوین تولید در زیربخش های مختلف کشاورزی، وجود موسسات تحقیقات کشاورزی و ... از ظرفیت و پتانسیل مطلوبی برای توسعه گلخانه در کشور برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آب، بهره‌وری، سبزی، گلخانه.

مقدمه

استان البرز به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و همسایگی با تهران در تولید صنعتی و بازار محصولات کشاورزی و همچنین تحقیقات علمی نقش ممتازی در عرصه کشاورزی دارد. حوزه های اولویت دار فعالیت‌های بخش کشاورزی با توجه به مزیت های موجود در منطقه به اختصار عبارتند از: توسعه صنایع تبدیلی و تکمیلی، وجود واحدهای فرآوری محصولات باغی و گیاهان دارویی، توسعه واحدهای تولید نهال و نشا، تولید انواع بذر اصلاح شده سبزی و صیفی و محصولات زراعی، شهرک های گلخانه‌ای در راستای افزایش تولید محصول در محیط های کنترل شده، اجرای فعالیت های مرتبط با خدمات دانش بنیان ،آزمایشگاهی، استانداردسازی، گواهی کیفیت و برندسازی و حمایت از تولیدکنندگان محصولات سالم و ارگانیک، توسعه گلخانه‌های مدرن و هوشمند جهت صادرات، افزایش تولید، فرآوری و بسته بندی محصولات کشاورزی از اولویت ها و قابلیت های ویژه استان در بخش کشاورزی محسوب می شوند.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری

توصیف مخاطبان درگیر مساله در دهستان (تعداد، طبقات، میزان درگیری با مساله و ...) و اطلاعات بهره برداران، سطح سواد کشاورزان، میزان بارندگی و تولیدات زراعی وباغی استان و شهرستان به شرح جداول زیر می باشد.

نتایج و بحث

جدول ۱- تعداد بهره برداران بخش کشاورزی استان البرز (به نفر)(منبع.سیمای کشاورزی استان البرز).

مرد	زن	کل	حقیقی	حقوقی	زراعی	باغ و قلمستان	گلخانه	دام و طیور و آبزیان	صنایع کشاورزی
۲۵۷۲۳	۴۱۶۹	۲۹۹۹۹	۲۹۸۹۲	۱۰۷	۸۹۶۹	۲۱۳۹۴	۷۷۹	۶۸۰۱	۳۶۳

همانگونه که در جدول یک مشاهده می شود بیش از۷۰ درصد بهره برداران بخش کشاورزی استان البرز در زیربخش های باغبانی و گلخانه فعالیت دارند که این امر خود بیانگر وجود ظرفیت و قابلیت های مهم تولیدی و اقتصادی می باشد. از طرفی وجود صنایع کشاورزی قابل توجه در استان ظرفیت های خوبی در صنایع تبدیلی و فراوری محصولات کشاورزی ایجاد کرده است.

جدول ۲- سطح سواد بهره برداران بخش کشاورزی استان البرز (به نفر) (منبع.سیمای کشاورزی استان البرز).

کل	بیسواد	خواندن و نوشتن	سیکل	دیپلم	فوق دیپلم	لیسانس	فوق لیسانس	دکتری	تحصیلات حوزوی
۲۹۹۹۹	۲۲۵۱	۴۷۶۲	۷۳۱۷	۱۰۲۷۷	۱۷۲۱	۲۸۶۲	۴۹۲	۲۰۶	۴

جدول دو نشان می دهد که بیش از۵۰ درصد بهره برداران بخش کشاورزی استان البرز، سطح سواد دیپلم و بالاتر از آن را دارند که این امر در مقایسه با میانگین کشوری (از چهار میلیون و ۳۰۰ هزار بهره‌بردار تنها ۴ درصد تحصیلات تکمیلی دارند. ۷۰ درصد شاغلان کم سواد یا بی‌سواد هستند). از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردار است و بیانگر وجود ظرفیت و قابلیت های مهمی برای پذیرش و بکارگیری فناوری ها و یافته های علمی و پژوهشی در واحد های تولیدی و اقتصادی ایجاد خواهد کرد.

اطلاعات آماری متغیرهای دمایی استان

متغیرهای سه گانه دما در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و مقایسه با بلند مدت آن در استان، به وضوح فرایند تغییر اقلیم و ایجاد اثرات نامطلوب تنش دمایی در سطح شهرستان های استان را نشان می دهد. کاهش دمای کمینه و افزایش دمای بیشینه و تغییرات بلند مدت دمای میانگین در سطح شهرستان های استان اثرات نامطلوبی در عدم تامین نیاز سرمایی محصولات باغبانی در فصول سرد (بویژه درختان میوه سردسیری) و از طرفی افزایش دمای بیشینه سبب ایجاد تنش های گرمایی بویژه برای محصولات سبزی و صیفی در فضای آزاد خواهد داشت.

جدول ۳- متغیرهای سه گانه دما در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و مقایسه با بلند مدت(منبع.سیمای کشاورزی استان البرز).

شهرستان	دمای کمینه			دمای بیشینه			دمای میانگین (درجه سانتیگراد)		
	کوتاه مدت	بلندمدت	اختلاف	کوتاه مدت	بلندمدت	اختلاف	کوتاه مدت	بلندمدت	اختلاف
اشتهارد	۹/۱	۹/۷	-۰/۶	۲۳/۸	۲۲/۳	۱/۶	۱۶/۵	۱۶	۰.۵
ساوجبلاغ	۷/۸	۷/۹	-۰/۱	۲۱/۱	۱۹/۷	۱/۴	۱۴/۵	۱۳/۸	۰/۷
طالقان	۴	۴/۵	-۰/۴	۱۸	۱۶/۴	۱/۶	۱۱	۱۰/۴	۰/۶
فردیس	۱۰/۲	۱۰/۲	۰	۲۴	۲۲/۶	۱/۴	۱۷/۱	۱۶/۴	۰/۷

کرج	۶/۴	۶/۶	-۰/۱	۱۹/۷	۱۷/۵	۲/۲	۱۳/۱	۱۲	۱/۱
نظر آباد	۸/۵	۹/۹	-۱/۴	۲۴/۵	۲۲/۲	۲/۳	۱۶/۵	۱۶	۰/۵
البرز	۷	۷/۴	-۰/۴	۲۰/۹	۱۹/۱	۱/۸	۱۳/۹	۱۳/۲	۰/۷

اطلاعات آماری بارش در استان

میزان بارش های سالانه استان در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ مقایسه با بلند مدت آن در استان، به وضوح کاهش شدید بارش ها (با میانگین کاهش ۳۷درصدی) در سطح شهرستان های استان را نشان می دهد. این اثرات نامطلوب و افت شدید میانگین بارشی استان در سال ۱۴۰۰ بمراتب شدیدتر از سال ۱۳۹۹ بوده است. به گونه ای که در یک سال آبی کامل در هیچکدام از شهرستان های سطح استان نیاز آبی بطور کامل و ۱۰۰ درصدی تامین نشده است. این امر خود گواه ضرورت تصمیم گیری صحیح در مدیریت مصرف آب و بکارگیری هر چه سریعتر فناوری های نوین در افزایش بهره وری مصرف آب در واحدهای تولیدی استان می باشد(زارعی، ۱۳۹۶).

جدول ۴- میزان بارش های سالانه استان در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و مقایسه با بلند مدت(منبع.سیمای کشاورزی استان البرز).

شهرستان	سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰				سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹				سال کامل آبی	
	بارش (میلیمتر)	بارش بلند مدت* (میلیمتر)	تفاوت بلندمدت (درصد)	تفاوت بلندمدت (میلیمتر)	بارش (میلیمتر)	بارش بلند مدت (میلیمتر)	تفاوت بلندمدت (درصد)	تفاوت بلندمدت (میلیمتر)	بارش سال آبی کامل (میلیمتر)	درصد تامین سال ۱۴۰۰-۴۰۱
اشتهارد	۱۴۱/۸	۲۰۴/۵	-۲۷/۶	-۵۶/۴	۲۰۰./۶	۲۰۴/۵	-۱.۹	-۳/۹	۲۰۴/۵	۷۲/۴
ساوجبلاغ	۲۲۶/۱	۳۶۲/۳	-۳۷/۶	-۱۳۶/۲	۲۹۶/۵	۳۶۲/۳	-۱۸/۲	-۶۵/۸	۳۶۲/۳	۶۲/۴
طالقان	۳۳۹/۲	۵۳۶/۹	-۳۶/۸	-۱۹۷/۷	۳۷۲/۶	۵۳۶/۹	-۳۰/۶	-۱۶۴	۵۳۶/۹	۶۳/۲
فردیس	۱۵۳/۴	۲۵۳/۷	-۳۹/۶	-۱۰۰/۴	۲۱۳/۹	۲۵۳/۷	-۱۵/۷	-۳۹/۹	۲۵۳/۷	۶۰/۴
کرج	۱۲۲/۳	۲۳۳/۶	-۴۷/۷	-۱۱/۳	۲۱۹/۱	۲۳۳/۶	-۶/۲	-۱۴/۵	۲۳۳/۶	۵۲/۳
نظر آباد	۳۲۲/۱	۴۶۷/۵	-۳۱/۱	-۱۴۵/۴	۳۸۲/۶	۴۶۷/۵	-۱۸/۲	-۸۴/۹	۴۶۷/۵	۶۸/۹
البرز	۲۵۱/۲	۳۸۴/۹	-۳۴/۷	-۱۳۳/۷	۳۱۰	۳۸۴/۹	-۱۹/۵	-۷۵	۳۸۴/۹	۶۵/۳

* میانگین بارش بیست ساله.

جدول ۵- میزان بارش بیست ساله استان البرز.

سال	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
بارش (میلی متر)	۱۶۳	۳۱۲	۳۶۲	۳۸۵	۲۶۸	۲۵۰	۳۷۲	۱۸۶	۳۴۵	۳۴۸	۳۴۵
سال	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	
بارش (میلی متر)	۳۷۵	۳۵۰	۲۲۵	۱۷۵	۳۰۵	۲۴۱	۴۵۰	۴۴۵	۴۱۲	۲۲۳	

اطلاعات میزان بارش بیست ساله استان البرز نشان می دهد میانگین تغییرات میزان بارش ها در استان حدود ۳۲۶ میلی متر بوده است. گرچه این میزان بارش نسبت به میانگین کشوری بالاتر است، اما با توجه به تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش دما و کاهش بارش ها در

سراسر کشور و بویژه کاهش نزولات آسمانی در فصل زمستان (برف) و همچنین افزایش مصرف آب در سایر بخش های خانگی و صنعتی به سبب افزایش جمعیت طی سال های اخیر، ضرورت توجه به بهره وری مصرف آب، امری انکارناپذیر خواهد بود (امیدی، ۱۳۹۹).

تولیدات زراعی و باغی استان

میزان تولیدات زراعی و باغی استان البرز نشان می دهد در طی یک بازه زمانی یازده ساله تولیدات زراعی و باغی استان رشد نزدیک به دو برابری داشته است.این حجم افزایش تولید خود ناشی ازعوامل متعددی می باشد. گرچه بکارگیری فناوری های نوین، اقتصادی بودن تولید، نزدیکی به بازار مصرف، حمل و نقل آسان و سریع ... بخشی از علل افزایش تولید محسوب می شوند. اما سهم توسعه گلخانه ها و تولید در شرایط کنترل شده در این رشد هم نقش بسزایی داشته است.

جدول ۶- اطلاعات یازده ساله میزان تولیدات زراعی و باغی استان البرز (هزار تن) (منبع: سیمای کشاورزی استان البرز).

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱
تولید زراعی (هزارتن)	۶۲۰	۸۱۰	۹۸۲	۹۸۵	۸۸۵	۸۹۰	۸۹۲	۸۹۵	۸۸۷	۱۱۲۰	۹۱۰	۱۱۹۵
تولید باغی (هزارتن)	۳۸۵	۳۸۸	۴۰۰	۴۷۲	۴۸۳	۴۸۵	۴۹۱	۴۷۵	۴۸۷	۴۹۰	۴۷۵	۵۹۵

جدول ۷- میزان تولیدات گیاهی به تفکیک زراعی و باغی استان البرز در سال ۱۴۰۱ (منبع: سیمای کشاورزی استان البرز).

عنوان	زراعی	باغی
سطح دیم (هکتار)	۸۶۴	-
سطح آبی (هکتار)	۳۶۰۰۰	۱۲۵۰۰
جمع سطوح (هکتار)	۳۶۸۶۴	۱۲۵۰۰
میزان تولیدات (تن)	۱۱۸۸۰۰۰	۶۷۵۰۰۰
مجموع تولیدات زراعی و باغی (تن)	۱۷۵۵۰۰۰	

تولیدات گلخانه‌ای استان

جدول ۸- سطح زیر کشت محصولات گلخانه ای استان در سال ۱۴۰۱ (۴۰۵ هکتار گل) (منبع.سیمای کشاورزی استان البرز).

محصول	سبزی و صیفی	توت فرنگی	گیاهان دارویی	میوه (بری)	نهال کشت بافتی	نشای مکانیزه	گل و گیاهان زینتی
سطح(هکتار)	۱۶۶	۹۶/۲	۱/۴۸	۱	۲	۴۵	۹۴/۱
تولید (تن/ اصله/گلدان)	۶۳۱۴۳	۹۱۴۰	۱۸	۱۷	۱۸۲۰۰۰	۲/۳ میلیارد	۱۱۴ میلیون

جدول های شماره ۷ و ۸ اطلاعات میزان تولیدات گیاهی به تفکیک زراعی و باغی استان البرز در سال ۱۴۰۰ را نشان می دهد. برابر اطلاعات فوق حدود ۴۰ درصد تولیدات گیاهی استان در بخش باغبانی است. در این میان سهم محصولات گلخانه ای و تولید در شرایط کنترل شده حایز اهمیت می باشد. حجم و میزان بالای تولید نشای محصولات سبزی و صیفی (۲.۳ میلیارد عدد در سال) و گل و گیاهان زینتی (۱۱۴ میلیون عدد) بمنظور تامین نشای مورد نیاز در استان البرز و همچنین انتقال به سایر استان ها بر ضرورت توجه و برنامه ریزی صحیح جهت ارتقای بهره وری آب در گلخانه ها و سایر محیط های کنترل شده دلالت دارد.

با توجه به مسایل روز دنیا و کشورمان همچون امنیت غذایی، بحران آب، تغییرات اقلیم، مصرف انرژی و ... موضوع سیاستگذاری در توسعه گلخانه ها در کشور مطرح و اجرایی شدن آن در دستور کار می باشد. یکی از راه های افزایش بهره وری آب، انتقال کشت محصولات

سبزی و صیفی از فضای باز به گلخانه و محیط های کنترل شده می باشد(قشلاقی و همکاران،۱۳۷۹). در صورت حمایت از تولیدکنندگان و بکارگیری مشوق ها و الزامات لازم می توان بهره وری مصرف آب را بالا برد. توسعه هوشمندانه و ایجاد گلخانه برای تولید محصولات کشاورزی به دلایل متعددی امکان کنترل عوامل اقلیمی و جلوگیری از پدیده‌های اقلیمی، استفاده مؤثرتر از منابع آب و خاک، امکان کاربرد مناسب‌تر نهاده‌ها (انرژی، کود، سم، بذر و....) و امکان تولید در خارج از فصل، جایگاه ویژه‌ای به این نوع از تولیدات داده است (مسگر، ۱۳۸۸). به‌طوری که کشت گلخانه‌ای به‌عنوان یک روش تولید متفاوت همراه با بهره‌وری بسیار زیاد، در سال‌های اخیر، مورد توجه جدی قرار گرفته و در حال توسعه است. گرچه میزان مصرف آب در یک واحد گلخانه بیشتر از یک واحد مزرعه است اما میزان مصرف آب به ازای یک واحد تولید محصول در گلخانه بسیار کمتر از یک واحد تولید محصول در مزرعه است. البته لازم به ذکر است با کاهش سطح کشت محصول مورد نظر در مزرعه، سطح زیر کشت محصول مذکور در گلخانه افزایش یابد تا به اهداف مورد نظر در توسعه گلخانه ها دست پیدا کرد. اکثر گلخانه های تولید محصولات سبزی و صیفی در محدوده استان دارای کشت خاکی می باشند. در این سیستم کشت آبیاری با استفاده از نوار های تیپ صورت می گیرد. که در مدیریت زمان بندی آبیاری و بهینه سازی مدیریت مصرف آب نقش مهمی دارد. لازم است گلخانه های در حال احداث بصورت هوشمند باشند تا در مصرف آب و انرژی و کاهش ضایعات موثر باشند (زارعی، ۱۳۹۹). همچنین بازار هدف که قطعا بازارهای بین المللی است باید از قبل دیده شده باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به موارد فوق و در راستای افزایش بهره وری و کاهش مشکلات تولید، توسعه گلخانه های مدرن و هوشمند بویژه برای تولید محصولات لوکس و صادراتی، تقویت واحدهای تولید نهال و نشای سالم و عاری از ویروس، تولید انواع بذور اصلاح شده سبزی و صیفی مناسب گلخانه، ایجاد شهرک های تولید، توسعه صنایع تبدیلی و تکمیلی واحدهای فرآوری محصولات گلخانه ای، ارتقای کیفیت تولید، از طریق فرآوری و بسته بندی محصولات گلخانه ای، توسعه و تقویت فعالیت های دانش بنیان، آزمایشگاهی، استاندارد سازی، گواهی کیفیت، برند سازی و حمایت از تولید کنندگان محصولات سالم و ارگانیک، توسعه بوم گردی و گردشگری کشاورزی، اولویت بخشی برنامه ها و اهتمام و توجه جدی سیاستگذاران و مدیران محترم استانی در توسعه متوازن و پایدار تولید در گلخانه ها و محیط های کنترل شده، ضروری است.

منابع

امیدی، ف. و همایی، م. ۱۳۹۹. تأثیر کم‌آبیاری بر قیمت آب آبیاری و بهره‌وری آب. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۶(۲): ۳۱۲-۳۲۲.

بی‌نام. ۱۳۹۸. بررسی شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی آب، انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در دو اقلیم گرم و خشک (دشت شریف‌آباد قم) و معتدل و مرطوب (دشت ساری مازندران).

حبیبی، س.، خوش‌روش، م. و نوری خواجه‌بلاغ، ر. ۱۳۹۲. پژوهش آب در کشاورزی.

زارعی، ق. ۱۳۹۶. چالش‌های سازه‌ای گلخانه‌ها در ایران. پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲(۲): ۱۴۹-۱۶۲.

زارعی، ق. ۱۳۹۹. نقشه راه توسعه گلخانه‌ها در منطقه‌های ساحلی جنوب کشور با اقلیم گرمسیری. پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۵(۲): ۱۳۶-۱۵۱.

سازمان جهاد کشاورزی استان البرز. ۱۴۰۲-۱۴۰۱. سیمای کشاورزی استان البرز.

قشلاقی، ن.، دهقانی، م.ر. و احمدی، ث. ۱۳۷۹. بررسی امکان کشت گیاهان دارویی با استفاده از روش هیدروپونیک در گلخانه و فضای باز به منظور کاهش مصرف آب و افزایش راندمان تولید. تهران، ایران: مراکز جهاد دانشگاهی.

مسگر، م. و روستا، ا. ۱۳۸۸. بحران آب و اهمیت بهره‌وری آب کشاورزی در مناطق دچار خشکسالی و مقایسه (مطالعه موردی: شهرستان‌های آباده–نی‌ریز). همایش ملی مدیریت بحران آب.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Relative Advantage of Greenhouse Production Development in Alborz Province

Seyyed Hassan Mousavi[1*]
1. Greenhouse and Controlled Enviroments Research Center, Department of Post Harvest Phisiology& Tecnology. Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: mousavi218@yahoo.com*

Abstract

Today, due to the limitations of water resources and the need to increase production in order to maintain and improve the level of food security, water consumption management is necessary, especially in the agricultural sector. According to experts, improving the efficiency of water consumption is one of the most important ways to adapt to the climatic conditions and water scarcity. During the past years, many valuable actions and activities have been carried out in the optimal use of water or improving the efficiency of water use. The development of greenhouses and modern irrigation systems has been one of these measures. Of course, their effectiveness depends on compliance with their technical standards. Paying attention to the quantity and quality of water, soil, climate, and economic and social issues, structure and equipment and compliance with technical principles, operation and maintenance should be given serious attention in order to achieve the goals of increasing productivity and reducing withdrawal from water resources. Creating a greenhouse to produce agricultural products for several reasons, including; The possibility of controlling climatic factors and preventing the phenomena of frostbite and heatstroke, more effective use of water and soil resources, the possibility of more appropriate use of other inputs (energy, fertilizer, poison, seeds, etc.) and the possibility of production outside the time conditions, a special place given to this type of production. Alborz province due to having many advantages such as suitable climatic conditions, very suitable consumption market for greenhouse products, appropriate penetration of new technologies and knowledge of production in various sub-sectors of agriculture, existence of agricultural research institutes, etc. has a very favorable capacity and potential for greenhouse development in the country.

Keywords: Greenhouse, Productivity, Vegetables, Water.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

استراتژی توسعه تولید گل رز در ایران

سحر میرزایی[1*] و مسعود لطیفیان[2]

۱- پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران
۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *sahar_mirzaei81@yahoo.com*

چکیده

در حال حاضر گل رز یکی از محبوب‌ترین گل‌های جهان است و بیشترین میزان تولید را نسبت به سایر گل‌ها دارد و می‌تواند انتخاب مناسبی برای تولید همراه با سودآوری مطمئن باشد. لذا در این پروژه، به‌منظور رفع نابسامانی‌های موجود و ارتقای بهره‌وری، تدوین استراتژی توسعه تولید گل رز، در سه مرحله انجام شد. در مرحله اول، وضعیت فعلی سیستم تولید گل رز در کشور بررسی شد. در مرحله دوم، به ترسیم وضعیت مطلوب در بازار پرداخته و نقاط ضعف و قوت بررسی گردید. سپس در مرحله سوم، با توجه به نتایج حاصل از مراحل قبل، استراتژی توسعه تولید گل رز، تدوین‌گردید. با توجه به نتایج، پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط متخصصان (۳۰ پرسشنامه تهیه و در بین گلخانه‌دارن مختلف توزیع گردید) و در نهایت از طریق تدوین استراترژی تولید گل رز بر اساس مدل میلتنبرگ، با ارائه راهکارهای عملیاتی سیستم کنونی تولید می‌تواند به سیستم تولید مطلوب تغییر یابد. ازجمله راهکارهای عملیاتی می‌توان به مکانیزه کردن مزارع تولید رز، استفاده از رویکردهای دیجیتالی، توسعه بازارهای صادراتی به کشورهای همسایه اشاره کرد. همچنین حمایت و پشتیبانی از توسعه سرمایه گذاری و آموزش کافی به فعالین این حوره برای اجرای مناسب روشهای جریان پیوسته و صنعتی و جایگزینی آن با شیوه های سنتی، تامین منابع مالی کم بهره برای تجهیز فناوری تولید و تامین نهاده های مصرفی از جمله کود، سم و خاک نیز تاثیر بسزایی دارد. از طرفی، ایجاد بانک اطلاعاتی از بازار این صنعت در جهت تسهیل دسترسی تولیدکننده و مشتری توسط نهادهای زیربط از جمله اتاق بازرگانی، تقویت سیستم های حمل و نقل به خصوص زنجیره های تامین سرد و حمل و نقل هوایی جهت توسعه سیستم جریان پیوسته نیز میتواند در بهبود سیستم کنونی موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: استراتژی، باغبانی، تولید، سود، رز.

مقدمه

گل رز یکی از محبوب‌ترین گل‌های جهان است و بیشترین میزان تولید را نسبت به سایر گل‌ها دارد و می‌تواند انتخاب مناسبی برای تولید همراه با سودآوری مطمئن باشد (Haque et al., 2013). لذا بخش باغبانی و توجه به گل و گیاهان زینتی، همواره مورد توجه برنامه‌ریزان و دستگاه‌های اجرایی بوده و با انجام موارد ذیل، به عنوان یکی از محورهای توسعه اقتصادی و اجتماعی محسوب می‌شود. با تدوین استراتژی توسعه تولید گل رز در کشور می‌توان به رسالت، اهداف و وظایف بخش گل و گیاهان زینتی که به شرح زیر می‌باشد، با موفقیت بالاتری جامه عمل پوشاند.

انجام پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای در زمینه گل و گیاهان زینتی، بهره‌برداری از فنون پیشرفته بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک در بخش گل و گیاهان زینتی، تدوین شیوه‌های مناسب استفاده از فناوری‌های نوین توسعه گل و گیاهان زینتی متناسب با شرایط اقلیمی و جغرافیایی کشور، افزایش بهره‌وری، کاهش ضایعات و بهبود کیفی تولید محصولات و فرآورده‌های بخش گل و گیاهان زینتی، حفاظت، جمع‌آوری، ارزیابی، احیا و توسعه ذخایر توارث ژنتیکی، تنوع زیستی گیاهی و ژرم پلاسم گل‌ها و گیاهان زینتی، مطالعه و تحقیق به منظور توسعه گل و گیاهان زینتی و ارتقای جایگاه آن در اقتصاد ملی، برنامه‌ریزی و اجرای آموزش‌های علمی، کاربردی و فنی برای شاغلان بخش کشاورزی و نیز آموزش فنون نوین گل و گیاهان زینتی به تولیدکنندگان مربوطه، مطالعه و بهینه‌سازی الگوها و نظام‌های تولید و بهره‌برداری در بخش گل و گیاهان زینتی و ارزیابی و اصلاح مستمر آنها، برنامه‌ریزی و ارائه نتایج پژوهش‌های انجام شده به کارکنان، تولیدکنندگان و

بهره‌برداران بخش گل و گیاهان زینتی و نیز شناخت مسائل و مشکلات در جهت رفع آنها از طریق اجرای برنامه‌های ترویجی (Theodorou & Florou, 2008).

با تحقق برنامه‌های استراتژی تولید، امید است حتی بخشی از گلکاران خرد که دارای سرمایه‌های اندک می‌باشند، نیز بتوانند به پیشرفت در توسعه تولید محصولات خود دست یابند. در این مسیر، از یک طرف، باید به تلاش‌هایی که در گذشته برای موفقیت‌های بدست آمده انجام شده، ارج نهاد و از طرف دیگر، باید دانست که چگونه از نقاط قوت و نتایج بدست آمده برای اهداف پیش‌بینی شده آینده بخش گل و گیاهان زینتی کشورمان استفاده کرد. طرح استراتژی توسعه محصولات مختلف کشاورزی در کشورهای مختلف و ایران نیز برنامه‌ریزی و اجرا شده است. لکن طرح اختصاصی استراتژی توسعه گل و گیاهان زینتی برای اولین بار در کشورمان مطرح و اجرا می‌گردد.

مواد و روش‌ها

تدوین استراتژی، به روش میلتنبرگ (Miltenburg,۱۹۹۵) یک چارچوب کامل برای تجزیه و تحلیل وضع موجود تولید و همچنین توسعه یک استراتژی برای بهبود سیستم تولیدی می‌باشد .تدوین استراتژی میلتنبرگ از طریق موارد زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد: تجزیه و تحلیل وضع فعلی عملیات، ایجاد و ارزیابی استراتژی‌های گوناگون، تجزیه و تحلیل استراتژی‌های رقبا، توسعه یک استراتژی تولیدی کامل. بر اساس مدل میلتنبرگ، یک روش برای توسعه یک استراتژی تولیدی کامل که بتواند در عمل به خوبی کار کند، شامل سه گام کلی ذیل می‌باشد:

مرحله اول (شناخت وضع موجود): با استفاده از مشاهده مستقیم از فرایند تولید گل رز و مصاحبه با خبرگان و بهره‌گیری از مدل هایس و ویل‌رایت وضعیت سیستم تولیدی فعلی صنعت گل رز تعیین شد (Hayes & Wheelwright,1979).

مرحله دوم (تعیین وضع مطلوب): بعد از تعیین وضعیت جاری، نوبت به بررسی وضعیت مطلوب می‌رسد که مدیریت تلاش دارد به آنجا برسد.

مرحله سوم (تعیین چگونگی رسیدن از وضع موجود به وضع مطلوب): در این مرحله با توجه به دو مرحله قبل می‌باید راهبردهای بهبود را ارائه نمود. برای این منظور لازم است متناسب با ویژگی‌های سیستم تولیدی، در هر یک از اهرم‌های شش‌گانه تولیدی (منابع انسانی، کنترل و ساختار سازمانی، منبع‌یابی، کنترل و برنامه‌ریزی تولید، تکنولوژی فرآیند، تسهیلات)، تعدیلاتی ایجاد کرد.

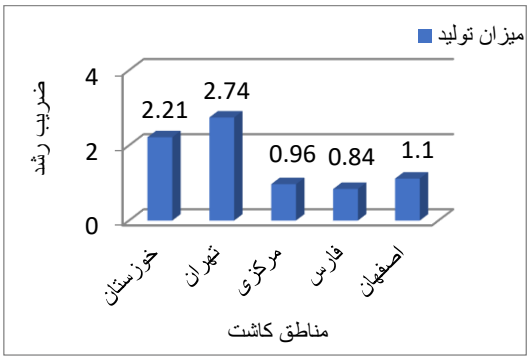
نتایج و بحث

وضعیت جاری گل رز در کشور

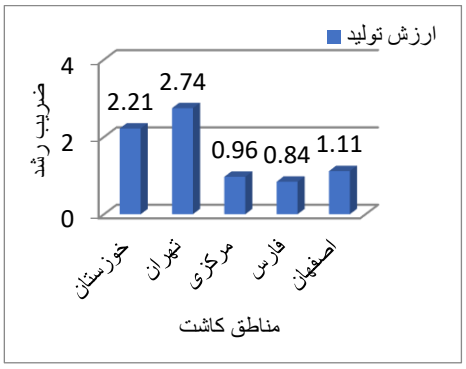
شاخص میزان تولید گل رز: میزان تولید گل رز در کشور در سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹بررسی شد. طبق نتایج، به ترتیب استان‌های خوزستان، تهران، مرکزی، اصفهان و فارس به طور متوسط با مقادیر (۲۰۰/۷، ۱۴۰/۷، ۷۳/۷، ۳۳/۴ ، ۳۳/۰ میلیون شاخه گل) بالاترین میزان تولید گل رز را در کشور داشتند. همچنین طی سالهای ۹۷ تا ۹۹ میزان تولید گل رز به طور متوسط از ۶۸/۴ میلیون شاخه گل در سال ۹۷ و ۹۶/۴ میلیون شاخه گل در سال ۹۸ به ۱۲۴/۰ میلیون شاخه گل در سال ۱۳۹۹ رسیده است. با بررسی ضریب رشد میزان تولید گل رز در مناطق کاشت (شکل ۱)، مشاهده شد، بیشترین ضریب رشد میزان تولید گل رز (۲/۷۴) در استان تهران و کمترین ضریب رشد متعلق به استان فارس (۰/۸۴) بود. همچنین مشاهده شد ضریب رشد میزان تولید گل رز در همه مناطق کاشت، اقتصادی بوده است.

شاخص میزان ارزش تولید گل رز: میزان ارزش تولید گل رز در کشور در سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹بررسی شد. طبق نتایج، به ترتیب استان‌های خوزستان، تهران، مرکزی، اصفهان و فارس به طور متوسط با مقادیر (۱۴۰۴/۷، ۹۸۴/۹، ۵۱۵/۹، ۲۳۳/۶ ، ۲۳۰/۸ میلیارد تومان) بالاترین میزان ارزش تولید گل رز را در کشور داشتند. همچنین طی سالهای ۹۷ تا ۹۹ میزان ارزش تولید گل رز به طور متوسط از ۱۳۸/۹ میلیارد تومان در سال ۹۷ و ۱۶۰/۶ میلیارد تومان در سال ۹۸ به ۱۸۱/۰ میلیارد تومان در سال ۱۳۹۹ رسیده است. با بررسی ضریب رشد میزان ارزش تولید گل رز در مناطق کاشت (شکل ۲)، مشاهده شد، بیشترین ضریب رشد میزان ارزش تولید گل رز (۲/۷۴) در استان

تهران و کمترین ضریب رشد متعلق به استان فارس (۰/۸۴) بود. همچنین مشاهده شد ضریب رشد میزان ارزش تولید گل رز در همه مناطق کاشت، اقتصادی بوده است.



شکل ۱- ضریب رشد میزان تولید گل رز در مناطق کاشت.



شکل ۲- ضریب رشد ارزش تولید گل رز در مناطق کاشت.

پیش‌بینی وضعیت تولید گل رز

شاخص میزان تولید گل رز: به منظور بررسی روند میزان تولید گل رز، شاخص مزیت تولید تا سال ۱۴۱۰ محاسبه و در نمودار ۶ ترسیم شد. طبق نتایج، مشاهده شد تا سال ۱۴۰۳ در تمام مناطق کاشت، روند رشد میزان تولید رز تقریبا ثابت می‌باشد. از سال ۱۴۰۴ در استان تهران، مرکزی و فارس، افزایش میزان تولید گل رز مشاهده می‌شود و این روند صعودی تا سال ۱۴۱۰ افزایش می‌یابد. به‌طوری که سطح میزان تولید گل رز در استان تهران ۵۱۱۴۷/۴، مرکزی ۴۶۵۹۴/۶ و فارس ۲۴۷۱۷/۴ میلیون شاخه گل رز می‌شود. اما روند مشابهی برای سایر مناطق کاشت پیش‌بینی نمی‌شود. به‌گونه‌ای که تا سال ۱۴۱۰ افزایش قابل ملاحظه‌ای در سطح زیر کشت رز در سایر مناطق مشاهده نمی‌شود و در مناطق خوزستان و اصفهان به ترتیب ۳۷۹/۱ و ۴۱۲/۱ میلیون شاخه گل رز خواهد بود. طبق نمودار ۶ مشاهده می‌شود که ظرف ده سال آینده، بر اساس روند پیش‌بینی شده در افزایش سطح زیر کشت گل رز، تنها در استان تهران، مرکزی و فارس به وضعیت مطلوب می‌توان رسید و در سایر مناطق چشم‌انداز روشنی مشاهده نمی‌شود.

شاخص ارزش تولید گل رز: به منظور بررسی روند ارزش تولید گل رز، شاخص مزیت تولید تا سال ۱۴۱۰ محاسبه و در نمودار ۸ ترسیم شد. طبق نتایج، مشاهده شد تا سال ۱۴۰۴ در تمام مناطق کاشت، روند رشد ارزش تولید گل رز تقریبا ثابت می‌باشد. از سال ۱۴۰۵ در استان تهران، مرکزی و فارس افزایش ارزش تولید گل رز مشاهده می‌شود و این روند صعودی تا سال ۱۴۱۰ افزایش می‌یابد. به‌طوری که ارزش تولید گل رز در استان تهران ۳۷۹۰۳۲/۱، مرکزی ۳۲۶۱۶۲/۲ و فارس ۱۷۳۰۲۱/۹ میلیارد تومان می‌شود. اما روند مشابهی برای سایر مناطق کاشت پیش‌بینی نمی‌شود. به‌گونه‌ای که تا سال ۱۴۱۰ افزایش قابل ملاحظه‌ای در ارزش تولید گل رز در سایر مناطق مشاهده نمی‌شود و در مناطق خوزستان و اصفهان به ترتیب ۲۶۲۵/۴ و ۲۸۸۴/۸ میلیارد تومان خواهد بود. طبق نمودار ۸ مشاهده می‌شود که ظرف ده سال آینده، بر اساس روند پیش‌بینی شده در افزایش ارزش تولید گل رز، تنها در استان تهران، مرکزی و فارس به وضعیت مطلوب می‌توان رسید و در سایر مناطق چشم‌انداز روشنی مشاهده نمی‌شود.

تدوین استراتژی جهت توسعه تولید گل رز

با توجه به نتایج حاصله، تولید و بازاریابی گل رز، در مقایسه با تولیدکنندگان رقیب جهانی در مرتبه بسیار پائینی قرار دارند .به منظور بهبود فروش و بازاریابی گل رز به خصوص در بازارهای خارجی و توسعه صادرات، ضروری است که راهکارهای موثری در جهت حل مشکلات و تنگناهای تولید و بازاریابی برداشته شود و برای این منظور می توان مطابق با کاربرگ میلتنربرگ راهکارهای عملیاتی مانند مکانیزه کردن مزارع تولید رز، استفاده از رویکردهای دیجیتالی همچون حسگرهای کنترل کشت گل جهت کاهش ضایعات، توسعه بازارهای صادراتی به کشورهای همسایه را ارائه نمود.

توسعه نیافتگی صادرات گل رز زینتی ناشی از تولید به روشهای غیر صنعتی و مبتنی بر تجهیزات می‌باشد. بنابراین ضروریست شیوه تولید گل رز از سنتی و مبتنی بر تجهیزات به سیستم جریان پیوسته و صنعتی در جهت بهبود صادرات، بازاریابی و فروش محصولات تغییر یابد. همچنین با توجه به جایگاه شاخص های منابع انسانی در کاربرگ میلتنبرگ، حمایت و پشتیبانی از توسعه سرمایه گذاری و آموزش کافی به فعالین این حوره برای اجرای مناسب روشهای جریان پیوسته و صنعتی و جایگزینی آن با شیوه های سنتی کاملا ضروریست. همچنین جهت استقرار سیستم تولید جریان پیوسته، ضروریست فراهم کردن و تامین منابع مالی کم بهره برای تجهیز فناوری تولید و تامین نهاده های مصرفی از جمله کود، سم و خاک در دستور کار سیاست گذاران قرار گیرد. همچنین ضروریست در سیاست های ارزی این صنعت جهت تسهیل صادرات و تعدیل نرخ ارز در شرایط تورمی برای آنها اقدامات مقتضی در دستور کار قرار گیرد. همچنین با توجه به اهمیت تغییر سیستم تولیدی مطابق با کاربرگ نهایی، ایجاد بانک اطلاعاتی از بازار این صنعت در جهت تسهیل دسترسی تولیدکننده و مشتری توسط نهادهای زیربط از جمله اتاق بازرگانی پیشنهاد می‌گردد. همچنین جهت توسعه سیستم جریان پیوسته ضروریست سیستم های حمل و نقل موجود در این صنعت به خصوص زنجیره های تامین سرد و حمل و نقل هوایی تقویت گردد. با توجه به تحلیل‌های ارائه‌شده، مشخص شد که سیستم تولید صنعت گل زینتی باید از سیستم مبتنی به تجهیزات، به سیستم جریان پیوسته (CF) تبدیل شود. برای این منظور لازم است متناسب با ویژگی‌های سیستم تولیدی جریان پیوسته، در هر یک از اهرم‌های تولیدی تعدیلاتی ایجاد کنیم

منابع

Hayes, R. H., and Wheelwright, S.C. 1979. Link manufacturing process and product life cycles, Harvard Business Review, 57(1):133–140.

Haque, M. A., Miah, M., Hossain, S. and Alam, M. 2013. “Profitability of rose cultivation in some selected areas of Jessore district,” Bangladesh J. Agril. Res., 38(1): 165-174 ,

Miltenburg J. 1995. Manufacturing strategy, Productivity press, Portland, OR.

Theodorou, P., & Florou, G. 2008. Manufacturing strategies and financial performance—The effect of advanced information technology: CAD/CAM systems Omega, 36: 107 – 121 .

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Strategic plan for development of rose production in Iran

Sahar Mirzaei[1*] and Masoud Latifian[2]
1. Ornamental Plants Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Corresponding Author: sahar_mirzaei81@yahoo.com

Abstract

Rose (*Rosa* spp.) is currently one of the most popular flowers in the world and has the highest production compared to other flowers and can be a good choice for production with a sure profitability. Therefore, in this project, in order to eliminate these problems and improve productivity, a strategy for developing rose flower production was developed in three stages. In the first stage, the current situation of the rose production system in the country was examined. In the second stage, the favorable situation in the market was mapped and the strengths and weaknesses were examined. Then, in the third stage, according to the results of the previous stages, a strategy for the development of daffodil flower production was developed. According to the results, questionnaires completed by experts (30 questionnaires were prepared and distributed among different greenhouse owners) and finally through the production strategy of narcissus flower according to Miltenberg model, by providing operational solutions, current production system can be changed to the desired production system. Among the operational solutions, we can mention the mechanization of daffodil production farms, use of digital approaches and development of export markets to neighbor countries. Also, support and investment development and adequate training for farmers to implement continuous and industrial flow methods and replacing traditional methods by them, providing low-interest financial resources to equip production technology and supply of consumer inputs such as fertilizers, pesticides and soil has a great impact. On the other hand, creating a database of the industry market to facilitate producer and customer access by relevant institutions, such as the Commerce office, strengthening transportation systems, especially cold supply chains and air transport to develop a continuous flow system, can also improve the current system effectively.

Keywords: Horticulture, Production, Profit, Rose, Strategy.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی ریحان به کاربرد اسید آسکوربیک و گلایسین

سبا ابراهیم‌زاده[۱]، وحید اکبرپور[۱]* و محمدکاظم سوری[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران
*نویسنده مسئول: *v_akbarpour60@yahoo60.com*

چکیده

ریحان یکی از گیاهان دارویی - سبزی ارزشمند از خانواده نعناعیان می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد اسید آسکوربیک و گلایسین بر صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی ریحان در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: شاهد یک (بدون کود و محرک رشدی)، شاهد دو با کود (نیترات پتاسیم، پتاسیم فسفات و اوره)، اسید آسکوربیک و گلایسین در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ در هزار، ترکیب اسید آسکوربیک و گلایسین (هرکدام ۰/۵ در هزار)، و کاربرد مجزای اسید آسکوربیک و گلایسین با غلظت ۰/۵ در هزار همراه با ۲۵٪ کود بوده است. بر اساس نتایج ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، فلاونوئید، فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردیدند. بیشترین مقادیر صفات مورفوفیزیولوژیک و صفات فیتوشیمیایی در محلول‌پاشی گلایسین ۱ در هزار می‌باشد. همچنین برای فلاونوئید و فنل تیمار کاربرد همزمان اسید آسکوربیک و گلایسین در غلظت ۰/۵ در هزار نیز بوده است. کمترین میزان برای ارتفاع، فلاونوئید، فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای اسید آسکوربیک در غلظت یک در هزار بود. کمترین وزن تر و خشک در شاهد یک (بدون کاربرد هیچگونه کود و محرک رشدی) بدست آمده است. به طور کلی، کاربرد اسید آسکوربیک و گلایسین تأثیرات مثبت و معنی‌دار بر خصوصیات ریحان داشتند.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، ریحان، گلایسین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل.

مقدمه

ریحان (*Ocimum bassilicun*) گیاهی از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که به‌عنوان یک گیاه دارویی پرکاربرد در طب سنتی و طب نوین شناخته می‌شود. ترکیبات شیمیایی اصلی موجود در ریحان شامل ترپنوئیدها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، تانن‌ها، ترکیبات فنلی، گلیکوزیدهای قلبی، ساپونین‌ها و استروئیدها می‌باشد که نقش موثری در اثرات دارویی این گیاه دارند (Zhakipbekov et al., 2024).

اسید آسکوربیک، ویتامینی محلول در آب و از آنتی‌اکسیدان‌های اصلی گیاهان است که همراه با گلوتاتیون و آلفاتوکوفرول در چرخه آسکوربات-گلوتاتیون نقش دارد و با خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن، از سلول‌های گیاهی در برابر آسیب‌های اکسیداتیو محافظت می‌کند (پارساجو و همکاران، ۱۴۰۱). مکمل برگی اسید آسکوربیک همراه با سلنیوم در گیاهان ریحان، بر متابولیسم گیاه تأثیر می‌گذارد. افزایش ارزش غذایی و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی مقاومت در برابر شرایط تنش را بهبود می‌بخشد (Ardebili at el., 2015). استفاده از اسید آسکوربیک در شرایط تنش خشکی در گیاه گوجه فرنگی باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی و با کاهش پراکسیداسیون لیپیدها، نشت یونی و تجمع پراکسید هیدروژن، به حفظ یکپارچگی غشاهای سلولی و بهبود جذب مواد مغذی کمک کرد (دانشمند، ۱۳۹۳).

اسیدهای آمینه نقش‌های متنوعی در متابولیسم گیاهان دارند و اخیراً کودهای مبتنی بر اسید آمینه عمدتاً در سیستم‌های تولید محصولات زراعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Aghaye Noroozlo et al., 2019). گلایسین، ساده‌ترین و یکی از پرکاربردترین

اسیدآمینه‌ها در کشاورزی است که بیشتر به‌صورت آمینوکلات در تولید کودهای کلاته مورد استفاده قرار می‌گیرد (Souri, 2016). کاربرد گلایسین در گیاهان موجب افزایش وزن بخش هوایی، بهبود سطح برگ، افزایش محتوای کلروفیل و ارتقای جذب عناصر غذایی می‌شود. علاوه بر این، گلایسین دارای اثرات محافظتی در سطح سلولی، جلوگیری از مرگ سلول و تقویت پاسخ‌های دفاعی گیاه است که

می‌تواند بر فرآیندهای مرتبط با بیماری‌های گیاهی تأثیرگذار باشد. همچنین در این مطالعه نشان داده شد که محلول‌پاشی گلایسین یا گلوتامین باعث بهبود رشد گیاه ریحان گردیده است (Aghaye Noroozlo et al., 2019). صفوت و همکاران بیان داشتند پرولین اگزوژن و گلایسین بتائین باعث بهبود پارامترهای فیزیولوژیکی و کاهش آسیب اکسیداتیو شدند (Safwat et al., 2022).

ریحان یکی از گیاهان دارویی ـ سبزی ارزشمند و اقتصادی فصل گرم می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کاربرد اسید آسکوربیک و گلایسین بر گیاه ریحان انجام شد تا بهبود ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی این گیاه بررسی شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اسید آسکوربیک و اسید آمینه گلایسین بر بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه ریحان، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در فصل پاییز ۱۴۰۳ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش، اسید آسکوربیک و اسیدآمینه گلایسین با ۵ تکرار اجرا گردیده است. ترکیب تیماری آزمایش انجام شده به این صورت بوده است: شاهد یک (بدون کاربرد هیچگونه کود و محرک رشدی) (A_1)، شاهد دو (کاربرد نیترات پتاسیم، پتاسیم فسفات و اوره) (A_2)، اسید آسکوربیک در غلظت نیم در هزار (A_3)، اسیدآمینه گلایسین در غلظت نیم در هزار (A_4)، اسید آسکوربیک در غلظت یک در هزار (A_5)، محلول‌پاشی اسید آمینه گلایسین در غلظت یک در هزار (A_6)، اسید آسکوربیک و گلایسین هر کدام نیم در هزار (A_7)، اسید آسکوربیک نیم در هزار به‌علاوه مصرف ۲۵٪ کودی (A_8) و گلایسین نیم در هزار به‌علاوه مصرف ۲۵٪ کودی (A_9). خاک مورد استفاده از ترکیب خاک مزرعه (۸۰٪) و ماسه شسته (۲۰٪) بدست آمده است. پس از بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تیمارهای کودی نیترات پتاسیم و پتاسیم فسفات قبل از کاشت و اوره در مرحله ۵-۴ برگی به‌صورت کود آبیاری به گلدان‌های مشخص اعمال شد.

اعمال تیمارها در مرحله ۴-۳ برگی به‌صورت محلول‌پاشی و تا قبل از مرحله گلدهی، هر ۷ روز یک‌بار در اوایل صبح انجام گردید. در انتهای دوره رشد رویشی گیاه به منظور بررسی اثر تیمارهای مورد مطالعه بر صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی ریحان، نمونه‌ها جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. صفات مورفوفیزیولوژیکی مورد ارزیابی شامل اندازه‌گیری ارتفاع گیاه بود که با استفاده از خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر انجام شد. وزن تر نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دقیق با دقت سه رقم اعشار اندازه‌گیری گردید. برای تعیین وزن خشک، پس از توزین اولیه، نمونه‌ها در آون با دمای ثابت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و سپس مجدداً توزین شدند. در خصوص اندازه‌گیری صفات فیتوشیمیایی گیاه ریحان، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل نمونه‌ها با استفاده از روش DPPH ارزیابی شد (Lee et al., 2003). همچنین، محتوای فلاونوئید به روش شیمیایی آلومینیوم کلراید طبق استانداردهای موجود اندازه‌گیری شد (Singleton et al., 1999). برای تعیین میزان فنل کل، از روش فولین-سیوکالتیو استفاده شده است (Slinkard & Singleton, 1997).

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 و رسم نمودارها با نرم افزار EXCEL صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار (LSD) انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج جدول ۱، تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردیدند.

باتوجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲)، بیشترین میزان برای صفات مورفوفیزیولوژیک در محلول‌پاشی گلایسین یک در هزار بوده است. مقادیر حاصل شده از این تیمار برای ارتفاع بوته ۲۳/۸ سانتی‌متر، وزن تر ۱۱/۵۸۷ گرم و وزن خشک ۱/۶۱۸ گرم می‌باشند. ارتفاع۱۸/۰۷ سانتی‌متر با کاربرد اسید آسکوربیک یک در هزار، دارای کمترین میزان بوده است. همچنین شاهد یک کمترین وزن تر و خشک (به ترتیب ۵/۳۵۱ و ۰/۵۲۵ گرم) را به همراه داشته است. این امر نشان‌دهنده اهمیت استفاده از مواد مغذی و محرک‌های رشدی برای بهبود رشد گیاهان است.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کاربرد اسید آسکوربیک و گلایسین بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی ریحان.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	فلاونوئید	فنل	فعالیت آنتی‌اکسیدانی
تیمارها	۸	۱۸/۳۴**	۱۹/۴۷**	۰/۴۳**	۳۷۸/۳۰**	۲۲۳/۸۵**	۵۰/۰۹**
خطا	۳۶	۱/۱۱	۱/۲۰	۰/۰۴	۳/۹۳	۳/۸۳	۱/۷۲
ضریب تغییرات	–	۵/۰۶	۱۲/۶	۱۸/۹	۷/۲	۱۴/۷	۱/۴

ns، ** و * به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

افزایش ارتفاع در اثر گلایسین را می‌توان به نقش آن در تحریک رشد سلولی و افزایش سنتز پروتئین نسبت داد. همچنین مطالعه‌ای توسط Aghaye Noroozlo و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که محلول‌پاشی گلایسین با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر گلایسین با افزایش سنتز کلروفیل و بهبود جذب نیتروژن، رشد رویشی گیاه را تحریک می‌کند و موجب افزایش وزن تر و خشک ساقه در ریحان شیرین شده است.

نتایج بدست آمده نشان داد که بالاترین میزان فلاونوئید و فنل در کاربرد گلایسین یک در هزار و کاربرد همزمان اسید آسکوربیک و گلایسین در غلظت نیم در هزار حاصل گردید. به ترتیب برای فلاونوئید ۳۷/۶ و ۳۹/۹ میلی گرم کوئرسیتین بر وزن خشک و فنل ۲۲/۵ و ۲۳/۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر وزن خشک می‌باشند. پایین‌ترین میزان فلاونوئید و فنل با محلول‌پاشی اسید آسکوربیک یک در هزار (به ترتیب ۱۰/۶۲ میلی گرم کوئرسیتین بر وزن خشک و ۳/۷ میلی‌گرم گالیک اسید بر وزن خشک) بدست آمده است. بیشترین درصد فعالیت آنتی اکسیدانی (۹۴/۰۸٪) نیز مانند صفات دیگر در محلول‌پاشی گلایسین یک در هزار حاصل شد. کمترین میزان آن با ۸۲/۸٪ برای محلول‌پاشی اسید آسکوربیک یک در هزار بود (جدول ۲).

Munir و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که کاربرد اسید آسکوربیک در شرایط تنش شوری می‌تواند فعالیت آنتی‌اکسیدانی و رشد ریحان را بهبود بخشد، ولی غلظت‌های بالا می‌تواند به سمیت و اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی منجر شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر کاربرد اسید آسکوربیک و گلایسین بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی ریحان.

تیمارها	ارتفاع (سانتی‌متر)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	فلاونوئید (میلی گرم کوئرسیتین بر وزن خشک)	فنل (میلی‌گرم گالیک اسید بر وزن خشک)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)
A_1	۱۹/۸^{e}	۵/۳۵۱^{c}	۰/۵۲۵^{d}	۲۱/۷^{e}	۷/۵^{d}	۸۷/۵^{cd}
A_2	۱۹/۷^{e}	۷/۸۷۱^{b}	۰/۹۵۲^{c}	۲۳/۸^{de}	۷/۸^{d}	۸۵/۷^{e}
A_3	۲۱/۵^{cd}	۱۰/۹۸۴^{a}	۱/۲۹۲^{b}	۲۷/۹^{bc}	۱۱/۵^{c}	۸۶/۶^{de}
A_4	۲۲/۱^{bc}	۹/۰۲۲^{b}	۱/۱۳۱^{bc}	۳۰/۵^{b}	۱۲/۹^{bc}	۸۶/۰۶^{de}
A_5	۱۸/۰۶^{f}	۶/۴۲۱^{c}	۰/۹۲۵^{c}	۱۰/۶۲^{f}	۳/۷^{e}	۸۲/۸^{f}
A_6	۲۳/۸^{a}	۱۱/۵۸۷^{a}	۱/۶۱۸^{a}	۳۷/۶^{a}	۲۲/۵^{a}	۹۴/۰۸^{a}
A_7	۲۳/۱^{ab}	۸/۷۲۵^{b}	۱/۰۰۲^{c}	۳۹/۹^{a}	۲۳/۸^{a}	۸۹/۷^{b}
A_8	۲۰/۲^{de}	۹/۱۴۰^{b}	۱/۰۵۹^{bc}	۲۵/۴^{cd}	۱۴/۰۲^{bc}	۸۹^{bc}
A_9	۱۹/۱^{ef}	۹/۱۵۸^{b}	۱/۰۳۵^{bc}	۲۹/۰۶^{b}	۱۵/۰۴^{b}	۸۹/۱^{bc}

در هر ستون اعدادی با حرف مشابه یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در آزمون LSD ندارند.

منابع

Haque, M.A., Miah, M., Hossain, S. and Alam, M. 2013. Profitability of rose cultivation in some selected areas of Jessore district. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 38(1): 165–174.

Hayes, R.H. and Wheelwright, S.C. 1979. Link manufacturing process and product life cycles. Harvard Business Review, 57(1): 133–140.

Miltenburg, J. 1995. Manufacturing Strategy. Productivity Press, Portland, OR.

Theodorou, P. and Florou, G. 2008. Manufacturing strategies and financial performance—the effect of advanced information technology: CAD/CAM systems. Omega, 36: 107–121.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation the morphophysiological and phytochemical attributes of basil to application of ascorbic acid and glycine

Saba Ebrahimzadeh[1], Vahid Akbarpour[1*] and Mohammad Kazem Souri[1]

1. Horticultural Sciences and Engineering Department, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
Corresponding author: v_akbarpour60@yahoo.com

Abstract

Basil (*Ocimum basilicum*) is one of the valuable medicinal herbs and vegetables belonging to the Lamiaceae family. This study aimed to investigate the effects of ascorbic acid and glycine application on the morphophysiological and phytochemical traits of basil in a completely randomized design with 5 replications, conducted in the greenhouse of the Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari. The experimental treatments included: control one without any fertilizers or growth stimulants, control two with fertilizers (potassium nitrate, potassium phosphate, and urea), ascorbic acid and glycine at concentrations of 0/5 and 1 g/l, a combination of ascorbic acid and glycine (each at 0/5 g/l), and the Separate application of ascorbic acid and glycine at 0.5 g/l along with 25% fertilizer. Based on the results, plant height, fresh and dry weight of aerial parts, flavonoids, phenols, and antioxidant activity were significant at the 1% level. The highest values for morphophysiological and phytochemical traits were observed in the glycine 1 g/L spray treatment. Additionally, the highest flavonoid and phenol content were observed in the combined application of ascorbic acid and glycine at 0/5 g/l. The lowest values for height, flavonoids, phenols, and antioxidant activity were found in the ascorbic acid treatment at 1 g/l. The lowest fresh and dry weights were observed in the control treatment (without any treatments). Overall, the application of ascorbic acid and glycine had positive and significant effects on the basil's characteristics.

Keywords: Antioxidant activity, Ascorbic acid, Basil, Glycine, Phenol.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی عملکرد و تعیین شاخص‌های پس از برداشت لاین‌های اصلاحی گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه

زینب چقاکبودی[1*] و سید حسن موسوی[2]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده گلخانه و محیط های کنترل شده، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *z.chaghakaboodi@razi.ac.ir*

چکیده

گوجه فرنگی گیاهی است خودگشن و دیپلوئید و بومی آمریکای مرکزی و جنوبی می باشد. امروزه گوجه فرنگی بعد از سیب زمینی رتبه دوم را از لحاظ اهمیت اقتصادی در بین سبزیجات دارا می باشد. در سالهای گذشته بدلیل بومی نبودن گوجه فرنگی و وارداتی بودن ارقام تمرکز برنامه تحقیقاتی برروی معرفی ارقام وارداتی قرار گرفته و تحقیقات اندکی روی این محصول بویژه در خصوص مشکلات و مسایل پس از برداشت آن صورت گرفته است اما با گسترش سطح زیر کشت فضای گلخانه ای نیاز به تحقیقات گوجه فرنگی آن نیز در داخل کشور امر ضروری و لازم بنظر می رسد. این پروژه با هدف بررسی شاخص های رشد و صفات بیوفیزیکی و بیوشیمیایی ارقام مورد نظر در شرایط گلخانه و تعیین شاخص های فیزیولوژیک و پس از برداشت ارقام انتخابی در گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده و بررسی های آزمایشگاهی آن در آزمایشگاه بخش صنایع غذایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی اجرا شد. صفات مورد ارزیابی براساس فرم استاندارد یادداشت برداری گوجه فرنگی شامل صفات بیوفیزیکی: وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، سفتی بافت، رنگ سنجی و صفات بیوشیمیایی: میزان pH، بریکس میوه، محتوی رطوبت، اسیدیته و میزان لیکوپن بودند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ های ۳۶-۵، ۱۸۴، yel-۱۲ از نمونه های داخلی می توانند به عنوان ژنوتیپ های برتر از نظر صنایع فراوری مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: گوجه فرنگی، ارزیابی، صفات بیوفیزیک و بیوشیمیایی، پس از برداشت.

مقدمه

گوجه فرنگی گیاهی است خودگشن و دیپلوئید از تیره *Solanaceae* با نام علمی *Solanum lycopersicum* L. این گیاه بومی آمریکای مرکزی و جنوبی می باشد . گوجه فرنگی دومین سبزی پرمصرف بعد از سیب زمینی و بدون شک، یکی از پرمصرف ترین محصولات باغی است که یک منبع مهم تامین ویتامین ها و مواد معدنی می باشد .این گیاه دارای ارزش غذایی بسیار بالایی می باشد و امکان استفاده آن به صورت تازه خوری و صنایع فرآوری، آن را به یکی از مهمترین محصولات کشاورزی از نظر سطح زیر کشت و اهمیت اقتصادی تبدیل کرده است. ایران یکی از کشورهای مهم تولید کننده محصول گوجه فرنگی در جهان است و بر اسای آمار فائو این کشور در رده ششم تولید گوجه فرنگی جهان قرار دارد. استان فارس مقام اول در تولید این محصول را به خود اختصاص داده است و استانهای :بوشهر، خراسان رضوی ، هرمزگان ، جنوب استان کرمان و گلستان به ترتیب رتبه‌های دوم تا ششم تولید این محصول را دارا می باشند. شش استان مزبور جمعاً ۶۱ درصد از میزان تولید گوجه فرنگی کشور را به خود اختصاص داده اند. سیاست های وزارت جهاد کشاورزی در راستای حفاظت از منابع تولید و تأمین پایدار امنیت غذایی بر عدم گسترش و کاهش سطح زیر کشت فضای باز به خاطر محدودیت منابع آبی و در عین حال عدم کاهش تولیدات کشور، موجب گسترش سطح زیر کشت گلخانه ای این محصول به بیش از ۲۰۰۰ هکتار شده که به تبع آن نیاز به تحقیقات آن نیز در داخل کشور برای معرفی ارقام جدید مناسب برای مصارف تازه خوری و نیز فراوری و صنایع تبدیلی امری ضروری و لازم بنظر می رسد. این پروژه با هدف بررسی شاخص های رویشی، عملکرد و کیفیت و پس از برداشت ارقام گوجه فرنگی اجراشد. گوجه فرنگی در دنیا در حال حاضر برای مصارف میوه خام، میوه خشک، آب میوه، سس و رب مورد استفاده قرار می گیرد . با توجه

به روند رو به رشد افزایش سطح زیر کشت گلخانه ای این محصول، و از طرفی عدم وجود ارقام با خصوصیات کیفی و فراوری مناسب برای کارخانه های صنایع تبدیلی و زمان بر بودن اصلاح ارقام با خصوصیات فراوری مناسب ضرورت دارد ارقام مورد کشت در گلخانه ها، علاوه بر عملکرد بالا و تازه خوری، برای ویژگی فراوری و صنایع تبدیلی نیز قابلیت کاربرد داشته باشند. در گوجه فرنگی برای دست یابی به عملکرد بالا همراه با کیفیت خوب، لازم است با اعمال مدیریت صحیح در تمام مراحل رشد، درجه حرارت مطلوب و آب مورد نیاز گیاه تأمین شود .در هر سال ارقام زیادی وارد بازار و خط تولید می شود و تعدادی از ارقام بعلت سازگارنبودن به شرایط آب و هوایی بعضی مناطق خصوصیات قابل توجه و مورد انتظار را نشان نمی دهند .برای این منظور عدالتیان و همکاران در مطالعه اثر رقم و زمان نگهداری روی ویژگی های شیمیایی رب گوجه فرنگی حاصل از چهار رقم گوجه فرنگی، دریافتند که ارقام ارلی اوربانا ۱۱۱ و پتو ارلی دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول، بالاترین میزان اسیدیته و کمترین نوسانات عملکرد بودند (Adalatian et al, 2006). ابوطالبی جهرمی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی شانزده رقم گوجه‌فرنگی در شرایط آب و هوایی مناطق جنوب ایران، تفاوت بسیار معنی‌داری از لحاظ صفات عملکردی، میزان کل مواد جامد محلول، pH و تحمل به بیماری قارچی لکه موجی و بیماری ویروسی در بین ارقام مورد بررسی گزارش کردند. اکار و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی چند رقم گوجه‌فرنگی در گلخانه و فضای باز به منظور انتخاب ارقام برتر از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد گزارش کردند که برای اغلب صفات بین ژنوتیپ‌ها، مکان‌ها و اتر متقابل ژنوتیپ در مکان تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر به منظور بررسی و شناسایی و مقایسه ارقام ، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۹ لاین اصلاحی و۳ رقم (هیراد، پارادیس و تاپ چری) گوجه فرنگی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده سبزی و صیفی اجرا شد. کشت بذرها در سینی های کشت حاوی پیت ماس در اوایل آبان ماه انجام و نشاها اواخر دی ماه به گلخانه منتقل خواهند شد. نشاها بر روی پشته هایی به فواصل ۵۰ سانتی متر و به طول ۵ متر و در ۳ تکرار کشت شدند. عملیات داشت همانند عرف محل و کوددهی، دفع آفات و مبارزه با علف های هرز به موقع انجام شد. پس از اولین برداشت نسبت به جمع آوری اطلاعات اقدام شد. یادداشت برداری از صفات براساس فرم استاندارد یادداشت برداری گوجه فرنگی از بوته سوم تا سه بوته مانده به آخر در هر ردیف انجام شد. بمنظور بررسی شاخص های عملکرد و پس از برداشت از تمامی لاین ها و ارقام، نمونه برداری از میوه ها انجام و جهت بررسی صفات بیوفیزیکی شامل: وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، سفتی بافت، رنگ سنجی و صفات بیوشیمیایی شامل: میزان pH، بریکس میوه، محتوی رطوبت، اسیدیته و میزان لیکوپن به آزمایشگاه بخش صنایع غذایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی ارسال شد. تعیین pH و مواد جامد محلول توسط روش Kader, 1999 اندازه گیری شد. تعیین اسیدیته به روش نجفی و همکاران، ۱۳۸۴ انجام شد. اندازه گیری لیکوپن توسط Lavecchia et al., 2008 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس بررسی صفات مختلف مورد ارزیابی در ژنوتیپ های معمولی و گیلاسی گوجه فرنگی در گلخانه نشان داد که بین آنها از نظر صفات مختلف شامل وزن میوه، طول میوه، قطر میوه ، بافت و رنگ سنجی و شاخص های مرتبط با آن و صفات بیوشیمیایی pH ، بریکس، محتوی آب، اسیدیته و لیکوپن در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری معنی دار وجود داشت. در تحقیق حاضر مؤلفه اول، شاخص های بیوشیمیایی رنگ سنجی ۲۹/۷۹ درصد، مؤلفه دوم با شاخص های بیوفیزیکی موثر بر عملکرد ۲۰/۵۶ درصد و مؤلفه سوم محتوی نسبی آب، به‌تنهایی ۱۴/۳۱ درصد، در مؤلفه چهارم شاخص های بیوشیمیایی اسیدیته و لیکوپن ۱۰/۶۹و مؤلفه پنجم شاخص عملکردی طول میوه به تنهایی ۸/۸۱ از واریانس کل را توجیه نمود. درمجموع تعداد ۵ مؤلفه اصلی معرفی شدند که درمجموع ۸۴/۱۶ درصد تغییرات کل را توجیه کردند. (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر واریانس‌های نسبی و تجمعی حاصل از تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ های معمولی گوجه فرنگی.

صفات	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم	مولفه چهارم	مولفه پنجم
وزن میوه	-۰/۰۶۸	۰/۹۳۵	۰/۱۱۸	-۰/۰۰۳	۰/۲۵۳
قطر میوه	-۰/۰۵۷	۰/۹۶۶	۰/۱۰۸	۰/۱۰۲	-۰/۰۲۱
بافت سنجی	۰/۴۶۴	۰/۱۱۴	۰/۱۲۶	-۰/۱۳۲	-۰/۷۲۵

شاخص L	۰/۹۶۰	-۰/۳۰۶	۰/۰۸۷	-۰/۱۵۶	-۰/۰۶۸
شاخص a	۰/۹۱۷	-۰/۰۸۴	-۰/۰۲۹	-۰/۰۴۱	-۰/۱۵۴
شاخص b	۰/۹۶۴	۰/۰۰۲	۰/۰۳۷	-۰/۰۵۵	-۰/۱۵۲
pH	۰/۱۰۸	-۰/۱۷۰	۰/۰۳۸	-۰/۷۴۸	-۰/۱۲۵
بریکس	۰/۰۲۳	۰/۱۴۰	-۰/۸۴۴	۰/۲۲۳	۰/۳۲۶
محتوی آب	۰/۱۵۱	۰/۳۰۷	۰/۸۱۷	۰/۱۱۵	۰/۱۲۹
اسیدیته	-۰/۰۱۹	۰/۳۵۹	-۰/۵۲۵	۰/۶۶۵	-۰/۱۹۹
لیکوپن	-۰/۱۲۳	-۰/۰۰۲	۰/۵۰۶	۰/۶۱۱	۰/۰۴۴
خطای آزمایش	۳/۵۸	۲/۴۶	۱/۷۲	۱/۲۹	۱/۰۵
واریانس خطا	۲۹/۷۹	۲۰/۵۶	۱۴/۳۱	۱۰/۶۹	۸/۸۱
واریانس کل	۲۹/۷۹	۵۰/۳۵	۶۴/۶۷	۷۵/۳۵	۸۴/۱۶

ژنوتیپ های ۳۶-۵، ۱۸۴، yel-۱۲ از نمونه های گوجه فرنگی به عنوان ژنوتیپ های برتر از نظر صنایع فراوری مورد استفاده قرار گیرند.). اگر چه در این تحقیق ارقام با عملکرد ،بالا وزن تک میوه بالاتری نیز داشتند لیکن این مساله ممکن است در مورد ارقام پر محصول گوجه فرنگی گلخانه ای صدق ننماید در مناطق مرکزی اسپانیا دو رقم گوجه فرنگی گلخانه ای رایج شامل Tavira می باشند. در تحقیقی مشخص شد که وزن تک میوه رقم Caramba به طور غیر معنی دار بیشتر از رقم Tavira بود لیکن عملکرد رقم Tavira به طور معنی دار از رقم Caramba بالاتر بود (Hoyos et al., 2010). عملکرد، صفت کمی پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌گردد و به شدت تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (کالو، ۱۹۹۱). عادت رویشی گوجه‌فرنگی به شدت متغیر و متنوع و متأثر از شرایط محیطی می‌باشد (سبک‌خیز و همکاران، ۱۳۹۲). کاخکی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی ممکن است از طریق افزایش تعداد میوه و یا افزایش وزن میوه و یا به هر دو طریق صورت گیرد.

به منظور ارزیابی عملکرد و کیفیت میوه ژنوتیپ‌های داخلی، صفاتی شامل وزن میوه، طول و قطر میوه، سفتی بافت (بافت‌سنجی)، و شاخص‌های رنگی L، a و b . نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات در جدول ۲ ارائه شده است.

بیشترین وزن میوه به ژنوتیپ ۱۱-۸ (۲۸۱/۵۴ گرم) اختصاص یافت که تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. پس از آن ژنوتیپ‌های ۲۹۹-۳ (۲۴۸/۲۷ گرم) و ۱۰-۱۵۶ (۲۴۵/۵۱گرم) نیز عملکرد قابل توجهی نشان دادند. در مقابل، ژنوتیپ‌های ۱۰-۱۵۶ (۷۶/۲۰ گرم) و ۳-۹ (۸۴/۷۶ گرم) کمترین میانگین وزن میوه را داشتند. برتری ژنوتیپ ۱۱-۸ در این صفت می‌تواند نشان‌دهنده پتانسیل بالا برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی با هدف افزایش عملکرد باشد.

بیشترین طول میوه نیز در ژنوتیپ hirado-1 (۸۵/۹۰ میلی‌متر) مشاهده شد، در حالی که ژنوتیپ‌های ۳-۹ و ۳۳۲ کمترین مقدار را داشتند. از نظر قطر میوه، ژنوتیپ ۱۱-۸ (۸۴/۰۳ میلی‌متر) مجدداً برترین بود و پس از آن ۱۰-۱۵۶ و ۲۹۹-۳ قرار داشتند. این ویژگی‌ها در کنار وزن میوه می‌توانند در تعیین بازارپسندی محصول و انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب مؤثر باشند.

نتایج سفتی بافت میوه نشان داد که ژنوتیپ paradaise (۱۴/۴۱ نیوتن) سفت‌ترین بافت را دارد، که می‌تواند در ماندگاری پس از برداشت مؤثر باشد. در مقابل، ژنوتیپ‌های ۱۰-۱۵۶ (۵/۱۳ نیوتن) و hirado-1 (۵/۹۹ نیوتن) کمترین مقدار را داشتند که ممکن است آن‌ها را برای نگهداری طولانی‌مدت کمتر مناسب کند.

در میان ژنوتیپ‌ها، بیشترین مقدار شاخص روشنایی (L) مربوط به paradaise (۶۶/۸۱) بود که نشان‌دهنده رنگ روشن‌تر میوه است. همچنین همین ژنوتیپ دارای مقدار منفی در شاخص a (-۴.۷۸) بود که گرایش رنگ آن را به سمت سبز نشان می‌دهد. این در حالی است که سایر ژنوتیپ‌ها شاخص a مثبت داشتند. شاخص b که نمایانگر شدت رنگ زرد است، در ژنوتیپ paradaise با ۴۹/۴۰ به بالاترین مقدار رسید.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف آزمایشی در ژنوتیپ‌های داخلی گلخانه‌ای.

لاین ها	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	بافت سنجی	شاخص L	شاخص a	شاخص b
5-133	150.376ghi	55.90defg	67.05hij	10.75ghi	43.31efgh	34.22defg	31.45abcde
4-12	88.86abc	53.68bc	56.57abc	6.09ab	41.84bcdefg	38.95ij	32.83d
paradaise	100.81cde	50.67a	59.10cde	14.41j	66.81i	-4.78a	49.40e
5-36	137.75cd	56.51efgh	66.34hi	7.37bcde	40.81bcde	36.94efghij	29.20abcd
4-45	147.26fghi	56.52efgh	70.99kl	9.87fgh	41.98cdefg	37.78fghij	312.71bcde
5-5	134.34f	57.92ghi	64.63gh	11.05hi	40.53abcde	34.24defg	28.20ab
10-156	245.51k	64.01j	79.41m	9.13efg	44.35gh	32.35cd	29.80abcd
51-1399	179.12j	363.43j	71.53l	9.20efg	43.35efgh	33.08cde	32.00cde
yel-12	97.05cd	53.00b	58.24bcd	8.41def	38.04a	37.24efghij	28.58abc
10-156	76.20a	57.04fgh	56.14ab	5.13a	41.29bcdef	37.84fghij	30.77abcde
3-9	84.76ab	49.02a	56.08ab	8.98efg	39.09ab	36.44efghij	27.93a
8-163	144.20fgh	55.59cdef	66.40hi	11.79i	42.49defgh	33.75def	32.64de
10-14	105.19de	49.14a	63.43fg	11.77i	42.73defgh	36.17efghij	31.73bcde
4-59	86.07abc	54.35bcde	55.54ab	8.11cdef	40.00abcd	398.595j	32.06cde
hirado-1	178.37j	85.90l	61.77ef	5.99ab	40.82bcde	28.47b	28.31ab
5-17	154.21k	59.47i	69.58jkl	11.52hi	42.84efgh	33.88defg	29.18abcd
10-14-3	162.14i	58.49hi	68.01hi	7.82bcde	44.06fgh	34.89defgh	30.74abcde
5-63	148.06fghi	54.50bcde	68.39ijk	8.33def	42.89efgh	36.39efghij	32.05cde
AZ1	162.24i	65.13jk	69.39jkl	8.45def	44.30gh	32.09cd	3058abcde
184	113.71e	54.15bcd	60.53de	9.11efg	40.96bcde	35.83defghi	30.54abcde
11-8	281.54l	66.71k	84.03n	6.92abcd	44.97h	30.25bc	31.67bcde
299-3	248.27k	65.09jk	72.21m	6.36abc	42.98efgh	35.45defgh	29.16abcd
332	100.32cde	50.24a	55.29a	6.65abcd	39.57abc	38.64fghij	30.20abcde
4-40	162.24k	65.13jk	69.40jkl	8.45def	44.30gh	32.09cd	30.58abcde
181	113.71d	54.15bcd	60.53cd	9.11efg	40.96bcde	35.83efghi	30.54abcde

منابع

سبک‌خیز، م.، نژاد شاملو، ع. و ملک‌زاده شفارودی، س. ۱۳۹۲. ارزیابی سازگاری و مقایسه ارقام تجاری گوجه‌فرنگی در استان خراسان رضوی تحت آبیاری شور. اولین کنگره بین‌المللی و سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات، مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران.

کاخکی، ع.، سبحانی، ع.، خزاعی، ه. و وفایی، ب. ۱۳۸۷. ارزیابی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام تجاری گوجه‌فرنگی. اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه‌فرنگی، مشهد.

Kader. A. A. 1999. Fruit maturity, ripening and quality relationships. Acta Horticulture, 458: 203-208.

Kallo, G. 1991. Genetic improvment of tomato. Springer - Verlag, Berlin Heidiberg

Lavecchia, R., and Zuorro, A. 2008. Improved lycopene extraction from tomato

Adalatian, M. R., Mortazavi, A., Hamedi, M., and Mazaheri Tehrani, M. 2006. Cultivars in Busheher province. Seed and Plant, 16(3): 387-389. (in persian).

Effect of variety and storage time on chemical properties of tomato paste from four varieties of tomato. Science and Technology Journal of Agriculture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Yield and Determination of Postharvest Indices of Improved Tomato Lines under Greenhouse Conditions

Zeinab Chaghakaboodi[1*] and Seyed Hassan Mousavi[2]
1. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Department of Physiology and Postharvest Technology, Greenhouse and Controlled Environments Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Karaj, Iran
Corresponding author: z.chaghakaboodi@razi.ac.ir

Abstract

Tomato is a self-pollinated, diploid plant native to Central and South America. Today, tomato ranks second in economic importance among vegetables, after potato. In recent years, due to its non-native origin and the reliance on imported varieties, research efforts have mainly focused on the introduction of foreign cultivars, with limited attention paid to postharvest challenges and issues related to this crop. However, with the expansion of greenhouse cultivation areas, the need for tomato research, particularly under domestic conditions, has become essential. This project aimed to evaluate growth parameters and biophysical and biochemical traits of selected tomato genotypes under greenhouse conditions, and to determine physiological and postharvest indices of these genotypes. The study was conducted at the Research Greenhouse of the Horticultural Research Institute, with laboratory analyses carried out at the Food Industry Laboratory of the Agricultural Engineering Research Institute. Traits were recorded based on the standard tomato evaluation form and included biophysical traits such as fruit weight, fruit length, fruit diameter, tissue firmness, and colorimetry, as well as biochemical traits including fruit pH, total soluble solids (°Brix), moisture content, titratable acidity, and lycopene content. Results indicated that genotypes 36-5, 184, and -yel12 among the standard types could be considered as superior genotypes for processing industries.

Keywords: Tomato, Evaluation, Biophysical and Biochemical Traits, Postharvest.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر هورمون ملاتونین و اسید جیبرلیک بر گلدهی توت‌فرنگی در شریط کشت بدون خاک

فرید حسن پور[۱]، محمود کوشش صبا[۱]، تیمور جوادی[۱] و سیروان منصوری[۲*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *s.mansouri@uok.ac.ir*

چکیده

توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* Duch) از مهم‌ترین میوه‌های ریز جهان به‌شمار می‌رود که به‌دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و طعم دلپذیر، کشت وسیعی دارد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر هورمون‌های ملاتونین و جیبرلین بر ویژگی‌های مورفولوژیکی توت‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار، طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ در گلخانهٔ گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه کردستان اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح ملاتونین (۰، ۱۲۵ و ۲۵۰ میکرومولار) و دو سطح جیبرلین (۰ و ۷۵ میکرومولار) بودند که به‌صورت محلول‌پاشی اعمال شدند. صفات مورد بررسی شامل تعداد گل، درصد تبدیل گل به میوه، قطر گل، طول دمگل، تعداد میوه، تعداد میوه‌های بدشکل، وزن میوه، قطر میوه و تعداد رانر بود. نتایج نشان داد که تیمار جیبرلین ۷۵ میکرومولار موجب بیشترین تعداد گل، درصد تبدیل گل به میوه و میوهٔ بدشکل شد. همچنین ترکیب ملاتونین ۱۲۵ یا ۲۵۰ میکرومولار با جیبرلین ۷۵ میکرومولار به‌ترتیب بیشترین تعداد میوه، وزن میوه و طول دمگل را ایجاد کردند. بیشترین قطر گل، قطر میوه و تعداد رانر در تیمارهای ملاتونین ۲۵۰ و ۱۲۵ میکرومولار مشاهده شد. کمترین تعداد میوهٔ بدشکل نیز در تیمارهای ملاتونین و شاهد به‌دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد استفاده تلفیقی از ملاتونین و جیبرلین می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود رشد و عملکرد توت‌فرنگی در کشت بدون خاک باشد.

واژگان کلیدی: ملاتونین، جیبرلین، توت‌فرنگی، گلدهی، هورمون‌های گیاهی.

مقدمه

هورمون‌های گیاهی گروهی از مولکول‌های کوچک حاصل از مسیرهای مختلف متابولیکی هستند که به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد و توسعه گیاهان شناخته می‌شوند (Mansouri et al., 2023) . این ترکیبات نقش مهمی در کنترل فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان ایفا کرده و رشد، نمو و عملکرد آن‌ها را در شرایط طبیعی و تنشی تنظیم می‌کنند. تعامل و هم‌افزایی بین این هورمون‌ها به‌ویژه در شرایط تنش‌زا، جهت فعال‌سازی مسیرهای سیگنال‌دهی و افزایش پایداری گیاه اهمیت زیادی دارد. یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی، جیبرلین‌ها (GA) هستند که نخستین‌بار در قرن نوزدهم در ژاپن و از قارچ بیماری‌زای *Gibberella fujikuroi* کشف شدند؛ قارچی که باعث طویل شدن غیرعادی ساقهٔ برنج می‌گردد .(Zhang et al., 2022) مطالعات متعدد، از جمله بررسی بر روی گیاه داوودی (*Chrysanthemum morifolium*) ، نشان داده‌اند که کاربرد جیبرلین با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم باعث بهبود صفاتی چون تعداد شاخه، پاجوش، سطح برگ و گلدهی شده و فصل گلدهی را تا ۲۲ روز افزایش داده است.(Muhammad Sajid et al., 2016) . ملاتونین نیز یکی دیگر از هورمون‌های مهم با اثرات چندگانه است که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان مؤثر در مهار رادیکال‌های آزاد شناخته شده و در فرآیندهایی همچون گلدهی، ریشه‌زایی، جوانه‌زنی، فتوسنتز و مقابله با تنش‌های زیستی و غیرزیستی نقش دارد (Arnao and Hernández-Ruiz, 2015). همچنین، گزارش شده است که ملاتونین می‌تواند با تأثیر بر فتوپریودیسم، فرایند گلدهی گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد؛ به‌طوری‌که در گیاه *Chenopodium rubrum* محلول‌پاشی ملاتونین موجب کاهش معنی‌دار گلدهی در شرایط تاریکی شده است (Kolar et al., 2003).

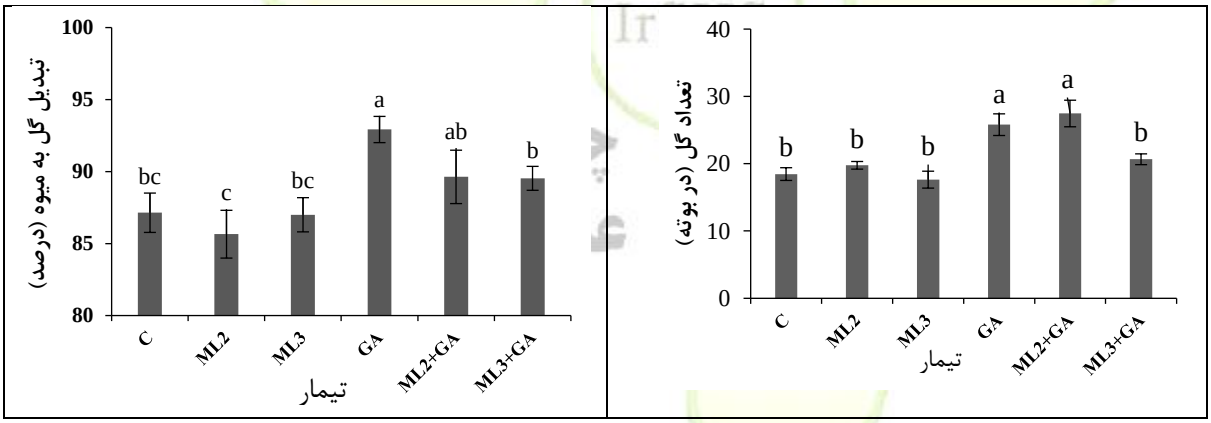
با توجه به اهمیت گلدهی در بازارپسندی توت‌فرنگی و تأثیر عارضه بدشکلی میوه بر کیفیت محصول، هدف این پژوهش بررسی نقش دو هورمون خارجی، ملاتونین و جیبرلین، بر میزان گلدهی و برخی صفات مورفولوژیکی گیاه توت‌فرنگی در شرایط کشت بدون خاک است.

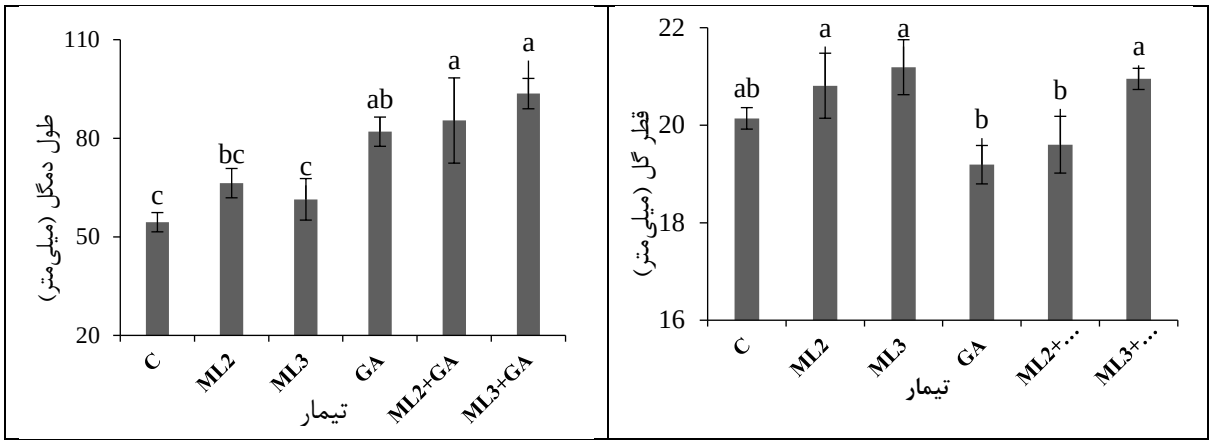
مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال‌های ۱۴۰۱–۱۴۰۲ به‌صورت گلدانی در گلخانهٔ گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه کردستان انجام شد. اندازه‌گیری صفات نیز در آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی همین دانشگاه صورت گرفت. در این آزمایش، نشاهای رقم آلبیون توت‌فرنگی از شهرستان مریوان تهیه و به‌عنوان گیاه مادری مورد استفاده قرار گرفتند. نشاها پس از یک روز، به‌صورت ریشه‌لخت در گلدان‌های نایلونی چهار لیتری حاوی محیط کشت ترکیبی از پرلیت و کوکوپیت با نسبت حجمی مساوی، کشت شدند. به‌مدت دو ماه، گلدان‌ها به‌صورت یک روز در میان با محلول غذایی نصف هوگلند تغذیه گردیدند. حدود دو ماه پس از کشت، تیمار محلول‌پاشی با هورمون ملاتونین در سه غلظت ۰، ۱۲۵ و ۲۵۰ میکرومولار، دو مرتبه و با فاصله یک هفته انجام گرفت. یک ماه پس از آغاز تیمار ملاتونین، محلول‌پاشی با هورمون جیبرلین در دو سطح ۰ و ۷۵ میکرومولار به‌صورت یک‌مرحله‌ای صورت گرفت. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ملاتونین (در سه سطح) و جیبرلین (در دو سطح)، شامل ۶ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. در هر تکرار ۱۰ گلدان در نظر گرفته شد و در مجموع ۱۸۰ بوته توت‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد ارزیابی شامل طول دمگل، تعداد گل، قطر گل، تعداد میوه، وزن میوه، قطر میوه، اندازه میوه، درصد میوه‌های بدشکل و تعداد رانر بود. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS و آزمون LSD در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. ترسیم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel 2016 انجام شد.

نتایج و بحث

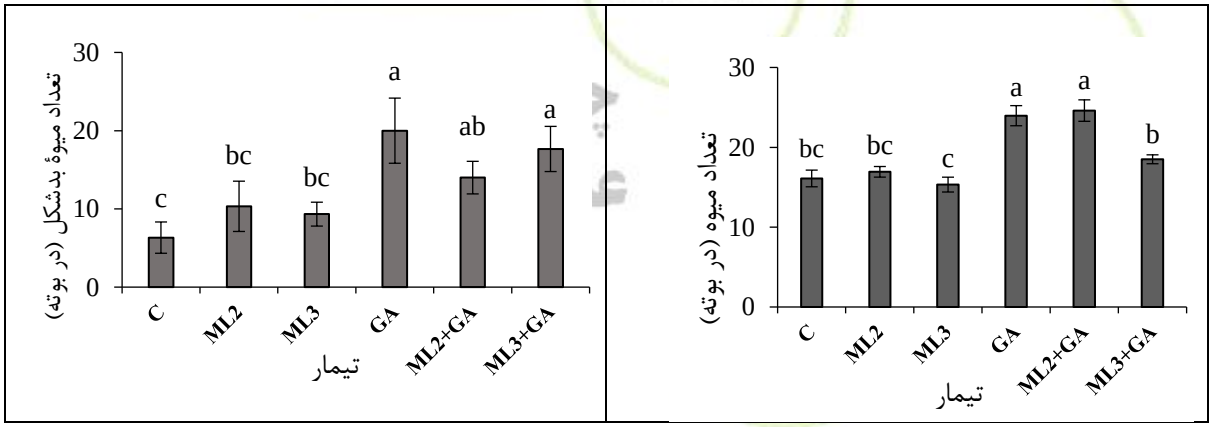
نتایج نشان داد تیمار ترکیبی ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین + ۷۵ میکرومولار جیبرلین و تیمار ۷۵ میکرومولار جیبرلین به‌ترتیب بیشترین تعداد گل را در مقایسه با شاهد تولید کردند. همچنین بیشترین درصد تبدیل گل به میوه در تیمار ۷۵ میکرومولار جیبرلین مشاهده شد، در حالی که کمترین آن مربوط به تیمار ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین بود. قطر گل در تیمار ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین به‌طور نسبی بیشتر بود، هرچند تفاوت آماری معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت. بیشترین طول دمگل نیز در تیمار ترکیبی ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین + ۷۵ میکرومولار جیبرلین به‌دست آمد، اما از نظر آماری تفاوت مشخصی با برخی تیمارهای دیگر نداشت. به‌طور کلی، کاربرد تلفیقی ملاتونین و جیبرلین به‌ویژه در سطوح بالاتر، تأثیر مثبتی بر صفات گلدهی و رشد دمگل توت‌فرنگی داشت. (شکل ۱).

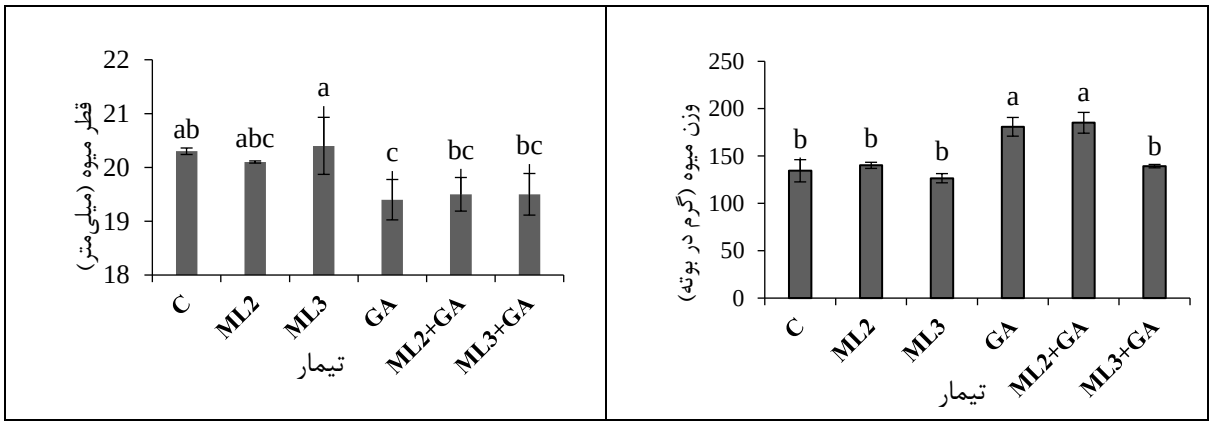




شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین تعداد گل ،درصد تبدیل گل به میوه، قطر گل و طول دمگل در توت‌فرنگی، تحت تأثیر غلظت‌های جیبرلین و ملاتونین (علایم اختصاری تیمارها: C: شاهد؛ Mel2: غلظت ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین؛ Mel3: غلظت ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین؛ GA2: غلظت ۷۵ میکرومولار جیبرلین؛ Mel2+GA2: غلظت ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین+۷۵ میکرومولار جیبرلین؛Mel3+GA2 : غلظت ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین+۷۵ میکرومولار جیبرلین).

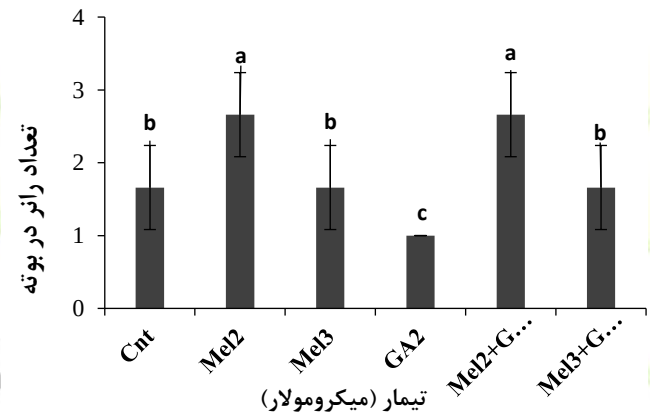
نتایج نشان داد که بیشترین تعداد میوه در تیمارهای ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین + ۷۵ میکرومولار جیبرلین و ۷۵ میکرومولار جیبرلین به‌دست آمد، در حالی که کمترین تعداد میوه در تیمار ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین مشاهده شد. بیشترین تعداد میوه‌های بدشکل مربوط به تیمار ۷۵ میکرومولار جیبرلین و تیمارهای ترکیبی آن با ملاتونین بود، در حالی که تیمار شاهد و سپس تیمارهای ملاتونین به‌تنهایی کمترین بدشکلی را نشان دادند. از نظر وزن میوه، تیمارهای ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین + ۷۵ میکرومولار جیبرلین و ۷۵ میکرومولار جیبرلین بیشترین مقدار را داشتند، و تیمار ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین کمترین وزن را ایجاد کرد. بیشترین قطر میوه نیز در تیمار ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین ثبت شد، اما اختلاف معنی‌داری با بیشتر تیمارها نداشت. به‌طور کلی، کاربرد ترکیبی ملاتونین و جیبرلین تأثیر مثبتی بر افزایش کمّی میوه داشت، اگرچه افزایش بدشکلی میوه در برخی تیمارها نیز مشهود بود (شکل ۲).





شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین تعداد میوه، تعداد میوهٔ بدشکل، وزن میوه و قطر میوه توت‌فرنگی، تحت تأثیر غلظت‌های جیبرلین و ملاتونین.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین تعداد رانر در تیمار ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین و پس از آن در تیمار ترکیبی ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین + ۷۵ میکرومولار جیبرلین مشاهده شد که تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در مقابل، کمترین تعداد رانر مربوط به تیمار ۷۵ میکرومولار جیبرلین بود. این نتایج نشان می‌دهد که ملاتونین به‌تنهایی یا در ترکیب با جیبرلین، می‌تواند در افزایش تولید رانر در توت‌فرنگی مؤثر باشد (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین تعداد رانر توت‌فرنگی، تحت تأثیر غلظت‌های جیبرلین و ملاتونین.

ملاتونین به‌جز نقش آنتی‌اکسیدانی قوی در گیاهان، عملکردهایی نظیر تحریک رشد، تأخیر در گلدهی، افزایش ریشه‌زایی، حفظ کلروفیل و تنظیم ریتم شبانه‌روزی را نیز دارد. این ترکیب ساختاری شبیه اکسین بوده و از مسیر بیوسنتزی مشابهی با آن، یعنی از مشتقات اسیدآمینه‌ی تریپتوفان، سنتز می‌شود (Arnao and Hernández-Ruiz, 2015). هرچند ملاتونین مستقیماً نقش اکسین را بازی نمی‌کند، اما می‌تواند با افزایش سطح ایندول‌استیک اسید در گیاه، رشد اندام‌های هوایی را تحریک کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ملاتونین از طریق تقویت سیگنال‌های هورمونی مرتبط با اتیلن، سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید می‌تواند موجب افزایش تعداد میوه شود (Altaf et al., 2023). در پژوهش حاضر نیز تیمار ترکیبی ۱۲۵ میکرومولار ملاتونین + ۷۵ میکرومولار جیبرلین و همچنین ۲۵۰ میکرومولار ملاتونین به تنهایی، بیشترین وزن، قطر و تعداد میوه را ایجاد کردند که بیانگر اثر هم‌افزایی این دو ترکیب است. جیبرلین نیز به تنهایی با تحریک تقسیم و طویل شدن سلولی، رشد رویشی و زایشی گیاه را بهبود می‌بخشد و با تأثیر بر فرآیند انتقال گل به میوه، موجب افزایش تشکیل میوه می‌شود (Palei et al., 2016). همچنین با تسهیل انتقال مواد فتوسنتزی به میوه‌های در حال رشد، باعث بهبود ویژگی‌هایی چون وزن، اندازه و قطر میوه می‌گردد. در این تحقیق نیز تیمارهای دارای جیبرلین و ترکیب آن با ملاتونین بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های مورفولوژیکی توت‌فرنگی داشتند. همچنین گزارش‌هایی وجود دارد که کاربرد جیبرلین قبل از گلدهی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد میوه

می‌شود مطالعات قبلی نیز تأیید می‌کنند که جیبرلین با تحریک طویل شدن دمگل و دمبرگ و کاهش نیاز سرمایی، تعداد گل را افزایش می‌دهد.(Arefnezhad et al., 2021) .

در این پژوهش، بیشترین تعداد رانر در تیمار ملاتونین + جیبرلین مشاهده شد که احتمالاً به تفاوت‌های رقم و حساسیت به غلظت هورمونی مربوط است. از طرفی، علی‌رغم بهبود بسیاری از صفات، تیمار ۷۵ میکرومولار جیبرلین بیشترین تعداد میوه بدشکل را ایجاد کرد. این نتیجه با برخی پژوهش‌ها مغایرت دارد؛ مثلاً در گزارش‌هایی، غلظت بالای جیبرلین باعث بدشکلی شد، در حالی که مطالعه‌ی Rana et al (2020) کاهش بدشکلی را در رقم چندلر گزارش کرده‌اند. بنابراین، این تفاوت‌ها می‌توانند ناشی از فاکتورهایی نظیر ژنتیک رقم، شرایط محیطی و وضعیت فیزیولوژیکی گیاه باشند.

منابع

Altaf, M.A., Hao, Y., Shu, H., Mumtaz, M.A., Cheng, S., Alyemeni, M.N., Ahmad, P. and Wang, Z. 2023. Melatonin enhanced the heavy metal-stress tolerance of pepper by mitigating the oxidative damage and reducing the heavy metal accumulation. Journal of Hazardous Materials, 454: 131468.

Arefnezhad, Z., Khayyat, M., Zahan, M.H.S. and Zamani, G. 2021. Effects of gibberellic acid on total carbohydrate of shoots, vegetative growth and flower production in barberry plants. Nutrition Food Science and Technology, 2(1): 1–8.

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2015. Functions of melatonin in plants: A review. Journal of Pineal Research, 59(2): 133–150.

Kolář, J., Johnson, C.H. and Macháčková, I. 2003. Exogenously applied melatonin (N-acetyl-5-methoxytryptamine) affects flowering of the short-day plant *Chenopodium rubrum*. Physiologia Plantarum, 118(4): 605–612.

Mansouri, S., Koushesh Saba, M. and Sarikhani, H. 2023. Exogenous melatonin delays strawberry fruit ripening by suppressing endogenous ABA signaling. Scientific Reports, 13(1): 14209.

Muhammad Sajid, M.S., Noorul Amin, N.A., Habib Ahmad, H.A. and Khalid Khan, K.K. 2016. Effect of gibberellic acid on enhancing flowering time in *Chrysanthemum morifolium*.

Palei, S., Das, A.K. and Dash, D.K. 2016. Effect of plant growth regulators on growth, flowering and yield attributes of African marigold (*Tagetes erecta* L.).

Rana, K., Chauhan, N. and Sharma, J.B. 2020. Effect of photoperiod and gibberellic acid (GA_3) on flowering and fruiting of strawberry: A review. Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(6): 1651–1655.

Zhang, H., Wang, W., Huang, J., Wang, Y., Hu, L., Yuan, Y. et al. 2022. Role of gibberellin and its three GID1 receptors in *Jasminum sambac* stem elongation and flowering. Planta, 255: 1–16.

The effect of melatonin and gibberellic acid on flowering characteristics in strawberry under soilless culture

Farid Hasanpour[1], Mahmoud Koushesh Saba[1], Teimoor Javadi[1] and Sirvan Mansouri[2*]
1. Department of Horticultural Science, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. AREEO, researcher, Sanandaj, Iran
Corresponding Author: s.mansouri@uok.ac.ir

Abstract

Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch) is one of the most important small fruits in the Rosaceae family, widely cultivated due to its nutritional properties and popular taste. This study investigated the effects of melatonin and gibberellin hormones on the morphological and biochemical characteristics of strawberry under soilless cultivation conditions. A factorial experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and three replications during the years 2023-2024 in the greenhouse of the Department of Horticultural Science and Engineering at the University of Kurdistan. The treatments included different concentrations of melatonin at three levels (0, 125, and 250 µM) and gibberellin at two levels (0 and 75 µM), which were applied through foliar spraying. Then, morphological traits (flower number, flower-to-fruit conversion percentage, flower diameter, pedicel length, fruit number, malformed fruit number, fruit weight, fruit diameter, and runner number) were evaluated. Based on the analysis of variance, most of the mentioned traits were significantly affected by the different concentrations of melatonin and gibberellin. The results indicated that the highest number of flowers, flower-to-fruit conversion percentage and malformed fruit number occurred in the 75 µM gibberellin treatment, while the highest fruit number, fruit weight, and pedicel length were observed in the 125 µM melatonin + 75 µM gibberellin and 250 µM melatonin + 75 µM gibberellin treatments, respectively. Additionally, the greatest flower diameter, fruit diameter, and runner number were found at concentrations of 250 and 125 µM, and the lowest number of malformed fruits was observed in the melatonin treatment and the control group. In conclusion, based on the above results, it can be inferred that most of the traits studied were significantly improved by the combined effects of melatonin and gibberellin (125 µM melatonin + 75 µM gibberellin and 250 µM melatonin + 75 µM gibberellin). Therefore, the combined use of melatonin and gibberellin appears to be a useful approach for improving the growth of strawberries.

Keywords: Melatonin, Gibberellin, Strawberry, Flowering, Plant hormone.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی بهره‌وری نهاده‌های تولید محصولات گلخانه‌ای (مطالعه موردی: خیار گلخانه‌ای شهرستان یزد)

نسرین صادقی[۱]، اکرم نشاط[۱*] و احمد فتاحی اردکانی[۱]

۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

*نویسنده مسئول: *aneshat@ardakan.ac.ir*

چکیده

با توجه به این که استان یزد یکی از مهمترین مناطق تولید محصولات گلخانه‌ای در کشور می‌باشد؛ دراین مطالعه به بررسی بهره‌وری عوامل تولید خیار گلخانه‌ای در این شهرستان پرداخته شده است. راهکارهای مناسب جهت بهبود بهره‌وری آن عوامل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است . بدین منظور اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از طریق مصاحبه حضوری با ۱۰۹تولیدکننده جمع‌آوری شده است. بررسی ویژگی‌های بهره‌برداران مورد مطالعه نشان می‌دهد؛ این بهره‌برداران عموماً نسبت به کل بهره‌برداران بخش کشاورزی دارای سطح سواد پایین‌تر از مدرک دانشگاهی و اغلب دیپلم و زیر دیپلم می‌باشند همچنین متوسط سطح زیرکشت بیشتر بین ۱۰۰۰تا۲۰۰۰ متر مربع بوده است .با تخمین تابع تولید کاب- داگلاس مشخص شد عوامل ،سطح زیر کشت، بذر، نیروی‌کار ،آب، سموم شیمیایی، الکتریسیته، سوخت تأثیر معنی‌داری در میزان تولید داشته‌اند. مجموع نهاده‌های مذکور بذر، نیروی‌کار ،آب، سموم‌شیمیایی ،الکتریسیته، سوخت به ترتیب با ضرایب، ۰/۷۵، ۰/۲۲، ۰/۰۰۸، ۰/۰۲۵، ۰/۱۸، ۰/۱۲، ۰/۱۲ اثر مثبت برعملکرد، و نهاده‌های فوق داشته‌اند.و سطح زیر کشت با ضریب ۰/۲۷-اثر منفی بر تولید داشته است با توجه به تحلیل بهره‌وری جزئی، بهره‌وری نهایی نهاده‌های زمین، بذر،آب، سموم‌شیمیایی، نیروی‌کار،سوخت والکتریسیته به ترتیب ۴۲۱۴۱/۱۰-،۳/۹۹، ۹۳۳۸/۳۰، ۰/۷۲، ۴۴۳/۶۷، ۰/۴۴، ۰/۰۸۲ و تخصیص بهینه آنها نیز به ترتیب برابر۱/۲-، ۳/۰۴، ۲۰۳/۴، ۰/۰۱۱، ۶/۶۶، ۱۲/۱۵، ۱۱/۱۸، ۱/۳۸ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری جزئی، بهره‌وری متوسط، تابع تولید، خیار گلخانه‌ای، یزد.

مقدمه

تولید خیار گلخانه‌ای طی سال‌های اخیر به دلیل استفاده بهتر از آب در مناطقی که دارای بحران آب هستند ازجمله استان یزد و حتی به جهت استفاده صحیح و علمی از نهاده‌های دیگری که در امر تولید دخیل هستند؛ به شکل فزاینده‌ای در حال افزایش است. با توجه به توسعه جامعه شهرنشینی و افزایش جمعی مصرف‌کننده در کشور و همچنین محدود بودن منابع تولید خصوصاً آب و خاک می‌طلبد که توجه ویژه‌ای به وضعیت بهره‌وری منابع تولید در این بخش شود تا با این منابع محدود بتوان پاسخگوی نیاز جامعه بود. امروزه در کشورهای توسعه یافته بهره‌وری از منابع تولید به عنوان یک امر ضروری و مهم مطرح می‌باشد. بهبود بهره‌وری از منابع از طریق بکارگیری روش‌های مدرن در امر تولید ضمن کاهش هزینه‌های تولید باعث استفاده بهینه از منابع تولید نیز می‌گردد. بهبود بهره‌وری به‌عنوان بهترین و مؤثرترین روش دستیابی به رشد اقتصادی با توجه به کمیابی منابع تولید، مطرح است. از طریق محاسبه و تجزیه و تحلیل شاخص بهره‌وری عوامل تولید می‌توان میزان کارایی بخش‌های اقتصادی را در استفاده از منابع تولید مورد بررسی قرار داد. این شاخص می‌تواند نقش کلیدی درآینده تولید داشته و راهنمای اساسی برای سیاست‌گزاران و برنامه‌ریزان کشور باشد. مهم‌تر از آن تحلیل بهره‌وری باعث تقویت دولت در اجرای هر چه مؤثرتر برنامه‌های توسعه اقتصادی خواهد شد. بدین ترتیب اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل دقیق بهره‌وری ضروری است. بهره‌وری را معمولاً معیار سنجشی می‌دانند که با مقایسه ستاده و داده، مؤثر بودن فعالیت‌های تولیدی را اندازه‌گیری می‌کند.(رحمانی همت‌آبادی، ۱۳۸۳).

Said-Al و همکاران (۲۰۱۲) بهره‌وری آب در سبزیجات در سیستم آبیاری مدرن را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که کلم و سیب زمینی دارای بهره‌وری آب بالاتری نسبت به فلفل شیرین و هندوانه بوده به گونه‌ای که میانگین بهره‌وری فیزیکی آب در محصولات کلم و سیب‌زمینی به ترتیب برابر ۰/۸ و ۳/ ۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است. Lei و همکاران (۲۰۱۳) عوامل موثر بر بهره‌وری آب آبیاری را با کمک یک مدل رگرسیون مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان دادند که متغیرهایی مانند تعداد خانوارها، سن رهبر انجمن آبران، نسبت زمین به آب، کود شیمیایی، حاصلخیزی خاک بر بهره‌وری آب موثرند. هدف مطالعه حاضر محاسبه بهره‌وری نهایی نهاده‌های تولید گلخانه‌های شهرستان یزد است.

مواد و روش‌ها

بهره‌وری به مفهوم نسبت بین بازده تولید به منابع مصرف شده است که با یک نسبت مشابه به دوره پایه به کار می‌رود. بهره‌وری برابر است با حاصل تقسیم میزان تولید بر یکی از عوامل تولید. بهره‌وری جزئی عبارتست از نسبت ستاده به یکی از نهاده‌ها. در این پژوهش جمع‌آوری آمار و اطلاعات لازم از طریق مصاحبه حضوری با ۱۰۹ گلخانه‌دار شهرستان یزد از روش نمونه‌گیری تصادفی و تکمیل پرسشنامه که شامل اطلاعات مربوط به مشخصات گلخانه‌دارها و مقدار و هزینه نهاده‌های استفاده شده در تولید و درآمدهای حاصله بود صورت گرفت. مبانی نظری این تحقیق بر این واقعیت استوار است که میزان عملکرد واحدهای گلخانه‌ای تابعی از عوامل کمی و کیفی است که در فرآیند تولید بکارگرفته می‌شوند. لذا برای محاسبه بهره‌وری ابتدا تخمین تابع تولید کل خیار با استفاده از نرم‌افزار Shazam انجام گرفت و محاسبه و تحلیل بهره‌وری جزئی و نهایی نهاده‌های تولید مورد بررسی قرار گرفت. تابع تولید برآورد شده در این مطالعه از نوع تابع تولید کاب‌داگلاس و فرم کلی تابع بصورت رابطه (۲) است که در آن Y مقدار محصول تولید شده و Xi نهاده‌های تولید می‌باشند(دبرتین، ۱۳۷۶):

$$Y=f(X_1, X_2, \ldots, X_n) \qquad i=1,2,3,\ldots,n \qquad (۱)$$

$$LnY=\beta_0+ \beta_1 LnX_1+ \beta_2 LnX_2+ \beta_3 LnX_3+ \beta_4 LnX_4+ \beta_5 LnX_5+ \beta_6 LnX_6+ \beta_7 LnX_7 \qquad (۲)$$

که در تابع فوق Y: میزان تولید خیار بر حسب کیلوگرم، LnX_1: لگاریتم سطح زیرکشت برحسب هکتار، LnX_2: لگاریتم میزان بذر بر حسب عدد، LnX_3 : لگاریتم تعداد نیروی کار، LnX_4: لگاریتم مقدار کود شیمیایی بر حسب کیلوگرم، LnX_5: لگاریتم میزان آب مصرفی بر حسب مترمکعب، LnX_6 : لگارستم میزان سموم مصرفی بر حسب کیلوگرم، LnX_7 :لگاریتم میزان الکتریسته مصرفی بر حسب کیلووات بر ساعت و سوخت مصرفی، شاخص بهره‌وری متوسط و نهایی از تابع تولید برآورد شده بصورت میانگین تولید و تولید نهایی قابل استخراج است.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تابع تولید برآورد شده به صورت جدول (۱) نشان داده شده است. در تابع مذکور متغیر سطح زیرکشت، بذر، نیروی کار و سموم شیمیایی در سطح یک درصد و متغیر آب، الکتریسته و سوخت در سطح پنج درصد معنادار شده‌اند و متغیر کود از لحاظ آماری معنادار نیست. و همه ضرایب به جز سطح زیرکشت علامت مثبت دارند و بدین معناست که تاثیر مثبت روی میزان تولید دارند.

جدول ۱- نتایج برآورد تابع تولید کاب‌داگلاس.

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	T	p-value
سطح زیرکشت	-۰.۲۷	۰.۰۵۷	-۴.۶۷	۰.۰۰
بذر	۰.۷۵	۰.۰۹۰	۸.۳۰	۰.۰۰
نیروی کار	۰.۲۲	۰.۰۸۴	۲.۶۴	۰.۰۱۰

کود شیمیایی	۰.۰۰۸۵	۰.۱۰۹	۰.۷۸	۰.۴۰
آب	۰.۰۲	۰.۰۱۳	۱.۹۷	۰.۰۵۰
سموم شیمیایی	۰.۱۸	۰.۰۶۱	۳.۱۰	۰.۰۰۳
الکتریسته و سوخت	۰.۱۲	۰.۰۵۴	۲.۲۱	۰.۰۲۹
		p-value=0.397		
		R-square=0.9788		

جدول ۲- محاسبه بهره‌وری نهایی، بهره‌وری متوسط و ارزش بهره‌وری نهایی.

نهاده	بذر	نیروی کار	آب	سموم شیمیایی	الکتریسته	سوخت
بهره‌وری نهایی	۳.۹۹	۹۳۳۸.۳۰	۱۵۳	۴۴۳.۶۷	۰.۰۸۲	۰.۴۴
بهره‌وری متوسط	۵.۳۱	۴۱۹۶۸.۰۰۶	۵۹.۳۷	۲۳۳۶.۷۴	۰.۶۳	۳.۶۷
ارزش بهره‌وری نهایی	۶۰۸۴۷.۵	۱۴۲۴۰۹۰۷۵	۲۳۳۳۲	۶۷۶۵۹۶۷.۵	۱۲۵.۵	۶۷۱۰

همانطور که جدول (۲) نشان می‌دهد بهره‌وری متوسط نهاده بذر در واحدهای نمونه ۵.۳۱می‌باشد. به عبارتی به ازاء مصرف یک عدد بذردر واحدهای نمونه بطور متوسط۵.۳۱کیلوگرم خیار تولید شده است و بهره‌وری نهایی استفاده از بذر در واحدهای نمونه ۳.۹۹بوده است . بدین مفهوم که با افزایش یک عدد بطور متوسط۳.۹۹کیلوگرم به تولید اضافه می‌شود. همچنین در واحدهای مورد مطالعه میانگین بهره‌وری متوسط نیروی‌کار معادل۴۱۹۶۸.۰۰۶کیلوگرم محصول بوده است . یعنی به ازای استفاده از هر نفر روز کار نیروی‌کار در طول یک دوره در واحدهای مورد مطالعه بطور متوسط۴۱۹۶۸.۰۰۶کیلوگرم خیار گلخانه‌ای تولید شده است. بهره‌وری نهایی نیروی‌کار معادل۹۳۳۸.۳۰کیلوگرم محصول بوده است . یعنی به ازای استفاده از هر نفر روز کار نیروی‌کار در طول یک دوره در واحدهای مورد مطالعه بطور متوسط۹۳۳۸.۳۰کیلوگرم خیارگلخانه‌ای تولید شده است. با توجه به نتایج بدست آمده به طور متوسط بهره‌وری نهایی استفاده از آب در واحدهای نمونه۱.۵۳است . بدین مفهوم که افزایش یک واحد مترمکعب از این نهاده بطور متوسط۱.۵۳کیلوگرم خیار تولید می‌شود. متوسط نهاده سموم‌شیمیایی در واحدهای نمونه ۲۳۳۶.۷۴می‌باشد. به عبارتی به ازاء مصرف یک کیلوگرم سموم‌شیمیایی اعم از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها در واحدهای نمونه بطور متوسط۲۳۳۶.۷۴کیلوگرم خیار تولید شده است. بهره‌وری متوسط نهاده سوخت در واحدهای نمونه۰.۶۳ می‌باشد. به عبارتی به‌ازاء مصرف یک متر مکعب سوخت در واحدهای نمونه بطور متوسط ۰.۶۳کیلوگرم خیار تولید شده است. بهره‌وری متوسط نهاده الکتریسیته در واحدهای نمونه ۳.۶۷می‌باشد که. به‌عبارتی به ازاء مصرف یک کیلو وات الکتریسیته در واحدهای نمونه بطور متوسط۳.۶۷کیلوگرم خیار تولید شده است .

منابع

رحمانی همت‌آبادی، ف. ۱۳۸۳. بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری نیروی کار در بخش کشاورزی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصادکشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.

ملارضا قصاب، ف.، عبدشاهی، ع. و مرزبان، ا. ۱۳۹۹. تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب کشاورزی: مطالعه موردی شهرستان دزفول. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱۲(۴۷): ۴۹-۷۲.

Al-Said, F.A., Ashfaq, M., Al-Barhi, M., Hanjra, M.A. & Khan, I.A. (2012). Water productivity of vegetables under modern irrigation methods in Oman. Published Online in Wiy Onlie Library (Wileyonlinelibrary.com).

Lei, Z., Nico, H., Liesbeth, D., & Xiaping, S. (2013). Water used associations and irrigation water productivity in northern China. Ecological Economics, 95:128-136.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the productivity of greenhouse production inputs (Case study: Greenhouse cucumber in Yazd city)

Nasrin Sadeghi[1], Akram Neshat[1*] and Ahmad Fattahi ardakani[1]
1. Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
Corresponding Author: aneshat@ardakan.ac.ir

Abstract

Given that Yazd province is one of the most important greenhouse production areas in the country; this study has examined the productivity of greenhouse cucumber production factors in this city. Appropriate solutions to improve the productivity of those factors have been analyzed. For this purpose, the information required for this study has been collected through face-to-face interviews with 109 producers. An examination of the characteristics of the studied farmers shows that these farmers generally have a lower literacy level than a university degree compared to all farmers in the agricultural sector and are often diploma or less. Also, the average cultivated area is between 1000 and 2000 square meters. By estimating the Cobb-Douglas production function, it was determined that the factors, cultivated area, seeds, labor, water, chemical pesticides, electricity, and fuel have a significant effect on the production rate. The total of the aforementioned inputs, seeds, labor, water, pesticides, electricity, fuel, had a positive effect on yield with coefficients of 0.75, 0.22, 0.008, 0.025, 0.18, 0.12, 0.12, respectively. The above inputs had a positive effect on yield, and the cultivated area had a negative effect on production with a coefficient of -0.27. According to the partial productivity analysis, the final productivity of the inputs of land, seeds, water, pesticides, labor, fuel, and electricity was -10.42141, 3.99, 30.9338, 0.72, 443.67, 0.444, 0.082, respectively, and their optimal allocation was also equal to -1.2, 3.04, 203.4, 0.011, 6.66, It is 12/15, 11/18, 1/38

Keywords: Partial productivity, Average productivity, Production function, Greenhouse cucumber, Yazd.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات فتوپریود بر صفات رویشی و میزان کلروفیل ارقام مختلف نشاهای گوجه‌فرنگی

وفاء نگرائی[۱]، دکتر ناصرعالم‌زاده انصاری[۱*] و عباس دانایی‌فر[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *ansari_n@scu.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر فتوپریودهای مختلف بر صفات رویشی و میزان کلروفیل نشاهای ارقام مختلف گوجه‌فرنگی انجام شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل سه فتوپریود P_1 (۳ ساعت روشنایی + ۱ ساعت تاریکی)، P_2 (۴ ساعت روشنایی + ۲ ساعت تاریکی) و P_3 (۸ ساعت روشنایی + ۴ ساعت تاریکی) بود و عامل فرعی شامل سه رقم گوجه‌فرنگی (V_4، AZ_4 و K_1) می‌باشد. صفات مورد اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل طول نشا، قطر ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک نشا و میزان کلروفیل کل بودند. نتایج نشان داد که فتوپریود و رقم اثرات معنی‌داری بر اغلب صفات داشتند. بیشترین ارتفاع نشا در تیمار P_3 مشاهده شد که بیانگر نقش مثبت افزایش ساعات روشنایی بر تقسیم سلولی و رشد طولی بود. طول ریشه تحت تأثیر متقابل فتوپریود و رقم قرار گرفت و تیمار $P_3 \times AZ_4$ بیشترین تأثیر را داشت. بیشترین وزن تر و خشک در تیمار $P_2 \times K_1$ مشاهده گردید. میزان کلروفیل کل در تیمار P_1 و رقم AZ_4 به بیشترین میزان رسید که نسبت به اغلب تیمارها افزایش معنی‌داری داشت. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که فتوپریود بلند می‌تواند باعث بهبود ارتفاع، بیوماس و محتوای کلروفیل نشاهای گوجه‌فرنگی شود. بنابراین، مدیریت فتوپریود در کنار انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌تواند به‌عنوان روشی عملی برای بهبود کیفیت و توانایی رشد نشاهای گوجه‌فرنگی در شرایط کنترل‌شده توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: صفات رویشی، فتوپریود، کلروفیل، نشای گوجه‌فرنگی.

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum*) از خانواده بادمجانیان (Solanaceae) یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان خوراکی، محبوب و چندمنظوره در جهان است این گیاه بومی آمریکای جنوبی و مرکزی است که از نظر تغذیه‌ای ارزش بالایی دارد و سرشار از ویتامین‌ها به‌ویژه ویتامین‌ث و مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر و آهن می‌باشد (Gautam., 2013). کیفیت این محصول می‌تواند تحت تأثیر نور قرار گیرد نور به عنوان یکی از مهمترین عوامل محیطی مؤثر بر رشد از طریق تأمین انرژی برای تثبیت کربن در فتوسنتز بوده است (Batista *et al*., 2108). نور یک منبع انرژی حیاتی برای گیاهان است که به آن‌ها امکان می‌دهد از طریق فتوسنتز غذا تولید کنند و فرآیندهای حیاتی خود را ادامه دهند. گیاهان می‌توانند ویژگی‌های مختلف نور مانند ترکیب طیفی، شدت، مدت و جهت آن را تشخیص دهند و تغییرات در فتوپریود (مدت روشنایی در یک چرخه ۲۴ ساعته) را نیز دریافت کنند. این ویژگی به گیاه اجازه می‌دهد رشد و نمو خود را در شرایط نوری متفاوت تنظیم کند. گیاهان فرآیندهای فیزیولوژیک خود را با طول روز هماهنگ می‌کنند تا بیشترین بهره را از رشد و تولیدمثل ببرند. نور طبیعی اغلب برای رشد بهینه گیاه کافی نیست، زیرا عواملی مانند ابر، باران و شرایط اقلیمی می‌توانند آن را محدود کنند. بیش از یک قرن است که در باغبانی از نور مکمل برای رفع این محدودیت استفاده می‌شود (Wu *et al*., 2024). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که افزایش فتوپریود می‌تواند فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه را تقویت کند، تولید زیست‌توده را افزایش دهد و ترکیبات ثانویه بیشتری سنتز کند (Liu *et al*., 2020; Dmitry *et al*., 2022). با توجه به اهمیت فتوپریود در رشد و توسعه گیاهان، بررسی تأثیر دوره‌های نوری مختلف بر صفات رویشی و فیزیولوژیک نشاهای گوجه‌فرنگی می‌تواند در بهبود کیفیت نشا و عملکرد نهایی محصول نقش بسزایی داشته باشد.

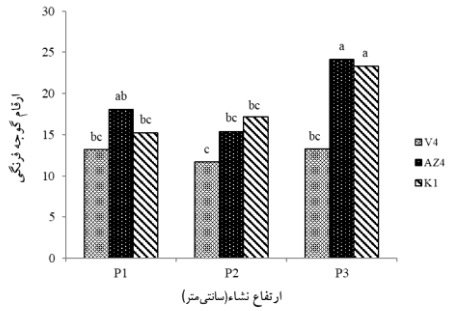
مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز سال ۱۴۰۳ در اتاق پرورش و آزمایشگاه تجزیه و کیفی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل ۱۵ گیاهچه اجرا گردید.عامل اصلی شامل سه تیمار فتوپریود بود: P_1: سه ساعت روشنایی + یک ساعت تاریکی (۶ سیکل در ۲۴ ساعت، معادل ۱۸ ساعت نور)، P_2: چهار ساعت روشنایی + دو ساعت تاریکی (۴ سیکل در ۲۴ ساعت، معادل ۱۶ ساعت نور)، P_3: هشت ساعت روشنایی + چهار ساعت تاریکی (۲ سیکل در ۲۴ ساعت، معادل ۱۶ ساعت نور). عامل فرعی شامل سه رقم گوجه‌فرنگی (V_4، AZ_4 و K_1) بود. بذرها ابتدا در پتری دیش جوانه‌دار شدند و سپس به سینی‌های کشت منتقل گردیدند. سیستم کشت به‌صورت هیدروپونیک و در محیط شناور (floating) بود. بستر کشت شامل مخلوط کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی ۱:۱ بود. پس از سبز شدن، گیاهچه‌ها در زیر نور لامپ‌های LED و در محیط کشت شناور نگهداری شدند و تغذیه با محلول غذایی رش از مرحله ظهور برگ‌های لپه‌ای آغاز گردید. فاکتورهای مورد ارزیابی شامل دو دسته صفات مورفولوژیکی (ارتفاع نشا، قطر ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک نشا) و میزان کلروفیل کل بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل طول نشا (با خط‌کش میلی‌متری)، قطر ساقه (با کولیس دیجیتال)، طول ریشه (با خط‌کش میلی‌متری پس از شستشوی ریشه‌ها)، وزن تر و وزن خشک نشا (با ترازوی دیجیتال پس از خشک کردن در آون در دمای ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت) بودند. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل از روش (Arnon, 1949) استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارSAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت. نمودارها با نرم افزار Excel ترسیم شدند.

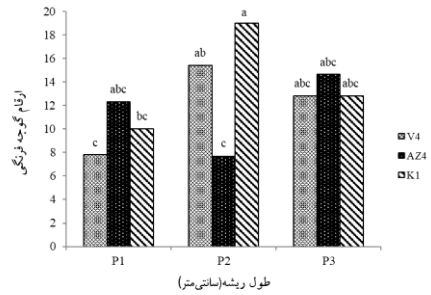
نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که فتوپریود و رقم هر دو در تعیین صفات رویشی و میزان کلروفیل نشاهای گوجه‌فرنگی نقش کلیدی دارند. ارتفاع نشا (شکل ۱) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فتوپریود و رقم قرار گرفت و تیمارP_2 در رقم k_1 بیشترین ارتفاع نشاء را داشت که نسبت به اغلب تیمارها افزایش معنی‌داری نشان داد. با این حال، افزایش ارتفاع به‌تنهایی بیانگر بهبود کیفیت نشا نبوده و برای ارزیابی کیفی، بررسی شاخص‌های ترکیبی ضروری است. یافته‌های حاضر از نظر تأثیر ساعات روشنایی بر رشد طولی با گزارش Wu et al., (2024) و Gao et al., (2020)همسو است که افزایش فتوپریود را عامل تحریک رشد طولی و تقسیم سلولی معرفی کردند. طول ریشه همچنین تحت تأثیر اثرات متقابل فتوپریود و رقم قرار گرفت، به‌طوری که تیمار$P_3 \times AZ_4$ با میانگین ۱۹/۰۰سانتی‌متر بیشترین طول ریشه را نشان داد، در حالی که تیمار$P_1 \times V_4$ کمترین مقدار (۷/۸۳ سانتی‌متر) را داشت (شکل ۲) این موضوع مشابه گزارش Liu et al., (2020) و Wu et al., (2024) است که نقش ترکیبی ژنوتیپ و شرایط نوری می‌تواند روی تجمع مواد مغذی و توسعه سیستم ریشه‌ای تأثیر بگذارد. اگرچه شرایط نوری و رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان قطر ساقه نداشتند اما P_3 و رقم K_1 دارای بیشترین و P_1 و رقم V_4دارای کمترین قطر ساقه بودند (شکل ۳) این نتیجه با مطالعات Heuvelink (2005) و Shamshiri et al., (2018) مطابقت دارد که گزارش کردند استحکام و قطر ساقه بیشتر تحت کنترل ژنتیکی رقم است. در مقابل، وزن تر (شکل۴) و وزن خشک نشاء (شکل۵) به طور معنی‌داری تحت تأثیر تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام و فتوپریود قرار گرفت و تیمار چهار ساعت روشنایی و دو ساعت تاریکی در رقم K_1 دارای بیشترین میزان وزن‌تر (۲/۰۴ گرم) و وزن خشک (۰/۱۲۰ گرم) بود که نسبت به بقیه تیمارها افزایش معنی‌داری داشت. این نتایج همسو با یافته‌های Landi et al., (2020) است که به اهمیت ویژگی‌های ژنتیکی و نقش محدود فتوپریود در تجمع ماده خشک اشاره کردند. میزان کلروفیل کل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فتوپریود قرار گرفتند و مقایسات میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر کلروفیل در تیمار P_1 (۰/۲۸ میلی‌گرم برگرم) و رقم AZ_4 مشاهده شد نتایج نشان می‌دهد که فتوپریودهای بلندتر با افزایش مدت فتوسنتزی، موجب افزایش بیوسنتز رنگیزه‌های کلروفیلی می‌شوند. همچنین اثر متقابل رقم و فتوپریود نشان داد که پاسخ فتوسنتزی به شدت به ژنوتیپ وابسته است (شکل ۶). این نتایج همسو با Wu *et al.*, (2024)، Gao *et al.*, (2020) است که نشان دادند فتوپریودهای بلند و نور مکمل موجب افزایش بیوسنتز رنگیزه‌ها و بهبود ظرفیت فتوسنتزی می‌شوند. نتایج نشان داد که فتوپریود بلند موجب تغییر معنی‌دار در برخی صفات رویشی از جمله ارتفاع نشا، بیوماس و محتوای کلروفیل شد، در حالی‌که صفاتی نظیر قطر ساقه و تا حدودی طول ریشه بیشتر تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی رقم قرار داشتند. بنابراین، اگرچه فتوپریود می‌تواند رشد طولی و تجمع زیست‌توده را تحت تأثیر قرار دهد، ارزیابی نهایی کیفیت نشا مستلزم بررسی

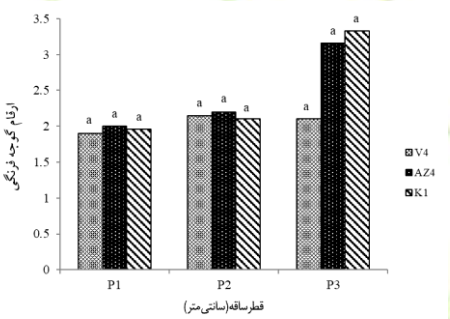
همزمان مجموعه‌ای از شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک است. در نتیجه، مدیریت فتوپریود همراه با انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌تواند در جهت بهینه‌سازی ویژگی‌های رشدی نشا در شرایط کنترل‌شده مؤثر باشد.



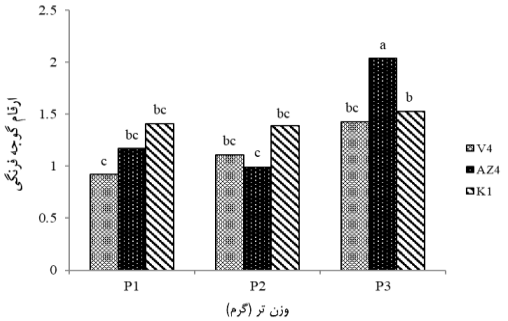
شکل ۱- اثرفتوپریود و رقم بر ارتفاع نشاء گوجه‌فرنگی.



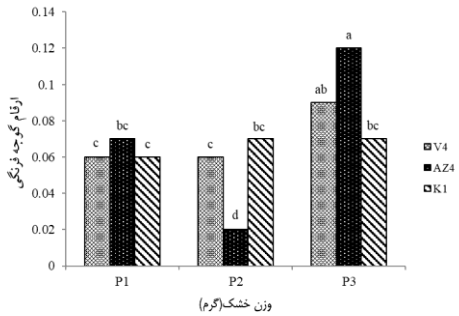
شکل ۲- اثرفتوپریود و رقم بر طول ریشه نشاء.گوجه‌فرنگی.



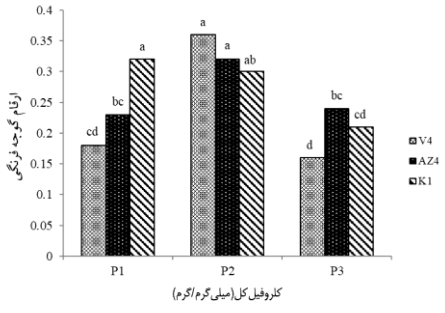
شکل ۳- اثرفتوپریود و رقم بر قطرساقه نشاء گوجه‌فرنگی.



شکل ۴- اثرفتوپریود و رقم بر وزن تر نشاء گوجه‌فرنگی.



شکل ۵- اثر فتوپریود و رقم بر وزن خشک نشاء گوجه‌فرنگی.



شکل ۶- اثر فتوپریود و رقم بر کلروفیل کل نشاء گوجه‌فرنگی.

منابع

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 22(1): 112–121.

Brazaitytė, A., Vaštakaitė-Kairienė, V., J., Viršilė, A., Samuolienė, G., Miliauskienė, J. and Duchovskis, P. 2018. The impact of photoperiod on the growth and internal quality of mustard microgreens. In: Proceedings of the 2nd International Conference on the Scientific Actualities and Innovations in Horticulture, Kaunas, Lithuania, 4–6 June 2018.

Dmitry, F. 2022. The photoperiod/light intensity ratio affects the yield of microgreens within one daylight integral. Modern Concepts & Developments in Agronomy, 11: 1097–1098.

Gao, W., He, D., Ji, F., Zhang, S. and Zheng, J. 2020. Effects of daily light integral and LED spectrum on growth and nutritional quality of hydroponic spinach. Agronomy, 10(8): 1082.

Gautam, G.K. 2013. A review on the taxonomy, ethnobotany, chemistry and pharmacology of *Solanum lycopersicum* Linn. International Journal of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, 1(8): 521–527.

Heuvelink, E. 2005. Tomato Crop Physiology: A Comprehensive Account of Growth and Production.

Landi, M., Zivcak, M., Sytar, O., Brestic, M. and Allakhverdiev, S.I. 2020. Plasticity of photosynthetic processes and the accumulation of secondary metabolites in plants in response to monochromatic light environments: A review. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics, 1861: 148131.

Liu, K., Gao, M., Jiang, H., Ou, S., Li, X., He, R., Li, Y. and Liu, H. 2022. Light intensity and photoperiod affect growth and nutritional quality of *Brassica* microgreens. Molecules, 27: 883.

Shamshiri, R.R., Jones, J.W., Thorp, K.R., Ahmad, D., Hasfalina Che Man, H. and Taheri, S. 2018. Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: A review. International Agrophysics, 32(2): 287–302.

Wu, S., Li, R., Bu, C., Zhu, C., Miao, C., Zhang, Y., Cui, J., Jiang, Y. and Ding, X. 2024. Photoperiodic effect on growth, photosynthesis, mineral elements, and metabolome of tomato seedlings in a plant factory. Plants, 13(22): 3119.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of photoperiod on Morphological trait and Chlorophyll amount of tomato seedling cultivars

Vafa Negraei[1], Naser Alamzadeh Ansari[1*] and Abbas Danaeifar[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: ansari_n@scu.ac.ir

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of different photoperiods on the vegetative and physiological traits of tomato seedlings. The experiment was conducted as a split-plot arrangement in a randomized complete block design with three replications. The main factor included three photoperiods: P1 (3 h light + 1 h dark), P2 (4 h light + 2 h dark), and P3 (8 h light + 4 h dark), while the sub-factor consisted of three tomato cultivars (V4, AZ4, and K1). The evaluated traits were seedling height, stem diameter, root length, fresh and dry weights, and total chlorophyll contents. The results showed that both photoperiod and cultivar had significant effects on most traits. The highest seedling height was recorded under P3, indicating the positive role of longer light duration on cell division and elongation. Root length was affected by the interaction between photoperiod and cultivar, with the AZ4×P3 combination showing the best performance. the highest fresh and dry weights were observed in K1×P2, and total chlorophyll contents were maximized under P3 and in cultivar AZ4, indicating enhanced photosynthetic capacity in longer photoperiods. Overall, the findings demonstrated that longer photoperiods can improve seedling height, biomass, and chlorophyll content in tomato seedlings, while traits such as stem diameter and, to some extent, root length are more dependent on cultivar. Therefore, photoperiod management along with proper cultivar selection can be recommended as a practical strategy to improve the quality and growth potential of tomato seedlings under controlled conditions.

Keywords: Chlorophyll, Photoperiod, Tomato seedlings, Vegetative traits.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید بر بهبود ویژگی‌های بازارپسند میوه فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای

دلارام نظریان سیاهپوش[۱]، ادریس شعبانی[۱*] و اسمعیل خالقی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *edris.shabani@scu.ac.ir*

چکیده

در این آزمایش امکان بهبود عملکرد و ظاهر بازارپسند میوه فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای در شاخه‌های فرعی با استفاده از قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در یک گلخانه تجاری در شهرستان دزفول اجرا گردید. تیمارهای این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف قرص‌های حاوی جیبرلین (۰، ۵، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر) و غلظت‌های مختلف فولویک اسید (۰، ۳، ۶ و ۹ گرم بر لیتر) بود. عملیات محلول‌پاشی بوته‌ها جهت اعمال تیمارهای جیبرلینی نیز بعد از تشکیل اولین میوه و هر ماه یکبار و جهت اعمال تیمار فولویک اسید بعد از تشکیل اولین میوه و هر دو هفته یکبار انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تک میوه و عملکرد بوته در تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید به‌ترتیب با ۲۱۴/۴۶ و ۳۱۴۰/۷ گرم مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید نداشت که از نتایج قابل توجه این آزمایش است. بر اساس نتایج کمترین درصد میوه‌های با درجه U.S.Fancy در تیمار شاهد و بیشترین درصد میوه‌های با درجه U.S.Fancy در تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید مشاهده گردید که سبب افزایش ۴۶/۷۹ درصدی میوه‌های با درجه U.S.Fancy شده است. بنابراین محلول‌پاشی غلظت‌های ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید جهت افزایش عملکرد و میوه‌های بازارپسند فلفل دلمه‌ای در گلخانه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بازارپسندی، جیبرلین، فلفل دلمه‌ای، فولویک اسید.

مقدمه

فلفل دلمه‌ای دارای ترکیبات مهم غذایی مانند مواد معدنی (پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم و سدیم) و ویتامین‌های C، D، A، B، E و K است که مصرف روزانه این سبزی می‌تواند مواد مغذی ضروری را برای انسان تامین کند (Anayaz *et* al., 2021).

فولویک اسید دارای مولکول‌های کوچک است، زمانی که این مولکول‌ها از طریق محلول‌پاشی یا جذب ریشه ای وارد گیاه می‌شود با داشتن ویژگی کلاته‌سازی آن، عناصر میکرو و ماکرو را از طریق دیواره های سلولی نیمه نفوذ پذیر به راحتی جذب گیاه می‌کند. فولویک اسید باعث کمک به فعالیت آنزیم‌ها، سنتز پروتئین، تحریک متابولیسم گیاه و تسهیل در تنفس گیاه می‌شود. فولویک اسید باعث افزایش تقسیم سلولی، طویل شدن سلول‌ها و سنتز کلروفیل شده و به تولید محصول کمک می‌کند (Kanabar and Nandwani, 2023).

جیبرلین یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی در رشد سلول‌های گیاه است. از اثرات مهم این هورمون می‌توان به طویل شدن سلول‌ها، تحریک گیاه در گلدهی، تولید میوه‌های پارتنوکارپ، گسترش ریشه، رشد برگ‌ها، بزرگ شدن و افزایش کیفیت میوه اشاره کرد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۶).

با توجه به موارد فوق دو ترکیب جیبرلین و فولویک اسید بر تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها سهم بسزایی را ایفا می‌کنند. در روش رایج هرس فلفل دلمه ای در ایران از شاخه های جانبی یک گل حفظ می‌شود و سپس جوانه انتهایی هرس می شود. این عملیات برای تولید میوه با کیفیت تر و بازار پسند است، در صورت عدم انجام هرس گل دوم در شاخه جانبی امکان بد شکلی در میوه تشدید خواهد شد.

بنابراین بررسی این موضوع در قالب یک پژوهش که آیا امکان نگه‌داری گل دوم شاخه جانبی و تولید میوه با کیفیت با استفاده از هورمون جیبرلین و فولویک اسید وجود دارد یا خیر، کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از انجام این آزمایش، بررسی امکان بهبود ویژگی‌های ظاهری و بازار پسند فلفل دلمه ای با استفاده از محلول‌پاشی قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در یک واحد تولیدی در شهرستان دزفول طی پاییز و زمستان ۱۴۰۳ اجرا شد. تیمارهای این پژوهش شامل غلظت‌های مختلف قرص‌های حاوی جیبرلین (۰، ۵، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر) و غلظت‌های مختلف فولویک اسید (۰، ۳، ۶ و ۹ گرم بر لیتر) بود. قرص‌های حاوی جیبرلین از برند تجاری King's Feast و از شرکت سروش باران تامین شد. هر قرص این محصول ۱۰ گرم و حاوی ۱۰٪ جیبرلیک اسید و ۹۰٪ مواد همراه بود. در این آزمایش از فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای رقم Avante RZ محصول شرکت رکزوان هلند استفاده شد. نشاهای فلفل دلمه ای (تولید در سینی نشاء با نسبت ۵۰:۵۰ کوکوپیت به پرلیت) از یک واحد تولید صنعتی نشاء در اصفهان تهیه و در مرحله ۸-۶ برگی به گلخانه منتقل شد. گلخانه فوق الذکر یک گلخانه خاکی با پوشش پلاستیکی و دارای سیستم سرمایشی و گرمایشی است. نشاها بر روی پشته‌های به عرض ۵۰ و ارتفاع ۲۰-۱۵ سانتی‌متر بصورت دو خط و با فاصله ردیف و فاصله بوته ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو پشته ۱۲۰ سانتی‌متر به‌صورت دستی کشت شد. عملیات محلول‌پاشی بوته‌ها جهت اعمال تیمار فولویک اسید بعد از تشکیل اولین میوه و هر دو هفته یکبار و جهت اعمال تیمارهای جیبرلینی نیز بعد از تشکیل اولین میوه و هر ماه یکبار انجام شد. آبیاری و تغذیه بوته‌ها در طول دوره رشد بصورت آبیاری قطره‌ای و نوار تیپ اعمال شد. تغذیه بوته‌ها با رویه مرسوم واحد تولیدی انجام شد. در این آزمایش درجه بندی فلفل دلمه‌ای بر اساس مقیاس درجه بندی USDA:U.S. گزارش شد که بر این اساس شامل سه سطح U.S.Fancy (عرض ≤ ۷۶/۲ میلی‌متر و طول ≤ ۸۸/۹ میلی‌متر) و U.S. No.1 (طول وعرض≤ ۶۳/۵ میلی‌متر) و U.S.No.2 (طول و عرض ≥ ۶۳/۵ میلی‌متر) است (Kanabar and Nandwani, 2023) (شکل ۱). در این راستا طول و عرض میوه توسط کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد.



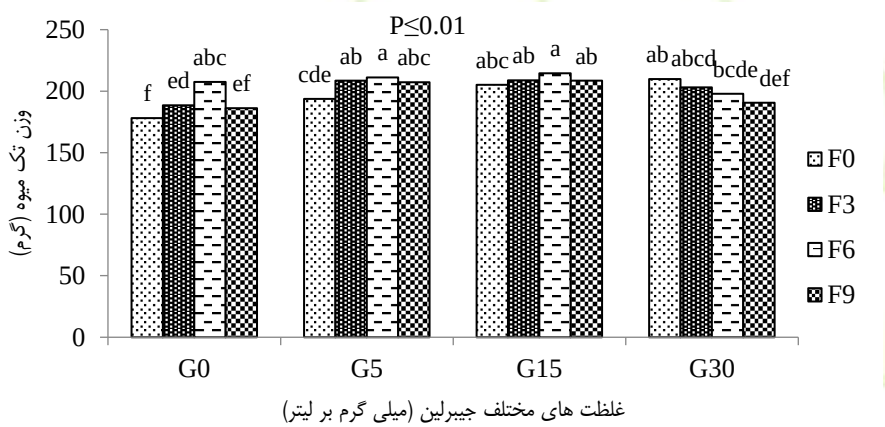
شکل ۱- تقسیم بندی میوه‌های فلفل دلمه‌ای از نظر شکل ظاهری با استفاده از استاندارد USDA:U.S.

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و دو بوته مشاهده در هر تکرار انجام شد. در پایان آزمایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه آماری شد و در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن مورد مقایسه میانگین قرار گرفت.

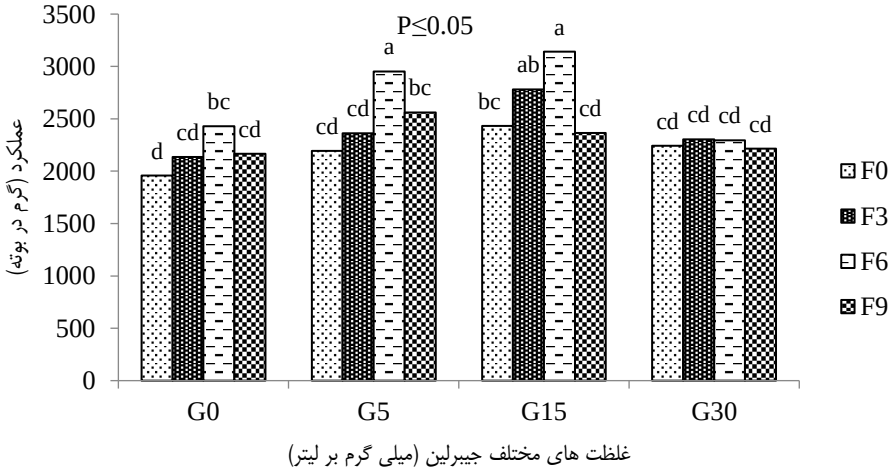
نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که اثرات اصلی قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه و در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بوته فلفل دلمه‌ای معنی‌دار بوده است، در حالی‌که اثرات متقابل آن‌ها بر وزن تک میوه در سطح احتمال یک درصد و بر عملکرد بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است (شکل ۲ و ۳). بر اساس نتایج این آزمایش، اثرات اصلی قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید بر درصد میوه‌های با درجه U.S.Fancy معنی‌دار نبوده است، اما اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر درصد میوه‌های با درجه U.S.Fancy معنی‌دار بوده است (شکل ۳). همچنین اثرات اصلی و متقابل تیمارها تاثیر

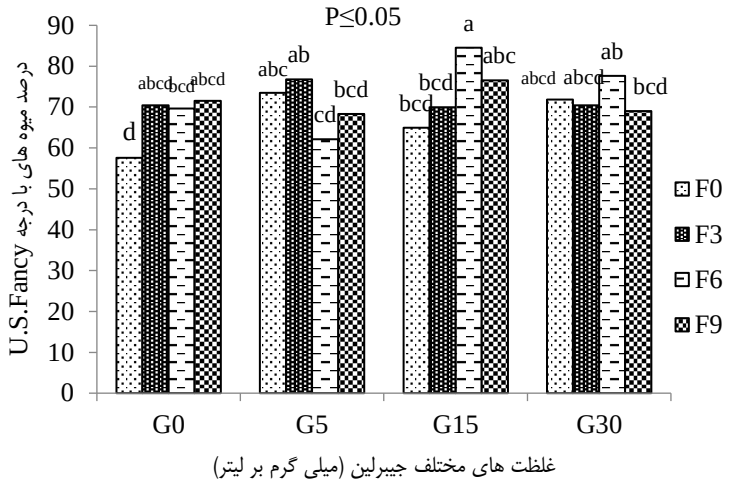
معنی‌داری بر درصد میوه‌های با درجه U.S. No.1 و U.S. No.2 نداشته است. بر اساس نتایج این آزمایش در تیمار فاقد جیبرلین با افزایش غلظت فولویک اسید تا سطح ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید سبب افزایش وزن تک میوه و عملکرد بوته فلفل دلمه‌ای گردید. بیشترین وزن تک میوه و عملکرد بوته در تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید ($G_{15}F_6$) به‌ترتیب با ۲۱۴/۴۶ و ۳۱۴۰/۷ گرم مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید (G_5F_6) نداشت که از نتایج قابل توجه این آزمایش است (شکل ۲ و ۳). بر اساس نتایج این آزمایش کمترین درصد میوه‌های با درجه U.S.Fancy در تیمار شاهد (جیبرلین صفر میلی‌گرم بر لیتر و فولویک اسید صفر گرم بر لیتر) و بیشترین درصد میوه‌های با درجه U.S.Fancy در تیمار $G_{15}F_6$ مشاهده گردید که سبب افزایش ۴۶/۷۹ درصدی میوه‌های با درجه U.S.Fancy شده است (شکل ۴). کمترین تعداد میوه‌های با درجه U.S.Fancy در تیمار شاهد، تیمار جیبرلین ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و فولویک اسید صفر گرم بر لیتر و تیمار با بیشترین غلظت جیبرلین (۳۰ میلی‌گرم بر لیتر) و فولویک اسید ۹ گرم بر لیتر بدست آمد که نشان می‌دهد محلول‌پاشی ترکیبات فوق تا یک سطح خاص سبب افزایش تعداد میوه های با درجه U.S.Fancy شده و بعد از آن سبب کاهش تعداد میوه‌های بازارپسند خواهد شد (شکل ۲). بر اساس نتایج، استفاده از تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید سبب بهبود میوه‌های بازارپسند شده است، به گونه‌ای که اولین میوه شاخه فرعی همانند میوه شاخه اصلی از درجه کیفی U.S.Fancy برخوردار بوده است (شکل ۵).



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید بر وزن تک میوه فلفل دلمه‌ای.



شکل ۳- اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید بر عملکرد هر بوته فلفل دلمه‌ای.



شکل ۴– اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف قرص‌های حاوی جیبرلین و فولویک اسید بر درصد میوه‌های با درجه U.S.Fancy فلفل دلمه‌ای.



شکل ۵– اثر تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و ۶ گرم بر لیتر فولویک اسید ($G_{15}F_6$) بر بهبود میوه‌های بازارپسند فلفل دلمه‌ای.

استفاده از قرص‌های حاوی جیبرلین تا سطح ۱۵ میلی گرم بر لیتر به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن تک میوه، عملکرد کل و میوه‌های بازارپسند فلفل دلمه‌ای با درجه U.S.Fancy شد. این تغییر در میزان رشد گیاه به وسیله جیبرلین می‌تواند به دلیل افزایش سطح ویژه برگ، افزایش فتوسنتز، بهبود فعالیت آنزیم‌ها و تغییر در مسیر توزیع مواد فتوسنتزی در گیاه باشد (جهانتیغ و همکاران، ۱۴۰۰).

Kanabar و Nandwani (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر اسید فولویک بر عملکرد بازارپسند فلفل دلمه‌ای پرداختند. بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از استعمال خاکی و محلول پاشی با غلظت ۵/۵ میلی‌لیتر بر لیتر و ۷/۸ میلی‌لیتر بر لیتر اسید فولویک به عنوان یک تحریک‌کننده رشد می‌تواند به عنوان غلظت بهینه برای رسیدن به حداکثر عملکرد بازار پسند در تولید فلفل دلمه‌ای در شرایط مزرعه استفاده گردد. فولویک اسید به عنوان یک بیوستیمولانت ممکن است جذب مواد مغذی معدنی را تسهیل کند (Calvo et al. 2014). اندازه فولویک اسید نسبتاً کوچک است که به فولویک اسید اجازه می دهد تا به‌راحتی وارد ریشه، ساقه‌ها و برگ‌های گیاه شود و به‌راحتی مواد معدنی را به هم متصل کند و از این طریق بر عملکرد بازارپسند میوه‌های فلفل دلمه‌ای موثر باشد (Kanabar and Nandwani, 2023).

منابع

جهانتیغ، م.، خمری، ع.، سیروس‌مهر، ع.ر. و دهمرده، م. ۱۴۰۱. تأثیر هورمون‌های اکسین و جیبرلین بر برخی ویژگی‌های زراعی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی خاکشیر (*Descurainia sophia*) تحت سطوح مختلف اسید هیومیک. فیزیولوژی محیطی گیاهی، ۱۷(۶۵): ۱۳۲–۱۲۰.

محمدی، م.، صیدی، م. و خادمی، ل. ۱۳۹۶. ارزیابی تأثیر محلول‌پاشی جیبرلین و کلسیم در مراحل مختلف رشدی بر برخی صفات کمی و کیفی فلفل دلمه‌ای. علوم باغبانی ایران، ۴۸(۴): ۸۲۳–۸۳۲.

Anaya-Esparza, L.M., Mora, Z.V.D.L., Vázquez-Paulino, O., Ascencio, F. and Villarruel-López, A. 2021. Bell peppers (*Capsicum annuum* L.) losses and wastes: Source for food and pharmaceutical applications. Molecules, 26(17): 5341.

Calvo, P., Nelson, L. and Kloepper, J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, 383(1): 3–41.

Kanabar, P. and Nandwani, D. 2023. Effect of fulvic acid on yield performance of organic bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under open-field conditions in Tennessee. Organic Agriculture, 13(3): 431–441.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of foliar spraying of tablets containing gibberellin and fulvic acid on improving marketable characteristics of greenhouse sweet pepper fruit

Delaram Nazarian Siahpoush[1], Edris Shabani[1*] and Esmaeil Khaleghi[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[*]*Corresponding Author: edris.shabani@scu.ac.ir*

Abstract

In this experiment, the possibility of improving the yield and marketable appearance of greenhouse sweet pepper fruit in secondary branches using tablets containing gibberellin and fulvic acid was investigated. In this regard, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 replications in a commercial greenhouse in Dezful city. The treatments in this experiment included different concentrations of tablets containing gibberellin (0, 5, 15 and 30 mg/L) and different concentrations of fulvic acid (0, 3, 6 and 9 g/L). For gibberellin treatment foliar spraying of the plants was carried out after the formation of the first fruit and once a month, and after the formation of the first fruit and once every two weeks for fulvic acid treatment. The results showed that the highest single fruit weight and plant yield were observed in the treatment of 15 mg/L gibberellin and 6 g/L fulvic acid, respectively, with 214.46 and 3140.7 g, which was not significantly different from the treatment of 5 mg/L gibberellin and 6 g/L fulvic acid, which is one of the notable results of this experiment. Based on the results, the lowest percentage of U.S. Fancy grade fruits was observed in the control treatment and the highest percentage of U.S. Fancy grade fruits was observed in the treatment of 15 mg/L gibberellin and 6 g/L fulvic acid, which caused an increase of 46.79% in U.S. Fancy grade fruits. Therefore, spraying concentrations of 15 mg/L gibberellin and 6 g/L fulvic acid to increase yield and marketable fruits of sweet pepper in the greenhouse is recommended.

Keywords: Fulvic acid, Gibberellin, Marketability, Sweet pepper.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر بسترهای کشت و محلول‌های غذایی در سیستم کشت بدون خاک بر رشد رویشی موز (Musa acuminata cv. Dwarf Cavendish) در شرایط گلخانه‌ای

اشکان محمدی[1*]، عبدالعلی حسامی[1]، ملک حسین شهریاری[1] و ابراهیم سابکی[2]

۱- علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۲- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان (ایرانشهر)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایرانشهر، ایران

*نویسنده مسئول: *ashkanmohammadi2597@gmail.com*

چکیده

با هدف بهینه‌سازی تولید موز در شرایط گلخانه‌ای، این پژوهش به بررسی اثر ترکیب‌های مختلف بستر کشت و محلول‌های غذایی در سیستم کشت بدون خاک بر رشد رویشی موز رقم *Dwarf Cavendish* پرداخته شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۵ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل پنج ترکیب بستر (کمپوست نخل خرما، کوکوپیت و پرلایت در نسبت‌های متنوع) و سه نوع محلول غذایی (هوگلند، کوپر و فورلاندی) بودند. صفات مورد بررسی شامل شاخص کلروفیل، طول و عرض برگ، ارتفاع و قطر تنه بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل بستر های کشت با محلول های غذایی در سطح آماری یک و پنج درصد بر روی هیچ کدام از صفات مذکور معنی دار نگردید، درحالی که اثر مستقل بستر کشت و محلول غذایی بر روی این صفات معنی دار گردید.بستر های کشت کمپوست نخل خرما ۳۵٪ + کوکوپیت ۳۵٪ + پرلایت ۳۰٪ وکمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪ بیشترین اثر مثبت بر طول و عرض برگ داشتند و بستر های کشت کمپوست نخل خرما ۳۵٪ + کوکوپیت ۳۵٪ + پرلایت ۳۰٪ ،کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪ و کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰٪ بیشترین اثرمثبت بر ارتفاع و قطر تنه گیاه داشتند.

واژگان کلیدی: موز، کمپوست نخل خرما، رشد رویشی، محلول غذایی، کشت بدون خاک، گلخانه.

مقدمه

در سیستم‌های کشت بدون خاک، انتخاب بستر کشت نقش مهمی در رشد گیاه دارد. مطالعات نشان داده‌اند که مواد آلی مانند پوست کاج و سبوس برنج قابلیت استفاده به‌عنوان بستر کشت بدون خاک را دارند (لی و فورلاندی، ۲۰۲۱). همچنین، کوکوپیت و پرلایت از بسترهای متداول در کشت گلخانه‌ای محسوب می‌شوند، اما وابستگی به واردات کوکوپیت موجب افزایش هزینه‌های تولید شده است (سکودری و همکاران، ۲۰۲۳). از طرف دیگر خرما، که هم خانواده درخت نارگیل می باشد، یکی از محصولات مهم در باغبانی کشور محسوب می‌شود. براساس آمار منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی، در سال ۱۴۰۲ ۳۳۸۹۷ هزار هکتار از اراضی کشور به کشت خرما غیر بارور و ۲۶۷۳۴۶ هکتار خرما بارور اختصاص داده شده است و سالانه میزان زیادی از ضایعات نخل خرما بدون استفاده بهینه از بین می روند و گاهی اوقات سوزاندن این ضایعات منجر به آتش سوزی های بزرگ در نخلستان ها شده است ، از آنجائیکه تمایل به استفاده از کوکوپیت و پرلایت در کشت های بدون خاک، در کشور به دلیل بازده بالاتر آنها، روز به روز در حال افزایش می باشد. نظر به اینکه کوکوپیت از درخت نارگیل تهیه شده و سالانه مقدار زیادی ارز به منظور واردات آن از کشور خارج می گردد، طرح استفاده ازکمپوست نخل به عنوان جایگزینی کوکوپیت یک ایده نو می باشد که عملی شدن این ایده می تواند گامی بلند در راستای تولید ملی و حمایت از کار و سرمایه ایرانی باشد. (زاروق و بوه‌نیک-لوی، ۲۰۱۸).

محلول‌های غذایی کشت بدون خاک نقش مهمی در رشد و عملکرد بهینه گیاهان دارند و با کنترل بهتر مواد مغذی و کاهش بیماری‌ها، موجب افزایش کیفیت محصولات می‌شوند (زین‌الدین و همکاران، ۲۰۲۳)

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف بستر کشت و سه نوع محلول غذایی بر صفات رشد رویشی گیاه موز در سیستم هیدروپونیک گلخانه‌ای انجام شده است تا علاوه بر شناخت بهتر نیازهای گیاه، مدلی برای توسعه کشاورزی پایدار در استان بوشهر ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش جهت بررسی اثر متقابل بستر های کشت (کمپوست ضایعات نخل خرما و کوکوپیت) و محلول های غذایی هیدروپونیک بر رشد رویشی گیاه موز در یکی از گلخانه های دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس بوشهر واقع در حومه شهر برازجان به صورت آزمایشات فاکتوریل درقالب طرح کاملا تصادفی در۱۵تیمار با ۳تکراردر سال ۱۴۰۲و۱۴۰۳اجرا شد.فاکتور های اصلی این طرح شامل ۵ بستر کشت وسه محلول غذایی متفاوت که در ۳تکرار مورد بررسی قرار گرفت. از روش تجزیه واریانس داده ها و مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد، و داده های جمع آوری شده به وسیله نرم افزارهای مناسب (EXCEL, SAS) آنالیز گردید. صفات مورد اندازه گیری شامل: طول و عرض برگ، قطر ساقه کاذب، طول ساقه کاذب، شاخص کلروفیل بود.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها،اثر متقابل بستر و محلول غذایی بر صفت شاخص کلروفیل برگ معنی دار نبوده است و تمام بستر ها و محلول های غذایی به کار برده شده تاثیر مثبت برشاخص کلروفیل داشتند(جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر محلول و بسترکشت در صفت شاخص کلروفیل برگ.

بستر کشت / محلول غذایی	کمپوست نخل خرما۷۰٪ +پرلایت۳۰٪	کمپوست نخل خرما۵۰٪+کوکوپیت ۲۰٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪	کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰٪	میانگین
هوگلند	۵۳.۸۵^{a}	۵۵.۳۷^{a}	۵۵.۱۸^{a}	۵۰.۳۹^{ab}	۴۸.۵۶^{ac}	۵۲.۶۷۲A
کوپر	۵۵.۷۳^{a}	۵۴.۴۵^{a}	۵۱.۸۹^{a}	۴۷.۷۶^{acf}	۴۷.۷۰^{adg}	۵۱.۵۰۹A
فورلاندی	۵۳.۱۴^{a}	۵۲.۷۸^{a}	۴۸.۲۳^{ad}	۴۷.۷۸^{abe}	۵۱.۶۴^{ab}	۵۰.۷۱۷A
میانگین	۵۴.۲۴۳A	۵۴.۲۰۹A	۵۱.۷۷۱AB	۴۹.۳۰۱B	۴۸.۶۴۴B	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح یک درصد و بر اساس آزمون دانکن ، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

طول برگ گیاهان تحت تاثیر اثر مستقل بستر کشت قرار گرفت به طوری که بستر های کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪ و کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪ بیشترین اثر مثبت بر این صفت داشتند. اثر مستقل محلول های غذایی برصفت طول برگ معنی دار نبوده است و تمام محلول های غذایی اثر یکسانی بر این صفت داشتند.علاوه بر این اثر متقابل بستر های کشت و محلول های غذایی برصفت طول گیاه اثر معنی داری داشت و هرسه محلول غذایی در بستر های کشت کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪ و کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪ بیشترین اثر را از خود نشان دادند. (جدول۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر محلول و بسترکشت در صفت طول برگ.

بستر کشت / محلول غذایی	کمپوست نخل خرما۷۰٪ +پرلایت۳۰٪	کمپوست نخل خرما۵۰٪+کوکوپیت ۲۰٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪	کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰%	میانگین
هوگلند	۱۵۳.۶۶^{cb}	۱۵۲^{dbc}	۱۷۲.۶۶^{a}	۱۷۴^{a}	۱۵۲.۳۳^{ec}	۱۶۰.۹۳۳A
کوپر	۱۴۵.۳۳^{hf}	۱۵۴^{bc}	۱۹۰^{a}	۱۷۶^{a}	۱۴۷^{ge}	۱۶۲.۴۶۷A
فورلاندی	۱۳۸^{gh}	۱۴۹.۶۶^{fd}	۱۷۵.۳۳^{a}	۱۶۷.۳۳^{ab}	۱۴۳.۳۳^{ig}	۱۵۴.۷۳۳A
میانگین	۱۴۵.۶۶۷B	۱۵۱.۸۸۹B	۱۷۹.۳۳A	۱۷۲.۴۴A	۱۴۷.۵۵۶B	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح یک درصد و بر اساس آزمون دانکن ، فاقد اختلاف معنی‌دار هست.

در خصوص اثر متقابل بستر کشت با محلول غذایی بر صفت عرض برگ، بررسی نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمار های مختلف وجود ندارد و تمام تیمار ها اثر یکسانی بر این صفت داشتند.بررسی اثر مستقل بستر کشت بر صفت عرض برگ نشان داد که بستر های کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪ و کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪ بیشترین اثر مثبت بر این صفت داشتند(جدول۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محلول و بسترکشت در صفت عرض برگ.

بستر کشت / محلول غذایی	کمپوست نخل خرما۷۰٪ +پرلایت۳۰٪	کمپوست نخل خرما۵۰٪+کوکوپیت ۲۰٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪	کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰%	میانگین
هوگلند	۶۲^{a}	۵۶^{abde}	۶۰.۳۳^{a}	۶۱.۶۶^{a}	۵۶.۶۶^{acd}	۵۹.۳۳A
کوپر	۵۳^{abcdfg}	۵۷.۶۶^{abc}	۶۶.۳۳^{a}	۶۷^{a}	۶۰.۳۳^{a}	۶۰.۸۶A
فورلاندی	۵۳.۶۶^{abcef}	۵۸.۶۶^{ab}	۶۴.۳۳^{a}	۶۳^{a}	۵۹.۶۶^{a}	۵۹.۸۶A
میانگین	۵۶.۲۲B	۵۷.۴۴B	۶۳.۶۶A	۶۳.۸۸A	۵۸.۸۸B	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح یک درصد و بر اساس آزمون دانکن ، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

اثر متقابل بستر های کشت با محلول های غذایی بر صفت ارتفاع تنه در سطح آماری یک درصد و پنج درصد معنی دار نبود. ولی اثر مستقل بستر کشت و محلول غذایی بر صفت مذکور معنی دار گردید به طوری که در بستر های کشت کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪ ، کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪ و کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰٪ بیشترین ارتفاع تنه بدست آمد.در خصوص محلول های غذایی نیز محلول غذایی کوپر و هوگلند سبب بیشترین ارتفاع تنه گیاه گردید.(جدول۳).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر محلول و بسترکشت در صفت ارتفاع تنه.

بستر کشت / محلول غذایی	کمپوست نخل خرما۷۰٪ +پرلایت۳۰٪	کمپوست نخل خرما۵۰٪+کوکوپیت ۲۰٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪	کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰%	میانگین
هوگلند	۱۷۲.۳۳^{abcd}	۱۶۱.۶۶^{abdefgh}	۱۸۷.۶۶^{a}	۱۹۴^{a}	۲۰۱^{a}	۱۸۳.۴۰۰A
کوپر	۱۶۴^{abcdef}	۱۶۲^{acdefg}	۲۰۵^{a}	۱۹۵^{a}	۱۹۰.۳۳^{a}	۱۸۳.۲۶A
فورلاندی	۱۴۴.۳۳^{abcdefghi}	۱۶۶.۳۳^{abcdef}	۱۹۶.۳۳^{a}	۱۸۰^{ab}	۱۷۳.۳۳^{abc}	۱۷۲.۰۶B
میانگین	۱۶۰.۲۲B	۱۶۳.۳۳B	۱۹۶.۳۳A	۱۸۹.۶۶A	۱۸۸.۳۳A	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح یک درصد و بر اساس آزمون دانکن ، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

قطر تنه تنها تحت تاثیر اثر مستقل بستر کشت قرار گرفت بیشترین قطر در بستر های کشت کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪ ، کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪ و کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰٪ بدست آمد در حالی که اثر متقابل بستر های کشت با محلول های غذایی و اثر مستقل محلول های غذایی بر صفت مذکور در سطح آماری یک درصد و پنج درصد معنی دار نگردید(جدول ۵)

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر محلول و بسترکشت در صفت برقطر تنه.

بستر کشت / محلول غذایی	کمپوست نخل خرما۷۰٪ +پرلایت۳۰٪	کمپوست نخل خرما۵۰٪+کوکوپیت ۲۰٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۳۵٪+کوکوپیت ۳۵٪+پرلایت ۳۰٪	کمپوست نخل خرما۲۰٪+کوکوپیت ۵۰٪+پرلایت ۳۰٪	کوکوپیت ۷۰٪+پرلایت ۳۰%	میانگین
۱	۱۵۰.۱۰^{a}	۱۳۹.۶۵^{a}	۱۵۰.۷۸۰^{a}	۱۵۷.۲۶^{a}	۱۵۲.۴۴^{a}	۱۵۰.۰۴A
۲	۱۲۳.۳۴^{ab}	۱۴۰.۰۷^{a}	۱۶۴.۰۴^{a}	۱۶۲.۰۵^{a}	۱۴۴.۲۲^{a}	۱۴۶.۷۴۶A
۳	۱۲۱.۵۲^{abc}	۱۳۲.۶۶^{a}	۱۶۰.۹۵^{a}	۱۵۵.۰۲^{a}	۱۳۵.۱۳^{a}	۱۴۱.۰۶۱A
میانگین	۱۳۱.۶۵۷B	۱۳۷.۴۶۳B	۱۵۸.۵۹۴A	۱۵۸.۵۹۴A	۱۴۳.۹۳۳AB	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح یک درصد و بر اساس آزمون دانکن ، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

منابع

Lee, T. and Forlandi, F. 2021. Long-term effects of Forlandi nutrient solutions on soil health and crop rotation. Journal of Sustainable Agriculture, 10(4): 150–165.

Scuderi, D., Gianguzzi, G., Tinebra, I., Gugliuzza, G. and Farina, V. 2023. Phenology and fruit growth dynamics of mango (*Mangifera indica* L.) in greenhouse and open air in Mediterranean climate. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 93(3): 731–741.

Zarrouk, M. and Bouhnik-Levy, A. 2018. Environmental benefits of using date palm waste in agriculture: A review. Environmental Science and Pollution Research, 25(12): 11234–11245.

Zainuddin, N.A., Nordin, K.M., Ishak, A., Nuriman, M.S. and Azhar, T.I.D.T. 2023. IoT-based oyster mushroom farming monitoring system. International Journal for Multidisciplinary Research, 5(3).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Growing Media and Nutrient Solutions in Soilless Culture Systems on the Vegetative Growth of Banana (*Musa acuminata* cv. Dwarf Cavendish) under Greenhouse Conditions

Ashkan Mohammadi[1*], Abdolali Hesami[1], Malek Hossein Shahriari[1] and Ebrahim Saboki[2]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
2. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Sistan and Baluchestan, Iran

[*]Corresponding author: ashkanmohammadi2597@gmail.com

Abstract

In order to optimize banana production under greenhouse conditions, this study evaluated the effects of different growing media compositions and nutrient solutions in a soilless cultivation system on the vegetative growth of banana (*Musa acuminata* cv. Dwarf Cavendish). The experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized design (CRD) with 15 treatments and three replications. Treatments consisted of five growing media combinations (date palm compost, cocopeat, and perlite in varying proportions) and three nutrient solution types (Hoagland, Cooper, and Forlandi). The evaluated traits included chlorophyll index, leaf length and width, plant height, and stem diameter. The results indicated that the interaction between growing media and nutrient solutions was not statistically significant for any of the measured traits at either the 1% or 5% probability levels. However, the main effects of both growing media and nutrient solutions were significant. The growing media composed of 35% date palm compost + 35% cocopeat + 30% perlite and 20% date palm compost + 50% cocopeat + 30% perlite exhibited the most positive effects on leaf length and width. Additionally, the media combinations of 35% date palm compost + 35% cocopeat + 30% perlite, 20% date palm compost + 50% cocopeat + 30% perlite, and 70% cocopeat + 30% perlite had the most favorable effects on plant height and stem diameter.

Keywords: Banana, Date palm compost, Vegetative growth, Nutrient solution, Soilless culture, Greenhouse.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات بستر کشت‌های مختلف بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در کشت بدون خاک

ناصر عسکری[۱*] و امیر محمد شاهرخی[۱]
۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
*نویسنده مسئول: *na.askari@yahoo.com*

چکیده

گوجه‌فرنگی (Solanum lycopersicum L.) از محصولات مهم گلخانه‌ای جهان به شمار می‌آید که به دلیل ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای بالا، توجه ویژه‌ای به بهبود کیفیت و عملکرد آن شده است. کشت بدون خاک و استفاده از بسترهای کشت جایگزین، به‌ویژه در مناطق با محدودیت منابع، از راهکارهای اساسی در افزایش بهره‌وری محسوب می‌شوند. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر چهار بستر کشت شامل کوکوپیت (به‌عنوان شاهد)، PC peat حاصل از فرآوری باگاس نیشکر، پرلیت و پشم‌سنگ (Rockwool) بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در سیستم هیدروپونیک طراحی شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و هفت ترکیب بستر (R40 (پشم سنگ با تراکم ۴۰)، R80 (پشم سنگ با تراکم ۸۰)، R100 (پشم سنگ با تراکم ۱۰۰)، PC70، PC50، پرلیت و کوکوپیت+پرلیت) در گلخانه هیدروپونیک اجرا گردید. صفاتی چون وزن و تعداد میوه، طول ساقه، تعداد برگ، قطر ریشه و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه پس از حدود ۲۰ هفته اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بیشترین وزن میوه در تیمار کوکوپیت و سپس PC50 به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با اغلب تیمارها داشتند. بیشترین تعداد میوه در تیمار R80 و بیشترین طول ساقه در کوکوپیت ثبت گردید. تیمار PC70 از نظر تعداد برگ برتری نسبی نشان داد، در حالی‌که قطر ریشه تحت تأثیر نوع بستر تفاوت معنی‌داری نداشت. پرلیت و کوکوپیت بیشترین وزن تر و خشک شاخساره را تولید کردند، درحالی‌که بیشترین وزن تر و خشک ریشه به ترتیب در تیمارهای PC50، پرلیت و R100 مشاهده شد. کمترین مقادیر اغلب صفات مربوط به تیمارهای پشم‌سنگ بود. به طور کلی، نتایج بیانگر آن است که PC peat به‌ویژه در ترکیب ۵۰ درصد با پرلیت می‌تواند عملکردی نزدیک به کوکوپیت داشته و به‌عنوان جایگزین داخلی مناسب مطرح گردد. این موضوع ضمن کاهش وابستگی به واردات، امکان بهره‌برداری از پسماندهای صنعت نیشکر و کاهش هزینه‌های تولید را فراهم می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: بستر کشت، تفاله نیشکر، عملکرد، گوجه فرنگی.

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) یکی از محصولات گلخانه‌ای مهم در جهان است که خاستگاه آن به آمریکای جنوبی بازمی‌گردد (Nerlich et al., 2022; Tomato-Britannica, 2024). سطح زیرکشت جهانی این محصول بیش از ۷۲ میلیون هکتار و تولید آن بالغ بر ۱۷۷۱ میلیون تن گزارش شده است (Habib et al., 2024). علاوه بر جایگاه اقتصادی، ارزش تغذیه‌ای بالای گوجه‌فرنگی سبب افزایش تقاضا برای محصولی با کیفیت شده است. کیفیت میوه تحت تأثیر ترکیباتی چون لیکوپن، ویتامین C، قندها و اسیدهای آلی قرار دارد که نقش مهمی در طعم، ارزش تغذیه‌ای و بازارپسندی ایفا می‌کنند (Anzalone et al., 2022). کشت گلخانه‌ای و سیستم‌های بدون خاک به دلیل کنترل بهتر شرایط محیطی و تغذیه‌ای، افزایش بهره‌وری منابع و امکان تولید در تمام طول سال، به‌ویژه در مناطق با محدودیت منابع آب و خاک، گسترش چشمگیری یافته‌اند (Guo et al., 2022; Lykogianni et al., 2023). در این سیستم‌ها، بستر کشت به‌عنوان یکی از ارکان اصلی موفقیت، بر رشد و عملکرد گیاه نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. بسترهای معدنی مانند پشم‌سنگ (Rockwool) به دلیل یکنواختی و خواص فیزیکی مناسب به‌طور گسترده استفاده می‌شوند، اما هزینه بالای تأمین و مشکلات زیست‌محیطی دفع آن‌ها از محدودیت‌های اساسی محسوب می‌شوند (Atzori et al., 2021). در مقابل، بسترهای آلی همچون کوکوپیت و بسترهای حاصل از محصولات جانبی کشاورزی و صنعتی به دلیل هزینه کمتر، دسترسی آسان‌تر و سازگاری زیست‌محیطی، جایگاه ویژه‌ای یافته‌اند. یکی از منابع مهم در این زمینه، ضایعات صنعت نیشکر است. باگاس نیشکر (SCB)، گل فیلتر پرس (FPM) و خاکستر باگاس نیشکر (SCBA) به دلیل دارا بودن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مطلوب، قابلیت استفاده در باغبانی و کشت بدون خاک را دارند (Orta-Guzmán et al., 2021). از میان این فرآورده‌ها، PC peat به‌عنوان بستر آلی تولید داخل که از باگاس نیشکر فرآوری می‌شود، جایگزینی مناسب برای

بسترهای وارداتی نظیر کوکوپیت به شمار می‌آید. PC peat علاوه بر کاهش وابستگی به منابع خارجی، می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش داده و با استفاده بهینه از پسماندهای صنعتی به کاهش آلودگی محیطی کمک کند. هرچند پایداری فیزیکی این بسترها در دوره‌های کشت طولانی همچنان نیازمند بررسی بیشتر است (Nerlich et al., 2022). بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه کارایی چهار بستر مختلف کشت شامل کوکوپیت، PC peat (مشتق از باگاس نیشکر)، پرلیت و پشم‌سنگ بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در سیستم هیدروپونیک طراحی و اجرا شده است.

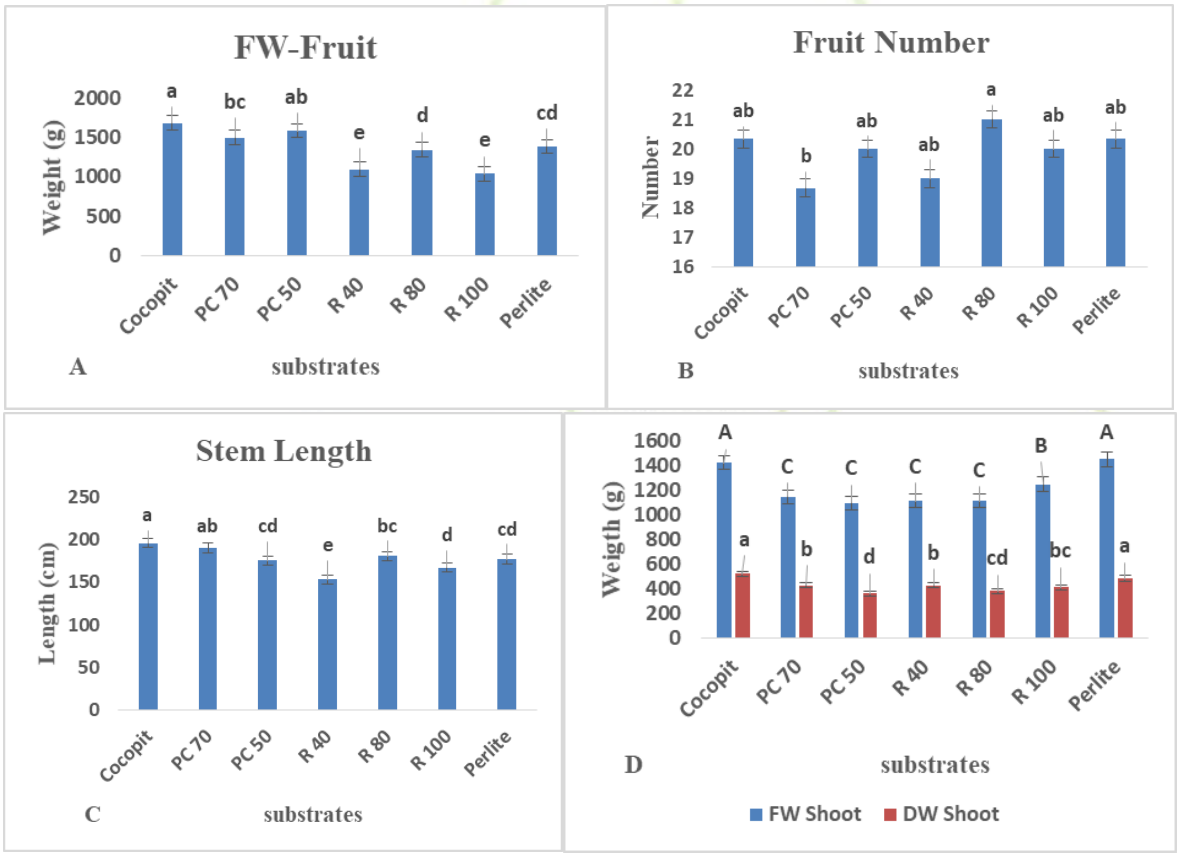
مواد و روش‌ها

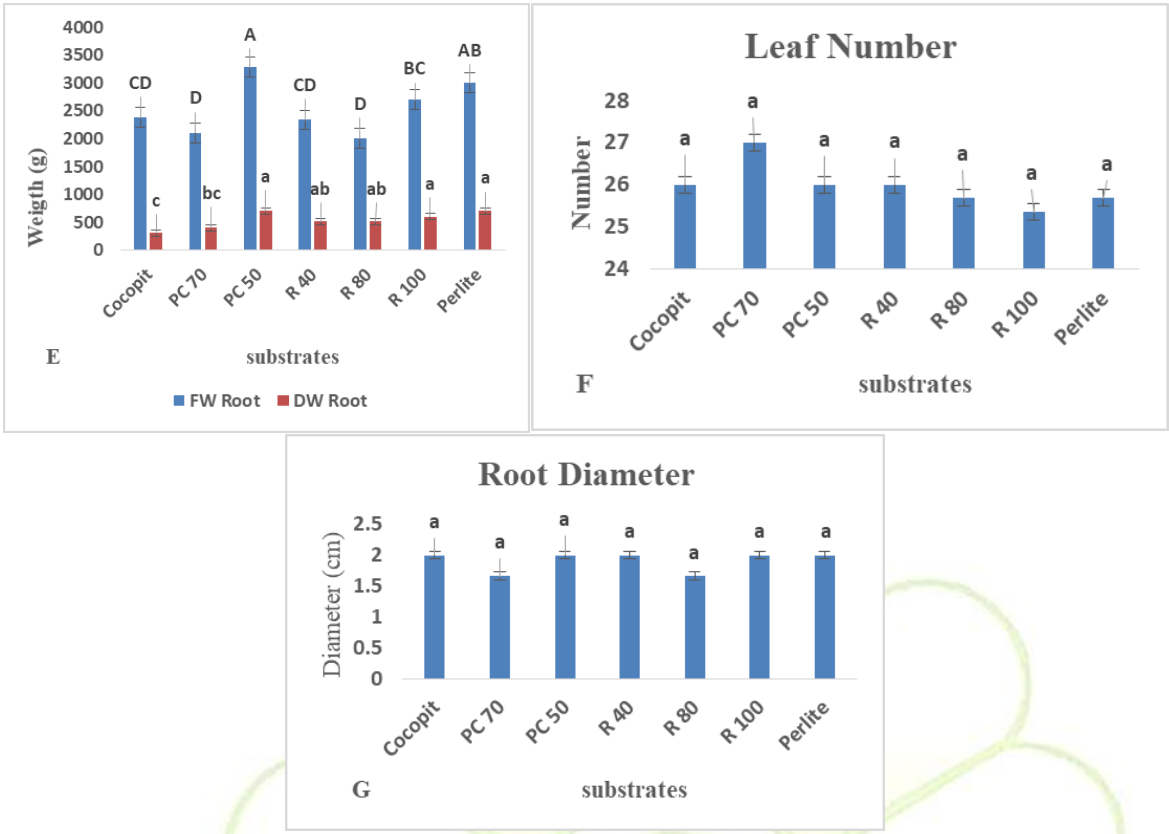
این پژوهش به منظور بررسی اثرات بستر کشت‌های مختلف بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی در کشت بدون خاک در گلخانه هیدروپونیک نظری واقع در نزدیکی بخش اسفندقه انجام گرفته است. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و ۷ ترکیب مختلف بستر کشت در پاییز ۱۴۰۳ به اجرا در آمد. تیمارهای بستر کشت شامل پشم سنگ با سه تراکم ۴۰ (R40)، ۸۰ (R80) و ۱۰۰ درصد (R100)، ۷۰ درصد Pc peat + ۳۰ درصد پرلیت (PC70)، ۵۰ درصد Pc peat + ۵۰ درصد پرلیت (PC50)، ۱۰۰ درصد پرلیت و ۷۰ درصد کوکوپیت + ۳۰ درصد پرلیت (تیمار شاهد) بوده است. در این آزمایش از نشاءهای نسبتا یکنواخت گوجه فرنگی استفاده شد و با محلول‌های غذایی یکسان آبیاری شدند. پس از تقریبا ۲۰ هفته پارامترهایی از قبیل وزن میوه، تعداد میوه، طول ساقه، تعداد برگ، قطر ریشه، وزن تر وخشک شاخساره و ریشه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن با استفاده از ترازوی ۰/۰۰۰۱ و طول و قطر به ترتیب با استفاده از متر و کولیس دیجیتال انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین وزن میوه در تیمار کوکوپیت به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بر سایر تیمارها برتری داشت و تنها با PC50 اختلاف معنی‌داری نشان نداد. تیمار PC50 نیز از نظر وزن میوه در سطح بالایی قرار گرفت و در مقایسه با بیشتر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت، اما مشابهت آن با کوکوپیت بیانگر کارایی نزدیک این دو بستر است. تیمار PC70 نسبت به پرلیت و تیمارهای پشم‌سنگ (R80، R40 و R100) عملکرد بالاتری داشت، اگرچه اختلاف آن با PC50 معنی‌دار نبود. پرلیت نیز برتری مشخصی نسبت به تیمارهای R80، R40 و R100 داشت، اما در مقایسه با PC70 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین وزن میوه به ترتیب در تیمارهای R80 ، R40 و R100 ثبت شد که نسبت به اغلب تیمارها به‌طور معنی‌دار عملکرد ضعیف‌تری داشتند (شکل A). بیشترین تعداد میوه در تیمار R80 ثبت شد که نسبت به PC70 اختلاف معنی‌داری داشت، اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نشان نداد. تیمارهای پرلیت و کوکوپیت و همچنینPC50 و R100 از نظر آماری مشابه R80 بودند و اختلاف معنی‌داری با آن‌ها مشاهده نشد. تیمار R40 نیز در همین محدوده قرار گرفت و تنها نسبت به PC70 برتری نسبی نشان داد. کمترین تعداد میوه مربوط به تیمار PC70 بود که در مقایسه با R80 اختلاف معنی‌داری داشت، اما با سایر تیمارها تفاوت قابل توجهی مشاهده نشد (شکل B). بیشترین طول ساقه در تیمار کوکوپیت مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها بالاتر بود. تیمار PC70 نیز طول ساقه بالایی داشت و تنها نسبت به کوکوپیت اختلاف معنی‌دار نداشت. تیمار R80 در مقایسه با برخی تیمارها (مانند PC50 و پرلیت) عملکرد بهتری نشان داد، اما با کوکوپیت و PC70 اختلاف معنی‌دار داشت. تیمارهای PC50 و پرلیت عملکرد مشابهی داشتند و نسبت به تیمارهای بالاتر اختلاف معنی‌دار نشان دادند. تیمار R100 و R40 کوتاه‌ترین طول ساقه را داشتند و نسبت به اکثر تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌دار قابل توجهی نشان دادند (شکل C). بیشترین وزن تر شاخساره در تیمار پرلیت و پس از آن کوکوپیت به‌دست آمد که هر دو اختلاف معنی‌داری با بیشتر تیمارها داشتند و برتری آن‌ها نسبت به سایر بسترها کاملاً مشهود بود. تیمار R100 در رتبه بعدی قرار گرفت و از نظر آماری تفاوت مشخصی با کوکوپیت و پرلیت نشان داد. در مقابل، تیمارهای PC70، PC50، R80 و R40 کمترین وزن تر شاخساره را داشتند و نسبت به تیمارهای برتر اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین وزن خشک شاخساره در تیمار کوکوپیت و پس از آن پرلیت ثبت شد. این دو تیمار اختلاف معنی‌داری با اکثر تیمارهای دیگر داشتند و نشان دادند که در حمایت از تجمع ماده خشک در شاخساره کارآمدتر هستند. تیمارهای PC70 و R40 در سطح میانی قرار گرفتند و نسبت به کوکوپیت و پرلیت مقادیر کمتری داشتند. تیمار R100 نیز وضعیت مشابهی داشت و در مقایسه با PC70 و R40 اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کمترین وزن خشک شاخساره در تیمارهای R80 و PC50 مشاهده شد که نسبت به اغلب تیمارها عملکرد ضعیف‌تری داشتند (شکل D). بیشترین

وزن تر ریشه در تیمار PC50 مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری از تمامی تیمارها برتری داشت. تیمار پرلیت نیز مقدار بالایی داشت و تنها با PC50 اختلاف معنی‌دار نداشت، اما نسبت به سایر تیمارها برتری نشان داد. تیمار R100 در سطح میانی قرار گرفت و از کوکوپیت، PC70، R40 و R80 مقادیر بالاتری داشت. در مقابل، کمترین وزن تر ریشه به تیمارهای PC70 و R80 تعلق داشت که به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از PC50، پرلیت و R100 بودند. کوکوپیت و R40 نیز در محدوده میانی قرار گرفتند اما نسبت به تیمارهای برتر اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین وزن خشک ریشه در تیمارهای پرلیت، PC50 و R100 به‌دست آمد که همگی به‌طور معنی‌داری بر سایر تیمارها برتری داشتند. تیمارهای R40 و R80 در سطح میانی قرار گرفتند و اختلاف معنی‌دار مشخصی با پرلیت، PC50 و R100 داشتند. کمترین وزن خشک ریشه در تیمارهای PC70 و کوکوپیت ثبت شد که نسبت به بیشتر تیمارها عملکرد ضعیف‌تری نشان دادند (شکل E). بررسی داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد برگ در تیمار PC70 به‌دست آمد و کمترین مقدار مربوط به تیمار R100 بود. سایر تیمارها مقادیر میانی را نشان دادند. با این حال، نتایج آزمون آماری اختلاف معنی‌داری میان تیمارها نشان نداد (شکل F). قطر ریشه در اغلب تیمارها (کوکوپیت، PC50، R100، پرلیت و R40) حدود ۲ سانتی‌متر ثبت شد. تنها تیمارهای PC70 و R80 مقادیر اندکی پایین‌تر (حدود ۱.۶۷ سانتی‌متر) داشتند. با این حال، بررسی آماری نشان داد که این تفاوت‌ها از نظر معنی‌داری قابل توجه نبوده و در مجموع قطر ریشه تحت تأثیر نوع بستر کشت قرار نگرفت (شکل G).





شکل ۱- مقایسه میانگین بستر کشت‌های مختلف بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در کشت بدون خاک.

نتایج بررسی نشان داد که بستر کوکوپیت در شاخص‌های بخش هوایی (وزن و طول ساقه، وزن خشک شاخساره) عملکرد برتری داشت و به‌طور معنی‌داری موجب افزایش رشد رویشی و تولید میوه شد. بستر PC50 و تا حدی PC70 نیز در برخی صفات میوه و رشد ساقه نتایج مطلوبی نشان دادند. در مقابل، پرلیت به‌ویژه در رشد ریشه (وزن تر و خشک) مؤثرتر بود، هرچند در بخش هوایی نسبت به کوکوپیت ضعیف‌تر عمل کرد. بسترهای پشم‌سنگ (R40، R80 و R100) در اکثر شاخص‌ها پایین‌ترین مقادیر را به‌دست دادند و مناسب‌ترین گزینه محسوب نمی‌شوند. به طور کلی، استفاده از کوکوپیت یا ترکیبات مبتنی بر پیت (خصوصاً PC50) برای بهبود رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در سیستم هیدروپونیک توصیه می‌شود، در حالی‌که بسترهای پشم‌سنگ کارایی کمتری دارند.

قدردانی

بدینوسیله از مجموعه گلخانه نظری و همکاری‌های صمیمانه جناب آقای دکتر بابک ملک نیا که در انجام این پروژه حمایت های بی‌دریغی داشتند قدردانی می شود.

منابع

Anzalone, A., Mosca, A., Dimaria, G., Nicotra, D., Tessitori, M., Privitera, G.F. and Catara, V. 2022. Soil and soilless tomato cultivation promote different microbial communities that provide new models for future crop interventions. International Journal of Molecular Sciences, 23(15): 8820.

Atzori, G., Pane, C., Zaccardelli, M., Cacini, S. and Massa, D. 2021. The role of peat-free organic substrates in the sustainable management of soilless cultivations. Agronomy, 11(6): 1236.

The Editors of Encyclopaedia Britannica. 2024. Tomato. Encyclopaedia Britannica, 17 September 2024.

Guo, J., Jiao, Y., Xiong, H., Shi, A., Yang, Y., Feng, L. and Shi, L. 2022b. Impact of nutrient solutions under inorganic substrate soilless cultivation on plant growth, fruit yield and quality of tomato. Technology in Horticulture, 2(1): 1–11.

Habib, D., Bashir, M.B., Dawaki, M.U., Onokebhagbe, V., Umar, A.M., Sharif, U. and Abubakar, A.U. 2024. Effects of organic amendments on tomato yield and electrochemical properties of soilless growing media. International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 8(2): 392–400.

Lykogianni, M., Bempelou, E., Karavidas, I., Anagnostopoulos, C., Aliferis, K.A. and Savvas, D. 2023. Impact of sodium hypochlorite applied as nutrient solution disinfectant on growth, nutritional status, yield, and consumer safety of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit produced in a soilless cultivation. Horticulturae, 9(3): 352.

Nerlich, A., Karlowsky, S., Schwarz, D., Förster, N. and Dannehl, D. 2022. Soilless tomato production: Effects of hemp fiber and rock wool growing media on yield, secondary metabolites, substrate characteristics and greenhouse gas emissions. Horticulturae, 8(3): 272.

Orta-Guzmán, V.N., Lois-Correa, J.A., Domínguez-Crespo, M.A., Pineda-Pineda, J., Torres-Huerta, A.M., Rodríguez-Salazar, A.E. and Licona-Aguilar, Á.I. 2021. Evaluation of sugarcane agroindustrial wastes as substrate in soilless cultivation of tomato (*S. lycopersicum* Linnaeus): Effect of substrate composition on yield production. Agronomy, 11(2): 206.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The impact of various substrates on the growth and yield in tomatoes cultivated in soilless systems

Naser Askari[1*] and Amir mohammad Shahrokhi[1]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
Corresponding Author: na.askari@yahoo.com

Abstract

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most important greenhouse crops worldwide, and due to its high economic and nutritional value, considerable attention has been directed toward improving its quality and yield. Soilless cultivation and the use of alternative growing media, particularly in regions with limited resources, are regarded as key strategies to enhance productivity. The present study was conducted to evaluate the effects of four growing media, including cocopeat (as control), PC peat derived from sugarcane bagasse, perlite, and rockwool, on the growth and performance of tomato in a hydroponic system. The experiment was arranged in a completely randomized design with three replications and seven substrate treatments: R40 (rockwool at 40% density), R80 (rockwool at 80% density), R100 (rockwool at 100% density), PC70, PC50, perlite, and cocopeat+perlite, and was carried out in a hydroponic greenhouse. Traits such as fruit weight and number, stem length, leaf number, root diameter, and fresh and dry weight of shoots and roots were measured after approximately 20 weeks. The results showed that the highest fruit weight was obtained in the cocopeat treatment, followed by PC50, both of which were significantly superior to most other treatments. The highest fruit number was recorded in R80, while cocopeat produced the tallest stems. PC70 showed a relative advantage in leaf number, whereas root diameter was not significantly influenced by the type of substrate. Perlite and cocopeat produced the highest fresh and dry shoot weights, while the highest fresh and dry root weights were observed in PC50, perlite, and R100. The lowest values for most traits were recorded in rockwool treatments. Overall, the findings indicate that PC peat, particularly in combination with 50% perlite, can perform comparably to cocopeat and can be considered a suitable domestic alternative. This approach reduces dependency on imported substrates, enables the efficient use of sugarcane industry residues, and helps lower production costs.

Keywords: Cultivation substrate, Sugarcane bagasse, Tomato, Yield,

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه ورمی کمپوست با بسترهای مختلف کاشت برای تولید مینی‌تیوبر ارقام سیب‌زمینی در گلخانه در اردبیل

بهرام دهدار مسجدلو[1*]

۱- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

*نویسنده مسئول: *bahram_dehdar@yahoo.com*

چکیده

بستر کاشت جزوعواملی است که در تولید مینی تیوبر سیب زمینی از اهمیت بیشتری برخودار است که با عث افزایش عملکردوتولید تعداد بیشتری غده‌چه در واحد سطح در گلخانه‌می شود. به منظور تعیین تاثیربسترهای مختلف کاشت روی ارقام سیب زمینی (آگریا،ساوالان ومارفونا) این آزمایش به مدت۲ سال درگلخانه شرکت ویلکیج اردبیل اجرا شد. آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. دراین آزمایش کرت‌های اصلی ترکیبات مختلف بستر کاشت به صورت حجمی وکرت‌های فرعی گیاهچه‌های ارقام سیب‌زمینی بودند.تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه نشان داد که اثرات بسترهای مختلف کاشت وارقام روی صفات مورد بررسی در سطح۱٪ معنی دار بود همچنین بین ارقام وبسترهای مختلف کاشت اثرمتقابل وجودداشت. دربین۹ بسترکاشت مختلف، بسترکاشت پرلیت۱ + پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۵ از نظر عملکرد مینی‌تیوبر تولیدی و دیگر صفات مورد بررسی نسبت به دیگر بسترهای کاشت با تولید۵/۱۰۲ کیلوگرم غده چه درهرمترمربع و۵/۳عددغده چه در هربوته وضعیت بهتری داشت ولی ازنظربررسی اقتصادی کودورمی کمپوست ارزان تر از دیگر بسترهای کاشت بود. در بین ارقام مورد مطالعه نیز گیاهچه رقم ساوالان از نظر عملکرد غده‌چه باتولید۴/۶۳۴کیلوگرم غده چه درهرمترمربع و ۴/۳۲۹عددغده چه درهربوته سیب زمینی و دیگر صفات مورد بررسی نسبت به دو رقم دیگر در سطح بالاتری قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: سیب زمینی، ورمی کمپوست، ارقام.

مقدمه

استفاده از بذر سالم سیب زمینی در کشورما امری ضروری است و علیرغم تلاش‌های فراوان هنوز این سیستم به طور کامل جا نیفتاده و بدلیل ورود بذر در کلاس‌های مختلف بذری از کشورهای هلند و آلمان، آفات و امراض جدیدی به کشور وارد شده و باعث خروج ارز گردیده است. از طرفی بعضی از زارعین از غده‌های سال قبل خود استفاده نموده و سال به سال کمیت و کیفیت غده‌های تولیدی کاهش می‌یابد درفرآیندتولیدبذرسالم (عاری ازبیماری های ویروسی) نیازبه تولیدمینی تیوبر از گیاهچه‌های سالم درمحیط گلخانه وجود دارد.

غده‌چه‌ها (مینی‌تیوبرها) باقطربین۱۲ الی ۱۵ میلیمتر معمولاً از طریق انتقال گیاهچه‌های کامل آزمایشگاهی به گلخانه و کاشت آنها با تراکم بالا به دست می‌آیند. تولید مینی تیوبر یک کار تخصصی می‌باشد. به جهت کوچک بودن اندازه، وضعیت سلامتی، هزینه و قیمت بالای آن، جهت رسیدن به حداکثر عملکرد ، مدیریت دقیقی را طلب می نمایند. غده‌چه‌های تولید شده به عنوان منبع پایه بذری پیش پایه در صنعت تولید بذر سیب‌زمینی گواهی شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در برنامه تولید بذر پایه، با تولید تعداد زیاد مینی‌تیوبر درسطح گلخانه، تعداد تکثیر مزرعه‌ای کاهش می‌یابد و با این کار احتمال آلودگی به بیماری‌های ویروسی را می‌توان کاهش داد. مینی‌تیوبر که حاصل آزمایشگاه های ریزازدیادی می‌باشد، هزینه بالایی دارد و میزان تولید آنها در بستر گلخانه تحت تأثیر رقم، تراکم کاشت، بستر کاشت، روشنایی، تغذیه، آبیاری و غیره است(Zarzecka et al., 2020). استفاده مکرر از کودهای شیمیایی و در نتیجه عدم حمایت و حفظ حیات خاک همراه با شیوه های دیگری که کاملا مخرب حیات و زندگی موجودات خاک زی هستند،در نهایت منجر به کاهش ویتامین ها و دیگر ترکیبات مفید در گیاهان می شوند که این موجودات درتولید آنها نقش موثری دارند. ضمن این که سیستم کوددهی رایج بر تامین تعداد معدودی از عناصر پرمصرف تمرز دارد، در صورتی که نیاز گیاه به حداقل ۱۷ ماده معدنی خاک از نظر علمی شناخته شده است،لذا این مسئله نیز از دیگر دلایل ایجاد عدم تعادل در گیاهان در اثر مصرف کودهای معدنی می باشد. استفاده از کمپوست یکی از راه های تامین حاصلخیزی خاک می

باشد.کمپوست ها موادی هستند که طی فرایند تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم ها در حضور اکسیژن ساخته می شوند. ورمی کمپوست علاوه بر مزایای گزارش شده برای کمپوست ،از قبیل منبع ماده آلی ،بهبود ظرفیت نگهداری رطوبت خاک ،افزایش جذب مواد مغذی،افزایش فعالت شبه هرمونی گیاهان را دارا می باشد(Bachman and Metzger, 2008). بنابراین این پژوهش به منظور بررسی مقایسه ورمی کمپوست با بسترهای مختلف کاشت برای تولید مینی تیوبر ارقام سیب‌زمینی در گلخانه در اردبیل انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده برپایه طرح کاملا تصادفی در۴ تکراروبه مدت دوسال اجرا گردید. در این طرح گیاهچه‌های سالم ریشه دراز ارقام آگریا، مارفونا و ساوالان سیب زمینی با سن ۴ هفته ای آزمایشگاه کشت بافت تهیه گردیدند. کرت‌های اصلی ترکیبات مختلف بستر کاشت به صورت حجمی و شامل:

a_1- پرلیت ۱ + پیت‌ماس کمپا(ایرانی) ۲/۵
a_2- پرلیت ۱ + پیت‌ماس کمپا(ایرانی) ۵
a_3- پرلیت ۱ + پیت‌ماس (ایران کود) ۲/۵
a_4- پرلیت ۱ + پیت‌ماس (ایران کود) ۵
a_5- پرلیت ۱ + پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۲/۵
a_6- پرلیت ۱ + پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۵
a_7- خاک ۱ + کود دامی پوسیده گوسفندی۱+ ماسه۱(شاهد)
a_8- خاک باغچه ۷۰٪ + خاکبرگ ۳۰٪
a_9- ورمی کمپوست حاصل از کود دامی ۲۰٪ + خاک باغچه ۳۰٪ + ماسه ۵۰٪ بود.

کرت‌های فرعی گیاهچه‌های ریشه دار ارقام سیب‌زمینی (b1-ساوالان،b2-آگریا و b3- مارفونا) بود. گیاهچه های ریشه دار ارقام سیب زمینی با سن ۴ هفته و با تراکم ۱۰۰ عددگیاهچه در هر مترمربع درکف گلخانه پس ازشستن محیط کشت وآگار اطراف ریشه ها کشت گردیدند و پس از آبیاری پلاستیک پلی اتیلن روی آن به مدت یک هفته برای مقاوم سازی روی آنهاکشیده شد. ازهربسترکاشت نمونه ای به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال وکودهای موردنیازبه صورت محلول همراه باآب آبیاری اضافه گردید. درطی مراحل رشدعملیات آبیاری به طورمنظم انجام یافت. شرایط رشدمحیطی درکلیه مراحل تحقیق درگلخانه با طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت و ۸ ساعت تاریکی ودمای ۲۲-۱۸ درجه سانتی گرادورطوبت نسبی ۷۵-۶۵ درصدبود.۱۰روزقبل ازرسیدگی ،آب کرت ها قطع گردیدوپس ازخشک شدن کامل شاخ وبرگ مینی تیوبرها برداشت شدند. محاسبات آماری برروی داده های دوسال با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت. مقایسه میانگین داده های حاصل ازاندازه گیری های گلخانه ای به روش دانکن و تجزیه واریانس مرکب روی صفات موردنظر به طور جداگانه انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر بسترهای مختلف کاشت و بین ارقام مختلف سیب زمینی درصفت موردمطالعه در سطح احتمال۱٪ معنی دار بوده است. دربین ۹ بستر مختلف کاشت پرلیت۱+پیت‌ماس بیولان (خارجی) ۵با تولید۶/۱۵ کیلوگرم غده چه درهرمترمربع نسبت به دیگرتیمارها و شاهد (خاک ۱ + کود دامی پوسیده گوسفندی۱+ ماسه ۱) دارای بیشترین وزن مینی تیوبر درهرمترمربع بود (جدول ۱).

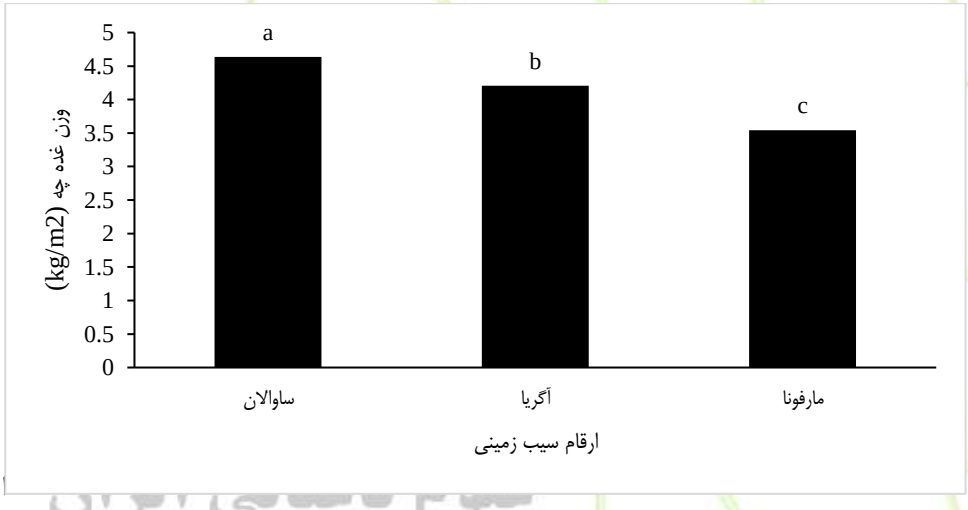
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب بر روی اثرات بسترهای مختلف کاشت روی ارقام سیب‌زمینی.

منابع تغییر (S.O.V.)	درجه آزادی (d.f.)	وزن غده چه(kg/m2)	ارتفاع بوته (cm)	قطرساقه اصلی‌در بوته(mm)
سال (Y)	۱	۰/۰۲۴ns	۲/۱۶ns	۰/۰۰۴ns
تکرار در سال (R)	۶	۰/۰۸۵ns	۷۹/۸۶ns	۱/۳۷۴ns

بسترکاشت (A)	۸	۱۹/۸۱۵**	۶۷۹/۶۸۱**	۸/۳۰۶**
اثر متقابل (AY)	۸	۰/۰۰۸ns	۰/۰۱۵ns	۰/۰۰۱ns
اشتباه اصلی Ea	۴۸	۰/۱۰۸	۱۶/۹۲۷	۰/۴۳
رقم (B)	۲	۲۱/۷۴۹**	۲۳۹/۱۳**	۳۷۹/۲۹۶**
اثرمتقابلYear×B	۲	۰/۰۰۵ns	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۰۱ns
اثرمتقابل(A× B)	۱۶	۰/۲۷۱**	۸/۵۶۷**	۰/۲۹۹**
اثر متقابل ABY	۱۶	۰/۰۰۵ns	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۰۱ns
اشتباه فرعی	۱۰۸	۰/۱۲۷	۱۶/۹۴۴	۵۳۸
کل	۲۱۵	-	-	-
C.V (%)	-	۸٪/۶۵	۸٪/۱۹	۱۴٪/۱۳

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪

دراین تیمار با افزایش ارتفاع و قطرساقه ،شاخ وبرگ نیز افزایش یافته و با عمل فتوسنتز باعث تامین منبع کافی ازموادآسمیلاته برای غده چه ها گردیده است(جدول ۳). تغذیه کافی ومداوم این بسترکاشت درطول دوره رویش باعث افزایش عملکردوتعدادآنها درهربوته ودرهرمترمربع شده است. دربین ارقام مختلف نیز رقم ساوالان باعملکرد ۴/۶۳۴ کیلوگرم درمترمربع نسبت به دورقم دیگربرتربوده است و نسبت به ارقام آگریا و مارفونا به ترتیب۹/۳و۲۳/۲درصد عملکرد بیشتری داشته ودرگروه A قرارگرفت (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد ارقام سیب زمینی.

این رقم دردیگرصفات موردبررسی نیز نظیرتعدادغده چه تولیدی درکلاس های مختلف بذری ،ارتفاع وقطرساقه وضعیت بهتری داشته است. به دلیل طولانی بودن طول دوره رشداین رقم به مدت طولانی توانست موادآسمیلاته راذخیره نموده وعملکردغده چه آن افزایش یافت. درنتیجه بوته ها درطول دوره رشدمدت زمان بیشتری فتو سنتز نموده وموادآسمیلاته بیشتری ذخیره نموده اندوعملکردغده ها بیشترشده است. دلیل آن دیررس بودن این رقم وپتانسیل بالای ژنتیکی آن برای تولیدغده با عملکردبالا می باشدکه درآزمایشات سایرهمکاران دراین ایستگاه نیز برتری خودرا ازنظرعملکرد غده ترنشان داده است. نتایج اثرمتقابل رقم و بستر کاشت نشان داد که رقم ساوالان در بستر کاشت پرلیت۱+ پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۵ نسبت به دیگرتیمارها و شاهد دارای بیشترین وزن مینی تیوبر در هرمترمربع بود. نتایج این آزمایش با نتایج اوزکاناک (Ozkanak,2005) مطابقت دارد ایشان طی آزمایشی گیاهچه های ۳ رقم سیب زمینی کنکورد، مارابل و ولوکس را با ترکیبیی از پیت ماس و خاک به نسبت۱:۱ (حجمی) کشت نمود. وی گزارش کرد که بین ارقام از نظرتعداد مینی تیوبر و عملکرد اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که رقم مارابل با حدود۷ عدد مینی تیوبر در هر گیاهچه وعملکرد ۷۵ گرم در هرگیاهچه نسبت به دیگر ارقام وضعیت بهتری نشان داد. بسترحاوی ورمی کمپوست به دلیل تولید انبوه دراردبیل ارزان تربوده ودرصورت استفاده ازاین بسترمینی تیوبرها به قیمت پایین تری تولیدشده وبه دست مصرف کنندگان خواهدرسید.

نتایج این آزمایش با نتایج وانائی و همکاران (Vanaei and et al 2008) نیزمطابقت دارد درنتایج آزمایشات ایشان نیز بین ارقام سیب زمینی وبسترهای کشت از نظر تعداد و وزن کل مینی تیوبرها اختلاف معنی داری مشاهده کردند. رقم مارفونا با تولید۹ عدد مینی تیوبر در هر گلدان و عملکرد ۶۵ گرم در هر گیاه از رقم آگریا با ۷ عدد مینی تیوبر در هر گلدان و عملکرد۵۷ گرم در هر گیاه عملکرد بهتری را نشان داد. بستر کشت تورب/پرلیت با نسبت ۱:۱ در گلدان های بزرگ (۱۹ سانتی متر) بیشترین عملکرد (۱۵ عدد مینی تیوبر در هر گلدان و عملکرد ۹۵ گرم در هر گیاه) را نشان داد.

به طور کلی با توجه به نتایج دو ساله این آزمایش،دربین ۹ بسترکاشت مختلف، بسترکاشت پرلیت ۱ + پیت‌ماس بیولان (خارجی) ۵از نظر عملکرد مینی‌تیوبر تولیدی و دیگر صفات موردبررسی نسبت به دیگر بسترهای کاشت با تولید۵/۱۰۲ کیلوگرم غده چه درهرمترمربع و۵/۳عددغده چه درهربوته وضعیت بهتری داشت. در بین ارقام مورد مطالعه نیز گیاهچه رقم ساوالان از نظر عملکرد غده‌چه باتولید۴/۶۳۴کیلوگرم غده چه درهرمترمربع و۴/۳ عددغده چه درهربوته و دیگر صفات مورد بررسی نسبت به دو رقم دیگر در سطح بالاتری قرار گرفت و برای منطقه اردبیل قابل توصیه می باشد. به طورکلی ازبین ۹بسترمختلف کاشت ،بسترکاشت پرلیت۱ + پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۵برای ارقام آگریا ،ساوالان ومارفونا توصیه می گردد. زیرا ازنظرصفات موردبررسی نظیرعملکرد غده چه وتعدادغده چه درهربوته و درهرمترمربع نسبت به بسترهای دیگروضعیت بهتری داشت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در بسترهای مختلف کاشت.

صفات / بستر	وزن غده چه (kg/m2)	ارتفاع بوته (cm)	قطرساقه اصلی در بوته (mm)
پرلیت ۱ + پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۵	۵/۳۸۳a	۵۸/۱a	۵/۹a
پرلیت ۱ + پیت‌ماس بیولان(خارجی) ۲/۵	۵/۱۰۲b	۵۶/۱ab	۵/۷ab
پرلیت ۱ + پیت‌ماس کمپا(ایرانی) ۵	۴/۸۲۵c	۵۳/۹bc	۵/۷ab
پرلیت ۱ + پیت‌ماس (ایران کود) ۵	۴/۷۳۵c	۵۲/۱cd	۵/۵bc
پرلیت ۱ + پیت‌ماس کمپا(ایرانی) ۲/۵	۳/۹۹۳d	۵۰/۲de	۵/۲cd
پرلیت ۱ + پیت‌ماس (ایران کود) ۲/۵	۳/۶۹۳e	۴۸/۲e	۵de
خاک ۱ + کود دامی پوسیده گوسفندی۱+ ماسه۱(شاهد)	۳/۳۷۴f	۴۵/۸f	۴/۷ef
ورمی کمپوست حاصل از کود دامی ۲۰٪ + خاک باغچه ۳۰٪ + ماسه ۵۰٪	۳/۱۵۱g	۴۵/۵f	۴/۵f
خاک باغچه ۷۰٪ + خاکبرگ ۳۰٪	۲/۹۰۴h	۴۲/۱g	۴/۳f

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

منابع

Zarzecka, K., Gugała, M., Sikorska, A., Grzywacz, K. and Niewęgłowski, M. 2020. Marketable yield of potato and its quantitative parameters after application of herbicides and biostimulants. Agriculture, 10(2): 49.

Bachman, G.R. and Metzger, J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology, 99: 3155–3161.

Vanaei, H., Kahrizi, D., Chaichi, M., Shabani, G. and Zarafshani, K. 2008. Effect of genotype, substrate combination and pot size on minituber yield in potato (*Solanum tuberosum* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 3(6): 818–821.

Ozkaynak, B.S. 2005. Yield components of greenhouse, field and seed bed grown potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 125–129.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study Effects of Vermicompost and Different Planting Beds for Producing Three Cultivars of Potato Minitubers Under Greenhouse Conditions in Ardebil

Bahram Dehdar[1*]
1. Ardebil Agriculture and Natural Resources Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardebil, Iran
[*]*Corresponding Author: bahram_dehdar@yahoo.com*

Abstract

Planting beds is one of the main factors for minituber production in greenhouse, because it causes the high yield and the more number of produced minitubers. In order to determine effects of the different planting beds on potato cultivars, experiment was conducted in 2008-2009 in greenhouse at Ardabil. This experiment was carried out by split plot experiment based on randomized completely block design with three replications per treatments.In this survery, the main factor was the different planting beds and the subfactor was 3 cultivars. Results indicated that between planting beds cultivars and interaction between them had significant differences at 1% level on minituber yields and other traits. Among nine different planting beds, perlite 1:biolan 5 with 5.102 kg/m2 minituber yields and 5.3 minituber per m^2 was the best planting bed and vermicompost was cheeper than other beds. Among cultivars Savalan with 4.634 kg/m2 minituber and 4.3 minituber per m2 was better than other treatments.

Key words: Potato, Planting beds, Cultivars.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور کشت، فرآوری، فیتوشیمی و کاربرد گیاهان دارویی

سخنرانی کلیدی

اهلی‌سازی و اصلاح گیاهان دارویی: راهبردی برای تولید پایدار و کیفیت داروهای گیاهی

محمد مقدم[1*]

۱- گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *m.moghadam@um.ac.ir*

چکیده

با افزایش تقاضای جهانی برای فراورده‌های گیاهی و توسعه صنعت داروهای گیاهی، تامین پایدار مواد اولیه با کیفیت یکنواخت به یکی از مهم‌ترین چالش‌های این حوزه تبدیل شده است. برداشت بی‌رویه از روی‌شگاه‌های طبیعی، کاهش تنوع ژنتیکی، تغییرات اقلیمی و نوسانات میزان متابولیت‌های ثانویه، ضرورت حرکت از بهره‌برداری از طبیعت به تولید زراعی مبتنی بر ارقام اصلاح شده را بیش از پیش آشکار ساخته است. در این راستا، اهلی‌سازی و اصلاح گیاهان دارویی به عنوان دو راهبرد اساسی، نقش تعیین کننده‌ای در دستیابی به تولید پایدار، حفاظت از منابع ژنتیکی و استانداردسازی مواد اولیه صنایع داروسازی گیاهی دارند. در این مقاله ابتدا مفهوم اهلی‌سازی، مراحل گذار گونه‌های وحشی به سامانه‌های زراعی و معیارهای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و فرایند اهلی کردن تشریح می‌شود. همچنین اهمیت اصلاح ژنتیکی بر افزایش عملکرد، بهبود مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، ارتقای یکنواختی مواد موثره و کاهش تغییرات کیفیت گیاهان دارویی در این فرایند با استناد به مطالعات پیشین ارائه خواهد شد و در ادامه اهداف اصلاحی گیاهان دارویی که در فرایند اهلی کردن بایستی مد نظر قرار بگیرد ذکر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: گیاهان دارویی، اهلی کردن، اصلاح، مواد موثره.

مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز یکی از مهم‌ترین منابع تامین مواد درمانی برای جوامع انسانی بوده است و امروزه نیز نقش آنها در نظام‌های سلامت، صنایع داروسازی، مکمل‌های غذایی و فرآورده‌های آرایشی-بهداشتی بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. سازمان بهداشت جهانی (WHO) اعلام کرده است که استفاده از طب سنتی و مکمل در ۱۷۰ کشور عضو گزارش شده و در بسیاری از کشورها، داروهای گیاهی بخش مهمی از خدمات سلامت را تشکیل می‌دهند. همچنین حدود ۴۰ درصد داروهای امروزی منشاء طبیعی یا الهام گرفته از ترکیبات طبیعی دارند که نشان دهنده اهمیت راهبردی گیاهان دارویی در کشف و توسعه داروهای جدید است (WHO, 2025).

تقاضای جهانی برای گیاهان دارویی و فراورده‌های حاصل از آنها طی دهه‌های اخیر به‌طور مستمر افزایش یافته است. این افزایش ناشی از رشد جمعیت، افزایش شیوع بیماری‌های مزمن، گرایش مصرف‌کنندگان به فراورده‌های طبیعی، توسعه طب مکمل و گسترش صنایع داروسازی گیاهی است. در مقابل، بخش قابل توجهی از مواد اولیه مورد نیاز این صنایع همچنان از طریق برداشت از رویشگاه‌های طبیعی تامین می‌شود؛ موضوعی که در بسیاری از کشورها به کاهش ذخایر ژنتیکی، تخریب زی‌ستگاه‌ها و تهدید پایداری بهره‌برداری از گونه‌های ارزشمند منجر شده است. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) تاکید می‌کند که وابستگی به برداشت از طبیعت، بدون مدیریت صحیح، یکی از مهمترین عوامل تهدیدکننده تنوع زیستی گیاهان دارویی در جهان است (FAO).

یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد گیاهان دارویی، وابستگی ارزش اقتصادی آنها به تولید متابولیت‌های ثانویه (ترپنوئیدها، آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها و ...) است. برخلاف محصولات زراعی و باغی که ارزش اقتصادی آنها عمدتا بر عملکرد زیستی تکیه دارند، در گیاهان دارویی علاوه بر عملکرد اندام دارویی، کیفیت و مقدار این ترکیبات فعال شاخص اصلی ارزش دارویی محسوب می‌شود. با این حال، میزان این متابولیت‌ها تحت تاثیر عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی، اقلیم، خاک و ... قرار می‌گیرد. از این‌رو تولید مواد

اولیه با کیفیت یکنواخت از جمعیت‌های وحشی با چالش‌های فروانی همراه است. در چنین شرایطی اهلی‌سازی (Domestication) گیاهان دارویی به‌عنوان نخستین گام در توسعه کشاورزی پایدار این گیاهان مطرح می‌شود (FAO). اهلی‌سازی فرایندی تدریجی است که طی آن انسان با انتخاب و تکثیر ژنوتیپ‌های برتر، گونه‌های وحشی را به گیاهان سازگار با شرایط زراعی تبدیل می‌کند. این فرایند علاوه بر افزایش عملکرد و سهولت کشت، امکان کنترل کیفیت مواد موثره، کاهش فشار بر رویشگاه‌های طبیعی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی را فراهم می‌آورد و زمینه را برای برنامه‌های اصلاح نباتات و معرفی ارقام جدید مهیا می‌سازد.

مواد و روش‌ها

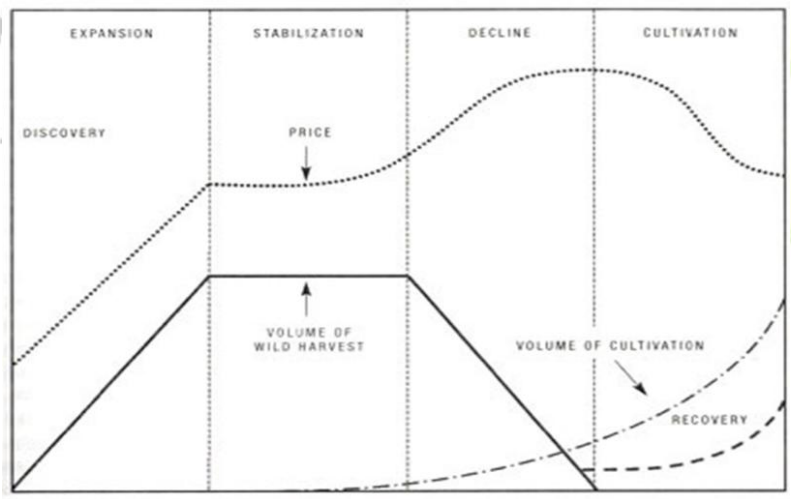
در این مقاله با بررسی منابع معتبر علمی به لزوم اهلی کردن گیاهان دارویی، مراحل گذار از یک گیاه اهلی به وحشی و مراحل اهلی کردن و اهداف اصلاحی که یک پژوهشگر در هنگام اهلی سازی گیاهان دارویی بایستی به آنها توجه نماید پرداخته شده است.

نتایج و بحث

حدود ۷۰۰۰۰ گونه گیاهی در دنیا به عنوان گیاه دارویی شناخته شده و مصرف می‌شوند که عمده آنها از طبیعت برداشت می‌شوند. اهلی کردن گیاهان فرآیند انتقال گیاه از حالت وحشی به سیستم‌های زراعی کنترل‌شده همراه با انتخاب صفات مطلوب است. اهلی کردن، یک روند انتخاب هدایت شده توسط انسان برای سازگار کردن گیاهان و حیوانات با نیازهای بشر می‌باشد. دلایل و لزوم اهلی کردن گیاهان دارویی را می‌توان به دلیل ارزش بالای این گیاهان برای صنایع مختلف دانست. ضمن اینکه گیاهان موجود در طبیعت حاوی مقادیر ناچیزی از مواد موثره هستند و تغییر در مواد موثره در جمعیت‌های خودرو، تولید دارو از این گیاهان را با مشکل مواجه می‌کند. همچنین دشواری برداشت و مقرون به صرفه نبودن برداشت از طبیعت از دلایل مهم برای روند اهلی کردن گیاهان دارویی است. کافی نبودن گیاهان طبیعت برای صنایع مختلف و اطمینان از تولید پیوسته گیاهان و فرآورده‌های گیاهی ضرورت اهلی کردن این گیاهان را دوچندان می‌کند. یکی از دلایل دیگر حفظ ذخایر ژنتیکی طبیعت است. ضمن اینکه گیاهان کشت شده به سهولت در دسترس هستند و کیفیت مواد موثره تشکیل دهنده آنها نیز به راحتی قابل کنترل است و امکان اصلاح گیاهان و بهبود کیفیت مواد و عصاره‌های خام گیاهی تولیدی وجود دارد. همچنین امکان استاندارد کردن محتوای مواد موثره گیاهان و یکنواخت کردن جمعیت‌های گیاهی که برای تولید و فرآوری گیاهان دارویی لازم و ضروری است در این حالت مهیا می‌شود. حال که ضرورت اهلی کردن گیاهان دارویی را متوجه شدیم سوال اینست که آیا هر گیاه دارویی را بایستی اهلی کرد؟ با توجه به اینکه فرایند اهلی کردن زمان و هزینه زیادی را دربردارد و مخصوصا این کار در مورد گیاهان چندساله زمان زیادی را می‌برد؛ موقعی باید اقدام به اهلی کردن یک گیاهان دارویی کرد که ارزش اقتصادی و نیاز به آن به حدی باشد که برداشت از طبیعت کفاف نیاز صنعت را نکند. در شکل ۱ مراحل گذار از گیاه وحشی به اهلی را مشاهده می‌کنید. در این شکل، نمودارهای قیمت و حجم برداشت یک گیاه دارویی وحشی مشخص شده است. در مرحله اول کشف (Discover) یک گیاه دارویی اتفاق می‌افتد که خواص و کاربرد آن مشخص می‌شود. در مرحله دوم برداشت از طبیعت به سرعت افزایش می‌یابد (Expansion) تا زمانی که حجم برداشت و قیمت تقریبا یک روند ثابتی را طی می‌کنند و به مرحله ثبات (Stabilization) می‌رسد. با افزایش برداشت از طبیعت پیدا کردن گیاه سخت‌تر و با کاهش حجم برداشت قیمت افزایش می‌یابد که مرحله نقصان (Decline) اتفاق می‌افتد. آنچه مسلم است فرآیند مطالعه و اهلی کردن گیاه بایستی در مرحله دوم زمانی که کاربرد گیاه مشخص و تقاضا برای آن افزایش می‌یابد شروع شود. چراکه بعد از این بایستی نیاز صنعت از طریق گیاهان کشت شده تامین گردد. تاخیر در این فرایند موجب از بین رفت ذخایر ژنتیکی و حتی در معرض خطر انقراض قرار گرفتن گونه وحشی می‌شود (Ganter et al., 2005; Lubbe A. Verpoorte, 2011).

مراحل اهلی کردن گیاه دارویی شامل انتخاب گونه دارویی مورد نظر است که بایستی ارزش اقتصادی آن مشخص شده باشد. در مرحله بعد پراکنش جغرافیایی گیاه بررسی و سپس مطالعه روی تنوع ژنتیکی (مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و مولکولی) و جمع‌آوری اطلاعات از جمعیت‌های بومی گیاه جهت انتخاب ژنوتیپ‌های برتر انجام گیرد. انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد اندام دارویی، میزان ماده موثره و مقاومت به تنش‌های زیستی (آفات و بیماری‌ها) و غیرزیستی (خشکی، شوری و ...) به روند اصلاح گیاه کمک شایانی خواهد کرد. بررسی و جمع‌آوری اطلاعات از نیازهای ادافیکی و آب و هوایی گیاه جهت دستیابی به یک مدل از شرایط کشت گیاه از ضروریات فرایند اهلی کردن

می‌باشد. برای دست یافتن به چنین مدلی آنالیز زیستگاه طبیعی و شرایط اقلیمی (میزان و پراکنش بارندگی، حداقل، حداکثر و میانگین دما در ماهای مختلف، شدت، مدت و کیفیت نور)، شرایط ادافیکی (خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و عناصر غذایی آن) و عوامل زنده محیط رشد گیاه (رقابت درون و برون گونه‌ای، همزیستی، آفات و بیماری‌ها و ...) بایستی انجام شود. در برخی گونه‌ها که در یک ارتفاع مشخصی و یا در یک شرایط اقلیمی خاص رویش دارند؛ بررسی تاثیر این عوامل بر رشد و گلدهی گیاه ضروری است. در ادامه بررسی روش تکثیر گیاه و برطرف ساختن موانع آن از جمله موانع رکود بذر بایستی انجام شود. سپس کاشت گیاه در شرایط مشابه انجام می‌شود. این کار معمولا در شرایط اقلیمی و ادافیکی مشابه و یا در رویشگاه همان گیاه انجام می‌شود. در این فرایند گزینش و سلکسیون، بذرگیری و تکثیر پی در پی گیاه در راستای اهداف اصلاحی به منظور رسیدن به یک جمعیت یکنواخت و نهایتا یک رقم بایستی صورت پذیرد. تغییر تدریجی شرایط به سمت شرایط زراعی و انتخاب طبیعی به این صورت که اگر گیاه مثلا در یک ارتفاع خاص رویش می‌یابد؛ بایستی به تدریج و با کم کردن ارتفاع و کشت پی درپی با شرایط جدید سازگار شود تا امکان کاشت گیاه در همه شرایط فراهم شود. در این راستا بوته‌هایی که امکان بقا نداشته باشند حذف می‌شوند و فقط بوته‌هایی که خود را با شرایط جدید سازگار می‌کنند باقی می‌مانند (Al-Khahri et al., 2025). بایستی دقت نمود که فرایند اهلی کردن از اصلاح جدا نیست و همزمان با کاشت پی در پی سلکسیون و اصلاح گیاه نیز انجام می‌شود. از جمله اهداف اصلاح گیاهان دارویی در فرایند انتخاب عملکرد بالا و پایدار و بهبود شاخص برداشت (بهبود نسبت اندام دارویی بطور مثال برگ در مجموع توده گیاهی) است. یکنواختی و همگنی داروی خام گیاهی و افزایش محتوای ترکیبات مطلوب و مورد نظر و عدم حضور ترکیبات مضر در دارو منطبق با استانداردهای موجود، مقاومت گیاه به تنش های زنده (حشرات و بیماری‌ها) و غیرزنده (سازگاری با اقلیم منطقه کشت همانند مقاومت به خشکی و یخبندان)، مناسب بودن برای فرآیندهای کشاورزی مانند رشد و نمو سریع گیاه در دوره جوانی برای چیرگی بر علف‌های هرز، مناسب بودن برای فرآیندهای مکانیزاسیون همچون رسیدن همزمان، رشد ایستاده، عدم گرایش به خوابیدن و عدم ریزش بذر در هنگام برداشت با کمباین، گل‌های جانبی محدود شده جهت برداشت مکانیکی و اتصال دم گل به گیاه سست (در مورد گیاهانی که گل اندام دارویی است)، کپسول‌های بسته (در مورد گیاهانی که دانه مورد مصرف قرار می‌گیرد)، ریشه‌های ضخیم با انشعابات محدود (ریشه‌ها اندام دارویی) و در نهایت نیاز غذایی پایین و مقرون به صرفه با تولید پایدار از اهداف اصلاحی گیاهان دارویی می‌باشد (Wang et al., 2020). از منظر توسعه پایدار، اهلی سازی و اصلاح گیاهان دارویی تنها یک ضرورت کشاورزی نیست، بلکه راهبردی برای حفظ تنوع زیستی، تامین پایدار مواد اولیه صنایع، افزایش درآمد کشاورزان، کاهش برداشت از طبیعت و استانداردسازی کیفیت داروهای گیاهی به شمار می‌رود. بنابراین توسعه برنامه‌های ملی در مورد اهلی کردن گیاهان دارویی بومی که ارزش اقتصادی بالایی دارند (باریجه، آنغوزه، شیرین بیان، کرفس کوهی و...) موجب ارتقا جایگاه گیاهان دارویی و ارز آوری بیشتر این صنعت برای کشور می‌شود.



شکل ۱- مراحل گذار از گیاه وحشی به اهلی.

منابع

Al-Khahri, J.M., Jain, S.M. and Penna, S. 2025. Biodiversity and genetic improvement of medicinal and aromatic plants. Vol. I and II. Springer Nature.

Food and Agriculture Organization (FAO). Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: Global trends and issues. Rome: FAO.

Food and Agriculture Organization (FAO). Use and potential of wild plants in farm households. Rome: FAO.

Ganter, P.H., Thomas, H. and Ernst, E. 2005. Bringing medicinal plants into cultivation: Opportunities and challenges for biotechnology. Trends in Biotechnology, 23(4): 180–185.

Lubbe, A. and Verpoorte, R. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. Industrial Crops and Products, 34(1): 785–801.

Wang, W., Xu, J., Fang, H., Li, Z. and Li, M. 2020. Advances and challenges in medicinal plant breeding. Plant Science, 298: 110573.

World Health Organization (WHO). 2025. Traditional medicine: Questions and answers. Geneva: WHO.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Domestication and breeding of medicinal plants: A strategy for sustainable production and quality of herbal medicines

Mohammad Moghaddam[1*]
1. Department of Horticultural Science and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[*]*Corresponding Author: m.moghadam@um.ac.ir*

Abstract

With the increasing global demand for herbal products and the development of the herbal medicine industry, the sustainable supply of raw materials with uniform quality has become one of the most important challenges in this field. Excessive harvesting of natural habitats, reduction of genetic diversity, climate change and fluctuations in the level of secondary metabolites have made the necessity of moving from the exploitation of nature to agricultural production based on modified varieties more and more obvious. In this regard, domestication and improvement of medicinal plants as two basic strategies play a decisive role in achieving sustainable production, protection of genetic resources and standardization of raw materials for herbal pharmaceutical industries. In this article, the concept of domestication, the stages of transition of wild species to agricultural systems and the criteria for selecting superior genotypes and the domestication process are first described. Also, the importance of genetic modification in increasing yield, improving resistance to biotic and abiotic stresses, promoting the uniformity of active ingredients, and reducing changes in the quality of medicinal plants in this process will be presented with reference to previous studies. The following are the goals of medicinal plant breeding that should be considered in the domestication process.

Keyword: Medicinal plants, Domestication, Breeding, Active substance.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

گیاهان دارویی ایران و ظرفیت‌های زیستی آن‌ها: نگاهی ویژه به تنوع فیتوشیمیایی و کاربردهای سماق

محمدرضا مرشدلو[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *morshedloo@maragheh.ac.ir*

چکیده

ایران با بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی و حدود ۱۸۰۰ گونه بومی، یکی از غنی‌ترین مناطق جهان از نظر تنوع زیستی گیاهی به‌شمار می‌رود که از این میان نزدیک به ۲۵۰۰ گونه دارای خواص دارویی هستند. گیاه سماق (*Rhus coriaria* L.) یکی از گیاهان بومی و پرمصرف ایران است که به‌عنوان ادویه و گیاه دارویی در طب سنتی جایگاه ویژه‌ای دارد. در این مطالعه، برای نخستین‌بار تنوع ترکیبات اسانس در میوه‌های سماق از چهارده جمعیت مختلف در ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده تنوع معنی‌دار در میزان اسانس (۰/۰۴ تا ۰/۱۹ درصد وزنی/حجمی) و ترکیبات شیمیایی بود. آنالیز GC-FID و GC-MS در مجموع ۵۷ ترکیب را شناسایی کرد که (E)-کاریوفیلن (۵/۹-۵۰/۳ درصد)، ن-نونانال (۱/۸-۲۳/۳ درصد)، سمبرن (۱/۹-۲۱/۷ درصد)، آلفا-پینن (۰-۱۹/۷ درصد)، (2E,4E)-دکادینال (۲/۴-۱۶/۵ درصد) و اسید نونانوئیک (۰-۱۵/۸ درصد) ترکیبات اصلی بودند. بر اساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای، جمعیت‌ها در پنج کمونایپ مختلف طبقه‌بندی شدند. همچنین تنوع قابل‌توجهی در محتوای اسیدهای چرب و خواص آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد. جمعیت ارسباران از نظر ویژگی‌های روغن و جمعیت پاوه از نظر خواص آنتی‌اکسیدانی برتر بودند. بهینه‌سازی استخراج به‌کمک مایکروویو نشان داد که این روش با مصرف انرژی پایین و زمان کوتاه، جایگزین مناسبی برای روش‌های سنتی است. این تنوع در ترکیبات شیمیایی، امکان انتخاب جمعیت‌های برتر را برای کاربردهای صنعتی و برنامه‌های به‌نژادی فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، تنوع شیمیایی، ترکیبات زیست‌فعال، سماق، کمونایپ.

مقدمه

ایران با بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی و حدود ۱۸۰۰ گونه بومی، یکی از غنی‌ترین مناطق جهان از نظر تنوع زیستی گیاهی است (Schippmann et al., 2002). از میان گونه‌های گیاهی ایران، حدود ۲۵۰۰ گونه دارای خواص دارویی هستند. جنس *Rhus* از تیره Anacardiaceae شامل بیش از ۲۰۰ گونه در جهان است (Giovanelli et al., 2017). گونه *Rhus coriaria* L. (سماق) تنها گونه این جنس در ایران بوده و به‌طور گسترده به‌عنوان ادویه در صنعت غذا استفاده می‌شود (Peter, 2012). طب سنتی از سماق برای درمان بیماری‌هایی نظیر اسهال، بواسیر و نقرس استفاده می‌کند (Candan, 2003; Shabbir, 2012). سماق دارای اثرات ضدمیکروبی، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی است (Rayne and Mazza, 2007). تحقیقات نشان داده که سماق حاوی تانن‌ها، آنتوسیانین‌ها، اسیدهای آلی، اسیدهای چرب و ترکیبات ترپنی است (Abu-Reidah et al., 2014). مطالعات پیشین کمونایپ‌های مختلفی از اسانس سماق در مناطق مختلف گزارش کرده‌اند (Brunke et al., 1993; Giovanelli et al., 2017). هدف این تحقیق، آنالیز ترکیبات اسانس و اسیدهای چرب جمعیت‌های ایرانی سماق و بهینه‌سازی استخراج به‌کمک مایکروویو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موادگیاهی و استخراج اسانس

چهارده جمعیت وحشی سماق از نه استان ایران جمع‌آوری شدند (جدول ۱). میوه‌ها در مرحله رسیدگی کامل در مهرماه ۱۳۹۵ جمع‌آوری شدند. اسانس با تقطیر با آب به‌مدت ۳ ساعت استخراج و با ان-هگزان بازیابی شد. میزان اسانس به‌صورت درصد وزنی/حجمی گزارش شد.

آنالیز GC-FID و GC-MS

آنالیز با دستگاه Agilent 7990B مجهز به FID و ستون VF-5MS انجام شد. برنامه دمایی: ۵ دقیقه در 60°C، سپس افزایش تا 240°C با نرخ 3°C/min. آنالیز GC-MS با دستگاه Agilent 7990B-5977A و ستون HP-5MS انجام شد. شناسایی ترکیبات با کتابخانه‌های NIST 08 و ADAMS انجام شد.

بهینه‌سازی استخراج با مایکروویو

از روش طراحی آزمایش (DoE) در دو مرحله غربالگری و سطح پاسخ استفاده شد. اثر توان مایکروویو و زمان استخراج بر بازده و ترکیبات بررسی شد.

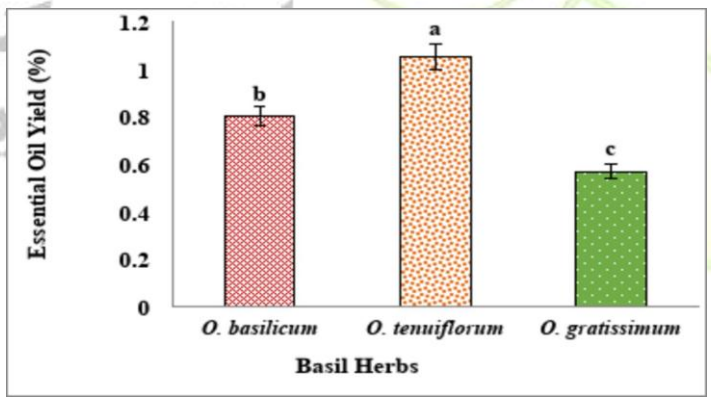
آنالیز اسیدهای چرب و خواص آنتی‌اکسیدانی

اسیدهای چرب با روش استریفیکاسیون و GC اندازه‌گیری شدند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با DPPH و فنل کل با فولین-سیوکالتیو سنجیده شد.

نتایج و بحث

میزان اسانس

تنوع معنی‌داری در میزان اسانس مشاهده شد (نمودار ۱). بیشترین میزان در خرو (۰/۱۹٪) و کاشمر (۰/۱۸٪) و کمترین در تهران (۰/۰۴٪)، یزد (۰/۰۵٪) و یاسوج (۰/۰۶٪) بود. تولید اسانس تحت تأثیر تنش‌های محیطی، ارتفاع و عوامل ژنتیکی است (Morshedloo et al., 2017a).



نمودار ۱- میزان اسانس در جمعیت‌های مختلف سماق (میانگین ± خطای استاندارد، حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند).

ترکیبات شیمیایی اسانس

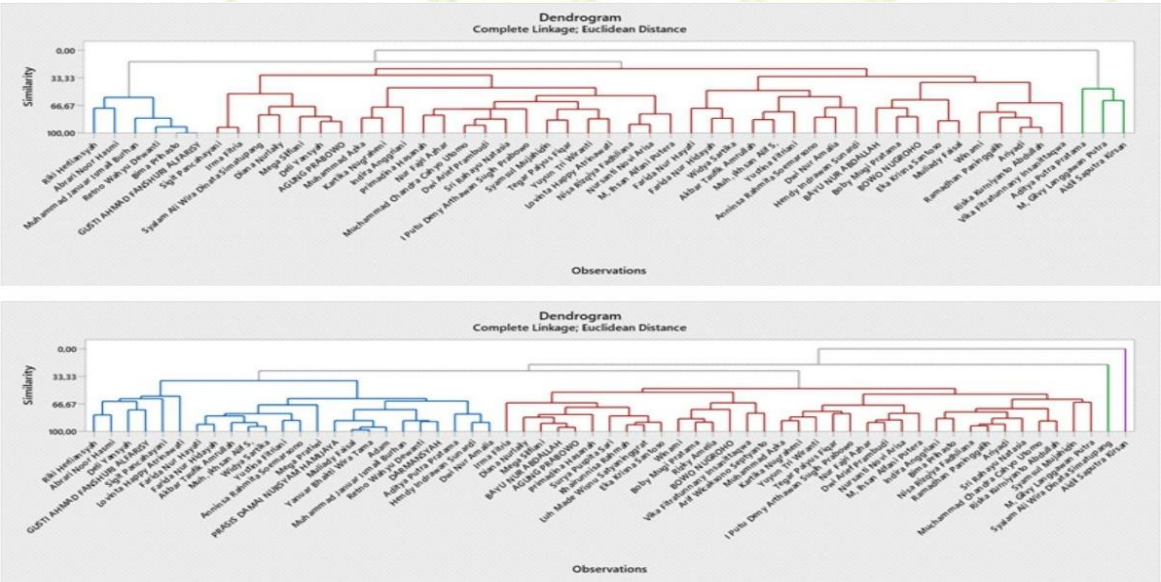
مجموعاً ۵۷ ترکیب شناسایی شد (جدول ۲). ترکیبات اصلی شامل (E)-کاریوفیلن (۵/۹-۵۰/۳٪)، ن-نونانال (۱/۸-۲۳/۳٪)، سمبرن (۷/۹-۲۱/۱ ٪)، آلفا-پینن (۰-۱۹/۷٪) و (2E,4E)-دکادینال (۲/۴-۱۶/۵٪) بودند. نتایج با مطالعات پیشین در ترکیه و ایتالیا همخوانی دارد (Brunke et al., 1993; Giovanelli et al., 2017).

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی اصلی اسانس جمعیت‌های مختلف سماق (درصد).

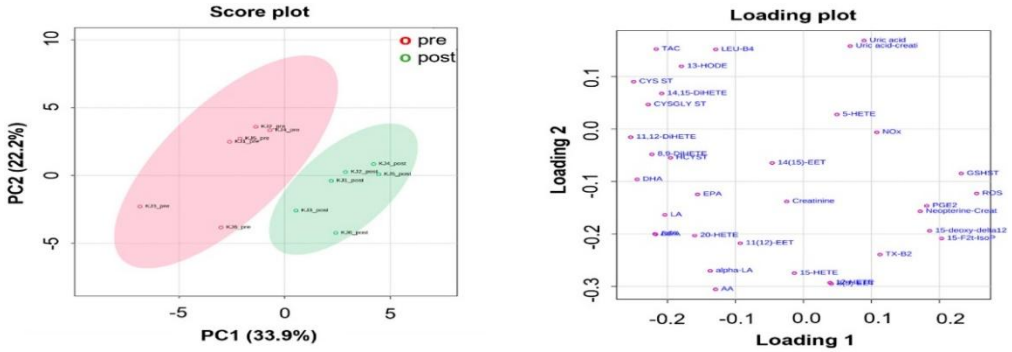
ترکیب	محدوده تغییرات	جمعیت با بیشترین میزان
(E)-کاریوفیلن	3/50-9/5	تووریوار(3/50)
ن-نونانال	3/23-8/1	تربت جام(3/23)
سمبرن	7/21-9/1	قم(7/21)
آلفا-پینن	7/19-0	کاشمر(7/19)
(2E,4E)-دکادینال	5/16-4/2	تربت جام(5/16)
اسیدنونانوئیک	8/15-0	یزد(8/15)

طبقه‌بندی کمونایپ‌ها

تحلیل خوشه‌ای و PCA جمعیت‌ها را به پنج کمونایپ تقسیم کرد (نمودار ۲ و ۳ و جدول ۳). کمونایپ‌های IV و V به‌عنوان کمونایپ‌های جدید معرفی می‌شوند.



نمودار ۲- دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای جمعیت‌های سماق (کمونایپ I: (E) -کاریوفیلن، II: (E) -کاریوفیلن/آلفا-پینن، III: (E) -کاریوفیلن/سمبرن، IV: اسید نونانوئیک/سمبرن، V: ن-نونانال/(2E,4E)-دکادینال).



نمودار ۳- تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) - بخش A: Score Plot، بخش B: Loading Plot (توجیه ۸۰/۴۴٪ از تغییرات).

جدول ۳- طبقه‌بندی کمونایپ‌های اسانس سماق.

کمونایپ	نام	جمعیت‌ها	ترکیبات اصلی
I	(E)- کاریوفیلن	تووریوار، پاگلان، تهران، پاوه	(E)- کاریوفیلن(3/50-1/37%)
II	(E)- کاریوفیلن/آلفا-پینن	خرو، کاشمر، مراغه	(E)- کاریوفیلن (۳۲-۲۲/۱٪) ، آلفا-پینن (7/19-8/7%)
III	(E)- کاریوفیلن/سمبرن	ارسباران، گناباد، گلباف، یاسوج، قم	(E)- کاریوفیلن (۳۰-۱۷/۳٪) ، سمبرن (7/21-1/12%)
IV	اسید نونانوئیک/سمبرن	یزد	اسید نونانوئیک (۱۵/۸٪)، سمبرن(8/15%)
V	ن-نونانال-(2E,4E)/ دکادینال	تربت جام	ن-نونانال (۲۳/۳%)- (2E,4E)دکادینال (5/16%)

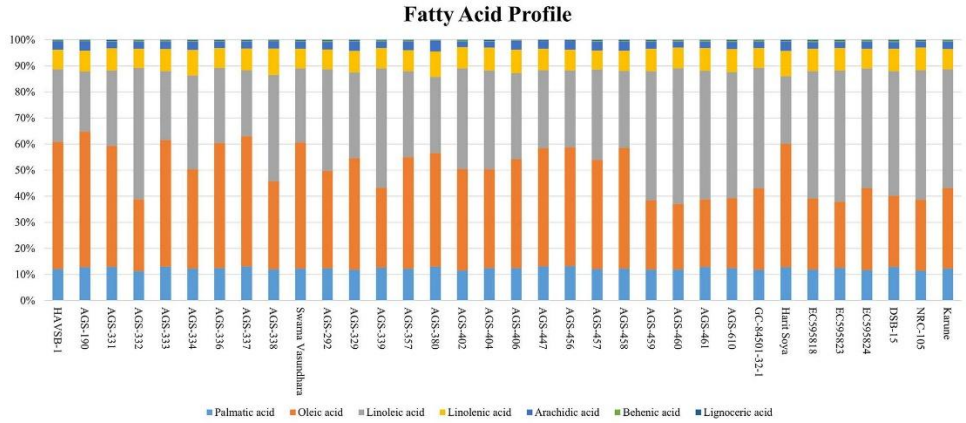
اسیدهای چرب و خواص آنتی‌اکسیدانی

محتوای روغن از ۵/۱۵ تا ۱۶/۷۰ درصد متغیر بود (جدول ۴ و نمودار ۴). اسید اولئیک (۴۷/۴۱-۳۲/۳٪) فراوان‌ترین اسید چرب بود. جمعیت پاوه بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸۲/۷۳٪) و فنل کل (۱۱۷/۳ mg GAE/g) را داشت. همبستگی قوی (r=0.99) بین فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد (نمودار ۵).

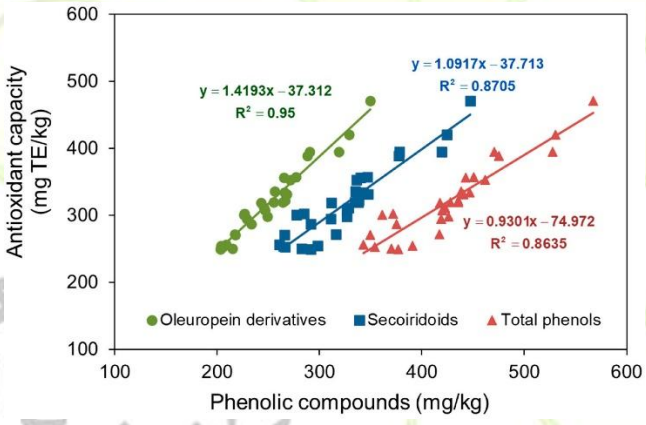
جدول ۴- محتوای اسیدهای چرب و خواص آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های منتخب.

جمعیت	DPPH (%)	پالمیتیک(%)	لینولئیک(%)	اولئیک(%)	روغن(%)	فنل کل(mg GAE/g)
ارسباران	11/73	53/22	53/34	40/34	70/16	4/96
پاوه	73/82	48/26	52/26	53/32	60/11	3/117
یاسوج	56/79	78/29	31/10	41/47	06/6	7/101
مراغه	40/68	92/27	98/16	93/43	15/6	5/84

جمعیت	DPPH (%)	پالمیتیک(%)	لینولئیک(%)	اولئیک(%)	روغن(%)	فنل کل(mg GAE/g)
قم	71/70	12/27	57/13	74/45	07/7	2/90
یزد	39/62	29/36	32/30	39/35	15/5	8/76



نمودار ۴- مقایسه پروفایل اسیدهای چرب در جمعیت‌های مختلف سماق.



نمودار ۵- همبستگی بین محتوای فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (r=0.99).

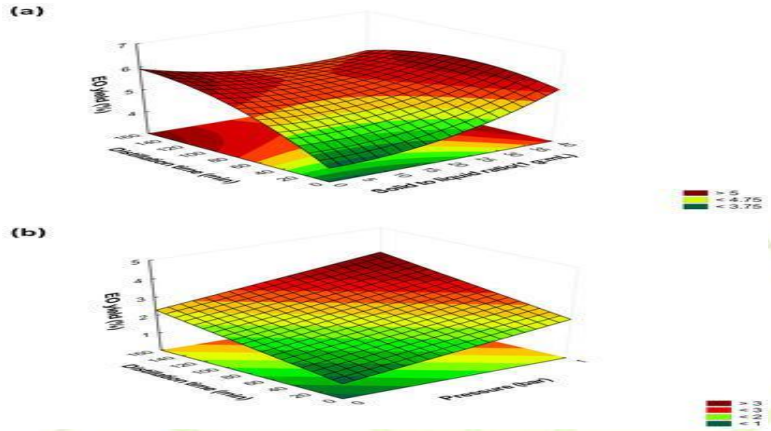
بهینه‌سازی استخراج با مایکروویو

شرایط بهینه استخراج در جدول ۵ ارائه شده است. محتوای تیمول با زمان کوتاه (۸۰ دقیقه) و توان بالا (۱/۳۷ W/g) به حداکثر رسید (نمودار ۷). بازده اسانس با زمان طولانی (۱۶۰ دقیقه) و توان بالا افزایش یافت (نمودار ۶). MAE نسبت به HD تیمول بیشتری تولید کرد (نمودار ۸). اعتبارسنجی مدل در نمودار ۹ نشان داده شده است.

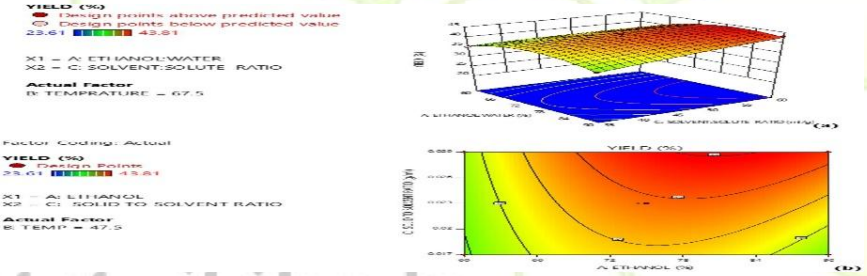
جدول ۵- شرایط بهینه استخراج اسانس به‌روش مایکروویو.

پارامتر	محدوده بررسی شده	شرایط بهینه
توان مایکروویو(W/g)	8/0-37/1	37/1

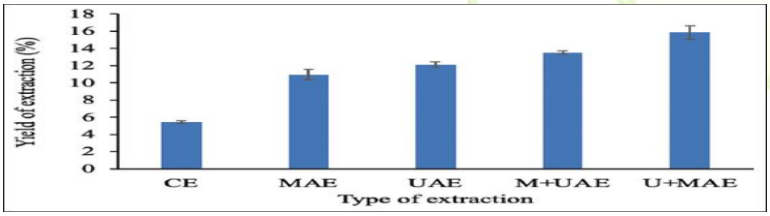
پارامتر	محدوده بررسی شده	شرایط بهینه
زمان استخراج (دقیقه)	90-162	126
نسبت آب به دانه(%)	4-12	12
تعداد سیکل‌ها	1-2	1



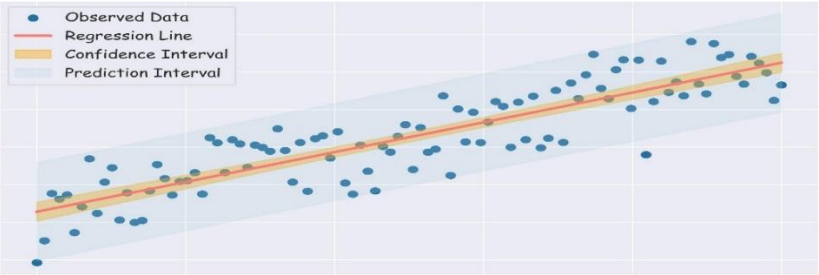
نمودار ۶- اثر توان مایکروویو و زمان استخراج بر بازده اسانس.



نمودار ۷: اثر توان مایکروویو و زمان استخراج بر محتوای تیمول.



نمودار ۸- مقایسه روش‌های استخراج (MAE در مقابل HD).



نمودار ۹- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده و تجربی برای اعتبارسنجی مدل.

نتیجه‌گیری

تنوع قابل‌توجهی در ترکیبات اسانس، اسیدهای چرب و خواص آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های ایرانی سماق مشاهده شد. پنج کمونایپ شناسایی شد که کمونایپ‌های IV و V جدید هستند. جمعیت ارسباران برای تولید روغن و جمعیت پاوه برای خواص آنتی‌اکسیدانی برتر بودند. استخراج به‌کمک مایکروویو روشی کارآمد با مصرف انرژی پایین و زمان کوتاه است. این نتایج برای اهلی‌سازی، به‌نژادی و کاربردهای صنعتی سماق ارزشمند است.

منابع

Abu-Reida, I.M., Jamous, R.M. and Ali-Shtayeh, M.S. 2014. Phytochemistry, pharmacological properties and industrial applications of *Rhus coriaria* L. (sumac). Jordan Journal of Biological Sciences, 7(4): 233–244.

Brunke, E.J., Hammerschmidt, F.J., Schmaus, G. and Akgül, A. 1993. The essential oil of *Rhus coriaria* L. fruits. Flavour and Fragrance Journal, 8(4): 209–214.

Candan, F. 2003. Effect of *Rhus coriaria* L. (Anacardiaceae) on superoxide radical scavenging and xanthine oxidase activity. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 18(1): 59–62.

Giovanelli, S., Giusti, G., Cioni, P.L., Minissale, P., Ciccarelli, D. and Pistelli, L. 2017. Aroma profile and essential oil composition of *Rhus coriaria* fruits from four Sicilian sites of collection. Industrial Crops and Products, 97: 166–174.

Morshedloo, M.R., Craker, L.E., Salami, A., Nazeri, V., Sang, H. and Maggi, F. 2017. Effect of prolonged water stress on essential oil content, compositions and gene expression patterns of mono- and sesquiterpene synthesis in two oregano (*Origanum vulgare* L.) subspecies. Plant Physiology and Biochemistry, 111: 119–128.

Peter, K.V. 2012. Handbook of Herbs and Spices. Elsevier.

Rayne, S. and Mazza, G. 2007. Biological activities of extracts from sumac (*Rhus* spp.): A review. Plant Foods for Human Nutrition, 62: 165–175.

Schippmann, U., Leaman, D.J. and Cunningham, A.B. 2002. Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: Global trends and issues. In: Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries. FAO, Rome.

Shabbir, A. 2012. *Rhus coriaria* Linn., a plant of medicinal, nutritional and industrial importance: A review. Journal of Animal and Plant Sciences, 22: 505–512.

Medicinal Plants of Iran: Phytochemical Diversity and Bioactive Potential of Sumac (*Rhus coriaria* L.)

Mohammad Reza Morshedloo[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[*]*Corresponding Author: morshedloo@maragheh.ac.ir*

Abstract

Iran with over 8,000 plant species and about 1,800 endemic species is one of the richest regions in terms of plant biodiversity, of which nearly 2,500 species have medicinal properties. Sumac (Rhus coriaria L.) is a native and widely used spice and medicinal plant in Iran. In this study, for the first time, essential oil variations in R. coriaria fruits from fourteen Iranian populations were assessed. Significant variability in oil content (0.04-0.19% v/w) and chemical compositions was observed. GC-FID and GC-MS identified 57 components with (E)-caryophyllene (5.9-50.3%), n-nonanal (1.8-23.3%), cembrene (1.9-21.7%), α-pinene (0-19.7%), (2E,4E)-decadienal (2.4-16.5%) and nonanoic acid (0-15.8%) as main constituents. PCA and cluster analyses classified populations into five chemotypes. Significant variability in fatty acids and antioxidant properties was observed. Arasbaran population was superior for oil characteristics and Paveh for antioxidant properties. Microwave-assisted extraction optimization showed this method as efficient with low energy consumption. This diversity provides opportunities for selecting elite populations for industrial and breeding programs.

Keywords: Bioactive compounds, Chemical diversity, Chemotype, Essential oil, Sumac.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

پیشرفت در اصلاح سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.): گزینش ژنوتیپ‌های برتر دارویی و مقاوم به خشکی

مجید شکرپور[1*]، لیلا تبریزی[1]، علیرضا یاوری[2]، سکینه رضایی[1]، عزیزاله خندان میرکوهی[1] و مصطفی عابدینی[1]
۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
* نویسنده مسئول: *shokrpour@ut.ac.ir*

چکیده

بحران کم آبی و تغییر اقلیم، ضرورت کشت گیاهان با نیاز آبی کم و گزینش ژنوتیپهای متحمل خشکی را بیش از پیش می نماید. سرخارگل یکی از گیاهان دارویی ارزشمند با نیاز آبی کم است که ترکیبات فعال دارویی آن در تحریک سیستم ایمنی بدن برای مقابله با بیماری‌های ویروسی نقش دارد. در مطالعه حاضر، گزینش ژنوتیپهای برتر از نظر متابولیتی و متحمل خشکی در طی چند مرحله مورد بررسی قرار گرفت. در گام اول، گزینش ژنوتیپها در شرایط نرمال آبی بر اساس میزان ترکیب پذیری عمومی و عملکرد کمی و کیفی مورد ارزیابی و گزینش قرار گرفتند. سپس، ترکیب پذیری ژنوتیپهای مذکور در شرایط محدودیت آبی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این دو آزمایش، منجر به شناسایی حدود ۱۱ ژنوتیپ برتر از نظر عملکرد ماده خشک و میزان تجمع شیکوریک اسید در ریشه و نیز تحمل خشکی گردید. در گام سوم، به منظور ارزیابی دقیق‌تر ژنوتیپ‌های منتخب از نظر پاسخ به خشکی، تنش آبی به روش محاسبه تبخیر تعرق گیاه و در سه سطح آبی انجام شد. بر این اساس، ژنوتیپهای مورد نظر بر اساس هر سطح تنش متمایز شدند. نتایج این پروژه تحقیقاتی، حاکی از پیشرفت گزینشی برای عملکرد کمی و کیفی سرخارگل در شرایط نرمال و تنش آبی بود. با توجه به نتایج انتظار می رود با تهیه جمعیتهای ساختگی (مصنوعی) از ژنوتیپهای با ترکیب پذیری عمومی بالا برای صفات مطلوب برای شرایط مختلف آبی، جمعیتهای با پتانسیل عملکرد بیشتر برای ادامه برنامه های اصلاحی این گیاه فراهم گردد.

واژه‌های کلیدی: اکیناسه، تنش خشکی، پیشرفت گزینشی، شیکوریک اسید، گزینش خانواده خواهر برادر ناتنی.

مقدمه

سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) یکی از گیاهان دارویی با ارزش است که توانسته طی دو دهۀ اخیر جایگاه مهمی در صنایع داروسازی پیدا کند. اندامهای مختلف این گیاه به ویژه ریشه های آن حاوی ترکیبات دارویی ارزشمندی است که در تحریک سیستم ایمنی بدن برای مقابله با عوامل ویروسی و باکتریایی دارای اثرات شگرفی است. از جمله این ترکیبات که توجه بیشتری به سمت خود معطوف کرده اند می‌توان به کافئیک اسید و مشتقات آن مانند شیکوریک اسید و اکیناکوزید، ترکیبهای آلکیل آمیدی، پلی‌ساکاریدها و اسانسها اشاره کرد. مواد مؤثره سرخارگل سبب تقویت سیستم دفاعی بدن و نیز باعث افزایش تولید ایمونوگلوبولین جی (Immunoglobulin G) می‌شود که برای مبارزه با سلولهای سرطانی موثر است. به دلیل کاربرد زیاد ترکیبات دارویی حاصل از این گیاه، سرخارگل پس از گل محمدی و سیر، سومین گیاه پرمصرف در اروپا محسوب می‌شود که میزان فروش سالانه آن بیش از ۲۵۰ میلیون دلار است. تاکنون تحقیقات اصلاحی اندکی روی گیاه سرخارگل صورت گرفته است که عمده آنها در خصوص تعیین عملکرد و نوع ترکیبات شیمیایی می‌باشد. گونه *E. purpurea*، گونه‌ای خودناسازگار و دگرگشن است که گرده‌افشانی در آن به‌وسیله حشرات صورت می‌گیرد. به‌دلیل ساختار خاص گلها، اخته کردن گل در آن دشوار است؛ بنابراین بیشتر سیستمهای اصلاحی در سرخارگل، روشهایی هستند که ضرورتی به اخته کردن ندارند. بررسی نشانگرهای مورفولوژیک در ۱۴ توده از گیاه سرخارگل نشان داد که توده‌ها در گروه‌های متفاوت براساس خصوصیات مورفولوژیک از قبیل ارتفاع گیاه،

رنگ گل، تعداد گل، تعداد برگ و اندازه برگ قرار گرفتند (Lin et al, 2011). Wills and Stuart (1999) مقدار آلکامیدها و شیکوریک اسید را در اندام‌های هوایی و ریشه ۶۲ نمونه تجاری از سرخارگل کشت شده در استرالیا را مورد بررسی قرار دادند. میزان آلکامید کل در نمونه‌های ریشه بین ۱/۲ الی ۱۲/۱ میلی‌گرم بر گرم و در نمونه‌های تهیه شده از اندام هوایی بین ۰/۲ الی ۳/۹ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد. مقدار شیکوریک اسید در نمونه‌های ریشه بین ۱/۴ الی ۲۰/۵ میلی‌گرم بر گرم حاصل شد و مقدار این ترکیب در نمونه‌های اندام هوایی بین ۴/۹ الی ۲۱/۴ میلی‌گرم بر گرم گزارش گردید.

با توجه به محدودیت شدید منابع آبی به‌ویژه در سال‌های اخیر، تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین تنش تأثیرگذار بر گیاهان معرفی‌شده است. به‌طوری‌که برآورد می‌شود از بین تنشهای زیستی و غیر زیستی، خشکی به‌تنهایی مسبب ۴۵ درصد کاهش عملکرد محصولات بوده است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). در این راستا، یکی از موثرترین راههای رفع این محدودیت، توسعه ارقام متحمل به تنش‌های محیطی است (کافی و دامغانی، ۱۳۸۶، Reddy et al.,2004, Fathi and Tari, 2016). Husain et al., (2019) گزارش کردند تنش خشکی باعث کاهش قابل توجهی در وزن خشک و تر ریشه، برگ، ساقه و گل گیاه دارویی سرخارگل شد به طوری که گیاهانی که تحت تاثیر تنش شدید خشکی قرار داشتند به نسبت شاهد کاهش عملکرد معادل ۳۸ درصد برای اندام ریشه، ۱۲۰ درصد برای اندام برگ و ۱۵۰ درصد برای اندام ساقه و ۱۲۰ درصد برای اندام گل نشان داد. در یک مطالعه نشان داده شد که افزایش سطوح آبیاری منجر به افزایش رشد بوته‌های سرخارگل گردید.

با توجه به ارزش اقتصادی قابل توجه و اهمیت دارویی سرخارگل، اصلاح و گزینش ژنوتیپهای برتر از لحاظ خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی و مقاوم به تنشهای محیطی به ویژه خشکی از اهمیت به‌سزائی برخوردار است. این تحقیق براساس گزینش ژنوتیپهای برتر و ارزیابی نتاج آنها در یک جمعیت دارای تنوع طراحی و اجرا شد. نتایج این تحقیق می‌تواند در ایجاد یک جمعیت اصلاح شده برای خصوصیات مطلوب که برای شرایط اقلیمی کشور مناسب باشد، مفید واقع شود.

مواد و روش‌ها

پروژه اصلاح سرخارگل از سال ۱۳۹۱ در گروه باغبانی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران آغاز شد. کلیه ارزیابی‌های مزرعه‌ای آزمایشات در ایستگاه تحقیقات باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، واقع در محمدشهر کرج اجرا شد. مراحل این پروژه بر اساس روش گزینش خانواده ناتنی تاکنون در قالب سه آزمایش اجرا شده است.

آزمایش اول: ارزیابی فنوتیپی و ژنوتیپی جمعیت خانواده‌های ناتنی

افراد برتر از طریق گزینش حدود ۲۰۰ تک بوته در مرحله گلدهی از بین یک جمعیت اولیه با گرده‌افشانی باز و دارای تنوع ژنتیکی کشت شده در سال ۱۳۹۱ شناسایی شد. گزینش بوته‌ها براساس خصوصیات مورفولوژیک و فنوتیپی مانند تعداد گل بیشتر، فاصله میانگره کمتر، تعداد برگ‌های بیشتر و عدم آلودگی به آفات و بیماری‌ها صورت گرفت. با توجه به گرده‌افشانی باز در بین بوته‌های جمعیت مذکور، بذرهای برداشتی از هر بوته انتخابی شامل یک خانواده خواهر برادر ناتنی بود. بذرهای خانواده‌های ناتنی سرخارگل پس از سرمادهی مرطوب، در سینی‌های نشا کاشته شدند. نشاهای گیاهان تولید شده، ۸۰ روز پس از کاشت به زمین اصلی انتقال داده شدند. در طی پرورش نشاها در گلخانه، تعدادی از نشاها به‌دلیل رشد بسیار بطئی و کند و نیز ابتلا به بیماری‌ها، حذف شدند، به‌طوری که در نهایت ۱۰۰ خانواده با قدرت رشدی مناسب انتخاب و آماده انتقال به مزرعه شدند. نقشه کاشت براساس طرح لاتیس ساده با دو تکرار برای کاشت ۱۰۰ خانواده خواهر برادر ناتنی روی زمین اجرا شد. هر خانواده خواهر برادر ناتنی شامل ۲۰ ژنوتیپ (فرد) بود که در هر تکرار در یک ردیف کشت و در مجموع دو تکرار ۲۰۰۰ ژنوتیپ از جمعیت خانواده‌های ناتنی کشت شدند. ارزیابی فنوتیپی از طریق اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک اندام های هوایی و زیرزمینی و صفات فیتوشیمیایی شامل شیکوریک اسید، کافئیک اسید و کلروژنیک اسید صورت گرفت. ارزیابی ژنوتیپی جمعیت مورد مطالعه از طریق ۱۴ آغازگر ISSR صورت گرفت. تحلیل داده های فنوتیپی و ژنوتیپی به ترتیب با استفاده از نرم افزارهای SPSS v. 22 و GenAlex V. 6.4 انجام شد.

آزمایش دوم: غربال اولیه جمعیت خانواده‌های ناتنی در پاسخ به شرایط کم آبی

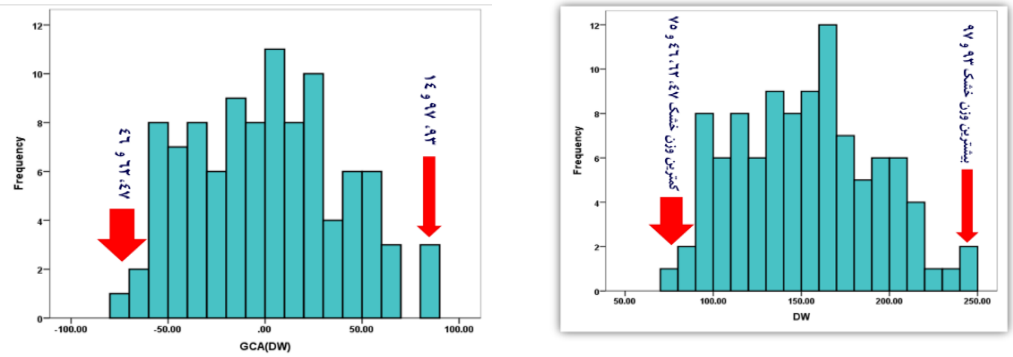
این تحقیق طی تابستان سال ۹۴ و بهار سال ۹۵ بر روی جمعیت توصیف شده در آزمایش اول به‌منظور ارزیابی ژنوتیپها از نظر پاسخ به تنش کم‌آبی اجرا شد. مواد گیاهی این پژوهش در دو طرح آزمایشی برای فراهم کردن دو محیط آزمایشی شامل آبیاری نرمال (۹۰ درصد تشتک تبخیر) و آبیاری تحت تنش خشکی (۵۰ درصد شاهد) مورد کشت قرار گرفت. با توجه به تعداد زیاد تیمارها (۱۰۰ خانواده ناتنی) در هر محیط آزمایشی، طرح لاتیس ساده با دو تکرار در نظر گرفته شد. پس از سنجش صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی، تجزیه واریانس داده ها براساس طرح آزمایشی مربوطه با استفاده از نرم افزار SPSS ver.22 صورت گرفت.

آزمایش سوم: ارزیابی ژنوتیپ‌های منتخب دارویی و مقاوم به خشکی

این آزمایش طی سالهای ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ انجام شد. در این مطالعه ۱۱ خانواده ناتنی منتخب گیاه دارویی سرخارگل که حاصل دو مرحله گزینش در طی سال‌های۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ برای ویژگیهای کمی و کیفی عملکرد و پاسخ به خشکی بودند، مورد کشت قرار گرفت. در این آزمایش مشابه آزمایشات قبلی، سال اول به عنوان سال استقرار گیاهان در نظر گرفته‌شد و در سال دوم رشدی، ارزیابی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه، به منظور مطالعه و ارزیابی پاسخ خانواده‌های منتخب به تنش کم‌آبیاری، انجام شد. آزمایش به صورت طرح کرتهای خرد شده در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل سطوح تنش کم آبی شامل تنش شدید (آبیاری به میزان ۲۵٪ تبخیر تعرق گیاه، ETc)، تنش متوسط (۵۰٪ ETc) و شاهد (۱۰۰٪ ETc) و عامل فرعی شامل خانواده‌های منتخب سرخارگل بود. مشابه آزمایشات قبلی، کلیه صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی مورد سنجش قرار گرفته و داده های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

آزمایش اول: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که خانواده‌های خواهر برادر ناتنی تفاوت معنی‌داری از نظر تمام صفات مورد بررسی از قبیل سطح برگ، شروع گلدهی، تعداد غنچه، تعداد گل، ارتفاع، قطر گل، وزن تر و وزن خشک داشتند. بررسی هیستوگرام میانگین صفت وزن خشک بین خانواده‌های خواهر- برادر ناتنی سرخارگل نشان داد که خانواده‌های ۹۳ و ۹۷ دارای بیشترین میزان اندازه وزن خشک بوده و خانواده‌های ۴۷، ۶۲، ۴۶ و ۷۵ دارای کمترین مقدار می‌باشند (شکل ۱- الف). از طرف دیگر با بررسی هیستوگرام ترکیب‌پذیری عمومی صفت وزن خشک بین خانواده‌های خواهر- برادر ناتنی مشخص شد که خانواده‌های ۹۳، ۹۷ و ۱۴ دارای بیشترین و خانواده‌های ۴۷، ۶۲ و ۴۶ دارای کمترین میزان بودند (شکل ۱- ب). صفت وزن خشک جزو صفات کمّی است که به‌طور معمول با عمل مرکب چندین مکان ژنی کنترل می‌شود. تفرق در چندین مکان ژنی منجر به گروه‌های متنوع نتاج می‌شود (Chouang et al., 2010). یکی از مهمترین اهداف در اصلاح گیاهان دارویی، افزایش بیوماس یا همان صفت وزن خشک در واحد سطح می‌باشد. وزن خشک منعکس کننده نمود همه اجزای گیاه می‌باشد و ممکن است به‌عنوان نتیجه نهایی چندین صفت در نظر گرفته شود (Pank, 2007). نتایج این بررسی نشان داد که خانواده‌های ناتنی سرخارگل کشت شده در شرایط اقلیمی کرج، از مقادیر متفاوت ترکیبات ارزشمند فنولی شامل کافئیک اسید، کلروژنیک اسید و شیکوریک اسید در ریشه آنها برخوردار می‌باشند؛ به طوری که میانگین میزان کافئیک اسید در بین خانواده‌های ناتنی بین ۰/۳ تا ۶/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک قرار داشت. حداکثر میزان کافئیک اسید به میزان ۶/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک در خانواده شماره ۴۴ که جزو خانواده‌های ضعیف بود، مشاهده گردید. از طرف دیگر، حداقل میزان کافئیک اسید به میزان ۰/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک در خانواده‌های شماره ۹۳ و ۱۰۰ که به ترتیب جزو خانواده‌های برتر و ضعیف طبقه‌بندی شده بودند، بدست آمد.

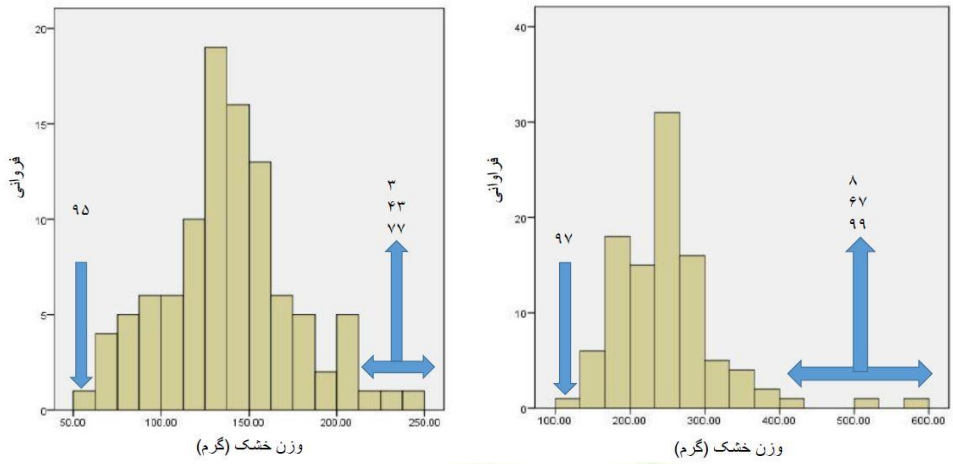


شکل ۱- هیستوگرام میانگین (الف) و ترکیب پذیری عمومی (ب) خانواده‌های خواهر- برادر ناتنی برای صفت

تحلیل مولکولی جمعیت مورد استفاده با استفاده از نشانگر ISSR نشان داد، تعداد آلل‌های مشاهده شده مربوط به کل خانواده‌های ناتنی مورد بررسی ۱/۶۱ بود. همچنین تعداد آلل موثر در این پژوهش ۱/۴۵ بدست آمد. در پژوهش حاضر، خانواده‌های ناتنی گیاه سرخارگل به دلیل میزان بالای دگرگشنی و نیز وجود خودناسازگاری اسپروفیتی، میزان هتروزیگوسیتی و تنوع بالایی مشاهده شد (استفن، ۲۰۰۸). براساس شاخص شانون و نیز هتروزیگوسیتی بدست آمده و همچنین نتیجه درصد باندهای چند شکل، وجود تنوع بالا در خانواده‌های ناتنی مربوط به جمعیت سرخارگل مشخص می‌گردد. این در حالی است که مقادیر شاخص های تنوع برآورد شده کمتر از مقدار واقعی است؛ زیرا این تنوع مربوط به تنوع بین خانواده‌های ناتنی است که تنها از نظر ژنوتیپ مادری متفاوت هستند به عبارت دیگر سهمی از تغییرات مولکولی در بین خانواده‌ها که مربوط به والد پدری است در بین کلیه افراد مورد بررسی مشترک است.

این سیستم نشانگری ضمن تمایز مؤثر خانواده‌های ناتنی مورد تحقیق، تنوع ژنتیکی موجود در بین آنها را نیز آشکار نمود. در این تحقیق مشخص شد که با استفاده از تکنیک ISSR می‌توان در زمان کم، الگوی ژنتیکی خانواده‌های ناتنی سرخارگل را نسبت به یکدیگر مشخص ساخت. شناسایی تنوع ژنتیکی در برنامه‌ریزی جهت مدیریت ژرم پلاسم سرخارگل و همچنین در تدوین برنامه‌های اصلاحی مفید خواهد بود. به طوری که با بهره‌گیری از نتایج مولکولی و ارزیابی تنوع مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی نمونه‌ها، امکان شناسایی خانواده‌های ناتنی مناسب جهت توسعه و بهره‌گیری از آن وجود خواهد داشت.

آزمایش دوم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش اثر تنش کم‌آبی بر خصوصیات مورفولوژیک خانواده‌های ناتنی سرخارگل نشان داد که تنش آبی بر صفات تعداد گل، قطر گل، رنگ گل، ارتفاع، وزن خشک، سطح برگ در سال اول و تعداد غنچه، قطر گل، ارتفاع، قطر گیاه در سال دوم اثر معنی‌دار داشت. بررسی هیستوگرام وزن خشک در شرایط نرمال آبی نشان داد خانواده ۹۷ کم‌ترین و خانواده‌های ۸، ۶۷ و ۹۹ بیشترین وزن خشک (شکل۲، الف) و خانواده ۹۵ کم‌ترین و خانواده‌های ۳، ۴۳، ۷۷ بیشترین وزن خشک را در شرایط تنش دارا بودند (شکل ۲، ب). همان‌طور که انتظار می‌رفت به‌طورکلی اکثر صفات در محیط تنش خشکی کاهش‌یافته‌اند. کاهش سطح برگ، ارتفاع، پهنای گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی، همگی در جهت کاهش سطح تبخیرکننده گیاه بوده و درنتیجه کاهش ماده خشک تولیدی نتیجه کاهش فتوسنتز گیاه در اثر تنش خشکی است. وقوع تنش، سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی و توسعه رویشی در گیاه می شود. Valadabadi et al. (2000) نتایج مشابهی را در پژوهش های خود به دست آورده اند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که خانواده‌های ناتنی سرخارگل مانند بیشتر گیاهان عکس‌العمل فیزیولوژیک و مورفولوژی به تنش نشان دادند. با اعمال تنش تمام صفات مورفولوژی خانواده‌ها کاهش پیداکرده است. خصوصیات مورفولوژیک خانواده‌ها در شرایط نرمال در سال سوم نسبت به سال دوم افزایش یافت. بررسی اثر متقابل تنش در خانواده بیان‌کننده واکنش متفاوت خانواده‌های ناتنی سرخارگل در محیط‌های نرمال و تنش خشکی بود. خانواده‌های ۱۴، ۳، ۱۸، ۶۷، ۶۲، ۷۲، ۴۳ و ۴۴ در شرایط تنش و خانواده‌های ۱۸، ۶۷ و ۳۸ در شرایط نرمال عملکرد بهتری ازلحاظ خصوصیات مورفولوژی نشان دادند.



ب الف

شکل ۲- هیستوگرام میانگین وزن خشک اندام هوایی خانواده‌های ناتنی سرخارگل الف – شرایط نرمال آبی ب- تنش کم آبی.

آزمایش سوم: نتایج این آزمایش نشان داد که تنش کم‌آبی شدید (۲۵ درصد ETc) منجر به کاهش معنادار در اکثر صفات مورد بررسی شد. خانواده‌های ۶۷ ، ۴۴ ، ۴۹ در این سطح تنش کم‌آبی خانواده‌های برتر از نظر محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، محتوای کاروتنوئیدها، وزن تر و خشک ریشه، ارتفاع گیاه و محتوای پرولین، کربوهیدرات و آنتوسیانین‌های برگ و محتوای نسبی آب برگ بودند. در حالیکه در سطح تنش متوسط کم‌آبی (۵۰ درصد ETc)، خانواده‌های ۴۹، ۶۷ ، ۲۲ ، ۴۴ و ۸۳ خانواده‌های برتر در مقایسه با سایر خانواده‌های ناتنی منتخب بودند از نظر صفات مذکور بودند. شرایط آبی نرمال (۱۰۰٪ ETc)، منجر به افزایش معنادار در صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گردید. خانواده‌های ۶۷ ، ۴۹ ، ۴۴ ، ۸۳ ، ۱۸ و ۹۲ از نظر صفات عملکردی وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، ارتفاع گیاه و صفات فیزیولوژیکی محتوای کلروفیل a، کلروفیل b ، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها و محتوای نسبی آب برگ نسبت به سایر خانواده‌ها تحت این شرایط تنش برتر بودند.

منابع

کافی، م. و دامغانی، ع. ۱۳۸۱ .مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کافی، م.ا.، برزویی، م.، صالحی، ع.، کمندی، ع.، معصومی، ج. و نباتی، ا. ۱۳۸۸ .فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان .جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۴۵ ص.

Chuang, S.J., Chen, C.L., Chen, J.J. and Sung, J.M. 2010. Using morphological diagnosis and molecular markers to assess the clonal fidelity of micropropagated *Echinacea purpurea* regenerants. Biologia Plantarum, 54: 539–542.

Fathi, A. and Tari, D.B. 2016. Effect of drought stress and its mechanism in plants. International Journal of Life Sciences, 10(1): 1–6.

Hussain, S., Hussain, S., Qadir, T., Khaliq, A., Ashraf, U., Parveen, A., Saqib, M. and Rafiq, M. 2019. Drought stress in plants: An overview on implications, tolerance mechanisms and agronomic mitigation strategies. Plant Science Today, 6(4): 389–402.

Lin, S.D., Sung, J.M. and Chen, C.L. 2011. Effect of drying and storage conditions on caffeic acid derivatives and total phenolics of *Echinacea purpurea* grown in Taiwan. Food Chemistry, 125: 226–231.

Pank, F. 2007. Breeding of medicinal plants. In: Kayser, O. and Quax, J. (Eds.). Medicinal Plant Biotechnology: From Basic Research to Industrial Applications, pp. 417–447. John Wiley & Sons.

Reddy, A.R., Chiatanya, K.V. and Vivekanandan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology, 161: 1189–1202.

Valadabadi, S.A.R., Mazaheri, D., Noormohamadi, G.H. and Hashemi Dezfooli, S.A. 2000. Effects of drought stress on quantitative and qualitative properties and growth of maize, sorghum and millet. Iranian Journal of Crop Sciences, 18: 39–43.

Wills, R.B.H. and Stuart, D.L. 1999. Alkylamide and cichoric acid levels in *Echinacea purpurea* grown in Australia. Food Chemistry, 67: 385–388.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Advancements in Coneflower Breeding: Selecting Superior Genotypes for Medicinal Properties and Drought Tolerance

Majid Shokrpour[1*], Leila Tabrizi[1], Alireza Yavari[2], Sakineh Rezaei[1], Mostafa Abedini[1] and Azizollah Khandan Mirkouhi[1]

1. Department of Horticultural Sciences and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Hormozgan, Karaj, Iran

Corresponding Author: shokrpour@ut.ac.ir

Abstract

The water scarcity crisis and climate change highlight the need for cultivating plants that require less water and for selecting drought-tolerant genotypes. *Echinacea purprea* is a valuable medicinal plant with low water requirements, known for its active compounds that help stimulate the immune system to fight viral diseases. This study focused on selecting superior genotypes based on metabolites content and drought tolerance through several stages. Initially, genotypes were evaluated and selected under normal watering conditions, considering their general combining ability as well as their qualitative and quantitative performance. Following this, the combining ability of these genotypes was assessed under conditions of water deficit. These two evaluations led to the identification of approximately 11 superior genotypes, recognized for their dry matter yield, accumulation of chicoric acid in the roots, and drought tolerance. In the third step, to further evaluate the response of the selected genotypes to drought, the plants were subjected to water stress, with evapotranspiration calculated at three different levels of water availability. This approach allowed for the classification of genotypes according to each level of stress. The results of this research indicate the high genetic gain of the *Echinacea* selection, both in terms of quantitative and qualitative yield under normal and drought conditions. Based on the findings, it is anticipated that developing synthetic populations from genotypes with high general combining ability for desirable traits across varying water conditions could lead to the establishment of populations with greater yield potential for future breeding programs of this plant.

Keywords: Purple Coneflower, Drought stress, Genetic advance, Chicoric Acid, Half-sib selection

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نور مکمل LED و تنش شوری بر غلظت رزمارینیک اسید و بیان ژن RAS مرتبط با مسیر بیوشیمیایی آن در گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis*)

عاطفه خاکپور[۱]، احمد ارشادی[۱*]، علی عزیزی[۱] و اصغر میرزایی اصل[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *ershadi@basu.ac.ir*

چکیده

در عصر حاضر، گیاه دارویی مریم‌گلی به‌عنوان یک ماده غذایی کاربردی و داروی سنتی ارزشمند شناخته می‌شود و عصاره این گیاه دارای میزان زیادی از ترکیب فنلی مهم مانند رزمارینیک اسید است. شوری به عنوان تنش غیر زیستی یک چالش بزرگ برای کشاورزی است. نور نقش کلیدی در تنظیم پاسخ گیاه به تنش‌های غیرزیستی دارد و تحقیقات در این زمینه به کشف مکانیزم‌های سازگاری گیاه کمک کرده است. این پژوهش به بررسی تأثیر نورهای مکمل LED بر بیان ژن RAS و تولید رزمارینیک اسید در گیاه مریم‌گلی تحت شرایط تنش شوری می‌پردازد. این مطالعه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تأثیر ترکیب‌های مختلف نور LED(قرمز ۱۰۰٪، آبی ۱۰۰٪، قرمز ۶۷٪ به اضافه آبی ۳۳٪ و عدم نوردهی تکمیلی) و سطوح شوری (صفر و ۷۵ میلی مولار کلرید سدیم) بر گیاه مریم‌گلی بررسی شد. تنش شوری به طور قابل توجهی غلظت رزمارینیک اسید و بیان ژن RAS را در گیاه مریم‌گلی افزایش داد. این افزایش تحت هر چهار تیمار نوری مشاهده شد، اما گیاهان تحت شرایط عدم نوردهی بیشترین غلظت رزمارینیک اسید (۱۵/۳۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، معادل ۱۰۷/۷۳٪ افزایش نسبت به شرایط بدون شوری) و بیان ژن RAS (۹/۱۳ برابر) را نشان دادند. الگوی تغییرات تولید رزمارینیک اسید و افزایش بیان ژن RAS کاملاً منطبق با هم نبود، که نشان‌دهنده تعامل پیچیده بین عوامل محیطی و مسیرهای بیوشیمیایی مرتبط با بیوسنتز رزمارینیک اسید است.

واژه‌های کلیدی: مریم‌گلی، رزمارینیک اسید، شوری، نور LED، بیان ژن.

مقدمه

مریم‌گلی بزرگترین جنس در خانواده نعناعیان(Lamiaceae) است (Giannoulis et al., 2021). این گیاه دارای انواع یک ساله، دو ساله و چند ساله بوده و در مناطق اکولوژیکی مختلف یافت می شود. مریم‌گلی منبع قابل توجه و متنوعی از متابولیت‌های ثانویه، از جمله فلاونوئیدها و ترپنوئیدها است (Tavan et al., 2022). با این حال، متابولیت‌های ثانویه مریم‌گلی بسته به عوامل محیطی می‌تواند متفاوت باشد (مرویج و همکاران، ۲۰۲۲). یکی از این متابولیت‌های مهم رزمارینیک اسید است که به ویژه در گیاه مریم‌گلی از اهمیت بالایی برخوردار است. آنزیم رزمارینیک اسید سنتاز (RAS) برای تولید رزمارینیک اسید بسیار مهم است، که به نوبه خود به فرآیندهای متابولیک گیاه و توانایی آن در مبارزه با عوامل استرس‌زای محیطی کمک می‌کند. در مرحله آخر مسیر بیوسنتز رزمارینیک اسید، RAS مسئول کاتالیز بیوسنتز رزمارینیک اسید از کافئویل-CoA و ۳،۴-دی هیدروکسی فنیلاکتیک اسید است (Döring et al., 2914).

شوری یک چالش بزرگ برای کشاورزی است و بر رشد و بهره‌وری محصولات در سراسر جهان تأثیر می‌گذارد (Shafeiee and Ehsanzadeh, 2019). گیاهان از استراتژی‌های مختلفی برای پاسخ به تنش و در نهایت افزایش رشد و بهره‌وری خود استفاده می‌کنند. این استراتژی‌ها شامل تغییرات در الگوهای رشدی و همچنین فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برای مبارزه با عوامل استرس زا می‌باشد (Fahad et al., 2015). در این بین، نور به عنوان یک فاکتور محیطی مهم می‌تواند بسیاری از پاسخ‌های گیاه به تنش غیرزنده مانند شوری را تنظیم کند. تغییرات در کیفیت و کمیت نور و همچنین در مدت زمان نوردهی از عوامل کلیدی تأثیرگذار بر پیامد تنش‌های مختلف هستند. با این حال گیاهان برای زنده ماندن و آماده شدن در مقابل رویدادهای تنشی، تداخل پیچیده‌ای بین سیگنالینگ نور و مسیرهای مختلف

پاسخ به تنش ایجاد کرده‌اند. تعداد فزاینده‌ای از کارهای تجربی که به این موضوع می‌پردازند، نشان می‌دهد که این حوزه تحقیقاتی رو به رشد است که منجر به بینش بهتری در مورد نقش نور طی پاسخ‌های گیاه به تنش‌های غیرزنده در آینده خواهد شد (Roeber et al., 2021).

در این پژوهش، نقش نوردهی تکمیلی LED بر بیان ژن RAS مرتبط با بیوسنتز رزمارینیک اسید و میزان تولید این ترکیب در گیاه مریم‌گلی در شرایط تنش شوری بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

شرایط کشت و تیماردهی

این پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول به ترکیب‌های مختلف نور LED (قرمز ۱۰۰٪، آبی ۱۰۰٪، قرمز ۶۷٪ + آبی ۳۳٪ با شدت نوری ۱۵۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه و عدم نوردهی تکمیلی) و فاکتور دوم به دو سطح تنش شوری (صفر و ۷۵ میلی‌مولار سدیم کلرید)، اختصاص یافت. کشت بذرها درون سینی نشاء حاوی کوکوپیت : پرلایت (۲:۱) انجام شد. گیاهان تا مرحله ۴ الی ۶ برگی شدن درون سینی نشاء نگهداری شدند، سپس به گلدان پلاستیکی با قطر مناسب حاوی خاک زراعی: کود پوسیده دامی : ماسه با نسبت ۱:۱:۲ انتقال یافتند. بعد از ۸ تا ۱۰ برگی شدن گیاهان، نوردهی تکمیلی از ۳۰ دقیقه قبل از غروب به مدت سه ساعت شروع شد و بعد از یک هفته، تنش شوری آغاز گردید که به مدت شش هفته ادامه پیدا کرد. پس از پایان تیماردهی، نمونه‌های گیاهی برای انجام آزمایش‌های مولکولی در فریزر منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و همزمان، نمونه‌برداری برای استخراج عصاره به‌منظور آنالیزهای HPLC صورت گرفت. هر تکرار بیولوژیکی به‌صورت جداگانه برای استخراج عصاره و آنالیز HPLC و qPCR پردازش شد.

تهیه عصاره های متانولی

مواد گیاهی در دمای اتاق و سایه خشک شدند و به صورت پودر در آمدند. سپس ۴ گرم از آنها با ۴۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد (گرید HPLC) مخلوط شدند. این مخلوط در حمام اولتراسونیک (28 kHz, PARSONIC 2600s) با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه قرار داده شدند. سپس عصاره‌ها با استفاده از کاغذ صافی فیلتر شدند و عصاره‌های مورد استفاده برای آزمون HPLC از طریق فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر فیلتر شدند و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Rizi et al., 2021).

سنجش غلظت رزمارینیک اسید

غلظت رزمارینیک اسید از طریق آنالیز کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)، با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع کنوئر سنجش شد. یک سیستم حلال شامل حلال آ، استونیتریل و حلال بی، آب-استیک اسید (۲/۵ : ۹۷/۵، حجمی/حجمی) به کار برده شد و کل زمان اجرا ۳۵ دقیقه بود. ترکیب رزمارینیک اسید با مقایسه زمان بازداری آن با استاندارد تشخیص داده شد. برای رسم منحنی استاندارد ترکیب رزمارینیک اسید، غلظت هایی در دامنه ۸۰۰-۶۲۵ پی پی اِم از آن تهیه شد و به دستگاه HPLC تزریق گردید.

استخراج RNA و سنتز cDNA

RNA کل از گیاهان با استفاده از کیت اِران ایکس-پلاس (سیناکلون، تهران) و بر طبق دستورالعمل شرکت سازنده، استخراج گردید. در ادامه، کیفیت RNA کل با استفاده از الکتروفورز ژل آگارز یک درصد (اختلاف پتانسیل ۸۰ ولت و مدت زمان ۴۰ دقیقه) ارزیابی شد. جهت مشاهده باندهای RNA با دستگاه ژل داکیومنت تحت نور UV، از ماده رنگی سیف اِستین در محلول ژل آگارز قبل از سرد شدن، استفاده گردید.کمیت RNA کل با دستگاه نانودراپ ارزیابی شد (نسبت جذب ۲۶۰/۲۸۰ نانومتر حدود ۲ و نسبت جذب ۲۶۰/۲۳۰ نانومتر ۲/۲-۲).

ساخت cDNA، با استفاده از کیت سنتز cDNA (یکتا تجهیز آزما ،ایران) و طبق دستورالعمل شرکت سازنده در دو مرحله انجام شد. cDNA سنتز شده تا آزمایش‌های بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. به منظور اطمینان از سنتز cDNA، واکنش

زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) با استفاده از آغازگر ژن مرجع اکتین و cDNA سنتز شده انجام گرفت. به منظور انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمراز از مستر میکس آماده (سیناکلون، تهران) استفاده شد.

بررسی بیان نسبی ژن RAS با روش زنجیره ای پلیمراز در زمان واقعی (Real time PCR)

به منظور بررسی تغییر در الگوی بیان ژن RAS به روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز در زمان واقعی، از آغازگرهای طراحی شده توسط Rahmani و همکاران (2020) استفاده شد و سنتز آغازگرها توسط شرکت سیناکلون صورت گرفت. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز در زمان واقعی با استفاده از مستر میکس سایبرگرین انجام گرفت. واکنش با سه تکرار بیولوژیکی و دو تکرار تکنیکی انجام شد و نیز ژن اکتین به عنوان ژن خانه دار(مرجع) برای نرمال کردن داده‌ها استفاده گردید.

آنالیز آماری

تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Prism graph pad 9 رسم شدند. پس از واکنش زنجیره‌ای پلیمراز در زمان واقعی، نرمال سازی سی تی‌های به دست آمده از نرم افزار دستگاه ریل‌تایم پی سی‌آر با استفاده از ژن مرجع انجام شد و محاسبه بیان نسبی ژن‌ها به روش لیواک و اشمیتگن (۲۰۰۱) صورت گرفت.

نتایج و بحث

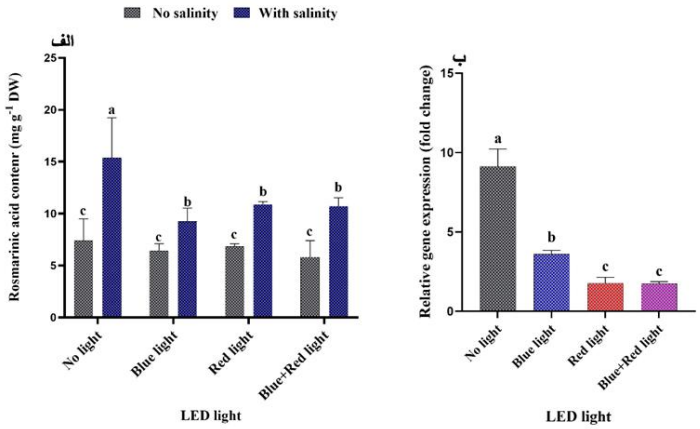
تأثیر تیمارهای نوری و شوری بر غلظت رزمارینیک اسید و بیان ژن RAS

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد که، تفاوت معنی داری در غلظت رزمارینیک اسید بین گیاهان تحت نورهای مختلف در هر دو شرایط شوری و غیر شوری وجود داشت ($P\leq$۰/۰۱). غلظت رزمارینیک اسید در گیاهان تحت تنش شوری در مقایسه با گیاهان تحت شرایط غیرشوری (شاهد) در هر چهار تیمار نوری افزایش پیدا کرد. علاوه بر این گیاهان تحت تنش شوری در شرایط بدون نوردهی تکمیلی دارای بیشترین غلظت رزمارینیک اسید (۱۵/۳۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، معادل ۱۰۷/۷۳٪ افزایش نسبت به شرایط بدون شوری) در مقایسه با گیاهان تحت تنش شوری در شرایط نورهای مکمل آبی، قرمز و قرمز+آبی بودند. هیچ تفاوت قابل توجهی در غلظت رزمارینیک اسید در گیاهان تحت نورهای مکمل مختلف آبی، قرمز و قرمز+آبی وجود نداشت (شکل ۱ الف). این نتایج نشان‌دهنده تأثیر چشمگیر تنش شوری بر افزایش غلظت رزمارینیک اسید در گیاهان مریم‌گلی است. این احتمال داده می‌شود که نوردهی تکمیلی می‌تواند ضمن بهبود شرایط فتوسنتز در گیاه آثار تنش‌های غیر زیستی را کاهش دهد و به همین دلیل گیاهان تنش دیده در شرایط نور تکمیلی کمتر تحت تاثیر آثار مخرب شوری قرار گرفته و تولید متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش افزایش چندانی نیافته است. و نیز ممکن است، عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای نوری مکمل آبی، قرمز و قرمز+آبی به شباهت مکانیزم‌های مؤثر این تیمارها در تنظیم بیوسنتز رزمارینیک اسید اشاره داشته باشد.

نتایج نشان داد که گیاهان تحت شرایط عدم نور تکمیلی، بیان بالاتری از ژن RAS (۹/۱۳ برابر) در مقایسه با گیاهان تحت نورهای مکمل آبی، قرمز و قرمز+آبی داشتند (شکل ۱ ب). از طرفی بر اساس نتایج نرمال سازی مشاهده شد که شوری بیان ژن RAS را نسبت به شرایط غیر شوری (شاهد) در گیاهان تحت هر چهار تیمار نوری افزایش داد. تولید و تجمع رزمارینیک اسید با دامنه ای از تغییرات در الگوی بیان ژن RAS همراه بود، اگرچه الگوی تغییرات رزمارینیک اسید و بیان ژن RAS به طور کامل بر یکدیگر منطبق نبوند.

مطالعات مختلف نشان داده است که LED ها به دلیل شدت بالای شار فوتون فتوسنتزی و تحریک گیرنده های دخیل در تولید پلی فنل و رزمارینیک اسید، منجر به افزایش تولید این ترکیبات و افزایش بیان ژن‌های مسیر بیوسنتز آنها می‌شوند (Iwai et al., 2020). نتایج مطالعه Ahmadi و همکاران (2019)، نشان داد که افزایش تولید رزمارینیک اسید در بادرنجبویه در پاسخ به اثر متقابل پیش تیمارهای LED و تنش خشکی بیشتر از میزان القا شده توسط پیش تیمارهای LED یا تنش خشکی به تنهایی بود. بنابراین، پیش تیمار با LED های قرمز

+ آبی منجر به افزایش تولید رزمارینیک اسید تحت تنش خشکی شد. این یافته ها با افزایش سطح ژن RAS در گیاهان پیش تیمار شده با LED قرمز + آبی همراه بود که با نتایج پژوهش ما مطابقت داشت.



شکل ۱. تأثیر تیمارهای نوری و تنش شوری روی غلظت رزمارینیک اسید (الف) و بیان ژن RAS (ب).

تابش نور مصنوعی می تواند مقدار اسید کافئیک را در گیاهان افزایش دهد. نتایج یک مطالعه انجام شده توسط Iwai و همکاران (2010) نشان داده‌اند که ترکیب نور LED آبی، نور قرمز و UV-A باعث افزایش تولید پلی فنول ها در *Perilla frutescens* می‌شود. نویسندگان به این نتیجه رسیده اند که سطوح افزایش یافته ترکیبات فنلی ممکن است توسط گیرنده های نور ناشی از نور آبی، مانند کریپتوکروم ها و فتوتروپین ها تنظیم شود. Ahmadi و همکاران (2020) گزارش کردند که افزایش کل ترکیبات فنلی و آنتوسیانین در گیاه بادرنجبویه در معرض نور قرمز+آبی می‌تواند به دلیل اثر تحریک کننده نور قرمز+آبی بر سطح بیان ژن‌ها و نرخ فعالیت آنزیم های کلیدی درگیر در مسیر بیوسنتز پلی فنل ها باشد. سطح بیان ژن PAL1 به عنوان یک ژن مهم در مسیر بیوسنتز اسید فنولیک و فلاونوئیدها در خشکی در مقایسه با گیاهانی که در زیر نور گلخانه رشد کرده بودند، افزایش یافت.این یافته‌ها نشان‌دهنده نقش کلیدی تنش شوری در تحریک تولید متابولیت‌های ثانویه و بیان ژن‌های مرتبط است، در حالی که نوردهی تکمیلی می‌تواند اثرات منفی تنش را تعدیل کند. این نتایج می‌توانند در بهینه‌سازی تولید رزمارینیک اسید در شرایط کشت کنترل‌شده مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

Ahmadi, T., Shabani, L. and Sabzalian, M.R. 2019. Improvement in drought tolerance of lemon balm, *Melissa officinalis* L. under the pre-treatment of LED lighting. Plant Physiology and Biochemistry, 139: 548–557.

Ahmadi, T., Shabani, L. and Sabzalian, M.R. 2020. LED light mediates phenolic accumulation and enhances antioxidant activity in *Melissa officinalis* L. under drought stress condition. Protoplasma, 257: 1231–1242.

Döring, A.S., Pellegrini, E., Della Batola, M., Nali, C., Lorenzini, G. and Petersen, M. 2014. How do background ozone concentrations affect the biosynthesis of rosmarinic acid in *Melissa officinalis*? Journal of Plant Physiology, 171(5): 35–41.

Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F.A., Khaliq, A., Saud, S. and Huang, J. 2015. Phytohormones and plant responses to salinity stress: A review. Plant Growth Regulation, 75: 391–404.

Giannoulis, K.D., Skoufogianni, E., Bartzialis, D., Solomou, A.D. and Danalatos, N.G. 2021. Growth and productivity of *Salvia officinalis* L. under Mediterranean climatic conditions depends on biofertilizer, nitrogen fertilization, and sowing density. Industrial Crops and Products, 160: 113136.

Iwai, M., Ohta, M., Tsuchiya, H. and Suzuki, T. 2010. Enhanced accumulation of caffeic acid, rosmarinic acid and luteolin-glucoside in red Perilla cultivated under red diode laser and blue LED illumination followed by UV-A irradiation. Journal of Functional Foods, 2: 66–70.

Mervić, M., Bival Štefan, M., Kindl, M., Blažeković, B., Marijan, M. and Vladimir-Knežević, S. 2022. Comparative antioxidant, anti-acetylcholinesterase and anti-α-glucosidase activities of Mediterranean *Salvia* species. Plants, 11(5): 625.

Rahmani, N., Radjabian, T. and Soltani, B.M. 2020. Impacts of foliar exposure to multi-walled carbon nanotubes on physiological and molecular traits of *Salvia verticillata* L., as a medicinal plant. Plant Physiology and Biochemistry, 150: 27–38.

Rizi, M.R., Azizi, A., Sayyari, M., Mirzaie-Asl, A. and Conti, L. 2021. Increased phenylpropanoids production in UV-B irradiated *Salvia verticillata* as a consequence of altered genes expression in young leaves. Plant Physiology and Biochemistry, 167: 174–184.

Roeber, V.M., Bajaj, I., Rohde, M., Schmülling, T. and Cortleven, A. 2021. Light acts as a stressor and influences abiotic and biotic stress responses in plants. Plant, Cell & Environment, 44(3): 645–664.

Shafeiee, M. and Ehsanzadeh, P. 2019. Physiological and biochemical mechanisms of salinity tolerance in several fennel genotypes: Existence of clearly-expressed genotypic variations. Industrial Crops and Products, 132: 311–318.

Tavan, M., Azizi, A., Sarikhani, H., Mirjalili, M.H. and Rigano, M.M. 2022. Phenolics diversity among wild populations of *Salvia multicaulis*: As a precious source for antimicrobial and antioxidant applications. Natural Product Research, 36(5): 1332–1336.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Supplemental LED Light and Salinity Stress on Rosmarinic Acid Concentration and the Expression of the RAS Gene Related to Its Biochemical Pathway in Sage (*Salvia officinalis*)

Atefeh Khakpour[1], Ahmad Ershadi[1*], Ali Azizi[1], Asghar Mirzaei Asl[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
Corresponding author: Ershadi@basu.ac.ir

Abstract

The medicinal plant *Salvia* (sage) is considered an important functional food and traditional medicine in modern times. The extract of this plant contains a high concentration of the important phenolic compound rosmarinic acid. Salinity as an abiotic stress is a major challenge for agriculture. Light plays a crucial role in regulating the response of plants to abiotic stress, and researches in this field has improved the understanding of plant adaptation mechanisms. In this study, the effects of supplemental LED light on RAS gene expression and rosmarinic acid production in *Salvia* under salt stress conditions are investigated. The study was conducted as a factorial experiment using a completely randomized experimental design with three replicates. The effects of different combinations of LED light (100% red, 100% blue, 67% red plus 33% blue and no supplemental light) and salinity on *Salvia* were analyzed. The results showed that salt stress significantly increased the rosmarinic acid content and the expression of the RAS gene in *Salvia*. This increase was observed in all four light treatments, but the plants without supplemental light had the highest levels of rosmarinic acid (15.37 mg/g dry weight, equivalent to 107.73% increase compared to salt-free conditions) and expression of the RAS gene (9.13 fold). The patterns of rosmarinic acid production and RAS gene expression were not entirely congruent, indicating a complex interaction between environmental factors and the biochemical pathways of rosmarinic acid biosynthesis.

Keywords: *Salvia*, Rosmarinic acid, Salinity, LED light, Gene expression.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی مقایسه‌ای میزان ترکیبات فلاونوئیدی و پلی‌فنل‌های موجود در اندام‌های مختلف خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) در مرحله تشکیل بذر

عبدالکریم زارعی[1*]، عسکر غنی[2]، سعیده محتشمی[2] و محمد اسماعیل‌پور[1]

۱- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران

*نویسنده مسئول: *zarei@jahromu.ac.ir*

چکیده

خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) یکی از گیاهان مهم خانواده چتریان و از گیاهان انحصاری ایران می‌باشد که دارای عطر و طعمی دلپذیر و مقوی معده بوده و از آن به عنوان چاشنی در غذا و طعم دهنده لبنیات نیز استفاده می‌شود و تحقیقات بسیار کمی در رابطه با آن انجام شده است. در گیاهان مختلف ممکن است هر کدام از بخش‌های گیاه از نظر کمیت و کیفیت مواد موثره متفاوت باشند لذا انتخاب یا برداشت اندام‌هایی که حاوی ماده موثره بیشتری هستند از نظر اقتصادی و درمانی اهمیت ویژه‌ای دارند. برای انجام این پژوهش، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل نمونه‌های مختلف: بذر بالغ، بذر نابالغ، کل پیکر رویشی گیاه همراه با بذر، بوته بدون بذر در مرحله بذر رسیده، بوته بدون بذر در مرحله بذر نابالغ بود. میزان فلاون و فلاونول، مقادیر فلاونوئید کل و میزان ترکیبات فنولی در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان فلاون و فلاونول (۴/۶۶ میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه خشک) مربوط به نمونه پیکر رویشی گیاه همرا با بذر بود و کمترین میزان (۱/۸۸ میلی‌گرم) مربوط به نمونه بذر نابالغ بود و بقیه نمونه‌ها نیز در حد متوسط بودند. بالاترین میزان فلاونوئید کل (۱۷/۸۶ میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه خشک) مربوط به نمونه پیکر رویشی گیاه همرا با بذر بود و بین سایر نمونه‌ها از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین میزان ترکیبات فنلی (۱۱/۸ میلی‌گرم) مربوط به نمونه پیکر رویشی گیاه همرا با بذر بود در حالی که کمترین میزان مربوط به بذر رسیده (۵/۵۲ میلی‌گرم) و بوته بدون بذر در مرحله رسیدن بذر بالغ (۵/۶۱ میلی‌گرم) بود. به طور کل نتایج این پژوهش نشان داد که نوع اندام و مرحله نموی تاثیر زیادی بر میزان مواد موثره این گیاه دارد به طوری که در هر سه صفت مورد بررسی بالاترین میزان مربوط به گیاه کامل در مرحله بذردهی می‌باشد یعنی گیاه در این مرحله که بوته دارای برگ، ساقه و بذر رسیده می‌باشد دارای بیشترین مواد موثره می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدانها، خوشاریزه، فلاون و فلاونول، فنولوژی، گیاهان اندمیک.

مقدمه

خوشاریزه با نام علمی *Echinophora platyloba* از خانواده چتریان (Apiaceae) و از گیاهان انحصاری ایران می‌باشد که دارای عطر و طعمی دلپذیر بوده و در طب سنتی به منظور تقویت معده از آن استفاده می‌شود و همچنین از آن به عنوان چاشنی در غذا و طعم دهنده لبنیات نیز استفاده می‌شود. عرق حاصل از آن جهت معطر کردن خانه و به عنوان ضد سردی مصرف می‌شود (Ghani et al., 2009). بررسی‌های قبلی نشان داده است که این گیاه دارای ترکیبات ساپونینی، فلاونوئیدی و آلکالوئیدی است. عصاره متانولی خوشاریزه، اثر مهاری بر روی سه گونه باکتری و قارچ داشته است و نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که عصاره برگ موثرتر از عصاره ساقه بوده است. همچنین گزارش شده است که عصاره این گیاه علاوه بر اثر ضد میکروبی و ضد قارچی، در درمان بیماری‌های عفونی مفید است و از ایجاد عوارض ناشی از داروهای شیمیایی نیز جلوگیری می‌کند (Delaram et al., 2010). در استحصال ماده موثره از یک گیاه دارویی، به‌طور کلی اندامی از گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد که ماده دارویی مورد نظر مطلقا یا اکثرا در آن اندام وجود داشته باشد. به همین دلیل شناسایی و بررسی ترکیبات بیوشیمیایی در اندام‌های مختلف گیاه حائز اهمیت است. لازم به ذکر است که میزان مواد موثره در گیاه رابطه مستقیمی با بیوسنتز، متابولیسم و فعالیت زیستی گیاه دارد که اینها تابع شرایط اقلیمی محیط زیست می‌باشد. عوامل مختلفی نظیر زمان برداشت، نحوه جمع‌آوری،

روش خشک کردن و نگهداری در کمیت و کیفیت مواد موثره موثر هستند. عوامل محیطی از جمله دما، نور، ارتفاع محل رشد، شیب منطقه، میزان آب و تغذیه بر عملکرد و نوع ماده موثره در اندام‌های مختلف گیاهان دارویی موثرند ولی چگونگی و میزان اثر آن‌ها در گیاهان مختلف متفاوت است (Mohtashami et al., 2013). از آنجا که مرحله رشد گیاه تاثیر بسزایی بر زیست توده و میزان ترکیبات فیتوشیمیایی در اندام‌های مختلف گیاهان دارویی دارد، زمان برداشت نقش مهمی را در افزایش محصول و کیفیت آن خواهد داشت. برداشت گیاهان دارویی در زمان نامناسب، نه تنها میزان محصول به‌دست آمده را کاهش می‌دهد، بلکه محصول برداشت شده نیز از کیفیت مطلوبی برخوردار نخواهد بود. کاربرد مواد موثره در صنایع مختلف داروسازی، غذایی و آرایشی-بهداشتی بستگی به ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در آن‌ها دارد، که خود تحت تاثیر عوامل محیطی، مرحله رشد، زمان برداشت و اندام‌های برداشت شده جهت استخراج است (Ghani et al., 2021). علی‌رغم مصارف سنتی خوراکی و درمانی گیاه، مطالعات بسیار کمی بر روی این گیاه انجام شده است. از این رو جهت کاربرد صحیح گیاه، بررسی فیتوشیمیایی آن امری ضروری به نظر می‌رسد. لذا این پژوهش با هدف بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی اندام‌های مختلف خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) در مرحله تشکیل بذر انجام شد.

مواد و روش‌ها

پیکر هوایی گیاه خوشاریزه در مرحله تشکیل بذر از شهرستان خرامه (مختصات جغرافیایی ۲۹/۴۹۷۷ شمالی و ۵۳/۳۱۵۱ شرقی) جمع‌آوری شد و در شرایط سایه و در دمای اتاق خشک شدند. جهت انجام این پژوهش، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل بذر نابالغ، بذر بالغ، کل پیکر رویشی گیاه همراه با بذر، بوته بدون بذر در مرحله بذر نابالغ، بوته بدون بذر در مرحله بذر بالغ بود.

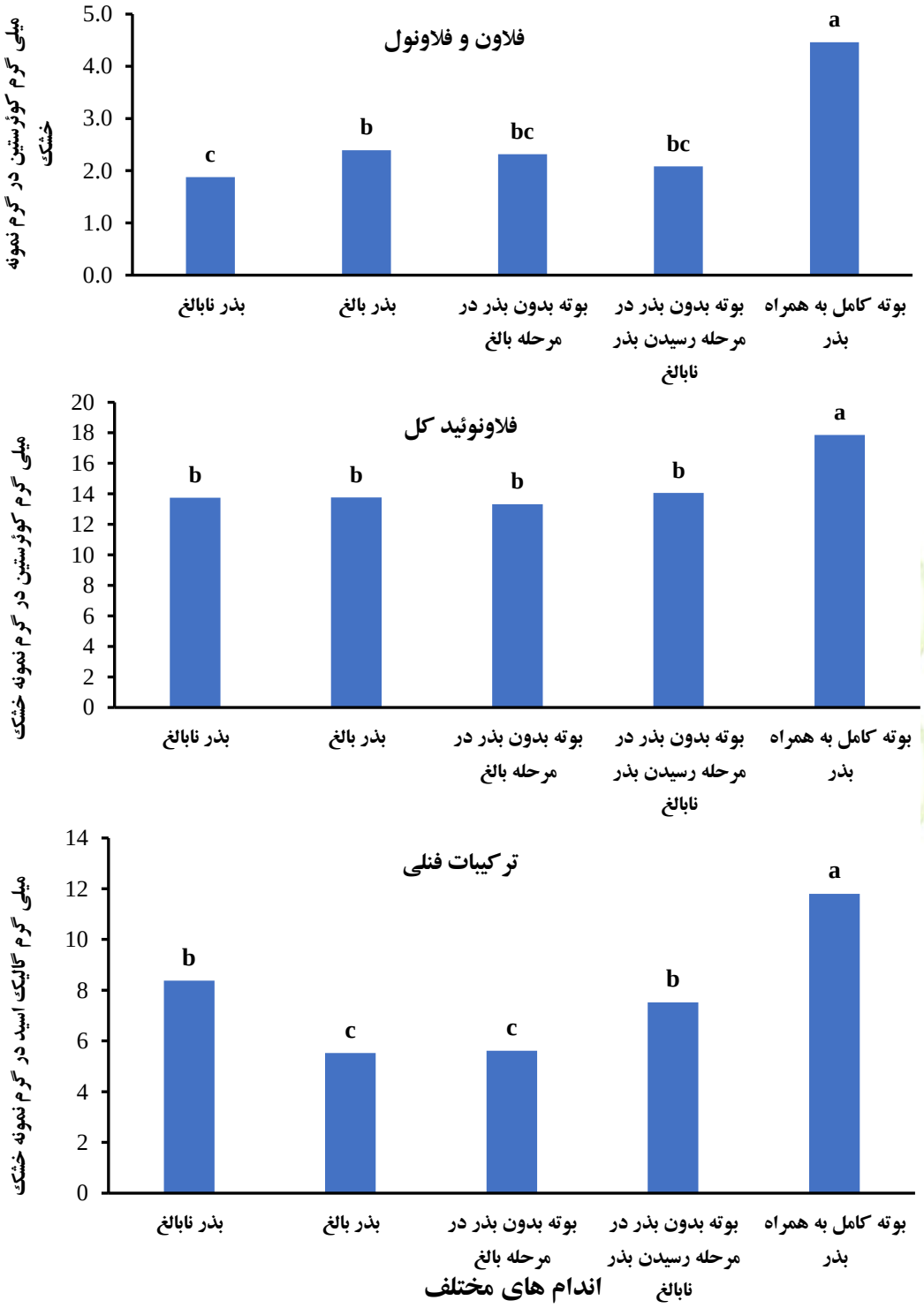
عصاره‌گیری از نمونه‌های گیاهی به روش خیساندن با استفاده از پنج گرم نمونه گیاهی و ۵۰ میلی‌لیتر متانول-آب به نسبت ۷۰ به ۳۰ در مدت زمان ۲۴ ساعت انجام شد (Wojdylu et al., 2007). میزان فلاون‌ها و فلاونول‌ها بر اساس استاندارد کوئرستین با استفاده از رسم نمودار استاندارد از غلظت‌های مختلف محاسبه شد (Popova et al., 2004). شناسایی و محاسبه میزان ترکیبات فلاونوئیدی بر اساس روش منی‌چینی و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد نتایج بر اساس میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن خشک بیان شد. اندازه‌گیری ترکیبات فنلی در نمونه‌ها با استفاده از معرف فولین سیوکالتئو (Folin-Ciocalteu) انجام شد و نتایج به صورت میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک بیان شد (Wojdylu et al., 2007). آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار JMP (نسخه ۸) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی (Tukey's test) در سطح احتمال ۵ ٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار نوع نمونه بر صفات اندازه‌گیری شده بود. بیشترین میزان فلاون و فلاونول (۴/۶۶ میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه خشک) مربوط به نمونه پیکر رویشی گیاه همرا با بذر بود و کمترین میزان (۱/۸۸ میلی‌گرم) مربوط به نمونه بذر نابالغ بود و بقیه نمونه‌ها نیز در حد متوسط بودند. بالاترین میزان فلاونوئید کل (۱۷/۸۶ میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه خشک) مربوط به نمونه پیکر رویشی گیاه همرا با بذر بود و بین سایر نمونه‌ها از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین میزان ترکیبات فنلی (۱۱/۸ میلی‌گرم) مربوط به نمونه پیکر رویشی گیاه همرا با بذر بود در حالی که کمترین میزان مربوط به بذر رسیده (۵/۵۲ میلی‌گرم) و بوته بدون بذر در مرحله رسیدن بذر بالغ (۵/۶۱ میلی‌گرم) بود (شکل ۱)

به طور کل نتایج این پژوهش نشان داد که نوع اندام تاثیر زیادی بر میزان مواد موثره این گیاه دارد به طوری که در هر سه صفت مورد بررسی بالاترین میزان مربوط به گیاه کامل در مرحله بذردهی می‌باشد یعنی گیاه در این مرحله که بوته دارای برگ، ساقه و بذر رسیده می‌باشد دارای بیشترین مواد موثره می‌باشد. بالا بودن میزان مواد موثره در پیکره کل گیاه در مقایسه با یک اندام به تنهایی مانند بذر نابالغ یا بذر رسیده می‌تواند به دلیل افزایش ویژگی‌های سینرژیستی بین اندام‌ها باشد. همانطور که در نتایج مشاهده می‌شود، بذر به تنهایی به صورت نابالغ یا بالغ از نظر مواد موثره اندازه‌گیری شده در حد پایین ولی یا بوته‌ها بدون بذر نیز دارای مواد موثره کمتری بودند ولی بوته کامل به همراه بذر دارای بیشترین مواد موثره از نظر همه صفات اندازه‌گیری شده بود. همچنین مرحله برداشت که با میزان تجمع مواد موثره در

گیاه مرتبط است نیز بسیار مهم می‌باشد. نتایج محققین در رابطه با گیاهان مختلف متفاوت بوده است. میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئید شابیزک در برگ ها بالاترین مقدار و در ساقه کمترین مقدار گزارش شده است (Nameni , 2011). در گونه‌ای از مریم گلی (*Salvia glutinosa*) بیشترین میزان ترکیبات فنلی در بخش های هوایی اندازه‌گیری شده است (Ebrahimzadeh, 2008)



شکل ۱- بررسی مقایسه برخی از مواد موثره موجود در اندام‌های مختلف گیاه خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) در مرحله تشکیل بذر.

منابع

Ghani, A., Saharkhiz, M.J., Hassanzadeh, M.H. and Msaada, K. 2009. Changes in the essential oil content and chemical composition of *Echinophora platyloba* DC. at different growth stages. Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 12(2): 162–171.

Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F. and Bekhradnia, A.R. 2008. Iron chelating activity, phenol and flavonoid content of some medicinal plants from Iran. African Journal of Biotechnology, 7: 3188–3192.

Delaram, M. and Sadeghian, Z. 2010. The effect of *Echinophora platyloba* extract on primary dysmenorrhea. Arak Medical University Journal, 13(3): 61–67.

Ghani, A., Mohtashami, S. and Jamalian, S. 2021. Peel essential oil content and constituent variations and antioxidant activity of grapefruit (*Citrus* × *paradisi* var. red blush) during color change stages. Journal of Food Measurement and Characterization, 15(6): 4917–4928.

Mohtashami, S., Babalar, M. and Mirjalili, M.H. 2013. Phenological variation in medicinal traits of *Dracocephalum moldavica* L. (Lamiaceae) under different growing conditions. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 19: 377–390.

Popova, M., Bankova, V., Butovska, D., Petkov, V., Nikolova-Damyanova, B., Sabatini, A.G., Marcazzan, G.L. and Bogdanov, S. 2004. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. Phytochemical Analysis, 15: 235–240.

Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M.R., Conforti, F., Statti, G., De Cindio, B., Houghton, P.J. and Menichini, F. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv. Habanero. Food Chemistry, 114(2): 553–560.

Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chemistry, 100(3): 940–949.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A Comparative Analysis of Flavonoid and Polyphenolic Compounds in Various Organs of *Echinophora platyloba* at the Seed Formation Stage

Abdolkarim Zarei[1*], Askar Ghani[2], Saeideh Mohtashami[2] and Mohammad Esmaeilpour[1]

1. Department of Plant Production and Genetic, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran

Corresponding Author: zarei@jahromu.ac.ir

Abstract

Echinophora platyloba, a member of the Apiaceae family, is an endemic and valuable medicinal plant native to Iran. It is known for its pleasant aroma and flavor, as well as its stomach-strengthening properties. The plant is traditionally used as a culinary spice and flavoring agent in dairy products. Despite its ethnobotanical significance, limited scientific research has been conducted on this species. In various plant species, different organs may vary in the quantity and quality of their bioactive compounds. Therefore, selecting or harvesting the organs with higher concentrations of active substances is of great importance both economically and medicinally. For this study, an experiment was carried out using a randomized complete block design with five treatments and three replications. The treatments included the following samples: mature seeds, immature seeds, aerial parts of the plant with seeds, plant without seeds at the mature seed stage, and plant without seeds at the immature seed stage. The parameters analyzed included flavone and flavonol content, total flavonoid and total phenolic compounds. The results indicated that the highest amount of flavone and flavonol (4.66 mg quercetin per gram of dry sample) was observed in the aerial parts of the plant with seeds, while the lowest amount (1.88 mg/g) was found in the immature seed sample. The other treatments showed intermediate levels. The highest total flavonoid content (17.86 mg quercetin/g dry sample) was also recorded in the aerial parts with seeds, with no statistically significant differences among the other treatments in this regard. The greatest amount of total phenolic compounds (11.8 mg/g) was again found in the aerial parts with seeds, whereas the lowest levels were detected in the mature seed sample (5.52 mg/g) and the plant without seeds at the mature seed stage (5.61 mg/g). The results of this study collectively demonstrated that both plant organ type and developmental stage significantly influence the concentration of bioactive compounds in this plant species. For all three evaluated traits, the highest phytochemical content was observed in whole plants at the seed-setting stage. Specifically, mature plants possessing leaves, stems, and developed seeds during this phenological phase exhibited maximal accumulation of bioactive constituents.

Keywords: Antioxidants, *Echinophora platyloba*, Endemic plants, Phenology, Flavon and flavonol.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر حاصلخیزکننده‌های خاک و محلول‌پاشی بر رشد و عملکرد گل و بنه دختری زعفران

محمود مختاری[۱]، سرور خرم‌دل[۲] و معصومه امینی[۲*]
۱- گروه کشاورزی، واحد قاینات، دانشگاه آزاد اسلامی، قاینات، ایران
۲- گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: *masoomeh.amini@mail.um.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف کودی و محلول‌پاشی برگی بر خصوصیات رشدی، عملکرد گل و بنه‌های دختری در زعفران، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه‌ای واقع در چشمه گیلاس مشهد اجرا شد. تیمارهای کودی و محلول‌پاشی به ازای هر متر مربع شامل A: ۵ کیلوگرم پلت مرغی+۱۰۰ گرم سولوپتاس+ ۱۰۰ گرم فسفات+ ۴۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۲۰۰ گرم هیومیک گرانول، B: ۲/۵ کیلوگرم پلت مرغی+ ۶۰ گرم سولوپتاس+ ۶۰ گرم فسفات+ ۳۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۲۰۰ گرم هیومیک گرانول، C: ۴ کیلوگرم پلت مرغی+ ۱۴۰ گرم سولوپتاس+ ۴۰ گرم فسفات+ ۳۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۳۰۰ گرم هیومیک گرانول، D: ۴ کیلوگرم پلت مرغی+ ۲۰۰ گرم سولوپتاس+ ۱۰۰ گرم فسفات+ ۳۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۴۰۰ گرم هیومیک گرانول، E ۵ کیلوگرم پلت مرغی+ ۲۰۰ گرم سولوپتاس+ ۲۰۰ گرم فسفات+ ۲۴۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۱۰۰ گرم هیومیک گرانول، F: چهار نوبت محلول‌پاشی بر اساس مصرف ۳۱ گرم کود Saffron power و سه نوبت محلول‌پاشی بر اساس مصرف ۳۱ گرم Saffron Magic طی مراحل گلدهی و رویشی و G: ۱۷ میلی‌لیتر KTS در سه زمان بعد از گلدهی+ دو نوبت محلول‌پاشی با K-Leaf به میزان ۶/۲۵ گرم طی مرحله رشد رویشی+ ۶۲ میلی‌لیتر Cats در دو زمان بعد از گلدهی بودند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ، تعداد و وزن خشک بنه‌های دختری برای تیمار **A** به ترتیب با ۶/۵۴ گرم بر متر مربع، ۱۵۷۵ بنه بر متر مربع و ۸۴۹۲ گرم بر متر مربع مشاهده شد. بالاترین عملکرد کلاله نیز با ۲/۱۴ گرم بر مترمربع مربوط به تیمار **B** بود. بر این اساس، مصرف کودهای دامی برای دستیابی به تولید پایدار و باثبات زعفران، کاهش اثرات زیست‌محیطی و همچنین بهبود کارکردها و خدمات این گیاه به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اثرات زیست‌محیطی، تولید پایدار، خدمات و کارکردها، مناطق خشک و نیمه‌خشک.

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی چندساله از خانواده Iridaceae بوده که به‌عنوان نوعی محصول زراعی باارزش در جهان شناخته می‌شود (El Hajj et al., 2024). بر اساس رشد اندام‌های هوایی، مراحل فنولوژیکی زعفران به سه مرحله رشد زایشی، رویشی و رکود تقسیم‌بندی می‌شود (Lopez-Corcoles et al., 2015) که مرحله رکود اساسا تحت تاثیر پارامترهای اقلیمی می‌باشد، البته برخی عوامل به‌زراعی مانند کیفیت بنه مادری، مدیریت حاصلخیزی، تاریخ و عمق کاشت، سن مزرعه و آبیاری نیز بر گلدهی موثر می‌باشند. برای بهبود رشد و عملکرد این گیاه، تغذیه مناسب به منظور ایجاد تعادل بین رشد رویشی و زایشی اهمیت ویژه‌ای دارد. در ایران، سطح زیرکشت عمده زعفران در مناطق شرقی و شمال شرقی کشور واقع شده که دارای محتوی ماده آلی نسبتاً پایینی می‌باشد. به منظور بهبود رشد و عملکرد،کشاورزان زعفران‌کار به‌طور فزاینده‌ای از نهاده‌های شیمیایی استفاده می‌کنند که موجب افت حاصلخیزی خاک و بروز اثرات زیست-محیطی شده است. آمارها نشان می‌دهد که عملکرد زعفران در سال‌های اخیر به طور قابل توجهی کاهش یافته که از جمله دلایل اصلی این موضوع، بعد از تغییرات اقلیمی، کاهش باروری خاک و تخریب کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن عنوان شده است (Esmaeilian et al., 2022). در این راستا، به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای آلی به‌ویژه در خاک‌های خشک و نیمه‌خشک می‌تواند به بهبود ویژگی‌های خاک و افزایش تولید کمک کند. بر این اساس، یکی از مهمترین عوامل موثر بر عملکرد گل و بنه زعفران، مدیریت صحیح و پایدار گیاه می‌باشد (Khorramdel et al., 2015). بر اساس گزارش‌ها، استفاده ترکیبی از کودهای آلی و شیمیایی تأثیر قابل توجهی بر تولید زعفران

دارد (Ghanbari et al., 2019). سایر محققان نیز با ارزیابی اثر کود دامی همراه با محلول‌پاشی کود کامل در سه زمان اوایل و اواخر اسفند و اوایل فروردین بر رشد و عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران گزارش کردند که محلول‌پاشی به همراه مصرف کود دامی سبب افزایش سرعت ظهور برگ و گل، وزن‌تر گل و وزن خشک کلاله گردید (Mollafilabi and Khorramdel, 2016). این مطالعه با هدف بررسی اثر تیمارهای کودی و محلول‌پاشی برگی بر عملکرد برگ، بنه‌های دختری و گل زعفران اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی در مزرعه‌ای در منطقه چشمه گیلاس در استان خراسان رضوی انجام شد. هر قطعه آزمایشی شامل ۲۰ ردیف کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. قبل از کاشت، شیارهایی به عمق ۱۵ سانتی‌متر ایجاد گردید و در هر شیار بنه‌های زعفران بر اساس فاصله‌های کاشت ۱۰ سانتی‌متر با دستگاه بنه‌کار کاشته شد. بنه‌های کاشته‌شده با وزن ۸-۶ گرم از اکوتیپ قائن در خراسان جنوبی تهیه شدند. تیمارهای کودی و محلول‌پاشی برگی به ازای هر متر مربع شامل A: ۵ کیلوگرم پلت مرغی+۱۰۰ گرم سولوپتاس+ ۱۰۰ گرم فسفات+ ۴۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۲۰۰ گرم هیومیک گرانول، B: ۲/۵ کیلوگرم پلت مرغی+ ۶۰ گرم سولوپتاس+ ۶۰ گرم فسفات+ ۳۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۲۰۰ گرم هیومیک گرانول، C: ۴ کیلوگرم پلت مرغی+ ۱۴۰ گرم سولوپتاس+ ۴۰ گرم فسفات+ ۳۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۳۰۰ گرم هیومیک گرانول، D: ۴ کیلوگرم پلت مرغی+ ۲۰۰ گرم سولوپتاس+ ۱۰۰ گرم فسفات+ ۳۰۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۴۰۰ گرم هیومیک گرانول، E: ۵ کیلوگرم پلت مرغی+ ۲۰۰ گرم سولوپتاس+ ۲۰۰ گرم فسفات+ ۲۴۰ گرم گوگرد بنتونیت‌دار+ ۱۰۰ گرم هیومیک گرانول، F چهار نوبت محلول‌پاشی بر اساس مصرف ۳۱ گرم کود Saffron power (ترکیبی از عناصر آهن، فسفر، پتاسیم، هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی) و سه نوبت محلول‌پاشی بر اساس مصرف ۳۱ گرم Saffron Magic (ترکیبی از ریزمغذی‌ها، پتاسیم، اسید آمینه و عصاره جلبک دریایی) طی مراحل گلدهی و رویشی و G: ۱۷ میلی‌لیتر KTS (تیوسولفات پتاسیم حاوی ۲۵ درصد پتاسیم به‌صورت K_2O و ۱۷ درصد گوگرد) در سه زمان بعد از گلدهی+ دو نوبت محلول‌پاشی با K-Leaf به میزان ۶/۲۵ گرم طی مرحله رشد رویشی+ ۶۲ میلی‌لیتر Cats (تیوسولفات کلسیم دارای ۶ درصد کلسیم و ۱۰ درصد گوگرد) در دو زمان بعد از گلدهی بودند. تیمارهای A-E به صورت کاربرد خاکی قبل از کاشت و سایر تیمارها به صورت محلول‌پاشی برگی و کاربرد خاکی اعمال شدند گل‌دهی تا پایان آن و تعداد گل‌ها شمارش شد. برای تعیین عملکرد گل و کلاله، برداشت گل‌ها از شروع دوره گل‌دهی تا پایان آن انجام و تعداد گل‌ها شمارش و پس از توزین، کلاله‌ها از گلبرگ‌ها جدا شده و در شرایط سایه و دمای اتاق خشک و سپس وزن‌گیری شدند. بنه‌های دختری در اردیبهشت ماه برداشت و تعداد و وزن آن‌ها ثبت گردید. با توجه به ماهیت تیمارها تنها داده‌های سال دوم تجزیه و تحلیل شدند. برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار Minitab و برای رسم نمودارها از Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی و محلول‌پاشی بر رشد اندام‌های رویشی و زایشی زعفران در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر رشد اندام‌های رویشی و زایشی زعفران.

تیمارهای کودی	وزن خشک برگ (گرم/مترمربع)	تعداد گل (تعداد/مترمربع)	تعداد بنه‌های دختری (تعداد/مترمربع)	وزن خشک بنه‌های دختری (گرم/مترمربع)	عملکرد کلاله (گرم/مترمربع)
A	6.54a	172.84bc	1574.51a	8492.41a	1.18bc
B	1.52c	312.12a	472.98d	1046.58e	2.14a
C	0.38d	175.23bc	420.82d	838.34e	1.20bc
D	0.74d	274.43ab	447.92d	6757.02b	1.87ab
E	2.86b	170.01bc	1143.95b	4233.9c	1.15bc
F	1.48c	131.80c	896.04c	2661.2d	0.89c
G	2.04c	94.64c	921.04c	3141.94d	0.64c

نتایج نشان داد که بالاترین وزن خشک برگ زعفران برای تیمار A با ۶/۵۴ گرم بر مترمربع مشاهده شد که نسبت به تمام تیمارهای کاربرد خاکی و محلول‌پاشی برگی بیش از ۱۰۰ درصد بالاتر محاسبه گردید. بالاترین تعداد گل برای تیمارهای B و D به ترتیب با ۳۱۲ و

۲۷۴ گل در متر مربع مشاهده شد. بر اساس نتایج، بیشترین تعداد و وزن خشک بنه‌های دختری مربوط به تیمار A با ۱۵۷۴/۵ بنه در متر مربع و ۸۴۹۲/۵ گرم در مترمربع بود که میزان افزایش تعداد بنه‌های دختری در تیمار A در مقایسه با سایر تیمارهای B، C، D، E، F و G به ترتیب ۲۳۲، ۲۷۴، ۲۵۱، ۳۸، ۷۶ و ۷۱ درصد تعیین گردید. همچنین میزان این افزایش برای صفت وزن خشک بنه‌های دختری در تمام تیمارها بیش از ۱۰۰ درصد محاسبه شد. بیشترین عملکرد کلاله در تیمار B با ۲/۱۴ گرم بر متر مربع به‌دست آمد (جدول ۱).

در راستای بهبود مدیریت زراعی، فراهمی عناصر غذایی به عنوان یکی از مهمترین عوامل موثر بر رشد بنه‌های دختری در طول فصل رشد زعفران مطرح می‌باشد. عناصر غذایی به ویژه در انتهای فصل رشد نقش مهمی بر بهبود عملکرد گل داشته و عناصر غذایی قادر به جابجایی از اندام‌های رویشی بالای سطح خاک به اندام‌های زیرزمینی هستند (Dordas, 2009). در این راستا، بررسی‌ها نشان داده است که مصرف کود دامی با تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف و حفظ چرخه عناصر غذایی نقش مهمی در بهبود عملکرد زعفران ایفا می‌نماید. خرم‌دل و همکاران (۲۰۲۳) نیز عنوان نمودند که مصرف کودهای دامی و سولفات پتاسیم موجب بهبود عملکرد کلاله و گل زعفران شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه تایید نمود که مصرف کودهای مختلف به صورت کاربرد خاکی و محلول‌پاشی موجب بهبود خصوصیات رشدی اندام‌های هوایی و زیرزمینی و عملکرد گل زعفران شد. در مجموع بهترین عملکرد رویشی و زایشی زعفران برای تیمارهای کود دامی مشاهده شد که به نظر می‌رسد این امر مربوط به آزادسازی تدریجی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، اصلاح خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بهبود ویژگی‌های بیولوژیکی خاک می‌باشد. بر این اساس، مصرف کودهای دامی به منظور تولید پایدار زعفران و از طرفی بهبود خدمات و کارکردهای این گیاه به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از محصولات مهندس مرتضی قاسمی (سلام مزرعه) و حمایت مالی مهندس علیرضا رحیمی در شرکت تیما زعفران قاین سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

Dordas, C. 2009. Dry matter, nitrogen, and phosphorus accumulation: Partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source–sink relations. Journal of European Agronomy, 30: 129–139.

El Hajj, A.K., Chamandy, A., Sayour, F., Jaber, S. and Oueidat, N. 2024. Optimizing saffron (*Crocus sativus*) yield and quality through nutrient inputs and timing. Italian Journal of Agronomy, 19(2): 100009.

Esmaeilian, Y., Amiri, M.B., Tavassoli, A., Caballero-Calvo, A. and Rodrigo-Comino, J. 2022. Replacing chemical fertilizers with organic and biological ones in transition to organic farming systems in saffron (*Crocus sativus*) cultivation. Chemosphere, 307: 135537.

Ghanbari, J., Khajoei-Nejad, G., Van Ruth, S.M. and Aghighi, S. 2019. The possibility for improvement of flowering, corm properties, bioactive compounds, and antioxidant activity in saffron (*Crocus sativus* L.) by different nutritional regimes. Industrial Crops and Products, 135: 301–310.

Khorramdel, S., Eskandari Nasrabadi, S. and Mahmoodi, G. 2015. Evaluation of mother corm weights and foliar fertilizer levels on saffron (*Crocus sativus* L.) growth and yield components. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 2(1): 9–14.

Khorramdel, S., Moallem Banhangi, F. and Ibrahimi, J. 2023. Optimization of manure and potassium fertilizers in saffron cultivation by using surface-response methodology. Journal of Saffron Research, 11(1): 1–188.

Lopez-Corcoles, H., Brasa-Ramos, A., Montero-García, F., Romero-Valverde, M. and Montero-Riquelme, F. 2015. Phenological growth stages of saffron plant (*Crocus sativus* L.) according to the BBCH Scale. Spanish Journal of Agricultural Research, 13(3): e09SC0.

Mollafilabi, A. and Khorramdel, S. 2016. Effects of cow manure and foliar spraying on agronomic criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in a six-year-old farm. Journal of Saffron Agronomy and Technology, 3(4): 237–249.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of soil fertilizers and foliar applications on the growth characteristics, flower, and daughter corm yield of saffron

Mahmoud Mokhtari[1], Soroor Khorramdel[2] and Masoume Amini[2*]
1. Department of Agriculture, Qaenat Branch, Islamic Azad University, Qaenat, Iran
2. Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Corresponding author: masoomeh.amini@mail.um.ac.ir

Abstract

This study investigated the effects of various fertilizer treatments and foliar applications on saffron growth characteristics, daughter corms, and flower yield. Conducted based on a randomized complete block design with four replications over two growing seasons, 2021-2022 and 2022-2023, at a farm in Cheshmeh Gelas, Mashhad. The treatments per square meter included: A: 5 kg poultry pellets+ 100 g potassium sulfate+ 100 g phosphate+ 400 g Bentonite sulfur+ 200 g granular Humic acid; B: 2.5 kg poultry pellets+ 60 g potassium sulfate+ 60 g phosphate+ 300 g Bentonite sulfur+ 200 g granular Humic acid; C: 4 kg poultry pellets+ 140 g potassium sulfate+ 40 g phosphate+ 300 g Bentonite sulfur+ 300 g granular Humic acid; D: 4 kg poultry pellets+ 200 g potassium sulfate + 100 g phosphate+ 300 g Bentonite sulfur+ 400 g granular Humic acid; E: 5 kg poultry pellets+ 200 g potassium sulfate + 200 g phosphate+ 240 g Bentonite sulfur+ 100 g granular Humic acid; F: Four foliar applications using 31 g Saffron Power fertilizer and three foliar applications using 31 g Saffron Magic during the flowering and vegetative stages; and G: 17 ml of KTS applied three times after flowering, along with two foliar applications K-Leaf at a rate 6.25 g during the vegetative growth stage, and 62 ml Cats applied twice after flowering. The results indicated that the highest dry leaf weight, number, and dry weight of daughter corms were observed in treatment A, with 54.6 $g.m^{-2}$, 1575 $corms.m^{-2}$, and 8492 $g.m^{-2}$, respectively. The highest stigma yield (14.2 g per square meter) was observed in treatment B. Therefore, animal manures are recommended for sustainable saffron production, reducing environmental impacts, and enhancing the functions and services provided by this plant, particularly in arid and semi-arid regions.

Keywords: Environmental impacts, Sustainable production, Ecosystem services and functions, Arid and semi-arid regions.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر پرتوتابی بذری گاما و کاربرد برگی اسید سالیسیلیک بر ترکیبات فنلیک و ویژگی‌های پاداکسایشی در گیاه ریحان بنفش

فاطمه عمرانی[۱]، علی عزیزی[۱*]، محمود اثنی عشری[۱] و سمیرا شهبازی[۲]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران

۲- بخش تحقیقات ویروس شناسی گیاهی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: *azizi@basu.ac.ir*

چکیده

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* گیاهی از خانواده نعناعیان و دارای اسانس و غنی از ترکیبات فنلی است. افزایش مقدار این ترکیبات از اهداف اصلی تولید و فرآوری این گیاه می‌باشد. اخیرا استفاده از تکنیک پرتوتابی در تحقیقات گیاهی، اهمیت ویژه ای یافته است. پرتو گاما به دلیل قدرت نفوذ بالا، نسبت به سایر پرتوهای یونیزان در فیزیولوژی گیاهان بسیار تاثیرگذار است. این پژوهش به منظور بررسی اثر پرتوتابی بذر با اشعه گاما و محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک بر ترکیبات فنلیک و ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه ریحان بنفش در قالب طرح فاکتوریل کامل تصادفی انجام شد. اشعه گاما با غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گری روی بذور اعمال شد و بعد از کشت بذرها، محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک در سه سطح روی گیاهان شامل : غلظت صفر، ۱ و ۳ میلی مولار انجام شد. ترکیبات فنلیک اندازگیری شده شامل فنل کل، فلاونوئید کل، محتوای اسید فنلیک کل، تانن کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد، تحت تاثیر این تیمارها قرار گرفتند به طوری که تمام سطوح محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بخصوص ۳ میلی مولار و پرتوتابی اشعه گاما تا دز ۴۰ گری به تنهایی سبب افزایش صفات مورد بررسی شدند. در اثر ترکیبی اشعه گاما و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، تیمار ۴۰ گری اشعه گاما و اسید سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار بیشترین و در عدم حضور اشعه گاما و اسید سالیسیلیک صفر (شاهد) کمترین مقدار فنل کل، محتوای اسید فنلیک کل، فلاونوئید کل، تانن کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، تانن کل، فلاونوئید کل، فنل کل، محتوای اسیدفنلیک کل.

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum*) از خانواده نعناعیان دارای مواد موثره فعال از جمله ترپن ها، فنل‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها و گلیکوزیدها است (Zhakipbekov et al., 2024). مطالعات فارموکولوژیک اثرات ضد افسردگی، محافظت از قلب، فعالیت‌های ضد فشار خون، اثر مثبت بر سیستم تنفسی، اثرات ضد میکروبی، ضد دیابتی، ضد درد و ضد التهابی ریحان را گزارش کردند (Sestili et al., 2018). استفاده از پرتوتابی تحولات چشمگیری در زمینه تحقیقات گیاهی به وجود آورده است. به عنوان نمونه، پرتوگاما به دلیل قدرت نفوذ بالا، نسبت به سایر پرتوهای یونیزان، مؤثر و کارآمد است (قنادنیا، ۱۴۰۰). اشعه گاما می‌تواند به طور مصنوعی از ساطع کننده‌های آن مانند سلول های کبالت ۶۰ یا سزیم ۱۳۷ برای مصارف صنعتی و پزشکی تولید شود؛ بطور کلی اثرات پرتوتابی اشعه گاما روی گیاهان در دزهای بالای تابش، دارای اثرات منفی بوده که این اثرات شامل: مهار جوانه زنی، کاهش عملکرد دانه، کاهش زیست توده گیاهی، آسیب زدن به اندامک‌های سلولی، کاهش فتوسنتز، غیرفعال شدن آنزیمها، استرس اکسیداتیو، توقف چرخه سلولی، اختلال در مسیرهای متابولیک و عدم تعادل هورمونی می‌باشد اما دزهای پایین در مدت زمان کم در برخی گیاهان دارای اثر مثبت ازجمله: افزایش جوانه‌زنی، عملکرد بیشتر، افزایش طول ساقه و ریشه، افزایش میزان کربوهیدرات و محتوای قند، افزایش تجمع متابولیت های ثانویه، محتوای کلروفیل بالا و افزایش ترکیبات آنتی اکسیدان است (Katiyar et al., 2022). اسید سالیسیلیک(SA) یک تنظیم کننده طبیعی رشد در گیاهان است که باعث پاسخ‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی می‌شود، رشد گیاه را تنظیم می‌کند و همچنین تحمل به تنش‌های غیرزیستی و زیستی را در گیاهان افزایش می‌دهد؛ همچنین این فیتوهورمون وضعیت مواد مغذی را تغییر می‌دهد و سطح برگ، تولید زیست توده، تعداد برگ، ارتفاع بوته گیاه و همچنین محتوای کربوهیدرات،کلروفیل

و پرولین را افزایش می‌دهد و همچنین در جذب یون، رشد گیاه و حمل و نقل مواد معدنی ضروری است (Saharkhiz and Goudarzi, 2014).

مواد و روش‌ها

این مطالعه در گلخانه و آزمایشگاه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا و پژوهشکده کشاورزی هسته ای پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای بصورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام گردید. فاکتور اول: اشعه‌گاما در شش سطح از شدت پرتوگاما شامل صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گری و فاکتور دوم: تیمار اسید سالسیلیک در سه سطح صفر (شاهد)، ۱ و ۳ میلی مولار در نظر گرفته شد. به منظور انجام این آزمایش، ابتدا بذور در با دستگاه گاما-سل تحت پرتودهی گاما با منبع کبالت ۶۰ (با سرعت پرتوتابی ۰/۲۳ گری در ثانیه) قرار گرفت. بذور پرتو دیده سپس در بستری مخلوط از خاک، ماسه بادی و کود دامی به نسبت ۱:۲:۲ کاشته شد. محلول پاشی اسید سالیسیلیک از مرحله ۶ برگی به بعد، در سطوح تعیین شده به مدت پنج هفته، دو بار در هفته، روی گیاهان اِعمال شد. به منظور اندازه‌گیری محتوای فنل کل در برگ‌ها از روش فولین-سیکالتیو، محتوای فلاونوئید کل از روش رنگ سنجی کلرید آلومینیوم، محتوای تانن کل با استفاده از روش فولین دنیز، اندازه‌گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش DPPH و محتوای اسیدهای فنلیک کل (TPA) از روش ماتکوفسکی و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد (Matkowski et al., 2008). تجزیه داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام گرفت و همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تیمار اسید سالیسیلیک، اشعه گاما و اثر ترکیبی اشعه گاما و اسید سالیسیلیک باعث ایجاد تاثیر معنی‌دار در صفات فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی اکسیدانی، محتوای اسید فنلیک و تانن کل در سطح یک درصد گردید (جدول۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تابش اشعه گاما و اسید سالیسیلیک (SA) بر فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای اسید فنلیک و تانن کل.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		فنل کل	فلاونوئید کل	ظرفیت آنتی اکسیدانی	محتوای اسید فنلیک کل	تانن کل
تیمار SA	۲	۲۴۰/۲۸**	۶/۴۵**	۴۴۸/۲۳**	۱۳/۱۹**	۰/۰۰۰۰۶۳**
اشعه گاما	۵	۵۰/۶۲**	۰/۳۸**	۶۱۷/۲۳**	۰/۹**	۰/۰۰۰۰۱۶**
اشعه گاما×SA	۱۰	۱۴/۳۸**	۰/۰۷**	۵۴۶/۸**	۰/۱۴**	۰/۰۰۰۰۰۴۵**
خطای آزمایش	۵۴	۰/۱۴	۰/۰۰۰۶۲	۴/۶۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات٪	-	۱/۲۵	۱/۶۲	۳/۰۷	۲/۱۹	۲/۱۹

**معنی‌داری درسطح احتمال یک درصد

بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول۲) محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به ویژه در غلظت ۳ میلی مولار سبب افزایش صفات شد همچنین اشعه گاما نیز باعث افزایش صفات مورد اندازه‌گیری شد. در اثر ترکیب اشعه گاما و اسید سالیسیلیک، تیمار ۴۰ گری اشعه گاما و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۳ میلی مولار بیشترین مقدار و اسید سالیسیلیک ۰ میلی مولار و عدم حضور اشعه گاما کمترین مقدار فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی اکسیدانی، محتوای اسیدهای فنلیک کل و تانن کل مشاهده شد.

جدول۲: مقایسه میانگین اثر تابش اشعه گاما و اسید سالیسیلیک (SA) بر فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای اسید فنلیک کل و تانن کل.

تیمارها	فنل کل (میلی‌گرم در گرم عصاره)	فلاونوئید کل (میلی‌گرم در گرم عصاره)	ظرفیت آنتی اکسیدانی (درصد بازدارندگی رادیکال‌های آزاد)	محتوای اسید فنولیک کل (میلی‌گرم اسیدکافئیک در گرم وزن خشک)	تانن کل (میلی‌گرم در گرم عصاره)

اسید سالیسیلیک					
۰ میلی‌مولار	۲۶/۸۳^{c}	۱/۰۸^{c}	۶۵/۴۷^{b}	۱/۵۹^{c}	۰/۰۲۰۴^{b}
۱ میلی مولار	۳۱/۱۵^{b}	۱/۴۴^{b}	۷۲/۵۵^{a}	۲/۴۳^{b}	۰/۰۱۸^{c}
۳ میلی مولار	۳۲/۹۹^{a}	۲/۱۰^{a}	۷۳/۳^{a}	۳/۰۷^{a}	۰/۰۲۱^{a}
اشعه گاما (گری)					
۰	۲۸/۵۳^{d}	۱/۲۵^{e}	۶۰/۰۳^{f}	۱/۹۸^{e}	۰/۰۱۸^{e}
۱۰	۲۹/۳۶^{c}	۱/۵۰^{c}	۶۶/۲۹^{e}	۲/۱۳^{d}	۰/۰۱۹^{d}
۲۰	۳۱/۷۷^{b}	۱/۶۲^{b}	۷۱/۶^{c}	۲/۳^{c}	۰/۰۲۰۲^{c}
۳۰	۳۲/۶۴^{a}	۱/۷۰^{a}	۷۵/۶۹^{b}	۲/۴۷^{b}	۰/۰۲۰۹^{b}
۴۰	۳۱/۹۳^{b}	۱/۷۱^{a}	۸۰/۴۱^{a}	۲/۶۶^{a}	۰/۰۲۱^{a}
۵۰	۲۷/۷۰^{e}	۱/۴۷^{d}	۶۸/۶۳^{d}	۲/۶۴^{a}	۰/۰۲۰۲^{c}
ترکیب گاما و اسید سالیسیلیک					
اسید سالیسیلیک	گاما				
۰ میلی‌مولار	۰	۲۳/۰۳^{l}	۰/۴۹^{o}	۴۶/۴۹^{k}	۰/۹۲^{p}	۰/۰۱۷^{g}
	۱۰	۲۴/۲۱^{k}	۱/۱۲^{n}	۵۶/۶۸^{j}	۱/۲^{o}	۰/۰۱۷^{g}
	۲۰	۲۹/۶۳^{g}	۱/۱۹^{m}	۶۴/۴۹^{i}	۱/۵۳^{n}	۰/۰۱۸^{f}
	۳۰	۳۱/۰۶^{ef}	۱/۳۰^{k}	۷۱/۸۱^{fg}	۱/۷۹^{m}	۰/۰۱۹^{e}
	۴۰	۲۸/۱۱^{h}	۱/۲۳^{l}	۷۵/۹۵^{de}	۲^{l}	۰/۰۲۰^{d}
	۵۰	۲۴/۹۱^{j}	۱/۱۴^{n}	۷۷/۳۸^{de}	۲/۱^{k}	۰/۰۱۷^{g}
۱ میلی مولار	۰	۳۰/۹۴^{ef}	۱/۳۳^{k}	۶۴/۴۹^{i}	۲/۱۷^{j}	۰/۰۱۷^{g}
	۱۰	۳۱/۲۹^{ef}	۱/۴۰^{j}	۶۸/۱۵^{h}	۲/۲۵^{i}	۰/۰۱۹^{ef}
	۲۰	۳۲/۴۰^{d}	۱/۴۸^{i}	۷۱/۳۳^{fgh}	۲/۳۲^{i}	۰/۰۲۰^{d}
	۳۰	۳۲/۷۵^{ab}	۱/۵۴^{h}	۷۴/۲^{ef}	۲/۴۵^{h}	۰/۰۲۰^{d}
	۴۰	۳۳/۷۵^{ab}	۱/۶۱^{g}	۷۷/۳۸^{de}	۲/۶۳^{g}	۰/۰۲۲۰^{c}
	۵۰	۲۵/۵۷^{j}	۱/۲۵^{l}	۸۴/۲۲^{b}	۲/۷۷^{f}	۰/۰۲۲۷^{b}
۳ میلی مولار	۰	۳۱/۶۲^{e}	۱/۸۸^{f}	۶۹/۱^{gh}	۲/۸۵^{e}	۰/۰۲۰^{d}
	۱۰	۳۲/۵۸^{d}	۱/۹۷^{e}	۷۴/۰۴^{ef}	۲/۹۴^{d}	۰/۰۲۱^{c}
	۲۰	۳۳/۲۷^{ab}	۲/۱۸^{c}	۷۸/۹۸^{cd}	۳/۰۶^{c}	۰/۰۲۱^{c}
	۳۰	۳۳/۹۰^{a}	۲/۲۵^{b}	۸۱/۰۵^{c}	۳/۱۶^{b}	۰/۰۲۲^{b}
	۴۰	۳۳/۹۴^{a}	۲/۳۰^{a}	۸۷/۸۹^{a}	۳/۳۵^{a}	۰/۰۲۳^{a}
	۵۰	۳۲/۶۲^{d}	۲/۰۱^{d}	۴۴/۲۶^{k}	۳/۰۵^{c}	۰/۰۲۰^{d}

حروف مشابه در هر ستون و گروه تیمار نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

علت افزایش ترکیبات فنلی در اثر تیمار اسید سالیسیلیک افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز است (Wen et al., 2005). استفاده از اسید سالیسیلیک روی گیاه بومادران (*Achillea millefolium* L.)، منجر به افزایش میزان فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد (Gorni et al., 2019). تابش گاما برای شکستن پیوندهای شیمیایی پلی فنل‌ها و در نتیجه تولید فنل‌های محلول با وزن مولکولی کوچک مناسب است و باعث ایجاد فنل‌های آنتی اکسیدانی می‌شود (Alothman et al., 2009). در مطالعه ای دیگر بیان شد که اشعه گاما سبب افزایش فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای اسید فنلیک کل روی آویشن می‌شود (Pereira et al., 2016). بر اساس نتایج تحقیقات (Štajner et al., 2007) اشعه گاما سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای اسید فنلیک کل و تانن کل روی گیاه سویا می‌شود. در نهایت اینگونه استنباط می‌شود که تابش اشعه گاما باعث افزایش ترکیبات فنلیک و فعالیت آنتی اکسیدانی در گیاه ریحان می‌شود که با یافته‌های مشاهده شده درگیاهان دیگر همخوانی دارد. همین طور اسید سالیسیلیک در افزایش این ترکیبات دخیل بود ممکن است به عنوان یک ترکیب کنترل کننده در برابر دزهای بالا اشعه گاما در گیاه ریحان موثر باشد.

منابع

Alothman, M., Bhat, R. and Karim, A.A. 2009. Effects of radiation processing on phytochemicals and antioxidants in plant produce. Trends in Food Science & Technology, 20(5): 201–212.

Katiyar, P., Pandey, N. and Keshavkant, S. 2022. Gamma radiation: A potential tool for abiotic stress mitigation and management of agroecosystem. Plant Stress, 5: 100089.

Matkowski, A., Zielińska, S., Oszmiański, J. and Lamer-Zarawska, E. 2008. Antioxidant activity of extracts from leaves and roots of *Salvia miltiorrhiza* Bunge, *S. przewalskii* Maxim. and *S. verticillata* L. Bioresource Technology, 99(16): 7892–7896.

Pereira, E., Barros, L., Antonio, A.L., Verde, S.C., Santos-Buelga, C. and Ferreira, I.C. 2016. Infusions from *Thymus vulgaris* L. treated at different gamma radiation doses: Effects on antioxidant activity and phenolic composition. LWT, 74: 34–39.

Štajner, D., Milošević, M. and Popović, B.M. 2007. Irradiation effects on phenolic content, lipid and protein oxidation and scavenger ability of soybean seeds. International Journal of Molecular Sciences, 8(7): 618–627.

Zhakipbekov, K., Turgumbayeva, A., Akhelova, S., Bekmuratova, K., Blinova, O., Utegenova, G. and Karasova, Z. 2024. Antimicrobial and other pharmacological properties of *Ocimum basilicum*, Lamiaceae. Molecules, 29(2): 388.

Wen, P.F., Chen, J.Y., Kong, W.F., Pan, Q.H., Wan, S.B. and Huang, W.D. 2005. Salicylic acid induced the expression of phenylalanine ammonia-lyase gene in *grape berry*. Plant Science, 169: 928–934.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Impact of Gamma Radiation Seed Treatment and Foliar Application of Salicylic Acid on Phenolic Compounds and Antioxidant Properties in Purple Basil

Fatemeh Omrani[1], Ali Azizi[*1], Mahmoud Esnaashari[1] and Samira Shahbazi[2]
1.Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
2. Plant Virology Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: Azizi@basu.ac.ir*

Abstract

Basil (*Ocimum basilicum*) belongs to the mint family and is rich in essential oils and phenolic compounds. Increasing the concentration of these compounds is a key goal in the cultivation and processing of this plant. Recently, the application of irradiation techniques in plant research has gained significant importance. Gamma rays, due to their high penetration power, have a substantial impact on plant physiology compared to other ionizing radiation.This study aimed to examine the effects of seed irradiation with gamma rays and foliar application of salicylic acid on phenolic compounds and the antioxidant capacity of purple basil. Gamma radiation was applied to seeds at doses of 0, 10, 20, 30, 40, and 50 Gray. After seed germination, foliar application of salicylic acid was carried out at three concentrations: 0, 1, and 3 mM (millimolar). The measured phenolic compounds included total phenol, total flavonoid, total phenolic acid content, total tannin, and antioxidant capacity. The results of variance analysis indicated that the examined traits were significantly affected by these treatments at the 1% probability level. All levels of salicylic acid application, particularly the 3 mM concentration, and gamma irradiation up to 40 Gray individually led to an increase in the studied traits. The combined effects of gamma irradiation and salicylic acid application showed that the 40 Gray gamma dose with 3 mM salicylic acid resulted in the highest levels of total phenol, total phenolic acid content, total flavonoid, total tannin, and antioxidant capacity, while the control group (0 Gray gamma and 0 mM salicylic acid) exhibited the lowest values.

Keywords: Antioxidant, Total tannins, Total flavonoids, Total phenols, Total phenolic acids.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات تانینی و کربوهیدرات کل موجود در گل‌آذین گیاه خارپنبه (*Onopordon leptolepis*) تحت تاثیر مرحله رشد و نوع گل‌آذین

عسکر غنی[1*] و سعیده محتشمی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران
*نویسنده مسئول: *askar.ghani11@yahoo.com*

چکیده

گیاه دارویی خارپنبه با نام علمی (*Onopordon leptolepis*) گیاهی چند ساله از تیره کاسنی (Asteraceae) می‌باشد. این جنس در ایران هفت گونه دارد که در نواحی نیمه‌خشک کشور رویش دارد و به صورت محلی جهت مصارف خوراکی و دارویی استفاده می‌شود. مرحله برداشت و نوع اندام مورد استفاده دارویی نیز نقش مهمی در کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی دارد. در این پژوهش، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل مراحل رشد و بلوغ گل‌آذین (غنچه باز نشده، گلدهی کامل، تشکیل بذر و رسیدن بذر) و فاکتور دوم شامل نوع گل‌آذین (اصلی و فرعی) بود. مهم‌ترین صفات اندازه‌گیری شده شامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات تانینی و میزان کربوهیدرات کل موجود در عصاره گل‌آذین این گیاه بود. نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار مرحله رشد گل‌آذین و نوع گل‌آذین بر بیشتر صفات مورد بررسی بود. بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گل‌آذین اصلی و فرعی (به ترتیب ۸۰/۱۷ و ۷۵/۶۵ درصد) در مرحله رسیدن بذر به دست آمد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند در حالی که کمترین میزان (۱۹/۵۶ و ۱۸/۷۷ درصد) در مرحله غنچه باز نشده اندازه‌گیری شد. میزان کربوهیدرات کل در گل‌آذین فرعی بیشتر از گل‌آذین اصلی بود و در هر دو نمونه با پیشرفت مرحله رسیدگی و بلوغ بذر میزان کربوهیدرات کاهش یافته است. در هر دو نوع گل‌آذین (فرعی و اصلی)، کمترین میزان ترکیبات تانینی (۰/۰۴ میلی‌گرم کاتکین در گرم نمونه خشک) در مرحله غنچه باز نشده اندازه‌گیری شد و با پیشرفت بلوغ مقدار آن افزایش یافت و به بیشترین میزان در هر دو نوع گل‌آذین در مرحله رسیدن بذر رسید.

واژه‌های کلیدی: پلی‌فنلها، خارپنبه، عصاره، گیاهان بومی، مواد موثره.

مقدمه

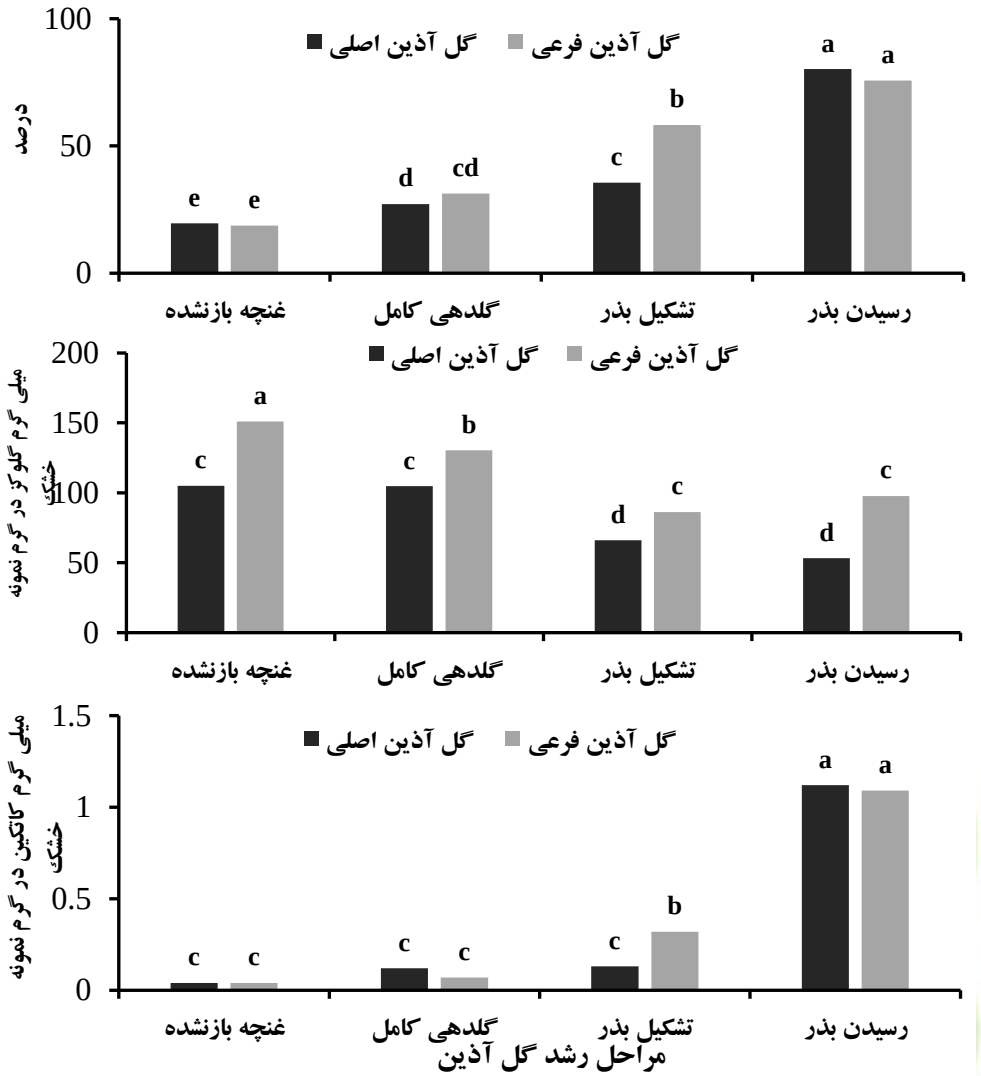
با توجه به اینکه در گیاهان دارویی، معمولا بخش‌های خاصی دارای ماده موثره بیشتری می‌باشد شناسایی اندامی که دارای بیشترین مواد ۸

کل کاهش یافت که احتمالا به دلیل افزایش وزن بذرها طی رسیدگی و کاهش نسبت وزنی نهنج به وزن بذر می‌باشد. در مراحل اولیه رشد گل‌آذین وزن غالب گل را نهنج تشکیل می‌دهد که میزان کربوهیدرات آن بالاست ولی با پیشرفت بلوغ بذرها وزن گرفته و این نسبت کاهش می‌یابد.

جدول ۱- آنالیز واریانس تاثیر مرحله رشد گل‌آذین و نوع گل‌آذین بر برخی مواد موثره موجود در عصاره گیاه دارویی خارپنبه (میانگین مربعات).

منبع تغییرات	درجه آزادی	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	میزان تانن	کربوهیدرات کل
مرحله رشد گل‌آذین	۳	۳۹۸۰/۲۲**	۱/۴۹**	۴۵۲۳/۵۲**
نوع گل آذین	۱	۱۷۵/۱۲**	۰/۰۱ns	۶۹۹۷/۳۴**
مرحله رشد گل‌آذین *نوع گل آذین	۳	۲۱۹/۸۳**	۰/۰۲*	۲۵۴/۹۹**

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد.ns. عدم وجود اختلاف معنی‌داری



شکل ۱- تاثیر مراحل رشد گل‌آذین و نوع گل‌آذین بر برخی از مواد موثره موجود در عصاره گیاه خارپنبه (*Onopordon leptolepis*).

علوم باغبانی ایران

منابع

Azizi, M., Chizzola, R., Ghani, A. and Oroojalian, F. 2010. Composition at different development stages of the essential oil of four *Achillea* species grown in Iran. Natural Product Communications, 5(2): 283–290.

Broadhurst, R.B. and Jones, W.T. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. Journal of the Science of Food and Agriculture, 29: 788–794.

Ghani, A., Saharkhiz, M.J., Hassanzadeh, M.H. and Msaada, K. 2009. Changes in the essential oil content and chemical composition of *Echinophora platyloba* DC. at different growth stages. Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 12(2): 162–171.

Mirzaei, N., Mokhtari, B. and Kolahi, M. 2018. Evaluation of phytochemical and anticancer properties of cotton thistle (*Onopordum leptolepis* DC.) extract on the survival of CACO2 cancer cells. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 22: 57–69.

Mohtashami, S., Babalar, M. and Mirjalili, M.H. 2013. Phenological variation in medicinal traits of *Dracocephalum moldavica* L. (Lamiaceae) under different growing conditions. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 19: 377–390.

Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S. and Altundag, S. 2009. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. Food Chemistry, 112: 874–879.

Trendafilova, A., Todorova, M., Kutova, N. and Guncheva, M. 2018. Phytochemical profile and anti-lipase activity of Balkan endemic Jurinea tzar-ferdinandii. Natural Product Communications, 13(8): 1017–1020.

Valizadeh, E., Ostad Rahimi, A. and Fatholahy Zonouz, N. 2011. Evaluation of antioxidant potentials of extracts of cotton thistle (*Onopordum leptolepis* DC.) in condition of in vitro. Depiction of Health, 2(4): 9–15.

Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compound in 32 selected herbs. Food Chemistry, 100(3): 940–949.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Changes in Antioxidant Activity, Tannin Compounds and Total Carbohydrates in the Inflorescence of *Onopordon leptolepis* as Affected by Developmental Stage and Inflorescence Type

Askar Ghani[1*] and Saeideh Mohtashami[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
[*]*Corresponding Author: askar.ghani11@yahoo.com*

Abstract

Onopordon leptolepis, a medicinal plant belonging to the Asteraceae family, is a perennial species native to semi-arid regions of Iran. This genus comprises seven species in the country, traditionally used for both nutritional and medicinal purposes. The harvesting stage and the type of plant organ used play a critical role in determining the quantity and quality of the plant's active compounds. In this study, a factorial experiment based on a completely randomized design with two factors and three replications was conducted. The first factor included four developmental stages of the inflorescence (unopened bud, full flowering, seed formation, and seed maturity), while the second factor was the type of inflorescence (main and lateral). Key measured traits included antioxidant activity, tannin content and total carbohydrate content in the inflorescence extract. The results indicated that both the developmental stage and inflorescence type had significant effects on most of the studied traits. The highest antioxidant activity was observed at the seed maturity stage in both main and lateral inflorescences (80.17% and 75.65%, respectively), with no significant difference between them. Conversely, the lowest antioxidant activity (19.56% and 18.77%) was recorded at the unopened bud stage. Total carbohydrate content was higher in the main inflorescence compared to the lateral one and decreased with the progression of flowering and seed maturation in both types. Tannin content was lowest (0.04 mg catechin per gram of dry sample) at the unopened bud stage in both inflorescence types and increased with development, reaching its peak at the seed maturity stage.

Keywords: Active substances, Extract, Native plants, *Onopordon leptolepis*, Polyphenols.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر مراحل رشد فنولوژیک و تغییرات روزانه بر متابولیت‌های ثانویه جمعیت‌های مشگک (*Ducrosia anethifolia* (DC.)Boiss.)

اکبر کرمی[1*] و سیما داوری‌فرد[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز ، ایران.
*نویسنده مسئول: *akarami2004@gmail.com*

چکیده

گیاه دارویی مشگک، با نام علمی *Ducrosia anethifolia*، متعلق به خانواده Apiaceae، گیاه دارویی بومی ایران است. در پژوهش حاضر اثر مراحل رشد فنولوژیک شامل (روزت، ساقه گلدهنده، گلدهی کامل، تشکیل بذر) بر میزان و عملکرد اسانس و متابولیتهای ثانویه جمعیت های مشگک جهرم و نورآباد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مقایسه میزان اسانس تحت تاثیر برهمکنش مراحل فنولوژیکی و جمعیت نشان داد که بالاترین میزان اسانس به ترتیب مربوط به جمعیت جهرم در مرحله گلدهی کامل با میانگین (۰/۶۴۹ درصد) و جمعیت نورآباد در مرحله گلدهی کامل با میانگین (۰/۵۴۳ درصد) بود. کم ترین میزان اسانس نیز مربوط به جمعیت نورآباد در مرحله ساقه گلدهنده با میانگین (۰/۱۴۷ درصد) بود که از نظر آماری تفاوت معنی داری با جمعیت نورآباد در مرحله روزت و جمعیت نورآباد در مرحله بذر نداشت. بر اساس آنالیز GC/MS در مجموع در اسانس حاصل از گیاه مشگک تحت تاثیر مراحل مختلف فنولوژیکی و جمعیت، ۱۲۵ ترکیب شناسایی شد. ترکیبات عمده اسانس شامل ۱-هگزادسن (۳۵/۶۷۹-۲/۷۷۸ درصد)، ۲ای-دودسنال (۳۱/۹۷۷-۳/۳۰۲ درصد)، دکانال (۳۱/۸۶۸-۴/۱۶۹ درصد) و دودکانال (۳۰/۵۱۶-۱۱/۹۷۷ درصد) بودند. در بخش دیگری از پژوهش اثر تغییرات روزانه (am6، am 9، pm 12، pm 3، pm 6، pm 9، am 12، am 3) بر میزان و عملکرد اسانس و متابولیت های ثانویه جمعیت-های مشگک جهرم و نورآباد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین میزان اسانس تحت تاثیر اثر متقابل تغییرات روزانه و جمعیت نشان داد که بالاترین میزان اسانس به ترتیب مربوط به جمعیت جهرم در ساعت ۶ بعد از ظهر با میانگین (۰/۶۴۹ درصد) و جمعیت نورآباد در ساعت ۶ بعد از ظهر با میانگین (۰/۵۴۳ درصد) بود که تفاوت معنی داری با سایر ساعات برداشت گیاه و جمعیت ها داشت. کم ترین میزان اسانس نیز مربوط به جمعیت جهرم در ساعت ۳ صبح با میانگین (۰/۱۱۸ درصد) بود. بر اساس آنالیز GC/MS در مجموع در اسانس حاصل از گیاه مشگک تحت تاثیر تغییرات روزانه و جمعیت، ۱۴۹ ترکیب شناسایی شد. ترکیبات عمده اسانس شامل ۲ای-دودسنال (۴۴/۰۵۵-۲/۲۴۱ درصد)، دکانال (۴۱/۴۲۶-۵/۳۶۵ درصد)، دودکانال (۳۳/۷۵۸-۹/۶۷۸ درصد) و ۱-هگزادسن (۱۶/۰۹۲-۱/۸۱۷ درصد) بودند.

واژه‌های کلیدی : اسانس، تغییرات روزانه، مراحل فنولوژیک، مشگک.

مقدمه

گیاه دارویی مشگک، با نام علمی *Ducrosia anethifolia*، متعلق به خانواده Apiaceae، گیاه دارویی بومی ایران است و در ایران به نام‌های مشگک، روشگک و مشک‌بو شناخته می‌شود (Shahabipour et al., 2013). از این جنس در ایران سه گونه *D. asadi*، *D. flabellifolia* و *D. anethifolia* شناسایی شده است که در مناطق دشتی روی خاک‌های شنی در کرمان، خراسان، زنجان، شوشتر، بهبهان، شیراز، کازرون، برازجان و سیستان و بلوچستان انتشار دارد (Karami and Bohlooli, 2017). این گیاه به طور عمده در ایران، عراق، پاکستان، افغانستان پراکنده شده است و به مقدار کم می توان آن را در سوریه، لبنان و برخی کشورهای عربی یافت. مشگک یک گیاه علفی دوساله و معطر به شمار می‌رود و ارتفاع این گیاه به ۳۰-۱۰ سانتی‌متر می‌رسد. در آنالیز ترکیبات اسانس این گیاه ۴ کیموتایپ شناسایی شده

است که عبارتند از: ان-دکانال، دودکانال، سیس-کریسانتنیل‌استات، ان-دکانول، که کیموتایپ ان-دکانال به طور معمول در مناطق مختلف ایران پراکنده شده است. ترکیبات عمده اسانس گیاه مشگک عبارتند از: ان-دکانال، ان-دکانول، دودکانال، سیس-کریسانتنیل‌استات، آلفا-پینن، (۲ای)-دودسنال، دکانوئیک‌اسید، ان-نونانال و کاریوفیلن‌اکسید (Karami and Bohlooli, 2017). یکی از تحولات درونی گیاه، آنتوژنی یا تغییراتی است که در ماده مؤثره گیاهان دارویی، بسته به مراحل مختلف رشد پدید می‌آید. از آن جایی که این عامل می‌تواند در میزان عملکرد و متابولیت‌های ثانویه تولید شده در گیاه مؤثر باشد بنابراین بررسی اثر زمان برداشت و مراحل مختلف فنولوژیک بر میزان و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در گیاهان دارویی اهمیت بالایی دارد (Stefanini et al., 2006). در سال‌های اخیر پژوهش‌های بسیاری در رابطه با ترکیب شیمیایی اسانس‌ها در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان گزارش شده است و پژوهشگران معتقدند که این تفاوت‌ها، با تغییراتی در متابولیت‌های ثانویه در طول رشد و نمو گیاهان معطر همراه است. با این حال، تفاوت در ترکیب شیمیایی اسانس‌ها در پاسخ به عوامل محیطی تحت شرایط کنترل شده یا در طبیعت، در خانواده چتریان کمتر مورد بررسی قرار گرفته است (Stefanini et al., 2006). کاربرد اسانس‌ها در صنایع داروسازی و غذایی تحت تأثیر تغییرات شیمیایی در مراحل مختلف فنولوژیکی است. مطالعات نشان داده است که مراحل فنولوژیکی نقش بسیار مهمی در کمیت و کیفیت ترکیبات فعال گیاهان دارویی دارد (Esmaeili *et al.*, 2018).

مواد و روش‌ها

مناطق مورد بررسی، کاشت گیاه ، استخراج و آنالیز اسانس

نمونه‌های گیاه مشگک از دو منطقه جهرم با مختصات (′۳۴ °۵۳ طول جغرافیایی و ′۳۱ °۲۸ عرض جغرافیایی) و نورآباد با مختصات (′۳۲ °۵۱ طول جغرافیایی و ′۶ °۳۰ عرض جغرافیایی) واقع در استان فارس جمع‌آوری گردید. به منظور بذرگیری، در مراحل پایانی گلدهی گیاه و زمانی که بذرها تشکیل شدند و رسیده بودند به مناطق مورد نظر مراجعه و گیاهان مورد نظر شناسایی شدند. سپس، جمع‌آوری از میان گیاهان با تعداد کافی بذر انجام شد و فاصله بین گیاهان جمع‌آوری شده حدود ۱۰۰-۵۰ متر بود. هم‌چنین از هر جمعیت ۱۰ فرد جمع‌آوری شد که بیانگر آن جمعیت است. کل بوته گیاه جمع‌آوری شد و به منظور جلوگیری از پوسیدگی در پاکت‌های کاغذی نگه‌داری شدند. سپس در آزمایشگاه بذرها از گیاهان مورد نظر جدا شدند. جمع‌آوری گیاهان حاصل از کشت گلدانی دو جمعیت جهرم و نورآباد در مراحل مختلف رشد (روزت، ساقه گل‌دهنده، گل‌دهی کامل، تشکیل بذر)، به منظور اسانس‌گیری از دهه اوّل فروردین‌ماه تا اوایل شهریورماه سال ۹۹ انجام شد. هم‌چنین، برای تعیین اثر تغییرات روزانه بر کمیت و کیفیت اسانس دو جمعیت، جمع‌آوری گیاهان حاصل از کشت گلدانی در طول یک شبانه‌روز به فاصله ۳ ساعت یکبار (۳ am،۱۲ am، ۹ pm،۶ pm،۳ pm،۱۲ pm، ۹ am،۶ am) در مرحله گل‌دهی کامل در اردیبهشت‌ماه سال ۹۹ انجام شد. برای تهیه نمونه‌های مربوط به هرباریوم نیز، جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی حاصل از کشت گلدانی از دو جمعیت جهرم و نورآباد در مرحله گل‌دهی کامل صورت گرفت. اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه مینی‌کلونجر به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت انجام شد و پس از گذشت ۳ ساعت از زمان به جوش آمدن، اسانس در شیشه‌های مخصوص اسانس، جمع‌آوری شد و با استفاده از سولفات سدیم خشک آبگیری گردید و تا زمان آنالیز در شرایط تاریک و درون فریزر نگه‌داری گردید. آنالیز اسانس با استفاده از دستگاه GC-MS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسات میانگین میزان اسانس تحت تاثیر اثر متقابل مراحل فنولوژیکی و جمعیت نشان می‌دهد که بالاترین میزان اسانس مربوط به جمعیت جهرم در مرحله گل‌دهی کامل با میانگین (۰/۶۴۹ درصد) است که تفاوت معنی‌داری با جمعیت نورآباد و سایر مراحل فنولوژیکی داشت. کم‌ترین میزان اسانس نیز مربوط به جمعیت نورآباد در مرحله ساقه گل‌دهنده با میانگین (۰/۱۴۷ درصد) بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با جمعیت نورآباد در مرحله روزت و جمعیت نورآباد در مرحله بذر نداشت.

اثر متقابل تغییرات روزانه و جمعیت بر میزان اسانس گیاه مشگک اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ($P<$ ۰/۰۱) داشت. نتایج مقایسه میانگین میزان اسانس تحت تاثیر اثر متقابل تغییرات روزانه و جمعیت نشان می‌دهد که بالاترین میزان اسانس مربوط به جمعیت جهرم در ساعت ۶ بعد از ظهر با میانگین (۰/۶۴۹ درصد) است که تفاوت معنی‌داری با سایر ساعات برداشت گیاه و جمعیت‌ها نشان می‌دهد. کم‌ترین

میزان اسانس نیز مربوط به جمعیت جهرم در ساعت ۳ صبح با میانگین (۰/۱۱۸ درصد) بود که اختلاف معنی‌داری با سایر ساعات برداشت گیاه و جمعیت‌ها داشت. ترکیبات اسانس گیاه مشگک در دو جمعیت جهرم و نورآباد در مراحل مختلف فنولوژیکی شامل (روزت، ساقه گل‌دهنده، گل‌دهی کامل، بذر) مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع در اسانس حاصل از گیاه مشگک در مراحل مختلف فنولوژیکی ۱۲۵ ترکیب شناسایی شد. ترکیبات عمده اسانس شامل ۱-نونانول (۱/۱۵۸-۰ درصد)، دکانال (۳۱/۸۶۸-۴/۱۶۹ درصد)، ۱-دکانول (۱۰/۵۰۴-۱/۷۴۲ درصد)، دودکانال (۳۰/۵۱۶-۱۱/۹۷۷ درصد)، ۲ای-دودسنال (۳۱/۹۷۷-۳/۳۰۲ درصد)، دودکانوئیک اسید (۳/۶۳۹-۰ درصد)، ۱-هگزادسن (۳۵/۶۷۹-۲/۷۷۸ درصد)، ۱-هگزادکانول (۱/۴۵۹-۰ درصد)، هگزادکانوئیک اسید (۲/۸۶۹-۰ درصد)، ای-۱۵-هپتادسنال (۲۳۱/۲۹۵-۰/۳ درصد) بودند. بالاترین میزان ترکیب ۱-نونانول (۱/۱۵۸ درصد)، مربوط به جمعیت نورآباد در مرحله گل‌دهی کامل بود. کم‌ترین میزان ترکیب ۱-نونانول (۰ درصد)، مربوط به جمعیت جهرم در مرحله روزت بود. بالاترین میزان ترکیب دکانال (۳۱/۸۶۸ درصد)، مربوط به جمعیت جهرم در مرحله روزت بود که تفاوت قابل توجهی نسبت به جمعیت نورآباد و سایر مراحل فنولوژیکی داشت. کم‌ترین میزان ترکیب دکانال (۴/۱۶۹ درصد)، مربوط به جمعیت نورآباد در مرحله بذر بود. بالاترین میزان ترکیب ۱-دکانول (۱۰/۵۰۴ درصد)، مربوط به جمعیت نورآباد در مرحله ساقه گل‌دهنده و کم‌ترین میزان ترکیب ۱-دکانول (۱/۷۴۲ درصد)، مربوط به جمعیت جهرم در مرحله بذر بود. بالاترین میزان ترکیب دودکانال (۳۰/۵۱۶ درصد)، مربوط به جمعیت جهرم در مرحله گل‌دهی کامل بود که تفاوت قابل توجهی نسبت به منطقه نورآباد و سایر مراحل فنولوژیکی داشت. کم‌ترین میزان ترکیب دودکانال (۱۱/۹۷۷ درصد)، مربوط به جمعیت جهرم در مرحله روزت بود. ترکیبات اسانس جمعیت‌های جهرم و نورآباد در زمان‌های مختلف برداشت (۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱، ۲۴، ۳) مورد بررسی قرار گرفت. ترکیبات عمده اسانس شامل ۱-نونانول (۱/۱۵۸-۰ درصد)، دکانال (۴۱/۴۲۶-۵/۳۶۵ درصد)، ۱-دکانول (۷/۰۳۹-۱/۹۳۷ درصد)، دکانوئیک اسید (۱۰/۲۳۱-۰/۲۹۵ درصد)، دودکانال (۳۳/۷۵۸-۹/۶۷۸ درصد)، ۲ای-دودسنال (۴۴/۰۵۵-۲/۲۴۱ درصد)، دودکانوئیک اسید (۶/۰۲۶-۰/۵۹۷ درصد)، ۱-هگزادسن (۱۶/۰۹۲-۱/۸۱۷ درصد)، تترادکانال (۲/۵۴۳-۰ درصد)، هگزادکانوئیک اسید (۳/۰۳۲-۰/۱۷۳ درصد) بودند. بالاترین میزان ترکیب ۱-نونانول (۱/۱۵۸ درصد)، مربوط به جمعیت نورآباد در ساعت ۱۸ بود. کم‌ترین میزان ترکیب ۱-نونانول (۰ درصد)، مربوط به جمعیت جهرم در ساعت ۲۱ بود. بالاترین میزان ترکیب دکانال (۴۱/۴۲۶ درصد)، مربوط به جمعیت جهرم در ساعت ۳ صبح بود که تفاوت قابل توجهی با جمعیت نورآباد و زمان‌های دیگر برداشت داشت. کم‌ترین میزان ترکیب دکانال (۵/۳۶۵ درصد)، مربوط به جمعیت نورآباد در ساعت ۲۱ بود. بالاترین میزان ترکیب ۱-دکانول (۷/۰۳۹ درصد)، مربوط به جمعیت نورآباد در ساعت ۶ صبح بود. در پژوهشی که بر روی تنوع شیمیایی اسانس گیاه مشگک جمعیت‌های ایران (کازرون، نورآباد، شیراز، فیروزآباد، فراشبند، جهرم، قیر و داراب) در مرحله گل‌دهی کامل صورت گرفت نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان اسانس بین (۰/۹۳-۰/۱۷ درصد) متغیر بود. در این پژوهش عنوان شده است که جمعیت‌های گیاه اثر معنی‌داری بر میزان اسانس گیاهان مناطق مختلف دارند و جمعیت جهرم ۲ (۰/۹۳ درصد) بالاترین میزان اسانس را دارد که نتایج پژوهش ما هم راستا با نتایج ایشان است (Karami and Bohlooli, 2017). در مطالعه ای دیگر که روی گیاه لعل‌کوهستان (*Oliveria decumbens* Vent.) از خانواده چتریان انجام شد، اندام هوایی گیاه در مراحل مختلف رشد و نمو از رویشگاه‌های وحشی در کازرون جمع‌آوری شد. میزان اسانس در مراحل مختلف رویشی، تشکیل جوانه گل، گل‌دهی و میوه‌دهی به ترتیب ٪ ۰/۳، ٪ ۱/۳، ٪ ۲/۸، ٪ ۲/۲ بود. بر اساس این نتایج مرحله گل‌دهی بالاترین درصد اسانس را دارا بود که نتایج پژوهش ما هم راستا با نتایج ایشان است (Esmaeili et al., 2018). بر اساس نتایج به دست آمده کمیت و کیفیت اسانس گیاه مشگک تحت تأثیر عواملی مانند مراحل رشد فنولوژیک، تغییرات روزانه و جمعیت گیاه قرار گرفته است. بنابراین انتخاب مرحله مناسب برداشت با توجه به گیاه دارویی و اندام حاوی اسانس از اهمیت بسزایی برخوردار است و برای دستیابی به بیشترین بازده اسانس و دیگر ترکیبات فرار، برداشت گیاه بایستی در ساعت مشخصی در طول روز انجام گیرد.

منابع

Esmaeili, H., Karami, A. and Maggi, F. 2018. Essential oil composition, total phenolic and flavonoids contents, and antioxidant activity of *Oliveria decumbens* Vent. (Apiaceae) at different phenological stages. Journal of Cleaner Production, 198: 91–95.

Karami, A. and Bohlooli, A. 2017. Essential oil chemical diversity of *Ducrosia anethifolia* (DC.) Boiss. accessions from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 20(5): 1342–1348.

Stefanini, M.B., Ming, L.C., Marques, M.O.M., Meireles, M.A.A., Moura, L.S. and Marchese, J.A. 2006. Seed productivity, yield and composition of the essential oil of fennel *Foeniculum vulgare* var. *dulcis* in the season of the year. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 8: 86–90.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Phenological Stages and Diurnal Variations on Secondary Metabolites in *Ducrosia anethifolia* DC. Boiss. Populations

Akbar Karami[1*] and Sima Davarifard[1]
1. Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: akarami2004@gmail.com*

Abstract

The medicinal plant "Moshgak," scientifically known as *Ducrosia anethifolia*, belongs to the Apiaceae family and is native to Iran. The present study evaluated the effect of phenological growth stages, including (rosette, flowering stem, full flowering, seed formation), on the yield and amount of essential oil and secondary metabolites of Moshgak populations from Jahrom and Nurabad. The results of comparing the amount of essential oil under the influence of the interaction between phenological stages and population showed that the highest amount of essential oil was related to the Jahrom population at the full flowering stage with an average of (0.649%), and the Nurabad population at the full flowering stage with an average of (0.543%). The lowest amount of essential oil was related to the Nurabad population at the flowering stem stage with an average of (0.147%), which was not statistically significantly different from the Nurabad population at the rosette stage and the Nurabad population at the seed stage. Based on GC/MS analysis, a total of 125 compounds were identified in the essential oil obtained from the Moshgak plant under the influence of different phenological stages and populations. The main components of the essential oil included 1-hexadecene (2.778-35.679%), 2E-dodecenal (3.302-31.977%), decanal (4.169-31.868%), and dodecanal (11.977-30.516%). In another part of the research, the effect of daily variations (6 am, 9 am, 12 pm, 3 pm, 6 pm, 9 pm, 12 am, 3 am) on the amount and yield of essential oil and secondary metabolites of Moshgak populations from Jahrom and Nurabad was evaluated. The results of comparing the average amount of essential oil under the influence of the interaction between daily variations and population showed that the highest amount of essential oil was related to the Jahrom population at 6 pm with an average of (0.649%) and the Nurabad population at 6 pm with an average of (0.543%), which was significantly different from other plant harvesting times and populations. The lowest amount of essential oil was related to the Jahrom population at 3 am with an average of (0.118%). Based on GC/MS analysis, a total of 149 compounds were identified in the essential oil obtained from the Moshgak plant under the influence of daily variations and population. The main components of the essential oil included 2E-dodecenal (2.241-44.055%), decanal (5.365-41.426%), dodecanal (9.678-33.758%), and 1-hexadecene (1.817-16.092%).

Keywords: Essential oil, Daily changes, Phenological stages, *Ducrosia anethifolia*.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تولید مرزه سنبله‌ای (*Satureja spicigera*) در شرایط دیم کشور (مطالعه موردی: منطقه دماوند)

سمانه اسدی صنم[1*]، میثم انصاری[1]، مریم مکی‌زاده تفتی[1]، معصومه لایق‌حقیقی[1]، فاطمه ذاکریان[1] و زهرا بهراد[1]
۱- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *asadisanam@rifr.ac.ir*

چکیده

استفاده از گونه‌های باارزش و سازگار گیاهان دارویی در دیمزارها می‌تواند در ایجاد پوشش گیاهی در طول فصل‌های خشک سال، جلوگیری از فرسایش خاک در اراضی شیب‌دار و افزایش بهره‌وری بارش اراضی وسیعی از کشور، مؤثر باشد. گونه دارویی مرزه سنبله‌ای با نام علمی *Satureja spicigera* متعلق به خانواده نعناعیان، گیاهی چندساله، معطر و انحصاری ایران است. کشت این گونه در منطقه دماوند به صورت پایلوت تحقیقی- ترویجی در ایستگاه تحقیقات همند آبسرد- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، اجرا شد. به‌منظور بررسی عملکرد ماده خشک و کمیت و کیفیت اسانس، از سرشاخه‌های گلدار گیاه در مرحله گلدهی کامل به‌طور تصادفی برداشت انجام شد و به‌روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شد. در ثبت اطلاعات فنولوژیک رشد گیاه، گیاهچه‌هایی که در ۲۲ فروردین به مزرعه منتقل شدند، در ۱۵ مرداد شروع به گلدهی کردند و در ۱۵ مهر در سال اول رشد گیاه، به گلدهی کامل رسیدند. میانگین بازده اسانس و ماده خشک *S. spicigera* در سال اول رشد در مرحله گلدهی کامل، به‌ترتیب ۱/۹ درصد وزنی وزنی و ۲۷/۸ گرم در بوته به‌دست آمد. ۲۰ ترکیب در اسانس این گیاه شناسایی شد که ۹۹/۶ درصد از اسانس را تشکیل دادند. ترکیب فنولی تیمول با ۴۸/۵ درصد، بیشترین ترکیب اسانس بود. درصد مناسب بازده اسانس و ترکیب باارزش تیمول، نشان‌دهنده ظرفیت بالای تولید این گونه از مرزه در شرایط دیم دماوند و سایر مناطق مشابه است که درنهایت می‌تواند ارزش افزوده بسیار مطلوبی را نصیب کشاورزان و مرتع‌داران در اراضی شیب‌دار و مراتع کم‌بازده وسیع کشور نماید.

واژه‌های کلیدی: اسانس، تیمول، دیم‌کاری، فنولوژی، مرزه.

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران با میانگین بارش حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال، استفاده از گیاهان با مصرف آب کمتر (مقاوم به خشکی)، یکی از برنامه‌های اصولی و لازم برای مدیریت آب است. توسعه راهکارهای مدیریتی در جهت کاهش اثر تنش کم‌آبی در مناطق گرم و خشک، می‌تواند گامی رضایت‌بخش در امنیت غذایی باشد (Dadresan et al., 2015). با وجودی‌که کشت دیم، ۵۰ درصد اراضی کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده اما فقط قادر به تولید ۵ درصد محصولات کشاورزی کشور است. در بسیاری از مناطق دیم‌خیز کشور، عملکرد پایین تولید غلات توجیه اقتصادی ندارد و نیازمند بررسی برای تغییر الگوی کشت در جهت تولید و عرضه گیاهان مرتعی و دارویی است (لباسچی و همکاران، ۱۳۹۶). بهبود عملیات زراعی دیم‌کاری، معرفی ارقام مناسب و سازگار با شرایط دیم کشور و رویکرد به سمت گیاهانی که از ویژگی‌های مقاوم به خشکی و نیاز آبی اندک بهره‌مند باشند، از برنامه‌های اصولی و لازم در این مناطق و راهی برای به‌هنگام‌سازی الگوی کشت است (Cattivelli et al., 2008). گیاهان دارویی دایمی و چندساله کم‌آب‌بر از جمله گونه مرزه سنبله‌ای (*Satureja spicigera*) می‌توانند با یک‌بار کشت در زمین مستقر شوند که در این صورت، فرسایش خاک، شخم هم‌جهت با شیب و فرسایش آبی ایجاد نخواهد شد و تنوع زیستی حفظ خواهد شد (Solowey, 2010). سرشاخه‌های گلدار مرزه، مهمترین بخش قابل استفاده این گیاه است (جمزاد، ۱۳۸۸) که معمولاً در زمان گلدهی برداشت می‌شود. مهم‌ترین ترکیبات اسانس مرزه، کارواکرول و تیمول است که دارای خاصیت ضدعفونی‌کننده هستند. با این‌وجود، این پژوهش با هدف دستیابی به پتانسیل تولید مرزه در شرایط دیم و معرفی الگوهای مناسب کشت دیم گیاهان دارویی چندساله در منطقه دماوند و سایر مناطق مشابه اقلیمی به‌عنوان منطقه نیمه استپی سرد در مقیاس پایلوت، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت پایلوت تحقیقی در ایستگاه تحقیقات مراتع آبسرد- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور روی گونه دارویی مرزه سنبله‌ای انجام شد. آب و هوای ایستگاه، نیمه استپی سرد با ارتفاع از سطح دریا حدود ۱۹۶۰ متر، بارندگی سالیانه حدود ۳۲۰ میلی متر و حدود چهار ماه دوره خشکی می‌باشد. نشاهای مرزه به‌صورت نشاکاری در اوایل اسفند در گلخانه در سینی‌های کشت در بستر ترکیب پیت‌ماس و پرلیت تهیه و در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی در فروردین، پیش از بارندگی‌های مؤثر (بیشتر از ۱۰ میلی‌متر) در کف جوی‌های ایجاد شده با فاروبر با فاصله ۴۰ سانتی‌متر از هم روی ردیف به زمین منتقل شدند. برای آماده‌سازی زمین، در پاییز در صورت گاوروبودن زمین با گاوآهن قلمی شخم عمیق زده شد تا علف‌های هرز احتمالی را کنترل نماید. پایش استقرار نشاها، عملیات واکاری، تنک‌کردن و کنترل علف‌های هرز در طول دوره رشد گیاه انجام شد. مراحل فنولوژیک دوره رشد گیاه تا پایان گلدهی ثبت و سرشاخه‌های گیاه در مرحله گلدهی کامل برداشت شد. بلافاصله پس از برداشت، سرشاخه‌ها در سایه و در محلی که جریان هوا برقرار باشد، خشک و پس از توزین ماده خشک آن به‌روش تقطیر با آب و با دستگاه کلونجر به‌مدت دو ساعت اسانس‌گیری شدند و درصد اسانس به‌صورت وزنی/وزنی محاسبه شد. سپس، ترکیبات اسانس با دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) و گاز کروماتوگراف کوپل‌شده با طیف‌سنج جرمی (GC/MS) به‌صورت کمی و کیفی شناسایی شدند (Adams, 1995).

نتایج و بحث

مراحل فنولوژیک رشد گیاه از زمان بذرکاری در گلخانه تا پایان دوره گلدهی گیاه ثبت شد؛ بذرهایی که در ۱ و ۲ اسفند برای کشت بهاره در گلخانه کشت شدند، در اواخر فروردین با پیش‌بینی بارش مؤثر به زمین اصلی منتقل و در ۱۵ مرداد شروع به گلدهی کردند. نیمه مهر، پایان دوره گلدهی گیاه ثبت شد (جدول ۱). میانگین بازده اسانس و ماده خشک مرزه سنبله‌ای در سال اول رشد گیاه در مرحله گلدهی کامل، به‌ترتیب ۱/۹ درصد وزنی وزنی و ۲۷/۸ گرم در بوته به‌دست آمد.

جدول ۱- ثبت فنولوژیک دوره رشد *S. spicigera* در شرایط دیم در سال اول.

بذرکاری در گلخانه	انتقال نشا به مزرعه	استقرار نشا در مزرعه	آغاز گلدهی	۵۰ درصد گلدهی	۱۰۰ درصد گلدهی
۱-۲ اسفند ۱۴۰۱	۲۲ فروردین ۱۴۰۲	۳۱ اردیبهشت ۱۴۰۲	۱۵ مرداد ۱۴۰۲	۲۵ شهریور ۱۴۰۲	۱۵ مهر ۱۴۰۲
					

۲۰ ترکیب در اسانس این گیاه شناسایی شد که ۹۹/۶ درصد از اسانس را تشکیل دادند (جدول ۲). ترکیب فنولی تیمول با ۴۸/۵ درصد، بیشترین ترکیب اسانس مرزه سنبله‌ای را تشکیل داد. غیر از این ترکیب شاخص، دو ترکیب گاما-ترپینن و پی-سیمن هم از مقادیر قابل‌توجه بود (جدول ۲).

جدول ۲- ترکیبات موجود در اسانس سرشاخه گلدار ***S. spicigera*** در سال اول در شرایط دیم.

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد ترکیب
۱	α-thujene	۹۳۱	۱/۵
۲	α-pinene	۹۴۱	۰/۷
۳	β-Pinene	۹۸۵	۰/۲
۴	Myrcene	۹۹۰	۲/۲
۵	α-phellandrene	۱۰۱۳	۰/۳

۶	α-terpinene	۱۰۲۴	۲/۶
۷	*p*-Cymene	۱۰۳۳	۹
۸	Limonene	۱۰۳۷	۰/۴
۹	1,8-Cineole	۱۰۴۰	۰/۳
۱۰	*E*-β-Ocimene	۱۰۵۰	۰/۲
۱۱	γ-terpinene	۱۰۶۸	۲۵/۱
۱۲	*cis*-sabinene hydrate	۱۰۷۸	۰/۲
۱۳	borneol	۱۱۶۷	۰/۲
۱۴	Terpinen-4-ol	۱۱۷۲	۰/۲
۱۵	Carvacrol methyl ether	۱۲۴۵	۱/۲
۱۶	thymol	۱۳۰۲	۴۸/۵
۱۷	carvacrol	۱۳۰۷	۴/۳
۱۸	Thymol acetate	۱۳۴۱	۰/۵
۱۹	*E*-Caryophyllene	۱۴۲۸	۱/۷
۲۰	β-bisabolene	۱۵۱۰	۰/۳
	مجموع		۹۹/۶

هرچند در تعیین شکست یا موفقیت کشت دیم، اقلیم تأثیر مهمی دارد اما مدیریت زراعی می‌تواند نقش برجسته‌ای داشته باشد. کشت دیم در شرایط اقلیمی مطلوب با مدیریت ناصحیح می‌تواند منجر به شکست در تولید گردد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۹۸). رشد و پوشش سبز مداوم این گونه مرزه در روزهای گرم و خشک اواخر بهار و تابستان در منطقه آبسرد- دماوند حاکی از تحمل این گونه مرزه در دیمزارها و عملکرد مطلوب آن است. لباسچی و همکاران (۱۴۰۱) در بررسی اثر تراکم و کودهای آلی بر صفات مورفولوژیک، زراعی و فیتوشیمیایی چهار گونه دارویی مرزه (*S. sahendica S. bachtiarica*, *S. mutica*, *S. spicigera*) در شرایط دیم دماوند، استقرار، رشد و سازگاری گونه *S. spicigera* را در شرایط دیم نشان دادند که نشان‌دهنده سازگاری و عملکرد اقتصادی این گونه مرزه در شرایط دیم نیمه استپی سرد دماوند با بارندگی ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر و مناطق اقلیمی مشابه می‌باشد.

منابع

جم‌زاد، ز. ۱۳۸۸. آویشن‌ها و مرزه‌های ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران. ۱۷۱ ص.

حیدری‌شریف‌آباد، ح. ۱۳۹۸. بهره‌وری کل عوامل تولید (زمین و خاک، بذر، عناصر غذایی، انرژی و نیروی انسانی). انتشارات اندیشمندان پارس، تهران. ۲۴۶ ص.

لباسچی، م.ح.، شریفی‌عاشورآبادی، ا.، مکی‌زاده‌تفتی، م.، اسدی‌صنم، س. و کریم‌زاده‌اصل، خ. ۱۳۹۶. تأثیر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی سه گونه آویشن در شرایط دیم سه استان کشور. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۳(۶): ۸۹۷-۹۱۴.

لباسچی، م.ح. ۱۴۰۱. بررسی اثرات تراکم و تغذیه بر عملکرد برخی گونه‌های مرزه در شرایط دیم. گزارش نهایی مصوب مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۰۸ ص.

Adams, R.P. 1995. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL. 456 p.

Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A. and Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. Field Crops Research, 105: 1–14.

Dadresan, M., Luthe, D.S., Reddivari, L., Chaichi, M.R. and Yazdani, D. 2015. Effect of salinity stress and surfactant treatment on physiological traits and nutrient absorption of fenugreek plant. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 46(22): 2807–2820.

Solowey, E. 2010. Arboreal pastures: 106–123. In: Solowey, E. (Ed.). Growing Bread on Trees: The Case for Perennial Agriculture. Biblio Books International, Miami, Florida. 378 p.

Pilot research on the production of savory (*Satureja spicigera*) under dry farming conditions

Samaneh Asadi-Sanam[1*], Meysam Ansari[1], Maryam Makizadeh Tafti[1], Masoumeh Layegh Haghighi[1], Fatemeh Zakerian[1] and Zahra Behrad[1]

1. Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

[*]*Corresponding Author: asadisanam@rifr.ac.ir*

Abstract

The use of valuable and compatible species of medicinal plants in rainfed areas can be effective in creating vegetation cover during the dry seasons, preventing soil erosion on sloping lands, and increasing rainfall productivity in vast areas of the country. The medicinal species of savory, with the scientific name *Satureja spicigera*, belongs to the mint family, is perennial and aromatic and exclusive to Iran. The cultivation of this species was implemented in the Damavand region as a research-extension pilot at the Hamand Absard Research Station, National Forests and Rangelands Research Institute. In order to investigate the dry matter yield and the quantity and quality of the essential oil, the flowering branches of the plant were randomly harvested in the floweing stage and the essential oil was extracted by water distillation. In recording phenological data of plant growth, seedlings that were transplanted to the field on April 11, 2025 began to flower on August 6 and reached full flowering on October 7 in the first year of plant growth. The average essential oil and dry matter yield of *S. spicigera* in the first year of growth was 1.9 % w/w and 27.8 g per plant, respectively. 20 compounds were identified in the essential oil of this plant, which constituted 99.6% of the essential oil. The phenolic compound thymol with 48.5 percent, constituted the most abundant compound in the essential oil. The appropriate percentage of essential oil yield and the valuable thymol composition indicate the high production capacity of this species of savory in the rainfed conditions of Damavand and other similar areas, which can ultimately provide very desirable added value to farmers and rangeland managers in the country's vast, sloping lands and low-yield rangelands.

Keywords: Essential oil, Thymol, Rainfed farming, Phenology, *Satureja*.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر وزن بنه مادری و تلقیح با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر شاخص‌های عملکرد بنه و گل زعفران

علیرضا نوری[1*] و سرور خرم‌دل[1]
۱- گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: *ali.r.noori@gmai.com*

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثر وزن‌های مختلف بنه مادری و تلقیح با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر عملکرد گل و بنه‌های دختری زعفران بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارها شامل وزن بنه مادری (۴≤، ۸-۴/۱ و ۱۲-۸/۱ گرم) و تلقیح با سه گونه میکوریزا (شامل *Glomus intraradices*، *G. etunicatum* و *G. mosseae*)، ترکیب سه‌گونه و بدون تلقیح) بودند. بنه‌ها قبل از کاشت و به شیوه استاندارد تلقیح شدند. نتایج نشان داد که اثر ساده وزن بنه مادری بر شاخص‌های عملکرد بنه‌های دختری و عملکرد گل زعفران معنی‌دار بود، به طوری‌که با افزایش وزن بنه مادری از ۴≤ به ۱۲-۸/۱ گرم، تعداد و وزن بنه‌های دختری به ترتیب ۶۹ و ۵۷ درصد و عملکرد گل تر و کلاله تر به ترتیب ۶۷ و ۳۸ درصد افزایش یافت. افزایش رشد و تولید بنه‌های دختری و در نتیجه بهبود عملکرد گل و کلاله در نتیجه کاشت بنه‌های مادری درشت مربوط به ذخیره بیشتر عناصر غذایی و نیز سرعت رشد و جذب بالاتر می‌باشد. تلقیح با گونه‌های قارچ میکوریزا شامل *Glomus intraradices*، *G. etunicatum* و *G.mosseae* و ترکیب سه‌گانه موجب افزایش وزن بنه‌های دختری به ترتیب برابر با ۳۸، ۳۴، ۲۹ و ۳۹ درصد در مقایسه با شاهد شد. افزایش عملکرد کلاله تر برای این تیمارها به ترتیب برابر با ۷۷، ۷۱، ۷۵ و ۸۵ درصد در مقایسه با شاهد به دست آمد. همچنین اثر متقابل دوگانه وزن بنه مادری و تلقیح با میکوریزا بر شاخص های عملکرد بنه های دختری، گل و کلاله زعفران معنی دار نبود. قارچ میکوریزا جزء اصلی بسیاری از اکوسیستم‌ها بوده و به عنوان محرک‌های زیستی اثرات مثبتی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه میزبان دارد.

واژه‌های کلیدی: بنه‌های دختری، بهره‌وری پایدار، تبعات زیست‌محیطی، تنوع کارکردی، گیاه میزبان.

مقدمه

زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) گیاهی دارویی، گل‌دار و عقیم با آشیانه اکولوژیکی منحصربه‌فرد می‌باشد (Khorramdel et al., 2022). اولین مرحله از چرخه زندگی زعفران، گلدهی بوده که در پاییز اتفاق می‌افتد. پس از آن، سایر مراحل رویشی اندام‌های هوایی و زیرزمینی ادامه یافته و در اواسط بهار با خاتمه رشد بنه‌های دختری و پیری برگ‌ها، خواب بنه‌ها آغاز می‌شود (Lopez- Corcoles et al., 2015). زعفران دارای سیستم ریشه‌ای کوچک بوده که جذب عناصر غذایی توسط ریشه را محدود می‌نماید (Ziaei et al., 2024). بر این اساس، یکی از راهبردهای موثر برای افزایش تولید پایدار زعفران مدیریت عناصر غذایی است. ارتباطات میکوریزایی با گیاهان موجب بهبود جذب عناصر مختلف کم‌مصرف و پرمصرف (شامل فسفر، نیتروژن، گوگرد، روی و مس) و آب می‌شود (Berruti et al., 2016; Tedersoo et al., 2018). تبادلات بین گیاه میزبان و میکوریزا از طریق هیف‌ها رخ می‌دهد (Lanfranco et al., 2018) که نیاز به مصرف کودهای شیمیایی را نیز محدود می‌کند (Rouphael and Colla, 2020). علاوه بر این، تلقیح با میکوریزا موجب بهبود محتوی متابولیت‌های در زعفران ثانویه گردید (Bianciotto et al., 2018).

وزن بنه عامل اصلی تعیین ظرفیت گلدهی و تکثیر زعفران محسوب می‌شود. بنه‌های کوچک (۶< گرم) در سال اول گل نمی‌دهند (Gresta et al., 2008). از طرف دیگر، با افزایش وزن بنه مادری، رشد و عملکرد کمی گل زعفران به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. بنابراین، با

توجه به اهمیت تولید پایدار زعفران، این مطالعه با هدف بررسی اثر تلقیح با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا و وزن‌های مختلف بنه مادری بر رشد و عملکرد گل و بنه‌های دختری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارها شامل وزن بنه مادری (۴≤، ۸-۴/۱ و ۱۲-۸/۱ گرم) و تلقیح با میکوریزا (شامل *Glomus intraradices*، *G. etunicatum* و *G. mosseae*، ترکیب سه‌گونه و بدون تلقیح) بود. کاشت بر اساس تراکم ۱۵۰ بنه در متر مربع در اواخر شهریور ماه انجام شد. بنه‌ها بلافاصله قبل از کشت تلقیح شدند. فاصله بین ردیف‌ها و عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظرگرفته شد. شش نوبت آبیاری شامل بعد از کاشت، بسار آب، زاج‌آب، زمستانه، کوش‌آب و زرد آب انجام شد. کنترل علف‌های هرز به شیوه وجین دستی طی دو نوبت در بهمن و فروردین ماه اعمال گردید. گل‌دهی یک ماه به طول انجامید و گل‌ها یک‌روز در میان برداشت شدند. تعداد گل‌ها شمارش و وزن تر گل و وزن خشک کلاله تعیین شد. به منظور تعیین عملکرد بنه‌های دختری در پایان رشد رویشی، بنه‌ها از سطح ۲۰×۴۰ سانتی‌متر برداشت، تعداد و وزن خشک بنه‌ها ثبت شد. به منظور تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای Minitab 17 و Excel 2013 استفاده شد. میانگین‌ها با آزمون LSD مقایسه شدند.

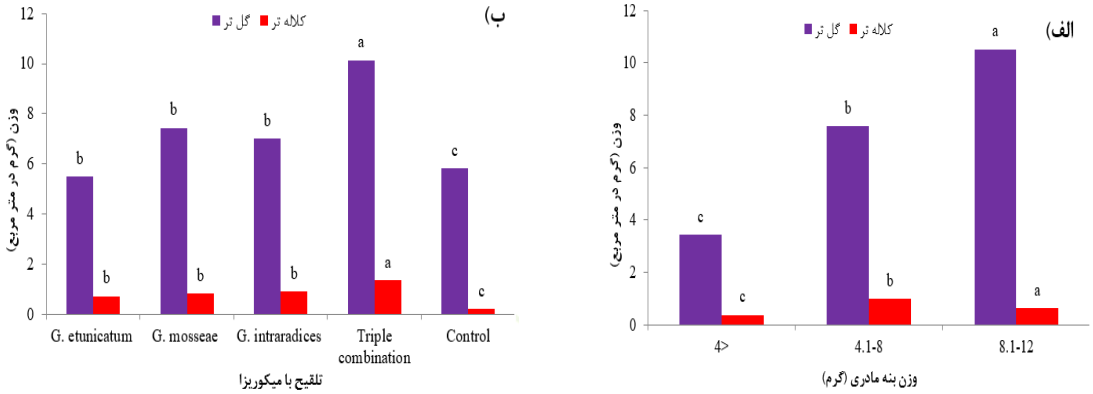
نتایج و بحث

مقایسه میانگین اثر ساده وزن بنه مادری بر شاخص‌های عملکرد بنه‌های دختری و گل زعفران معنی‌دار بود، به طوری‌که با افزایش وزن بنه مادری از ۴≤ به ۱۲-۸/۱ گرم، تعداد و وزن بنه‌های دختری به ترتیب ۶۹ و ۵۷ درصد افزایش یافت (جدول ۱). همچنین با افزایش وزن بنه مادری از ۴≤ به ۱۲-۸/۱ گرم، عملکرد گل تر و کلاله تر به ترتیب ۶۷ و ۳۸ درصد افزایش یافت (شکل ۱). همچنین اثر متقابل دوگانه وزن بنه مادری و تلقیح با میکوریزا بر شاخص های عملکرد بنه های دختری، گل و کلاله زعفران معنی دار نبود. قارچ میکوریزا جزء اصلی بسیاری از اکوسیستم‌ها بوده و به عنوان محرک‌های زیستی اثرات مثبتی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه میزبان دارد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر وزن بنه مادری و تلقیح با میکوریزا بر عملکرد بنه‌های دختری زعفران.

تیمار	تعداد بنه‌های دختری (بنه در مترمربع)	وزن بنه‌های دختری (گرم در مترمربع)
وزن بنه مادری (گرم)		
۴≤	**۱۵/۱۴ c ***	**۷۹/۹ c ***
۸/۴-۱	**۳۳/۷۱ b**	**۱۲۳/۱۵ b**
۱۲/۸-۱	**۴۸/۳۶ a**	**۱۸۵/۷۳ a**
تلقیح با میکوریزا		
G. etunicatum	**۲۵/۸۰ c**	**۱۳۵/۳۵ a**
G. mosseae	**۳۱/۶۸ b**	**۱۲۵/۱۶ a**
G. intraradices	**۳۴/۵۰ b**	**۱۴۴/۹۳ a**
ترکیب سه گونه	**۴۵/۲۰ a**	**۱۴۵/۳۳ a**
عدم تلقیح	**۲۴/۸۴ c**	**۸۹/۱۹ b**

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر جزء براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر (الف) وزن بنه مادری و (ب) تلقیح با میکوریزا بر وزن گل تر و کلاله تر زعفران.

تلقیح با گونه‌های قارچ میکوریزا شامل *Glomus intraradices*، *G. etunicatum* و *G. mosseae* و ترکیب سه‌گانه موجب افزایش وزن بنه‌های دختری به ترتیب برابر با ۳۸، ۳۴، ۲۹ و ۳۹ درصد در مقایسه با شاهد شد. میزان این افزایش برای تعداد بنه‌های دختری به ترتیب برابر با ۲۸، ۴، ۲۲ و ۴۵ درصد بود (جدول ۱). همچنین افزایش عملکرد گل تر برای این تیمارها به ترتیب ۱۷، کمتر از ۱، ۳۲ و ۴۳ درصد و برای کلاله تر به ترتیب برابر با ۷۷، ۷۱، ۷۵ و ۸۵ درصد محاسبه گردید (شکل ۱). میکوریزا جزء اصلی بسیاری از اکوسیستم‌ها بوده و به عنوان محرک زیستی اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشدی گیاه میزبان دارد (Berruti et al., 2016). در گیاه زعفران، همزیستی و تلقیح با میکوریزا از طریق تغییرات فیزیولوژیکی و هورمونی و تولید متابولیت‌های ثانویه، میزان و زمان گلدهی و رشد رویشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Berruti et al., 2016; Tedersoo et al., 2018). تلقیح با این قارچ همچنین رشد گیاهان را از طریق افزایش جذب آب توسط هیف‌ها، تنظیم روزنه‌ها از طریق سیگنال‌های هورمونی، بهبود تغذیه فسفات و تنظیم اسمزی افزایش می‌دهد (Tedersoo et al., 2018). البته از آنجا که گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند pH، حاصلخیزی، بافت، محتوی فسفر و شرایط جغرافیایی قرار دارند، لذا این گونه‌ها اثر متفاوتی بر شاخص‌های رشدی عملکرد بنه و گل زعفران داشتند که البته بهترین اثر برای ترکیب سه‌گانه بدلیل اثر سینرژیستی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج این پژوهش کاربردی نشان داد که از طریق تلقیح با میکوریزا و کاشت بنه‌های مادری درشت می‌توان عملکرد را به ویژه در سال‌های ابتدایی کشت زعفران افزایش داده و از این طریق، علاوه بر کاهش تبعات زیست‌محیطی، در وقت و منابع مالی کشاورز صرفه‌جویی نمود. یافته‌های این مطالعه همچنین دیدگاه‌های جدیدی را برای درک بهره‌وری پایدار در اکوسیستم‌های کشاورزی خشک و نیمه‌خشک ارائه نموده و نظریه تنوع کارکردی قارچ میکوریزا در مزارع زعفران را بهبود می‌بخشد.

منابع

Berruti, A., Lumini, E., Balestrini, R. and Bianciotto, V. 2016. Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: Let's benefit from past successes. *Frontiers in Microbiology*, 6: 1559.

Bianciotto, V., Victorino, I., Scariot, V. and Berruti, A. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: Current role and potential for the horticulture industry. *Acta Horticulturae*, 1191: 207–216.

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L. and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28: 95–112.

Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P. and Moallem, F. 2022. Effect of agronomic management on flower and

daughter yield of saffron (*Crocus sativus* L.) on-farm trials. *Saffron Agronomy and Technology*, 10(1): 169–182.

Lanfranco, L., Fiorilli, V. and Gutjahr, C. 2018. Partner communication and role of nutrients in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytologist*. doi:10.1111/nph.15230.

Lopez-Corcoles, H., Brasa-Ramos, A., Montero-Garcia, F., Romero-Valverde, M. and Montero-Riquelme, F. 2015. Phenological growth stages of saffron plant (*Crocus sativus* L.) according to the BBCH Scale. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(3): e09SC01–e09SC01.

Rouphael, Y. and Colla, G. 2020. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11: 40.

Tedersoo, L., Sánchez-Ramírez, S., Kõljalg, U., Bahram, M., Döring, M., Schigel, D. and Abarenkov, K. 2018. High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses. *Fungal Diversity*, 90(1): 135–159.

Ziaei, S.M., Feizi, H., Khashei Siuki, A. and Sahabi, H. 2024. Yield and quality of saffron (*Crocus sativus* L.) in response to priming treatments and water deficit. *Italian Journal of Agronomy*, 19: 100020.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Interaction effects of mother corm weights and inoculation with mycorrhiza species on growth and yield indices of saffron daughter corms and flower

Alireza Nouri[1*] and Soroor Khorramdel[1]
1. Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Corresponding author: ali.r.noori@gmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the effects of varying weights of mother corms and inoculation with different species of mycorrhizal fungi on the yield of saffron flowers and daughter corms. A factorial design was employed in a randomized complete block layout with three replications at field of Ferdowsi University of Mashhad. The treatments included three weight categories of mother corms (< 4 g, 4-8 g, and 8-12 g) and inoculation with three mycorrhizal species: *Glomus intraradices*, G. *etunicatum*, and G. *mosseae*, as well as a combination of these three species, and a control group without inoculation. The corms were inoculated using standard methods prior to planting. The results indicated that the weight of the mother corm had a significant effect on the yield indices of daughter corms and flower of saffron. Specifically, as the weight of the mother corm increased from <4 g to 8-12 g, the number and weight of daughter corms increased by 69% and 57%, respectively, while the fresh flower yield and fresh stigma yield increased by 67% and 38%, respectively. The enhanced growth and production of daughter corms, along with improved flower and stigma yield, were attributed to the higher nutrient reserves and greater growth and absorption rates associated with larger mother corms. Inoculation with mycorrhizal fungi species, including *Glomus intraradices*, G. *etunicatum*, and G. *mosseae*, as well as their combination, resulted in increases in the weight of daughter corms by 38%, 34%, 29%, and 39%, respectively, compared to the control group. The increase in fresh stigma yield for these treatments was 77%, 71%, 75%, and 85%, respectively, compared to the control. Furthermore, the interaction effect between the weight of the mother corm and mycorrhizal inoculation on the performance indices of daughter corms, flowers, and saffron stigma was not significant. Mycorrhizal fungi are key components of many ecosystems and serve as biological stimulants that positively affect the growth characteristics and overall growth of host plants.

Keywords: Daughter tubers, Sustainable productivity, Environmental consequences, Functional diversity, Host plant.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر محلول‌پاشی نانو ذره تیتانیوم‌دی‌اکسید بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و برخی خصوصیات رشدی گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum* L.) تحت تنش شوری

مصطفی راستی[۱]، محمد مقدم[۱*] و رسول نریمانی[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: *m.moghadam@um.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی اثر نانو ذره تیتانیوم‌دی‌اکسید بر تغییرات رشدی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی ریحان مقدس تحت تنش شوری پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در گلخانه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. این آزمایش در سه سطح تنش شوری (۰، ۴۰، ۸۰ میلی‌مولار) و سه سطح محلول پاشی نانوذره تیتانیوم‌دی‌اکسید (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد تنش شوری در سطوح (۴۰ و ۸۰ میلی مولار) به‌طور معنی‌داری صفات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، طول میان‌گره، و طول و عرض برگ را در گیاه ریحان مقدس کاهش داد و بیشترین میزان کلروفیلa، کلروفیلb، کارتنوئید و کلروفیل کل در تیمار ۴۰ میلی‌مولار و محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تیتانیوم‌دی‌اکسید مشاهده شد و همچنین کمترین مقدار کلروفیلa، کارتنوئید و کلروفیل کل در تیمار شوری با غلظت ۸۰ میلی مولار و بدون محلول‌پاشی تیتانیوم‌دی‌اکسید حاصل شد. با توجه به نتایج این تحقیق محلول‌پاشی تیتانیوم‌دی‌اکسید در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اثرات تعدیل کننده‌ای بر فرآیندهای رشدی گیاه دارویی ریحان مقدس تحت تنش شوری داشت.

واژه‌های کلیدی: نانوذره دی‌اکسیدتیتانیوم، رنگیزه‌های فتوسنتزی، تنش شوری، ریحان مقدس.

مقدمه

گیاه دارویی ریحان مقدس با نام علمی (*Ocimum sanctum* L.) از تیره نعناعیان (*lamiaceae*) این گیاه دارای دوره رشدی یکساله و در برخی مناطق چندساله و دائمی است؛ دارای ساقه‌های چهار گوش و بومی هندوستان، شبه قاره هند، شمال و شرق آفریقا، جزایر اقیانوسیه و تایوان و جنوب شرق آسیا می‌باشد. اندام رویشی این گیاه معطر و از نظر ترکیبات شیمیایی دارای اسانس روغنی فرّار است، این گیاه دارای پنج اسید چرب است که عبارتنداز: استئاریک‌اسید، پالمیتیک‌اسید، اولئیک‌اسید، لینولئیک‌اسید و لینولنیک‌اسیداست (Abeywadhana and Aththananyake,2014). در طب سنتی از این گیاه به عنوان گیاه ضد حساسیت، ضد درد، ضد نفخ، ضدعفونی کننده، ضد التهاب، ضد تب و همچنین در درمان عقرب و مارگزیدگی، عفونت گوش و انواع مختلف مسمویت، سردرد و سرماخوردگی موثر است همچنین دارای خاصیت حشره‌کشی، ضد مالاریا و در صنایع آرایشی بهداشتی و غذایی کاربرد فراوان دارد (Narval et al., 2011). شوری در اکثر مناطق دنیا جزء عمده‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و نمو گیاهان را محدود می‌کند و ایران با داشتن ۸/۶ میلیون هکتار خاک شور، بعد از هند و پاکستان در صدر کشورهای آسیایی و در معرض تهدید از نظر تنش شوری قرار گرفته است (رنجبر و پیوسته انوش، ۱۳۹۴). در سال‌های اخیر استفاده از (Tio_2) به دلیل خاصیت فتوکاتالیستی در کشاورزی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است و با توجه به اندازه کوچک ذرات و افزایش سطح تماس کارایی و اثر بخشی بیشتری دارد. با توجه به انجام پژوهش‌های گسترده‌تر در زمینه بررسی صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاهان زراعی نسبت به گیاهان دارویی تحت تنش‌های محیطی، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر نانو ذرات تیتانیوم‌دی‌اکسید بر برخی صفات رشدی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه دارویی ریحان مقدس تحت تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر نانوذره تیتانیوم دی‌اکسید (TiO_2) بر تغییرات رشدی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه ریحان مقدس تحت تنش شوری، آزمایشی در گلخانه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح تنش شوری (۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار) و سه سطح محلول‌پاشی نانوذره تیتانیوم دی‌اکسید (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. بذور پس از کشت در سینی نشا و رسیدن به مرحله چهار برگی، به‌صورت یکنواخت انتخاب و در گلدان‌ها انتقال یافتند. پس از اعمال تیمارها، صفات رشدی شامل طول گیاه، طول میان‌گره، طول برگ و عرض برگ در مرحله ۷۰ درصد گلدهی با خط‌کش اندازه‌گیری شد. طول میان‌گره براساس فاصله بین گره‌های سوم و چهارم برای تمام بوته‌ها و به واحد سانتی‌متر ثبت گردید. به منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل، ۲۰۰ میلی‌گرم (۲/۰ گرم) برگ تازه از برگ‌های جوان و کاملاً توسعه‌یافته پس از جداسازی، در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۹۹ درصد ساییده و به‌مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده، سپس عصاره حاصل با اسپکتروفتومتر در طول‌موج‌های ۴۷۰، ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر قرائت و مقدار کلروفیل براساس روابط زیر محاسبه گردید(Lutts et al., 2017) .

$$CHLa=15.65\ A666 - 7.34\ A653 \qquad CHLb=27.05\ A653 - 11.21\ A666$$

$$Cx+c = 1000\ A470 - 2.860\ CHLa - 129.2CHLb \qquad CHLTotal= CHLa + CHLb + Cx+c$$

کلروفیل کل: CHLTotal، کارتنوئید کل: Cx+c، b میزان کلروفیل: CHLb ، a میزان کلروفیل:CHLa

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تنش شوری در سطوح ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار موجب کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، طول میان‌گره و طول و عرض برگ در ریحان مقدس گردید (جدول ۱)؛ به‌طوری‌که کاهش این صفات در محدوده ۲۰ تا ۴۰ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۳). میزان کاروتنوئیدها نیز تحت شرایط شوری کاهش یافت که این امر با کاهش نقش حفاظتی آن‌ها در برابر استرس اکسیداتیو مرتبط است. بیشترین مقادیر کلروفیلa (۷/۷۶ میلی‌گرم بر وزن تر برگ)، کلروفیل b(۸/۰۸ میلی‌گرم بر وزن تر برگ)، کاروتنوئید c (۰/۷۶ میلی‌گرم بر وزن تر برگ) و کلروفیل کل (۱۵/۸۵ میلی‌گرم بر وزن تر برگ) در تیمار شوری ۴۰ میلی‌مولار همراه با محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر دی‌اکسید تیتانیوم به‌دست آمد (جدول ۲). در مقابل، کمترین مقادیر کلروفیل a (۲/۴۲ میلی‌گرم بر وزن تر برگ)، کاروتنوئید (۰/۲ میلی‌گرم بر وزن تر برگ) و کلروفیل کل (۷/۵ میلی‌گرم بر وزن تر برگ) مربوط به تیمار شوری ۸۰ میلی‌مولار بدون محلول‌پاشی دی‌اکسید تیتانیوم بود (جدول۲). این یافته‌ها با گزارش‌های پیشین در خصوص کاهش صفات رشدی و رنگیزه‌های فتوسنتزی در اثر تنش شوری و نقش نانوذرات TiO_2 در بهبود این ویژگی‌ها همخوانی دارد (Prasad et al., 2024). محلول‌پاشی نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اثرات منفی شوری را تعدیل و بهبود معنی‌داری در ارتفاع بوته (۱۵ تا ۲۵ درصد)، طول میان‌گره (۱۰ تا ۲۰ درصد) و طول و عرض برگ (۱۰ تا ۱۵ درصد) در سطوح شوری ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد بدون TiO_2 ایجاد کرد. این بهبود به خاصیت فتوکاتالیستی TiO_2 نسبت داده می‌شود که فتوسنتز را از طریق افزایش جذب نور و بهبود انتقال الکترون در فتوسیستم II(PSII) تقویت می‌کند. علاوه بر این، TiO_2 با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی(CAT، SOD و APX) و کاهش غلظت H_2O_2 وMDA ، استرس اکسیداتیو را کاهش داد؛ نتایجی که با گزارش(Tighe-Neira et al., 2024) در گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری همخوانی دارد. برهم‌کنش شوری و TiO_2 در اغلب صفات معنی‌دار بود؛ به‌ویژه تیمار شوری ۴۰ میلی‌مولار همراه با ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر TiO_2 بهترین عملکرد را نشان داد. این امر بیانگر نقش TiO_2 در بهبود تحمل شوری از طریق تنظیم اسمزی، کاهش جذب یون‌های سمی و تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی است. با این حال، در شوری ۸۰ میلی‌مولار، اثرات TiO_2 کمتر بود که احتمالاً ناشی از شدت بالای تنش و محدودیت توان گیاه در بهره‌برداری از اثرات مثبت این نانوذره است (Gohari et al., 2020). بیشترین ارتفاع گیاه (۳۰/۱۱ سانتی‌متر)، طول میان‌گره (۵/۲۴ سانتی‌متر)، طول برگ (۶/۰۳ سانتی‌متر) و عرض برگ (۴/۲۳ سانتی‌متر) در تیمار دی‌اکسید تیتانیوم با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در شرایط بدون شوری ثبت شد که نشان‌دهنده تقویت رشد رویشی در شرایط بهینه است (جدول۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس رنگیزه‌های فتوسنتزی و اثر(TiO_2) تحت تنش شوری در گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum* L).

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید
شوری	۲	۶/۰۱**	۰/۷**	۱۰/۲۳**	۰/۱۳**
تیتانیوم‌دی‌اکسید	۲	۱۱/۲۹**	۹/۵۶**	۳۶/۸۷**	۰/۱**
تیتانیوم‌دی‌اکسید*شوری	۴	۴/۹۸**	۳/۶۲**	۱۳/۳۲**	۰/۰۶**
خطا	۱۸	۰/۶۹	۰/۹۳	۰/۶۸	۰/۰۰۸

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمار تنش شوری و محلول‌پاشی (TiO_2) بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه ریحان مقدس(*Ocimum sanctum* L).

تنش	Ti_2O	کلروفیل a (mg/kgFW)	کلروفیل b (mg/kgFW)	کلروفیل کل (mg/kgFW)	کارتنوئید (mg/kgFW)
	۰	۶/۷۳^{ab}	۶/۳۴^{b}	۱۳/۰۸^{b}	۰/۶^{b}
صفر	۱۰۰	۵/۲۹^{ab}	۴/۲۲^{g}	۹/۵۲^{de}	۰/۲۹^{ef}
	۲۰۰	۶/۴۸^{ab}	۵/۹۵^{c}	۱۲/۴۲^{bc}	۰/۴۸^{c}
	۰	۴/۹۵^{bc}	۴/۴۱^{fg}	۹/۳۵^{de}	۰/۳۳^{de}
۴۰	۱۰۰	۵/۸۶^{ab}	۴/۹۳^{de}	۱۰/۷۸^{bcd}	۰/۴۷^{c}
	۲۰۰	۷/۷۶^{a}	۸/۰۸^{a}	۱۵/۸۵^{a}	۰/۷۶^{a}
	۰	۲/۴۲^{c}	۵/۱۱^{d}	۷/۵^{e}	۰/۲^{f}
۸۰	۱۰۰	۵/۳۵^{ab}	۴/۷۱^{ef}	۱۰/۱۶^{cde}	۰/۲۵^{ef}
	۲۰۰	۶/۵۱^{ab}	۵/۹^{c}	۱۲/۴۱^{bc}	۰/۴۲^{cd}

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژی و اثر (TiO_2) تحت تنش‌شوری در گیاه دارویی ریحان مقدس(*Ocimum sanctum* L).

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول گیاه (cm)	طول میانگره(cm)	طول برگ(cm)	عرض برگ(cm)
شوری	۲	۲۶۵/۵۶**	۵/۱۵**	۷/۹۶**	۴/۳۴**
تیتانیوم‌دی‌اکسید	۲	۶۲/۱۰**	۲/۳۸**	۱/۴۴**	۱/۲۸**
تیتانیوم‌دی‌اکسید*شوری	۴	۲/۲۲**	۰/۱۷**	۰/۲۶**	۰/۰۰۵^{ns}
خطا	۱۸	۰/۶۹	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۱

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪.

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمار تنش شوری و محلول‌پاشی (TiO_2) بر برخی صفات مورفولوژی گیاه ریحان مقدس (*Ocimum sanctum* L).

تنش	TiO_2	طول گیاه(cm)	طول میانگره(cm)	طول برگ(cm)	عرض برگ(cm)
	۰	۲۸/۱۲^{b}	۴/۵۱^{bc}	۴/۷۶^{b}	۳/۵^{bc}
صفر	۱۰۰	۳۰/۱۱^{a}	۴/۸^{b}	۵/۴۳^{a}	۳/۸^{b}
	۲۰۰	۳۱/۴۳^{a}	۵/۲۴^{a}	۶/۰۳^{a}	۴/۲۳^{a}
	۰	۲۰/۳۱^{de}	۳/۵۵^{e}	۴/۲۶^{bc}	۲/۸^{d}
۴۰	۱۰۰	۲۴/۲۳^{c}	۴/۰۶^{d}	۴/۴۶^{bc}	۳/۲^{c}
	۲۰۰	۲۶/۹۴^{b}	۴/۴۳^{cd}	۴/۴۱^{bc}	۳/۶^{b}
	۰	۱۶/۱۲^{f}	۲/۷۳^{g}	۳/۰۳^{e}	۲/۰۶^{e}
۸۰	۱۰۰	۱۹/۲۱^{e}	۳/۱۴^{f}	۳/۵۳^{de}	۲/۵۱^{d}

۲۰۰	۲۱/۸۳^{d}	۴/۲۱^{cd}	۴/۱۳^{cd}	۲/۸۲^{d}

نتیجه‌گیری

محلول‌پاشی نانوذره TiO_2 در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌طور معنی‌داری اثرات منفی تنش شوری (۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار) را بر صفات مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، طول میان‌گره، طول و عرض برگ) و رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیلa ، b، کل و کاروتنوئیدها) در ریحان مقدس کاهش داد. این اثرات مثبت عمدتاً از طریق افزایش کارایی فتوسنتز و کاهش استرس اکسیداتیو حاصل شد. تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر TiO_2 در شوری ۴۰ میلی‌مولار بهترین نتایج را ارائه کرد، در حالی که در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اثرات مثبت کاهش یافت؛ موضوعی که اهمیت انتخاب دوز بهینه را نشان می‌دهد. یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که استفاده از غلظت‌های بهینه نانوذرات TiO_2 می‌تواند مقاومت گیاه ریحان مقدس را در برابر تنش شوری بهبود بخشد.

منابع

رنجبر غلامحسن و پیرسته انوشه هادی. ۱۳۹۴. نگاهی به تحقیقات شوری در ایران با تأکید بر بهبود تولید گیاهان زراعی. نشریه علوم زراعی ایران، ۱۷(۲): ۱۶۵-۱۷۸.

Abeywardhana, K.W., Abeysinghe, D.C., Dharmadasa, R.M. and Aththanayake, A.M.L. 2014. Determination of optimum maturity stage for *Ocimum sanctum* L. grown under different growing systems in terms of therapeutically active secondary metabolites. World Journal of Agricultural Research, 2(4): 159–162.

Gohari, G., Mohammadi, A., Akbari, A., Panahirad, S., Dadpour, M.R., Fotopoulos, V. and Kimura, S. 2020. Titanium dioxide nanoparticles (TiO_2 NPs) promote growth and ameliorate salinity stress effects on essential oil profile and biochemical attributes of *Dracocephalum moldavica*. Scientific Reports, 10(1): 912.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany, 78(3): 389–398.

Narwal, S., Rana, A.C., Tiwari, V., Gangwani, S. and Sharma, R. 2011. Review on chemical constituents and pharmacological action of *Ocimum kilimandscharicum*. Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences, 1: 287–293.

Singh, V., Amdekar, S. and Verma, O. 2010. *Ocimum sanctum* (Tulsi): Bio-pharmacological activities. WebmedCentral Pharmacology, 1(10): WMC001046.

Prasad, S.M., Singh, S., Srivastava, A.K. and Ram, S.S. 2024. Foliar application and root dipping of SiO_2 or TiO_2 nanoparticles improves growth, physiology, and biochemical responses of *Ocimum sanctum* L. Frontiers in Plant Science, 15: 1335965.

Tighe-Neira, R., Reyes-Díaz, M., Nunes-Nesi, A., Lana-Costa, J., Recio, G., Carmona, E.R. and Inostroza-Blancheteau, C. 2024. Physiological and agronomical traits effects of titanium dioxide nanoparticles in seedlings of *Solanum lycopersicum* L. BMC Plant Biology, 24(1): 146.

Studying the effect of foliar spraying of titanium dioxide nanoparticles on photosynthetic pigments and some growth characteristics of the medicinal plant Holy Basil (*Ocimum sanctum* L.) under salt stress

Mostafa rasti[1], mohamad moghadam[1*] and Rasoul narimani[1]
1.Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[*]*Corresponding Author: m.moghadam@um.ac.ir*

Abstract

In order to investigate the effect of titanium dioxide nanoparticles on the growth and phytochemical changes of the medicinal plant Holy Basil under salinity stress, a factorial experiment based on a completely randomized design was conducted in the greenhouses of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. This experiment was conducted at three levels of salinity stress (0, 40, 80 mM) and three levels of titanium dioxide nanoparticle foliar application (0, 100, 200 mg/L) with three replications. The results showed that salinity stress at levels (40 and 80 mM) significantly reduced morphological traits including plant height, internode length, and leaf length and width in Holy Basil. The highest levels of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, and total chlorophyll were observed in the 40 mM treatment and foliar application of 200 mg/L titanium dioxide, and the lowest levels of chlorophyll a, carotenoids, and total chlorophyll were observed in the 80 mM salt treatment without foliar application of titanium dioxide. According to the results of this study, foliar application of titanium dioxide at a concentration of 200 mg/L may have modulating effects on the growth processes of Holy Basil under salt stress.

Keywords: Titanium dioxide nanoparticles, Photosynthetic pigments, Salinity stress, Holy basil.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

قابلیت‌ها و چالش‌های تولید و توسعه بازار گل محمدی در دشت لایزنگان استان فارس

مقصود شاهی[۱*]، محمد بادسار[۱]، علی شمس[۱] و حسین زینلی[۲]

۱- گروه ترویج، ارتباطات و توسعه روستایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

۲- بخش تحقیقات گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *shahi.m@znu.ac.ir*

چکیده

دشت لایزنگان در جنوب استان فارس، به عنوان بزرگترین دیمزار گل محمدی (*Rosa damascene* mill) در جهان، از ظرفیت‌های منحصر به فردی در تولید این گیاه دارویی برخوردار است. هدف این پژوهش، شناسایی و تحلیل قابلیت‌ها و چالش‌های توسعه پایدار تولید و ارتقای بازار گل محمدی در این منطقه است. پژوهش به روش کیفی و با استفاده از داده‌های حاصل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با کشاورزان، کارشناسان محلی و فعالان فرآوری و بازار گل محمدی انجام شد. همچنین، مشاهدات میدانی و نشست‌های بحث گروهی متمرکز (FGD) به غنای داده‌ها افزود. یافته‌ها نشان می‌دهد که عواملی همچون اقلیم مساعد، دانش بومی، تجربه چندین ساله در کشت دیم، و ساختار اجتماعی همبسته، از جمله قابلیت‌های اصلی منطقه هستند. در مقابل، چالش‌هایی چون کمبود آب، ضعف زیر ساخت‌های فرآوری، محدودیت دسترسی به بازارهای پایدار و نبود سیاستهای حمایتی منسجم مانع توسعه پایدار و تداوم پذیری تولید گل محمدی شده‌اند. تحلیل نهایی با رویکرد SWOT انجام شد و راهکارهایی مانند توسعه زیرساخت‌های پس از برداشت، حمایت از کشاورزی قراردادی، بهبود نظام بازاریابی و آموزش هدفمند کشاورزان پیشنهاد شد. همچنین این پژوهش بر ضرورت طراحی برنامه‌های توسعه محور، متکی بر ظرفیت‌های بومی و مشارکت محور در دشت لایزنگان تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: گل محمدی، دشت لایزنگان، توسعه پایدار، تحلیل کیفی، زنجیره ارزش.

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی به دلیل منافع بهداشتی و ملاحظات اقتصادی به موضوعی با اهمیت تبدیل شده است (راسخ جهرمی و نورانی آزاد، ۱۴۰۰) آمارهای جهانی نشان می‌دهند که با وجود پیشرفت‌های جدید در علوم شیمی و داروسازی، نه تنها میزان کشت و تولید گیاهان دارویی کاهش نیافته است، بلکه تولید و مصرف آنها در حال افزایش است. به طوری که طبق آمار سازمان بهداشت جهانی، امروزه ۸۰ درصد از مردم جهان برای درمان مشکلات بالینی خود به گیاهان دارویی مراجعه می‌کنند (Shariatzadeh et al., 2025). بنابراین بازار داروهای گیاهی با توجه به احیای روش‌های سنتی و تغییر سیستم‌های بهداشت و درمان، با سرعت چشمگیری رشد کرده است، که این امر موجب شده این گیاهان از اهمیت اقتصادی بالایی نیز برخوردار شوند (Mehrnia et al., 2021). به بیانی دیگر همزمان با افزایش نگرانی‌ها نسبت به اثرات جانبی داروهای شیمیایی، گرایش به درمان‌های طبیعی و مکمل، چه در جوامع توسعه یافته و چه در کشورهای در حال توسعه رو به افزایش بوده است (Ekor, 2014). در نهایت گیاهان دارویی نه تنها در زمینه سلامت فردی، بلکه در ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و فرهنگی نیز نقش چشمگیری ایفا می‌کنند.

یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و معطر جهان، گل محمدی (Rosa *damascena* Mill) است. این گیاه با پیشینه‌ای چند هزار ساله، به واسطه کاربردهای گسترده در صنایع گلاب‌گیری، اسانس گیری، داروسازی، لوازم آرایشی و حتی طب سنتی، از جایگاه استراتژیک در کشاورزی نوین و اقتصاد زیستی برخوردار است (Loghmani et al., 2022). امروزه کشورهای متعددی نظیر بلغارستان، ترکیه، ایران، هند و مراکش در زمینه تولید گل محمدی فعالیت دارند، اما ایران با داشتن اقلیم متنوع و فرهنگ دیرینه‌ی کشت و بهره‌برداری از این گیاه، همچنان به عنوان اولین، بزرگترین و اصلی‌ترین تولیدکننده گل محمدی و گلاب در جهان شناخته می‌شود.

طبق آمارهای دفتر طرح ملی گیاهان دارویی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۳، بیش از ۳۰ هزار هکتار از اراضی سرزمین پهناور ایران، زیر کشت گل محمدی قرار دارد. در این میان، استان فارس یکی از مناطق پیشرو در تولید و فرآوری این گیاه به شمار می‌رود. شهرستان داراب به ویژه دشت لایزنگان، از سالیان سال به عنوان قطب تولید گل محمدی در کشور مطرح است. به بیانی دیگر دشت پهناور و کوهستانی لایزنگان، با بیش از ۴۰۰۰ هکتار وسعت و تولید سالانه چند صد تُن گل تازه، بزرگترین دیم‌زار گل محمدی در جهان است. نکته قابل تامل آنجاست که اهمیت منطقه لایزنگان شهرستان داراب صرفاً در گستره‌ی فیزیکی آن خلاصه نمی‌شود. در این دشت، کشاورزی بر پایه دانش بومی، تجربه نسل به نسل، و نقش آفرینی زنان روستایی و عوامل متعدد فرهنگی، اجتماعی شکل گرفته است. این منطقه نمونه‌ای کم نظیر از تعامل انسان و طبیعت در شرایط کم آبی، اقتصاد روستایی و تولید پایدار است. با این حال، در این منطقه نیز همچون یافته های مطالعات دیگر چالش‌هایی چون خشکسالی‌های متوالی، عدم یکپارچگی زمین‌ها، ضعف در زیرساخت فرآوری و بسته‌بندی، نبود نشان تجاری ملی یا منطقه‌ای و بازاریابی سنتی، رشد و پایداری این نظام تولیدی را تهدید می‌کند (Shahbazi et al., 2023).

با توجه به ظرفیت‌های بی‌نظیر دشت لایزنگان و در عین حال آسیب‌پذیری آن، ضرورت دارد که پژوهش‌های دقیق میدانی برای شناخت وضعیت موجود، تحلیل چالش‌ها و شناسایی فرصت‌ها انجام شود. پژوهش حاضر در همین راستا، با رویکرد کیفی و بهره‌گیری از داده‌های میدانی، در پی آن است که قابلیت‌ها و موانع توسعه تولید پایدار و توسعه بازار گل محمدی در دشت لایزنگان را بررسی کرده و راهکارهایی متناسب با شرایط بومی منطقه ارائه دهد.

روش تحقیق

این پژوهش از نوع کیفی بوده و با رویکرد نظریه داده بنیاد (Grounded Theory) انجام شده است. هدف این رویکرد، تولید نظریه‌ای بومی سازی شده بر اساس داده‌های میدانی و تجربیات زیسته مشارکت‌کنندگان است. استفاده از روش کیفی در مطالعات مربوط به توسعه پایدار و توسعه روستایی، به‌ویژه در مناطقی که داده‌های کمی محدود یا ناکافی‌اند، ابزار مناسبی برای فهم عمیق زمینه‌ها و روابط علی است (Corbin & Strauss, 2015 ؛Charmaz, 2014).

جامعه‌ی آماری پژوهش را کشاورزان، بهره‌برداران، کارشناسان، فرآوری‌کنندگان، فعالان بازار و اعضای تعاونی‌های مرتبط با گل محمدی در دشت لایزنگان تشکیل دادند. روش نمونه‌گیری، هدفمند از نوع گلوله برفی بود و تا اشباع نظری ادامه یافت. در مجموع، ۲۵ مصاحبه نیمه ساختار یافته با مشارکت کنندگان اصلی و کلیدی انجام شد.

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها شامل:

- مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته: با محوریت پرسش‌هایی پیرامون تجربه کشت، مشکلات تولید، بازار، فرآوری، نقش نهادها، دانش بومی و آینده‌نگری،
- مشاهده‌ی میدانی و مشارکتی در گلستان‌ها، کارگاه‌ها واحدهای فرآوری سنتی و صنعتی گل محمدی؛
- جلسات متعدد بحث گروهی متمرکز (FGD) با کشاورزان و گلستان دارهای فعال زن و مرد، به منظور واکاوی نگرش‌ها و طرح مسائل مشترک.
- شایان ذکر است تمامی گفت‌وگوها با رضایت مشارکت‌کنندگان و کاملا محرمانه ضبط، پیاده سازی و کد گذاری شد.

برای تحلیل داده‌ها از روش کدگذاری سه‌مرحله‌ای شامل کدگذاری باز، محوری و انتخابی استفاده شد. پس از شناسایی مفاهیم اولیه، مقوله‌های میانی و محوری استخراج و در قالب مدل پارادایمی (علت‌ها، زمینه‌ها، شرایط مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها) تنظیم گردید و نرم‌افزار MAXQDA 2022 جهت سازماندهی و تحلیل داده‌های کیفی مورد استفاده قرار گرفت. در ضمن برای اطمینان از اعتبار داده‌ها از روش بازبینی مشارکت‌کنندگان (Member Check)، تثلیث سازی (Triangulation) منابع اطلاعاتی و مرور همتایان (Peer Debriefing) استفاده شد. همچنین، تیم پژوهش تلاش نمود با ثبت دقیق مشاهدات و یادداشت‌های میدانی، قابلیت پیگیری پذیری (Auditability) و انتقال‌پذیری (Transferability) را نیز ارتقاء دهد (Lincoln & Guba, 1985).

یافته‌های پژوهش

۱. وضعیت تولید گل محمدی در لایزنگان

دشت لایزنگان با وسعت بیش از ۴۰۰۰ هکتار گلستان دیم گل محمدی، بزرگ‌ترین پهنه تولید دیم این گیاه ارزشمند در جهان محسوب می‌شود. این دشت در شرایط اقلیمی کوهستانی با تابستان‌های نسبتاً خشک و زمستان‌های سرد قرار دارد و خاک‌های نسبتاً سبک و کم‌عمق آن، همراه با بارش‌های نامنظم، نظام تولید را به بهره‌برداری کاملاً دیم محدود کرده است. بهره‌برداران منطقه عمدتاً کشاورزان خرد و خانوادگی هستند که تجربه‌ای چندین بسیار کهن و قدیمی در کشت و نگهداری گل محمدی دارند و دانش بومی آن‌ها در مدیریت خاک، هرس، کنترل آفات، و زمان‌بندی برداشت به شکل سنتی و دقیق به کار گرفته می‌شود. متوسط عملکرد گل‌تر در این منطقه بین ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است که نشان‌دهنده حساسیت بالای تولید به شرایط اقلیمی و بارندگی است. یکی از کشاورزان در توصیف دشواری‌های منطقه می‌گوید: «آب نداریم ولی دل داریم...سال‌هایی که باران خوب باشد، محصول خوبی برداشت می‌کنیم؛ سال خشک باشد، باید با دعا و امید سر کنیم.»

نظام تولید در لایزنگان کاملاً دیم و وابسته به نزولات جوی است و استفاده از نیروی کار خانوادگی و دانش بومی، مدیریت خاک و تغذیه گیاه، هرس، و برداشت گل، نمایانگر پیوند قوی بین سنت و پایداری بوم‌شناختی است. با وجود مشقت زیاد و محدودیت‌های اقلیمی، ظرفیت‌های طبیعی و دانش بومی موجود در منطقه نشان می‌دهد که امکان ارتقای عملکرد و افزایش پایداری تولید با اعمال مدیریت علمی، آموزش کشاورزان و بهره‌گیری از تکنیک‌های نوین، کاملاً وجود دارد و این دشت می‌تواند به نمونه‌ای موفق از تولید پایدار دیم گل محمدی در سطح ملی و بین‌المللی تبدیل شود.

۲. چالش‌های تولید پایدار

الف) بحران اقلیم و خشکسالی‌های متوالی

نخستین و شاید جدی‌ترین بحران در منطقه لایزنگان، مسئله اقلیم و تأثیر خشکسالی‌های متوالی بر تولید گل محمدی است. این منطقه که در اقلیم کوهستانی و نیمه‌خشک قرار دارد، همواره با محدودیت منابع آبی مواجه بوده، اما در سال‌های اخیر شدت کاهش بارش و تغییر الگوی بارندگی، فشار مضاعفی بر کشاورزی محلی وارد کرده است. بارش‌های نامنظم، وقوع باران‌های سنگین و کوتاه‌مدت به‌جای بارش‌های ملایم و پیوسته، و افزایش دمای میانگین سالانه، نه تنها رشد و گل‌دهی بوته‌ها را مختل کرده بلکه زمان برداشت را نیز کوتاه‌تر و پرریسک‌تر ساخته است. خشکسالی‌های پی‌درپی موجب کاهش رطوبت خاک، افت عملکرد و حتی خشکیدگی تدریجی برخی بوته‌ها در اراضی دیم شده است. در این شرایط، کشاورزان با وجود برخورداری از تجربه و دانش بومی، در تأمین آب تکمیلی و اتخاذ روش‌های سازگار با تغییرات اقلیمی، با محدودیت‌های مالی و فنی مواجه‌اند. این بحران اقلیمی اگرچه یک تهدید جدی برای آینده تولید گل محمدی در لایزنگان به شمار می‌رود، اما می‌تواند با برنامه‌ریزی علمی، به‌کارگیری سامانه‌های آبیاری کم‌مصرف، احیای قنات‌ها و استفاده از ظرفیت‌های همیاری محلی برای سازگاری با شرایط جدید، تا حدی مهار و به فرصتی برای بازآفرینی الگوی کشت پایدار تبدیل شود.

ب) فقدان یکپارچگی و بهره‌برداری خرد

در مشاهدات میدانی از لایزنگان، بحران فقدان یکپارچگی اراضی و بهره‌برداری خرد، بیشتر از آن که نتیجه تقسیم ارث یا تغییرات مالکیتی باشد، به ساختار طبیعی و زیست‌بوم منطقه باز می‌گردد. دیم‌زارهای وسیع این ناحیه عمدتاً در دامنه‌ها و اراضی شیب‌دار کوهستانی پراکنده‌اند، به‌گونه‌ای که حتی اگر مالکیت زمین‌ها متمرکز باشد، شکل و موقعیت جغرافیایی آن‌ها اجازه ایجاد کشت‌های کاملاً یکپارچه و مکانیزه را نمی‌دهد. این الگوی پراکندگی طبیعی، همراه با روش‌های سنتی کاشت و برداشت، باعث شده مدیریت مزارع و افزایش بهره‌وری با چالش جدی روبه‌رو شود. در چنین شرایطی، ادامه بهره‌برداری به شیوه‌های سنتی، بدون نوآوری و تغییر نگرش، نه تنها بازده را محدود می‌کند بلکه مانع استفاده کامل از ظرفیت‌های تولیدی منطقه می‌شود. برای عبور از این بحران، لازم است مدل‌های نوین متناسب با اقلیم و توپوگرافی منطقه طراحی شود؛ از جمله توسعه خوشه‌های تولیدی با مدیریت مشترک، به‌کارگیری فناوری‌های سبک و سازگار با اراضی

شیب‌دار، و ایجاد سیستم‌های جمعی برای فرآوری و بازاریابی محصول. چنین رویکردی می‌تواند ضمن حفظ زیست‌بوم خاص لایزنگان، بهره‌وری را افزایش داده و امکان رقابت پایدار در بازار گل محمدی را فراهم سازد.

ج) ضعف در فرآوری و ارزش افزوده

یکی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه گل محمدی در لایزنگان، فقدان کامل فرآوری و خلق ارزش افزوده است. مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که تمام محصول تولیدی منطقه به‌صورت خام و بدون هیچ فرآوری محلی به واسطه‌ها فروخته می‌شود. کشاورزان صرفاً گل‌های تازه را برداشت می‌کنند و این محصول، بدون ایجاد هیچ ارزش افزوده‌ای، به بازارهای پایین دست منتقل می‌شود. این وضعیت موجب می‌شود که سود اقتصادی قابل توجهی که می‌توانست از طریق تولید محصولات فرآوری شده مثل گلاب با کیفیت بالا، اسانس، عرقیات متنوع و محصولات جانبی خوراکی یا آرایشی ایجاد شود، کاملاً از دست برود. به بیان دیگر، ظرفیت بالقوه اقتصادی و پتانسیل توسعه منطقه به دلیل نبود زیرساخت‌ها و فناوری‌های فرآوری، هیچ‌گاه بالفعل نمی‌شود. لذا نبود تجهیزات و تا حدود زیادی دانش فرآوری، نبود بسته بندی استاندارد، عدم دسترسی به شبکه‌های بازاریابی و فقدان برندینگ، باعث شده است که تمامی ارزش اقتصادی محصول در دست واسطه‌ها باقی بماند. این خام فروشی مزمن نه تنها موجب کاهش درآمد کشاورزان می‌شود، بلکه انگیزه آنان برای سرمایه‌گذاری در حفظ کیفیت محصول و گسترش سطح زیرکشت را نیز کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر، بدون وجود فرآوری محلی، زنجیره ارزش گل محمدی در لایزنگان به‌طور کامل شکسته شده و منطقه از توسعه پایدار اقتصادی محروم می‌ماند.

همچنین، فقدان هرگونه فرآوری سنتی یا صنعتی، مانع از شکل‌گیری برند منطقه‌ای و معرفی لایزنگان در بازارهای داخلی و بین‌المللی می‌شود. حتی فرصت‌های بالقوه برای ایجاد گردشگری روستایی مرتبط با تولید و برداشت گل محمدی نیز به دلیل نبود محصول فرآوری‌شده جذاب و باکیفیت از دست می‌رود. گردشگرانی که به دنبال تجربه برداشت گل، بازدید از کارگاه‌های سنتی و خرید محصولات محلی هستند، هیچ انگیزه‌ای برای حضور در منطقه ندارند، زیرا هیچ محصول فرآوری‌شده و آماده فروش وجود ندارد که تجربه آنها را کامل کند. در نتیجه، توسعه اقتصادی و اجتماعی لایزنگان بدون ایجاد فرآوری محلی و زنجیره ارزش کامل غیر ممکن به نظر می‌رسد. این وضعیت نیازمند ورود فوری برنامه‌ها و سیاست‌های حمایتی، ایجاد کارگاه‌های فرآوری، آموزش کشاورزان و توسعه بسته بندی و بازاریابی حرفه‌ای است تا ظرفیت بالقوه منطقه برای خلق ارزش افزوده بالفعل شود و سود اقتصادی مستقیماً به دست تولیدکنندگان برسد. تنها از این طریق است که لایزنگان می‌تواند به‌عنوان یک مرکز تولید گل محمدی با ارزش افزوده بالا مطرح شود و جایگاه خود را در بازارهای ملی و بین‌المللی تثبیت کند.

د) مشکلات بازار، برند و بسته‌بندی

یکی دیگر از مهم‌ترین چالش‌های تولید گل محمدی در دشت لایزنگان، ضعف شدید در زنجیره ارزش، فرآوری و بازاریابی است. تولیدکنندگان گل محمدی عمدتاً به فروش خام گل وابسته‌اند و واحد صنعتی یا نیمه‌صنعتی متناسب با ظرفیت تولید گا محمدی برای فرآوری محصول وجود ندارد. در نتیجه، تمام محصول از طریق واسطه‌ها و دلالان به بازارهای شهری و حتی برون‌مرزی منتقل می‌شود و کشاورزان هیچ کنترلی بر قیمت و سود حاصل ندارند. این وضعیت، علاوه بر کاهش انگیزه تولید، مانع ایجاد ارزش افزوده و توسعه پایدار اقتصادی می‌شود. از طرف دیگر، مسئله برندینگ و بسته‌بندی کاملاً مغفول مانده است. هیچ نام تجاری یا برند معتبر منطقه‌ای برای گل محمدی لایزنگان وجود ندارد. این موضوع باعث شده محصول منطقه نتواند جایگاه رقابتی در بازارهای داخلی و بین‌المللی پیدا کند.

۳. قابلیت‌ها و فرصت‌های توسعه‌ای

الف) پتانسیل اقلیم و تنوع ژنتیکی

رطوبت شبانه، تابش ملایم آفتاب صبحگاهی و خاک آهکی سبک منطقه در کنار تلاش و کوشش بسیار زیاد مردمان محلی و قابلیت های زمینه ای شرایطی ایده‌آل برای فرآوری گل محمدی و تولید اسانس از این محصول ارزشمند را فراهم کرده است. همچنین، وجود ارقام بومی مقاوم به کم آبی به عنوان یک مزیت ژنتیکی خاص تلقی می گردد. به بیانی دیگر اقلیم لایزنگان از نظر پتانسیل کشت گل محمدی، ویژگی‌های کم‌نظیری دارد که آن را در زمره مناطق خاص جهان برای تولید این محصول قرار می‌دهد. ارتفاع مناسب از سطح دریا،

زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک، همراه با بارش‌های محدود اما متمرکز در فصل‌های حساس رشد، شرایطی را فراهم کرده که گل محمدی در این منطقه عطر و اسانس غلیظ‌تری نسبت به بسیاری از مناطق دیگر به دست آورد. این اقلیم دیم‌خیز، با وجود محدودیت منابع آبی، موجب شده گیاه به صورت طبیعی به کم آبی مقاوم شود و کیفیت گل‌ها از نظر ترکیبات معطر و میزان اسانس به حد بالایی برسد. همچنین نور فراوان و اختلاف دمای شب و روز، فرایند سنتز ترکیبات معطر را تقویت می‌کند. هرچند تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های پی‌درپی تهدیدی جدی برای این مزیت طبیعی به شمار می‌رود، اما با مدیریت صحیح منابع و استفاده از روش‌های بومی و نوین سازگار با اقلیم، می‌توان این سرمایه زیست‌محیطی را به شکلی پایدار حفظ و به مزیت رقابتی منطقه در بازار جهانی تبدیل کرد.

ب) دانش بومی و انسجام اجتماعی

دانش بومی و انسجام اجتماعی دو رکن اساسی در موفقیت و پایداری توسعه کشت گل محمدی در جوامع روستایی به شمار می‌آیند، زیرا دانش بومی حاصل نسل‌ها تجربه و انطباق کشاورزان با شرایط اقلیمی، خاکی و زیستی منطقه است و شامل مجموعه‌ای از مهارت‌ها، باورها، روش‌های سنتی کاشت، داشت و برداشت، مدیریت منابع آب و خاک، و حتی شیوه‌های فرآوری و نگهداری گل است که اغلب با شرایط خاص هر منطقه سازگار و کم‌هزینه‌تر از فناوری‌های وارداتی است. این دانش، به ویژه در گل محمدی که گیاهی حساس به شرایط محیطی و نیازمند مدیریت دقیق است، نقشی تعیین‌کننده در کاهش ریسک، افزایش بهره‌وری و حفظ کیفیت محصول دارد. در کنار این، انسجام اجتماعی که خود را در همکاری‌های گروهی، همیاری‌های سنتی، نهادهای محلی و شبکه‌های اعتماد بین کشاورزان نشان می‌دهد، بستری برای تبادل دانش، تقسیم منصفانه منابع، هم‌افزایی در بازاریابی و مقاومت جمعی در برابر تهدیدها و نوسانات بازار فراهم می‌سازد. هنگامی که این دو عامل به شکل هم زمان و هماهنگ عمل کنند، روستاها قادر خواهند بود ضمن حفظ هویت فرهنگی خود، با رویکردی پایدار و مشارکتی به توسعه زنجیره ارزش گل محمدی پرداخته و جایگاه خود را در بازارهای ملی و حتی جهانی تثبیت کنند.

لذا در مشاهدات میدانی تیم تحقیق از لایزنگان، به‌وضوح می‌توان ردپای ارزشمند دانش بومی و بذرهای انسجام اجتماعی را در میان کشاورزان دید؛ دانشی که در شیوه‌های سنتی کاشت و داشت گل محمدی، زمان‌بندی دقیق برداشت، و حتی روش‌های بومی نگهداری گل و فرآوری آن نهفته است. هرچند امروز این ظرفیت‌ها به دلیل چالش‌های اقتصادی، کاهش انگیزه جمعی، و ضعف در ساختارهای همکاری محلی، به شکلی محدود و پراکنده به کار گرفته می‌شوند، اما پتانسیل آن برای تبدیل‌شدن به موتور محرک توسعه منطقه بسیار بالاست. انسجام اجتماعی، هرچند در مقایسه با گذشته کمرنگ‌تر شده، اما هنوز در شکل روابط خانوادگی، پیوندهای همسایگی و احترام به کشاورزان با تجربه وجود دارد و می‌تواند با برنامه‌ریزی و حمایت هدفمند، دوباره فعال و منسجم شود. توجه و سرمایه‌گذاری در احیای این سرمایه‌های اجتماعی و فرهنگی، نه تنها به تقویت تولید و کیفیت گل محمدی می‌انجامد، بلکه می‌تواند لایزنگان را از وضعیت رکود فعلی به مسیر شکوفایی و پایداری بازگرداند.

ج) ظرفیت برندسازی و گردشگری روستایی

همانطور که در بخش های قبلی نیز تشریح شد دشت لایزنگان با داشتن بزرگ‌ترین دیم‌زار گل محمدی جهان، نه تنها از نظر تولید و کیفیت محصول دارای جایگاه ویژه است، بلکه ظرفیت‌های بالقوه‌ای برای برندسازی و توسعه گردشگری روستایی دارد که می‌تواند آینده اقتصادی و اجتماعی منطقه را متحول کند. چشم‌انداز وسیع مزارع گل در دامنه‌ها و دشت‌های وسیع، به‌ویژه در فصل گل‌دهی، صحنه‌ای کم‌نظیر برای عکاسی، فیلم‌برداری و تبلیغات است؛ منظره‌ای که می‌تواند به نماد تصویری منطقه و حتی برند ملی تبدیل شود. از سوی دیگر، سبک زندگی و فرهنگ کاری کشاورزان، آیین‌های سنتی برداشت گل محمدی و روش‌های قدیمی گلاب‌گیری و تقطیر، همه عناصری هستند که ارزش فرهنگی و گردشگری بالایی دارند. برندسازی هوشمندانه با محوریت «گل محمدی دیم لایزنگان» می‌تواند شامل ثبت نشان جغرافیایی محصول، طراحی بسته‌بندی منحصر به فرد، روایت داستان منطقه و معرفی پیشینه تاریخی آن باشد. در کنار این، توسعه گردشگری روستایی با برگزاری جشنواره‌های سالانه گل‌چینی، برپایی کارگاه‌های آموزشی برای گردشگران، تورهای تجربه‌محور شامل مشارکت در برداشت گل و فرآوری آن، و ایجاد بازارچه‌های محلی برای فروش مستقیم محصولات، می‌تواند ارزش افزوده چشمگیری ایجاد کند. این فرآیند نه تنها موجب افزایش درآمد کشاورزان و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید می‌شود، بلکه با جذب گردشگران داخلی و خارجی،

موجب معرفی جهانی لایزنگان و تثبیت جایگاه آن به عنوان «پایتخت جهانی گل محمدی دیم» خواهد شد؛ جایگاهی که با مدیریت هدفمند و سرمایه‌گذاری فرهنگی و اقتصادی، می‌تواند از یک شعار تبلیغاتی فراتر رفته و به یک واقعیت پایدار اقتصادی و اجتماعی بدل گردد.

نتایج

یافته‌های این پژوهش نشان داد که دشت لایزنگان علی‌رغم محدودیت‌های اکولوژیک و اقتصادی، به دلیل برخورداری از منابع بومی، اقلیم خاص و تجربه تاریخی در تولید گل محمدی، دارای پتانسیل‌های منحصر به فردی است. نتایج با مطالعات Karami et al. (۲۰۲۱) و Bagheri et al. (۲۰۲۳) همسوست که بر نقش دانش بومی، مشارکت خانوادگی و موانع بازار در تولید پایدار تأکید کرده‌اند. مطالعه Zarei et al. (۲۰۲۲) نیز به اهمیت پیوند زنجیره ارزش، تنوع فرآوری و صادرات مستقیم در ارتقای درآمد کشاورزان گل محمدی کار اشاره کرده و نشان داده است که نبود شفافیت در زنجیره تأمین یکی از عوامل مهم عدم پایداری اقتصادی است. همچنین مقایسه با مطالعات جهانی نظیر Chalchat et al. (۲۰۲۱) درباره تولید گل محمدی در ترکیه و بلغارستان نیز نشان می‌دهد که در این کشورها توجه به اصلاح ژنتیکی، تقویت تعاونی‌ها و حضور فعال در بازارهای بین‌المللی موجب افزایش پایداری تولید شده است. این دشت نه تنها بزرگ‌ترین پهنه تولید دیم این گیاه در جهان محسوب می‌شود، بلکه یک زیست‌بوم اجتماعی و کشاورزی منحصر به فرد را نمایندگی می‌کند که در آن کشاورزان خرد، خانواده محور و دارای دانش بومی عمیق در هماهنگی با طبیعت فعالیت می‌کنند. یافته‌های میدانی نشان می‌دهد که ظرفیت‌های غیرمادی منطقه شامل تجربه تاریخی، مهارت‌های سنتی در مراقبت و هرس، و همبستگی اجتماعی میان بهره‌برداران هنوز به طور کامل مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار نگرفته است. این ظرفیت‌ها می‌توانند، اگر با راهکارهای نوآورانه و علمی تلفیق شوند، پایه‌ای برای پایداری اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیک منطقه باشند.

از منظر اقلیمی نیز، دشت لایزنگان با بارش محدود و موقعیت کوهستانی، نمونه‌ای از چالش‌های تولید دیم در شرایط خشک و ناپایدار است. این محدودیت‌ها نیازمند رویکردهای کشاورزی تطبیقی و مدیریت منابع طبیعی خلاقانه است که بتواند بهره‌وری را بدون تغییر بنیادی در زیست‌بوم افزایش دهد. هم‌زمان، ظرفیت‌های اقتصادی منطقه تنها در سطح خام‌فروشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و فقدان فرآوری، بسته‌بندی استاندارد و برندینگ حرفه‌ای، موجب اتلاف ارزش بالقوه محصول و وابستگی شدید به واسطه‌ها شده است.

جنبه‌ای که کمتر به آن پرداخته شده، ارتباط میان تولید گل محمدی و فرصت‌های توسعه گردشگری روستایی و فرهنگی است. دشت لایزنگان می‌تواند به یک مقصد تجربی و فرهنگی تبدیل شود که بازدیدکنندگان علاوه بر مشاهده فرآیند تولید، با فرهنگ، دانش بومی و تاریخچه کشاورزی منطقه آشنا شوند. این موضوع هم امکان ایجاد ارزش افزوده اقتصادی و هم حفظ هویت اجتماعی و فرهنگی منطقه را فراهم می‌کند. در نهایت، شواهد میدانی نشان می‌دهد که ترکیب ظرفیت‌های طبیعی، اجتماعی و فرهنگی با سیاست‌گذاری هوشمند، حمایت فنی و سرمایه‌گذاری هدفمند می‌تواند به یک مدل توسعه پایدار در دیم‌زارهای گل محمدی تبدیل شود. این مدل می‌تواند الگویی برای دیگر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران و حتی جهان باشد که به دنبال هم‌افزایی میان تولید پایدار، خلق ارزش افزوده و توسعه فرهنگی و اقتصادی هستند. توجه به ابعاد کمتر دیده‌شده مانند دانش بومی، انسجام اجتماعی، پتانسیل گردشگری، و فرصت‌های برند منطقه‌ای، ضروری است تا دشت لایزنگان از ظرفیت بالقوه خود به نحو کامل بهره‌برداری کند و نه تنها در تولید، بلکه در اقتصاد، فرهنگ و محیط زیست یک نمونه موفق و پایدار جهانی ارائه دهد. در ادامه تحلیل **SWOT** با تمرکز بر ظرفیت‌ها، چالش‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای تولید و توسعه گل محمدی به شکل جدول ۱ ارائه می‌گردد.

جدول ۱- تحلیل SWOT تولید پایدار و توسعه بازار گل محمدی در دشت لایزنگان.

عوامل خارجی	عوامل داخلی
فرصت‌ها (O)	**نقاط قوت (S)**

– ظرفیت طبیعی و اقلیمی مناسب – بهره‌گیری از دانش بومی و تجربه سنتی – امکان ایجاد فرآوری و ارزش افزوده محصولات – پتانسیل برندسازی و بسته‌بندی حرفه‌ای – توسعه گردشگری روستایی و فرهنگی – حمایت سیاستی و برنامه‌های توسعه‌ای	– وسعت زیاد دیم‌زار گل محمدی – تجربه و دانش بومی کشاورزان محلی – بهره‌برداری خانوادگی و تعهد بالا به کشت گل محمدی – پیوند قوی سنت با پایداری بوم‌شناختی – تنوع ژنتیکی و کیفیت بالای گل‌های تولیدی – توانایی تولید محصول بدون نیاز به سیستم‌های آبیاری پیچیده
تهدیدها (T)	**نقاط ضعف (W)**
– خشکسالی‌های متوالی و تغییرات اقلیمی – نوسانات قیمت در بازار و وابستگی به واسطه‌ها – کمبود سرمایه‌گذاری در صنایع تبدیلی و زیرساخت‌های تولید – رقابت با تولیدکنندگان گل محمدی با برند و بسته‌بندی حرفه‌ای در دیگر مناطق – مهاجرت نیروی کار جوان و کاهش توان نیروی انسانی محلی – تهدیدهای محیطزیستی ناشی از بهره‌برداری سنتی و محدودیت منابع طبیعی	– عملکرد پایین گل محمدی به دلیل محدودیت منابع آبی و شرایط دیم – نبود صنایع فرآوری و ارزش افزوده؛ خام‌فروشی کامل – ضعف در بسته‌بندی و برندینگ محصولات – محدودیت دانش فنی مدرن در مدیریت تولید و بازاریابی – نبود یکپارچگی و هم‌افزایی در زنجیره تولید و فروش – آسیب‌پذیری نسبت به نوسانات اقلیمی و خشکسالی‌های متوالی

راهکارهای پیشنهادی برای تولید پایدار و توسعه بازار گل محمدی در دشت لایزنگان

۱- بهبود فرآوری و خلق ارزش افزوده

- راه‌اندازی کارگاه‌های کوچک فرآوری گل محمدی برای تولید اسانس، گلاب و محصولات جانبی با کیفیت بالا.
- توسعه بسته‌بندی مدرن، جذاب و بهداشتی برای بازار داخلی و صادراتی.
- آموزش کشاورزان و کارگران محلی در تکنیک‌های فرآوری استاندارد و کنترل کیفیت.

۲- توسعه برندینگ و بازاریابی منطقه‌ای

- ایجاد برند واحد منطقه‌ای «گل محمدی دشت لایزنگان» با تمرکز بر اصالت و کیفیت.
- استفاده از بازاریابی دیجیتال و شبکه‌های اجتماعی برای معرفی محصولات به بازارهای داخلی و خارجی.
- حضور در نمایشگاه‌های تخصصی محصولات گیاهان دارویی.

۳- توسعه بازار صادراتی و زنجیره‌های تجاری

- شناسایی بازارهای خارجی با تقاضای بالای گل محمدی و فرآورده‌های آن توسط تشکل‌ها و تعاونی‌های محلی.
- همکاری با شرکت‌های صادراتی برای کاهش نقش واسطه‌ها و فروش مستقیم.
- ایجاد قراردادهای بلندمدت با صادرکنندگان گل محمدی برای تضمین پایداری بازار.

٤- استفاده از فناوری و نوآوری

- راه‌اندازی آزمایشگاه محلی یا مرکز تحقیق و توسعه کوچک برای بهبود کیفیت گل و فرآورده‌ها.
- معرفی تکنیک‌های خشک‌کردن، استخراج اسانس و نگهداری با بهره‌وری بالا و کم‌هزینه.
- استفاده از اپلیکیشن‌ها و پلتفرم‌های آنلاین برای فروش مستقیم و اطلاع‌رسانی به کشاورزان.

٥- تقویت دانش بومی و آموزش

- مستندسازی روش‌های سنتی کشاورزی و انتقال تجربیات کشاورزان قدیمی.
- برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای نسل جوان با محوریت بهره‌وری، نوآوری و کشاورزی پایدار.
- تشویق جوانان به مشارکت فعال در تولید و فرآوری با ارائه تسهیلات و مشوق‌های مالی.

٦- مدیریت منابع طبیعی و اقلیم

- ایجاد سیستم‌های ذخیره آب باران و مدیریت رطوبت خاک با مالچ‌پوشی و روش‌های خاک‌ورزی مناسب.
- اجرای تکنیک‌های بهینه برای کاهش اثر خشکسالی و سازگاری با شرایط کوهستانی.
- معرفی گونه‌های مقاوم‌تر و مدیریت زمان کشت و برداشت مطابق اقلیم منطقه.

۷- توسعه گردشگری و جذب ارزش غیرمستقیم

- برگزاری جشنواره‌ها و تورهای برداشت گل محمدی با حضور گردشگران داخلی و خارجی.
- ایجاد تجربه‌های تعاملی در مزرعه، مانند کارگاه‌های گلاب‌گیری و آشنایی با سنت‌های محلی.
- تبلیغ دشت لایزنگان به عنوان مقصد گردشگری فرهنگی و طبیعت‌گردی مرتبط با گل محمدی.

۸- تشکیل تعاونی‌ها و شبکه‌های همکاری

- ایجاد اتحادیه یا تعاونی گل محمدی برای هماهنگی تولید، فرآوری و بازاریابی.
- توسعه همکاری بین کشاورزان برای کاهش هزینه‌ها و افزایش قدرت چانه‌زنی در بازار.
- ارائه تسهیلات مالی و بیمه محصولات از طریق نهادهای محلی و دولتی.

۹- پایش و بهبود مستمر

- ایجاد سیستم پایش عملکرد تولید و کیفیت محصولات برای شناسایی نقاط ضعف و فرصت‌های بهبود.
- جمع‌آوری داده‌های میدانی برای تحلیل دوره‌ای و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد.
- تدوین برنامه‌های توسعه‌ای کوتاه‌مدت و بلندمدت با مشارکت همه ذی‌نفعان.

پیشنهادهای کلیدی

- سند توسعه منطقه‌ای گل محمدی لایزنگان: تدوین برنامه‌ای میان‌بخشی با مشارکت کشاورزان، دانشگاه‌ها، بخش خصوصی و نهادهای دولتی برای مدیریت زنجیره ارزش و احیای منابع طبیعی منطقه
- توسعه نظام‌مند تعاونی‌های تخصصی: ایجاد ساختارهای جمعی و منسجم برای تولید، فرآوری، بسته‌بندی و بازاریابی محصولات به‌ویژه در قالب برند واحد و نشان جغرافیایی ثبت‌شده
- سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های بومی‌محور: حمایت از تحقیقات میدانی در زمینه اصلاح ارقام بومی، افزایش مقاومت به خشکی و بهینه‌سازی فرآیندهای برداشت و تقطیر
- توسعه زیرساخت‌های آب و فناوری سبز: گسترش سامانه‌های نوین آبیاری، بهره‌گیری از آب‌بندها، جمع‌آوری آب باران و تسهیل استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر
- برندسازی فرهنگی و گردشگری گل: طراحی جشنواره‌های گل، تورهای آموزشی، اقامتگاه‌های بوم‌گردی و محصولات فرهنگی برای جذب گردشگران و ارتقای تصویر منطقه در بازارهای داخلی و جهانی.

بدین ترتیب، آینده‌ای پایدار برای گل محمدی در لایزنگان نه تنها ممکن، بلکه با برنامه‌ریزی مبتنی بر ظرفیت‌های بومی و دانش مشارکتی، در دسترس است.

منابع

Bagheri, A., Dehghan, M. and Azimi, M. 2023. Farmer knowledge and adaptive practices for sustainable rose cultivation in drylands of Iran. Sustainable Agriculture Research, 12(2): 101–115.

Chalchat, J.C. and Özkan, G. 2021. Essential oil profiles of Damask rose in Bulgaria and Turkey: A comparative study. Industrial Crops and Products, 165: 113471.

Charmaz, K. 2014. Constructing Grounded Theory. Sage Publications.

Corbin, J. and Strauss, A. 2015. Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory. Sage.

Ekor, M. 2014. The growing use of herbal medicines: Issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. Frontiers in Pharmacology, 4: 177.

Given, L.M. 2008. *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods*. Sage.

Jalali, R., Mohammadi, R. and Arzani, A. 2022. Agro-ecological assessment of *Rosa damascena* genotypes in dryland farming systems. Journal of Medicinal Plants and By-products, 11(2): 89–98.

Karami, E. et al. 2021. Land fragmentation and its impact on agricultural productivity: The case of rose cultivation in Darab. Iranian Journal of Agricultural Economics, 10(3): 33–49.

Lincoln, Y.S. and Guba, E.G. 1985. *Naturalistic Inquiry*. Sage.

Loghmani, B., Mohammadi, S. and Barzegar, M. 2022. Valorization of *Rosa damascena* in Iran: Production, extraction, and market analysis. Industrial Crops and Products, 186: 115192.

Mehrnia, M. et al. 2021. Diversity and economic value of medicinal plants in Iran: Challenges and opportunities. Frontiers in Sustainable Agriculture, 7(1): 34–42.

Rasekh Jahromi, A. and Nourani Azad, S. 2021. Non-parametric measurement of market structure and comparative advantage of Iran's medicinal plants exports and major trade partners. Journal of Industrial Economy Research, 5(16): 35–46.

Shahbazi, F., Afshari, H. and Azizi, M. 2023. Challenges in sustainable rose cultivation in semi-arid regions of Iran. Journal of Medicinal Plants and By-products, 12(1): 45–58.

Shariatzadeh, S. et al. 2025. Strategic pathways for Iran's medicinal plant sector and its impact on global trade. Agricultural Policy and Economic Research, 10(2): 88–103.

WHO. 2023. *Traditional Medicine Strategy 2023–2032*. Geneva: World Health Organization.

Zarei, M., Hosseini, S.J. and Damghani, A.M. 2022. Value chain analysis of *Rosa damascena* in arid regions of Iran. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 14(1): 15–26.

علوم باغبانی ایران

Assessment of the Capabilities and Challenges of Damask Rose Production and Market Development in the Laisengan Plain, Fars Province

Maghsud Shahi[1*], Mohammad Badsar[1], Ali Shams[1] and Hossein Zeynali[2]
1. Agricultural Development, Department of Extension, Communication and Rural Development, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2. Medicinal Plants Research Department, Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Ministry of Agriculture Jihad, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: shahi.m@znu.ac.ir*

Abstract

The Laizengan Plain, located in the south of Fars Province, is recognized as the world's largest rainfed cultivation area of Damask rose (Rosa *damascena*). This study aims to assess the potentials and challenges of developing the production and market systems of Damask rose in this unique region. A qualitative research approach was employed, using semi-structured interviews with farmers, local experts, and actors in processing and marketing, alongside field observations and focus group discussions (FGDs). The findings highlight major potentials such as favorable climate, traditional knowledge, long-standing experience in rainfed cultivation, and strong community cohesion. On the other hand, key challenges include water scarcity, inadequate post-harvest infrastructure, limited access to stable markets, and lack of integrated supportive policies. A SWOT analysis was used to synthesize the results, leading to strategic suggestions including the development of processing facilities, promotion of contract farming, improvement in marketing systems, and targeted farmer training. The study emphasizes the need for locally driven and participatory development strategies tailored to the unique conditions of Laizengan.

Keywords: Damask Rose, Laizengan, Sustainable development, Qualitative analysis, Value chain.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه روش میکرواستخراج با تک‌قطره و روش تقطیر با آب در استخراج ترکیبات اسانس گیاه دارویی پونه‌سا (*Nepeta haussknechtii* Bornm.)

مرضیه باباش‌پور اصل[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *babashpour@iau.ac.ir*

چکیده

گونه‌های جنس پونه‌سا (*Nepeta* sp.) از خانواده Lamiaceae، به دلیل خواص دارویی ارزشمندشان در طب سنتی جهانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این گونه‌ها، معروف به catmint یا catnip، در مناطق جنوب غربی آسیا (ایران و ترکیه) و هیمالیای غربی پراکنده‌اند و برای درمان عفونت‌های میکروبی، التهاب و بیماری‌های تنفسی به کار می‌روند. در ایران، گونه‌هایی از این جنس با داشتن ترکیباتی مانند ۱،۸-سینئول (تا ۷۱ درصد) و ایزومرهای نپتالاکتون برای خواص آرام‌بخشی، ضدنفخ و اثرات ضدمیکروبی استفاده می‌شوند. گونه *Nepeta haussknechtii* Bornm.، گونه اندمیک ایرانی، غنی از مونوترپن‌ها و سزکوئی‌ترپن‌هایی مانند *β*-کاریوفیلن و ژرانیول است که خواص زیستی قابل‌توجهی دارد. این مطالعه به مقایسه روش میکرواستخراج با تک‌قطره (SDME) و تقطیر با آب (HD) در استخراج اسانس *N. haussknechtii* پرداخته است. نتایج نشان داد که تکنیک SDME می تواند با موفقیت جهت استخراج و آنالیز ترکیبات اسانس موجود در این گیاه مورد استفاده قرار گیرد. در این روش ترکیباتی که دارای نقطه جوش پائین و ثابت هنری بالایی هستند، به راحتی استخراج و آنالیز می‌شوند و می‌توان تمام ترکیبات موجود در اسانس را استخراج و آنالیز نمود. مزیت این روش سادگی و سهولت کاربرد، زمان پیش تغلیظ کوتاه، مصرف کم حلال آلی، قابلیت اتوماسیون، هزینه پائین و برخی کاربردهای کموتاگزونومی در شناسایی گونه های گیاهی است.

واژه‌های کلیدی: استخراج سبز، ترکیبات فرار، تقطیر با آب، تیره نعناع.

مقدمه

گونه‌های گیاهی از جنس *Nepeta* (پونه‌سا)، متعلق به خانواده Lamiaceae، به طور سنتی به دلیل خواص دارویی‌شان ارزشمند بوده‌اند و به عنوان منابع ترکیبات زیست‌فعال در شیوه‌های قومی-پزشکی جهانی عمل می‌کنند (Salehi et al., 2018). این گونه‌ها، معروف به catmint یا catnip، در جنوب غربی آسیا (ایران و ترکیه) و هیمالیای غربی توزیع شده‌اند و برای درمان عفونت‌های میکروبی، التهاب و بیماری‌های تنفسی به کار می‌روند (Salehi et al., 2018; Mondal et al., 2025). فیتوشیمی *Nepeta* شامل دو کموتایپ اصلی اسانس است: نپتالاکتون‌محور و ۱،۸-سینئول/لینالول‌محور که فعالیت‌های ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و حشره‌کشی دارند (Salehi et al., 2018; Mondal et al., 2025). اسانس *Nepeta* علیه پاتوژن‌های گیاهی، آفات و علف‌های هرز مؤثرند و به عنوان آفت‌کش‌های گیاهی بالقوه مطرح هستند (Mondal et al., 2025). در پزشکی سنتی ایرانی، گونه‌هایی مانند *Nepeta crispa* برای آرام‌بخشی، نفخ و ضدمیکروبی استفاده می‌شوند با ترکیباتی مانند ۱،۸-سینئول (تا ۷۱٪) و ایزومرهای نپتالاکتون (Salehi et al., 2018; Matinfard et al., 2025). در میان بیش از ۲۵۰ گونه، *Nepeta haussknechtii* Bornm، گونه‌ای اندمیک ایرانی، پروفایل‌های زیست‌فعال مشابهی دارد و غنی از مونوترپن‌ها و سزکوی‌ترپن‌هایی مانند β-کاریوفیلن، اکسید کاریوفیلن و ژرانیول است که خواص ضدمیکروبی و علف‌کشی نشان می‌دهند (Mondal et al., 2025). استخراج اسانس از *Nepeta* برای بهره‌برداری از این ترکیبات ضروری است؛ روش تقطیر با آب به دلیل سادگی و تولید اسانس‌های فرار غنی، رایج است (Matinfard et al., 2025). اما این روش نیاز به نمونه‌های بزرگ و گرمایش طولانی دارد و ممکن است ترکیبات حساس را تخریب کند، لذا تکنیک‌های میکرواستخراج برای کارایی بیشتر و مصرف حلال کمتر پیشنهاد می‌شود (Matinfard et al., 2025). میکرواستخراج با تک‌قطره (SDME) مزایایی مانند کاهش حلال، تحلیل سریع و انتخاب‌پذیری بالا برای ترکیبات فرار با مقدار کم ارائه می‌دهد و برای مقایسه با روش‌های سنتی مناسب است (Chaturvedi et al., 2025; Matinfard et al., 2025). مطالعات مقایسه‌ای نشان‌دهنده تغییرات در بازده و ترکیبات اسانس *Nepeta* هستند؛ مثلاً استخراج دی‌اکسید کربن فوق‌بحرانی از

Nepeta crispa بازده ۱/۸ درصد با فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی برتر نسبت به تقطیر با آب تولید کرد (Matinfard et al., 2025). در *Nepeta cataria*، ایزومرهای نپتالاکتون ۴۵/۷۳ درصد تا ۲۰/۹۳ درصد متغیرند و تنوع فنوتیپی بر کیفیت تأثیرگذار است که بهینه‌سازی روش برای حفظ تنوع ژنتیکی-شیمیایی را ضروری می‌سازد (Chaturvedi et al., 2025). برای *Nepeta haussknechtii*، داده‌های استخراج محدود است، اما گونه‌های مشابه نشان می‌دهند SDME انتخاب‌پذیری بالاتری برای فراکسیون‌های غنی از نپتالاکتون فراهم می‌کند و کاربردها در داروسازی و مدیریت آفات را بهبود می‌بخشد (Salehi et al., 2018; Mondal et al., 2025). این مطالعه روش‌های SDME و تقطیر با آب را در استخراج اسانس از *Nepeta haussknechtii* مقایسه می‌کند و بازده، ترکیبات به دست آمده را ارزیابی می‌نماید تا رویکرد سبز بهینه‌ای برای این گیاه دارویی شناسایی شود.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی: گیاه پونه‌سا در مرحله رویشی، در تابستان سال ۱۴۰۳ از استان گیلان، شهرستان آستارا، منطقه گردنه حیران تهیه و در درجه اتاق خشک شدند. همه مواد و حلال‌های مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند. اسانس‌گیری: تهیه اسانس با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت انجام شد. اسانس استخراج‌شده با سدیم سولفات بی‌آب خشک شد و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. میکرواستخراج با میکروقطره: استخراج اسانس با استفاده از روش SDME مطابق روش مطابق روش Babashpour-Asl and Piryaei (۲۰۲۵) انجام شد. شرایط دستگاه GC: جداسازی، اندازه‌گیری و شناسایی ترکیبات توسط کروماتوگرافی گازی مدل Agilent 7890A ساخت آمریکا که به یک دتکتور طیف‌سنج جرمی مدل Agilent 5975C با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ ولت متصل بود، صورت گرفت. جداسازی ترکیبات در ستون موئین از نوع HP-5 با ابعاد قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم نازک ۰/۲۵ میکرومتر به طول ۳۰ متر انجام گرفت. جهت تنظیم شرایط دمایی از حمام آبی شرکت Jeo Tech ساخت کره استفاده شد. برنامه دمایی ستون به این صورت تنظیم گردید: دمای ابتدایی آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش دما تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۵ دقیقه توقف در این دما. دمای اتاقک تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد بود و همه تزریق ها درsplitless mode به مدت ۲ دقیقه انجام شد. دمای اینترفیس ، منبع یونیزاسیون و کوادروپول به ترتیب در ۲۸۰، ۲۳۰ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. از گازهلیم با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده گردید.

نتایج و بحث

فهرست کامل ترکیبات موجود در اسانس گیاه پونه‌سا به همراه شاخص بازداری، درصد نسبی۴۲ ترکیب اسانس استخراج شده به روش تقطیر با آب و استخراج بوسیله میکرواستخراج با میکروقطره در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی دقیق ترکیبات استخراج شده به وسیله قطره نشان می‌دهد ترکیباتی که دارای ثابت هنری (Henry's constant) و فشار بخار بالا هستند، به میزان بیشتری وارد قطره می‌شوند، زمانی که نمونه گیاهی درون ظرف استخراج قرار می گیرد، ترکیبات اسانس موجود در ماتریس گیاه وارد فضای فوقانی می‌شوند و ترکیباتی که فشار بخار بالایی دارند، در مقایسه با ترکیبات سنگین به میزان بیشتری وارد فضای فوقانی می‌شوند. ترکیبات غالب در هر دو روش شامل ۱,۸-cineole، germacrene D و β-caryophyllene هستند. انحراف معیار نسبی (RSD) برای اکثر ترکیبات کمتر از ۵ درصد است که نشان‌دهنده دقت بالای آزمایش است. محدودیت HD شامل تخریب حرارتی احتمالی ترکیبات حساس و زمان طولانی است، در مقابل SDME با پیک حلال مواجه است اما سرعت و حساسیت بالایی دارد. این تفسیر با مقالات مرتبط، مانند استخراج با دی‌اکسید کربن فوق‌بحرانی از *Nepeta crispa* هم‌راستا است (Matinfard et al., 2025) و پیشنهاد می‌کند ترکیب روش‌ها برای بهینه‌سازی لازم باشد.

جدول ۱- مقایسه ترکیبات اسانس استخراج شده گیاه پونه‌سا به وسیله روش تقطیر با آب و روش میکرواستخراج با میکروقطره.

No	Compounds	RI	HD	SDME	RSD
۱	α-thujene	۹۳۰	۰/۰۸	۰/۰۳	۱۵/۳
۲	α-pinene	۹۳۷	۲/۵۲	۱/۸۷	۱۰/۶

۳	Sabinene	۹۷۶	۲/۳۱	۱/۷۵	۳/۸
۴	β-pinene	۹۷۷	۶/۸۴	۴/۲۵	۵/۵
۵	Myrcene	۹۹۷	۲/۲۰	۱/۴۵	۱۲/۷
۶	α-phellandrene	۱۰۰۵	۰/۰۵	۰/۰۲	۱۳/۱
۷	δ-3-Caren	۱۰۱۱	۱/۰۴	۰/۰۶	۱۲/۸
۸	α-terpinene	۱۰۱۹	۰/۱۵	۰/۰۵	۱۵/۶
۹	Limonene	۱۰۳۲	۰/۱۸	۰/۱۲	۸/۳
۱۰	1,8-Cineole	۱۰۳۴	۲۵/۶۴	۲۲/۸۲	۶/۱
۱۱	Z- β -Ocimene	۱۰۴۰	۴/۱۵	۳/۰۷	۷/۳
۱۲	E- β-Ocimene	۱۰۴۸	۲/۸۶	۲/۱۳	۵/۲
۱۳	γ-Terpinene	۱۰۶۲	۳/۹۲	۲/۷۵	۹/۵
۱۴	n-Octanol	۱۰۷۳	۰/۰۷	۰/۰۳	۱۴/۳
۱۵	meta-cresol	۱۰۷۵	۳/۴۸	۳/۸۱	۱۰/۷
۱۶	meta-Cymenene	۱۰۸۰	۰/۱۷	۰/۰۸	۷/۵
۱۷	Terpinolene	۱۰۸۳	۰/۱۰	۰/۰۳	۱۳/۷
۱۸	Linalool	۱۱۰۳	۰/۱۲	۰/۱۵	۱۴/۲
۱۹	neo-allo Ocimene	۱۱۴۵	۰/۲۶	۰/۱۱	۱۲/۵
۲۰	cis-beta Terpineol	۱۱۴۶	۰/۰۸	۰/۰۵	۸/۶
۲۱	3-thujanol	۱۱۷۰	۰/۰۵	۰/۰۶	۱۶/۸
۲۲	Terpin-4-ol	۱۱۷۵	۰/۴۶	۰/۲۲	۱۲/۶
۲۳	Isomenthol	۱۱۸۰	۰/۹۲	۰/۵۳	۱۲/۵
۲۴	α-Terpineol	۱۱۸۵	۰/۲۶	۰/۱۸	۱۳/۴
۲۵	Nerol	۱۲۲۵	۰/۱۳	۰/۰۵	۱۸/۵
۲۶	Citronellol	۱۲۳۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۸/۵
۲۷	Neral	۱۲۴۰	۰/۱۲	۰/۰۶	۱۲/۷
۲۸	Piperitone	۱۲۵۳	۰/۰۷	۰/۰۲	۱۵/۳
۲۹	α-Copaene	۱۳۸۰	۰/۴۲	۰/۳۷	۱۲/۸
۳۰	Geranyl acetate	۱۳۸۳	۱/۵۸	۰/۶۵	۱۱/۹
۳۱	β-Elemene	۱۳۸۹	۰/۴۱	۰/۳۲	۷/۳
۳۲	(Z)-Jasmone	۱۳۹۰	۰/۵۶	۰/۲۴	۱۳/۸
۳۳	E-Caryophyllene	۱۴۲۱	۲/۳۱	۱/۴۸	۱۰/۶
۳۴	α-Humulene	۱۴۵۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۱۵/۷
۳۵	Germacrene D	۱۴۸۲	۵/۲۷	۳/۹۲	۱۳/۲
۳۶	Bicyclogermacrene	۱۴۹۳	۱/۳۶	۱/۲۵	۱۲/۵
۳۷	Zingiberene	۱۴۹۶	۲/۱۵	۱/۷۳	۱۴/۸
۳۸	(Z)-α-Bisabolene	۱۵۱۰	۱/۳۶	۱/۰۲	۸/۴
۳۹	δ-Cadinene	۱۵۲۲	۱/۸۴	۱/۴۴	۹/۶
۴۰	Elemol	۱۵۵۲	۱۴/۵۱	۱۰/۸	۱۳/۶
۴۱	Spathulenol	۱۵۷۶	۲/۶۴	۲/۲۵	۱۶/۲
۴۲	Caryophyllene oxide	۱۵۸۱	۱/۳۰	۱/۰۸	۱۰/۲

نتایج نشان داد که تکنیک SDME می تواند با موفقیت جهت استخراج و آنالیز ترکیبات اسانس موجود در گیاهان مورد استفاده قرار گیرد. در این روش ترکیباتی که دارای نقطه جوش پائین و ثابت هنری بالایی هستند، به راحتی استخراج و آنالیز می‌شوند و می‌توان تمام ترکیبات موجود در اسانس را استخراج و آنالیز نمود. مزیت این روش سادگی و سهولت کاربرد، زمان پیش تغلیظ کوتاه، مصرف کم حلال

آلی، قابلیت اتوماسیون و هزینه پائین و برخی کاربردهای کموتاگزونومی در شناسایی گونه های گیاهی است. روش بیان شـــده در مقایسه با روش میکرواستخراج فاز جامد (SPME) از نظر دقت، سرعت و حساســیت تقریباً یکسان است (Piryaei and Babashpour-Asl, 2021). در روش SPME در گزینش فاز استخراجی با محدودیت مواجه بوده و در اثر استفاده متوالی بخشی از گونه به شکل واجذب نشده در فیبر باقی می ماند که بر نتایج اثر می گذارد. روش SDME این محدودیت را ندارد و با حجم کمی از حلال قابل انجام است. اما با این وجود پیک حلال می‌تواند از محدودیت‌های این روش باشد.

منابع

Babashpour-Asl, M. and Piryaei, M. 2025. Comparison of hydrodistillation method and headspace single drop microextraction method (HS-SDME) using deep eutectic solvents to identify apple essential oil compounds. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 41(2): 341–354.

Chaturvedi, T., Pandey, Y., Gupta, A.K., Srivastava, R.K. and Tiwari, G. 2025. Integrative multivariate analysis of agro-chemical and genotypic traits in Indian catmint (*Nepeta cataria* L.) half-sib populations. Fitoterapia, 180: 106308.

Matinfard, S., Tavakolipour, H., Sodeifian, G., Sajadian, S.A. and Kalvandi, R. 2025. Supercritical CO_2 green solvent extraction of *Nepeta crispa*: Evaluation of process optimization, chemical analysis, and biological activity. The Journal of Supercritical Fluids, 216: 106451.

Mondal, S., Roy, S., Babu, A. and Pandey, A.K. 2025. *Nepeta*-derived essential oils: From pharmaceutical to pesticide industry. South African Journal of Botany, 179: 318–333.

Piryaei, M. and Babashpour-Asl, M. 2021. Carbon nanotube/layered double hydroxide nanocomposite as a fibre coating for determination of the essential oils of *Achillea eriophora* DC. with headspace solid-phase microextraction. Natural Product Research, 35(7): 1217–1220.

Salehi, B., Valussi, M., Jugran, A.K., Martorell, M., Ramírez-Alarcón, K., Stojanović-Radić, Z.Z., Antolak, H., Kręgiel, D., Mileski, K.S., Sharifi-Rad, M., Setzer, W.N., Cádiz-Gurrea, M.L., Segura-Carretero, A., Şener, B. and Sharifi-Rad, J. 2018. *Nepeta* species: From farm to food applications and phytotherapy. Trends in Food Science & Technology, 80: 104–122.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparison of Single-Drop Microextraction and Hydrodistillation Methods in Extracting Essential Oil Compounds from *Nepeta haussknechtii* Bornm

Marzieh Babashpour-Asl[1*]
1. Department of Horticultural Science, Mar.C., Islamic Azad University, Maragheh, Iran
[*]*Corresponding Author: babashpour@iau.ac.ir*

Abstract

Nepeta sp. (commonly known as catmint or catnip) from the Lamiaceae family have been valued in traditional global medicine for their medicinal properties. These species are distributed across southwestern Asia (Iran and Turkey) and the western Himalayas, where they are utilized for treating microbial infections, inflammation, and respiratory ailments. In Iran, certain *Nepeta* species, enriched with compounds such as 1,8-cineole (up to 71%) and nepetalactone isomers, are employed for their sedative, carminative, and antimicrobial effects. *Nepeta haussknechtii* Bornm., an endemic Iranian species, is abundant in monoterpenes and sesquiterpenes, including β-caryophyllene and geraniol, exhibiting significant biological properties. This study compares the single-drop microextraction (SDME) and hydrodistillation (HD) methods for extracting essential oils from *N. haussknechtii*. Results indicate that the SDME technique successfully extracts and analyzes essential oil compounds, particularly those with low boiling points and high Henry's constants, enabling comprehensive extraction and analysis of all constituents. Advantages of SDME include simplicity, ease of application, short pre-concentration time, low organic solvent consumption, automation capability, cost-effectiveness, and applications in chemotaxonomy for plant species identification.

Keywords: Green extraction, Hydrodistillation, Lamiaceae, Volatile compounds.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی فیتوشیمیایی دو گونه از مرزه *Satureja rechingeri* و *Satureja sahendica* پس ازخروج از شرایط فراسرد

شبنم شهبازی[1*]
۱- گروه کشاورزی، واحد رودهن، دانشگاه ازاد اسلامی، رودهن، ایران
*نویسنده مسئول: *hm_shahbazi@yahoo.com*

چکیده

گیاه مرزه یک گونه ارزشمند، دارویی، بومی و در خطر انقراض در ایران است. امروزه یکی از روشهای حفظ ذخایر ژنتیک نگهداری گیاهان درشرایط فراسرد است. حفظ و عدم تغییر ترکیبات شیمیایی گیاه پس از خروج از ان شرایط بسیار مورد توجه می باشد. به منظور مقایسه نوع و میزان ترکیبات فیتوشیمیایی در شرایط فراسرد، بذور دو گونه مرزه سهندیکا و ریشنگری به مدت یک هفته در نیتروژن مایع با دمای -۱۹۶ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. اسانس گیری از سرشاخه های گلدارحاصل از این بذور به روش تقطیر با اب انجام گرفت و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس با روش کروماتوگرافی گازی وکروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی شناسایی شدند. عمده ترکیبات شناسایی شده در گونه ریشنگری کارواکرول، پاراسیمن، تیمول بودند و عمده ترکیبات شناسایی شده در گونه سهندیکا پاراسیمن، تیمول، گاماترپینن و کارواکرول بودند. از لحاظ نوع و درصد ترکیبات موجود در اسانس تفاوت قابل توجهی بین گیاهان شاهد و فراسرد مشاهده نشد. با استفاده از فناوری فراسرد می توان ازبذور این گونه های ارزشمند برای حفاظت طولانی مدت و جلوگیری از خطر انقراض این گونه های منحصربه فرد استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، حفاظت فراسرد، ژرم پلاسم گیاهی، مرزه.

مقدمه

مرزه از گیاهان دارویی حاوی اسانس بومی ایران و در معرض خطر انقراض است. از این رو ارزیابی پایداری فیتوشیمیایی بذور ان در شرایط فراسرد بسیار با اهمیت است(۸). در سال های اخیر مطالعاتی بر روی ثبات ژنتیکی گیاهان حاصل از فراسرد در برخی از پژوهش ها صورت گرفته است . تاکنون در ایران مطالعه ایی بر روی پایداری ژنتیکی، فیتوشیمیایی یا مورفولوژیکی هیچ یک از گیاهان پس از قرارگیری درشرایط فراسرد صورت نگرفته است، با توجه به اینکه نگهداری در شرایط فراسرد یک استراتژی بسیار کارامد برای نگهداری ریزنمونه های گیاهی دربانک های ژن گیاهان می باشد، از این رو بسیار اهمیت دارد که گیاهان باززایی شده پس از خروج از شرایط فراسرد دارای پایداری ژنتیکی، مورفولوژیکی یا فیتوشیمیایی باشند(۱۱). پژوهش های زیادی در زمینه نگهداری بذور گیاهان مختلف در دمای فراسرد و ثبات فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی انها صورت گرفته است و عدم تغییرات ژنتیکی یا سیتولوژیکی و مورفولوژیکی در حفاظت فراسرد مورد تاکید قرارگرفته است(۱۳).عدم تنوع ژنتیکی در گیاهان باززایی شده از سیب زمینی(۷) و تمشک(۱۵)نگهداری شده در نیتروژن مایع به اثبات رسیده است. همچنین، عدم تغییر محتوای دیوسگنین در نگهداری فراسرد سیب زمینی شیرین نیز گزارش شده است(۳،۱). ثبات ژنتیکی تعدادی ازهسته داران با استفاده از نشانگرهای مولکولی در شرایط فراسرد نیز به اثبات شده است(۱۱). نگهداری شده به مدت طولانی در شرایط فراسرد با استفاده نشانگرهای مولکولی Wsabi ثبات ژنتیکی ،مورفولوژیکی و بیوشیمیایی مشخص شد(۱۲). به طور مشابه تاثیری ازانجماد برونویسی و بیان ژن های خاص در خشخاش(۴) وگندم(۵) گزارش نشده است.اثر نگهداری در شرایط فراسرد بر بیان ژن و انتقال ژن گیاه ارابیدوپسیس مطالعه شده است. بعد ازنگهداری در شرایط فراسرد هیچ افزایش قابل توجهی درکارایی انتقال ژن وجود ندارد، اما انجماد می تواند بیان ژن اگزوژن را بهبود ببخشد(۹). نتایج مطالعه روی توت نشان می دهدکه نگهداری در شرایط فراسرد ثبات ژنتیکی ژرم پلاسم این

گیاه را حفظ می نماید(۲).بررسی با نشانگرهای مولکولی برای ثبات ژنتیکی رازک نشان می دهد که بین گیاهان شاهد و گیاهانی که در شرایط فراسرد قرارگرفته بودند هیچ تفاوتی در تنوع ژنتیکی وجود ندارد(۱۴).

هدف این پژوهش تعیین کارامدی روش نگهداری به روش انجماد در نیتروژن به منظور حفظ ژرم پلاسم گیاهی گیاه مرزه با حفظ پایداری فیتوشیمیایی است.

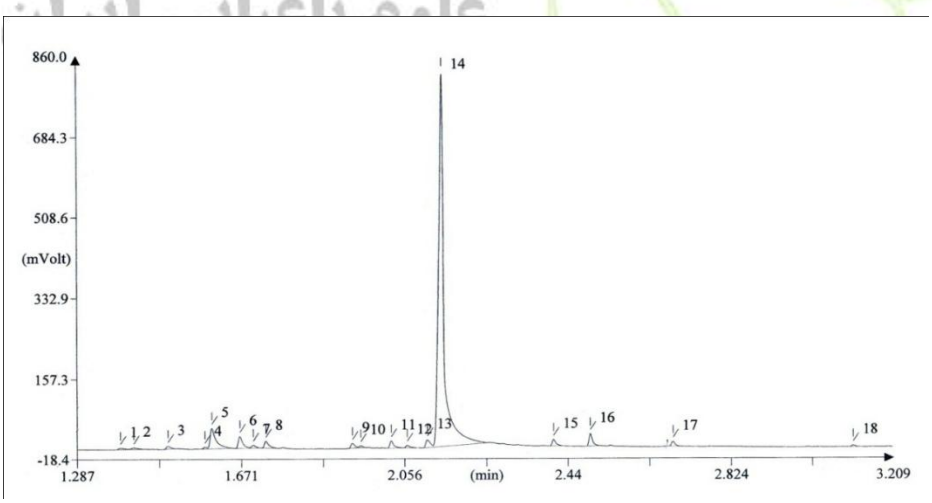
مواد و روش‌ها

از طبیعت *S. sahendica* ازطبیعت استان ایلام و بذور مرزه *S. rechingeri* بذورمرزه استان کردستان جمع اوری گردید. بذوردر محلول ابگیری به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند و پس از ان محلول شماره ۲ در کرایوویال ها به ان ها افزوده شد ودرب ان ها با پارافیلم مسدود گشت و نمونه ها به مدت یک هفته تحت شرایط فراسرد در نیتروژن مایع قرار گرفتند. بذور پس از خروج از تانک نیتروژن مایع به مدت ۲ دقیقه در حمام اب گرم ۴۲ درجه سانتیگراد قرارگرفتند و سه مرتبه و هر مرتبه ۲ دقیقه بامحلول ساکارز ۱/۲ مولار شستشو داده شدند. بذور نگهداری شده در شرایط معمولی به عنوان شاهد در نظرگرفته شدند.بذرها در بستری ازمخلوط پیت ماس و پرلایت به نسبت ۱:۳ در گلخانه کاشته شدند.سرشاخه های گلداردرمرحله گلدهی برداشت و در دمای معمولی ازمایشگاه و دور از نورمستقیم خورشید خشک شدند و با روش تقطیر با اب و به کمک دستگاه کلونجر اسانس گیری شد. برای اماده سازی نمونه ها، ابتدا نمونه های گیاهی با سولفات سدیم بی اب رطوبت گیری شدند. به منظور جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس از دستگاه کروماتوگرافی گازی، کروموتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی بهره گرفته شد. ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گونه های مرزه در تیمارهای شاهد و فراسرد، پس از به دست اوردن کروموتوگرام ها وطیف های جرمی با محاسبه شاخص های بازداری، درصد کمی ترکیبات ارزیابی شدند.

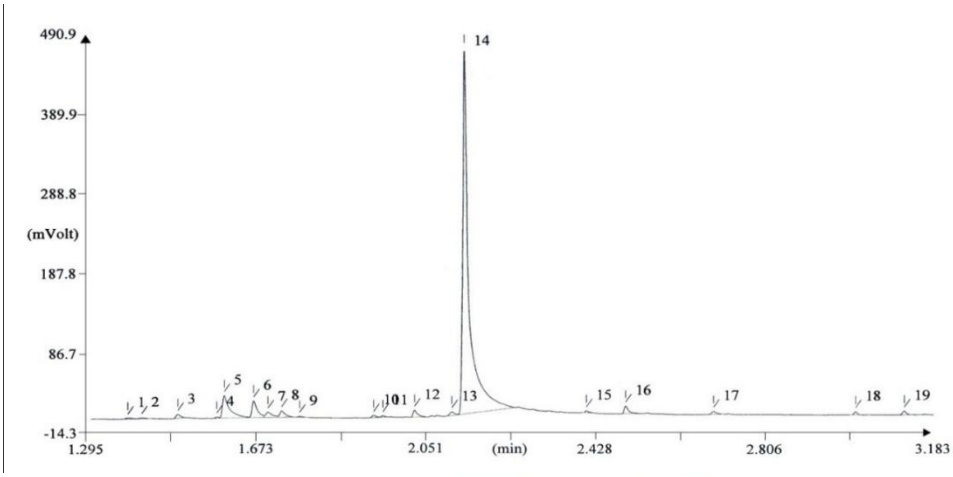
نتایج و بحث

تعداد ۱۶ ترکیب در تیمار شاهد یا نگهداری درشرایط معمولی گونه*S.rechingeri* شناسایی گردید(شکل۱) و عمده ترین ترکیبات شناسایی شده به ترتیب کارواکرول (۸۲/۱٪)، پاراسیمن (۴/۹٪)، گاماترپینن(۲/۱٪) و تیمول(۱/۴٪) بودند(جدول۱).

از گیاهان حاصل ازبذور مرزه نگهداری شده در شرایط فراسرد۱۵ ترکیب شناسایی شدند(شکل۲) وعمده ترین ترکیبات شناسایی شده به ترتیب کارواکرول (۸۱/۹٪)، پاراسیمن (۵/۸٪)، گاماترپینن (۳/۲٪) و تیمول(۰/۶٪) بودند(جدول ۱).



شکل ۱- کروماتوگرام اسانس *S. rechingeri* (شاهد).



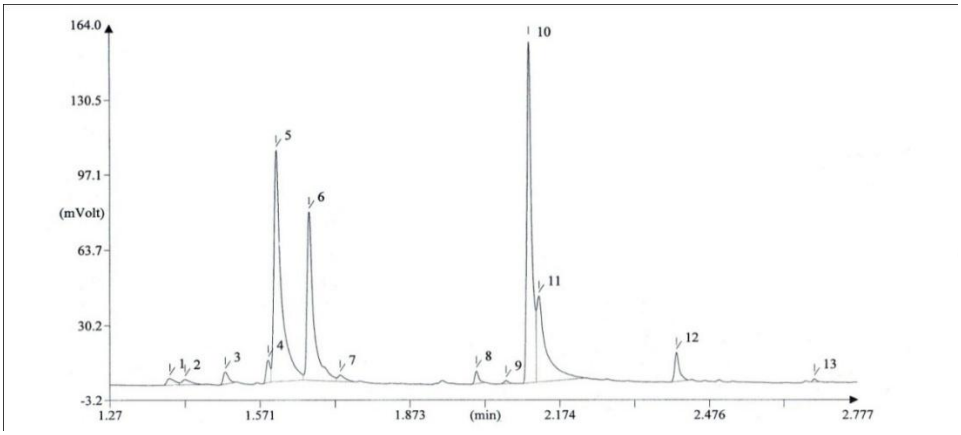
شکل ۲- کروماتوگرام اسانس *S. rechingeri* (قرار گرفته به مدت یک هفته در نیتروژن مایع دمای ۱۹۶°C-).

جدول ۱- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه مرزه *S. rechingeri* تیمار شاهد و تیمار فراسرد (قرار گرفته به مدت یک هفته در نیتروژن مایع دمای ۱۹۶°C-).

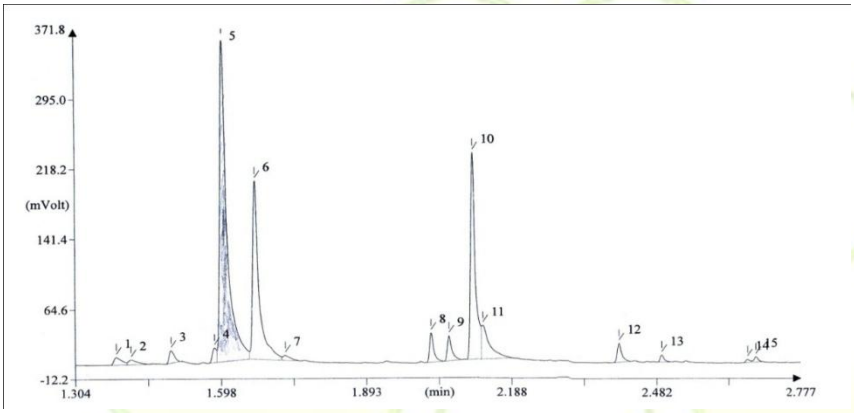
شماره	نام ترکیب	IR	درصد *S. rechingeri* شاهد	درصد *S. rechingeri* فراسرد
۱	α-thujene	۹۳۱	۰/۳	۰/۳
۲	α-pinene	۹۴۰	۰/۴	۰/۲
۳	β-pinene	۹۸۰	۰/۴	۰/۶
۴	α-terpinene	۱۰۱۸	۰/۲	۰/۱
۵	ρ-cymene	۱۰۲۶	۴/۹	۵/۸
۶	δ-terpinene	۱۰۶۱	۲/۱	۳/۲
۷	terpinolene	۱۰۹۰	۱/۲	۱/۳
۸	Terpinen-4-ol	۱۱۷۷	۰/۷	۰/۳
۹	α-terpined	۱۱۸۹	۰/۳	۰/۲
۱۰	Thymol, methyl ether	۱۲۳۶	۱/۱	۱/۱
۱۱	Carvacrol, methyl ether	۱۲۴۶	۰/۵	
۱۲	Thymol	۱۲۹۰	۱/۴	۰/۶
۱۳	Carvacrol	۱۳۰۰	۸۲/۱	۸۱/۹
۱۴	E-caryophyllene	۱۴۲۰	۱	۰/۲
۱۵	Germacrene D	۱۴۸۵	۱/۷	۱/۲
۱۶	Caryophyllene oxide	۱۵۸۵	۰/۸	۰/۵

شاهد تعداد ۱۳ ترکیب شناسایی شد(شکل ۳). *S. Sahendica* ازبین ترکیبات جداسازی شده در گیاه عمده ترین ترکیبات شناسایی شده به ترتیب پاراسیمن (۲۹/۴٪)، تیمول (۲۸/۳٪)، گاماترپینن(۱۹٪) و کارواکرول (۱۴/۵٪) بودند(جدول ۲). که درشرایط فراسرد قرار گرفته بودند، *S. sahendica* در استخراج اسانس از شاخه های گلدارگونه

۱۵ ترکیب شناسایی شدند(شکل ۴). عمده ترین ترکیبات شناسایی شده به ترتیب پاراسیمن(۴۳/۳٪)، گاماترپینن(۲۱/۰۵٪)، تیمول (۱۸/۳ ٪) و کارواکرول (۵/۱ ٪) بودند(جدول ۲).



شکل ۳– کروماتوگرام اسانس *S. sahendica* (شاهد).



شکل ۴– کروماتوگرام اسانس *S. sahendica* (قرار گرفته به مدت یک هفته در نیتروژن مایع دمای ۱۹۶°C–).

جدول ۲– ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه مرزه *S. sahendica* تیمار شاهد و تیمار فراسرد (قرار گرفته به مدت یک هفته در نیتروژن مایع دمای ۱۹۶°C–).

شماره	نام ترکیب	IR	درصد *S. sahendica* شاهد	درصد *S. sahendica* فراسرد
۱	α–thujene	۹۳۱	۰/۹	۱/۱
۲	α–pinene	۹۴۰	۰/۸	۰/۸
۳	β–pinene	۹۸۰	۱/۱	۱/۲
۴	α–terpinene	۱۰۱۸	۱/۶	۱/۱
۵	ρ–cymene	۱۰۲۶	۲۹/۴	۴۳/۳
۶	δ–terpinene	۱۰۶۱	۱۹	۲۱/۰۵
۷	Terpinolene	۱۰۹۰	۰/۸	۰/۷
۸	Thymol, methyl ether	۱۲۳۶	۰/۹	۲/۳
۹	Carvacrol, methyl ether	۱۲۴۶	۰/۲	½
۱۰	Thymol	۱۲۹۰	۲۸/۳	۱۸/۳
۱۱	Carvacrol	۱۳۰۰	۱۴/۵	۵/۱
۱۲	E-caryophyllene	۱۴۲۰	۲/۳	۱/۶
۱۳	Germacrene D	۱۴۸۵	–	۰/۵
۱۴	Spathulenol	۱۵۸۰	–	۰/۲

شماره	نام ترکیب	IR	درصد *S. sahendica* شاهد	درصد *S. sahendica* فراسرد
۱۵	Caryophyllene oxide	۱۵۸۵	۰/۲	۰/۴

مقایسه ترکیبات به دست امده از اسانس حاصل از سرشاخه های گلدار بذور شاهد و شرایط فراسرد گیاهان مرزه مورد مطالعه نشان می دهد که قراردادن بذور گونه های مورد مطالعه در نیتروژن مایع تاثیر قابل توجهی بر نوع ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس نداشته است و اختلاف در خور توجهی در مقدار هریک ازاین ترکیبات مشاهده نگردید.

افزون بر این، مشاهدات نشان داد که بذورگونه های مرزه مورد مطالعه پس از خروج از نیتروژن مایع همانند نمونه های شاهد قادربه جوانه زنی و تولید گیاهچه بودند و از نظر سلامتی هیچ گونه علایم سوئی در ان ها مشاهده نگردید.

در این رابطه به نظر می رسد که حفاظت بذور مرزه در شرایط فراسرد تغییرات قابل توجهی در ترکیبات شیمیایی گیاه را به دنبال نداشته است و در این رابطه بررسی های صورت گرفته در پژوهش های مرتبط دیگر حاکی از ان است که دردماهای بسیار پایین، فعالیت های تقسیم سلولی و سوخت وساز گیاه به حالت تعلیق در می اید و موادبرای مدت طولانی بدون تغییرباقی می مانند(۱۳) که این یافته ها با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

افزون بر این در این پژوهش تغییرات بیوشیمیایی در مرزه مورد مطالعه که در شرایط فراسرد قرارگرفته بودند، مشاهده نگردید. یافته‌های پژوهش های مرتبط نیز همین نتیجه را نشان می دهند(۱۰،۱۸،۱۷،۱۶،۶،۲).

نتیجه‌گیری کلی

بررسی پایداری فیتوشیمیایی گونه های مرزه مورد مطالعه در شرایط فراسرد نشان داد که نگهداری بذور مرزه ها در این شرایط بر خصوصیات فیتوشیمیایی انها پس از خروج از نیتروژن مایع تاثیر قابل توجهی ندارد.

منابع

Ahuja, S., Mandal, B.B., Dixit, S. and Srivastava, P.S. 2002. Molecular, phenotypic and biosynthetic stability of plants recovered from cryopreserved shoot-tips of *Dioscorea floribunda*. Plant Science, 163: 971–977.

Chaudhary, R., Choudhury, R., Malik, S.K., Susheel, K. and Digvender, P. 2013. Genetic stability of mulberry germplasm after cryopreservation by two-step freezing technique. African Journal of Biotechnology, 12(4): 5983–5993.

Dixit, S., Mandal, B.B., Ahuja, S. and Srivastava, P.S. 2003. Genetic stability assessment of plants regenerated from cryopreserved embryogenic tissues of *Dioscorea bulbifera* L. using RAPD, biochemical and morphological analysis. CryoLetters, 24(2): 77–84.

Elleuch, H., Gazeau, C., David, H. and David, A. 1998. Cryopreservation does not affect the expression of a foreign SAM gene in transgenic *Papaver somniferum* cells. Plant Cell Reports, 18: 94–98.

Fretz, A. and Lorz, H. 1995. Cryopreservation of in vitro culture of barley (*Hordeum murinum* L.) and transgenic cells of barley (*Triticum aestivum* L.). Journal of Plant Physiology, 4: 489–496.

Harding, K. and Benson, E.E. 2000. Analysis of nuclear and chloroplast DNA in plants regenerated from cryopreserved shoot-tips of potato. CryoLetters, 21: 279–289.

Harding, K. 2004. Genetic integrity of cryopreserved plant cells: A review. CryoLetters, 25: 3–22.

Jalili, A. and Jamzad, Z. 1999. *Red Data Book of Iran: A Preliminary Survey of Endemic, Rare and Endangered Plant Species in Iran*. Research Institute of Forests and Rangelands, pp. 323–331. (In Persian).

Li, Z.A., Du, Y.Q. and Wang, Z.C. 2013. Effect of cryopreservation on the efficiency of exogenous gene, genetic transformation and expression level of *Arabidopsis thaliana*. Electronic Journal of Biotechnology. Available online at: http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v16n6-12/1788 (accessed 12 November 2017).

Mandal, B.B., Chaudhury, R., Engelmann, F., Bhag Mal, K., Tao, L. and Dhillon, B.S. 2003. *Conservation Biotechnology of Plant Germplasm*. NBPGR, Biodiversity International, Library and Information Services, New Delhi, India.

Marco-Medina, A. and Casas, J.L. 2013. RAPD and phytochemical analysis of *Thymus moroderi* plantlets after cryopreservation. CryoLetters, 34(2).

Matsumoto, T., Akihiro, T., Maki, S., Mochida, K., Kitagawa, M., Tanaka, D., Yamamoto, S. and Niino, T. 2013. Genetic stability assessment of *Wasabi* plants regenerated from long-term cryopreserved shoot tips using morphological, biochemical and molecular analysis. CryoLetters, 34(2): 128–136.

Panis, B. and Lambardi, M. 2005. Status of cryopreservation technology in plants (crops and forest trees). The Role of Biotechnology, pp. 43–50.

Peredo, E.L., Arroyo-Garcia, R., Reed, B.M. and Revilla, M.A. 2008. Genetic and epigenetic stability of cryopreserved and cold-stored hops (*Humulus lupulus* L.). Cryobiology, 56: 1–7.

Rosa, N., Castillo, F., Bassil, N.V., Wada, S. and Reed, B.M. 2010. Genetic stability of cryopreserved shoot tips of *Rubus* germplasm. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 46: 246–256.

Scocchi, A., Falci, M., Medina, S., Olmos, S. and Mroginski, L. 2004. Plant recovery of cryopreserved apical meristem-tips of *Melia azedarach* L. using encapsulation/dehydration and assessment of their genetic stability. Euphytica, 135: 29–38.

Wang, Z., Li, J.S., Zhang, C.W. and He, Y.X. 2013. Analysis of genetic stability in *Prunus humilis* Bunge plants after cryopreservation twice. Advances in Forestry Letters, 2(4): 67–75.

Zhai, Z., Wu, Y., Engelmann, F., Chen, R. and Zhao, Y. 2003. Genetic stability assessments of plantlets regenerated from cryopreserved in vitro cultures of grape and kiwi shoot tips using RAPD. CryoLetters, 24(5): 315–322.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Phytochemical persistence of *Satureja rechingeri* and *Satureja sahendica* under cryopreservation conditions

Shabnam Shahbazi[1*]
1. Department of Agriculture, Ro.C., Islamic Azad University, Roudehen, Iran
[*]*Corresponding Author: hm_shahbazi@yahoo.com*

Abstract

This research was aimed to compare the type and content of phytochemical compounds of *Satureja rechingeri* and *Satureja sahendica* as a valuable, indigenous and endangered species of Iran under cryopreservation. The seeds were kept in liquid nitrogen at -196 °C for 1 week. The flowering shoots resulted from the treated seeds were collected and dried in the laboratory condition and their essential oils were obtained by hydro-distillation method. The essential oil compositions were determined using analytical gas chromatography and gas chromatography coupled with mass spectrometer (GC/MS). Finally, in *Satureja rechingeri* 15 and 16 components were identified in the essential oils in the cryopreservation and control groups, respectively. The main components in the essential oil were carvacrol, p-cymene and thymol. In *Satureja sahendica* 15 and 13 components were identified in the essential oils in the cryopreservation and control groups. The main components in the essential oil were p-cymene, -δ terpinene, carvacrol and thymol. Therefore, by cryopreservation technique, the seeds of this valuable endangered species could be preserved for a long period and its extinction may be avoided.

Keywords: *Satureja rechengeri*, *Satureja sahendica*, cryopreservation, Essential oil, Germplasm.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر اهمیت دارویی و اقتصادی گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.)

نگین لطیفی[۱]، سارا خراسانی‌نژاد[۱*]، مهدی علیزاده[۱] و متین دولتی[۱]
۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *khorasaninejad@gau.ac.ir*

چکیده

گیاهان دارویی به‌عنوان منابعی طبیعی با ترکیبات زیست‌فعال، جایگاه ویژه‌ای در طب سنتی و پزشکی مکمل یافته‌اند. در این میان، گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) به دلیل خواص درمانی فراوان و قابلیت‌های اقتصادی، به‌ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. این مقاله با هدف بررسی جامع اهمیت دارویی و اقتصادی گزنه، به مرور مطالعات علمی و داده‌های بازار جهانی مرتبط پرداخته است. روش تحقیق به‌صورت مروری نظام‌مند بوده و اطلاعات از منابع معتبر علمی، مقالات پژوهشی و گزارش‌های بین‌المللی استخراج شده‌اند. بر اساس یافته‌ها، گزنه دارای ترکیبات فعالی چون فلاونوئیدها، اسیدهای فنولی، لیگنان‌ها و پروتئین‌های خاص است که موجب اثرات ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی، تنظیم قند خون، تقویت ایمنی و سلامت پروستات می‌شوند. همچنین، این گیاه در صنایع مختلف از جمله دارویی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و نساجی کاربرد دارد و قابلیت رشد در شرایطی متفاوت با بسیاری از گیاهان دارویی و اکوسیستم‌های پایدار را دارد. گزارش‌ها نشان می‌دهند که ارزش بازار جهانی محصولات گزنه در حال افزایش است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۳ به ۲/۵ میلیارد دلار برسد. با وجود این ظرفیت بالا، توسعه اقتصادی گزنه با چالش‌هایی نظیر ضعف آگاهی عمومی، نبود زیرساخت‌های فرآوری، ناپایداری بازار و کمبود سیاست‌های حمایتی مواجه است. از این‌رو، مقاله حاضر پیشنهاد می‌کند که با ارتقای آموزش، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، تدوین استانداردها و حمایت از زنجیره ارزش این گیاه، می‌توان به بهره‌برداری مؤثرتر از گزنه در سطح ملی و بین‌المللی دست یافت. این مرور نشان می‌دهد که گزنه می‌تواند به‌عنوان یک گیاه دارویی راهبردی، نقش مهمی در ارتقای سلامت، اشتغال‌زایی و اقتصاد زیستی ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد گزنه، ترکیبات موثره گیاهی، گزنه (*Urtica dioica* L.)، گیاهان دارویی.

مقدمه

انسان‌ها از گذشته‌های دور برای تأمین نیازهای اساسی و درمان بیماری‌ها به منابع طبیعی تکیه داشته‌اند. گیاهان دارویی به‌دلیل داشتن ترکیبات زیست‌فعالی مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ترپن‌ها، که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و سایر اثرات زیستی هستند، نقش مهمی در پیشگیری و مدیریت بیماری‌های مزمن ایفا می‌کنند. از نظر اقتصادی نیز، صنعت گیاهان دارویی یکی از بازارهای رو به رشد جهان است و ارزش بازار جهانی این محصولات تا سال ۲۰۲۸ به بیش از ۱۵۰ میلیارد دلار خواهد رسید (Fortune Business Insights, 2021). با توجه به کیفیت بالای گیاهان دارویی ایران و تنوع زیستی گسترده، این گیاهان پتانسیل بالایی برای حضور در بازارهای جهانی دارند و با توسعه زنجیره ارزش و زیرساخت‌های فرآوری، می‌توانند نقش مهمی در اشتغال‌زایی به‌ویژه در مناطق روستایی ایفا کنند (Shariatzadeh et al., 2025).

در میان این گیاهان ارزشمند، گزنه (*Urtica dioica* L.) به دلیل خواص دارویی فراوان، در سال‌های اخیر توجه محققان و تولیدکنندگان را به خود جلب کرد است. گزنه گیاهی دوپایه، پایا و علفی از تیره Urticaceae است که به‌صورت طبیعی در نواحی شمالی قاره‌های آسیا، آمریکا، آفریقای شمال شرقی و همچنین اروپا پراکنش دارد و در ایران، رویشگاه‌های گزنه بیشتر در نواحی شمالی کشور، به‌ویژه مناطق دارای ارتفاعات معتدل، جنگل‌های مرطوب و دامنه‌های کوهستانی با رطوبت بالا قرار دارند (Emami & Ahi, 2008). استفاده از گزنه به‌عنوان گیاهی دارویی، سابقه‌ای چندهزار ساله دارد و در متون طب سنتی ایران، هند و یونان باستان نیز کاربردهای آن در درمان بیماری‌هایی مانند رماتیسم، مشکلات کلیوی، تقویت سیستم ایمنی و سلامت پوست گزارش شده است. در طب آیورودا از گزنه برای پاکسازی خون و کنترل قند استفاده می‌شده، و در منابع طب سنتی ایرانی از آن به‌عنوان مدر، ضدالتهاب و مقوی قوای جنسی یاد شده است (Dhakal et al., 2024).

امروزه با رشد توجه به گیاهان دارویی، گزنه به‌عنوان یکی از گونه‌های پرکاربرد در صنایع دارویی، آرایشی و غذایی مطرح است. هدف این مقاله مروری، بررسی جامع نقش دارویی و اقتصادی این گیاه با توجه به شواهد علمی و ظرفیت‌های بازار است.

اهمیت دارویی گزنه

بخش‌های مختلف گیاه گزنه حاوی ترکیبات فیتوشیمیایی ارزشمندی هستند. ریشه‌های آن سرشار از لیگنان‌ها (مانند هموانیلیل الکل و نئو–الیویل)، فنیل‌پروپان‌ها، فلاونوئیدهای خاص (مانند تری‌هیدروکسی–دیمتوکسی‌فلاون)، ترکیبات استروئیدی (مانند سیتوسترول و اسکوپولتین) و سرامیدهای زنجیره‌بلند هستند. برگ‌ها و گل‌ها منبع غنی اسیدهای فنولی مانند کافئیک، فرولیک، سیناپیک و کلروژنیک اسید بوده و گلیکوزیدهای معطر مانند مشتقات یونول نیز در آن‌ها شناسایی شده‌اند. دانه‌های این گیاه حاوی اسیدهای چرب غیراشباع (از جمله لینولئیک و اولئیک اسید) و پروتئین‌های مغذی‌اند. این ترکیبات، پایه‌ای برای اثرات بیولوژیکی و کاربردهای درمانی گزنه فراهم می‌سازند (Grauso et al., 2020). در ادامه به برخی از مهم‌ترین خواص درمانی این گیاه اشاره می‌شود:

۱. خواص ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی

ترکیبات فنولیک موجود در گزنه مانند کوئرستین و کافئیک اسید دارای اثرات ضدالتهابی قوی هستند. مطالعات نشان داده‌اند که عصاره این گیاه می‌تواند در کاهش التهاب مفاصل و بیماری‌هایی نظیر آرتریت مؤثر باشد (Taheri et al., 2022).

۲. کنترل قند خون و دیابت

بررسی‌های اخیر تأکید کرده‌اند که ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی گزنه (مانند کورستین، کامپفرول و اسیدهای کلروژنیک) از طریق مکانیسم‌های چندگانه، نقش کلیدی در مدیریت دیابت ایفا می‌کنند. این ترکیبات با کاهش مقاومت به انسولین در بافت‌های محیطی (به ویژه کبد و عضلات)، تحریک ترشح انسولین از سلول‌های بتای پانکراس، و مهار آنزیم‌های کاهنده قند خون (مانند آلفا–گلوکوزیداز)، به کنترل هیپرگلیسمی کمک می‌کنند. (Taheri et al., 2022).

۳. سلامت پروستات و مجاری ادراری

فرآورده‌های حاوی گزنه به‌ویژه در ترکیب با گیاهان دیگر، در درمان هایپرپلازی خوش‌خیم پروستات (BPH) مؤثر گزارش شده‌اند. این اثر به خاصیت ضدآندروژنی و مهار آنزیم ۵–آلفا ردوکتاز نسبت داده می‌شود (Posadzki et al., 2025).

۴. تقویت سیستم ایمنی و اثرات ضد ویروسی

بر اساس یافته‌های اخیر، پروتئین UDA و سایر ترکیبات زیست فعال موجود در ریزوم‌های گزنه با تحریک تولید سایتوکاین‌ها و مهار تکثیر ویروس، دارای اثرات ضدویروسی قوی بوده و می‌تواند به‌عنوان یک عامل مؤثر در تقویت دفاع ایمنی بدن مطرح شود (Vanhulle et al., 2022).

گزنه معمولاً عوارض جانبی خاصی ندارد، اما ممکن است در برخی افراد باعث حساسیت پوستی نظیر خارش و قرمزی شود. مصرف خوراکی آن در دوزهای بالا ممکن است موجب ناراحتی گوارشی گردد. همچنین، افراد باردار و مبتلایان به بیماری‌های خاص مانند دیابت و فشار خون باید با احتیاط از آن استفاده کنند (Taheri et al., 2022).

اهمیت اقتصادی گزنه

با گسترش بازار جهانی محصولات طبیعی و افزایش علاقه مردم به درمان‌های گیاهی، گیاه گزنه نیز به عنوان یک منبع اقتصادی ارزشمند مورد توجه قرار گرفته است. پتانسیل این گیاه نه‌تنها در بخش دارویی، بلکه در صنایع آرایشی و بهداشتی، غذایی و حتی کشاورزی

نمود یافته است. گزنه به واسطه ترکیبات فعال خود، در صنایع مختلف جایگاه ویژه‌ای یافته‌است. در حوزه آرایشی و بهداشتی، عصاره آن در تولید شامپو، کرم‌های ضدپیری و محصولات مراقبتی پوست کاربرد دارد. در صنعت غذا، از برگ‌های جوان آن به عنوان سبزی، مکمل غذایی و ماده اولیه چای‌های گیاهی استفاده می‌شود. همچنین الیاف ساقه‌اش در تولید منسوجات و کاغذهای خاص و در کشاورزی ارگانیک برای ساخت کود و آفت‌کش طبیعی به‌کار می‌رود. این کاربردهای متنوع، نشان‌دهنده ارزش اقتصادی بالای این گیاه است (Kregiel et al., 2018). نیازهای اکولوژیکی گیاه گزنه از سازگاری بالای آن با شرایط گوناگون محیطی و تعاملات زیستی آن ناشی می‌شود. این گیاه قابلیت رشد در سامانه‌های کشاورزی کم‌نهاده را دارد و با اصول کشاورزی پایدار و الگوهای اقتصاد زیستی چرخشی سازگار است (Toplicean et al., 2024). بر اساس گزارش منتشرشده توسط Verified Market Reports (2025)، در سال ۲۰۲۳ کشورهای اروپایی، به‌ویژه آلمان و لهستان، به‌عنوان اصلی‌ترین صادرکنندگان فرآورده‌های حاصل از گیاه گزنه شناخته شدند. در مقابل، کشورهای واقع در آمریکای شمالی (ایالات متحده و کانادا) و آسیا (چین و هند) عمده‌ترین واردکنندگان این محصولات بودند. ارزش کل تجارت جهانی مرتبط با گزنه در این سال حدود ۴۵۰ میلیون دلار برآورد شده است که حدود ۶۰ درصد آن به صادرات عصاره‌ها و مکمل‌های کپسولی این گیاه اختصاص داشته است. همچنین طبق این گزارش ارزش بازار جهانی محصولات مرتبط با گزنه در سال ۲۰۲۴ حدود ۱/۲ میلیارد دلار برآورد شده و پیش‌بینی می‌شود این رقم تا سال ۲۰۳۳ به ۲/۵ میلیارد دلار افزایش یابد. این رشد، بیانگر نرخ رشد سالانه ترکیبی (CAGR) حدود ۸/۵ درصد در فاصله سال‌های ۲۰۲۶ تا ۲۰۳۳ است.

چالش‌ها و پیشنهادها

با وجود ظرفیت بالای گزنه در حوزه‌های دارویی و اقتصادی، توسعه آن با چالش‌هایی روبه‌روست. آگاهی عمومی نسبت به خواص و کاربردهای این گیاه همچنان پایین است و زیرساخت‌های لازم برای فرآوری صنعتی و استانداردسازی محصولات آن به‌طور کامل فراهم نشده است. همچنین گزنه در رقابت با گیاهان دارویی و الیاف طبیعی شناخته‌شده‌تر، جایگاه ضعیف‌تری دارد. نبود سیاست‌های حمایتی مشخص، ناپایداری بازار و ضعف در آموزش و انتقال فناوری به کشاورزان و تولیدکنندگان، از دیگر موانع گسترش کشت و بهره‌برداری اقتصادی از این گیاه به شمار می‌رود.

برای رفع چالش‌های موجود، اولین قدم ارتقای آگاهی عمومی و فرهنگ‌سازی درباره خواص دارویی و اقتصادی گزنه است. همچنین، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای فرآوری بهینه و تولید محصولات استاندارد، می‌تواند موجب افزایش کیفیت و رقابت‌پذیری این گیاه در بازارهای جهانی شود. ایجاد سیاست‌های حمایتی از جمله تسهیلات مالی و یارانه‌های دولتی برای کشاورزان و تولیدکنندگان، به همراه تدوین استانداردهای ملی و بین‌المللی، راه را برای تجاری‌سازی موفق‌تر این گیاه هموار خواهد کرد. علاوه‌براین، توسعه زنجیره ارزش گزنه از طریق همکاری‌های بین‌المللی و تقویت بازارهای صادراتی، می‌تواند به رشد بازار داخلی و خارجی این محصول کمک کند.

نتیجه‌گیری

گیاه گزنه با داشتن ترکیبات دارویی ارزشمند و خواص درمانی متنوع، جایگاه ویژه‌ای در طب سنتی و مکمل یافته است. از طرفی، گستره کاربرد این گیاه در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی، آن را به یک منبع اقتصادی قابل توجه تبدیل کرده است. توانایی کشت در شرایط متنوع، قابلیت فرآوری در مقیاس‌های کوچک و بزرگ، و بازار روبه‌رشد فرآورده‌های طبیعی، نشان‌دهنده ظرفیت بالای گزنه برای سرمایه‌گذاری و توسعه اقتصادی در سطح ملی و جهانی است. با رفع چالش‌هایی مانند نبود زیرساخت‌های مناسب، کمبود دانش فنی، و عدم حمایت کافی، میتوان از گزنه به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی راهبردی در جهت ارتقای سلامت جامعه، ایجاد اشتغال و ارزآوری بهره برد.

منابع

Emami, A. and Ahi, A. 2008. Medical botany. 1st ed. Tehran: Iran University of Medical Sciences and Health Services. 534 p.

Dhakal, N., Joshi, R., Acharya, S., Bhandari, S., Subedi, A. and Nath, M. 2024. Exploring the diverse ethnopharmacological applications of *Urtica dioica* L.: An extensive review. Journal of Agricultural Sciences and Engineering, 6(2): 60–72.

Fortune Business Insights. 2021. Herbal Medicine Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis. Available at: https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/herbal-medicine-market-100082

Grauso, L., De Falco, B., Lanzotti, V. and Motti, R. 2020. Stinging nettle, *Urtica dioica* L.: Botanical, phytochemical and pharmacological overview. Phytochemistry Reviews, 19: 1341–1377.

Kregiel, D., Pawlikowska, E. and Antolak, H. 2018. *Urtica* spp.: Ordinary plants with extraordinary properties. Molecules, 23(7): 1664.

Posadzki, P., Kongkaew, C. and Ernst, E. 2025. *Urtica dioica* for benign prostatic hyperplasia. Journal of Herbal Medicine: 100996.

Shariatzadeh, M., Bijani, M. and Bahadori, F. 2025. Sustainable development of Iran's medicinal plant exports to the global value chain: A strategic analysis. Frontiers in Sustainable Food Systems, 9: 1500168.

Taheri, Y., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Sharifi-Rad, J., Ezzat, S.M., Merghany, R.M., Shaheen, S., Azmi, L., Prakash Mishra, A., Sener, B. and Kılıç, M. 2022. *Urtica dioica*-derived phytochemicals for pharmacological and therapeutic applications. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2022(1): 4024331.

Toplicean, I.M., Ianuș, R.D. and Datcu, A.D. 2024. An overview on nettle studies, compounds, processing and the relation with circular bioeconomy. Plants, 13(24): 3529.

Vanhulle, E., D'huys, T., Provinciael, B., Stroobants, J., Camps, A., Noppen, S., Schols, D., Van Damme, E.J., Maes, P., Stevaert, A. and Vermeire, K. 2022. Carbohydrate-binding protein from stinging nettle as fusion inhibitor for SARS-CoV-2 variants of concern. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12: 989534.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A review of the medicinal and economic importance of stinging nettle (*Urtica dioica* L.)

Negin Latifi[1], Sarah Khorasaninejad[1*], Mahdi Alizadeh[1] and Matin Dolati[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Land Scape, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Gorgan, Iran.
Corresponding Author: khorasaninejad@gau.ac.ir

Abstract

Medicinal plants have gained a special place in traditional and complementary medicine as natural sources of bioactive compounds. Among them, stinging nettle (*Urtica dioica* L.) has received attention, especially in recent years, due to its many therapeutic properties and economic potential. This article aims to comprehensively examine the medicinal and economic importance of stinging nettle by reviewing scientific studies and relevant global market data. The research method is a systematic review and information is extracted from reliable scientific sources, research articles and international reports. Based on the findings, stinging nettle contains active compounds such as flavonoids, phenolic acids, lignans and specific proteins that cause anti-inflammatory, antioxidant effects, blood sugar regulation, immunity enhancement and prostate health. Also, this plant is used in various industries including pharmaceutical, cosmetic, food and textile and has the ability to grow in different conditions than many medicinal plants and sustainable ecosystems. Reports indicate that the global market value of stinging nettle products is increasing and is projected to reach $2.5 billion by 2033. Despite this high potential, the economic development of stinging nettle faces challenges such as poor public awareness, lack of processing infrastructure, market instability, and lack of supportive policies. Therefore, this article suggests that by promoting education, investing in research and development, developing standards, and supporting the value chain of this plant, more effective exploitation of stinging nettle can be achieved at the national and international levels. This review shows that stinging nettle can play an important role as a strategic medicinal plant in promoting health, job creation, and the bioeconomy.

Keywords: Active plant compounds, Nettle economics, Nettle (*Urtica dioica* L.), Medicinal plants.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

زنده‌مانی، ریشه‌زایی و رشد شاخساره قلمه‌های ساقه به‌لیمو (*Aloysia citriodora*) تحت تأثیر تعداد برگ

مهدی ناصری[۱] و جلال خورشیدی[۱*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *j.khorshidi@uok.ac.ir*

چکیده

به‌لیمو با نام علمی *Aloysia citriodora* گیاهی است چندساله از تیره Verbenaceae که برگ آن کاربردهای متنوعی در صنایع غذایی و دارویی دارد. تکثیر این گیاه معمولاً توسط قلمه ساقه صورت می‌گیرد. فاکتورهای مختلفی از جمله زمان قلمه‌گیری، سن ساقه، موقعیت قلمه روی ساقه، برگ‌دار بودن یا نبودن قلمه و شرایط محیط ریشه‌زایی روی میزان موفقیت تکثیر تأثیرگذار هستند. در پژوهش حاضر، تأثیر تعداد برگ روی قلمه روی زنده‌مانی، ریشه‌زایی و رشد اولیه شاخساره قلمه‌های ساقه به‌لیمو در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه مورد مطالعه قرار گرفت. بدین‌صورت که در اواسط اردیبهشت ماه از ساقه‌های رشد جدید قلمه‌های ساقه با سه برگ، با دو برگ، با یک برگ و بدون برگ تهیه گردید و سپس در بستر ماسه بادی کشت شدند. بعد از گذشت ۴۵ روز از زمان کشت، صفاتی از قبیل درصد زنده‌مانی قلمه‌ها، طول شاخساره، طول ریشه، وزن تر شاخساره، وزن تر ریشه، و نسبت وزن تر شاخساره به ریشه اندازه‌گیری شدند. بیش‌ترین درصد زنده‌مانی قلمه‌ها (۱۰۰ درصد) مربوط به قلمه‌های با سه برگ بود و به دنبال آن قلمه‌های با یک برگ قرار داشتند (۸۰ درصد). همچنین بیش‌ترین طول ریشه (۱۳ سانتی‌متر) و وزن تر ریشه (۰/۰۹۷ گرم) متعلق به قلمه‌های ساقه با سه برگ بود. کم‌ترین طول ریشه (۴/۰۳ سانتی‌متر) و وزن تر ریشه (۰/۰۰۷ گرم) از قلمه‌های بدون برگ به‌دست آمد. قلمه‌ها از نظر طول و وزن تر شاخساره اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. بنابراین، بر اساس مجموع صفات اندازه‌گیری شده، قلمه‌های با سه برگ مناسب‌ترین قلمه‌ها برای تکثیر به لیمو شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: برگ، به‌لیمو، تکثیر، قلمه ساقه.

مقدمه

به‌لیمو با نام علمی *Aloysia citriodora* یک گیاه چند ساله از تیره Verbenaceae می‌باشد که اغلب برگ آن به‌عنوان دمنوش و به‌صورت ادویه مورد استفاده قرار می‌گیرد. برگ آن حدود ۰/۲ تا ۱ درصد اسانس دارد و از مهم‌ترین ترکیبات اسانس آن می‌توان به نرال، ژرانیال، لیمونن، و ۱و۸-سینئول اشاره نمود. درمان بی‌خوابی، ضد استرس، ضد درد، ضد التهاب، ضد سرطان، دافع حشرات، تقویت کننده قلب، آنتی‌اکسیدان، و کمک به عملکرد دستگاه گوارش از خواص دارویی این گیاه هستند (Bahramsoltani *et al*., 2018; Majewska *et al*., 2022). تکثیر به‌لیمو از طریق قلمه ساقه صورت می‌گیرد (برزویی و همکاران، ۱۳۹۸)، که این قلمه می‌تواند برگ‌دار یا بدون برگ باشد. میزان ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه به‌شدت تحت تأثیر زمان قلمه‌گیری، سن ساقه، موقعیت قلمه روی ساقه گیاه مادری (پایین، وسط و یا انتهای ساقه)، برگ‌دار بودن یا نبودن قلمه، نوع بستر قلمه، وضعیت تغذیه‌ای گیاه مادری، و نیز شرایط دمایی و رطوبتی محیط ریشه‌زایی قلمه می باشد. مطالعات کمی در ارتباط با عوامل تأثیرگذار بر ریشه‌زایی قلمه ساقه به‌لیمو انجام گرفته است. در پژوهشی، تأثیر زمان قلمه‌گیری (پاییز، زمستان و بهار)، موقعیت قلمه (انتهایی، میانی و تحتانی) و کاربرد اکسین (صفر، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام) بر ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه به‌لیمو مورد بررسی قرار گرفته است و به این نتیجه رسیده‌اند که در مجموع قلمه‌های تهیه شده در پاییز، از بخش‌های تحتانی ساقه و تیمار شده با ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام اکسین، بهترین پاسخ را نشان دادند (برزویی و همکاران، ۱۳۹۸). وجود برگ روی قلمه از طرفی با تولید هورمون اکسین و فتوسنتز، به ریشه‌زایی قلمه کمک می‌کند و از طرفی دیگر با از دست دادن آب قلمه از طریق تبخیر و تعرق ممکن است موجب پژمردگی و نهایتاً خشک شدن قلمه گردد (Piñon et al., 2022). بنابراین، تعداد برگ یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر زنده‌مانی، ریشه‌زایی

و رشد شاخسارهای قلمه می‌باشد. اینکه چه تعداد برگ روی قلمه بهترین نتیجه را به ما می‌دهد، می‌تواند بسته به گونه گیاهی متفاوت باشد. لذا، در این پژوهش تأثیر تعداد برگ روی قلمه ساقه بر زنده‌مانی، ریشه‌زایی و رشد اولیه شاخساره‌های به‌لیمو مورد مطالعه قرار گرفت.

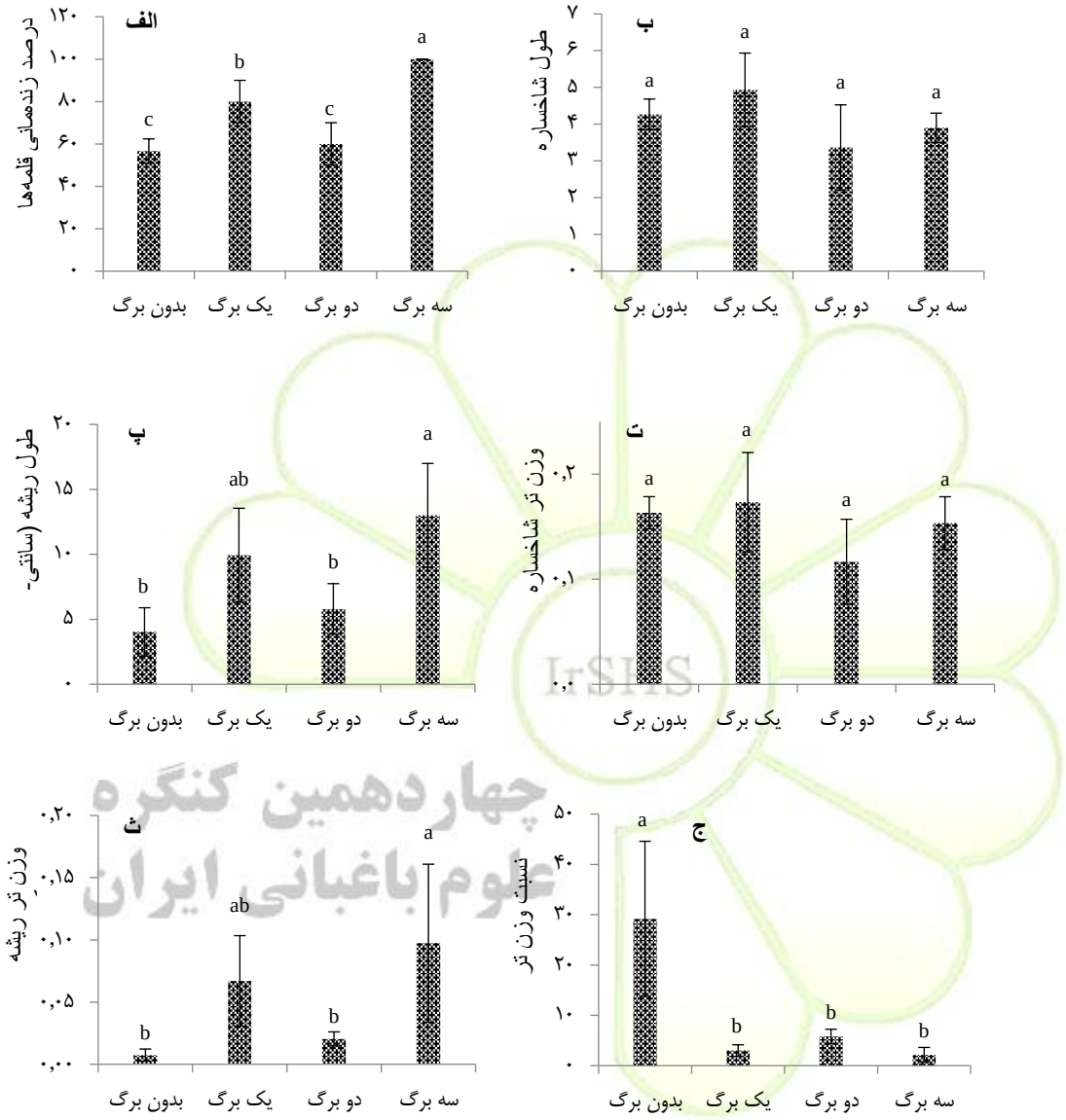
مواد و روش

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (۱۰ قلمه در هر تکرار) در گلخانه انجام گرفت. ابتدا در اواسط اردیبهشت از ساقه‌های رشد جدید، قلمه‌های ساقه به طول ۱۱/۵ سانتی‌متر و قطر ۱/۵ میلی‌متر تهیه گردید. سپس تعدادی از برگ‌های آن‌ها طبق هدف پژوهش حاضر حذف گردید. بدین‌صورت که در تعدادی از آن‌ها همه برگ‌ها حذف گردید، در تعدادی فقط یک برگ در انتهای قلمه باقی گذاشته شد، در تعدادی دو برگ و در تعدادی دیگر سه برگ در انتها نگه داشته شد (قلمه‌های بدون برگ، قلمه‌های با یک برگ، قلمه‌های با دو برگ، و قلمه‌های با سه برگ). سپس همه آن‌ها در گلخانه در بستر کشت ماسه بادی کشت شدند. بدین صورت که نصف قلمه داخل بستر و نصف دیگر بیرون بستر قرار داشتند. آبیاری آن‌ها به‌صورت روزانه و منظم انجام گرفت. پس از گذشت ۴۵ روز از زمان کشت، صفاتی از قبیل درصد زنده‌مانی قلمه‌ها، طول شاخساره بوجود آمده، طول ریشه، وزن تر شاخساره، وزن تر ریشه، و نسبت وزن تر شاخساره به ریشه اندازه‌گیری شد. در نهایت داده‌های توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ آنالیز گردید. مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت و نمودارها توسط Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

بیش‌ترین درصد زنده‌مانی قلمه‌ها (۱۰۰ درصد) مربوط به قلمه‌های با سه برگ بود و به دنبال آن قلمه‌های با یک برگ قرار داشتند (۸۰ درصد). قلمه‌های با دو برگ و قلمه‌های بدون برگ به لحاظ درصد زنده‌مانی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (به‌ترتیب با ۶۰ و ۵۶/۶ درصد زنده‌مانی) (نمودار ۱ الف). بین قلمه‌ها از نظر طول شاخساره تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. با این حال، بیش‌ترین طول شاخساره (۴/۹ سانتی‌متر) در قلمه‌های با یک برگ مشاهده گردید (نمودار ۱ ب). قلمه‌های با سه برگ دارای بیش‌ترین طول ریشه بودند (۱۳ سانتی‌متر)، هر چند از این نظر تفاوت معنی‌داری با قلمه‌های یک برگی نداشتند (۹/۹ سانتی‌متر). قلمه‌های بدون برگ، دارای کم‌ترین طول ریشه بودند (۴/۰۳ سانتی‌متر)، که البته از این نظر تفاوت معنی‌داری با قلمه‌های دو برگی نداشتند (۵/۸ سانتی‌متر) (نمودار ۱ پ). مشابه با طول شاخساره، قلمه‌ها به لحاظ وزن تر شاخساره نیز فاقد اختلاف معنی‌دار بودند و در مورد این صفت نیز بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار به‌ترتیب متعلق به قلمه‌های یک برگی (۰/۱۷۳ گرم) و دو برگی (۰/۱۱۷ گرم) بود (نمودار ۱ ت). در مورد صفت وزن تر ریشه نیز نتایجی مشابه با صفت طول ریشه به دست آمد و بیش‌ترین مقدار این صفت (۰/۰۹۷ گرم) در قلمه‌های با سه برگ مشاهده گردید و کم‌ترین آن (۰/۰۰۷ گرم) متعلق به قلمه‌های بدون برگ بود (نمودار ۱ ث). قلمه‌های بدون برگ، بیش‌ترین نسبت وزن تر شاخساره به ریشه را داشتند (۲۹/۱۸)، به‌عبارتی دیگر، میزان رشد شاخساره در مقایسه با رشد ریشه در این قلمه‌ها در مقایسه با سایر قلمه‌ها، خیلی بیش‌تر بود. کم‌ترین نسبت وزن تر شاخساره به ریشه (۲/۱۶) متعلق به قلمه‌های سه برگی بود، هر چند قلمه‌های سه برگی، دو برگی و یک برگی از نظر این شاخص، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (نمودار ۱ ج). ثابت شده که برگ‌ها یکی از مکان‌های اصلی گیاه برای سنتز هورمون اکسین هستند. این هورمون با حرکت قطبی که دارد، تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین، به سمت بخش‌های پایین قلمه حرکت می‌کند و در آنجا با تحریک سرآغازه‌های ریشه و نیز تحریک تقسیم و طویل شدن سلولی، به تولید و رشد ریشه‌های نابجا کمک می‌کند (Guan et al., 2019). بنابراین، برگ بیش‌تر روی قلمه موجب تولید میزان بیش‌تر هورمون اکسین و طبیعتاً ریشه‌های طویل‌تر و قطورتر خواهد شد. البته ناگفته نماند که نحوه اثرگذاری اکسین به غلظت آن وابسته است و گزارش شده که در غلظت‌های بالا، نه تنها محرک نبوده است، بلکه باعث کاهش درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه شده است (برزویی و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین برگ‌ها از طریق فتوسنتز و تولید کربوهیدارت‌ها و طبیعتاً ارسال بخشی از این مواد به ریشه‌ها، به رشد و توسعه ریشه‌ها کمک می‌کنند. از طرفی دیگر، برگ‌ها با تبخیر و تعرقی که انجام می‌دهند، موجب آب از دست دهی قلمه شده و موجبات پژمردگی و خشک شدن قلمه را فراهم می‌کنند (Fordham et al., 2001). البته در این پژوهش مشاهده گردید که بیش‌ترین درصد زنده‌مانی قلمه‌ها متعلق به آن‌هایی بود که بیش‌ترین تعداد برگ را داشتند. شاید دلیل این نتیجه آن باشد که قلمه‌ها در شرایط مناسب رطوبتی قرار داشتند و آبیاری روزانه انجام می‌گرفت و از این نظر تنشی به قلمه‌ها وارد نگردید و آنچه بیش‌تر در زنده‌مانی قلمه‌ها تأثیر داشت، ریشه‌دهی یا عدم ریشه‌دهی آن‌ها بود. هر چند قلمه‌ها از نظر طول و وزن ریشه تفاوت چشمگیری نشان دادند، ولی از نظر طول و وزن شاخساره تفاوت

معنی‌داری با هم نداشتند، شاید دلیل این مهم وضعیت مشابه آن‌ها از نظر رطوبتی و مواد غذایی باشد، چراکه همه آن‌ها به اندازه کافی رطوبت در اختیار داشتند و بسترشان عاری از هر گونه مواد غذایی بود و تفاوت در ریشه‌های آن‌ها نتوانسته اختلاف معنی‌داری در رشد شاخساره ایجاد کند. یک کاهش جزئی در برخی از صفات مانند طول و وزن ریشه بین قلمه‌های یک برگ و دو برگ مشاهده گردید که البته معنی‌دار نبود، شاید به دلیل وضعیت ابتدایی قلمه‌ها از نظر غذایی باشد. در مجموع و بر اساس مجموع صفات، برای حصول بهترین نتیجه، قلمه‌های با سه برگ مناسب‌ترین قلمه‌ها بودند، چراکه بیش‌ترین درصد زنده‌مانی و طول و وزن ریشه را داشتند و شاخساره‌های مناسبی نیز تولید نمودند.



نمودار ۱– درصد زنده‌مانی قلمه‌ها (الف)، طول شاخساره (ب)، طول ریشه (پ)، وزن تر شاخساره (ت)، وزن تر ریشه (ث) و نسبت وزن تر شاخساره به ریشه (ج) ۴۵ روز بعد از کشت قلمه‌های ساقه به‌لیمو با تعداد برگ‌های متفاوت.

منابع

برزویی، م.، دژم، م. و زاهدی، م.ب. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر زمان قلمه‌گیری، موقعیت قلمه و کاربرد اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه به‌لیمو (*Lippia citriodora* (Palau) Kunth). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۵(۱): ۱۴۵–۱۵۷.

Bahramsoltani, R., Rostamiasrabadi, P., Shahpiri, Z., Marques, A.M., Rahimi, R. and Farzaei, M.H. 2018. *Aloysia citrodora* Paláu (Lemon verbena): A review of phytochemistry and pharmacology. Journal of Ethnopharmacology, 222: 34–51.

Fordham, M.C., Harrison-Murray, R.S., Knight, L. and Clay, C.M. 2001. Decline in stomatal response to leaf water deficit in *Corylus maxima* cuttings. Tree Physiology, 21(8): 489–496.

Guan, L., Tayengwa, R., Cheng, Z., Peer, W.A., Murphy, A.S. and Zhao, M. 2019. Auxin regulates adventitious root formation in tomato cuttings. BMC Plant Biology, 19: 435.

Majewska, E., Kozłowska, M., Tarnowska, K., Gruczyńska-Sękowska, E. and Kowalska, D. 2022. Chemical composition and biological activity of lemon verbena (*Lippia citriodora*) essential oil–a review. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 25(4): 796–810.

Piñon, A.A., Tolentino Jr, E.L. and Reyes Jr, T.D. 2022. Influence of leaf number, rooting trait, and cutting size in vegetative propagation of *Aquilaria cumingiana* [Decne] Ridl. Philippine Journal of Science, 151(1): 487–495.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Survival, Rooting, and Shoot Growth of Lemon Verbena (*Aloysia citriodora*) Stem Cuttings as Affected by Leaf Number

Mehdi Naseri[1] and Jalal Khorshidi[1*]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
Corresponding Author: j.khorshidi@uok.ac.ir

Abstract

Lemon verbena (*Aloysia citriodora*) is a perennial plant belonging to the Verbenaceae family, whose leaves have various applications in the food and pharmaceutical industries. The propagation of this plant is commonly carried out through stem cuttings. Various factors such as time of cutting, stem age, position of cutting on the stem, presence or absence of leaves on the cutting, and rooting medium conditions affect the success rate of propagation. This study aimed to investigate the effect of the number of leaves on the survival, rooting, and initial shoot growth of lemon verbena stem cuttings in a completely randomized design under greenhouse conditions. For this purpose, in early May, stem cuttings with three leaves, two leaves, one leaf, and without leaves were taken from newly grown shoots and planted in a sandy substrate. After 45 days from planting, traits including survival percentage, shoot length, root length, fresh shoot weight, fresh root weight, and the shoot-to-root fresh weight ratio were measured. The highest survival rate (100%) was observed in cuttings with three leaves, followed by those with one leaf (80%). Similarly, the longest root (13 cm) and the greatest fresh root weight (0.097 g) were also recorded in cuttings with three leaves. In contrast, the shortest root (4.03 cm) and the lowest fresh root weight (0.007 g) were obtained from leafless cuttings. No significant differences were observed among the cuttings in terms of shoot length and fresh shoot weight. Overall, based on the measured traits, stem cuttings with three leaves were identified as the most suitable for the propagation of lemon verbena.

Keywords: Leaf, *Lemon Verbena*, Propagation, Stem cutting.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پاسخ‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) به کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی تحت شرایط تنش شوری

محمد سعادتیان[۱]، عباس حسنی*[۱] و صمد نژادابراهیمی[۲]
۱-گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- گروه فیتوشیمی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *a.hassani@urmia.ac.ir*

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که رشد و تولید محصولات کشاورزی را در سراسر جهان محدود می‌کند. امروزه استفاده از محرک‌های زیستی در کشاورزی برای بهبود رشد و عملکرد گیاه تحت تنش‌های غیرزیستی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. بر همین مبنا، به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی (به روش محلول‌پاشی (۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) و کودآبیاری (۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر) و شاهد بدون کاربرد پروتئین) تحت شرایط تنش شوری (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرور سدیم) بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis*)، یک آزمایش گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش میزان نسبی آب برگ و افزایش نشت یونی و پراکسیداسیون لیپیدها (تولید مالون دی‌آلدهید) در برگ‌ها می‌شود و در پاسخ به اثرات تنش اکسیداتیو ناشی از شوری، میزان فنل و فلاونویید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که کاربرد پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی با افزایش میزان نسبی آب برگ، محتوی فنل و فلاونویید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل باعث تعدیل اثرات تنش شوری شد؛ به‌طوری که گیاهان تیمار شده با پروتئین به‌ویژه در غلظت‌های بالاتر از میزان نشت یونی و محتوی مالون دی‌آلدهید کمتری نسبت به گیاهان شاهد برخوردار بودند. در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار همسو با طبیعت، جهت کاهش اثرات منفی تنش شوری و بهبود ارزش غذایی و دارویی گیاه مریم‌گلی در شرایط تنش مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش اکسیداتیو، فنل کل، کلرور سدیم، محتوی نسبی آب برگ، محرک‌های زیستی.

مقدمه

شوری خاک و آب یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که از طریق ایجاد تنش اسمزی، سمیت یونی، عدم تعادل مواد مغذی، تحریک تنش اکسیداتیو، کاهش جذب آب، تغییر در فتوسنتز، آسیب به غشاهای سلولی و برهم زدن تعادل فیزیولوژیک موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Acosta-Motos *et al*., 2017).

در سال‌های اخیر استفاده از محرک‌های زیستی نظیر پروتئین‌های هیدرولیز شده، به‌عنوان یک راهکار پایدار برای افزایش تحمل و بهره‌وری گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی مورد توجه قرار گرفته است. این پروتئین‌ها که با هیدرولیز شیمیایی یا آنزیمی از منابع گیاهی و جانوری حاصل می‌شوند حاوی اسیدهای آمینه آزاد، پپتیدها و سایر ترکیبات زیستی فعال می‌باشند. پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی با مکانیسم‌های مختلفی نظیر بهبود جذب آب و مواد غذایی، بهبود متابولیسم کربن و نیتروژن، تنظیم آنزیم‌های کلیدی در چرخه‌های فتوسنتزی و تنفس سلولی، تحریک متابولیسم ثانویه، بهبود سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی و کمک به انباشت اسمولیت‌ها باعث کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی مختلف نظیر خشکی و شوری در گیاهان می‌شوند (Colla *et al*., 2015).

مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) گیاهی علفی و چندساله متعلق به تیره نعناع می‌باشد که از برگ‌های خشک شده و اسانس آن در صنایع غذایی، داروسازی، آرایشی و بهداشتی و عطرسازی استفاده‌های فراوانی می‌شود. مواد مؤثره این گیاه به‌عنوان قابض، ضدنفخ، ضداسپاسم، ضدعفونی کننده، آنتی‌بیوتیک و آرام بخش شناخته شده‌اند (Raal *et al*., 2007).

در سال‌های اخیر گسترش اراضی شور و استفاده از آب‌های دارای کیفیت پائین برای آبیاری، به یکی از مشکلات جدی برای تولید محصولات کشاورزی در ایران مبدل شده است. لذا بخدمت گرفتن روشهای عملی کاهش اثرات منفی تنش شوری بر گیاهان در کنار تلاش برای شناسایی و معرفی گیاهان متحمل به شوری بسیار ضروری است. در همین راستا پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثرات کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی در افزایش تحمل گیاه دارویی مریم‌گلی به تنش شوری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی در پنج سطح (محلول‌پاشی برگی با غلظت‌های ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر و کود آبیاری با غلظت‌های ۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر و شاهد بدون مصرف پروتئین) و تنش شوری در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرور سدیم) بودند. پس از پرکردن گلدان‌ها با خاک مورد نظر (سه قسمت خاک مزرعه+دو قسمت ماسه)، در داخل هر گلدان تعداد ۳۰ عدد بذر گیاه مریم‌گلی کاشته شد. پس از جوانه‌زنی و سبزشدن، بوته‌ها در چند مرحله تنک گردیده و نهایتاً در داخل هر گلدان هفت بوته نگهداری شد. تا مرحله هشت برگی‌شدن بوته‌ها (حدود یک ماه پس از کاشت بذور)، گلدان‌ها با آب معمولی آبیاری گردیده و از این مرحله به بعد، تیمارهای شوری و تیمارهای پروتئینی از طریق کود آبیاری و محلول پاشی (یک نوبت در هفته) اعمال شد. حدود ۲ ماه پس از اعمال تیمارهای تنش شوری، صفات فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی شامل محتوی نسبی آب برگ (RWC)، نشت یونی، انباشت مالون دی‌آلدهید، فنل و فلاونویید کل و فعالیت آنتی آکسیدانی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. داده‌های بدست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثرات تنش شوری، کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی و اثر متقابل این دو عامل بر میزان نسبی آب برگ، نشت یونی، محتوی مالون دی‌آلدهید، فنل کل، فلاونویید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی معنی‌دار بود. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، RWC با افزایش شوری کاهش یافت، این در حالی است که تیمار گیاهان مریم‌گلی با پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی توانسته است تا حدی از کاهش RWC جلوگیری نماید (جدول ۱). RWC به‌عنوان یک صفت فیزیولوژیکی باارزش، به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی وضعیت آبی گیاهان تحت تنش اسمزی ناشی از شوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. گزارش شده است که گیاهان تیمار شده با پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی به دلیل تقویت سیستم ریشه‌ای، تحریک بسته شدن روزنه‌ها و بهبود راندمان مصرف آب باعث حفظ مقادیر بالای RWC در شرایط تنش شوری شده‌اند (Colla *et al*., 2017).

نتایج این تحقیق نشان داد که با اعمال تنش شوری میزان نشت یونی و تولید مالون دی‌آلدئید افزایش یافت و گیاهان تیمار شده با پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی به‌ویژه به شکل محلول‌پاشی از میزان نشت یونی و مالون دی‌آلدهید کمتری نسبت به گیاهان تیمار نشده برخوردار بودند. نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان داد که میزان فنل و فلاونویید کل و نیز فعالیت آنتی‌اکسیدانی در پاسخ به افزایش غلظت نمک در آب آبیاری، هم در گیاهان تیمار شده با پروتئین‌ها و هم در گیاهان تیمار نشده افزایش یافت؛ که البته میزان این افزایش در گیاهان تیمار شده با پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی بیشتر بود (جدول ۱). یکی از تغییرات بیوشیمیایی که در شرایط تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری رخ می‌دهد، افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) می‌باشد که می‌تواند باعث آسیب اکسیداتیو به مولکول‌های زیستی نظیر پروتئین‌ها، چربی‌ها، اسیدهای نوکلئیک و از همه مهمتر غشاهای سلولی گردد. با آسیب غشاء سلولی و افزایش نفوذپذیری آن، میزان نشت یونی نیز افزایش پیدا می‌کند. افزایش تولید مالون دی‌آلدهید، به‌عنوان محصول نهایی پراکسیداسیون لیپیدها، یکی دیگر از مهمترین پیامدهای تنش اکسیداتیو در شرایط تنش می‌باشد که میزان آسیب غشاء سلولی را نشان می‌دهد (Aslani *et al*., 2024). گیاهان برای

مقابله با پیامدهای نامطلوب ROS ها، سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی را بخدمت می‌گیرند تا اثرات سمی ROS ها را خنثی نمایند (Gill and Tuteja, 2010). ترکیبات فنلی و فلاونوییدها جزو مهمترین آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی در سلول‌های گیاهان هستند که با حذف رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدهای غشا، نقش مهمی در مقابله با تنش دارند. به طور کلی، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را می‌توان به عنوان یک استراتژی سازگاری برای غلبه بر تنش اکسیداتیو ناشی از شرایط خشکی و شوری در نظر گرفت (Najjaa *et al*., 2018). در تحقیق مشابهی Zhou و همکاران (۲۰۲۲)، گزارش نمودند که در گیاهان گوجه‌فرنگی تیمار شده با پروتئین‌های هیدرولیزشده، بواسطه افزایش بیوسنتز ترکیبات فنلی بویژه فلاونوییدها و آنتوسیانین‌ها، توان مقابله گیاه با تنش اکسیداتیو ناشی از شوری بهبود یافته است. همچنین Zuluaga و همکاران (۲۰۲۳)، اظهار داشتند که در گیاهان کاهو و گوجه‌فرنگی کشت شده تحت شرایط تنش شوری، بیان ژن فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) که یک آنزیم کلیدی در بیوسنتز ترکیبات فنلی می‌باشد در پاسخ به کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده افزایش یافته است. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی با مکانیسم‌های مختلفی نظیر تقویت سیستم ریشه‌ای گیاه و بهبود جذب آب و مواد غذایی، بهبود متابولیسم کربن و نیتروژن، تنظیم آنزیم‌های کلیدی در چرخه‌های فتوسنتزی و تنفس سلولی، تحریک متابولیسم ثانویه و سنتز مواد محافظ یا زیست فعال با فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شبه هورمونی یا اسمزی باعث کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی مختلف نظیر خشکی و شوری در گیاهان می‌شوند (Colla *et al*., 2015).

در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی می‌تواند با بهبود روابط آبی گیاه و افزایش تولید ترکیبات فنلی و فلاونوییدی باعث تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شده و از این طریق آثار مخرب تنش اکسیداتیو ناشی از شوری را در گیاه مریم‌گلی تعدیل نماید.

جدول ۱– اثر متقابل تنش شوری و پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی بر برخی صفات فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی مریم‌گلی.

صفات / تیمار	میزان نسبی آب برگ (٪)	نشت یونی (٪)	مالون دی‌آلدهید (µmol/g fw)	فنل کل (mg GAE/g dw)	فلاونویید کل (mg QE/g dw)	فعالیت آنتی اکسیدانی (٪)
S0	۸۹/۵۸a	۱۷/۹۹fg	۲/۶۱h	۱۹/۲i	۲/۵۸j	۲۷/۵۳i
S50	۷۴/۱۵hi	۲۱/۹۳def	۴/۴e	۲۰/۹h	۵d	۳۶/۴۹e
S100	۶۶/۲۲k	۴۱/۸۴a	۷/۳۴a	۳۲/۴bc	۵/۱۲d	۴۴/۲۹c
Fe1.5S0	۸۶/۶۶cd	۱۸/۳۹fg	۲/۵۳h	۲۵/۳f	۳/۴i	۳۳fg
Fe1.5S50	۷۸/۶۱e	۲۴/۱۱cde	۳/۱g	۲۷/۸e	۴/۴۷ef	۴۷/۲۷b
Fe1.5S100	۷۱/۰۲j	۲۸/۹bc	۵/۳d	۳۱cd	۵/۵۵c	۵۰/۲۵a
Fe3S0	۸۵/۲d	۱۶/۱۵g	۲/۱۳j	۲۷/۱e	۳/۷h	۳۲/۲۳g
Fe3S50	۷۶/۶۰f	۲۴/۴cde	۳/۲g	۳۰/۴d	۴/۶e	۴۴/۲۲c
Fe3S100	۷۵/۹۵fg	۳۳/۸۷b	۶/۱۱c	۳۱/۷bcd	۶/۴۹a	۴۶/۷۸b
Fo2S0	۸۷/۵۱bc	۱۶/۲۴g	۲/۵۴h	۳۱/۵cd	۴/۳g	۳۰/۳۱h
Fo2S50	۷۷/۱۶ef	۲۱efg	۴/۲۴e	۳۳/۲ab	۴/۳۷fg	۴۲/۳۷d
Fo2S100	۷۵/۳۹fg	۲۶/۵۶cd	۶/۴۹b	۳۴/۲a	۵/۸۵b	۴۷/۱۳b
Fo4S0	۸۸/۷۸ab	۱۶/۰۲g	۲/۳۵i	۲۳/۶g	۴/۲۸g	۳۴f
Fo4S50	۷۴/۷۷gh	۱۷/۲۶fg	۳/۷۸f	۲۶/۳ef	۵/۰۸d	۵۰/۵۳a
Fo4S100	۷۱/۸۲i	۲۵/۴۵cde	۵/۲۲d	۲۶/۹e	۵/۹۶b	۵۰/۷۵a

S، Fe و Fo: به ترتیب سطوح شوری، کاربرد پروتئین بصورت کود آبیاری و کاربرد پروتئین بصورت محلول پاشی. حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

منابع

Acosta-Motos, J.R., Ortuno, M.F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M.J. and Hernandez, J.A. 2017. Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. Agronomy, 7: 18.

Aslani, Z., Hassani, A., Mandoulakani, B.A., Barin, M. and Maleki, R. 2024. The symbiotic association with *Piriformospora indica* and *Pseudomonas fluorescens* improves salt tolerance in sage (*Salvia officinalis*) plants. Plant and Soil, 495: 391–410.

Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R. and Rouphael, Y. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 28–38.

Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R. and Rouphael, Y. 2017. Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and microbiome. Frontiers in Plant Science, 8: 2202.

Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 909–930.

Najjaa, H., Boubakri, A., Arfa, A.B., Zouari, N. and Neffati, M. 2018. Salinity and drought stresses improve antioxidant potential of *Allium roseum* L., an edible medicinal plant. Acta Physiologiae Plantarum, 40(11): 1–7.

Raal, A., Orav, A. and Arak, E. 2007. Composition of the essential oil of *Salvia officinalis* L. from various European countries. Natural Products Research, 21: 406–411.

Zhou, W., Zheng, W., Wang, W., Lv, H., Liang, B. and Li, J. 2022. Exogenous pig blood-derived protein hydrolysates as a promising method for alleviation of salt stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Scientia Horticulturae, 294: 110779.

Zuluaga, M.Y.A., Monterisi, S., Rouphael, Y., Colla, G., Lucini, L., Cesco, S. and Pii, Y. 2023. Different vegetal protein hydrolysates distinctively alleviate salinity stress in vegetable crops: A case study on tomato and lettuce. Frontiers in Plant Science, 14: 1077140.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Physiological, Biochemical and Antioxidant Responses of Sage (*Salvia officinalis*) to the Application of Vegetal Protein Hydrolysates Under Salt Stress Conditions

Mohammad Saadatian[1], Abbas Hassani[1*] and Samad Nejad Ebrahimi[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Department of Phytochemistry, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: a.hassani@urmia.ac.ir*

Abstract

Salinity is one of the most important environmental stresses that limits the growth and production of agricultural products around the world. Nowadays, the application of biostimulants in agriculture to enhance plant growth and performance under abiotic stresses has gained significant interest. Accordingly, to evaluate the effect of Vegetal Protein Hydrolysates (VPHs) treatment (as foliar application at concentrations of 2 and 4 ml L^{-1}, fertigation at concentrations of 1.5 and 3 ml L^{-1}, and control) under salinity stress conditions (0, 50, and 100 mM NaCl) on some physiological and phytochemical traits of Sage (*Salvia officinalis*), a pot experiment was conducted as factorial in a completely randomized design with three replications. The results showed that salinity stress reduced the relative leaf water content (RWC) and increased ion leakage and lipid peroxidation (production of malondialdehyde) in the leaves, and in response to the effects of oxidative stress caused by salinity, the amount of total phenols and flavonoids and antioxidant activity increased. The results of this study also showed that the application of VPHs, mitigated the impact of salinity stress by enhancing the amounts of RWC, phenols, flavonoids, and total antioxidant activity; so that plants treated with VPHs, especially at higher concentrations, had lower ion leakage and malondialdehyde content compared to control plants. Overall, the findings of this study showed that the application of VPHs can be used as a nature-friendly solutions to reduce the negative effects of salinity stress and improve the nutritional and medicinal value of sage plants under stress conditions.

Keywords: Biostimulant, NaCl, Leaf relative water content, Oxidative stress, Total phenolic

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه تأثیر تغییرات فصلی بر میزان و ترکیب اسانس میوه‌های یک‌ساله و دوساله سرو پیرو (*Juniperus communis* L. ssp. *hemisphaerica*)

علی روستائی‌فر [۱]، عباس حسنی*[۱] و فاطمه سفیدکن [۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- بخش تحقیقات گیاهان دارویی و معطر، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *a.hassani@urmia.ac.ir*

چکیده

سرو پیرو (*Juniperus communis* L. ssp. *hemisphaerica*) یکی از گونه‌های مهم دارویی متعلق به تیره Cupressaceae است. اندام‌های مختلف سرو شامل برگ‌ها، شاخه‌ها، پوست و میوه‌ها حاوی اسانس بوده و در طب سنتی و مدرن دارای کاربردهای متنوعی می‌باشند. در این تحقیق، اسانس میوه‌های یک‌ساله و دوساله سرو پیرو در پاسخ به تغییرات فصلی (بهار، تابستان و پاییز) در گیاهان وحشی رویش یافته در منطقه خوشواش واقع در ۷۵ کیلومتری شهرستان آمل مورد ارزیابی قرار گرفتند. اسانس میوه‌ها به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر استخراج شد. نتایج این تحقیق نشان داد که میوه‌های یک‌ساله (۳/۹۷-۲/۲ درصد) در هر سه زمان برداشت از درصد اسانس بیشتری نسبت به میوه‌های دوساله (۲/۳۱-۱/۱۹ درصد) برخوردار بودند. نتایج آنالیز اسانس توسط GC و GC/MS نشان داد که آلفا-پینن (۵۹/۷-۴۱/۳۴ درصد)، لیمونن (۱۷/۱۴-۸/۹ درصد)، سابینن (۱۶/۹۶-۴/۶۹ درصد)، میرسن (۸/۶۴-۴/۵۶ درصد)، جرماکرن دی (۸/۲۲-۰/۹ درصد)، ای-کاریوفیلن (۳/۵۳-۰/۶۴ درصد) و بتا-پینن (۲/۷۹-۱/۳ درصد) مهمترین اجزاء شناسایی شده در اسانس بودند. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که مونوترپن‌ها (۹۳/۸۶-۷۲/۹۹ درصد) و سزکوئی ترپن‌ها (۱۳/۳۶-۱/۳۷ درصد) مهمترین گروههای شیمیایی تشکیل دهنده اسانس سرو پیرو بودند. مقدار آلفا-پینن به عنوان مهمترین ترکیب اسانس میوه‌های سرو پیرو در میوه‌های یک‌ساله در طول فصل کاهش یافت در حالی‌که در میوه‌های دوساله با مسن‌شدن میوه مقدار آن افزایش نشان داد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که محتوی و ترکیب اسانس به میزان رسیدگی میوه (فصل برداشت) وابسته است و برای بدست آوردن بالاترین محتوی اسانس و بیشترین مقدار آلفا-پینن در اسانس سرو پیرو، باید اقدام به برداشت میوه‌های یک‌ساله به ترتیب در تابستان و بهار نمود.

واژه‌های کلیدی: آلفا-پینن، درصد اسانس، زمان برداشت، سرو، میوه.

مقدمه

سرو کوهی (*Juniperus*) یکی از مهمترین جنس‌های متعلق به تیره Cupressaceae و شامل ۷۵ گونه است که در مناطق معتدل نیمکره شمالی از جمله آسیا، اروپا و شمال آمریکا پراکنده هستند. این جنس در ایران دارای پنج گونه درختی یا درختچه‌ای است که در ارتفاعات شمال و شمال شرق ایران رویش دارند که در میان آن‌ها سرو پیرو (*Juniperus communis* L.) به عنوان یک گونه دارویی مهم مطرح می‌باشد. *J. communis* ssp. *hemisphaerica* تنها زیر گونه سرو پیرو است که در جنگل‌های شمال به صورت نواری پراکنده و گسسته از جنگل‌های فوقانی در ارتفاع ۲۲۰۰ تا ۳۲۰۰ متری انتشار دارد (روستائی‌فر و همکاران، ۱۳۹۷؛ Assadi *et al*., 2008). اندام‌های مختلف سرو شامل برگ، شاخه، پوست و میوه حاوی اسانس بوده و در طب سنتی و مدرن دارای کاربردهای متنوعی می‌باشند. مواد موثره میوه‌های این گیاه برای اهداف مختلف به عنوان ضدنفخ، ضدعفونی کننده مجاری ادراری، مدر، قاعده آور، معرق، هضم کننده غذا، ضدالتهاب، ضداسپاسم، ضدافسردگی، ضدروماتیسم و اشتها آور مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bais *et al*., 2014; Judžentienė, 2019). در پایه‌های ماده این گیاه بطور همزمان دو نوع میوه دیده می‌شود. نوع اول میوه‌های تشکیل شده در سال جاری هستند که تا پایان فصل رشد سبز و نارس باقی می‌مانند (میوه‌های یک‌ساله) و نوع دوم میوه‌هایی هستند که در سال گذشته تشکیل شده‌اند و در پائیز سال دوم می‌رسند و در مرحله رسیدگی کامل به رنگ آبی مایل سیاه در می‌آیند (Judžentienė, 2019). کمیت و کیفیت اسانس بدست آمده از اندام‌های مختلف

سرو پیرو متفاوت می‌باشد. تحقیقات مختلف، مونوترپن‌های هیدروکربنی شامل آلفا-پینن، بتا-پینین، سابینن، میرسن و لیمونن را به‌عنوان اجزاء غالب اسانس اندام‌های مختلف سرو پیرو معرفی نموده‌اند (Höferl *et al*., 2014; Bais *et al*., 2014).

با توجه به اینکه کمیت و کیفیت اسانس سرو تحت تأثیر جنسیت گیاه، تغییرات فصلی، میزان رسیدگی میوه، شرایط محیطی و مختصات جغرافیایی محل رشد آن قرار می‌گیرد (روستائی‌فر و همکاران، ۱۳۹۷)؛ لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس میوه‌های یک‌ساله و دوساله سرو پیرو در طول فصول مختلف سال و در رویشگاه طبیعی این زیرگونه در مازندران انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، میوه‌های یک‌ساله و دوساله زیرگونه سرو پیرو (*J. communis* ssp. *hemisphaerica*) در فصول بهار (۱۵ خرداد)، تابستان (۳۰ مرداد) و پاییز (۳۰ آبان) از گیاهان وحشی رویش یافته در ارتفاع ۲۲۰۰ متری منطقه ییلاقی خوشواش واقع در ۷۵ کیلومتری شهرستان آمل جمع‌آوری شده و در دمای اتاق و در شرایط سایه به مدت یک هفته خشک گردیدند. پس از خشک شدن، میوه‌ها را پودر نموده و اسانس آن‌ها به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر (به مدت ۳/۵ ساعت) استخراج گردید و در نهایت اسانس استخراج شده با استفاده از دستگاههای گازکروماتوگرافی (GC) و گازکروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) مورد انالیز قرار گرفت. در این تحقیق عمل اسانس‌گیری برای هر نمونه سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار به‌عنوان داده نهایی گزارش گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ مشخصات مورفولوژیکی و درصد اسانس میوه‌های مختلف به تفکیک زمان برداشت آورده شده است. همان‌گونه که ذکر شد میوه‌های یک‌ساله تا پایان فصل رشد سال اول، به‌صورت سبز و نارس باقی می‌مانند و در سال دوم به‌تدریج مراحل رسیدن میوه کامل شده و در انتهای فصل رشد، میوه کاملاً رسیده و سیاه خواهد شد. نتایج این تحقیق نشان داد که میوه‌های یک‌ساله در هر سه زمان برداشت از درصد اسانس بیشتری نسبت به میوه‌های دوساله برخوردار بودند. در میوه‌های یک‌ساله بیشترین (۳/۹۷ درصد) و کمترین (۲/۲ درصد) محتوی اسانس به‌ترتیب در زمان‌های برداشت تابستان و پاییز بدست آمد. این در حالی است که در میوه‌های دوساله، با تکمیل فرآیند رسیدگی و مسن شدن میوه، درصد اسانس روند کاهشی نشان داد؛ به‌طوری که درصد اسانس از ۲/۳۱ درصد در فصل بهار به ۱/۵ درصد در تابستان و در نهایت به ۱/۱۹ درصد در پاییز کاهش یافت. به‌طور مشابهی Judžentienė (۲۰۱۹) گزارش نمود که محتوی اسانس میوه‌های نارس، حدود ۲/۵ برابر میوه‌های رسیده و شش برابر برگ‌ها بود.

جدول ۱- مشخصات مورفولوژیکی و درصد اسانس میوه‌های سرو پیرو برداشت شده در زمان‌ها مختلف.

زمان برداشت	نوع میوه	مشخصات مورفولوژیکی میوه	درصد اسانس
بهار (۱۵ خرداد)	میوه یک‌ساله	نارس: پوست میوه سبز روشن	۳/۲۴
	میوه دوساله	نیمه‌رسیده: پوست میوه سبز مایل به قهوه‌ای	۲/۳۱
تابستان (۳۰ مرداد)	میوه یک‌ساله	نارس: پوست میوه سبز روشن	۳/۹۷
	میوه دوساله	رسیده: پوست میوه سیاه	۱/۵
پاییز (۳۰ آبان)	میوه یک‌ساله	نارس: پوست میوه سبز	۲/۲
	میوه دوساله	کاملاً رسیده: پوست میوه سیاه و چروکیده	۱/۱۹

نتایج آنالیز اسانس توسط دستگاههای GC و GC/MS منجر به شناسایی ۱۴ ترکیب شد که ۸۶/۳۵ تا ۹۵/۴ درصد مجموع ترکیبات اسانس میوه‌های برداشت شده در زمان‌های مختلف را تشکیل می‌دادند. طبق نتایج، آلفا-پینن (۵۹/۷-۴۱/۳۴ درصد)، لیمونن (۱۷/۱۴-۸/۹ درصد)، سابینن (۱۶/۹۶-۴/۶۹ درصد)، میرسن (۸/۶۴-۴/۵۶ درصد)، جرماکرن دی (۸/۲۲-۰/۹ درصد)، ای کاریوفیلن (۳/۵۳-۰/۶۴ درصد) و بتا-پینن (۲/۷۹-۱/۳ درصد) مهمترین اجزاء شناسایی شده در اسانس بودند (جدول ۲). طبق گزارش Butkienė و همکاران (۲۰۰۶) نیز

آلفا-پینن مهمترین ترکیب تشکیل دهنده اسانس برگ در کشورهای سوئد، یونان، کرواسی، روسیه، مغولستان و ایتالیا و اسانس میوه در کشورهای مجارستان، لهستان، پرتغال، صربستان و مونته‌نگرو بود. در تحقیق مشابهی، Koukos و Papadopoulou (۱۹۹۷)، آلفا-پینن، لیمونن، میرسن، سابینن، سیترونلول، بتا-کاریوفیلن، بورنئول و بتا-پینن را به عنوان ترکیبات اصلی اسانس *J. communis* در کشور یونان گزارش نمودند. Höferl و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی ترکیبات اسانس *J. communis* بدست آمده از کشور بلغارستان، مونوترپن‌های هیدروکربنی شامل آلفا-پینن، میرسن، سابینن، لیمونن و بتا-پینن را به عنوان اجزاء اصلی اسانس میوه معرفی نمودند.

جدول ۲- ترکیبات شناسایی شده در اسانس میوه‌های یک‌ساله و دوساله سرو پیرو تحت تأثیر فصول مختلف برداشت.

ردیف	ترکیب	RI	میوه یک‌ساله			میوه دوساله		
			بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز
1	α-Thujene	923	0.76	1.42	1.38	1.03	0.89	1.83
2	α-Pinene	935	59.70	49.94	46.83	41.34	46.81	49.23
3	Sabinene	974	4.69	8.85	16.96	7.00	5.06	10.96
4	β-Pinene	976	1.32	2.79	1.30	1.60	2.51	1.88
5	Myrcene	986	6.03	8.64	5.17	8.23	5.44	4.56
6	δ-2-Carene	1002	-	1.21	0.84	-	0.23	0.69
7	α-Terpinene	1017	0.27	0.64	0.52	0.46	0.47	0.68
8	Limonene	1034	9.66	17.14	15.63	13.52	8.90	14.69
9	γ-Terpinene	1061	0.53	1.09	0.98	0.83	0.82	1.33
10	Terpinolene	1090	0.86	1.24	1.62	0.90	0.83	1.17
11	Terpinen-4-ol	1179	0.53	0.90	1.79	1.12	1.03	2.87
12	Z-Caryophyllene	1410	-	-	-	-	2.65	-
13	E-Caryophyllene	1414	1.17	0.64	1.76	3.53	2.49	1.37
14	Germacrene D	1482	5.06	0.90	-	7.68	8.22	-
	Monoterpenes		84.35	93.86	93.02	76.03	72.99	89.89
	Sesquiterpenes		6.23	1.54	1.76	11.16	13.36	1.37
	Total		90.58	95.4	94.78	87.24	86.35	91.26

میزان تولید اجزاء اسانس در میوه‌های مختلف، روند منظم و یکسانی را بر اساس تغییرات فصلی نشان نداد. مقدار آلفا-پینن به عنوان یک مونوترپن که مهمترین ترکیب اسانس میوه‌های سرو پیرو را تشکیل می‌داد، در میوه‌های یک‌ساله در طول فصل کاهش یافت در حالی‌که در میوه‌های دوساله الگوی کاملاً متفاوتی را نشان داد و با مسن‌شدن میوه مقدار آن افزایش یافت. مشابه نتایج این تحقیق، Butkienë و همکاران (2006) نیز میزان آلفا-پینن را در میوه‌های نارس بیشتر از میوه‌های رسیده گزارش نمودند. تغییرات میزان لیمونن به‌عنوان دومین ترکیب مهم اسانس سرو پیرو، در پاسخ به تغییرات فصلی الگوی منظمی را نشان نداد و در میوه‌های یک‌ساله در فصل تابستان و در میوه‌های دوساله در فصل پاییز از بیشترین میزان برخوردار بود. میزان سابینن در میوه‌های یک‌ساله در طول فصل افزایش یافت در حالی‌که در میوه‌های دوساله از روند مشخصی تبعیت نکرد. میرسن ترکیب مهم دیگری است که تغییرات آن در میوه‌های یک‌ساله روند مشخصی نداشت اما در میوه‌های دوساله با مسن شدن میوه مقدار آن کاهش نشان داد. مقدار بتا-پینن در هر دو نوع میوه در فصل تابستان بیشترین مقدار را دارا بود. از نکات جالب توجه دیگر، حضور ترکیب Z-کاریوفیلن فقط در اسانس میوه‌های دوساله در فصل تابستان بود. به‌علاوه دلتا-۲-کارن در فصل بهار و جرماکرن دی در فصل پاییز در اسانس هیچکدام از میوه‌ها شناسایی نشد (جدول ۲).

همچنین طبق نتایج این تحقیق، مونوترپن‌ها (۹۳/۸۶-۷۲/۹۹ درصد) و سزکوئی ترپن‌ها (۱۳/۳۶-۱/۳۷ درصد) مهمترین گروههای شیمیایی تشکیل دهنده اسانس سرو پیرو بودند (جدول ۲). میوه‌های یک‌ساله یا نارس (۹۳/۸۶-۸۴/۳۵ درصد) از میزان مونوترپن‌های بیشتری نسبت به میوه‌های دوساله یا رسیده (۸۹/۸۹-۷۲/۹۹ درصد) برخوردار بودند. این در حالی است که میزان سزکوئی ترپن‌ها در میوه‌های یک‌ساله (۶/۲۳-۱/۵۴ درصد) کمتر از میوه‌های دوساله (۱۳/۳۶-۱/۳۷ درصد) بود. در تحقیق انجام شده توسط Butkienë و همکاران

(2006) در لیتوانی نیز گزارش شد که در *J. communis*، میوه‌های نارس حاوی مونوترپن‌های بیشتر و سزکوئی ترپن‌های کمتری نسبت به میوه‌های رسیده بودند.

گزارش‌های متعددی در مورد تغییرات کمی و کیفی اسانس‌ها در مراحل مختلف رشدی وجود دارد. به‌عنوان مثال در تحقیق Falasca و همکاران (2016)، تفاوت‌های کمی و کیفی در ترکیبات شیمیایی اسانس میوه‌های سبز نارس تا میوه‌های آبی متمایل به سیاه برداشت شده از *J. communis* در طول مراحل رشد مشاهده گردید. این تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل تغییر بیان ژن‌های مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه و همچنین عوامل محیطی ناشی از تغییرات فصلی باشد. به‌همین خاطر، مطالعه در خصوص تغییرات کمی و کیفی متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس‌ها در مشخص نمودن بهترین زمان جمع‌آوری گیاه جهت بدست آوردن بیشترین ماده مؤثره حائز اهمیت فراوان می‌باشد.

در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که اسانس به دست آمده از میوه‌ها و زمان‌های مختلف برداشت، تنوع قابل توجهی از نظر محتوی و ترکیب نشان دادند؛ و برای بدست آوردن بالاترین میزان اسانس و بیشترین مقدار آلفا-پینن در اسانس سرو پیرو، باید اقدام به برداشت میوه‌های یک‌ساله به ترتیب در تابستان و بهار نمود.

منابع

روستایی‌فر، ع.، حسنی، ع. و سفیدکن، ف. ۱۳۹۷. بررسی اثر ارتفاع رویشگاه بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره اسانس پایه‌های نر و ماده گیاه *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* در رویشگاه طبیعی آمل. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۲۱(۱): ۱-۱۱.

Assadi, M., Khatamsaz, M., Maassomi, A.A. and Mozafarian, V. 2008. Flora of Iran: Cupressaceae. No. 21. Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran.

Bais, S., Gill, N.S., Rana, N. and Shandil, S. 2014. A phytopharmacological review on a medicinal plant: *Juniperus communis*. International Scholarly Research Notices, 2014: 634723.

Butkienė, R., Nivinskienė, O. and Mockutė, D. 2006. Differences in the essential oils of the leaves (needles), unripe and ripe berries of *Juniperus communis* L. growing wild in Vilnius district (Lithuania). Journal of Essential Oil Research, 18: 489–494.

Falasca, A., Caprari, C., De Felice, V., Fortini, P., Saviano, G., Zollo, F. and Iorizzi, M. 2016. GC-MS analysis of the essential oils of *Juniperus communis* L. berries growing wild in the Molise region: Seasonal variability and in vitro antifungal activity. Biochemical Systematics and Ecology, 69: 166–175.

Höferl, M., Stoilova, I., Schmidt, E., Wanner, J., Jirovetz, L., Trifonova, D., Krastev, L. and Krastanov, A. 2014. Chemical composition and antioxidant properties of juniper berry (*Juniperus communis* L.) essential oil. Action of the essential oil on the antioxidant protection of *Saccharomyces cerevisiae* model organism. Antioxidants, 3(1): 81–98.

Judžentienė, A. 2019. *Juniperus communis* L.: A review of volatile organic compounds of wild and cultivated common juniper in Lithuania. CHEMIJA, 30(3): 184–193.

Koukos, P.K. and Papadopoulou, K.I. 1997. Essential oil of *Juniperus communis* L. grown in Northern Greece: Variation of fruit oil yield and composition. Journal of Essential Oil Research, 9(1): 35–39.

Studying the Influence of Seasonal Variations on the Essential Oil Content and Composition in First- and Second-Year Berries of *Juniperus communis* L. ssp. *hemisphaerica*

Ali Rostaefar[1], Abbas Hassani[1*] and Fatemeh Sefidkon[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Medicinal and Aromatic Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: a.hassani@urmia.ac.ir*

Abstract

Common juniper (*Juniperus communis* L. ssp. *hemisphaerica*) is an important medicinal species belonging to the Cupressaceae family. Different parts of the juniper tree, including leaves, branches, bark, and fruits (berries), contain essential oils and have diverse applications in folk and modern medicine. In this study, the essential oils of first- and second-year berries of common juniper were evaluated in relation to seasonal variations (spring, summer, and autumn) in wild-growing plants in the Khoshevash region, located 75 km from Amol city. The essential oil of the fruits was extracted by hydro-distillation using a Clevenger apparatus. The results of this study showed that one-year-old fruits (2.2-3.97%) had a higher essential oil content than two-year-old fruits (1.19-2.31%) at all three harvest times. The results of essential oil analysis by GC and GC/MS showed that α-pinene (41.34-59.7%), limonene (8.9-17.14%), sabinene (4.69-16.96%), myrcene (4.56-8.64%), germacrene D (0.9-8.22%), E-caryophyllene (0.64-3.53%), and β-pinene (1.3-2.79%) were the most important components identified in the essential oil. The results of this study also showed that monoterpenes (72.99-93.86%) and sesquiterpenes (1.37-13.36%) were the main chemical groups constituting the essential oil of common juniper. The amount of α-pinene, as the most important essential oil compound of common juniper fruits, decreased in one-year-old fruits over the season, whereas in two-year-old fruits, its level rose as the fruit matured. The findings of this study showed that the essential oil content and composition depend on the degree of fruit maturity (harvest season), and to obtain the highest essential oil content and the highest amount of α-pinene in the essential oil of common juniper, one-year-old fruits should be harvested in summer and spring, respectively.

Keywords: α-Pinene, Berry, Essential oil content, Harvest time, *Juniperus communis*

IHSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی مورفولوژیکی و فیزیولوژی بادام کوهی بر حفظ ذخایر ژنتیکی گیاهی شهر تهران

ابوالفضل لولایی[1*]، خدایار همتی[1] و روح‌الله درویش[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان، ایران
۲- گروه مدیریت حوزه های آبخیزداری، دانشکده آبخیزداری، دانشگاه منابع طبیعی تهران. تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *A.lolaei1403@gmail.com*

چکیده

مهمترین هدف سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، شناسایی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی فلور ایران است. منابع ژنتیکی گیاهی به عنوان یکی از مهمترین ثروتهای ملی کشور، در رویشگاههای خود تحت فشارهای متنوعی هستند. در چند دهه اخیر رشد بی رویه جمعیت و فشارهای فزاینده بر منابع طبیعی باعث شده است تعداد زیادی از گونه های ارزشمند موجود در عرصه های طبیعی در معرض نابودی قرار گیرند. یکی از گیاهانی که به منظور حفاظت آب و خاک کشت میشود، درختچه بادام کوهی است. گونه بادام کوهی، با نام علمی Amygdalus scoparia یکی از گیاهان تیره گل سرخ میباشد. کشف روابط بین نوع پوشش گیاهی و عوامل موثر بر حفظ ذخیره ژنتیکی به منظور افزایش بهره وری و حفظ تنوع گونه ای و جلوگیری از بروز خسارات مهم می باشد. منطقه مورد مطالعه در استان تهران و در غرب شهر تهران در مساحت ۸۱۸ هکتار که از نظر ژئومورفولوژی محدوده مورد تحقیق، شامل اراضی کوهستانی، تپه ماهوری است. روش نمونه برداری در این تحقیق از طرح ازمایشگاهی کاملا تصادفی با ۳ تکرار استفاده گردید. با توجه به تغییرات ارتفاعی منطقه و پوشش گیاهی، محدوده به پنج طبقه ارتفاعی کلی مشخص گردید. در این تحقیق به مطالعه اثر عوامل توپوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی در اکوسیستمهای مرتعی شهر تهران پرداخته شد. با توجه به نتایج بدست آمده شرایط توپوگرافی بر میزان ارتفاع درختچه(سانتی متر)، تراکم درختچه در هکتار، قطر تاج پوشش(سانتی متر) و درصد سلامت تنه اثر معنی داری دارد. با توجه به وضعیت توپوگرافی میزان سلامت تنه تغییر میکند.همچنین برابر نتایج تحقیق، افزایش ارتفاع سبب کاهش اندازه و رشد نهال و همینطور سبب کاهش تراکم درخت در عرصه شده است.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، بادام کوهی، تراکم، ذخیره ژنتیکی.صفات مورفوفیزیولوژیکی.

مقدمه

سرمایه اساسی در هر کشور، منابع طبیعی محسوب میشود. دانستن ویژگی های کمی و کیفی رستنی های و آگاهی از روابط بین این گیاهان با عوامل محیطی مستلزم داشتن اطلاعات دقیق میباشد(اولیایی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به اینکه ایران یکی از کشورهای غنی از نظر داشتن تعداد گونه های گیاهی در رویشگاه های طبیعی خود است از ۸۰۰۰ گونه گیاهی شناسایی شده در این کشور حدود ۲۳۰۰ گونه و زیرگونه آن انحصاری (اندمیک) می باشد. این ذخایر ارزشمند که میتوانند دستمایه اصلی تولید ارقام گیاهی جدید با افزایش عملکرد کمی و کیفی باشند و از این طریق تحول بزرگی را در تولیدات گیاهان دارویی کشور ایجاد کنند، در رویشگاه‌های طبیعی با برداشتهای بی رویه، تغییر کاربری اراضی و تغییر اقلیم با خطر کاهش سطح، یا نابودی مواجه هستند. بنابراین حفاظت و صیانت از منابع ژنتیکی و ظرفیت سازی در بهره برداری بهینه از آنها با هدف شکوفایی اقتصاد ملی، امنیت غذایی اهمیت بسیاری دارد (سفیدکن، ۱۳۹۹). برای حفظ ذخایر ژنتیکی گیاهان در عرصه های طبیعی و بهره مندی از پتانسیل گیاهان دارویی بومی و انحصاری کشور باید. آگاهی از عوامل محیطی موثر بر رشد درختان و درختچه هاموثر (Zolfeghari, et al., 2014)، به دلیل اهمیت رشد بر ساختار و زیتوده جنگلها مراتع از اهداف اصلی بررسی حفاظت ژنتیکی می‌باشد (coomed and Allen., 2007). برای حل مسایل اکولوژیکی در رابطه با مدیریت و حفاظت زیست بوم های طبیعی، بررسی پوش گیاهی در مطالعات کاربردی بسیار مهم است. لذا این رابطه با در نظر گرفتن توان اکولوژیکی بسیار مهم است(Safianian et al., 2008). گونه بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) به عنوان یکی از گونه های مهم دارویی و تجاری از خانواده گل سرخ و مقـاوم بـه خشکی و گرماست. با توجه به اینکه کشور ما دارای آب و هوای خشک بوده، توسعه کشت و کار گونه های مختلف

بـادام در منـاطق مناسب ضروری به نظر میرسد. گونه بادام کوهی، یکی از گیاهان تیره گل سرخ و متعلق به دولپه ای ها میباشد. درخت بادام از درختان میوه بومی مناطق با آب و هوای مدیترانهای آسیای غربی است. این درخت یا درختچه بیخار با شاخه های کوتاه یا فاقد آن، با برگهای متناوب و خزان کننده بوده و گلها قبل از باز شدن برگها ظاهر میشوند. یکی از گیاهانی که به منظور حفاظت آب و خاک کشت میشود، درختچه بادام کوهی است. این درختچه در برابر شرایط نامساعد محیطی (کم آبی و نوسانات شدید حرارتی) و انواع اقلیم مقاوم میباشد. گونه های وحشی بادام با ژرمپلاسم گسترده مقاوم به تنش خشکی و شوری حائز اهمیت هستند(Zohary and Hopf, 2000). گونه های بادام وحشی بیشتر در مناطق بیابانی به عنوان درخت پایه به کنترل فرسایش خاک کمک میکند. به دلیل وجود پوسته سخت و چوبی در برابر حشرات و قارچها مقاوم هستند(Yousefzadeh, et al., 2010) بادام وحشی اسکوپاریا (scoparia) یکی از گونه های بومی ایران است که در کنترل فرسایش خاک و بازسازی جنگلها و افزایش بازده محصولات نقش مهمی بازی میکند (Rouhiet al., 2007). همچنین نتایج مشابهی توسط جوزی و مرادی مجد(۱۳۹۹) در خصوص بادام کوهی در منطقه زاگرس گزارش شد. بیش از پنج هزار هکتار تا سال ۲۰۰۶ از بادامهای زیرکشت استانهای فارس، کرمان، بوشهر و هرمزگان روی این پایه قرار گرفت.وجود تنوع بالا میان درختان بادام کوهی را می توان به گرده افشانی متقابل و خود ناسازگاری در بادام کوهی دانست. این تحقیق با هدف شناسایی، طبقه بندی و ارزشیابی ویژگیهای اکولوژیک رویشگاه بادام کوهی در منطقه ازگی شهر تهران، به منظور تبیین ویژگیهای مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی بادام کوهی بر ظرفیتهای شناسایی عوامل تهدیدکننده گونه های ارزشمند ژنتیکی به عنوان ذخایر ژنتیکی کشور انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در استان تهران و در غرب شهر تهران با مختصات جغرافیایی عرض شمالی۵۰۹۸۶۷ ۳۹۶۰۴۵۹ و ۵۱۱۶۷۱ ۳۹۵۷۱۱۰ واقع و مساحت منطقه مورد نظر ۸۱۸ هکتار است.ارتفاع حداقل و حداکثر این منطقه به ترتیب ۱۳۳۴ و ۲۳۸۴ متر از سطح دریا است. از نظر ژئومورفولوژی محدوده مورد تحقیق، شامل اراضی کوهستانی، تپه ماهوری است. روش نمونه برداری در این تحقیق از طرح ازمایشگاهی کاملا تصادفی با ۳ تکرار استفاده گردید. برای تولید نقشه طبقات ارتفاعی از نقشه توپوگرافی طرح ذخیره گاه استفاده و در نهایت با توجه به تغییرات ارتفاعی منطقه و پوشش گیاهی، محدوده به پنج طبقه ارتفاعی کلی مشخص گردید. برای جمع آوری اطلاعات از روش ترانسکت گذاری استفاده شد.تیمارها شامل ۱-طبقات ارتفاعی(در چهار سطح.، جهت شیب.(در چهار سطح جهت شمالی، جنوبی، شرقی و غربی)در هر پلات خصوصیات رویشی پایه های درختچه بادام کوهی شامل تراکم، ارتفاع، قطر تاج پوشش، درصد سلامت تنه مطابق دستور العمل آماربرداری جنگل(سازمان جنگلها و مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۴) و نیز جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، شمارش و اندازه گیری و یاداشت شد.در مطالعه پوشش گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی، یکی از جنبه های بسیار مهم در بررسی و ارزیابی مدیریت و حفاظت اکوسیستم های طبیعی محسوب میشود. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار spss انجام شد.

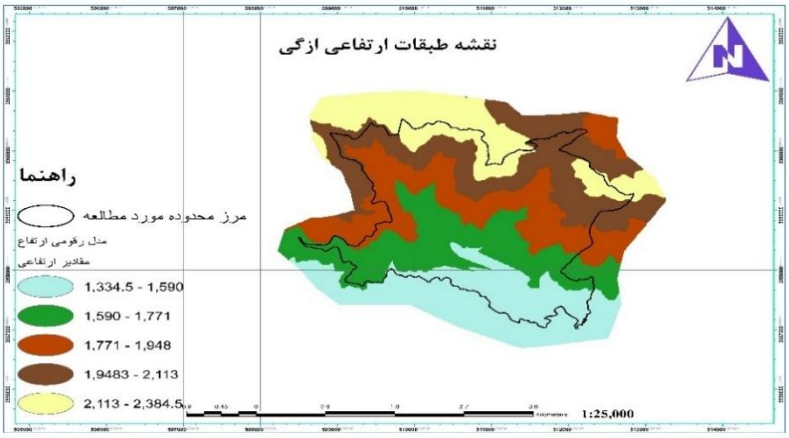
نتایج و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده جهت جغرافیایی بر خصوصیات اکولوژیکی بادام کوهی تاثیر گذار بوده که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین پراکنش گونه بادام کوهی و جهت جغرافیایی در منطقه مورد مطالعه رابطه معنی داری وجود دارد. بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین میزان رشد رویشی(ارتفاع درختچه و قطر تنه و تراکم در ارتفاعات پایینتر مشاهده شد. با تائجه به افزایش ارتفاع میزان رشد رویشی و درصد سلامت تنه کاهش یافته است. با توجه به نتایج اختلاف معنی داری بین شیب های مختلف با هم در ارتفاعات مختلف در رشد رویشی و فیزلوژی بادام کوهی مشاهده شده است.

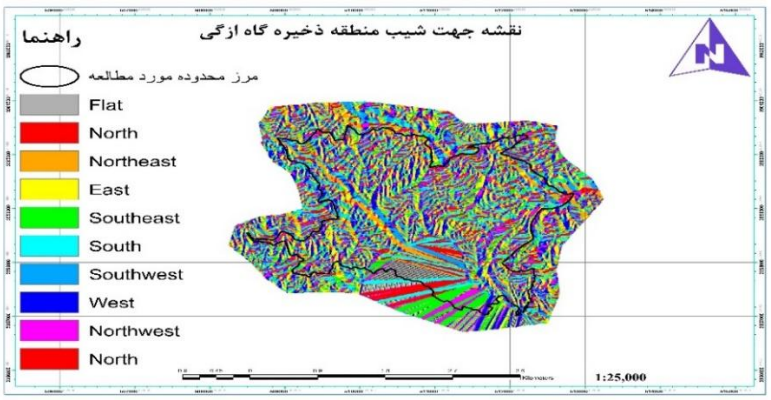
جدول شماره ۱-خصوصیات ارزیابی مورفولوژیکی و فیزیولوژی ذخیره گاه بادام کوهی.

خصوصیات رویشی بادام کوهی	جهت شیب	ارتفاع درختچه (سانتی متر)	قطر تاج پوشش(سانتی متر)	تراکم (در هکتار)	درصد سلامت تنه
	شمال	۲۱۸/۵ a	۱۲۷/۵ a	۱۴۰/۵ a	۱۰۰ a

طبقه ارتفاع	جنوب	210/۱ ab	۱۱۲/۱ c	۱۲۱/۱ b	۱۰۰ a
(۱۳۳۵–۱۵۹۰)	شرق	۱۹۷/۱ b	۱۱۵/۱ c	۱۱۵/۱ b	۱۰۰ a
	غرب	۱۷۸/۸ c	۱۲۵/۸ b	۱۱۹/۱ b	۹۹ ab
	شمال	186/۵ bc	۱۲۱/۸ a	۱۲۴/۵ ab	۱۰۰ a
طبقه ارتفاع	جنوب	190/۱ bc	۱۱۰/۵ c	۱۱۵/۱ b	۱۰۰ a
(۱۵۹۰–۱۷۷۱)	شرق	185/۱ bc	۱۲۰/۲ a	۱۱۰/۱ bc	۹۹ ab
	غرب	182/۸ bc	۱۱۳/۵ c	۱۰۹/۱ bc	۱۰۰ a
	شمال	174/۵ c	۱۲۲/۷ a	۱۱۴/۵ b	۱۰۰ a
طبقه ارتفاع	جنوب	183/۱ bc	۱۱۱/۱ c	۱۰۳/۱ c	۱۰۰ a
(۱۷۷۱–۱۹۴۸)	شرق	156/۱ d	۱۱۶/۵ c	۱۱۰/۱ bc	۹۷ b
	غرب	143/۸ e	۱۱۸/۱ c	۱۰۰/۱ c	۹۹ ab
طبقه ارتفاع	شمال	153/۵ d	۱۰۸/۵ d	۹۶/۵ d	۹۸ ab
(۱۹۴۸–۲۱۱۳)	جنوب	163/۱ d	۱۰۵/۵ d	۱۰۰/۱ c	۹۸ ab
	شرق	142/۱ e	۱۱۰/۵ c	۱۰۶/۱ c	۹۹ab
	غرب	135/۸ f	۱۰۳/۵ e	۸۹/۵ e	۹۸ ab
طبقه ارتفاع	شمال	131/۵ f	۱۰۰/۵e	۸۶/۱ e	۹۷ ab
(۲۱۱۳–۲۳۴۸)	جنوب	139/۱ g	۱۰۴/۵ e	۹۷/۱ d	۹۵ b
	شرق	121/۱ h	۱۰۱/۵e	۸۰/۱ f	۹۹ a
	غرب	128/۸ h	94/۵ f	۷۶/۵ g	۹۷ ab



شکل ۱– تصویر طبقات ارتفاعات ذخیره گاه بادام کوهی ازگی.



شکل ۲– تصویر طبقات ارتفاعات ذخیره گاه بادام کوهی ازگی.

در چند دهه اخیر رشد بی رویه جمعیت و فشارهای فزاینده بر منابع طبیعی باعث شده است تعداد زیادی از گونه‌های ارزشمند موجود در عرصه‌های طبیعی در معرض نابودی قرار گیرند (سفیدکن، ۱۳۹۹). ایجاد تغییرات اساسی در عوامل اکوسیستم و بر هم خوردن تعادل اکوسیستم‌های طبیعی درنتیجه بهره‌برداری‌های بیرویه، فرسایش شدید خاک، آتش سوزی، تخریب رویشگاه‌ها، شیوع آفات و بیماریها و آلودگیهای محیط زیستی، سبب تشدید انقراض ذخایر توارثی، به ویژه ذخایر توارثی عرصه‌های منابع طبیعی شده است. این تغییرات در مورد گیاهان دارویی که مورد بهره برداریهای بی‌رویه نیز قرار میگیرند، به مراتب بیشتر است. عدم توجه به حفظ ذخایر توارثی دارویی در عرصه های منابع طبیعی، پیامدهای فاجعه باری را در زیر بخش منابع طبیعی کشور در پی خواهد داشت که از آن جمله میتوان به روند سریع انقراض گونه ها و فرسایش شدید ژنتیکی اشاره کرد، به طوری‌که در آیندهای نه چندان دور، کشور را از مزایای استفاده از این گیاهان محروم خواهد کرد. بنابراین یک بار دیگر بر حفاظت ژنتیکی و جلوگیری از فرسایش گیاهان دارویی و با ارزش ژنتیکی و توسعه سطح زیر کشت با ارقام پرمحصول از آنها تأکید میشود. برداشت از طبیعت به جز نابودی ذخایر ژنتیکی، طیف متنوعی از یک گیاه را با عملکرد و مواد مؤثره مختلف تولید می‌کند که نه برای صادرات مناسب است و نه برای فراوری. از عوامل موثر بر حفظ گونه های ارزشمند ژنتیکی شرایط رشد آن است (Lyu et al., 2016). در گزارش محققین در خصوص رویشگاه های بادام کوهی در استان مرکزی، گزارش شد که بیشترین میزان تراکم بادام کوهی در دامنه های جنوبی و حداکثر شادابی و زاد آوری در دره های شمالی و شرقی و بیشترین تراکم در دامنه ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا میباشد که با توجه به نتایج این تحقیق رابطه معناداری مشاهده شده است (گودرزی و همکاران، ۱۳۸۷). میزان دریافت انرژی نیز تابع میزان ارتفاع میباشد. ارتفاع از سطح دریا معرف نوسانات اقلیمی است (Wang et al., 2001). تغییرات ارتفاعی تاثیر بسیار زیادی بر روی سه ویژگی دما، بارش و رطوبت بر جای میگذارد. از این رو میتوان گفت ارتفاع از سطح دریا از عوامل مهم در گسترش یا عدم گسترش گیاهان مخصوص حفظ گونه های ارزشمند ژنتیکی باشد(چوزی و مرادری مجد، ۱۳۹۲). با توجه به نتایج این تحقیق، فاصله بین پارسل‌های مختلف در منطقه، میزان پراکنش بادام کوهی نیز متفاوت است که با نتایج محققین مطابقت دارد (Roupies et al., 2016). با توجه با اینکه در مطالعه حاضر بیشترین جریان ژنی و کمترین فاصله ژنتیکی مشاهده شده است می توان فاصله جغرافیایی کمتر بین بادام کوهی در مقایسه با ارتفاعات و شیبهای مختلف را موید شباهت ژنتیکی بیشتر انها دانست. طبق گزارش محققین جهت های شمالی، غربی، شرقی و جنوبی به ترتیب از نظر رطوبت شرایط مناسب تری را برای گیاهان فراهم میکنند(احمدی، ۱۳۸۶). نتایج مشابهی توسط ساغری و همکاران، (۱۳۸۹) گزارش شده است. که با نتایج این تحقیق مطابقت داشته است. با توجه به نتایج این تحقیق با افزایش ارتفاع از سطح دریاُ از قطر تاج پوشش و میزان سلامت تنه درختچه کاسته شده است که با نظر محققین نادری و همکاران ۱۳۹۷کاملا مطابقت دارد. محققین گزارش نمودند که با افزایش میزان ارتفاع از سطح دریاُ درجه حرارت خاک کاهش یافته و سبب کاهش چرخه عناصر غذایی و در نتیجه کاهش حاصلخیزی خاک میشود(نادری و همکارانُ ۱۳۹۷). Zahedi و همکاران، (2020) به بررسی خواص فیزیکوشیمیایی ۱۰ گیاه بادام وحشی به طور طبیعی در ایران پرداختند. نتایج آنها نشان داد که بین گونه ها از نظر خصوصیات فیزیکی مغز و همچنین در صفات بیوشیمیایی ارزیابی شده تفاوت وجود دارد. توده‌های آذربایجان شرقی و فارس بیشترین میزان اسید لینولئیک، پالمیتیک و استئاریک و کمترین میزان اسید اولئیک را داشتند، در حالی که توده‌های قم دارای بیشترین میزان اسید اولئیک و کمترین میزان اسید پالمیتیک، استئاریک و لینولئیک در هسته در بین تمامی توده‌های مورد مطالعه بودند. عامل موثر در این عوامل، اقلیم و شرایط ارتفاعی میباشد. محققینی دیگر در بررسی رویشگاه بادام کوهی در استان قم گزارش دادند که مهمترین عامل در حضور و عملکرد درختچه های بادام کوهی در مناطق مورد بررسی، جهت جغرافیایی میباشد و شرایط خاک و به ویژه بافت خاک را عامل موثری میدانند(توکلی نکو و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به نتایج این تحقیق میتوان پیشنهاد داد امروزه برنامه ریزی صحیح و استفاده همه جانبه از محیط زیست بر پایه شناخت استعدادها و ارزیابی توان تولیدی سرزمین استوار است. آگاهی درباره توان اکولوژیک رویشگاه‌های جنگلی و طبقه بندی آنها، برنامه ریزی و نحوه انجام اقدامات متناسب را در زمینه مدیریت بهینه این منابع کم نظیر هموار میسازد. بررسی توان رویشگاه براساس شناخت ویژگیهای محیطی و اکولوژیک رویشگاه در تصمیم گیری نحوه مدیریت و حفاظت ژنتیکی گونه های ارزشمند ژنتیکی موثر میباشد. همچنین انتخاب هرگونه بایسیتی مطابق با شرایط اقلیمی منطقه باشد.

منابع

اولیایی، ح.، ادهمی، ا.، فرجی، ه. و فیاض، پ. ۱۳۸۹. آثار درخت بلوط ایرانی بر برخی خصوصیات خاک در منطقه جنگلی یاسوج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی – علوم آب و خاک، (۵۶): ۱۹۳–۲۰۶.

جوزی، س.ع. و مرادی‌مجد، ن. ۱۳۹۹. ارزیابی توان اکولوژیک رویشگاه بادام کوهی در منطقه زاگرس جنوبی به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره. نشریه پژوهش‌های محیط زیست، ۱۱(۲۱): ۷۳–۸۳.

ساغری، م.، رستم‌پور، م. و محمدی، م.ع. ۱۳۹۸. تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافیک بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی در زیست‌بوم‌های مرتعی خراسان جنوبی. نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۷(۱۵): ۱۹۷–۲۱۶.

سفیدکن، ف. ۱۳۹۹. حفاظت از ذخایر ژنتیکی گیاهان دارویی کشور. نشریه طبیعت ایران، ۵(۵): ۱۲۷.

گودرزی، غ. ۱۳۸۷. طرح تحقیقاتی بررسی نیاز رویشگاهی بادامک در استان مرکزی. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. ۹۱ ص.

نادری‌ورندی، م.، کیالاشکی، ع.، ویسی، ر. و شیخ‌السلامی، ع. ۱۳۹۷. تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی درختان صنوبر. نشریه بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ۶(۱۲): ۳۰–۳۸.

Lyu, L., Deng, X. and Zhang, Q.B. 2016. Elevation pattern in growth coherency on the southeastern Tibetan Plateau. PLOS ONE, 11(9): e0163201.

Mehdigholi, K., Sheidai, M., Niknam, V., Attar, F. and Noormohammadi, Z. 2013. Population structure and genetic diversity in *Prunus scoparia* of Iran. Annales Botanici Fennici, 50: 327–336.

Roupioz, L., Jia, L., Nerry, F. and Menenti, M. 2016. Estimation of daily solar radiation budget at kilometer resolution over the Tibetan Plateau by integrating MODIS data products and a DEM. Remote Sensing, 8: 504.

Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R. and Van Damme, P. 2007. Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. Environmental and Experimental Botany, 59: 117–129.

Safianian, A.R., Behroozi Rad, B., Mahini, A. and Hajjah Nia, Sh. 2008. 4th National Conference on Environmental Crises in Iran and Strategies for Improving Them. Islamic Azad University, Khuzestan Science and Research Branch, p. 64. (In Persian).

Wang, J., Fu, B., Qiu, Y. and Chen, L. 2001. Soil nutrients in relation to land use and landscape position in the semi-arid small catchment on the Loess Plateau in China. Journal of Arid Environments, 48: 537–550.

Yousefzadeh, K., Houshmand, S., Madani, B. and Martinez-Gomez, P. 2010. Karyotypic studies in Iranian wild almond species. Caryologia, 63: 117–123.

Zolfeghari, A., Zahedi Amiri, Gh., Mozaffarian, V. and Naghdi, F. 2014. Investigation on most effective environmental factors influencing *Juniperus communis* establishment (Case Study: Arasbaran Forest, Mardanaghomchay Water Catchment Area). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 495–505.

Zahedi, S.M., Mostafa, A., Hosseini, M.S., Yousefi, R. and Lam-Son Phan, T. 2020. Physical and biochemical properties of 10 wild almond (*Amygdalus scoparia*) accessions naturally grown in Iran. Food Bioscience, 37: 100721.

Zohary, D. and Hopf, M. 2000. Domestication of plants in the Old World. 3rd edn. Oxford University Press, New York.

Morphological and physiological evaluation of Amygdalus scoparia reserve on the preservation of plant genetic resources in Tehran city

Abolfazl Lolaei[1*], Khodayar Hemati[1] and Rohollah Darvish[2]

1. Horticultural Science Breeding and Biotechnology, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran
2. Watershed Management, Faculty of Watershed Management, Tehran University of Natural Resources Tehran, Iran

Corresponding Author: A.lolaei1403@gmail.com

Abstract

The most important goal of the Natural Resources and Watershed Management Organization of the country is to identify and protect the genetic reserves of Iran's flora. Identifying and protecting this huge genetic complex is vital. Plant genetic resources, as one of the most important national treasures of the country, are under various pressures in their habitats. In recent decades, the excessive population growth and increasing pressures on natural resources have caused a large number of valuable species in natural areas to be endangered. One of the plants that is cultivated for the purpose of water and soil conservation is the mountain almond shrub. The mountain almond species, with the scientific name Amygdalus scoparia, is a plant of the Rosaceae family. Discovering the relationships between the type of vegetation and the factors affecting the conservation of the genetic reserve is important in order to increase productivity and maintain species diversity and prevent damage. In this research, the effect of topographic factors, including height above sea level and slope direction, on the vegetative and reproductive characteristics of the mountain almond shrub in the rangeland ecosystems of Tehran was studied. According to the results obtained, topographic conditions have a significant effect on shrub height (cm), shrub density per hectare, crown diameter (cm), and trunk health percentage. The trunk health varies depending on the topographic condition. Also, according to the research results, increasing height has reduced the size and growth of seedlings and also reduced tree density in the field.

Keywords: Amygdalus scoparia, Density, Genetic reserve.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آب‌بشقابی (*Centella asiatica* L.) با کاربرد نانوذره اکسید روی و سولفات روی

آسیه حسینخانی هزاوه*[۱]، عبدالکریم چهرگانی راد[۱] و رویا کرمیان[۱]
۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *a.hosseinkhani@sci.basu.ac.ir*

چکیده

افزایش تقاضا برای استفاده از ترکیبات زیست‌فعال در گیاهان دارویی، پژوهش‌های گسترده‌ای را در زمینه بهبود کیفیت فیزیولوژیکی این گیاهان با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین به‌ویژه نانو فناوری به همراه داشته است. در همین راستا، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر نانوذرات اکسید روی (ZnO NPs) و سولفات روی ($ZnSO_4$) بر شاخص‌های بیوشیمیایی گیاه آب‌بشقابی (*Centella asiatica* L.)، به عنوان یکی از گیاهان دارویی پرکاربرد، طراحی و اجرا شد. برگ‌های گیاهان آب بشقابی با غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از هر دو ترکیب روی محلول‌پاشی شدند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد نانوذرات اکسید روی در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری موجب افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل a (۴۷/۰۶ درصد)، کلروفیل b (۳۰۰ درصد)، کلروفیل کل (۱۱۸/۵۲ درصد) و کارتنوئید (۱۹/۷۰درصد) شد. همچنین، میزان متابولیت‌های ثانویه شامل فنول کل و فلاونوئیدها به ترتیب به میزان ۶۰/۰۴ و ۶۷/۳۳ درصد افزایش یافت. در آنتوسیانین‌ها، تیمار نانوذرات اکسید روی با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر با ۰۲/ درصد افزایش محتوای، بیشترین اثر تحریک‌کنندگی را نشان داد. با این حال، غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از هر دو منبع روی منجر به کاهش معنی‌دار این شاخص‌ها گردید. یافته‌های این تحقیق بیانگر آن است که استفاده از نانوذرات اکسید روی در غلظت‌های بهینه می‌تواند روشی مؤثر برای بهبود ترکیبات زیست‌فعال و افزایش کیفیت گیاهان دارویی باشد، که این امر می‌تواند نقش به سزایی در ارتقاء بهره‌وری در کشت و تولید این گیاهان ایفا کند. اما در غلظت‌های بالاتر اثرات سمی دارند.

واژه‌های کلیدی: رنگیزه‌های فتوسنتزی، گیاهان دارویی، متابولیت‌های ثانویه، نانوذرات اکسید روی.

مقدمه

آب‌بشقابی با نام علمی *Centella asiatica* L. یک گیاه علفی، رونده و چند ساله است که متعلق به خانواده (Umbelliferae) Apiaceae می‌باشد. این گیاه یکی از گیاهان دارویی مهم به شمار می‌رود و عمده ارزش دارویی و فعالیت زیستی آن توسط چهار تری‌ترپنوئید اسید آسیاتیک، اسید مادکاسیک، آسیاتیکوزید و مادکاسوید ایجاد می‌شود. این ترکیبات نقش مهمی در ترمیم زخم ایفا کرده و همچنین دارای خواص درمانی گسترده‌ای مانند محافظت عصبی، ضد التهاب، ضد دیابت و به ویژه فعالیت ضد توموری هستند (Nongrum et al., 2020). با وجود اهمیت بالای ترکیبات زیست فعال این گیاه، غلظت این ترکیبات در بافت‌های گیاه پایین می‌باشد. از این رو، استفاده از نانوذرات یک راهکار موثر برای افزایش این متابولیت‌های دارویی مهم مطرح شده است. در بین نانوذرات مختلف، نانوذره اکسید روی از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا عنصر روی یکی از ریز مغذی مهم برای گیاهان به شمار می‌رود و در بیوسنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌ها، حفظ یکپارچگی غشای سلولی و فعالیت‌های متابولیکی نقش دارد (Yruela et al., 2021). کمبود روی در خاک‌های کشاورزی، یک نگرانی جهانی به شمار می‌رود و مقدار آن برای تامین حداقل نیاز گیاه کافی نیست. در نتیجه، افزودن روی اضافی برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری گیاه مورد نیاز است. با توجه اینکه روی به شکل نمک حلالیت بیش‌تری در آب دارد و شست‌وشوی آن راحت‌تر می‌باشد، می‌توان انتظار داشت که نانو ذره روی بیش‌تر از نمک روی جذب شود. تیمار گندم با نانوذر اکسید روی (۲۵۰-۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) باعث افزایش محتوای کلروفیل و پروتئین شد (Ramesh et al., 2014). مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که پاسخ گیاهان به نانوذرات روی بستگی به گونه گیاهی و غلظت اعمال‌شده دارد. به طوری که تیمار بذر با نانوذرات اکسید روی در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر رشد را تا ۸۰ درصد و میزان کلروفیل را تا

بیش از ۵۰ درصد در گیاه آرابیدوپسیس کاهش داد (Wang et al., 2016). بنابراین، با توجه به اهمیت بررسی مزایای نانوذره اکسید روی نسبت به فرم نمکی آن، این مطالعه با هدف بررسی اثرات نانوذره و نمک اکسید روی بر ویژگی‌های فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاه آب‌بشقابی از طریق تیمار برگی در سه غلظت مختلف انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، نانوذره اکسید روی (ZnO NPs) با اندازه ذرات ۳۰-۱۰ نانومتر، خلوص ۹۹ درصد و مساحت سطح ۶۰-۲۰ مترمربع بر گرم از شرکت نانوسانی (US-Nano) مشهد خریداری شد. به منظور بررسی تاثیر نانوذره اکسید روی بر گیاه دارویی آب‌بشقابی، نهال‌های این گیاه در گلدان‌هایی با ظرفیت یک کیلوگرم و حاوی بستر کشت متشکل از پیت ماس، کوکوپیت و پرلیت کاشته شده و در گلخانه پردیس دانشگاه بوعلی‌سینا در دمای ۲۶-۱۸ سانتی‌گراد و دوره نوری طبیعی نگهداری شدند. بعد از اینکه نهال‌ها به رشد کافی رسیدند، تیمار گیاهان به صورت محلول‌پاشی برگی انجام شد. تیمارها شامل غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ZnO NP و غلظت مشابهی از $ZnSO_4$ به عنوان شاهد مثبت بود. برای تیمار شاهد منفی از محلول آب مقطر استفاده گردید.

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی: برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) استفاده شد. میزان جذب نمونه‌ها با استفاده ازدستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل Perkin Elmer در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۸۰ نانومتر به ترتیب برای کلروفیلa، کلروفیل b و کارتنوئید قرائت شد. اندازه‌گیری محتوای فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین‌کل: ابتدا عصاره‌های نمونه‌ها استخراج شد. جهت سنجش محتوای فنول کل از روش Plessi و همکاران (۲۰۰۷)، جهت سنجش محتوای فلاونوئید کل از روش Chang و همکاران (۲۰۰۲) و برای ارزیابی محتوای آنتوسیانین کل از روش Wagner (۱۹۷۹) استفاده گردید. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۷۶۵، ۴۱۵ و ۵۵۰ نانومتر به ترتیب برای فنول، فلاونوئید و آنتوسیانین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل Perkin Elmer درطول موج ۵۵۰ نانومتر خوانده شد. آنالیز آماری: این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ($P\leq ۰/۰۵$) انجام شد.

نتایج و بحث

رنگیزه‌های فتوسنتزی: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمار غلظت‌های مختلف سولفات روی ($ZnSO_4$) و نانوذر اکسید روی (ZnO NPs) بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه آب‌بشقابی اثر معنی‌داری دارد. بررسی مقادیر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد، بیانگر تغییرات چشمگیری در روند فتوسنتزی گیاهان بوده است. تیمار نانوذره اکسید روی با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری بیشترین تأثیر مثبت را بر تمامی شاخص‌های مورد بررسی داشته و موجب افزایش ۴۷/۰۶٪ در کلروفیل a، ۳۰۰٪ در کلروفیل b، ۱۱۸/۵۲٪ در کلروفیل کل و ۱۹/۷۰٪ در کارتنوئیدها نسبت به شاهد شد. در مقابل، نانوذر اکسید روی در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش قابل‌توجه در تمامی رنگیزه‌ها شد، به‌طوری که مقادیر کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید به ترتیب ۱۱/۷۶٪، ۴۱/۱۸٪، ۲۵/۹۳٪ و ۳۳/۹۹٪ نسبت به شاهد کاهش یافت. این کاهش شدید بیانگر آن است که غلظت‌های بالای نانوذرات می‌توانند اثرات سمی بر گیاه داشته و فرآیندهای فیزیولوژیکی از جمله سنتز رنگیزه‌ها را مختل کنند. در مورد تیمارهای سولفات روی نیز نتایج نشان داد که غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب بهبود نسبی در شاخص‌های رنگیزه‌ای شدند، به ویژه در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر که میزان کلروفیل b به میزان ۲۵۸/۸۲٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. اما در مجموع، عملکرد تیمارهای نانوذرات در دوزهای مناسب مؤثرتر از تیمارهای نمکی بود. در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی نیز کاهش در بیشتر شاخص‌ها مشاهده شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف سولفات روی و نانوذره اکسیدروی بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه آب‌بشقابی.

تیمار	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$ FW)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$ FW)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}$ FW)	کارتنوئید ($mg.g^{-1}$ FW)

سولفات روی (ZnSo4)				
۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۳۴^{c}	۰/۴۳^{c}	۰/۷۸^{d}	۳/۹۵^{b}
۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۴۳^{b}	۰/۶۱^{b}	۱/۰۵^{d}	۴/۰۹^{b}
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۳۴^{c}	۰/۱۶^{d}	۰/۵۱^{e}	۳/۴۰^{c}
شاهد	۰/۳۷^{c}	۰/۱۷^{d}	۰/۵۴^{e}	۴/۰۶^{b}
نانوذرات اکسید روی (ZnNP)				
۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۴۲^{b}	۰/۴۷^{c}	۰/۸۹^{c}	۴/۱۰^{b}
۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۵۰^{a}	۰/۶۸^{a}	۱/۱۸^{a}	۴/۸۶^{a}
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	/۳۰^{d}	۰/۱۰^{e}	۰/۴۰^{f}	۲/۶۸^{d}

در هر گروه تیماری، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی روی با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین اثر افزایشی را بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل و کارتنوئید داشت. در مقابل، افزایش غلظت به ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش معنی‌داری در این رنگیزه‌ها شد. نتایج ما با یافته‌های Pullagurala و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد که نشان دادند که کاربرد نانوذرات ZnO در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، منجر به افزایش معنی‌دار محتوای نسبی کلروفیل (به ترتیب ۴۱، ۳۷ و ۵۸ درصد) در گیاهان مورد مطالعه در مقایسه با گیاهان شاهد شد. افزایش محتوای کلروفیل به این دلیل است که روی با تأثیر بر فعالیت آنزیم آنهیدراز کربنیک که هیدراتاسیون CO_2 را کاتالیز می‌کند، باعث تسهیل انتشار دی اکسید کربن به مکان‌های کربوکسیلاسیون گیاهان می‌شود و نقش اساسی در متابولیسم گیاهان ایفا می‌کند. پاسخ‌های تنشی به غلظت‌های بالای روی ممکن است ارتباط نزدیکی با تولید گونه‌های اکسیژن فعال داشته باشد و محتوای کلروفیل به عنوان پاسخی به تنش اکسیداتیو کاهش یابد. مقایسه بین نانوذرات روی و اکسید روی در پژوهش ما نشان داد که تاثیر نانوذره روی بر افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی به طور معنی‌داری بیشتر از یون روی بود. علت این امر می‌تواند به دلیل قابلیت جذب و تحرک بالاتر نانوذرات و افزایش کارایی زیستی آن‌ها باشد.

محتوای فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین‌کل: نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد تیمارهای مختلف روی به شکل سولفات و نانوذرات اکسید روی بر سطح متابولیت‌های ثانویه‌ای نظیر فنول کل، فلاونوئید کل و آنتوسیانین کل تأثیر چشمگیری دارد و شدت این تأثیر بسته به غلظت آن متغیر است. نانوذرات اکسید روی با غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب باعث افزایش ۶۰/۰۴٪ و ۶۳/۸۱٪ در محتوای فنول کل نسبت به شاهد شدند. از سوی دیگر، بیشترین افزایش فلاونوئید مربوط به تیمار سولفات روی ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود که با ۸۶/۹۱٪ افزایش همراه بود. همچنین نتایج ما کاهش شدید فلاونوئید (۲۷/۱۸٪-) در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر را نشان داد. در آنتوسیانین‌ها، غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار نانوذرات اکسید روی با ۱۱۵/۰۲٪ افزایش محتوای، بیشترین اثر تحریک‌کنندگی را نشان داد. در مقابل، تیمار نانوذره روی و سولفات روی در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم موجب کاهش آنتوسیانین‌ها شدند (به‌ترتیب ۱۲/۶۸٪- و ۱۲/۲۱٪-).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف سولفات روی و نانوذره اکسیدروی بر متابولیت‌های ثانویه گیاه آب‌بشقابی.

تیمار	فنول (mg.g^{-1} FW)	فلاونوئید (mg.g^{-1} FW)	آنتوسیانین (mg.g^{-1} FW)
سولفات روی (ZnSo4)			
۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۶۶/۹۶^{abc}	۵۰/۹۰^{b}	۷/۲۷^{b}
۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۳۳۰/۳۶^{bc}	۸۰/۲۹^{a}	۷/۲۳^{b}
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۲۱۰/۱۲ c	۸۰/۵۸^{a}	۳/۷۴^{d}
شاهد	۳۱۵/۷۷^{cb}	۴۸/۴۲^{b}	۴/۲۶^{d}
نانوذرات اکسید روی (ZnNP)			

۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر	۴۲/۵۱^{ab}	۷۵/۹۰^{a}	۹/۱۶^{a}
۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۵۰۵/۳۶ ^{a}	۸۱/۰۲^{a}	۵/۷۶^{c}
۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۵۱۷/۲۶^{a}	۳۵/۲۶^{c}	۳/۷۲^{a}

در هر گروه تیماری، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

نتایج García-López و همکاران (2019) نشان داد که محلول‌پاشی نانوذرات روی به‌طور معنی‌داری بر محتوای فنل‌ها وفلاونوئیدها در میوه فلفل تأثیر می‌گذارد. محتوای ترکیبات فنولی در تیمار $ZnSO_4$ تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. بالاترین غلظت کل فلاونوئیدها در ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی مشاهده شد. اما غلظت‌های به‌دست‌آمده در تیمار ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر $ZnSO_4$ به ترتیب ۲۱/۹٪ و ۱۷/۲٪ کمتر از مقادیر بدست آمده در همان غلظت نانوذرات اکسید روی بود و در مقایسه با شاهد، تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت. در این مطالعه اثرات محلول‌پاشی نانوذرات اکسید روی در گیاهان بیشتر از اثرات ناشی از $ZnSO_4$ روی در همان غلظت‌ها بود. این نشان می‌دهد که نانوذرات اکسید روی می‌توانند از طریق فعالیت یون‌هایی که در طول یک دوره طولانی‌تر آزاد می‌شوند، سمیت ایجاد کنند و می‌توانند باعث تحریک بیشتری از ROS شوند.

منابع

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3): 178–182.

García-López, J.I., Niño-Medina, G., Olivares-Sáenz, E., Lira-Saldivar, R.H., Barriga-Castro, E.D., Vázquez-Alvarado, R., Zavala-García, F. et al. 2019. Foliar application of zinc oxide nanoparticles and zinc sulfate boosts the content of bioactive compounds in habanero peppers. Plants, 8(8): 254.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. Journal of Plant Physiology, 131(1–2): 101–110.

Nongrum, Y., Prasad, R., Gupta, A. and Tiwari, M. 2020. Development and nutritional characterization of noodles enriched with *Centella asiatica* powder. International Journal of Current Science, 8(2): 2183–2186.

Prasad, T.N.V.K.V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Reddy, K.R., Pradeep, T. et al. 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35(6): 905–927.

Pullagurala, V.L.R., Adisa, I.O., Rawat, S., Kalagara, S., Hernandez-Viezcas, J.A., Peralta-Videa, J.R. and Gardea-Torresdey, J.L. 2018. ZnO nanoparticles increase photosynthetic pigments and decrease lipid peroxidation in soil grown cilantro (*Coriandrum sativum*). Plant Physiology and Biochemistry, 132: 120–127.

Ramesh, M., Palanisamy, K., Babu, K. and Sharma, N.K. 2014. Effects of bulk and nano-titanium dioxide and zinc oxide on physio-morphological changes in *Triticum aestivum* Linn. Journal of Global Biosciences, 3(2): 415–422.

Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. Plant Physiology, 64(1): 88–93.

Wang, X., Yang, X., Chen, S., Li, Q., Wang, W., Hou, C., Wang, S. et al. 2016. Zinc oxide nanoparticles affect biomass accumulation and photosynthesis in *Arabidopsis*. Frontiers in Plant Science, 6: 1243.

Yruela, I., Moreno-Yruela, C. and Olsen, C.A. 2021. Zn^{2+}-dependent histone deacetylases in plants: Structure and evolution. Trends in Plant Science, 26(7): 741–757.

Study of the Physiological and Biochemical Characteristics of Gotu Kola (*Centella asiatica* L.) Using Zinc Oxide Nanoparticles and Zinc Sulfate

Asiyeh Hosseinkhani Hezaveh[1*], Abdolkarim Chehregani Rad[1], Roya Karamian[1]
1. Department of Biology, Faculty of Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[*]*Corresponding Author: a.hosseinkhani@sci.basu.ac.ir*

Abstract

The growing demand for bioactive compounds in medicinal plants has prompted extensive research into improving their physiological and biochemical quality through modern technologies, particularly nanotechnology. This study aimed to evaluate the effects of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) and zinc sulfate ($ZnSO_4$) on the biochemical traits of *Centella asiatica* L., a widely used medicinal plant. Plants were foliar-treated with three concentrations (250, 500, and 1000 mg L^{-1}) of each zinc source. The application of ZnO NPs at 500 mg L^{-1} significantly enhanced photosynthetic pigment contents, including chlorophyll a (by 47.06%), chlorophyll b (by 300%), total chlorophyll (by 118.52%), and carotenoids (by 19.70%). Furthermore, secondary metabolites such as total phenolics and flavonoids increased by 60.04% and 67.33%, respectively. The highest stimulation of anthocyanin content (2.02% increase) was observed with ZnO NPs at 250 mg L^{-1}. However, the application of 1000 mg L^{-1} from both zinc sources led to a significant reduction in these biochemical parameters. Overall, the results suggest that ZnO NPs, when applied at optimal concentrations, can effectively improve the biochemical quality and enhance the accumulation of bioactive compounds in *C. asiatica*. Nevertheless, higher concentrations may induce phytotoxic effects.

Keywords: Photosynthetic pigments; Secondary metabolites; Medicinal plants; Foliar application.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر قارچ مایکوریزا آرباسکولار، باکتری‌های محرک رشد و تنش کم‌آبی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه شیرین‌بیان

یاسمن قره خانی[1*] و مهدیه پارسائیان[1]
۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
نویسنده مسئول: *gharehkhaniy@gmail.com*

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر قارچ مایکوریزای آرباسکولار، باکتری‌های محرک رشد و سطوح مختلف تنش کم‌آبی بر برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه دارویی شیرین‌بیان بود. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به‌صورت فاکتوریل انجام شد. تیمارها شامل قارچ مایکوریزا در دو سطح تلقیح و عدم تلقیح، باکتری‌های محرک رشد در دو سطح حضور و عدم حضور و تنش کم‌آبی در سه سطح بدون تنش (۸۰٪)، تنش ملایم (۶۰٪)، تنش شدید (۴۰٪) از ظرفیت زراعی مزرعه بود. نتایج نشان داد که کاربرد هم‌زمان قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد به‌ویژه ترکیب با باکتری سودوموناس پوتیدا سویه P13 در سطح تنش ملایم، موجب افزایش محتوای فلاونوئید، قند محلول و همچنین فسفر برگ و ریشه گیاه می‌شود. این نتایج بر اهمیت میکروارگانیسم‌های مفید در بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه شیرین‌بیان در شرایط تنش خشکی تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: باکتری محرک رشد، تنش خشکی، قارچ مایکوریزا، فلاونوئید، گلیسیریزین.

مقدمه

شیرین‌بیان *(Glycyrrhiza glabra)* از جمله گیاهان دارویی پرکاربرد در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی است که به دلیل ترکیباتی همچون گلیسیریزین، ارزش اقتصادی بالایی دارد. بااین‌حال، کم‌آبی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید این گیاه به شمار می‌رود. تنش خشکی منجر به اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، جذب آب و تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شود (Ozturk et al., 2021). Haghighi و همکاران (2022) گزارش کردند که ترکیب قارچ مایکوریزا *(Claroideoglomus etunicatum)* و سیلیکون موجب افزایش قابل‌توجه قندهای محلول (گلوکز، فروکتوز، ساکارز) در ریشه‌های شیرین‌بیان تحت تنش شدید خشکی می‌شود. همچنین، باز هم Haghighi و همکاران (2022) نشان داد که کاربرد هم‌زمان قارچ مایکوریزا و سیلیکون، غلظت فسفر ریشه و ترکیبات فنلی - فلاونوئید را در شرایط خشکی افزایش می‌دهد. باوجود این شواهد، تاکنون پژوهشی که به طور هم‌زمان اثر تنش کم‌آبی، قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد را بر شاخص‌هایی نظیر قندهای محلول، فلاونوئید و فسفر در برگ و ریشه شیرین‌بیان بررسی کند، منتشر نشده است؛ بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تنش کم‌آبی و کاربرد قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد بر محتوای پایداری غشا پلاسمایی، قندهای محلول، فلاونوئید و فسفر برگ و ریشه گیاه شیرین‌بیان است.

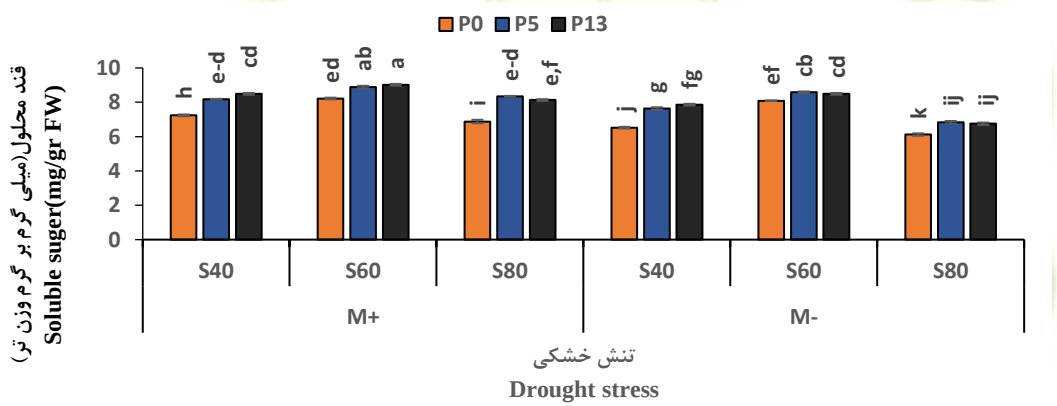
مواد و روش‌ها

بذور شیرین‌بیان از منطقه ورزنه، استان اصفهان تهیه و در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در شهریور ۱۴۰۲ کشت شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. بذور پیش از کاشت با اسیدسولفوریک و پراکسید هیدروژن ضدعفونی شده و در گلدان‌های پلاستیکی حاوی مخلوط کوکوپیت، پیت ماس، پرلیت و خاک مزرعه به نسبت ۱:۱:۱:۲ کشت شدند. قارچ مایکوریزای آرباسکولار و باکتری‌های P5 و P13 به‌صورت تلقیح بذری و پس از یک هفته همراه با آبیاری اضافه شدند. گلدان‌ها تحت شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و آبیاری منظم رشد کردند. پس از دو ماه، تنش کم‌آبی به مدت سه هفته اعمال شد. برای قندهای محلول برگ‌ها با اتانول ۸۰٪ استخراج و پس از واکنش با فنل - اسیدسولفوریک، جذب نوری در طول‌موج

۴۸۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر خوانده شد و غلظت بر اساس منحنی استاندارد گلوکز تعیین شد(Schlegel, 1956). به منظور سنجش فسفر برگ و ریشه، نمونه‌های خشک‌شده خاکستر و با محلول‌های آمونیوم مولیبدات - وانادات واکنش داده و میزان فسفر با اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. محتوای فلاونوئید کل با روش کلید آلومینیوم اندازه‌گیری شد برگ‌ها با متانول ۸۰٪ استخراج و با کلرید آلومینیوم واکنش داده شدند، جذب نوری در طول‌موج ۵۱۰ نانومتر خوانده شد و غلظت بر اساس منحنی استاندارد کوئرستین تعیین شد (Quettier-Deleu et al., 2000). تمام داده‌ها با نرم‌افزار آماری تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵٪ و ۱٪ انجام شد

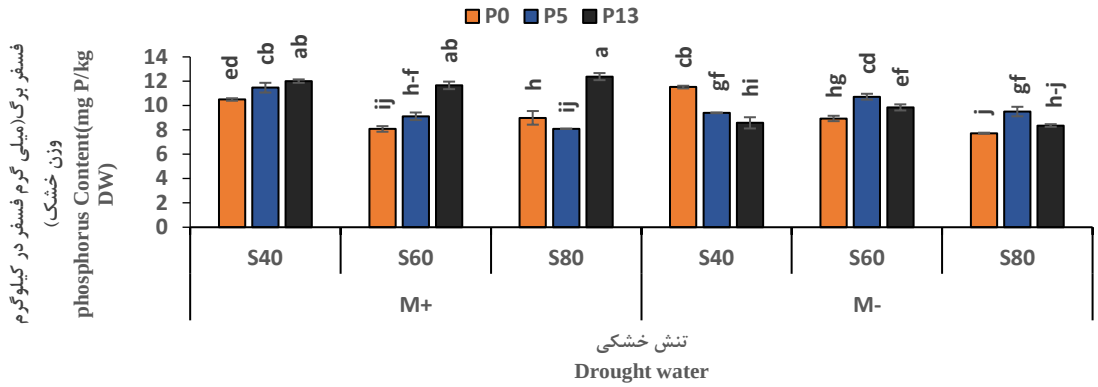
نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی موجب افزایش میزان قندهای محلول در برگ‌های شیرین‌بیان شد که این افزایش می‌تواند به دلیل تجمع اسمولیت‌ها و تنظیم اسمزی برای حفظ ساختار سلولی و تعادل آبی گیاه باشد. حضور قارچ مایکوریزا نیز اثر قابل‌توجهی در افزایش قندهای محلول داشت که احتمالاً ناشی از بهبود جذب آب و مواد مغذی و تحریک مسیرهای بیوسنتزی مرتبط با تنظیم اسمزی است. همچنین مشاهده شد که ترکیب قارچ مایکوریزا با باکتری‌های محرک رشد، به‌ویژه سویه‌های P5 و P13، بیشترین اثر مثبت را در افزایش قندهای محلول در شرایط تنش ملایم داشت که نشان‌دهنده اثر هم‌افزایی این میکروارگانیسم‌ها در تقویت توانایی گیاه برای مقابله با خشکی است. کمترین میزان قندهای محلول در تیمارهای کم تنش مشاهده شد که با کاهش نیاز به تنظیم اسمزی در شرایط غیر تنش مطابقت دارد. این یافته‌ها با نتایج Hu و همکاران (2020) همسو است؛ آن‌ها نشان دادند که تلقیح گیاهان با قارچ مایکوریزا موجب افزایش قندهای محلول و فعالیت آنزیم‌های متابولیکی مرتبط با سنتز قندها شده و ظرفیت گیاه برای مقابله با تنش خشکی را بهبود می‌بخشد.



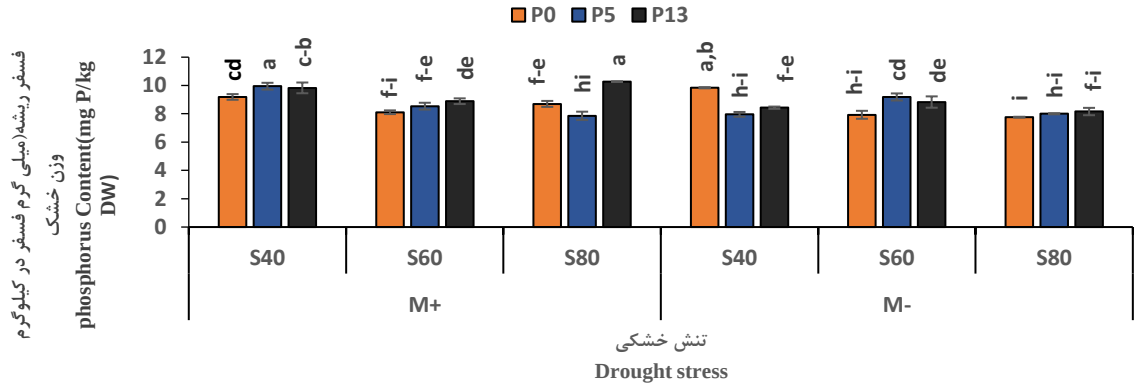
شکل ۱- مقایسه میانگین قند محلول تولید شده در گیاه شیرین‌بیان رشدیافته در سطوح مختلف تنش کم‌آبی، حضور و عدم حضور سویه‌های P5 و P13 باکتری‌های محرک رشد و قارچ مایکوریزای آرباسکولار. (+M و -Mبه ترتیب هم‌زیستی و عدم هم‌زیستی قارچ مایکوریزا، P0، P5 و P13 عدم تلقیح و تلقیح سویه‌های باکتری‌های محرک رشد، S80، S60 و S40 به ترتیب سطوح عدم تنش کم‌آبی (FC80)، تنش ملایم (FC60) و تنش شدید (FC40)).

تحلیل واریانس نشان داد که قارچ مایکوریزا، باکتری‌های محرک رشد و تنش کم‌آبی به طور معنی‌داری بر میزان فسفر برگ شیرین‌بیان اثرگذار بودند و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه این عوامل نیز معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان فسفر برگ در حضور قارچ مایکوریزا و تلقیح با سویه سودوموناس پوتیدا P13 مشاهده شد. در تنش ملایم و شرایط بدون تنش، تلقیح با باکتری‌ها به‌ویژه سویه P5 نیز میزان فسفر را به طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج نشان می‌دهد که حضور قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش جذب فسفر و بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و رشد بوته‌ها در شرایط مختلف می‌شود که با یافته‌های Meng Yu و همکاران (2020) هم‌راستا است .



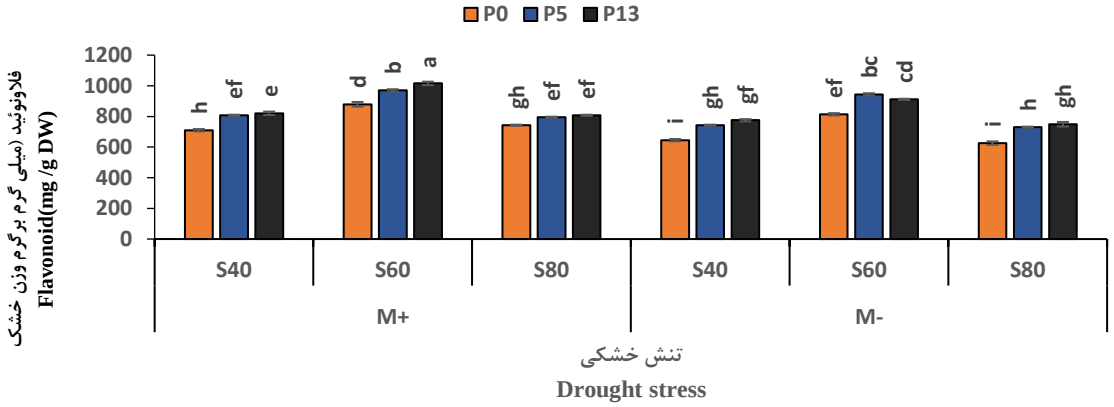
شکل ۲– مقایسه میانگین فسفر تولید شده در برگ گیاه شیرین‌بیان رشدیافته در سطوح مختلف تنش کم‌آبی، حضور و عدم حضور سویه‌های P5 و P13 باکتری‌های محرک رشد و قارچ مایکوریزای آرباسکولار (+M و -Mبه ترتیب همزیستی و عدم همزیستی قارچ مایکوریزا، P0، P5 و P13 عدم تلقیح و تلقیح سویه‌های باکتری‌های محرک رشد، S80، S60 و S40 به ترتیب سطوح عدم تنش کم‌آبی (FC80)، تنش ملایم (FC60) و تنش شدید (FC40)).

نتایج نشان داد که قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد، به‌ویژه سودوموناس پوتیدا P13، هم به طور جداگانه و هم ترکیبی بر افزایش میزان فسفر ریشه شیرین‌بیان مؤثر بودند. بیشترین میزان فسفر در شرایط حضور قارچ و تلقیح با P13 در عدم تنش و در شدیدترین سطح تنش ثبت شد. در شرایط عدم حضور قارچ، تنش شدید خود موجب افزایش فسفر شد، درحالی‌که تلقیح با باکتری‌ها پس از تنش ملایم نیز اثر افزایشی داشت. این یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده هم‌زمان از قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد می‌تواند جذب فسفر و وضعیت تغذیه‌ای گیاهان دارویی را تحت شرایط مختلف تنش بهبود بخشد که با یافته‌های Liu و همکاران (2014) همسو است.



شکل ۳– مقایسه میانگین فسفر تولید شده در ریشه‌ی گیاه شیرین‌بیان رشدیافته در سطوح مختلف تنش کم‌آبی، حضور و عدم حضور سویه‌های P5 و P13 باکتری‌های محرک رشد و قارچ مایکوریزای آرباسکولار. (+M و -M به ترتیب همزیستی و عدم همزیستی قارچ مایکوریزا، P0، P5 و P13 عدم تلقیح و تلقیح سویه‌های باکتری‌های محرک رشد، S80، S60 و S40 به ترتیب سطوح عدم تنش کم‌آبی (FC80)، تنش ملایم (FC60) و تنش شدید (FC40)).

نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی متوسط (S60) موجب افزایش تولید فلاونوئید در شیرین‌بیان شد، درحالی‌که تنش شدید (S40) اثر منفی داشت. حضور قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد، به‌ویژه سویه P13 ، سطح فلاونوئید را افزایش داد و بیشترین اثر هم‌افزایی در شرایط تنش متوسط مشاهده شد. کمترین میزان فلاونوئید در تیمار فاقد قارچ و باکتری و در تنش شدید ثبت شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده هم‌زمان از قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد می‌تواند تولید متابولیت‌های ثانویه و مقاومت گیاه در برابر خشکی را بهبود بخشد که با مطالعات قبلی مانند Assis و همکاران (2020) همسو است.



شکل ۴- مقایسه میانگین محتوای فلاونوئید تولید شده در برگ گیاه شیرین‌بیان رشدیافته در سطوح مختلف تنش کم‌آبی، حضور و عدم حضور سویه‌های P5 و P13 باکتری‌های محرک رشد و قارچ مایکوریزای آرباسکولار. (+M و -M به ترتیب هم‌زیستی و عدم هم‌زیستی قارچ مایکوریزا، P0، P5 و P13 عدم تلقیح و تلقیح سویه‌های باکتری‌های محرک رشد، S80، S60 و S40 به ترتیب سطوح عدم تنش کم‌آبی (FC80)، تنش ملایم (FC60) و تنش شدید (FC40)).

منابع

Assis, F.A.P., Nascimento, V.L., Ferraz, R.L.S., Oliveira, A.B., Bonfim, J.A., Bonetti, A.M. and Silva, M.V. 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic fertilizer increase biomass and production of secondary metabolites in lemon balm. Industrial Crops and Products, 145: 112093.

Haghighi, T.M. and Saharkhiz, M.J. 2022. Mycorrhizal colonization and silicon nutrition mitigates drought stress in licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.). Industrial Crops and Products, 186: 115274.

Haghighi, T.M., Heidari, M. and Kavousi, H.R. 2023. Adaptation of *Glycyrrhiza glabra* L. to water deficiency based on carbohydrate and fatty acid quantity and quality. Scientific Reports, 13(1): 1623.

Hu, Y., Xie, W. and Chen, B. 2020. Arbuscular mycorrhiza improved drought tolerance of maize seedlings by altering photosystem II efficiency and the levels of key metabolites. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 7(1): 13.

Liu, P., Yang, H., Zhang, Z., Wang, M. and Liu, L. 2014. Arbuscular mycorrhizal fungal colonization of *Glycyrrhiza glabra* roots enhances plant biomass, phosphorus uptake and concentration of root secondary metabolites. Scientific Reports, 6: 186.

Mousavi, S.S., Amiri, R., Ghorbanpour, M. and Asgari Lajayer, B. 2022. Microbial amelioration of salinity stress in endangered accessions of Iranian licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.). BMC Plant Biology, 22(1): 318.

Ozturk, M. et al. 2021. Osmoregulation and its actions during the drought stress in plants. Physiology and Molecular Biology of Plants, 27(2): 365–379.

Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M. et al. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. Journal of Ethnopharmacology, 72(1–2): 35–42.

Schlegel, L. 1956. The juice and fasting cure. Schweizerische Medizinische Wochenschrift, 86: 91–93.

Yu, M., Xie, W., Zhang, X., Zhang, S., Wang, Y., Hao, Z. and Chen, B. 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi can compensate for the loss of indigenous microbial communities to support the growth of liquorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.). International Journal of Molecular Sciences, 21(1): 267.

Investigation of the Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Plant Growth-Promoting Bacteria, and Drought Stress on Some Physiological Traits of Licorice (Glycyrrhiza glabra)

Yasaman Gharehkhani[1*] and Mahdieh Parsaeian[1]
1.Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
[*]*Corresponding author: Gharehkhaniy@gmail.com*

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of arbuscular mycorrhizal fungi, plant growth-promoting bacteria, and different levels of drought stress on some physiological traits of the medicinal plant licorice (Glycyrrhiza glabra). The experiment was conducted as a factorial arrangement in a completely randomized block design with three replications. Treatments included mycorrhizal fungi at two levels (inoculated and non-inoculated), plant growth-promoting bacteria at two levels (presence and absence), and drought stress at three levels: no stress (80% field capacity) , mild stress (60% field capacity) , and severe stress (40% field capacity). The results showed that the simultaneous application of mycorrhizal fungi and plant growth-promoting bacteria, especially in combination with *Pseudomonas putida* strain P13 under mild stress, increased flavonoid content, soluble sugars, and also leaf and root phosphorus of the plant. These findings highlight the importance of beneficial microorganisms in improving the physiological traits of licorice under drought stress conditions.

Keywords: plant growth-promoting bacteria, drought stress, mycorrhizal fungi, flavonoids, glycyrrhizin.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر انواع مختلف بستر کشت بر رشد و نمو گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

شیما رحمانیان کوشککی[1*]، عبدالحسین ابوطالبی[2] ، مهدی حسینی فرهی[3] و حامد حسن‌زاده خانکهدانی[4]

۱- شهرداری جهرم، جهرم، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
۴- سازمان جهاد کشاورزی فارس، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *ShimaRahmanian48@gmail.com*

چکیده

امروزه استفاده از منابع غیرآلاینده و سازگار با محیط زیست برای تأمین بستر رشد گیاهان، اهمیت زیادی داشته و خطر آلودگی محیط زیست، به ویژه خاک و آب‌های زیرزمینی، به دنبال استفاده از منابع آلاینده سبب شده که روش‌های جایگزین کشت خاکی و به‌ویژه بسترهای کشت از کاربرد و اهمیت بیشتری برخوردار باشند. به‌کارگیری کودهای بیولوژیک از جمله کمپوست و ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک استراتژی در کشاورزی پایدار می‌تواند علاوه بر افزایش تولید گیاهان دارویی، سبب افزایش میزان ماده مؤثره آنها شود. در همین راستا، به‌منظور تأثیر نوع بستر کشت بر صفات رویشی گیاه بادرنجبویه آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان جهرم استان فارس انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل: سه نوع بستر کشت شامل (ترکیب کمپوست و خاک زراعی به نسبت ۱ به ۱، ورمی‌کمپوست و خاک زراعی به نسبت ۱ به ۱ و مخلوط کمپوست، ورمی‌کمپوست و خاک زراعی به نسبت ۱، ۱، ۱) بود. براساس نتایج بیش‌ترین ارتفاع گیاه (۴۴/۶ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۱۰۲۳/۸)، تعداد ساقه (۲۶/۶)، وزن تر و خشک اندام هوایی (۱۱۴/۵ و ۳۳/۴ گرم)، وزن تر ریشه و خشک (۱۷۴/۳ و ۷۲/۶ گرم) و وزن تر و خشک کل گیاه (۲۸۸/۸ و ۱۰۵/۹ گرم) در محیط کشت ترکیبی خاک و کمپوست و ورمی‌کمپوست مشاهده شد. به‌طور کلی افزودن توام ورمی‌کمپوست و کمپوست به خاک در این پژوهش موثرتر از هر یک از این دو ماده به تنهایی بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، کمپوست، ورمی‌کمپوست، وزن تر و خشک.

مقدمه

براساس آخرین آمار مرکز تجارت جهانی ایران با دارا بودن سهم ۰/۱ درصدی از صادرات جهانی گیاهان دارویی در بین ۱۷۱ کشور صادرکننده در رتبه هفتاد و دوم قرار دارد. سهم اندک کشور در تولید و تجارت گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن، بیانگر این موضوع است که همچنان ظرفیت تولید و صادرات گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن در کشور مغفول مانده و پیش‌نیازهای توسعه این بخش مهیا نشده است (مولادوست و شاهمرادی، ۱۳۹۹). یکی از گیاهان دارویی مهم بادرنجبویه است. بادرنجبویه متعلق به تیره ی نعناع به عنوان یک گیاه دارویی معطر موارد استفاده متنوعی دارد. در فارماکوپه‌های معتبر از برگ‌ها و پیکر رویشی آن به عنوان دارو یاد شده است. بسیاری از اثرات درمانی آن وابسته به اسانس برگ‌های آن است که غنی از آلدهیدها و الکلهای‌ترپنیک است (Uyanik and Gurbuz, 2014). رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار است. به‌کارگیری کودهای بیولوژیک از جمله کمپوست و ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک استراتژی در کشاورزی پایدار می‌تواند علاوه بر افزایش تولید گیاهان دارویی، سبب افزایش میزان ماده مؤثره آن‌ها شود. از محاسن کاربرد و تولید کمپوست می‌توان به عوامل اقتصادی و محیطی همچون کاهش هزینه انتقال و دفن آن‌ها، حمایت از قوانین محیط زیست، کاهش استفاده از کودهای معدنی و بهبود خصوصیات خاک‌های زراعی اشاره کرد (مولادوست و شاهمرادی، ۱۳۹۹). ورمی‌کمپوست یکی دیگر از کودهای آلی است که دارای خصوصیاتی مانند قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی و در نتیجه تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب است و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه عمل نموده و سبب رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Arancon et al., 2005). با توجه با ارزش بالای دارویی و غذایی این گیاه و همچنین اثرات سوء و مخرب زیست محیطی و تهدید بهداشت تغذیه‌ای انسان ناشی از مصرف سموم و کودهای

شیمیایی در بخش کشاورزی، انجام تحقیقات وسیع و گسترده به منظور ارزیابی قابلیت محیط کشت‌های آلی مختلف در افزایش رشد رویشی و عملکرد محصولات کشاورزی در کشور امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. به همین دلیل این پژوهش با هدف بررسی تأثیر برخی بسترهای کشت بر رشد رویشی گیاه دارویی بادرنجبویه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر نوع بستر کشت بر صفات رویشی گیاه بادرنجبویه آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان جهرم استان فارس انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل: سه نوع بستر کشت شامل (ترکیب کمپوست و خاک زراعی به نسبت ۱ به ۱، ورمی‌کمپوست و خاک زراعی به نسبت ۱ به ۱ و مخلوط کمپوست، ورمی‌کمپوست و خاک زراعی به نسبت ۱، ۱، ۱) بود. کمپوست و ورمی‌کمپوست از شرکت سبزگستر تهیه شد. برخی از مشخصات خاک زراعی، کمپوست و ورمی‌کمپوست در جدول ۱ آورده شده است.

در این آزمایش ابتدا بذرهای مورد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در آب خیسانده شدند. سپس اقدام به آماده‌سازی محیط کشت حاوی کوکوپیت شاسی‌ها شد و سینی‌های نشاء از مخلوط‌های خاکی فوق پر شد و پس از کاشت بذر در سینی‌های نشاء آبیاری انجام شد. نشاءهای آماده شده در سینی نشاء که در کوکوپیت بدون هیچ تیماری کشت شده بودند به گلدان‌های ۵ لیتری حاوی بسترهای فوق انتقال داده شدند. به گیاهان تا ظهور اولین گل اجازه رشد داده شد و پس از آن صفات رویشی از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد برگ و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، ریشه و کل گیاه اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر محیط کشت بر ارتفاع گیاه در سطح ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر محیط کشت بر ارتفاع گیاه نشان داد که میزان این پارامتر در محیط کشت ترکیبی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست (۴۴/۶ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین و در محیط کشت خاک و ورمی‌کمپوست (۳۷/۲ سانتی‌متر) به طور معنی‌داری کمترین مقدار بود. در مجموع افزودن توام ورمی-کمپوست و کمپوست به خاک موثرتر از هر یک از این دو ماده به تنهایی بود (جدول ۱). در این پژوهش گیاهان کشت شده در بسترهای حاوی سطوح کمپوست و ورمی‌کمپوست با هم نسبت به استفاده تنهایی آنها اثر موثرتری داشته و بالاترین ارتفاع بوته را دارا بودند، که علت آن وجود عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، خواص شیمیایی و فیزیکی اسید هیومیک موجود در ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و همچنین افزایش فعالیت ریزجاندارها بود (Arancon et al., 2005). کمپوست نیز از طریق قدرت زیاد جذب آب و تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده تأثیر مثبت داشت. احتمالاً افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نیز نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک و پایداری و حالت بافری در محیط کشت، منجر به افزایش جمعیت میکروبی می‌شود. افزایش فعالیت‌های آنزیمی و وجود ریزموجودات مفید و مواد هورمونی ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجب افزایش رشد اندام هوایی و افزایش کارایی ورمی‌کمپوست می‌شود (گوهری و همکاران، ۱۳۹۸).

تعداد برگ

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر محیط کشت بر تعداد برگ در سطح ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر محیط کشت بر تعداد برگ نشان داد که میزان این پارامتر در محیط کشت ترکیبی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست (۱۰۲۳/۸) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین مقدار بود. کم‌ترین تعداد برگ در محیط کشت خاک و کمپوست (۶۱۷/۸) مشاهده شد (جدول ۱). به‌طور کلی افزودن توام ورمی‌کمپوست و کمپوست به خاک در این پژوهش موثرتر از هر یک از این دو ماده به تنهایی بود. تحقیقات پیشین نشان داده است که استفاده از مقادیر مناسب کمپوست و ورمی‌کمپوست باعث بهبود فعالیت میکروبی خاکی و تولید تنظیم کننده‌های رشد توسط موجودات خاکزی و نیز آزادسازی

عناصر غذایی و جذب بیشتر نیتروژن توسط ریشه‌ها، باعث افزایش رشد رویشی و تولید بیش‌تر برگ‌ها می‌شود (Chalavi et al., 2015). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با تحقیقات صورت گرفته روی بادرشبی (گوهری و همکاران، ۱۳۹۸) مطابقت داشت.

وزن تر و خشک اندام هوایی

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر محیط کشت بر وزن تر و خشک اندام هوایی در سطح ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر محیط کشت بر وزن تر و خشک اندام هوایی نشان داد که میزان این پارامترها در محیط کشت‌های خاک و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب (۱۲۱/۱ و ۳۲/۱ گرم) و همچنین محیط کشت ترکیبی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست (۱۱۴/۵ و ۳۳/۴ گرم) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین مقدار بود و کم‌ترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی در محیط کشت خاک و کمپوست به‌ترتیب (۶۶/۹ و ۲۰/۳ گرم) مشاهده شد (جدول ۱). یکی از مهم‌ترین مدیریت‌های مزرعه برای دستیابی به شرایط مطلوب رشد جامعه گیاهی و عملکرد مناسب، تامین آب کافی است تا گیاه در مراحل حساس رشد دچار تنش رطوبتی نشود. با توجه به نقش ورمی‌کمپوست در جذب و نگهداری آب و همچنین ترکیبات کمپوست، می توان گفت که این کود اثرات مهمی در جلوگیری از حادث شدن تنش‌های زیستی دارد و این امر سبب افزایش رشد و ماده خشک گیاه و در نهایت افزایش عملکرد خواهد شد. ورمی‌کمپوست علاوه بر دارا بودن املاح مورد نیاز، در جذب و نگهداری آب مؤثر بوده و این امر سبب تداوم ستون آب در گیاه و کمک به موارد ذکر شده در بالا و افزایش رشد از جمله وزن تر و خشک اندام هوایی خواهد شد (Voleti et al., 1998). در تحقیقی بیش‌ترین وزن خشک برگ و عملکرد بیولوژیکی نوروزک (*Salvia leriifolia* L.) در تیمار کمپوست ۲۰ تن در هکتار گزارش شد که در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد (Dashti et al., 2018).

وزن تر و خشک ریشه

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر محیط کشت بر وزن تر و خشک ریشه در سطح ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر محیط کشت بر وزن تر و خشک ریشه نشان داد که میزان این پارامترها در محیط کشت ترکیبی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب (۱۷۴/۳ و ۷۲/۶ گرم) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین مقدار بود و کم‌ترین میزان وزن تر و خشک ریشه در محیط کشت خاک و کمپوست به‌ترتیب (۱۰۷/۸ و ۳۹/۳ گرم) مشاهده شد (جدول ۱). به‌طور کلی افزودن توام ورمی‌کمپوست و کمپوست به خاک در این پژوهش موثرتر از هر یک از این دو ماده به تنهایی بود. نتایج آزمایش حاضر با پژوهش انجام شده روی سبزفرش چمانواش بلند (آدمی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵) مطابقت دارد.

وزن تر و خشک کل گیاه

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر محیط کشت بر وزن تر و خشک کل گیاه در سطح ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر محیط کشت بر وزن تر گیاه نشان داد که میزان این پارامتر در محیط کشت‌های ترکیبی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست و همچنین خاک و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب (۲۸۸/۸ و ۲۸۵/۱ گرم) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین مقدار بود و کم‌ترین میزان وزن تر کل گیاه در محیط کشت خاک و کمپوست (۱۷۴/۷ گرم) مشاهده شد. میانگین اثر محیط کشت بر وزن خشک کل گیاه نشان داد که میزان این پارامتر در محیط کشت ترکیبی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست (۱۰۵/۹ گرم) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین مقدار بود و کم‌ترین میزان وزن خشک کل گیاه در محیط کشت خاک و کمپوست (۵۹/۶ گرم) مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر محیط کشت.

صفت / محیط کشت	خاک + کمپوست	خاک + ورمی‌کمپوست	خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست
ارتفاع گیاه	۴۱/۰^{b}	۳۷/۲^{c}	۴۴/۶^{a}
تعداد برگ	۶۱۷/۸^{b}	۷۲۶/۱^{b}	۱۰۲۳/۸^{a}
وزن تر اندام هوایی	۶۶/۹^{b}	۱۲۱/۱^{a}	۱۱۴/۵^{a}
وزن تر ریشه	۱۰۷/۸^{c}	۱۶۴/۰^{b}	۱۷۴/۳^{a}

وزن تر کل گیاه	۱۷۴/۷^{b}	۲۸۵/۱^{a}	۲۸۸/۸^{a}
وزن خشک اندام هوایی	۲۰/۳^{b}	۳۲/۱^{a}	۳۳/۴^{a}
وزن خشک ریشه	۳۹/۳^{c}	۶۲/۳^{b}	۷۲/۶^{a}
وزن خشک کل گیاه	۵۹/۶^{c}	۹۴/۴^{b}	۱۰۵/۹^{a}

میانگین های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون LSD اختلاف معنی داری با هم ندارند.

ورمی‌کمپوست از مواد شبیه پیت و ضایعات آلی تشکیل شده که بسیار ریز شده و دارای تخلخل خوب، ظرفیت زهکشی و نگهداری آب زیاد و فعالیت میکروبی قابل توجه است که از طریق تعامل بین کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌ها در یک فرآیند غیرگرماگیر ایجاد شده است. ثابت شده است تأثیر مفید کودهای آلی بر رشد محصولات زراعی مربوط به بیشتر شدن فعالیت زیستی در محیط ریشه، بهبود ساختمان خاک و افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی است (Sansamma and Pillai, 2000).

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این تحقیق، افزودن توام ورمی‌کمپوست و کمپوست به خاک در این تحقیق مؤثرتر از هر یک از این دو ماده به تنهایی به خاک بر روی صفات رویشی بود.

منابع

آدمی‌پور، ن.، حیدریان‌پور، م.ب. و زارعی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی کاربرد ورمی‌کمپوست جهت کاهش اثرهای مخرب تنش شوری بر سبز فرش چمانواش بلند (*Festuca arundinacea* Schreb. ‘Queen’). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۷(۲۵): ۳۵–۴۴.

گوهری، غ.ر.، محمدی، ا. و دولتی‌کاظم‌نیا، ح. ۱۳۹۸. اثر کود ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.)تحت تنش شوری آب. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۹(۱): ۱۵۲–۱۶۸.

مولادوست، ک. و شاهمرادی، م. ۱۳۹۴. شناسایی چالش‌های پیش روی توسعه بخش گیاهان دارویی ایران. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۶(۵): ۷۴۸–۷۶۲.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D. and Lucht, C. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia, 49(4): 297–306.

Chalavi, V., Yosefi Shiadeh, S.M. and Zangi, S. 2015. The effect of different levels of vermicompost and photoperiod on greenhouse production of medicinal plant stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 21: 31–38.

Dashti, M., Kafi, M., Astaraei, A. and Zabihi, H. 2018. Investigation of yield and yield components response of *Salvia leriifolia* Benth. to the biological and organic fertilizers. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 22: 84–90.

Sansamma, G. and Pillai, G.R. 2000. Effect of vermicompost on yield and economic of guinea grass grown as an intercrop in coconut gardens. Indian Journal of Agronomy, 45: 693–697.

Uyanik, M. and Gurbuz, B. 2014. Chemical diversity in essential oil composition of leaf, herb and flower in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 1: 210–214.

Voleti, S.R., Singh, V.P. and Uprety, P.C. 1998. Chlorophyll and proline as affected by moisture stress in young and mature leaf tissues of *Brassica carinata* hybrids and their plants. Journal of Agronomy and Crop Science, 180(2): 123–126.

Investigating the effect of different types of growing media on plant growth and development of Lemongrass (*Melissa officinalis* L.)

Shima Rahmanian kooshkaki[1*], Abdolhossein Aboutalebi[2], Mehdi Hossinifarahi[3] and Hamed Hassanzadeh Khankahdani[4]

1. Jahrom Municipality, Jahrom, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran
3. Department of Horticultural Sciences, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran
4. Department of Horticulture, Fars Agricultural Organization Shiraz, Iran

[*]Corresponding author: ShimaRahmanian48@gmail.com

Abstract

Nowadays, the use of non-polluting and environmentally friendly sources to provide a base for plant growth has become very important and the risk of environmental pollution, especially soil and groundwater, following the use of polluting sources has led to alternative methods. Soil cultivation and especially substrates are more useful and important. The use of biological fertilizers such as compost and vermicompost as a strategy in sustainable agriculture can, in addition to increasing the production of medicinal plants, increase the amount of their active ingredient. In this regard, in order to influence the type of culture medium on the vegetative traits of the lemon balm plant, an experiment was conducted in a completely randomized design with 3 replications in Jahrom city of Fars province. The treatments of this experiment include: three types of culture media including (composition of compost and soil in a ratio of 1 to 1 times, vermicompost and arable soil in a ratio of 1 to 1 and a mixture of compost, vermicompost, arable soil in a ratio of 1, 1, 1 times). According to the results, the highest plant height (44.6 cm), number of leaves (1023.8), number of stems (26.6), fresh and dry weight of shoots (114.5 and 33.4 g), Root and dry fresh weight (174.3 and 72.6 g), fresh and dry weight of whole plant (288.8 and 105.9 g) in soil, compost and vermicompost was observed. In general, the combined addition of vermicompost and compost to the soil in this study was more effective than either of these two substances alone in the soil.

Keywords: Compost, Fresh and dry weigh, Plant height, Vermicompost.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نوع بستر کشت و شوری بر میزان اسانس و مواد موثره گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

شیما رحمانیان کوشککی[1*]، عبدالحسین ابوطالبی[2] ، مهدی حسینی فرهی[3] و حامد حسن زاده خانکهدانی[4]

۱- شهرداری جهرم، جهرم، ایران.
۲- گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران.
۳- گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.
۴- جهاد کشاورزی فارس، شیراز، ایران.
*نویسنده مسئول: *ShimaRahmanian48@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر نوع بستر کشت و شوری بر میزان اسانس و مواد موثره بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در جهرم استان فارس انجام شد. فاکتور اول بستر کشت در سه سطح شامل ترکیب کمپوست + خاک زراعی، ورمی‌کمپوست + خاک زراعی و کمپوست + ورمی‌کمپوست + خاک زراعی (همگی به نسبت‌های مساوی) و فاکتور دوم شوری در ۳ سطح (۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار) بود. آنالیز اسانس گیاه بادرنجبویه با استفاده از دستگاههای GC و GC/MS منجر به شناسایی ۳۴ ترکیب شد. نتایج نشان داد که ترکیبات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر اثرات شوری و محیط کشت قرار گرفتند. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان ترکیبات عمده اسانس از قبیل Trans-carveol، Carvacrol acetate، Isoborneol، Isopulegol و γ-3-Carene در محیط کشت خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست و بیش‌ترین میزان ترکیبات 1,3,8-P- menthatriene، Citronellol و γ-Terpinene در محیط کشت خاک + کمپوست مشاهده شد. در ارتباط با شوری نتایج متناقضی مشاهده شد؛ به‌طوری که با افزایش شوری، برخی ترکیبات افزایش و برخی کاهش یافتند. برخی ترکیبات عمده از قبیل Trans-carveol، Carvacrol acetate، γ-Terpinene، Isoborneol، Citronellol با افزایش شوری افزایش و ترکیبات γ-3-Carene، Isopulegol و 1,3,8-P-menthatriene کاهش معنی‌داری یافتند. برهمکنش محیط کشت و شوری نشان داد که در شوری ۸۰ میلی‌مولار در محیط کشت خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست بالاترین درصد ترکیبات Trans-carveol (۲۱/۸۵)، Isoborneol (۱۲/۹۰)، Carvacrol acetate (۱۱/۷۸) و در محیط کشت خاک + کمپوست بالاترین میزان ترکیبات Citronellol (۱۱/۱۲) و γ-Terpinene (۹/۸۷) و در شوری صفر میلی‌مولار در محیط کشت خاک + کمپوست بالاترین میزان ترکیبات 1,3,8,-P-menthatriene (۹/۹۳) و در محیط کشت خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست بالاترین میزان Isopulegol (۸/۹۸) و γ-3-Carene (۸/۴۷) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات اسانس، کلریدسدیم، کمپوست، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

در بین گیاهان دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) متعلق به خانواده Lamiaceae و یک گیاه دارویی باارزش است که بومی جنوب اروپا و غرب آسیا است. بیش‌تر خواص دارویی آن به عناصر تشکیل‌دهنده اسانس آن نسبت داده شده است. در گیاهان دارویی و معطر، تولید متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس‌ها با اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها تحت کنترل عوامل ژنتیکی است، ولی عوامل محیطی به‌ویژه شرایط تنش‌زا، نقش عمده‌ای را در کمیت و کیفیت این مواد به عهده دارند. تنش شوری با ایجاد اختلال در عملکرد فیزیولوژیکی گیاهان، محدودیت‌های عمده‌ای در رشد، نمو، بهره‌وری و کیفیت محصول در بسیاری از مناطق جهان ایجاد می‌کند (Rebey *et al.*, 2017). ویژگی‌های خاک یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار در میزان تولید و کیفیت متابولیت‌های ثانویه در کشت گیاهان دارویی است لذا کاربرد کودهای آلی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث افزایش عملکرد گیاهان دارویی می‌شود. ورمی‌کمپوست یک کود

بیوارگانیک شامل یک مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از باکتری‌ها، کپسول‌های کرم خاکی، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و کود حیوانی است (Lakhdar et al., 2009). در حقیقت ورمی‌کمپوست حاوی مواد مغذی مورد نیاز برای رشد گیاهان در شکل قابل‌جذب نظیر نیترات، منیزیم، فسفات، کلسیم قابل‌تبادل، پتاسیم محلول و سایر مواد در مقایسه با سایر کودهای آلی است. نتایج بررسی‌های پژوهشگران روی گیاه دارویی به‌لیمو، نشان داد که کاربرد مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست (۱۰٪) رشد و ترکیبات فنلی گیاهان تحت تنش شوری را بهبود بخشید (Mohsenzadeh and Zamanpour Shahmansouri, 2019). همچنین گزارش کردند که ورمی‌کمپوست کود بهتری نسبت به کمپوست است. گوهری و همکاران (۱۳۹۸) نیز استفاده از ورمی‌کمپوست را روشی مناسب در کاهش اثرات منفی سمیت کلریدسدیم بر رشد و صفات کمی و کیفی گیاه بادرشبی در شرایط آبیاری با آب شور و توسعه کشاورزی پایدار گزارش کردند. استفاده از راهکارهای مناسب برای کاهش اثرات منفی شوری و کشت گیاهان متحمل به شوری امری ضروری است. تولید ورمی‌کمپوست در کشور به سرعت رو به افزایش است، لذا با توجه به تأثیر مطلوب این ماده بر خصوصیات خاک و رشد و نمو محصولات زراعی و همچنین با در نظر گرفتن اهمیت گسترش کشت گیاهان دارویی در این پژوهش تلاش شده است تا اثرات کاربرد کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست بر اجزای تشکیل‌دهنده اسانس گیاه بادرنجبویه در شرایط تنش شوری بررسی شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر نوع بستر کشت و شوری (کلریدسدیم) بر میزان اسانس و مواد موثره گیاه بادرنجبویه آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان جهرم استان فارس انجام شد. فاکتورهای این آزمایش شامل بستر کشت در سه سطح ترکیب کمپوست + خاک زراعی، ورمی‌کمپوست + خاک زراعی و کمپوست + ورمی‌کمپوست + خاک زراعی (همگی به نسبت‌های مساوی) و فاکتور دوم شوری در ۳ سطح (۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار). در این آزمایش ابتدا بذرهای مورد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و به‌مدت ۴۸ ساعت در آب خیسانده شدند. سپس اقدام به آماده‌سازی محیط کشت حاوی کوکوپیت در سینی‌های نشاء شد و سینی‌های نشاء از مخلوط‌های خاکی کوکوپیت پر و پس از کاشت بذر در سینی‌های نشاء آبیاری انجام شد. نشاءهای آماده شده در سینی نشاء که در کوکوپیت بدون هیچ تیماری کشت شده بودند به گلدان‌های ۵ لیتری حاوی بسترهای فوق انتقال داده شدند و پس از استقرار گیاهان، تیمار شوری به همراه آب آبیاری اعمال شد. پس از اعمال شوری به فاصله هر ۱۰ روز یکبار مواد آلی (هیومیک‌اسید و EM) به غلظت ۵ در هزار همراه آب آبیاری به گیاهان داده شد تا آبشویی گردد. به گیاهان تا ظهور اولین گل اجازه رشد داده شد و پس از آن نسبت به استخراج و اندازه‌گیری اسانس اقدام شد. اسانس‌گیری توسط کلونجر و میزان اسانس در هر تیمار توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی GC و نوع ترکیب‌های موجود در اسانس با استفاده از کروماتوگرافی و جرم سنجی GC/MS, GC با استفاده از کتابخانه موجود در دستگاه مشخص گردید. میزان ترکیب‌های و نوع هر ترکیب با استفاده از ضریب بازدارندگی و شاخص کواتز برای هر ترکیب مشخص شد و اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار SASمورد بررسی و محاسبه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان ترکیب‌های اصلی و مهم شناسایی شده اسانس از قبیل Trans-carveol، Isoborneol، Citronellol، Carvacrol acetate و γ-Terpinene تحت تنش شوری در گیاه بادرنجبویه افزایش داشته است که با خادم‌الحسینی و همکاران (۱۳۹۷) روی بادرنجبویه مطابقت دارد. آنان نیز افزایش ترکیبات Caryophyllene oxide، Geraniol، Geranyl acetate و neo-Menthol را با افزایش تنش شوری گزارش کردند. Bonacina و همکاران (2017) به ارزیابی گیاه بادرنجبویه، تحت تنش شوری پرداختند و گزارش دادند که عملکرد اسانس کاهش یافت اما تعداد ترکیبات در تمام تیمارهای شوری افزایش یافت. ترکیبات نریل استات و گرانیل‌استات در ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار شوری تشخیص داده شدند، که نشان می‌دهد تحت تنش شوری، گیاهان بادرنجبویه مسیرهای متابولیکی برای تولید ترپنوئیدها را فعال و در نتیجه مونوترپن تولید می‌کنند. شوری بیشتر پارامترهای ارزیابی شده در گیاهان بادرنجبویه را تحت تأثیر قرار داد. نتایج نشان داد که گیاهان بادرنجبویه نسبت به غلظت‌های کم شوری (تا ۵۰ میلی‌مول) متحمل بودند. افزایش ترکیبات گیاه بادرنجبویه در پژوهش حاضر را می‌توان به این صورت توجیه نمود، با توجه به اینکه تنش شوری نتایجی از قبیل بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در سرعت انتقال مواد غذایی در گیاهان، کاهش پتانسیل آب در بافت‌های گیاهی، کاهش فتوسنتز، بازدارندگی از رشد، افزایش در

تجمع اسید آبسیزیک و پرولین، تشکیل رادیکال‌های آزاد و تنش اکسیداتیو را به همراه دارد، لذا هنگامی که این گیاهان در شرایط تنش محیطی قرار می‌گیرند از طریق تولید متابولیت‌های ثانویه مختلف از خود در برابر این شرایط محافظت می‌کنند. همچنین پیشنهاد شده است که افزایش تراکم غده اسانس، همراه با تعداد بسیار بیش‌تری از تولید غده در هنگام تنش، می‌تواند دلایل تجمع اسانس در برخی از گونه‌های گیاهی باشد. سایر عوامل می‌توانند ساخت مواد فتوسنتزی یا توزیع مواد فتوسنتزی در بین روندهای رشد و تمایز باشند. گاهی اوقات، کاهش متابولیسم اولیه گیاهان در هنگام تنش می‌تواند منجر به تجمع برخی از محصولات واسطه‌ای شود، که به شکل متابولیت‌های ثانویه مانند اسانس بروز می‌کنند (Said-Al Ahl et al., 2016).

بر اساس نتایج این پژوهش، میزان ترکیبات γ-3-Carene، Isopulegol، 1,3,8,-P-menthatriene، Thymol، Linalool، Limonene، Cis-Sabinene و β-Thujon با افزایش شوری کاهش یافتند که با نتایج خادم‌الحسینی و همکاران (۱۳۹۷) بر روی بادرنجبویه مطابقت دارد. آنان گزارش کردند که ترکیب menthatriene در تیمار ۱ دسی‌زیمنس بر متر تولید شد ولی با افزایش تنش شوری در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر تولید آن قطع شد. Bahcesular و همکاران (۲۰۲۰) کاهش در ترکیبات اصلی اسانس ریحان مانند eugenol و methly eugenol تحت تنش شوری گزارش کردند. اثرات کاهشی درصد ترکیبات اسانس تنش شوری در بادرنجبویه، بابونه و ریحان شدیدتر بود (Said-Al Ahl and Omer, 2011). گرگینی‌شبانکاره و همکاران (۱۳۹۴) گزارش دادند که شوری عملکرد اسانس گیاه بادرنجبویه را در خانواده نعناع کاهش می‌دهد و این مسئله به احتمال زیاد به دلیل محدود شدن عرضه سیتوکنین از ریشه‌ها به شاخه‌ها و در نتیجه تغییر نسبت بین سیتوکنین و اسیدآبسیزیک برگ باشد. با توجه به وجود نتایج ضدونقیض در خصوص تغییر میزان اسانس گیاهان در برابر تنش شوری می‌توان نتیجه گرفت که تولید ترکیبات ثانویه در گیاهان همیشه به یک میزان صورت نمی‌گیرد و عوامل متعددی وجود دارند که می‌توانند تولید این ترکیبات را تحت تأثیر قرار دهند. طبق مطالعات انجام شده قبلی نوع گونه یا جنس گیاهی، مرحله رشد و نمو، شرایط فصلی خاص، میزان دسترسی به مواد غذایی معدنی و مطابق مطالعه حاضر شرایط تنشی از جمله این عوامل هستند.

جدول ۱- مقایسه میانگین درصد ترکیبات اندازه گیری شده تحت اثر متقابل محیط کشت و شوری.

		Soil+Compost			Soil+Vermicompost			Soil+Compost+Vermicompost		
		0	40	80	0	40	80	0	40	80
NO	Compound	Salinity (mμ)								
1	Trans-carveol	12.95 e	12.56 e	16.42 d	15.80 d	17.32 cd	18.58 bc	17.48 cd	20.52 ab	21.85 a
2	Isoborneol	8.47 ef	11.40 b	9.77 cd	8.70 g	7.87 f	9.03 de	10.03 c	11.43 b	12.90 a
3	Carvacrol acetate	6.78 e	7.85 d	9.58 c	5.05 f	6.52 e	7.58 d	9.18 c	10.62 b	11.78 a
4	Citronellol	8.88 c	9.78 b	11.12 a	6.25 e	7.77 d	8.98 c	4.82 f	6.08 e	7.48 d
5	1,3,8,-P-menthatriene	9.93 a	8.83 b	7.63 c	7.78 c	6.67 d	5.43 e	6.43 d	4.93 f	4.10 g
6	γ-Terpinene	7.23 c	8.53 b	9.87 a	5.53 e	6.27 d	7.40 c	4.27 f	5.77 e	7.27 c
7	Isopulegol	4.95 e	4.22 f	3.15 g	6.62 c	5.61 d	4.55 ef	8.98 a	7.68 b	6.52 c
8	γ-3-Carene	4.63ef	4.30 f	3.67 g	6.30 c	5.77 d	4.80 e	8.47 a	7.63 b	5.83 d
9	Cis-Sabinene	1.32 c	1.10 d	0.77 f	2.10 a	1.83 b	1.47 c	0.98 de	0.82 ef	0.80 ef
10	Limonene	1.58 bc	1.68 b	1.45 bc	2.10 a	1.43 c	1.67 bc	0.73 e	1.05 d	0.78 e
11	Linalool	2.05 a	1.23 c	1.18 c	1.95 ab	1.78 b	1.70 b	1.18 c	1.08 c	0.82 d
12	Thymol	1.38 c	1.12 d	0.87 e	1.95 a	1.70 b	1.48 c	1.02 de	1.38 c	0.93 de
13	Citral	1.30 b	1.27 b	0.88 c	2.00 a	1.78 a	1.22 b	1.08 bc	0.57 d	0.52 d
14	α -phellandrene	1.45 cd	1.48 bcd	1.28 de	1.50 bc	1.75 a	1.68 ab	1.22 ef	1.02 f	0.70 g
15	Myrcene	1.53 a	0.92 d	1.05 d	1.60 a	1.50 ab	1.32 bc	1.07 d	1.12 cd	0.68 e
16	α -pinene	1.38 b	1.20 bc	1.08 c	1.93 a	1.83 a	1.82 a	0.98 c	1.07 c	1.05 c
17	1,Octen-3-ol	0.88 ab	0.63 c	1.02 a	0.87 ab	1.03 a	1.03 a	0.75 bc	0.88 ab	0.92 ab
18	1,3- octadiene	0.97 abc	0.88 bcd	0.87 bcd	0.97 abc	1.08 a	1.02 ab	0.83 cd	0.93 abcd	0.78 d
19	3-methyl-2 (methyl-2-2 butenyl)	0.90 cd	0.80 d	0.90 cd	1.25 a	1.02 bc	1.08 ab	0.83 d	0.83 d	0.97 bcd
20	β-Thujone	1.60 a	1.32 bc	1.25 bc	1.57 a	1.47 ab	1.45 ab	1.12 cd	0.78 e	0.95 de
21	Citronellal	0.97 cd	0.97 cd	1.05 cd	1.72 a	1.33 b	1.02 cd	4.82 f	6.08 e	7.48 d
22	5-Hepten-1-ol	0.97a	0.92 a	1.08 a	1.08 a	1.13 a	0.57 b	1.00 a	0.47 b	0.57 b
23	Bicyclo[2.2.1] heptan-2-one	0.87 ab	0.93 ab	0.60 c	1.07 a	1.02 ab	0.95 ab	0.95 ab	0.98 ab	0.82 bc
24	3,6,-Octadienoic acid	0.98 bcd	1.12 ab	1.27 a	1.03 bc	0.60 e	0.82 cde	0.87 cd	0.92 bcd	0.78 de
25	Carvacrol	1.33 a	0.95 cd	1.13 abc	1.20 ab	1.15 abc	1.00 bcd	1.05 bcd	0.88 de	0.68 e
26	ß-Caryophyllene	1.63 a	1.18 b	1.10 bc	1.07 bcd	1.00 bcd	0.93 cde	1.17 b	0.77 e	0.85 de
27	Germacrene-D	1.55 a	1.03 bcd	0.83 cd	1.17 b	1.07 bc	1.18 b	1.17 b	0.82 d	0.87 cd
28	ß-bisabolene	1.35 a	1.18 ab	0.80 d	1.03 bc	1.02 bc	1.08 b	0.97 bcd	0.85 cd	0.42 e
29	ß-Cubebene	1.33 a	0.60 e	0.80 cde	1.12 ab	1.03 bc	0.62 e	1.07 b	0.88 bcd	0.75 de
30	ß-Ionone	0.63 de	0.82 cd	1.12 b	1.48 a	1.18 b	1.08 bc	0.73 de	0.72 de	0.52 e
31	Caryophyllen epoxide	1.00bcd	0.90 d	0.57 e	1.57 a	1.17 b	1.15 bc	0.93 cd	0.85 d	0.80 d
32	Eugenol	0.95 ab	0.88 ab	0.85 b	1.10 a	0.90 ab	0.97 ab	0.82 b	0.43 c	0.48 c
33	α-Muurolene	0.98 ab	0.80 bc	0.97 ab	1.02 a	0.45 d	0.97 ab	1.02 a	0.63 cd	0.75 c

34	α-Humulene	1.07 [a]	0.97 [a]	0.62 [c]	0.97 [a]	0.97 [a]	0.93 [ab]	0.53 [c]	0.53 [c]	0.70 [bc]

میانگین‌های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

منابع

خادم الحسینی، ز.، جعفریان، ز.، روشن، و. و رنجبر، غ.ح. ۱۳۹۷. اثر شوری آب بر کمیت و کیفیت ترکیبات بیوشیمیایی گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). نشریه علمی پژوهشی مرتع، ۱۲(۳): ۳۷۰–۳۷۹.

گرگینی‌شبانکاره، ح.، فاخری، ب.ع. و محمدپوروشوایی، ر. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف تنش‌های شوری و خشکی بر شاخص‌های رشدی و اسانس بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۶(۴): ۶۷۳–۶۸۶.

گوهری، غ.ر.، محمدی، ا. و دولتی‌کاظم‌نیا، ح. ۱۳۹۸. اثر کود ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.)تحت تنش شوری آب. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۹(۱): ۱۵۲–۱۶۸.

Bahcesular, B., Yildirim, E.D., Karaçocuka, M., Kulak, M. and Karaman, S. 2020. Seed priming with melatonin effects on growth, essential oil compounds and antioxidant activity of basil (*Ocimum basilicum* L.) under salinity stress. Industrial Crops and Products, 146: 112165.

Rebey, I.B., Bourgou, S., Rahali, F.Z., Msaada, K., Ksouri, R. and Marzouk, B. 2017. Relation between salt tolerance and biochemical changes in cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. Journal of Food and Drug Analysis, 25: 391–402.

Bonacina, C., Borsari Trevizan, C., Stracieri, J., dos Santos, T.B., Gonçalves, J.E., Cristiani Gazim, Z. and Hülse de Souza, S.J. 2017. Changes in growth, oxidative metabolism and essential oil composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) subjected to salt stress. Australian Journal of Crop Science, 11(12): 1665–1674.

Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N. and Abdelly, C. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. The Journal of Hazardous Materials, 171(1–3): 29–37.

Mohsenzadeh, S. and Zamanpour Shahmansouri, H. 2019. Evaluation of municipal solid waste compost and agricultural waste vermicompost by growth of *Lippia citriodora* under salinity stress. Journal of Environmental Studies and Sciences, 4(4): 2135–2143.

Said-Al Ahl, H.A.H., Abou-Ellail, M. and Omer, E.A. 2016. Harvest date and genotype influences growth characters and essential oil production and composition of *Petroselinum crispum* plants. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 8: 992–1003.

Said-Al Ahl, H.A.H. and Omer, E.A. 2011. Medicinal and aromatic plants production under salt stress: A review. Herba Polonica, 57: 72–87.

The effect of cultivation medium type and salinity on the amount of essential oil and active ingredients of lemon balm (*Melissa officinalis* L.)

Shima Rahmanian kooshkaki[*1], Abdolhossein Aboutalebi[2], Mehdi Hossinifarahi[3] and Hamed Hassanzadeh Khankahdani[4]

1. Jahrom Municipality, Jahrom, Iran.
2. Department of Horticultural Sciences, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran
3. Department of Horticultural Sciences, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran
4. Department of Horticulture, Fars Agricultural Organization. Shiraz, Iran

[*]*Corresponding author: ShimaRahmanian48@gmail.com*

Abstract

In order to investigate the effect of the type of growing medium and salinity on the amount of essential oil and active ingredients of lemon balm (*Melissa officinalis* L.), a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with 3 replications in Jahrom, Fars Province. The first factor was the growing medium at three levels of compost + soil, vermicompost + soil, and compost + vermicompost + soil (all in equal proportions), and the second factor was salinity at three levels (0, 40 and 80 mM). The results of the measured compounds of lemon balm essential oil showed that there were 34 compounds in the GC method. The measured compounds were affected by the effects of salinity and the culture medium. So that the highest amount of major essential oil compounds such as Trans-carveol, Carvacrol acetate, Isoborneol, Isopulegol and γ-3-Carene were observed in soil, compost and vermicompost culture medium and the highest amount of 1,3,8-P- menthatriene, Citronellol and γ-Terpinene were observed in soil and compost culture medium. In relation to salinity, conflicting results were observed; so that with increasing salinity, some compounds increased and some decreased. Some major compounds such as Trans-carveol, Carvacrol acetate, γ-Terpinene, Isoborneol, Citronellol increased with increasing salinity and γ-3-Carene, Isopulegol and 1,3,8-P-menthatriene compounds decreased significantly. The interaction of culture medium and salinity showed that at a salinity of 80 mμ in soil, compost and vermicompost culture medium, the highest percentage of compounds (21.85) Trans-carveol, Isoborneol (12.90), Carvacrol acetate (11.78) and in compost culture medium, the highest content of compounds Citronellol (11.12) and γ-Terpinene (9.87) were observed. At a salinity of 0 mμ in soil, compost culture medium, the highest amount of compounds 1,3,8,-P-menthatriene (9.93) and in soil, compost and vermicompost culture medium, the highest amount of Isopulegol (8.98) and γ-3-Carene (8.47) were observed.

Keywords: Essential oil compounds, Sodium chloride, Compost, Vermicompost.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

سنجش عملکرد آنتی‌اکسیدانی دو نوع عصاره (آبی و هیدروالکلی) از میوه درخت سنجد *Elaeagnus angustifolia* L. در استان البرز

کورش زندی فر[1*] و حمید حسنی[1]
۱- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *k.zandifar88@gmail.com*

چکیده

سنجد با نام علمی (*Elaeagnus angustifolia* L) دارای خواص دارویی و صنعتی از جمله خواص آنتی اکسیدانی می باشد. سنجد با خنثی سازی رادیکال های آزاد باعث کاهش خطر پیشرفت سرطانها و ابتلا به بیماری های قلبی عروقی و سکته می شود. امروزه در راستای کاهش عوارض جانبی آنتی اکسیدان های سنتزی، توجه زیادی به آنتی اکسیدان های طبیعی شده است. در این تحقیق که در محدوده استان البرز (ارتفاع ۱۱۰۰ تا۱۹۰۰متر) و پس از انتخاب ژنوتیپ های برتر انجام شد. عصاره های آبی، اتانولی و متانول ی میوه ژنوتیپ های درخت سنجد جهت تعیین میزان فنل تام و سنجش توان آنتی اکسیدانی با توجه به قرار گرفتن ژنوتیپ ها در ارتفاعات مختلف مورد سنجش قرار گرفتند. بیشترین مقدار فنل تام در عصاره اتانولی ژنوتیپ پورکان۱۶/۳۲۱±۱۴۷۶/۵۲۳ و عصاره متانولی آن ۲۶۹ /۷۵۹±۱۳۹۱/۷ میکروگرم بر عصاره خشک و کمترین مقدار در عصاره آبی ژنوتیپ تنکمان ۱۲/۰۳۲±۳۱۶/۵۱ میکروگرم بر عصاره خشک نشان داده شد. از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی بیشترین میزان فعالیت مربوط به حلال اتانولی ژنوتیپ پورکان با ۱/۲±۳۹۵/۱۰۳ میکرو گرم در میلی لیتر و ژنوتیپ آسارا ۱/۳۹۵±۲/۷۵۱ میکرو گرم در میلی لیتر و کمترین میزان فعالیت را ژنوتیپ تنکمان با عصاره اتانولی ۲/۴۸۶±۱۱/۷۱ میکرو گرم در میلی لیتر بود. نتایج این تحقیق نشان داد با تغییر ارتفاع و شرایط جغرافیایی فعالیت آنتی اکسیدانی ژنوتیپ ها نیز تفاوت معنی داری خواهد داشت. کلیه نمونه ها از توان آنتی اکسیدانی برخوردار بوده اما نوسان‌های دمایی و ارتفاع از سطح دریا و همچنین مختصات جغرافیایی جمعیت‌ها، باعث ایجاد تفاوت در خصوصیات فیتوشیمیایی بین آن‌ها شده است.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، توان آنتی اکسیدانی، رادیکال های آزاد، سنجد.

مقدمه

درخت سنجد بومی غرب آسیا و اروپاست. این گونه در آمریکای شمالی، اروپای جنوبی، مرکزی و شرقی، ایران و آسیای مرکزی و شمالی پراکنش دارد (Ahani et al., 2015). عامل ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر میزان و نوع بارندگی، تبخیر، تعرق و شدت تشعشعات خورشیدی، بر نوع و تراکم پوشش گیاهی تأثیر بسزایی دارد (Roupioz, 2016). در پژوهشی که جهت انتخاب حلال مناسب انجام شد استخراج به روش حلال (اتانول/آب) بازدهی استخراج و محتوی آنتوسیانین بیشتری نسبت به عصاره اتانولی دارد. در حالی که محتوی ترکیبات فنولی در حلال اتانولی بیشتر بود. حلال مورد استفاده بر محتوی آنتواکسیدان و ترکیبات فنلی موثر بوده و نقش ویژه ای در پایداری رنگ و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره دارد (Zahid et al., 2021). حلالی که بیشتر برای استخراج فلاونوئیدهای قطبی آنتوسیانینها استفاده می شود، مخلوطی از آب و حلالهای آلی است و بهترین بازده استخراج با غلظتهای مختلف اتانول در محلول آبی حاصل می شود (Chaves et al., 2020). در مطالعه ای دیگرکه در زمینه اثر نوع حلال بر روی استخراج ترکیبات فنولی پوست انار انجام شد و از حلال هایی مانند اتانول، استون، آب، متانول و ترکیب متانول با آب استفاده شد نتایج نشان داد که انتخاب حلال عملکرد استخراج را تحت تأثیر قرار می دهد (Kennas and Chibane. 2019). تفاوت در ارتفاع رویشگاه می تواند بر مقدار ترکیبات ثانویه اثرگذار باشد. به طوریکه با افزایش ارتفاع مقدار ترکیبات آلکالوئیدی و آنتوسیانینی افزایش یافته و خواص آنتی اکسیدانی را تحت تأثیر قرارداده است (Sanie et al.,2018). هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ارتفاع رویشگاه بر ترکیبات شیمیایی عصاره میوه درخت سنجد به عنوان یک گیاه دارویی درحلال های مختلف و بررسی اثرات آنتی اکسیدانی آن‌ها بوده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های گیاهی از ارتفاعات مختلف در محدوده استان البرز جمع آوری و اطلاعات جغرافیایی مورد نیاز ثبت گردید (جدول ۱). و پس از عصاره گیری عملکرد عصاره در حلال های مختلف اندازه گیری شد (جدول ۲). بررسی توان آنتی اکسیدانی با استفاده از رادیکال پایدار DPPH مورد سنجش در متانول قرار گرفت (و داده ها پس از جمع آوری با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تمامی اندازه گیری ها برای هر نمونه گیاهی سه بار تکرار شد و مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش گردید.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی نمونه های گیاهی، زمان و محل جمع آوری.

ردیف	کد نمونه	ژنوتیپ	تاریخ جمع آوری میوه	ارتفاع(متر)	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)
۱	Ar	ارنگه	مهرماه	۱۸۶۵	۳۵°۹۲	۵۱°۰۷
۲	Po	پورکان	شهریور ماه	۱۵۰۴	۳۵°۸۶	۵۱°۰۴
۳	Ms	مشکین دشت	مرداد ماه	۱۲۳۶	۳۵°۷۴	۵۰°۹۵
۴	Ta	تنکمان	شهریورماه	۱۱۹۵	۳۵°۸۹	۵۰°۶۱
۵	As	آسارا	مهرماه	۱۸۱۹	۳۱°۵۰	۵۱°۱۶

جدول ۲- عملکرد بازده عصاره میوه ژنوتیپ های سنجد بر اساس نوع حلال.

ردیف	کد نمونه	ژنوتیپ	بازده عصاره در حلال٪		
			آبی	اتانولی	متانولی
۱	Ar	ارنگه	۱۴/۵	۱۹/۶۱۶	۱۲/۵۱۶
۲	Po	پورکان	۱۱/۶۱	۹/۳۲	۱۳/۸۱۵
۳	Ms	مشکین دشت	۵/۷	۷/۰۵۴	۸/۲۷
۴	Ta	تنکمان	۶/۴۳	۷/۱۱۸	۷/۸۱
۵	As	آسارا	۸/۶	۱۲/۸۷۸	۹/۵۲

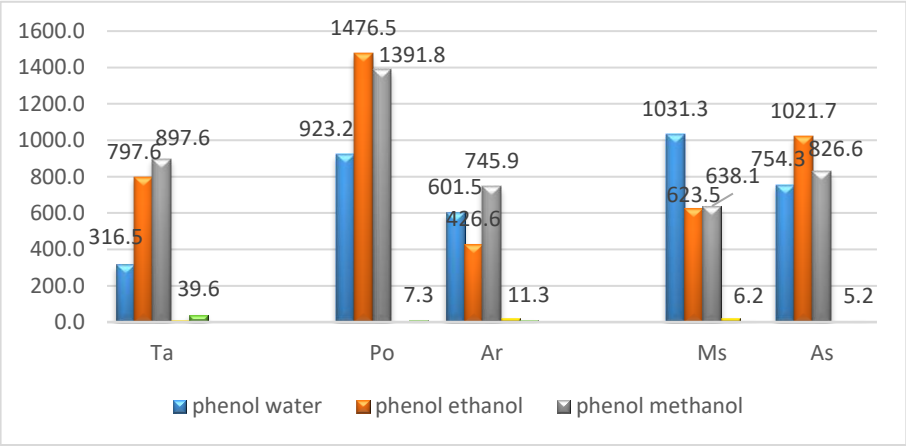
نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، نوع و غلظت حلال در میزان مهار رادیکال DPPH کاملاً معنی‌دار بوده به طوری که بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به عصاره های متانولی و اتانولی بود این ژنوتیپ از نظر ارتفاع از سطح دریا نسبت به ژنوتیپ های دیگر ارتفاع کمتری داشت. کمترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی را عصاره متانولی ژنوتیپ آسارا (As) ۳۲۷/۵۲±۳۲۵/۶ میکرو گرم در میلی لیتر نشان داد. برای فنل تام نیز با تغییر حلال این تفاوت ها مشاهده شده است بطوریکه در عصاره های هیدروالکلی در مقایسه با عصاره آبی تفاوت مشهودی نشان داده شد . درمقایسه عصاره متانولی با عصاره اتانولی، جذب فنل تام توسط عصاره متانولی بیشتر از عصاره اتانولی بوده است. حلال های آبی در مقایسه با حلال های هیدروالکلی در بیشتر نتایج بدست آمده به عنوان یک حلال مطلوب نمی باشند بجز در ژنوتیپ مشکین دشت (Ms) که خواص آنتی اکسیدانی بدست آمده نسبت به دیگر حلال ها بالاتر بود. در ژنوتیپ (Po) حلال متانولی نتایج مناسبتری نسبت به حلال آبی و اتانولی نشان داد.

جدول ۳- مقایسه میانگین میزان ترکیبات فنلی موجود در میوه سنجد تحت تاثیر ارتفاع و مناطق مورد آزمایش.

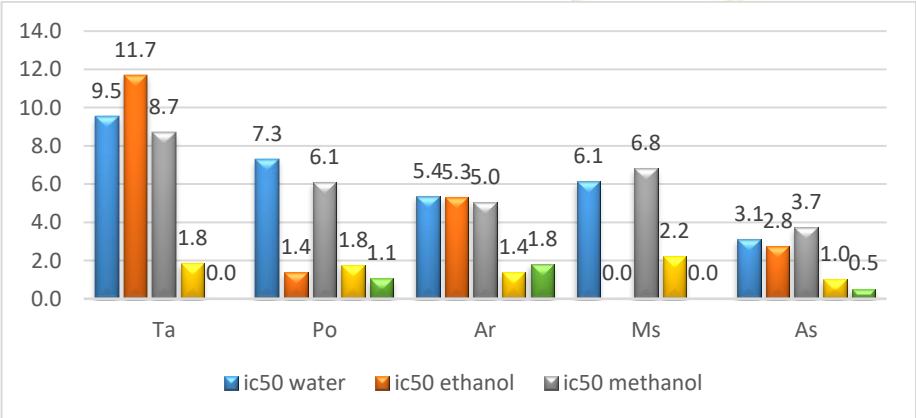
METANOL	ETANOL	WATER

کد نمونه	IC50 میکرو گرم در میلی لیتر	PHENOL میکرو گرم در هر گرم عصاره خشک	IC50 میکرو گرم در میلی لیتر	PHENOL میکرو گرم در هر گرم عصاره خشک	IC50 میکرو گرم در میلی لیتر	PHENOL میکرو گرم در هر گرم عصاره خشک
Ta	15.7±4. 826 d	316.51±12.032 a	6.317± 3.327 b	797.641± 12.859 b	9.711±6.52 a	897.631±39.584 c
Po	7.31±.1.768 c	923.235±4.549 cd	10 .471±.4.428 c	1476.523± 16.321 d	19.475±1.064 c	1391.759±7.269 d
Ar	6.019±5.821 c	601.537±18.976 b	19.71± 2.486 d	426.563± 37.966 a	23.815±2 .217 d	745.862±11.251 b
Ms	2.751±1.395 a	1031.251± 18.639 c	1.395± 2.103 a	623.540± 11.274 b	11.371±4.371 b	638.113±6.231 a
As	4.1213±1.021 b	754.273±4.602 b	6.127± 3.214 b	1021.72± 33.713 c	23.538±1.84 d	826.643±5.152 c



شکل ۱- میزان فنل تام در عصاره های آبی، اتانولی و متانولی بر اساس میکرو گرم در گرم عصاره خشک (تنکمانTa، پورکانPo، ارنگهAr، مشکین دشتMs، آساراAs).

همچنین نمونه هایی که خواص آنتی اکسیدانی آنها بالاتر بود میزان فنل تام بالاتری نیز داشتند. برخی از نتایج حاصله نشان می دهد که با وجود بالا یا پایین تر بودن فنل تام، میزان خواص آنتی اکسیدانی متناسب با این ترکیبات نیست که نشان می دهد عواملی از جمله شرایط محیطی و اقلیم می تواند طی واکنش هایی بر روی میزان فعالیت آنتی اکسیدانی و خواص آنتی اکسیدانی تأثیر گذار باشد.



شکل ۲- درصد مهار رادیکال پایدار DPPH در حلال های آبی ، اتانولی و متانولی در غلظت ۰/۵ عصاره(تنکمانTa، پورکانPo، ارنگهAr، مشکین دشتMs، آساراAs).

این تحقیق نشان داد که تمامی ژنوتیپ‌های بررسی‌شده از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برخوردارند، اما توان آنتی‌اکسیدانی آن‌ها با یکدیگر متفاوت است و با تغییر اکوتیپ، توان آنتی‌اکسیدانی ژنوتیپ‌ها نیز تغییر می‌کند (Farasat et al., 2019). در این تحقیق مشخص شد که بیشترین میزان توان آنتی‌اکسیدانی مربوط به ژنوتیپ‌هایی است که در ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰ متری قرار دارند و کمترین توان آنتی‌اکسیدانی در ارتفاع بین ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ متری مشاهده شد. افزایش ارتفاع به بالاتر از ۱۵۰۰ متر باعث کاهش میزان فنل در ژنوتیپ‌ها گردید، اما توان آنتی‌اکسیدانی آن‌ها افزایش یافت. در ارتفاعات کمتر از ۱۵۰۰ متر، از میزان توان آنتی‌اکسیدانی کاسته شد که این موضوع نشان داد کاهش ارتفاع و در نتیجه افزایش دما و کاهش رطوبت، تأثیر مستقیمی بر میزان آنتی‌اکسیدان دارد. عوامل متعددی از جمله شرایط اقلیمی، آب، هوا، خاک و ارتفاع از عوامل تأثیرگذار بر رشد گیاه و تغییر در میزان ترکیبات شیمیایی آن‌ها می‌باشد. در این تحقیق، ارتفاع جغرافیایی بر میزان متابولیت‌های ثانویه مؤثر بود که یکی از دلایل آن می‌تواند افزایش تشعشعات، به‌ویژه UV-B در ارتفاعات باشد (Jakola and Hohtola, 2010). مطالعات نشان می‌دهد که بالا بودن ترکیبات فنلی، دلیل عمده بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی از عصاره‌ها از جمله عصاره‌های قطبی می‌باشد. این نکته دارای اهمیت است که برای به دست آوردن بهترین و مؤثرترین عصاره، توجه به مواردی از جمله خصوصیات ماده گیاهی، انتخاب حلال مناسب و دقت در مراحل عصاره‌گیری ضروری بوده و باید در نظر داشت که بازده بالا در عصاره حاصله، به معنای بازده بالای ترکیب مورد نظر در عصاره نمی‌باشد (Zolfaghari et al., 2011).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمده نوسان‌های دمایی و ارتفاع از سطح دریا و همچنین مختصات جغرافیایی جمعیت‌ها، باعث ایجاد تفاوت در خصوصیات فیتوشیمیایی بین آن‌ها شده است. تنوع گیاهی، ارتفاع رویشگاه و تغییرات آب و هوایی در نمونه های مورد مطالعه می تواند باعث اختلاف در مقادیر آزمایش شود جهت رفع این مشکل، استفاده از روش های استاندارد و یکسان توصیه می گردد.

منابع

Ahani, H., Jalilund, H., Vaezi, S. and Sadati, S.A. 2015. A new subspecies of bitter elder (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A.Nelson) for Iran based on molecular data. Scientific Research Quarterly Journal of Genetic Research and Improvement of Pasture and Forest Plants of Iran, 24(2): 208–220.

Chaves, J.S., Souza, L.C., Silva, D., Lachos-Perez, D., Mayanga-Torres, P.C.T., Machado, A.P.F., Forster-Carneiro, T., Vázquez-Espinosa, M., Peredo, A.V.G., Barbero, G.F. and Rostagno, M.A. 2020. Extraction of flavonoids from natural sources using modern techniques: A review. Frontiers in Chemistry.

Farasat, M., Asadi, P. and Zandifar, K. 2018. Antioxidant power of methanol extracts of four selected medicinal plants. The First Conference on Basic Research in Agricultural and Environmental Sciences, Tehran.

Jakola, L. and Hohtola, A. 2010. Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants. Plant, Cell & Environment, 33: 1239–1241.

Kennas, A. and Aellal-Chibane, H. 2019. Comparison of five solvents in the extraction of phenolic antioxidants from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel. The North African Journal of Food and Nutrition Research, (5): 140–147.

Roupioz, L., Jia, L., Nerry, F. and Menenti, M. 2006. Estimation of daily solar radiation budget at kilometer resolution over the Tibetan Plateau by integrating MODIS data products and a DEM. Remote Sensing of Environment, 100: 1–24.

Sivaci, A. 2016. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. Scientia Horticulturae, 109: 234–237.

Roy, A., Sitalakshmi, T., Geetha, R.V., Lakshmi, T. and Vishnu Priya, V. 2011. In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of the ethanolic extract of *Dioscorea villosa* (wild yam) tubers. Drug Invention Today, 3(9): 214–215.

Sanei, M., Ghasem Nejad, A., Sadeghi, A. and Masoumi, M. 2019. Investigating the effect of environmental parameters on the antioxidant activity of medicinal plants collected from Paveh and Ormanat regions. Journal of Plant Production Research, 27(4): 241–261.

Zahid, N.I., Kanari, R. and Farhamandfar, R. 2021. Evaluation of color efficiency and antioxidant power of anthocyanin extract of pomegranate peel powder obtained by solvent extraction. Iranian Journal of Food Science and Industries, 18(117): 197.

Zolfaghari, B. and Yekdane, A. 2011. Recent developments in the combination of herbal extraction methods. Journal of Medicinal Plants, 1: 51–55.

Investigating the effect of altitude on the antioxidant capacity of hydroalcoholic and aqueous extracts of the Elaeagnus tree (*Elaeagnus angustifolia* L.) in Alborz province

Kouresh Zandifar[1*] and Hamid Hasani[1]
1. Center (TFRC), Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[*]*Corresponding author: k.zandifar88@gmail.com.*

Abstract

Elaeagnus with its scientific name (*Elaeagnus angustifolia* L) has many medicinal and industrial properties, including antioxidant properties. By neutralizing free radicals, they reduce the risk of developing cancers and cardiovascular diseases and stroke. Today, in order to reduce the side effects of synthetic antioxidants, much attention has been paid to natural antioxidants. In this research, which was conducted in Alborz province (altitude 1100-1900 meters), water, ethanol and methanol extracts of elder tree fruit were evaluated to check their antioxidant activity. The extracts were prepared by maceration method and the antioxidant activity was measured using the stable radical DPPH, and the IC50 was determined and the total phenol was measured using Folin Ciocaltio reagent and tannic acid standard curve, and the results were reported. The highest amount of total phenol in the ethanolic extract of Porkan genotype 1476.523±16.321 and its methanolic extract 1391.759±7.269 micrograms per dry extract and the lowest amount in the water extract of Tankaman genotype 316.51±12.032 micrograms per dry extract there was. In terms of antioxidant activity, the highest level of activity related to the ethanolic solvent of the Porkan genotype with 1.395±1.103 micrograms/ml and the Asara genotype with 2.751±1.395 micrograms/ml and the lowest activity level was found in the Tankaman genotype with Ethanol extract was 11.71±2.486 µg/ml. The results of this study showed that with the change of climatic and geographical conditions, the antioxidant activity of the genotypes would have a significant difference.

Key words: antioxidant activity, altitude, *Elaeagnus angustifolia*, free radicals.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تغییرات فیزیولوژیک سبزریزه‌های آمارانتوس (*Amaranthus cruentus* L.) تحت دوره‌های مختلف تابش پرتو فرابنفش

علیرضا شایگان‌فر[۱*]، علی وزیری[۱] و حسن مومیوند[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
*نویسنده مسئول: *shayganfar.a.r@gmail.com*

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تاثیر پرتو فرابنفش A، B و AB در دو بازه‌ی زمانی یک ساعت تابش مداوم پرتو فرابنفش و دو نیم ساعت با فاصله زمانی نیم ساعت بر روی سبزریزه آمارانتوس انجام گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تغییر بعضی از صفات فیزیولوژی از مکانیسم‌های حفاظتی سبزریزه گیاه آمارانتوس در مقابل آسیب‌های پرتو فرابنفش بود. و بیشترین میزان فعالیت در یک ساعت مداوم تابش بود. تابش فرابنفش B که یک ساعت تابش مداوم داشت باعث افزایش فلاونوئید و آسکوربات پروکسیداز شد ولی پرولین در دو نیم ساعت تابش همزمان پرتو فرابنفش A و B بیشترین فعالیت را داشت. بنابراین می‌توان گفت که اثر تابش یک ساعت مداوم تابش فرابنفش B در بعضی صفات مثل آسکوربات پروکسیداز و فلاونوئید باعث افزایش شده است و در بعضی صفات دیگر مثل کاروتنوئید و پرولین تیمار دو نیم ساعت تابش همزمان A و B موجب افزایش شده است و در بعضی از صفات هم مثل مالون‌دی‌آلدهید، کلروفیل a وb ، گایاکل پروکسیداز و کاتالاز تاثیر معنی داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: پرتو فرابنفش، میکروگرین، آمارانتوس.

مقدمه

سبزریزه‌ها گیاهان نابالغی هستند که از دانه‌های سبزیجات، غلات یا گیاهان دارویی تولید می‌شوند. طول آن‌ها ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر است و شامل یک ساقه و لپه است. آن‌ها معمولاً در قاعده لپه‌های خود، درست پس از ظهور لپه ها، اما قبل از رشد برگ‌های واقعی، برداشت می‌شوند .این بسته به گونه از ۷ تا ۲۱ روز پس از جوانه زنی انجام می شود. چرخه زندگی سبزریزه ها بسیار کوتاه است و پس از برداشت به سرعت خراب می‌شوند .هنگامی که در دمای اتاق نگهداری می‌شوند، می‌توان آن‌ها را با خیال راحت طی ۱ تا ۲ روز مصرف کرد. در سال‌های اخیر، به دلیل علاقه روزافزون به غذاهای کاربردی، به طور مداوم محبوبیت پیدا کرده اند .(Choe, Yu and Wang, 2018).

گونه‌های آمارانتوس متعلق به راسته‌ی Caryophyllales، خانواده Amaranthaceae، زیر خانواده Amaranthoideae است. *A. cruentus* هم به عنوان سبزی، علوفه، دارو و غلات بسته به بازار هدف تولیدکننده کشت شده است (Mlakar et al., 2009). گل آمارانتوس یا زلف عروس یا آمارانت با نام علمی (*Amaranthus cruentus*) یک گیاه علفی یکساله است که تنها از طریق بذر تکثیر می‌شود و دوره رشد کوتاهی دارد (۴ تا ۶ هفته). آماریسین، بتالین‌ها، بتاسیانین‌ها (آمارانتین، ایزوآمارانتین)، بتازانتین، هیدروکسی سینامات‌ها، کوئرسیتین و گلیکوزیدهای کامفرول به عنوان فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک از مواد موثره گیاه آمارانتوس هستند. عصاره‌های آمارانت که به‌طور متوالی توسط استون و متانول/آب از برگ‌ها، گل‌ها، ساقه و دانه‌های گیاه بدون چربی جدا می‌شوند، روتین، نیکوتی فلورین، ایزوکورسیترین، ۴-هیدروکسی بنزوئیک و اسیدهای p-کوماریک را به عنوان اجزای اصلی تولید می‌کنند .(Rezaei, Rouzbehan and Fazaeli, 2009). آمارانتوس دارای ارزش غذایی نسبتاً بالایی است و برگ‌های آمارانتوس سرشار از پروتئین و ریزمغذی‌هایی مانند روی، کلسیم، منیزیم، فسفر، اسید فولیک، پتاسیم، آهن و ویتامین‌های A-C هستند اما کربوهیدرات کمی دارند.(Ramdwar, Chadee and Stoute, 2017). حساسیت گیاهان به پرتو فرابنفش بسته به گونه گیاهی، رقم، مراحل رشد و نمو، شرایط رشد و میزان نور فرابنفش متفاوت است. افزایش فرابنفش B تغییرات فیزیولوژیک، آناتومیک، مورفولوژیک و بیوشیمیایی در گیاهان ایجاد می¬کند (SearlesFlint and

Caldwell, 2001). ترکیبات فنیل پروپانوییدی مانند مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید و فلاونوییدها مثل فلاون‌ها، فلاونول‌ها و همچنین آنتوسیانین‌ها باعث جذب اشعه‌ی ماورای بنفش می‌شوند (RasaeiJalali-Honarmand and Abdoli, 2021). رهیافت‌های تجربی اخیر، پرتو فرابنفش B را بیش‌تر به عنوان یک تعدیل کننده مطرح می‌کند تا یک مانع محیطی و بیان شده است که آسیب پرتو فرابنفش محیط احتمالاً یک استثنا بوده تا یک قاعده؛ بنابراین اثر تنظیم‌کنندگی یا مخرب پرتو فرابنفش B صرفاً نوع خاصی بوده و معمولاً بستگی به میزان شار، طول مدت در معرض بودن و هم‌چنین برهم‌کنش با دیگر عوامل محیطی دارد (Zhang and Björn, 2009). بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه فرآیند سازش‌پذیری به پرتوهای فرابنفش را تسریع می‌کند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش بذرهای آمارانتوس در سینی های کشت به ابعاد تقریبی ۱۵*۱۵ با بستری از پرلایت و ورمی کمپوست به نسبت برابر و با عمق ۵ سانتی متر کشت می‌شوند. تیمارهای فرابنفش از روز چهارم کشت اعمال می‌شوند و تا رشد سبزریزه‌ها تا ارتفاع تقریبی ۵ سانتی متر ادامه می یابد. سینی‌های کشت در اتاقک‌های رشد با ابعاد ۱۲۰*۷۰*۴۰ قرار می‌گیرند. هرکدام از این اتاقک‌ها چهار لامپ مهتابی فلورسنت و یک لامپ مهتابی فرابنفش به فراخور هر تیمار بود. تیمارها شامل: شاهد (بدون لامپ فرابنفش)، فرابنفش A (یک دوره یک ساعته)، فرابنفش A (دو دوره نیم ساعته با فاصله ۱۵ دقیقه از هم)، فرابنفش B (یک دوره یک ساعته)، فرابنفش B (دو دوره نیم ساعته با فاصله ۱۵ دقیقه از هم)، فرابنفش AB (یک دوره یک ساعته)، فرابنفش AB (دو دوره نیم ساعته با فاصله ۱۵ دقیقه از هم).

چرخه روشنایی لامپ‌های فلورسنت ۸ ساعت تاریکی- ۱۶ ساعت روشنایی بود و لامپ‌های فرابنفش هر تیمار در ساعت ۱۱ روز توسط تایمر الکتریکی روشن می شدند. لامپ‌های فرابنفش ساخت شرکت Q-Lab آمریکا بودند. لازم به ذکر است که لامپ‌های ۴۰ واتی مورد استفاده در این مطالعه باند پهن بوده و بیش‌ترین تطبیق را با فرابنفشB (در لامپ‌های فرابنفشB) و فرابنفشA (در لامپ‌های فرابنفش A) دریافتی از نور خورشید در سطح زمین داشتند، بنابراین بهترین شبیه‌سازی ممکن را فراهم می‌کردند.

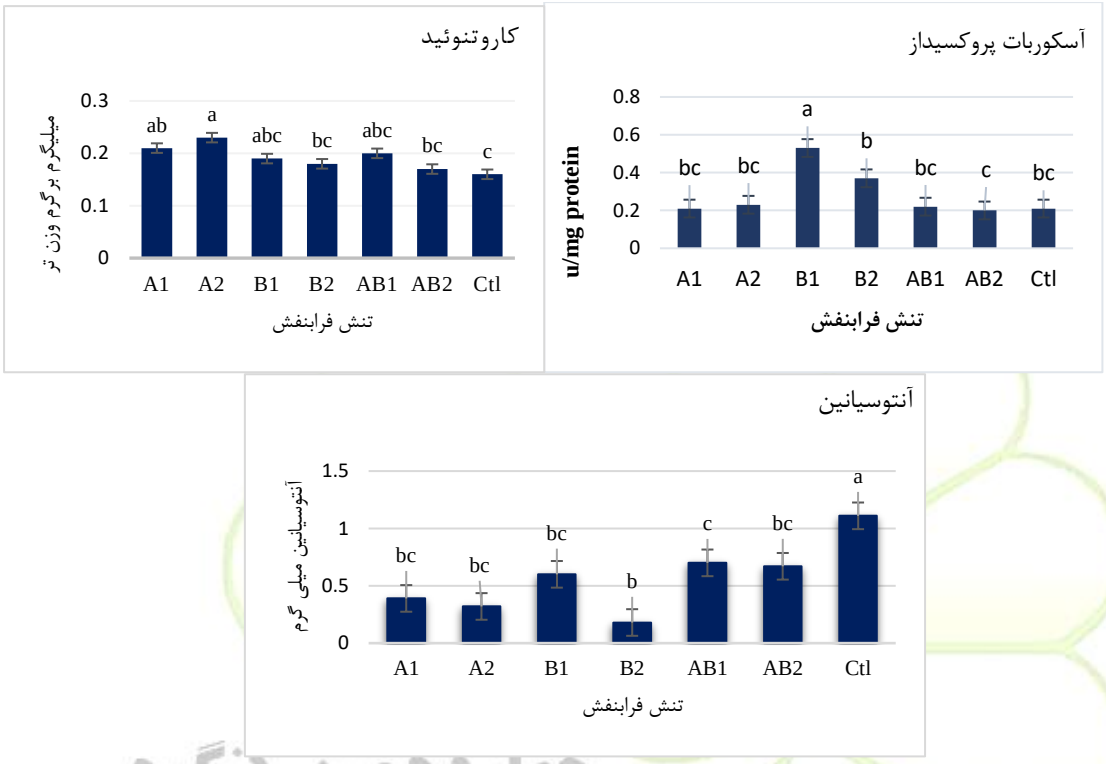
پس از ۱۱ روز از اعمال تیمارها نمونه برداری انجام شد و صفات فیزیولوژی مانند آنزیم‌های آنتی اکسیدان، آنزیم PAL، مالون دی‌آلدیید، فنل کل، کلروفیل a و b، کلروفیل کل، کاروتنویید، وزن تر و خشک ریشه اندازه گیری شدند. این طرح به شکل کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. به عبارتی در هر اتاقک رشد هر سینی کشت به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تاثیر تابش پرتو فرابنفش بر آنزیم‌های کاتالاز، گایاکول پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و فنیل آلانین آمونیالیاز در گیاه آمارانتوس نشان داد که پرتو فرابنفش بر آنزیم آسکوربات پروکسیداز در سطح یک درصد معنی دار شد ولی بر آنزیم کاتالاز، گایاکول پروکسیداز و فنیل آلانین آمونیالیاز معنی دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر پرتو فرابنفش بر آسکوربات پروکسیداز نشان داد که بیشترین میزان آسکوربات در تیمار پرتو فرابنفش B۱ (۰/۵۳) و کمترین آن در پرتو فرابنفش AB۲ (۰/۲) مشاهده شد که B۱ و AB۲ اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها داشتند. B۱ (۰/۵۳) با B۲ (۰/۳۷) اختلاف معنی‌داری داشت. تیمار ۱A (21/0) 2A (23/0)، AB۱ (۰/۲۲) و AB۲ (۰/۲) اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند.

آنزیم‌ها گیاهان را در برابر تنش اکسایشی با تبدیل رادیکال‌های سوپر اکسید به پراکسید هیدروژن و تجزیه H2O2 به آب و اکسیژن محافظت می‌کنند که در این فرایند سوپر اکسید دیسموتاز باعث تبدیل رادیکال‌های سوپر اکسید به پراکسید هیدروژن و کاتالاز و پراکسیدازها باعث تجزیه پراکسید هیدروژن به آب می‌شوند (Scandalios, 1993). این آنزیم‌ها گیاهان را در برابر تنش اکسایشی با تبدیل رادیکال‌های سوپر اکسید به پراکسید هیدروژن و تجزیه H_2O_2 به آب و اکسیژن محافظت می‌کنند. همسو نتایج مطالعه‌ی حاضر، در سه گونه آویشن دنایی، قره‌باغی و باغی نیز مقدار مالون‌دی‌آلدهید، نشت الکترولیتی و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون ردوکتاز، آسکوربات پروکسیداز در تیمار فرابنفشB افزایش نشان داد (شایگان‌فر و همکاران، ۱۳۹۶).

نتایج تجزیه واریانس بر رنگریزه‌های فتوسنتزی نشان داد که پرتو فرابنفش بر کلروفیلa ، کلروفیل b معنی دار نبود و بر کاروتنوئید در سطح ۵ درصد معنی داری شد. نتایج مقایسه میانگین اثر پرتو فرابنفش بر کاروتنوئید نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید در تیمار پرتو فرابنفش A2 (۰/۲۳) و کمترین میزان آن در شاهد (۰/۱۶) بود. تیمار پرتو فرابنفش A1 (۰/۲۱) و A2 (۰/۲۳) با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ولی با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند، همچنین B1 (0.19)، B2 (0.18)، AB1 (۰/۲) و AB2 (۰/۱۷) با شاهد اختلاف معنی داری نداشتند. در این مطالعه نتایج مقایسه میانگین تابش‌های مختلف پرتو فرابنفش بر روی گیاه آمارانتوس نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین در شاهد (۱/۱۱) و کمترین آن در A2 (۰/۳۲) است که هر دو اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

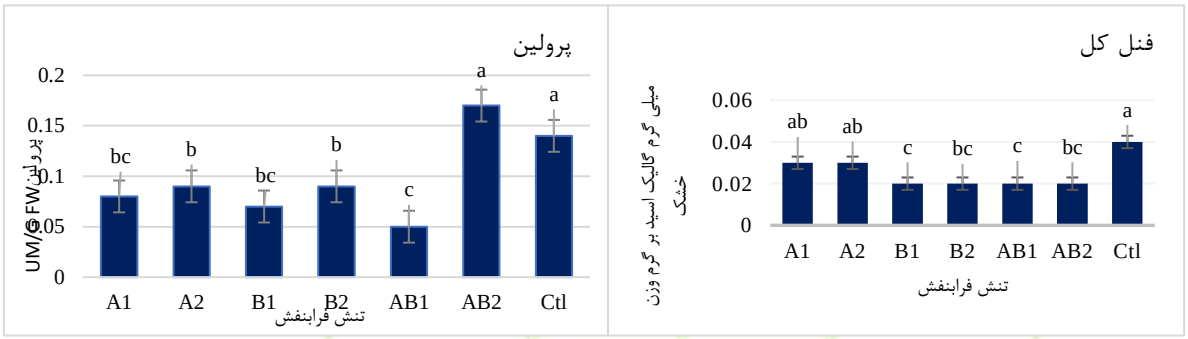


نمودار ۱- تاثیر پرتو فرابنفش بر ویژگی‌های آسکوربات پراکسیداز، کاروتنوئید و آنتوسیانین گیاه آمارانتوس.

A2 (۰/۳۲) با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت ولی شاهد (۱/۱۱) اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت. نتایج به دست آمده از یک مطالعه روی گیاه پنیرباد نشان داد که کاروتنوییدها تحت پرتو فرابنفش B افزایش می‌یابند. به نظر می‌رسد این ترکیبات گیاه را از آسیب پرتو فرابنفش B مازاد حفاظت می‌کنند (Takshak and Agrawal, 2014). در گیاه جعفری نیز پرتو فرابنفش باعث افزایش معنی‌دار کاروتنوییدها شد. در گزارشی توسط کوماری و همکاران در گیاه علف لیمو (*Cymbopogon citrates*) میزان کاروتنوییدها تحت پرتو فرابنفش B افزایش یافت (Kumari and Agrawal, 2010).

نتایج تجزیه واریانس پرتو فرابنفش بر گیاه آمارانتوس نشان داد که پرتو فرابنفش بر مالون‌دی‌آلدهید تاثیر معنی داری نداشت، همچنین بر روی پرولین در سطح ۱ درصد و فنل کل هم در سطح ۵ درصد معنی دار شد و همچنین بر فلاونوئید هم در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین تابش‌های مختلف پرتو فرابنفش نشان داد که بیشترین میزان فنل در شاهد(۰/۴۱) و کمترین آن AB1 (۰/۰۲۴) مشاهده شد که این دو با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین A1 (۰/۳۸) و A2 (۰/۰۳۸) با شاهد اختلاف معنی داری نداشتند ولی تیمارهای B1 (۰.۰۲۷)، B2 (۰.۰۲۵)، AB1 (۰/۰۲۴) و AB2 (۰/۰۲۸) با شاهد اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند ولی این تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج مقایسه میانگین تابش‌های مختلف پرتو فرابنفش نشان داد که بیشترین میزان فنل در شاهد(۰/۴۱) و کمترین آن AB1 (۰/۰۲۴) با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. نتایج مقایسه میانگین اثر پرتو فرابنفش بر میزان پرولین نشان داد که بیشترین میزان پرولین در تیمار AB2 (۰/۱۷) و کمترین آن در تیمار AB1 (۰/۰۵) است که تیمار AB2 (۰/۱۷) با شاهد (۰/۱۴) اختلاف

معنی‌داری نداشت، همچنین تیمار A1 (۰.۰۸)، A2 (۰.۰۹)، B1 (۰/۰۷) و B2 (۰/۰۹) با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی با شاهد (۰/۱۴) اختلاف معنی‌داری نشان دادند. طبق نتایج رضایی و همکاران (۱۳۹۹) پرولین در گیاه گندم تحت تنش فرابنفش افزایش پیدا کرده است. در نتایج وزیری آتوسا (۱۳۹۶) در گیاه آلوئه‌ورا پرولین در اثر تنش فرابنفش افزایش داشته است که این نتایج با مطالعه‌ی حاضر مطابقت دارد. افزایش میزان فنل کل را در میوه توت فرنگی تحت تاثیر اشعه‌ی UV گزارش کردند؛ آن‌ها علت این افزایش را نقش پاداکسایشی فنول‌ها عنوان کردند. همچنین مطالعات روی بامیه (کارگر و همکاران، ۱۳۹۰)، ریحان (موسوی و همکاران، ۱۳۸۷)، گل کلم (کاستا و همکاران ، ۲۰۰۶)، سه رقم سویا (نوری، ۱۳۹۱)، توتون (قادری، ۱۳۹۵) و دو رقم جو (محمدی، ۱۳۹۳) نیز نشان داده است که میزان فنل کل تحت تاثیر نور فرابنفش افزایش می‌یابد.



نمودار ۲– تاثیر پرتو فرابنفش بر محتوای فنل کل و پرولین گیاه آمارانتوس.

منابع

امید بیگی، ر. ا. ۱۳۸۶. تولید و فراوری گیاهان دارویی، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

رستگار، م.، مومیوند، ح.، شایگان فر، ع. و رضایی نژاد، ع. ۱۴۰۰. تاثیر پرتو فرابنفش بر رشد، مورفولوژی و فنولوژی سه رقم گل گندم (*Centaurea cyanus*). نظری، ف. ۱۳۹۷.

Bijami, A., Rezanejad, F. and Sasan, H.A. 2011. The effects of post-harvest UV-B radiation on some antioxidant compounds, PAL activity and total protein contents of ripe red tomato (*Lycopersicon esculentum*). Iranian Journal of Plant Biology, 2: 29–38.

Booij-James, I.S., Dube, S.K., Jansen, M.A., Edelman, M. and Mattoo, A.K. 2000. Ultraviolet-B radiation impacts light-mediated turnover of the photosystem II reaction center heterodimer in *Arabidopsis* mutants altered in phenolic metabolism. Plant Physiology, 124: 1275–1284.

Hollósy, F. 2002. Effects of ultraviolet radiation on plant cells. Micron, 33: 179–197.

Searles, P.S., Flint, S.D. and Caldwell, M.M. 2001. A meta-analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. Oecologia, 127: 1–10.

Shayganfar, A., Azizi, M. and Rasouli, M. 2018. Various strategies elicited and modulated by elevated UV-B radiation and protectant compounds in *Thymus* species: Differences in response over treatments, acclimation and interaction. Industrial Crops and Products, 113: 298–307.

Vas, A. and Gulyas, B. 2005. Eburnamine derivatives and the brain. Medicinal Research Reviews, 25: 737–757.

Study of physiological responses in *Amaranthus cruentus* L. microgreen under different UV radiations

Alireza Shayganfar[1*], Ali Vaziri[1], Hasan Mumivand[2]
1. Department of Horticultural Sciences and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[*]*Corresponding Author: Shayganfar.a.r@gmail.com*

Abstract

The present study was conducted to evaluate the effect of different UV radiations (A and B) in intermittent and continuous mode on the physiological characteristics of *Amaranthus cruentus* L. The results of the present study showed that the amount of phenol, carotenoid, total chlorophyll and chlorophyll b increased in the intermittent UV-B treatment and had a significant difference compared to the control. Also, proline, chlorophyll a and root dry weight were the highest in the continuous UV-B treatment, and proline and chlorophyll a were significant compared to the control. Intermittent UV-A and B stress increased malondialdehyde, sugar, guaiacol peroxidase. And catalase, root fresh weight increased in intermittent UV-A radiation and guaiacol peroxidase decreased in this treatment, which was not significant.

Keywords: *Amaranthus cruentus*, UV radiation, Microgreen.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد گیاهان دارویی در فرمولاسیون کرم‌های پوستی: راهکاری طبیعی برای مراقبت از پوست

متین نسیم مصلح دوست[۱] و حمیدرضا آذرباد*[۱]
۱- دانشگاه اقبال لاهوری، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: *h_razarbad@yahoo.com*

چکیده

با رشد روزافزون آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به عوارض ترکیبات شیمیایی در محصولات مراقبت پوست، توجه به گیاهان دارویی به‌عنوان جایگزینی مؤثر و ایمن افزایش یافته است. گیاهان دارویی دارای ترکیبات فعال زیستی همچون فلاونوئیدها، پلی‌فنول‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و آلکالوئیدها هستند که اثرات متعددی نظیر ضدالتهاب، آنتی‌اکسیدان، ضدباکتری، مرطوب‌کننده و ترمیم‌کننده بر پوست دارند. در این مقاله، مهم‌ترین گیاهان دارویی مورد استفاده در کرم‌های پوستی نظیر آلوئه‌ورا، بابونه، گل همیشه‌بهار، چای سبز و زعفران معرفی شده و مکانیزم‌های اثرگذاری آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نمونه‌هایی از فرمولاسیون‌های رایج کرم‌های گیاهی ارائه شده‌اند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که گیاهان دارویی نه‌تنها می‌توانند نقش مؤثری در حفظ سلامت پوست ایفا کنند، بلکه به دلیل خواص چندگانه، گزینه‌ای مناسب برای توسعه محصولات طبیعی و دوستدار پوست به‌شمار می‌آیند.

واژه‌های کلیدی: گیاهان‌دارویی، کرم‌های‌پوستی، مراقبت‌ازپوست، ترکیبات‌طبیعی، آلوئه‌ورا، بابونه.

مقدمه

در سال‌های اخیر، صنعت مراقبت از پوست با چالشی مهم در زمینه ایمنی و سازگاری ترکیبات شیمیایی مواجه شده است. این مسئله باعث شده تا رویکرد به‌کارگیری ترکیبات طبیعی، به‌ویژه گیاهان دارویی، در فرمولاسیون محصولات پوستی افزایش یابد. گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن ترکیبات فعال زیستی مانند فلاونوئیدها، پلی‌فنول‌ها، ساپونین‌ها، تانن‌ها و آلکالوئیدها، می‌توانند نقش مؤثری در حفاظت، ترمیم و بهبود عملکرد فیزیولوژیکی پوست ایفا کنند (Mukherjee et al., 2011).

مطالعات نشان داده‌اند که بسیاری از عصاره‌های گیاهی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضدپیری و ضدباکتری هستند که آن‌ها را به گزینه‌ای مناسب برای به‌کارگیری در کرم‌ها، لوسیون‌ها و سایر محصولات موضعی تبدیل کرده است (Khan et al., 2014). همچنین، سازگاری زیستی بالاتر، کاهش خطر بروز واکنش‌های آلرژیک و تنوع عملکردی، از دیگر مزایای استفاده از منابع گیاهی در فرآورده‌های آرایشی ـ بهداشتی محسوب می‌شود (Draelos, 2012).

در سال‌های اخیر، رویکرد «کازمسوتیکال‌های گیاهی (Herbal Cosmeceuticals)» به‌عنوان پلی میان فرآورده‌های آرایشی و دارویی، توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است و تحقیقات جدید نشان می‌دهد که ترکیبات فنولی و ترپنوئیدی گیاهان می‌توانند مسیرهای مولکولی مرتبط با التهاب و پیری پوست را تنظیم کنند(Lin et al., 2022). مطالعات نوین حاکی از آن است که استفاده از عصاره‌های گیاهی در سیستم‌های نوین انتقال دارو مانند نانوامولسیون‌ها و لیپوزوم‌ها می‌تواند زیست‌فراهمی پوستی، پایداری و نفوذ ترکیبات فعال را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد(Zhang et al., 2023). همچنین گزارش‌های اخیر نشان داده‌اند که پلی‌فنول‌های گیاهی قادر به مهار مسیر

NF-κB و کاهش بیان سایتوکاین‌های التهابی در سلول‌های کراتینوسیت هستند که این امر نقش مهمی در پیشگیری از پیری زودرس پوست ایفا می‌کند (Kim et al., 2021).

استفاده از ترکیبات گیاهی به‌ویژه در کرم‌های پوستی، علاوه بر پاسخگویی به تقاضای روزافزون مصرف‌کنندگان برای محصولات طبیعی، در کاهش وابستگی به ترکیبات سنتتیک و افزایش پایداری زیست‌محیطی نیز مؤثر است (Bhatia et al., 2020). هدف از این مقاله، بررسی مهم‌ترین گیاهان دارویی مؤثر در سلامت پوست و معرفی عملکرد آن‌ها در فرمولاسیون کرم‌های موضعی است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت مروری (Review Article) با هدف بررسی کاربرد گیاهان دارویی در تولید کرم‌های پوستی تدوین شده است. منابع اطلاعاتی مورد استفاده شامل مقالات علمی منتشرشده در پایگاه‌های معتبر نظیر PubMed، ScienceDirect، Google Scholar و SpringerLink طی بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ می‌باشد. کلمات کلیدی جست‌وجو شامل " ,"herbal creams", "medicinal plants" "skin care", "botanical extracts"", و "natural cosmetics" بوده است. از میان بیش از ۱۰۰ مقاله، ۴۵ مورد که دارای ساختار علمی معتبر، داوری‌شده و مرتبط با محور مقاله بودند، انتخاب و تحلیل شدند. تمرکز مقاله بر روی گیاهانی است که بیشترین کاربرد را در محصولات پوستی دارند و اثربخشی آن‌ها از طریق آزمایش‌های in vitro، in vivo یا مطالعات بالینی تأیید شده است. همچنین تلاش شده است تا مکانیزم‌های عمل ترکیبات مؤثره، فرمولاسیون‌های رایج، و مزایا یا محدودیت‌های هر گیاه به‌صورت تطبیقی مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج و بحث

مرور مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که گیاهان دارویی نقش کلیدی در بهبود عملکرد پوست ایفا می‌کنند. مهم‌ترین یافته‌ها شامل موارد زیر است:

۱. اثرات ضدالتهابی و ترمیمی

گیاهانی مانند آلوئه‌ورا، بابونه، و گل همیشه‌بهار دارای خاصیت ضدالتهاب، تسکین‌دهنده و التیام‌بخش هستند. ژل آلوئه‌ورا با تحریک فیبروبلاست‌ها روند ترمیم زخم را تسریع می‌کند (Surjushe et al., 2008). عصاره گل همیشه‌بهار با مهار سایتوکاین‌های التهابی و افزایش جریان خون موضعی، در بهبود زخم‌ها و درماتیت مؤثر است (Preethi et al., 2009).

۲. اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدپیری

ترکیبات موجود در چای سبز، زعفران، و رزمارینوس با خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد، مانع آسیب اکسیداتیو به سلول‌های پوستی شده و فرآیند پیری را کند می‌کنند. پلی‌فنول‌های چای سبز موجب افزایش تولید کلاژن و کاهش چین‌وچروک در پوست می‌شوند (Katiyar, 2003).

۳. کنترل آکنه و تعادل چربی پوست

عصاره‌های گیاهی نظیر درخت چای (Tea tree) و ریحان با دارا بودن خواص ضدباکتریایی قوی، در درمان آکنه بسیار مؤثرند. مطالعات بالینی نشان داده که استفاده از ژل حاوی ۵٪ روغن درخت چای می‌تواند شدت آکنه را به طور معناداری کاهش دهد (Bassett et al., 1990).

۴. رطوبت‌رسانی و حفظ سد دفاعی پوست

برخی گیاهان مانند بامبو، خیار، و جوانه گندم با تأمین رطوبت طبیعی و تحریک تولید سرامیدها، در حفظ سد دفاعی پوست و جلوگیری از خشکی نقش دارند.

بر اساس بررسی منابع علمی و مطالعات آزمایشگاهی و بالینی، مشخص شد که تعدادی از گیاهان دارویی دارای قابلیت‌های ویژه‌ای برای استفاده در کرم‌های پوستی هستند. مهم‌ترین یافته‌ها به شرح زیر است:

۱. آلوئه‌ورا (Aloe vera)

ژل آلوئه‌ورا دارای ترکیبات فعالی مانند آلوئین، پلی‌ساکاریدها و ویتامین‌های A، C و E است که خواص ضدالتهابی، مرطوب‌کننده و ترمیم‌کننده پوست را نشان می‌دهند. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده موضعی از ژل آلوئه‌ورا می‌تواند مدت زمان ترمیم زخم‌ها را کوتاه کرده و خشکی و خارش ناشی از اگزما را کاهش دهد (Surjushe et al., 2008).

۲. بابونه (Matricaria chamomilla)

بابونه با داشتن ترکیباتی مانند کامازولن و آلفا–بیزابولول، دارای اثرات آرام‌بخش، ضدحساسیت و ضدقرمزی پوست است. در مطالعات بالینی، کرم‌های حاوی عصاره بابونه در درمان التهابات خفیف پوستی عملکرد مؤثری داشته‌اند (Srivastava et al., 2010).

۳. گل همیشه‌بهار (Calendula officinalis)

عصاره این گیاه باعث تحریک تولید گرانولوسیت‌ها، افزایش گردش خون موضعی و ترمیم بافت آسیب‌دیده می‌شود. مطالعات in vivo نشان داده‌اند که این گیاه توانایی تسریع فرآیند بازسازی اپیدرم و جلوگیری از عفونت‌های موضعی را دارد (Preethi et al., 2009).

۴. چای سبز (Camellia sinensis)

پلی‌فنول‌های موجود در چای سبز به‌ویژه EGCG، خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدپیری پوست دارند. این ترکیبات با کاهش استرس اکسیداتیو در پوست و تحریک سنتز کلاژن، باعث بهبود کیفیت بافت پوست می‌شوند (Katiyar, 2003).

۵. روغن درخت چای (Melaleuca alternifolia)

استفاده از روغن درخت چای در کرم‌های ضدآکنه به‌دلیل خواص ضدمیکروبی و ضدالتهابی مورد توجه قرار گرفته است. یک مطالعه بالینی نشان داد که ژل حاوی ۵٪ روغن درخت چای می‌تواند شدت آکنه ولگاریس را به طور معناداری کاهش دهد (Bassett et al., 1990).

تحقیقات جدید نشان داده‌اند که اپی‌گالوکاتچین گالات (EGCG) موجود در Camellia sinensis علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند بیان متالوپروتئینازهای ماتریکسی (MMPs) را مهار کرده و از تخریب کلاژن جلوگیری کند (Lee et al., 2022). همچنین مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۳ نشان داد که نانوژل‌های حاوی عصاره Aloe vera موجب تسریع تکثیر فیبروبلاست‌ها و افزایش سنتز کلاژن نوع I در مدل‌های in vitro شده‌اند که بیانگر ظرفیت بالای این گیاه در ترمیم بافت است (Patel et al., 2023). علاوه بر این، ترکیبات بیزابولول و فلاونوئیدهای موجود در Matricaria chamomilla مطالعات جدید اثرات قابل‌توجهی در کاهش اریتم و تحریک پوستی ناشی از اشعه UV نشان داده‌اند (Al-Snafi, 2022). در نهایت، گزارش‌های اخیر تأکید دارند که استانداردسازی عصاره‌های گیاهی بر اساس نشانگرهای شیمیایی مشخص، نقش کلیدی در تضمین اثربخشی و ایمنی محصولات کازمسوتیکال ایفا می‌کند (Ekor, 2021).

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از گیاهان دارویی در تولید کرم‌های پوستی، رویکردی ایمن و چندمنظوره برای بهبود سلامت و زیبایی پوست محسوب می‌شود. ترکیبات فعال زیستی موجود در این گیاهان از جمله آلوئه‌ورا، بابونه، گل همیشه‌بهار، چای سبز و روغن درخت چای دارای خواص ترمیمی، ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و مرطوب‌کنندگی هستند که آن‌ها را به گزینه‌هایی مناسب برای جایگزینی مواد شیمیایی تبدیل کرده‌اند. با وجود مزایایی همچون سازگاری بالا با پوست و عوارض جانبی کم، چالش‌هایی مانند پایداری کم عصاره‌ها و نیاز به استانداردسازی نیز وجود دارد. بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر نانوکپسوله‌سازی می‌تواند اثربخشی و ماندگاری این محصولات را افزایش دهد. توسعه این حوزه نیازمند تحقیقات بین‌رشته‌ای گسترده‌تری برای تجاری‌سازی موفق محصولات گیاهی مراقبت از پوست است.

منابع

AL-Snafi, A.E. 2022. Chemical constituents and dermatological effects of chamomile. Asian Journal of Pharmaceutical Research, 12(3): 215–222.

Bassett, I.B., Pannowitz, D.L. and Barnetson, R.S.C. 1990. A comparative study of tea-tree oil versus benzoyl peroxide in the treatment of acne. Medical Journal of Australia, 153(8): 455–458.

Bhatia, S., Swami, R. and Bera, T. 2020. *Natural Polymers for Skin Delivery Systems*. Springer Nature.

Draelos, Z.D. 2012. Botanicals and cosmeceuticals. Clinics in Dermatology, 27(5): 460–465.

Ekor, M. 2021. The growing use of herbal medicines: Issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. Frontiers in Pharmacology, 12: 1–10.

Katiyar, S.K. 2003. Skin photoprotection by green tea: Antioxidant and immunomodulatory effects. Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders, 3(3): 234–242.

Khan, M.T.H., Ahmad, R. and Khan, M.S. 2014. Medicinal plants and their role in skin care. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(3): 1–7.

Kim, J. et al. 2021. Natural bioactive compounds targeting NF-κB signaling in skin inflammation. International Journal of Molecular Sciences, 22(9): 4662.

Lee, S.Y. et al. 2022. Protective effects of EGCG against collagen degradation in human dermal fibroblasts. Antioxidants, 11(4): 756.

Lin, T.K. et al. 2022. Plant-derived compounds in anti-aging skincare: Mechanisms and applications. Molecules, 27(15): 4893.

Mukherjee, P.K., Maity, N., Nema, N.K. and Sarkar, B.K. 2011. Bioactive compounds from natural resources against skin aging. Phytomedicine, 19(1): 64–73.

Patel, R. et al. 2023. Nanoformulated *Aloe vera* gel enhances wound healing activity. Pharmaceutics, 15(2): 412.

Preethi, K.C., Kuttan, G. and Kuttan, R. 2009. Anti-inflammatory activity of flower extract of *Calendula officinalis* Linn. and its possible mechanism of action. Indian Journal of Experimental Biology, 47(2): 113–120.

Srivastava, J.K., Shankar, E. and Gupta, S. 2010. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. Molecular Medicine Reports, 3(6): 895–901.

Surjushe, A., Vasani, R. and Saple, D.G. 2008. Aloe vera: A short review. Indian Journal of Dermatology, 53(4): 163–166.

Zhang, Y. et al. 2023. Advances in nano-delivery systems for herbal skin formulations. Drug Delivery and Translational Research, 13: 1120–1135.

Application of Medicinal Plants in the Formulation of Skin Creams: A Natural Approach to Skincare

Matin Nasim Mosleh Doost[1*], Hamidreza Azarbad[2]
1. Eqbal Lahoori University, Mashhad, Iran
Corresponding Author: h_razarbad@yahoo.com

Abstract

With the growing awareness among consumers about the side effects of chemical ingredients in skincare products, there has been an increasing interest in medicinal plants as effective and safe alternatives. Medicinal plants contain bioactive compounds such as flavonoids, polyphenols, antioxidants, and alkaloids, which exhibit various effects on the skin, including anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, moisturizing, and healing properties. This paper introduces the most important medicinal plants used in skin creams, such as Aloe vera, chamomile, calendula, green tea, and saffron, and examines their mechanisms of action. Examples of common herbal cream formulations are also presented. The findings indicate that medicinal plants not only play an effective role in maintaining skin health, but due to their multifunctional properties, they are suitable candidates for the development of natural and skin-friendly products.

Keywords: Medicinal plants, skin creams, skincare, natural compounds, Aloe vera, chamomile.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات بهبود دهنده باکتری‌های فزاینده رشد بر خواص دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری

رضا صالحی ملک‌آبادی[۱]، مینا علیان[۱] و فاطمه رؤف‌فرد[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *fraouffard@yahoo.com*

چکیده

شوری خاک و آب آبیاری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که رشد، مورفولوژی، عملکردهای فیزیولوژیکی و مسیرهای بیوشیمیایی گیاهان را مختل می‌کند. در این مطالعه، پتانسیل دو باکتری محرک رشد گیاه (*Bacillus subtilis* ICMP 368 و *Pseudomonas fluorescens* ICMP 3512) بر تعدیل اثرات منفی تنش شوری بر ویژگی‌های دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مورد بررسی قرار گرفت. یک آزمایش گلخانه‌ای با سه سطح شوری (شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl) همراه با سه تیمار باکتریایی (شاهد، مایه‌زنی با *B. subtilis* و مایه زنی با *P. fluorescens*) انجام شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مایه‌زنی با *P. fluorescens* در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولارNaCl به‌طور معنی‌داری محتوی فنول کل را افزایش داده و پایین‌ترین مقدار IC_{50} در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH را رقم زد که بیانگر بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی میان تیمارها بود. از سوی دیگر، بالاترین محتوای اسانس (۰/۸۷ درصد وزنی-حجمی) در گیاهان مایه‌زنی شده با *B. subtilis* تحت تیمار ۵۰ میلی‌مولار NaCl مشاهده شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که گونه‌های خاص باکتری‌های محرک رشد می‌توانند نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی و افزایش تحمل تنش شوری ریحان ایفا کنند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، *Bacillus subtilis*، *Pseudomonas fluorescens*.

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله و معطر است که به‌طور گسترده برای مصارف خوراکی کشت می‌شود و بیش از همه به دلیل عطر و طعم مطبوع برگ‌هایش مورد توجه قرار گرفته است (Ganjavi et al., 2021). افزون بر ارزش خوراکی، این گیاه به دلیل دارا بودن میزان بالای ترکیبات فنولی از خواص آنتی‌اکسیدانی چشمگیری برخوردار می‌باشد و از این‌رو در گروه غذاهای فراسودمند با پتانسیل دارویی، طبقه‌بندی می‌گردد (Farsaraei et al., 2020). برای نمونه، پژوهشی نشان داده‌است که اسانس ریحان با ایفای نقش به‌عنوان افزایش‌دهنده نفوذپذیری پوستی، توانایی افزایش انتقال و جذب دارو از راه پوست را دارد (Salehi Molkabadi et al., 2023). با وجود این، شوری خاک و آب آبیاری به‌عنوان یکی از چالش‌های اساسی کشاورزی مطرح است که با ایجاد اختلال در صفات مورفولوژیک، عملکردهای فیزیولوژیک و فرایندهای بیوشیمیایی، رشد گیاهان را محدود می‌سازد (Farsaraei *et al*., 2020). هرچند ریحان قادر به تحمل شرایط شور است، اما تنش شوری با تغییر در نرخ تبادلات روزنه‌ای و ایجاد ناهنجاری‌های ساختاری، رشد و عملکرد آن را به طور معناداری کاهش می‌دهد (Salehi Molkabadi et al., 2023). افزون بر این، کاربردهای صنعتی ریحان، به‌ویژه در صنایع دارویی، آرایشی-بهداشتی و عطرسازی، ارتباط مستقیمی با ترکیب و کیفیت اسانس آن دارد و این ویژگی‌ها به‌شدت تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند (Ganjavi et al., 2021).

پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) قادرند اثرات منفی ناشی از تنش شوری را کاهش داده و موجب بهبود بهره‌وری محصولات شوند (Chatterjee et al., 2017). برخی جنس‌های باکتریایی از جمله *Pseudomonas*، *Azotobacter* و *Azospirillum* توانایی حمایت از رشد ریحان در شرایط تنش‌های غیرزیستی (مانند تنش‌های اسمزی) را نشان داده‌اند (Agami et al., 2016). همچنین گزارش شده است که مایه‌زنی با *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis* می‌تواند اثرات زیان‌بار شوری را در ریحان تعدیل نموده و بهبود رشد و عملکردهای فیزیولوژیکی آن را به همراه داشته باشند (Salehi Molkabadi et al., 2023). بر این

اساس، و با توجه به نقش کلیدی باکتری‌های محرک رشد در افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مایه‌زنی با *P. fluorescens* و *B. subtilis* بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، محتوی فنول کل و میزان اسانس گیاه ریحان تحت تنش شوری، انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از دو سویه باکتریایی *Bacillus subtilis* ICMP 368 و *Pseudomonas fluorescens* ICMP 3512 که در آزمایش‌های مقدماتی، نتایج امیدبخشی در بهبود شرایط رشدی گیاهان مختلف تحت تنش شوری نشان دادند، استفاده شد. سه سطح شوری در آب آبیاری شامل : شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl، به‌عنوان تیمارهای شوری در نظر گرفته شد. این پژوهش شامل ۹ تیمار ترکیبی شامل سطوح مختلف شوری و تیمارهای باکتریایی بود. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: ۱) صفر میلی‌مولار NaCl + بدون مایه‌زنی باکتریایی؛ ۲) صفر میلی‌مولار NaCl + مایه زنی با *B. subtilis*، ۳) صفر میلی‌مولار NaCl و مایه‌زنی با *P. fluorescens*؛ ۴) ۵۰ میلی‌مولار NaCl + بدون مایه‌زنی باکتریایی؛ ۵) ۵۰ میلی‌مولار NaCl + مایه زنی با *B. subtilis*، ۶) ۵۰ میلی‌مولار NaCl + مایه‌زنی با *P. fluorescens*؛ ۷) ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl + بدون مایه‌زنی باکتریایی؛ ۸) ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl + مایه زنی با *B. subtilis*، ۹) ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl + مایه‌زنی با *P. fluorescens*.

تهیه مایه باکتریایی، مایه‌زنی و شرایط رشد گیاه. از بذر ریحان (*Ocimum basilicum* L. ، رقم سبز ایرانی) شرکت پاکان بذر اصفهان در این پژوهش استفاده شد. مایه‌زنی باکتریایی و شرایط رشد گیاه مطابق با دستورالعمل Salehi Molkabadi و همکاران (۲۰۲۳) انجام گرفت.

محتوی فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی. محتوی فنول کل (میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH (به‌صورت IC_{50}) مطابق با دستورالعمل Kiani و همکاران (۲۰۲۱) اندازه‌گیری شد.

استخراج و اندازه‌گیری محتوی اسانس. پس از خشک‌کردن برگ‌های ریحان در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، محتوی اسانس با استفاده از دستگاه کلوونجر به مدت ۳/۵ ساعت استخراج شد. بازده اسانس به صورت درصد وزنی/ حجمی (v/w) اندازه‌گیری شد (Farsaraei و همکاران ۲۰۲۰).

تحلیل آماری. هر تیمار شامل چهار تکرار زیستی و دو زیرواحد برای هر تکرار بود. توسط نرم‌افزار OriginPro نسخه ۲۰۲۱ بررسی نرمال بودن داده‌ها، آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون دانکن استفاده شد. به‌منظور رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۲۱ استفاده شد.

نتایج و بحث

بیشترین محتوی فنول کل و پایین‌ترین مقدار IC_{50} (نمایانگر بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH) در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl + مایه‌زنی با *P. fluorescens* مشاهده شد، که به‌ترتیب برابر۰/۶۳۲ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک و ۶۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود (جدول ۱).

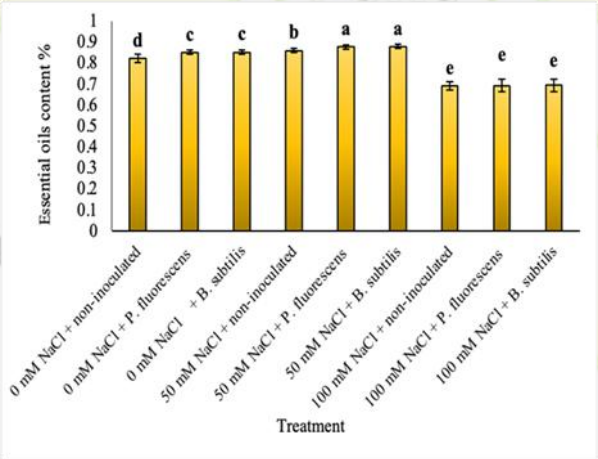
تنش اکسیداتیو ناشی از تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) یکی از مخرب‌ترین فرایندهاست که تحت شرایط تنش‌های غیرزیستی، غشاها و ساختارهای سلولی را آسیب‌پذیر می‌کند (Chatterjee et al., 2017). گیاهان با بهره‌گیری از مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی مختلف، میزان ROS را کنترل و کاهش می‌دهند. سلول‌های گیاهی ترکیبات بیوشیمیایی متنوعی (مانند فنول‌ها) را تولید می‌کنند که به‌عنوان اجزای غیرآنزیمی سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی عمل می‌کنند.

جدول ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف سدیم کلرید و مایه‌زنی باکتریایی بر محتوی فنول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برگ ریحان در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH (به‌صورت نیمه حداکثر غلظت بازدارنده IC_{50}).

تیمارها	محتوی کل ترکیبات فنولی (میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک)**	IC 50 (میلی‌گرم بر لیتر)**
0 mM NaCl + بدون مایه‌زنی (control)	۰/۳۴۲۵ f	۱۱۵/۲۵ a
0 mM NaCl + *P. fluorescens*	۰/۴۰۲۷ e	۱۱۴/۵ a
0 mM NaCl + *B. subtilis*	۰/۳۹۸۲ e	۱۱۵/۲ a
50 mM NaCl + بدون مایه‌زنی	۰/۵۲۶۵ c	۸۵/۲۵ b
50 mM NaCl + *P. fluorescens*	۰/۵۹۳ b	۷۱/۲۵ d
50 mM NaCl + *B. subtilis*	۰/۵۹۵۲ b	۷۷/۵ c
100 mM NaCl + بدون مایه‌زنی	۰/۴۹۸۵ d	۶۸/۵ d
100 mM NaCl + *P. fluorescens*	۰/۶۲۳ a	۶۰ f
100 mM NaCl + *B. subtilis*	۰/۵۹۴۲ b	۶۳/۵ e

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد. بر اساس آزمون دانکن، اعداد با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مایه‌زنی گیاهان ریحان با باکتری‌های محرک رشد، موجب افزایش قابل توجه محتوی فنول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد. به‌ویژه، مایه‌زنی با *P. fluorescens* تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ترکیبات بیوشیمیایی داشت که همسو با نتایج مطالعات پیشین بود (Kiani et al., 2021; Salehi Molkabadi et al., 2023). همچنین، بیشترین درصد اسانس در گیاهانی مشاهده شد که با *B. subtilis* مایه‌زنی شده و در شرایط ۵۰ میلی‌مولار NaCl رشد کرده بودند (۰/۸۷ درصد)، که تفاوت معناداری با گیاهان مایه‌زنی شده با *P. fluorescens* در همان سطح شوری نشان ندادند. کمترین درصد اسانس نیز در گیاهان تحت ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl در تمام سطوح مایه‌زنی اندازه‌گیری (شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف سدیم کلرید و مایه‌زنی باکتریایی بر محتوی اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.).

اسانس‌ها به‌عنوان گروه مهمی از متابولیت‌های ثانویه، در جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی گیاه ریحان نقشی کلیدی ایفا می‌کنند. علاوه بر این، ترکیباتی پر کاربرد در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی-بهداشتی هستند (Farsaraei et al., 2021). یافته‌های این مطالعه نشان داد که گیاهان رشد یافته تحت شوری ۵۰ میلی‌مولار NaCl و مایه‌زنی شده با باکتری‌های مورد بررسی، بیشترین محتوی اسانس را دارا بودند. با این حال، قرار گرفتن در معرض شوری بالاتر (۱۰۰ میلی‌مولار NaCl) به‌طور معناداری تجمع اسانس‌ها را کاهش داد. این نتایج همسو با

پژوهش‌های پیشین می‌باشد که نشان می‌دهند تنش‌های غیرزیستی خفیف می‌توانند تولید اسانس را افزایش دهند، در حالی که تنش‌های شدید تولید و تجمع آن‌ها را محدود می‌کند (Raza et al., 2021; Salehi Molkabadi et al., 2023).

منابع

Agami, R.A., Medani, R.A., Abd El-Mola, I.A. and Taha, R.S. 2016. Exogenous application with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) or proline induces stress tolerance in basil plants (*Ocimum basilicum* L.) exposed to water stress. International Journal of Environment, Agriculture and Research, 2(5): 78.

Chatterjee, P., Samaddar, S., Anandham, R., Kang, Y., Kim, K., Selvakumar, G. and Sa, T. 2017. Beneficial soil bacterium *Pseudomonas frederiksbergensis* OS261 augments salt tolerance and promotes red pepper plant growth. Frontiers in Plant Science, 8: 705.

Farsaraei, S., Moghaddam, M. and Pirbalouti, A.G. 2020. Changes in growth and essential oil composition of sweet basil in response to salinity stress and superabsorbents application. Scientia Horticulturae, 271: 109465.

Ganjavi, A.S., Oraei, M., Gohari, G., Akbari, A. and Faramarzi, A. 2021. Glycine betaine functionalized graphene oxide as a new engineering nanoparticle lessens salt stress impacts in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Plant Physiology and Biochemistry, 162: 14–26.

Kiani, R., Arzani, A. and Mirmohammady Maibody, S.A.M. 2021. Polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity involved in salt tolerance in wheat, *Aegilops cylindrica* and their amphidiploids. Frontiers in Plant Science, 12: 646221.

Raza, A., Charagh, S., Zahid, Z., Mubarik, M.S., Javed, R., Siddiqui, M.H. and Hasanuzzaman, M. 2021. Jasmonic acid: A key frontier in conferring abiotic stress tolerance in plants. Plant Cell Reports, 40(8): 1513–1541.

Salehi Molkabadi, R., Alian, M., Bonito, G., Ghasemi, K., Mirtalebi, M., Raouf-Fard, F. and Ramezanian, A. 2023. Ameliorative effects of plant growth-promoting rhizobacteria on salinity tolerance of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Zemdirbyste-Agriculture, 110(4).

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Ameliorative effects of plant growth-promoting rhizobacteria on pharmaceutical properties of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salinity stress

Reza Salehi Molkabadi[1], Mina Alian[1] and Fatemeh Raouf-Fard[1*]
1. Shiraz University, School of Agriculture, Department of Horticultural Science
[*]*Corresponding Author: fraouffard@yahoo.com*

Abstract

Salinity in soil and irrigation water is a major abiotic stress that negatively influences plant growth, morphology, physiological functions, and biochemical pathways. In the present study, we examined the potential of two plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens*, to mitigate the adverse effects of salinity stress on the pharmaceutical properties of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). A greenhouse experiment was conducted with three salinity levels: 0 (control), 50, and 100 mM NaCl, which combined with bacterial inoculations. The results showed that inoculation with *P. fluorescens* under 100 mM NaCl significantly enhanced the production of total phenolic compounds and exhibited the lowest IC_{50} value in the DPPH free radical scavenging assay, indicating the highest antioxidant activity among treatments. On the other hand, the highest essential oil content (0.87%) was recorded in plants inoculated with *B. subtilis* under 50 mM NaCl. These findings suggest that specific PGPR strains can play a critical role in improving the phytochemical properties and stress tolerance of sweet basil under saline conditions.

Keywords: Antioxidant capacity, *Bacillus subtilis*, Essential oils, *Pseudomonas fluorescens*.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

شاهدانه گیاهی کربن‌صفر و سازگار با پدیده گرمایش زمین: زنجیره ارزش و پتانسیل‌های آن در ایران

سودابه جعفری[1] و سید علیرضا سلامی[2،1*]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات شاهدانه صنعتی و دارویی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *asalami@ut.ac.ir*

چکیده

شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) به دلیل توانایی بالای جذب دی‌اکسید کربن (CO_2) و کاربردهای متنوع در صنایع پایدار، به‌عنوان یک گیاه کربن صفر یا حتی کربن منفی شناخته می‌شود. این مطالعه با استفاده از مدل زنجیره ارزش مایکل پورتر و تحلیل SWOT به بررسی زنجیره ارزش شاهدانه و پتانسیل‌های آن در ایران می‌پردازد. بر مبنای داده‌های جمع آوری شده از منابع علمی و گزارش‌های معتبر شاهدانه صنعتی (همپ) می‌تواند ۸ تا ۱۵ تن CO_2 در هکتار در سال جذب کند که بیش از دو برابر ظرفیت جنگل‌ها است. تحلیل زنجیره ارزش نشان داد که مراحل کشت، فرآوری، تولید و توزیع می‌توانند با روش‌های پایدار، مانند کشت در فضای باز و فناوری‌های کم‌مصرف، انتشار کربن را کاهش دهند و ارزش افزوده ایجاد کنند. در ایران اقلیم متنوع، ژرم پلاسم غنی شاهدانه و نیروی کار ارزان فرصت‌های بی‌نظیری برای توسعه این صنعت فراهم می‌کند، اما محدودیت‌های قانونی، کمبود زیرساخت‌ها و نگرش منفی عمومی چالش‌هایی جدی هستند. تحلیل SWOT حاکی از تقاضای جهانی برای محصولات سبز و پتانسیل صادراتی به‌عنوان انگیزه‌های قوی برای توسعه است. نتایج نشان می‌دهد که با اصلاح قوانین، سرمایه‌گذاری در فناوری و آموزش عمومی برای تمایز بین شاهدانه صنعتی و کانابیس تفریحی، ایران می‌تواند از شاهدانه به‌عنوان راه‌حلی زیست‌محیطی و اقتصادی، به‌ویژه در کاهش اثرات گرمایش زمین، بهره‌مند شود. تمرکز سیاست‌گذاران بر ایجاد مقررات شفاف، توسعه زیرساخت‌ها و حمایت از تحقیقات موجب تحقق کامل این پتانسیل‌ها خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: زنجیره ارزش، شاهدانه، کربن صفر، سازه های سبز، تغییرات اقلیمی جهانی.

مقدمه

گرمایش زمین یکی از چالش‌های اصلی قرن بیست‌ویکم است که نیازمند راه‌حل‌های نوآورانه برای کاهش گازهای گلخانه‌ای است (Shoudho et al., 2024). همپ یاشاهدانه صنعتی، با محتوای THC کمتر از ۰/۳ درصد به دلیل توانایی بالای جذب CO_2 و تولید محصولات پایدار، به‌عنوان یک گیاه کربن‌صفر یا حتی کربن منفی مورد توجه قرار گرفته است (Salami et al., 2020). محصولات مشتق‌شده از شاهدانه، مانند همپکریت، فیبر، جعبه و ظروف یک‌بار مصرف و روغن، می‌توانند جایگزین مواد پر کربن شوند و به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کنند. در ایران، با وجود محدودیت‌های قانونی، اقلیم متنوع و پتانسیل کشاورزی بالا، فرصت‌هایی برای توسعه این صنعت وجود دارد. این مطالعه با استفاده از مدل زنجیره ارزش مایکل پورتر (Porter, 2008) و تحلیل SWOT به بررسی ویژگی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی شاهدانه و پتانسیل‌های آن در ایران می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از روش تحلیل کیفی و بررسی منابع استفاده کرده است. در ایران بیش از یک دهه است که تحقیقات متمرکز و مستمر بر کشت پایدار، فرآوری و استخراج، کاربردهای زیست‌محیطی، زیست‌فناوری و صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی مرتبط با شاهدانه انجام گرفته است (Asadi et al., 2019; Salami et al., 2020; Mostafaei et al., 2022, 2025). داده‌ها از مقالات علمی، گزارش‌های بین‌المللی و منابع معتبر آنلاین جمع‌آوری شدند. برای تحلیل زنجیره ارزش شاهدانه، مدل مایکل پورتر به‌کار گرفته و با کمک آن فعالیت‌های

اصلی و پشتیبانی شناسایی شد. برای ارزیابی پتانسیل‌های زیست‌محیطی، داده‌های مربوط به جذب CO_2 توسط شاهدانه و مقایسه آن با جنگل‌ها بررسی شد. تحلیل SWOT (Madureira et al., 2024) برای شناسایی پتانسیل‌ها و چالش‌های توسعه صنعت شاهدانه در ایران استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های زیست‌محیطی شاهدانه

شاهدانه به عنوان یک گیاه یکساله و به دلیل رشد سریع و تولید زیست‌توده بالا، توانایی جذب ۸ تا ۱۵ تن CO_2 در هکتار در سال را دارد، در حالی که جنگل‌ها به‌طور متوسط ۲ تا ۶ تن CO_2 جذب می‌کنند (Ismagilov and Rusakov, 2024). محصولات مشتق‌شده مانند همپکریت، کربن را در خود ذخیره می‌کنند و جایگزین مواد پر کربن مانند بتن می‌شوند که مسئول حدود ۴۷ درصد از انتشار CO_2 در برخی کشورها هستند (Ismagilov and Rusakov, 2024). با این حال، کشت در فضای بسته می‌تواند به دلیل مصرف بالای انرژی (نور مصنوعی و تهویه) انتشار کربن بالایی ایجاد کند (Summers et al., 2021).

تحلیل زنجیره ارزش با استفاده از مدل مایکل پورتر

مدل زنجیره ارزش مایکل پورتر برای تحلیل فعالیت‌های مرتبط با شاهدانه به‌کار گرفته شد. نتایج این تحلیل نشان داد که فعالیت‌های اصلی عبارتند از:

۱. کشت: انتخاب ارقام مناسب شاهدانه با محتوای پایینTHC کاشت در فضای باز و برداشت با روش‌های پایدار. این مرحله به دلیل جذب بالای CO_2 بیشترین تأثیر زیست‌محیطی را دارد.

۲. فرآوری اولیه: خشک کردن و جداسازی فیبر، دانه و کانابینوئیدها با استفاده از فناوری‌های کم‌مصرف مانند استخراج با CO_2 که انتشار کربن را کاهش می‌دهد.

۳. تولید محصولات مشتق‌شده: تولید فیبر برای نساجی، همپکریت برای ساخت‌وساز، روغن و پروتئین گیاهی برای مصارف دارویی و غذایی. این محصولات جایگزین مواد پر کربن شده و کربن را در خود ذخیره می‌کنند.

۴. بازاریابی و توزیع: عرضه محصولات به بازارهای داخلی و بین‌المللی با تأکید بر گواهینامه‌های پایداری (مانند ارگانیک). استفاده از حمل‌ونقل پایدار برای کاهش انتشار کربن.

۵. خدمات پس از فروش: ارائه آموزش و پشتیبانی به مشتریان برای افزایش آگاهی درباره مزایای زیست‌محیطی محصولات

فعالیت‌های پشتیبانی نیز شامل موارد زیر است؛

- زیرساخت: مزارع، تجهیزات فرآوری کم‌مصرف و انبارهای پایدار.
- مدیریت منابع انسانی: آموزش کشاورزان و تکنسین‌ها برای روش‌های کشت و فرآوری پایدار.
- توسعه فناوری: سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای بهبود روش‌های کشت، استخراج و تولید.
- تدارکات: تأمین بذرهای باکیفیت، کودهای ارگانیک و تجهیزات کم‌مصرف.

جدول۱. زنجیره ارزش و تأثیرات زیست‌محیطی. برگرفته از Gomez et al., 2020.

مرحله	فعالیت‌ها	تأثیر زیست‌محیطی
کشت	انتخاب بذر و رقم، کاشت، برداشت	جذب CO_2 بالا، کاهش نیاز به کودهای شیمیایی
فرآوری اولیه	خشک کردن، استخراج	کاهش مصرف انرژی با فناوری‌های مدرن

تولید محصولات	تولید فیبر، همپکریت، روغن	جایگزینی مواد پر کربن، ذخیره کربن در محصولات
بازاریابی و توزیع	عرضه به بازار، حمل‌ونقل	کاهش انتشار کربن با حمل‌ونقل پایدار
خدمات پس از فروش	پشتیبانی و آموزش	افزایش آگاهی زیست‌محیطی مصرف‌کنندگان

پتانسیل‌ها و چالش‌ها در ایران

ایران با اقلیم متنوع و نیروی کار ارزان، پتانسیل بالایی برای کشت شاهدانه صنعتی دارد. مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران می‌توانند برای کشت پایدار استفاده شوند. محصولات غیرروان‌گردان مانند فیبر و دانه می‌توانند ریسک‌های قانونی را کاهش دهند. تحلیل SWOT (جدول ۲) نشان داد که فرصت‌های صادراتی و تقاضای جهانی برای محصولات سبز، انگیزه‌های قوی برای توسعه این صنعت هستند.

جدول ۲– SWOT. برگرفته از Madureira et al., 2024.

دسته‌بندی	توضیحات
نقاط قوت	جذب کربن بالا، تنوع اقلیمی ایران، نیروی کار ارزان
نقاط ضعف	کمبود زیرساخت، دانش فنی محدود، نگرش منفی عمومی
فرصت‌ها	تقاضای جهانی برای محصولات سبز، پتانسیل صادراتی، کاربردهای غذایی و دارویی
تهدیدها	محدودیت‌های قانونی، رقابت جهانی، کمبود سرمایه‌گذاری

نتایج تحلیل زنجیره نشان داد که شاهدانه می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کلیدی در کاهش اثرات گرمایش زمین عمل کند. تجربه بیش از یک دهه مطالعه شاهدانه نشان داده است که این گیاه نه تنها در جذب CO_2 مؤثر است، بلکه می‌تواند در تولید محصولات پایدار مانند همپکریت و فیبر نقش مهمی ایفا کند. با توجه به اقلیم مناسب کاشت شاهدانه و ذخایر بومی متنوع این گیاه پروژه‌های زیست‌محیطی همچون کربن‌زدایی می‌تواند تقویت شده و توسعه یابد (Shamabadi and Akhondzadeh, 2024). اصلاح قوانین برای اجازه کشت شاهدانه صنعتی و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های فرآوری می‌تواند این صنعت را به یک بخش کلیدی اقتصاد سبز تبدیل کند. آموزش عمومی برای تمایز بین شاهدانه صنعتی و تفریحی نیز ضروری است. مقایسه با کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که ایران می‌تواند با توسعه زیرساخت‌ها و همکاری‌های بین‌المللی، وارد بازارهای جهانی شود.

منابع

Asadi, S., Moghadam, H., Naghdi Badi, H., Naghavi, M.R. and Salami, S.A. 2019. A review on agronomic, phytochemical and pharmacological aspects of cannabis (*Cannabis sativa* L.). Journal of Medicinal Plants, 18(70): 1–20.

Gómez, M.I., Meemken, E. and Verteramo Chiu, L.J. 2020. Agricultural value chains and social and environmental impacts: Trends, challenges, and policy options. Rome: FAO.

Ismagilov, R.R. and Rusakov, I.A. 2024. Hemp (*Cannabis sativa* L.) is an effective carbon depositing crop. BIO Web of Conferences, 108: 10001.

Madureira, T., Nunes, F., Mata, F. and Vaz-Velho, M. 2024. A SWOT analysis of organizations in the Agri-Food chain sector from the northern region of Portugal using the PESTEL and MEETHS frameworks. Agriculture, 14(9): 1554.

Mostafaei, M., Ebadi, A., Peirovi, A., Taylor, G. and Salami, S.A. 2022. THC and CBD fingerprinting of an elite cannabis collection from Iran: Quantifying diversity to underpin future cannabis breeding. 11(1): 129.

Mostafaei, M., Damerum, A., Taheri, S., Ebadi, A., Panahi, S., Hodgin, G., Brandley, B., Salami, S.A. and Taylor, G. 2025. Population genomics of a natural *Cannabis sativa* L. collection from Iran identifies novel genetic loci for flowering time, morphology, sex and chemotyping. BMC Plant Biology, 25(1): 80.

Porter, M.E. 2008. The five competitive forces that shape strategy. Harvard Business Review, 86: 79–93.

Salami, S.A., Martinelli, F., Giovino, A., Bachari, A., Arad, N. and Mantri, N. 2020. It is our turn to get cannabis high: Put cannabinoids in food and health baskets. Molecules, 25(18): 4036.

Shamabadi, A. and Akhondzadeh, S. 2024. Considerations before the legalization of recreational and medical cannabis in Iran. Asian Journal of Psychiatry, 101: 104237.

Shoudho, K.N., Hasan Khan, T., Rifat Ara, U., Rahman Khan, M., Zakir Shawon, Z.B. and Hoque, M.E. 2024. Biochar in global carbon cycle: Towards sustainable development goals. Current Research in Green and Sustainable Chemistry, 8: 100409.

Summers, H.M., Sproul, E. and Quinn, J.C. 2021. The greenhouse gas emissions of indoor cannabis production in the United States. Nature Sustainability, 4: 644–650.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Cannabis, a Zero Carbon- Plant and Compatible with Global Warming: Value Chain and Its Potential in Iran

Sudabe Jafari[1] and Seyed Alireza Salami[*1,2]

1. Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Industrial and Medical Cannabis Research Institute (IMCRI), Tehran, Iran

Corresponding Author: asalami@ut.ac.ir

Abstract

Cannabis (*Cannabis sativa* L.) is considered as a zero-carbon or even carbon-negative plant due to its exceptional CO_2 sequestration capacity and diverse applications in sustainable industries. This study was conducted based on Michael Porter's value chain model and SWOT analysis to evaluate the cannabis value chain and its potential in Iran. Data from scientific literature indicate that industrial cannabis can sequester 8 to 15 tons of CO_2 per hectare annually, surpassing forests by over twofold. Porter's value chain analysis reveals that sustainable practices in cultivation, processing, manufacturing, and distribution can significantly reduce greenhouse gas emissions while creating economic value. In Iran, diverse climates, rich cannabis germplasm, and affordable labor present unique opportunities for developing the cannabis industry, particularly for non-psychoactive products like fiber and seeds. However, stringent legal restrictions, limited processing infrastructure, and lack of technical expertise pose significant challenges. The SWOT analysis highlights strong global demand for green products and export potential as key drivers for industry growth. Results suggest that policy reforms to permit industrial cannabis cultivation, coupled with investments in advanced processing technologies and public education to distinguish cannabis from recreational cannabis, could position Iran as a leader in sustainable industries. This study underscores cannabis's potential as a critical plant for mitigating climate change and fostering a green economy in Iran, recommending that policymakers prioritize clear regulations, infrastructure development, and research support to unlock these opportunities.

Keywords: Cannabis, Value chain, Zero carbon, Green buildings, Global climate change.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر رویشگاه روی برخی خصوصیات ریزوم گیاه ریواس (*Rheum ribes*) و مقایسه آن با گونه زراعی R. rhubarbarum

نرگس باسامی[۱]، آرمان بیرقدار کشکولی[۱] و محمّدتقی عبادی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *mt.ebadi@modares.ac.ir*

چکیده

گیاه *Rheum ribes* یک گونه چندساله و کریپتوفیت است که به‌عنوان گونه غالب ریواس در ایران شناخته می‌شود. این گیاه به‌دلیل ترکیبات ارزشمند دارویی و طعم منحصر به‌فرد، به‌صورت خوراکی در تهیه خورشت، شربت و مصرف تازه‌خوری در مناطق رویش طبیعی خود کاربرد دارد. با این حال، برداشت این گیاه تنها از رویشگاه‌های طبیعی انجام می‌شود که این امر، به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تهدیدات به‌همراه عوامل دیگر، منجر به کاهش شدید جمعیت این گونه ارزشمند و ایجاد خطر انقراض آن شده است. بنابراین، انجام پژوهش‌های مرتبط با زراعی کردن این گیاه ضروری است. در این مطالعه، به منظور بررسی وضعیت رشد گیاه در سال اول و شناسایی بهترین جمعیت از نظر ویژگی‌های وزنی، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. بذرهای برداشت شده از چهار رویشگاه طبیعی ریواس (درگز، سنندج، مریوان و سقز) و همچنین بذر گونه زراعی *R. rhubarbarum* در گلدان‌های حاوی خاک باغچه کشت شدند. پس از خواب گیاه و از بین رفتن اندام‌های هوایی، ریزوم‌ها از خاک خارج شده و شاخص‌های وزن تر، وزن خشک و قطر ریزوم اندازه‌گیری شدند. تحلیل واریانس نشان داد که تأثیر رویشگاه و مقایسه آن با گونه زراعی *R. rhubarbarum* بر وزن تر و قطر ریزوم یکساله در سطح معنی‌داری ۱٪ و بر وزن خشک ریزوم در سطح معنی‌داری ۵٪ قابل توجه است. نتایج نشان داد که ریزوم گونه زراعی *R. rhubarbarum* با قطر میانگین ۱۹.۵۲ میلی‌متر و بیشترین وزن تر (۳۷ گرم) و وزن خشک (۲۳ گرم)، از سایر نمونه‌ها برتر است. در بین رویشگاه‌های طبیعی نیز، ریزوم حاصل از جمعیت بذری رویشگاه درگز با وزن تر ۳.۱۷۸ ، وزن خشک ۰.۸۶۴ گرم و قطر ۱۲.۲۲ میلی‌متر، از سایر رویشگاه‌ها بهتر بود، در حالی که کمترین مقادیر مربوط به رویشگاه سنندج با قطر ۹.۲۹ میلی‌متر و وزن تر ۱.۱۶ و خشک ۰.۳۱ گرم ثبت شد. گونه *R. rhubarbarum* گونه ایی با عملکرد ریزومی بالاتر مناسب کشت و زراعت در مقایسه با توده های بومی می‌باشد. توده‌های بومی کشور دارای وزن تر ریزومی کمتر از ۵ گرم در سال اول می‌باشد که این نکته باید در اهلی و زراعی کردن این گیاه با ارزش و در اجرای طرحهای احیا مراتع در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: ریواس، ریزوم، رویشگاه، عملکرد.

مقدمه

سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۸ گزارش داد که با توجه به استفاده حدود ۸۰٪ جمعیت جهان از گیاهان دارویی برای مراقبت‌های بهداشتی و درمانی، احتمال کاهش منابع، کمبود، تقلب و جایگزینی در این گیاهان وجود دارد(Zhou et al., 2017). در چند دهه اخیر، برخی گونه‌های جنس *Rheum* به دلیل فشارهای طبیعی و انسانی متنوع، با کاهش جمعیت در زیستگاه‌های طبیعی خود مواجه شده‌اند (Pandith and khan., 2022). ریواس (*Rheum* L.) گیاهی چندساله از تیره Polygonaceae و بومی آسیا و شرق اروپا، با ریشه‌های ضخیم، ساقه‌های راست و گل‌های کوچک سفید مایل به سبز یا قرمز ارغوانی در خوشه‌های منشعب متراکم است. جنس *Rheum* غنی از ترکیبات شیمیایی متنوعی همچون آنتراکینون‌ها، آنتوسیانین‌ها و غیره می‌باشد. و در مقابله با بیماری‌هایی مانند دیابت، فشار خون، چاقی و مشکلات گوارشی کاربرد دارد(Pandith and khan., 2022). عوامل موثر در وزن و اندازه ریزوم، رشد ساقه و ریشه، تغذیه، شرایط محیطی و تنظیم هورمونی می‌باشند .(Usha et al., 2001)اندازه غده در آغاز مرحله گلدهی و میزان عملکرد زیره سیاه ایرانی موثر و در انتقال و افزایش خصوصیات رشدی نقش دارد (طالع‌زاده، ۱۴۰۰). دما و دوره نوری در رشد و اندازه ریزوم ریواس موثر می‌باشند(Wojtania et al., 2022).

اندازه ریزوم‌های ۲ تا ۴ گرمی زیره سیاه ایرانی در ترکیب با عمق کاشت، بر میزان عملکرد رویشی و زایشی گیاه تأثیرگذار است (بهادر و همکاران ۱۳۸۸). همچنین وزن غده بر عملکرد کمی و کیفی زیره سیاه موثر است (خرم‌دل و همکاران، ۱۳۹۴). به علاوه، اندازه پیاز و دمای هوا اطراف ریشه بر عملکرد رشدی زعفران تأثیر دارد (امیر شکاری و همکاران، ۱۳۸۵).

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر رویشگاه‌های مختلف بر ویژگی‌های ریزوم یکساله گیاه ریواس (*R. ribes*) و مقایسه آن با گونه زراعی *R. rhubarbarum* به منظور شناسایی بهترین جمعیت از نظر ویژگی‌های رشد و عملکرد است. این مطالعه می‌تواند گام مهمی در جهت حفظ و بهره‌برداری پایدار از این گونه ارزشمند دارویی و فراهم‌کردن زمینه‌های زراعی کردن آن باشد.

مواد و روش‌ها

بذرهای مورد استفاده در این مطالعه از چهار رویشگاه مختلف کشور شامل ارتفاعات روستای لطف‌آباد از توابع درگز، سرشیو شهرستان سقز، شویشه از توابع سنندج و ناوطاق از توابع شهرستان مریوان جمع‌آوری شدند. بذر گونه زراعی *R. rhubarbarum* نیز از کشور انگلستان تهیه گردید. بذور برداشت شده از رویشگاه‌های طبیعی پس از خیساندن به مدت ۲۴ ساعت در آب، با استفاده از قارچ‌کش ضدعفونی شده و در اواخر آبان ماه، بدون اعمال تیمار خاصی، در گلدان‌های حاوی خاک باغچه و در عمق حدود ۲ سانتی‌متر کشت شدند. پس از کشت، گلدان‌ها در فضای آزاد قرار گرفتند و در صورت خشک شدن سطح خاک و عدم بارندگی، آبیاری شدند.

گیاهچه‌های حاصل از کشت گلدانی با گرم شدن هوا در خردادماه وارد مرحله خواب شده و برگچه‌های گیاه زرد شدند. پس از کامل شدن خواب گیاه و خشک شدن اندام‌های هوایی، ریزوم‌ها برداشت و برای اندازه‌گیری و توزین آماده شدند. به دلیل تأخیر در خواب بذر هیبریدی، ریزوم‌های آن نیز همزمان با برداشت ریزوم‌های حاصل از بذر رویشگاه‌های طبیعی، برداشت و اندازه‌گیری شدند. در اندازه‌گیری قطر ریزوم‌ها، قطورترین قسمت هر ریزوم به عنوان معیار انتخاب شد و در مورد *R. rhubarbarum* که ریزوم چند شاخه‌ای بود، قطورترین بخش هر شاخه ملاک قرار گرفت. توزین ریزوم‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت هزارم گرم و اندازه‌گیری قطر با کولیس ورنیه انجام شد.

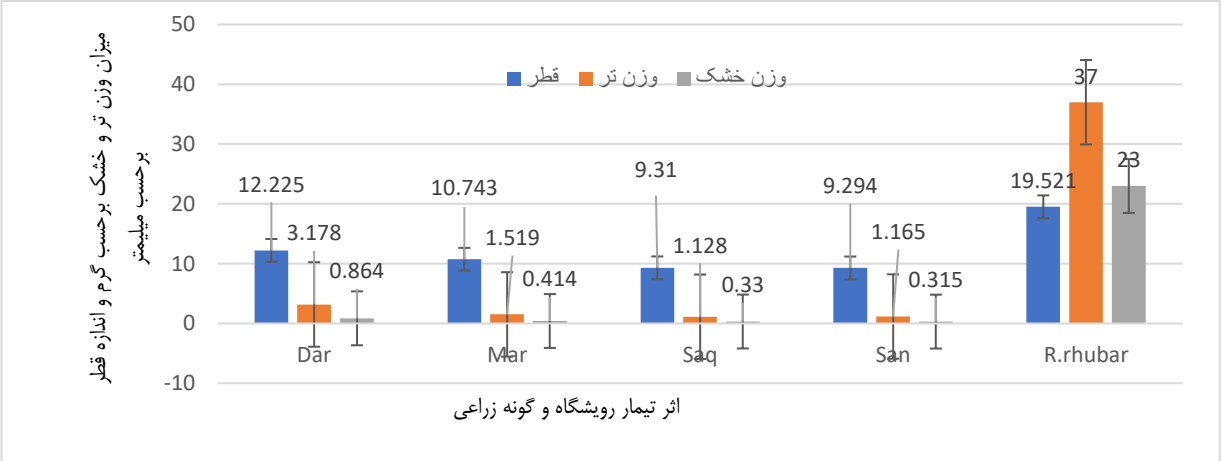


شکل ۱. مراحل کار.

نتایج و بحث

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای رویشگاه‌های مختلف و مقایسه آنها با گونه *R. rhabarbarum* بر شاخص‌های وزن تر و قطر ریزوم یکساله در کشت گلدانی، در سطح معنی‌داری ۱٪ بوده و همچنین تأثیر بر وزن خشک ریزوم در سطح معنی‌داری ۵٪ قرار دارد.

مقایسه میانگین اثر مکان در کشت گلدانی نشان داد که ریزوم ریواس *R. rhabarbarum* بیشترین قطر را با میانگین ۱۹.۵۲ میلی‌متر و همچنین بالاترین وزن تر (۳۷ گرم) و وزن خشک (۲۳ گرم) دارا می‌باشد. در بین رویشگاه‌های طبیعی کشور، ریزوم حاصل از بذر رویشگاه درگز نیز از نظر وزن تر (۳.۱۷۸ گرم)، وزن خشک (۰.۸۶۴ گرم) و قطر (۱۲.۲۲ میلی‌متر) نسبت به سایر رویشگاه‌ها برتری داشت. کمترین مقادیر مربوط به رویشگاه‌های سنندج با قطر ۹.۲۹ میلی‌متر و وزن ۱.۱۶ گرم و سقز با قطر ۹.۳۱ میلی‌متر و وزن ۱.۱۲ گرم بودند.



شکل ۲– تأثیر تیمار رویشگاه‌های مختلف و مقایسه با گونه زراعی بر وزن تر، وزن خشک (برحسب گرم) و قطر ریزوم (برحسب میلی‌متر) گیاه ریواس در سال اول کشت گلدانی.

در این بررسی مشاهده شد که با افزایش دما و فرا رسیدن خردادماه، گیاهان وارد مرحله خواب می‌شوند؛ به طوری که گیاهچه‌ها با همان برگ‌های بذری (کوتیلدون) و ریزوم‌های کوچکتر از ۴ گرم وارد فاز خواب شدند. این وضعیت در تمام بذور جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مختلف و کشت شده در گلدان‌ها مشاهده گردید. همچنین در بازدیدهای میدانی از رویشگاه‌ها مشخص شد که سیکل زندگی گیاه در سال اول عمدتاً با برگ‌های بذری ادامه می‌یابد. در مقابل، گونه *R. rhabarbarum* تا زمان برداشت دارای چندین برگ حقیقی بود که این یکی از تفاوت‌های بارز این رقم با ریواس حاصل از جمعیت بذری رویشگاه‌های طبیعی کشور محسوب می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که ریواس در دمای ۱۷ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعته رشد رویشی فعال دارد، اما با افزایش دما و کوتاه شدن دوره نوری (حدود ۱۰ ساعت)، گیاه وارد فاز خواب می‌شود(Wojtania et al., 2022).

با توجه به اینکه ریواس گیاهی فصل خنک است و با گرم شدن هوا در تابستان به خواب می‌رود، لازم است برای زراعی کردن آن، عوامل زیستی و غیرزیستی مؤثر بر رشد و اندازه ریزوم به دقت بررسی شوند. چرا که سیکل کوتاه‌مدت زندگی گیاه در طول فصل زراعی منجر به ذخیره کم مواد غذایی شده و در فصل زراعی بعدی کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. این موضوع در مطالعات پیشین نیز تأیید شده است که میزان ذخایر غذایی تأثیر قابل توجهی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارد.

منابع

بهادر، س.، نگاری، ع. و عباسپور، م. ۱۳۸۸. تأثیر عمق کاشت و وزن غده بر عملکرد و صفات وابسته به عملکرد *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch. فصلنامه علمی–پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵(۳): ۳۲۱–۳۳۲.

خرمدل، س.، اسدی، ق.، رضوانی‌مقدم، پ.، سیدی، م. و عزیزی، ع. ۱۳۹۴. اثر سطوح کود دامی و وزن غده بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس زیره سیاه (*Bunium persicum* B.). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۲(۴): ۹۷–۱۰۹.

زارع‌زاده کسرینه، م. و همکاران. ۱۴۰۱. بررسی نقش عوامل محیطی بر ویژگی‌های رویشی ریواس‌گونه (*Rheum ribes* L.). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۹(۳۳): ۸۵–۹۹.

شکاری، ح.ا.، سروش‌زاده، ع.، مدرس‌ثانوی، ع. و چلالی‌جواران، م. ۱۳۸۵. بررسی اثرات دمای محیط ریشه، اندازه پیاز و جیبرلین بر اندام‌های زیرزمینی زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.). مجله زیست‌شناسی ایران، ۱۹(۱): ۶۹–۷۸.

طالع‌زاده، م. ۱۴۰۰. بررسی فنولوژی و خصوصیات رشدی زیره سیاه (*Elwendia persica*) در مزرعه و امکان افزایش اندازه غده آن در شرایط کنترل‌شده. رساله دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی.

Pandith, S. and Khan, I.M. 2022. Genus *Rheum* (Polygonaceae). In: Vara Prasad, M.N. (Ed.), *Plants and their Bioactive Compounds: Natural Sources of Industrial and Pharmacological Products*. Springer. Chapter 2, 5.

Rayirath, U.P., Rajasekaran, K., Lada, R.R., Caldwell, C.D., Asiedu, S.K., Sibley, K.J. and Adams, A.D. 2009. CCC and prohexadione-Ca enhance rhizome growth and lateral bud production in rhubarb (*Rheum rhabarbarum* L.). Plant Growth Regulation, 59(2): 181–189.

Wojtania, A., Markiewicz, M. and Waligórski, P. 2023. Growth cessation and dormancy induction in micropropagated plantlets of *Rheum rhaponticum* 'Raspberry' influenced by photoperiod and temperature. International Journal of Molecular Sciences, 24(1): 607.

Wojtania, A., Matysiak, B., Mieszczakowska-Frąc, M., Nowak, J.S. and Szwejda-Grzybowska, J. 2023. Responses of micropropagated rhubarb (*Rheum rhaponticum*) plantlets to different growing media and light conditions in the greenhouse. Agriculture, 13(4): 890.

Zhou, Y., Du, X.-L., Zheng, X., Huang, M., Li, Y. and Wang, X.-M. 2017. ITS2 barcode for identifying the officinal rhubarb source plants from its adulterants. Biochemical Systematics and Ecology, 70: 177–185.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the Effect of Habitat on Rhizome Characteristics of *Rheum ribes* (Rhubarb) and Its Comparison with the Cultivated Species *R. rhubarbarum*

Narges Basami[1], Arman Bayraghdar Kashkooli[1] and Mohammad-Taghi Ebadi[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding author: mt.ebadi@modares.ac.ir*

Abstract

Rheum ribes is a perennial cryptophyte species recognized as the dominant rhubarb variety in Iran. Valued for its high beneficial compounds, unique flavor, and medicinal properties, it is traditionally consumed in stews, syrups, and fresh forms in its natural habitats. However, excessive harvesting from wild populations coupled with other threats has severely reduced its numbers, pushing this valuable species toward endangerment. Thus, research on its domestication is imperative. This study evaluated first-year growth performance and identified the highest-yielding population based on weight-related traits. Using a completely randomized design with three replicates, seeds from four natural habitats (Dargaz, Sanandaj, Marivan, and Saqqez) and cultivated *R. rhubarbarum* were planted in garden-soil pots. After winter dormancy and aerial organ senescence, rhizomes were extracted to measure fresh/dry weights and diameter. ANOVA revealed significant effects of habitat (and its comparison with cultivated *R. rhubarbarum*) on fresh weight and rhizome diameter at the 1% level, and on dry weight at the 5% level. Results showed that cultivated *R. rhubarbarum* rhizomes outperformed wild samples, with a mean diameter of 19.52 mm, highest fresh weight (37 g), and dry weight (23 g). Among wild populations, Dargaz seeds yielded superior rhizomes (fresh weight: 3.178 g; dry weight: 0.864 g; diameter: 12.22 mm), while Sanandaj exhibited the lowest values (diameter: 9.29 mm; fresh weight: 1.16 g; dry weight: 0.31 g).

Keywords: Rhizome, Rhubarb, Habitat, *Rheum rhabarbarum.*

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر سالیسیلیک اسید بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه کدو تخم کاغذی

نسرین فرهادی [۱*]، مژگان عبدشاهیان [۱] و سمانه متقی [۱]
۱- موسسه تحقیقاتی علوم باغبانی کشور، پژوهشکده گلخانه و محیط‌های کنترل شده، کرج، البرز، ایران
*نویسنده مسئول: *n.farhadi@areeo.ac.ir; nasrin.farhadi88@gmail.com*

چکیده

یکی از مهم‌ترین روش‌های افزایش سنتز و تجمع متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی استفاده از الیسیتورها از جمله سالیسیلیک اسید می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* var. styriaca) در شرایط مزرعه انجام شد. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در زمان تمام گل در ساعات اولیه صبح انجام شد. در مرحله رسیدگی کامل، میوه‌های کدو برداشت گردید و عملکرد بذر، درصد روغن و مقدار بتا-سیتوسترول روغن اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دهنده اثر معنی‌دار سالیسیلیک اسید بر عملکرد بذر و مواد مؤثره گیاه کدو تخم کاغذی بود. استفاده از سالیسیلیک اسید موجب افزایش عملکرد بذر گردید و بیشترین عملکرد بذر (۶۸۶/۵ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان تیمار شده با ۱ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید ثبت گردید. گیاهان تیمار شده با ۱/۵ میلی‌گرم سالیسیلیک اسید دارای بیشترین درصد (۴۱/۵۹ درصد) و عملکرد روغن (۲۷۳/۱۳ کیلوگرم در هکتار) بود. مقدار بتا-سیتوسترول روغن نیز در همه سطوح سالیسیلیک اسید به‌ویژه در غلظت ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بالاتر از تیمار شاهد بود. بر اساس نتایج حاصل استفاده از غلظت ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید برای بهبود کمی و کیفی عملکرد بذر و روغن گیاه کدو تخم کاغذی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: الیسیتور، بتا-سیتوسترول، متابولیت‌های ثانویه، محلول‌پاشی.

مقدمه

کدوی طبی یا کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* var. styriaca) گیاهی علفی، یک ساله و متعلق به تیره کدوئیان می باشد که روغن و ماده موثره آن (بتا-سیتوسترول) کاربرد وسیعی در پیشگیری سرطان پروستات و و درمان سوزش مجاری ادراری دارد. بذر گیاه کدو طبی دارای روغن ارزشمند دارویی است که مهم‌ترین ترکیبات موجود در روغن این گیاه از نوع استرول‌ها می‌باشند که به همراه اسیدهای چرب مفید در بهبود سلامت نقش دارند. فیتواسترول‌ها مخصوصا بتا-سیتوسترول از محصولات ثانویه گیاهی می باشند که در ادامهٔ تنفس در مسیر اسید موالونیک با منشاء استیل کو آنزیم A ساخته می‌شوند (زینالی و همکاران، ۱۳۹۹).

یکی از مؤثرترین روش‌ها برای بهبود تجمع متابولیت‌های ثانویه در گیاهان استفاده از الیسیتورها می‌باشد. این ترکیبات با ایجاد تغییراتی در واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاهان، متابولیسم اولیه گیاه را در جهت افزایش سنتز مواد مؤثره در مسیر متابولیسم ثانویه تغییر می‌دهند. سالیسیلیک اسید به عنوان یک ترکیب فنولی طبیعی، تنظیم‌کننده رشد بوده و فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه را تنظیم می‌کند (Farag et al., 2018). در پژوهش حاضر اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید به‌منظور دستیابی به بیشترین عملکرد بذر، درصد روغن و مقدار بتا-سیتوسترول مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

دراین تحقیق از رقم کدوی تخم کاغذی کاکایی استفاده شد. طرح آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام گردید. محلول‌پاشی برگی سالیسیلیک اسید در ۴ سطح شاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر)، ۰/۵، ۱و ۱/۵ میلی گرم در لیتر انجام گردید. محلول‌پاشی سالسیلیک اسید در زمان تمام گل در ساعات اولیه صبح انجام شد و مقدار آن به اندازه‌ای بود که

به حد ریزش قطرات محلول‌ها بعد از خیسی کامل برگ‌ها رسید. لازم به ذکر است در طول آزمایش کلیه عوامل زراعی به‌صورت یکنواخت اعمال شده و از سیستم آبیاری قطره‌ای جهت کنترل و مدیریت بهتر آبیاری استفاده گردید.

عملکرد دانه

در مرحله رسیدگی کامل میوه‌ها، میوه‌ها برداشت و بعد از جداسازی و خشک نمودن بذرها در آون ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، بذرها توزین و سپس عملکرد آن در هکتار محاسبه گردید.

استخراج روغن

پس از آسیاب نمودن۱۰ گرم بذر از هر تیمار، عمل استخراج روغن توسط دستگاه سوکسوله و حلال ان-هگزان انجام شد. سپس محتوی روغن و عملکرد آن در هکتار محاسبه شد.

اندازه‌گیری بتاسیتوسترول

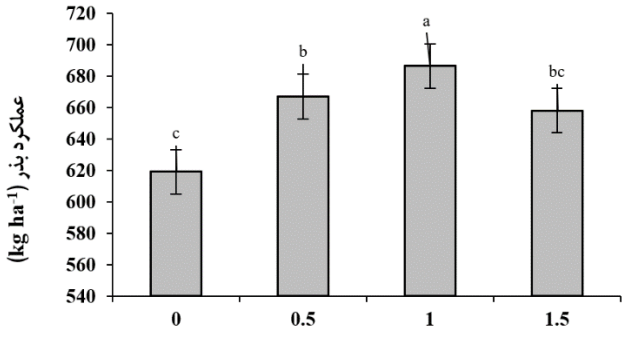
برای اندازه‌گیری مقدار بتاسیتوسترول در روغن کدو تخم کاغذی از دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد که طیف جذبی نمونه‌ها در طول موج ۲۳۱/۵ نانومتر قرائت شد. مقدار این ترکیب با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده از غلظت‌های مختلف بتاسیتوسترول برای هر تیمار محاسبه گردید (Schmidt et al., 1994).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم افزار آماری SAS استفاده شد و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

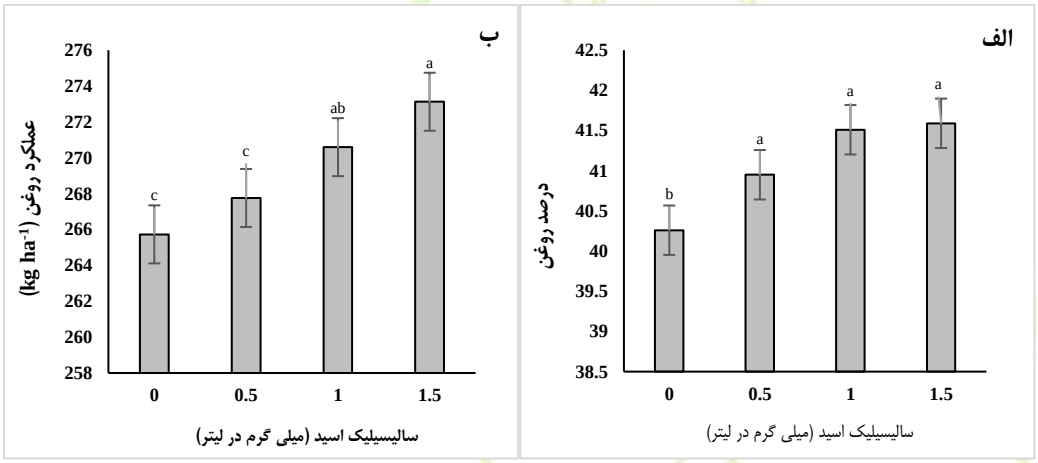
نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی‌دار محلول‌پاشی الیسیتور سالیسیلیک اسید بر عملکرد بذر در گیاه کدو پوست کاغذی بود. عملکرد بذر در همه گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید بیشتر از گیاهان محلول‌پاشی نشده بود. بیشترین عملکرد بذر (۶۸۶/۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۱ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید می‌باشد و کمترین مقدار (۶۱۹/۲ کیلوگرم در هکتار) بذر در گیاهان بدون محلول‌پاشی ثبت شد (شکل ۱). سالیسیلیک اسید با تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه می‌شود. سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز و رشد گیاه اثر مثبت دارد و با بهبود رشد موجب می‌شود تا بخش زیادی از انرژی گیاه صرف تشکیل میوه و پر شدن دانه‌ها گردد (El–Bially et al., 2022). طبق گزارش El–Bially و همکاران (۲۰۲۲)کاربرد سالسیلیک اسید انتقال مواد از برگ‌ها به دانه‌ها را در ابتدای مرحله پر شدن دانه افزایش می‌دهد.

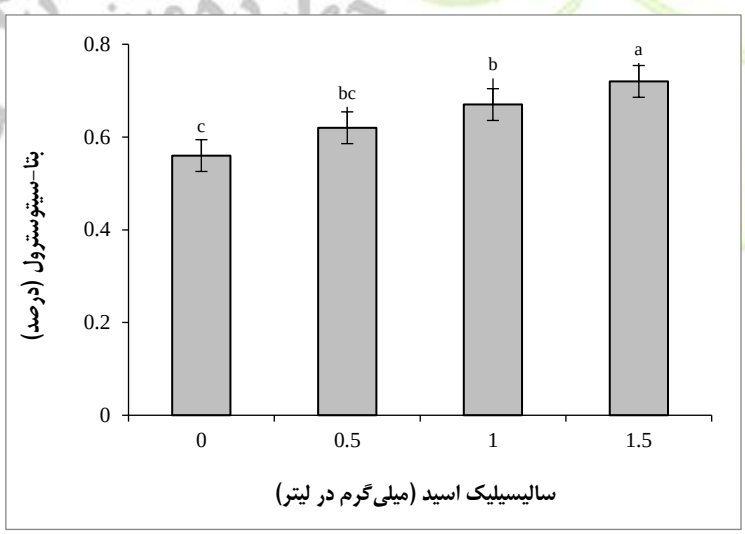


شکل ۱- اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد بذر گیاه کدو تخم کاغذی.

درصد و عملکرد روغن استخراج شده از بذرهای گیاه کدو تخم کاغذی نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار سالیسیلیک اسید قرار گرفت. با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید درصد روغن نیز افزایش پیدا کرد و در گیاهان محلول‌پاشی شده با ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید درصد روغن بیشتری (۴۱/۵۹ درصد) حاصل شد که با تیمارهای ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت. در مقابل کمترین درصد روغن نیز مربوط به عدم محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بود (شکل ۲-الف). همچنین محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید میزان عملکرد روغن را افزایش داد و با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید، عملکرد روغن در هکتار روند افزایشی داشت. بنابراین بیشترین مقدار در گیاهان تیمار شده با ۱/۵ میلی گرم سالیسیلیک اسید در لیتر (۲۷۳/۱۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار نیز در تیمار عدم محلول پاشی (۲۶۵/۷۳۱ کیلوگرم) حاصل شد (شکل ۲-ب). طبق نتایج Kamali Omidi و همکاران (2021) تیمار سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک الیسیتور عمل می‌نماید و سبب افزایش مقدار ماده مؤثره از جمله تجمع روغن در گیاهان محلول‌پاشی شده می‌شود. افزایش درصد و عملکرد روغن به اثر سالیسیلیک اسید بر افزایش سطح برگ و شاخص سبزینگی در پیاهان تیمار شده نسبت داده می‌شود که منجر به استفاده بهینه از انرژی خورشیدی و افزایش سرعت فتوسنتز خالص و در نتیجه افزایش سنتز و تجمع روغن می‌گردد (بیاره و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر درصد روغن (الف) و عملکرد روغن (ب) گیاه کدو تخم کاغذی.



شکل ۳- اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر درصد بتا-سیتوسترول روغن بذر گیاه کدو تخم کاغذی.

مقدار بتا-سیتوسترول موجود در روغن کدو طبی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید قرار گرفت. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید سبب افزایش درصد بتا-سیتوسترول شد و با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید میزان بتا-سیتوسترول نیز افزایش داشت. بیشترین (۰/۷۲ درصد) و کمترین (۰/۵۶ درصد) مقدار این ترکیب به‌ترتیب در تیمارهای ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و شاهد ثبت گردید (شکل ۳).

بتا-سیتوسترول از مهم‌ترین استرول‌های گیاهی جزو متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشند که مانند سایر استرول‌ها در ادامهٔ تنفس در مسیر اسید موالونیک با منشاء استیل کو آنزیم A ساخته می‌شون. استروئیدها مشتقات تری‌ترپن‌ها بوده و از اجزاء ضروری غشاء پلاسمایی به حساب می‌آیند که از طریق اثر متقابل با فسفولیپیدها در این محل استقرار پیدا می‌کنند. تولیدات این مسیر در ارتباط با مواد تنظیم‌کننده رشد می‌باشند (زینالی و همکاران، ۱۳۹۹)، بنابراین استفاده خارجی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سالیسیلیک اسید می‌تواند از طریق اثرگذاری بر سوبستراها و ژن‌های درگیر در مسیر سنتز این ترکیبات می‌تواند مقدار استرول‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار داد (Farag et al., 2018).

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، محلول‌پاشی گیاه کدو پوست کاغذی با ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید جهت بهبود عملکرد بذر و روغن و همچنین کیفیت روغن از نظر مقدار بتا-سیتوسترول قابل توصیه می‌باشد.

منابع

بیاره، و.، شکاری، ف.، سیف‌زاده، س.، ذاکرین، ح. و حدیدی، ا. ۱۳۹۹. تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد کدوی تخم‌کاغذی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی)، ۱۴: ۱۷۳-۱۹۲.

زینالی، م.، ملکی‌زنجانی، ب.، مرادی، پ.، شکاری، ف. و نیازخانی، م. ۱۳۹۹. اثر تنش خشکی بر محتوای فیتواسترول‌ها و ژن‌های کلیدی درگیر در مسیر سنتز بتاسیتوسترول در گیاه دارویی کدوی تخم‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۶: ۲۰۹-۲۲۶.

Esmaeili, H., Karami, A. and Maggi, F. 2018. Essential oil composition, total phenolic and flavonoids contents, and antioxidant activity of *Oliveria decumbens* Vent. (Apiaceae) at different phenological stages. Journal of Cleaner Production, 198: 91–95.

Karami, A. and Bohlooli, A. 2017. Essential oil chemical diversity of *Ducrosia anethifolia* (DC.) Boiss. accessions from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 20(5): 1342–1348.

Stefanini, M.B., Ming, L.C., Marques, M.O.M., Meireles, M.A.A., Moura, L.S. and Marchese, J.A. 2006. Seed productivity, yield and composition of the essential oil of fennel *Foeniculum vulgare* var. *dulcis* in the season of the year. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 8: 86–90.

The Effect of Salicylic Acid on Improving the Quantitative and Qualitative Characteristics of *Cucurbita pepo* var. *styriaca*

Nasrin Farhadi[1*], Mojgan Abdeshahian[1] and Samaneh Mottaghi[1]
1. Greenhouse and Controlled Environments Research Center (GCER), Horticultural Science Research Institute (HSRI), AREEO, Karaj, Iran
[*]Corresponding Author: n.farhadi@areeo.ac.ir; nasrin.farhadi88@gmail.com

Abstract

One of the most important methods for enhancing the synthesis and accumulation of secondary metabolites in medicinal plants is the use of elicitors, such as salicylic acid. This study was aimed to investigate the effects of salicylic acid foliar application (0, 0.5, 1, and 1.5 mg L^{-1}) on the quantitative and qualitative performance of *Cucurbita pepo* var. styriaca under field conditions. The foliar application was performed at full flowering stage in the early morning hours. At full maturity, the fruits were harvested, and seed yield, oil percentage, and beta-sitosterol content of the oil were measured. The results indicated a significant effect of salicylic acid on seed yield and bioactive compounds of *C. pepo*. Salicylic acid application increased seed yield, with the highest yield (686.5 kg ha-1) was observed in treated plants with 1 mg L^{-1} salicylic acid. Plants treated with 1.5 mg L^{-1} salicylic acid exhibited the highest oil content (41.59%) and oil yield (273.13 kg ha^{-1}). The beta-sitosterol content in the extracted oil was also higher at all salicylic acid levels, particularly at 1.5 mg L^{-1}, compared to the control. Based on the results, the application of 1.5 mg L^{-1} salicylic acid is recommended to improve the quantitative and qualitative yield of seeds and oil in *C. pepo* var. styriaca.

Keywords: Elicitor, Beta-sitosterol, Secondary metabolites, Foliar application.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تنوع فیتوشیمیایی بذر در توده‌های گشنیز ایران بر اساس ترکیبات فنولیک و غلظت لینالول

فائزه سیاهوشی[۱]، علی عزیزی*[۱] و فاطمه مرادی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *azizi@basu.ac.ir*

چکیده

گشنیز .*Coriandrum sativum* L یکی از گیاهان خانواده چتریان است که به دلیل داشتن ترکیبات معطر مانند لینالول، و مواد موثره فنلی در صنایع غذایی، ادویه ای و دارویی کاربرد فراوانی دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی تنوع فیتوشیمیایی در عصاره بذر توده‌های بومی گشنیز ایران، شامل ۱۹ جمعیت از نقاط مختلف کشور، در قالب طرح کاملاً تصادفی در شهرستان نهاوند اجرا شد. صفات مورد بررسی در بذر شامل محتوای فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، درصد اسانس و عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) و میزان لینالول در اسانس بود. نتایج نشان داد بین جمعیت‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر صفات فیتوشیمیایی وجود دارد. بیشترین مقدار فنل کل در عصاره بذر مربوط به جمعیت برزول با ۱/۰۱ mg/100g DW، بیشترین فلاونوئید کل در بذر در جمعیت شهرک ۰/۳۰ mg/100g DW بود. و بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جمعیت فارسبان با ۹۱/۳۰ درصد بازدارندگی رادیکال آزاد مشاهده شد. جمعیت صحنه با (۰/۴۸۰) دارای بیشترین درصد وزنی اسانس بذر و کمترین میزان آن به صورت مشترک در کنگاور و فارسبان (۰/۰۹۳) مشاهده شد. بیشترین عملکرد اسانس بذر در جمعیت صحنه ۹/۶۰۰ کیلو گرم در هکتار و کمترین آن به‌طور مشترک در جمعیت‌های کنگاور۲ و فارسبان ۱/۸۶ کیلو گرم در هکتار مشاهده شد. نتایج GC-MS نشان داد که لینالول با میانگین غلظت ۷۶/۱۴%، ترکیب غالب اسانس در بیشتر توده‌ها بود. بیشترین میزان لینالول در اسانس بذر مربوط به جمعیت اصفهان با ۸۶٪ از کل اسانس مشاهده شد. این نتایج بیانگر تنوع بالای ترکیبات فیتوشیمیایی گشنیزهای بومی ایران است و پتانسیل آن‌ها برای استفاده در اصلاح ژنتیکی و تولید صنعتی نمایان می سازد

واژه‌های کلیدی: اسانس، فنل، فلاونوئید، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، گشنیز.

مقدمه

گشنیز .*Coriandrum sativum* L یکی از گیاهان تیره چتریان است که بذر آن به‌دلیل داشتن اسانس معطر غنی از مونوترپن‌ها، به‌ویژه لینالول، به‌عنوان منبعی ارزشمند در فرمولاسیون محصولات دارویی و طبیعی شناخته می‌شود. نقش لینالول به‌عنوان ترکیب غالب اسانس گشنیز در اثرات ضدالتهاب، آرام‌بخش و ضداسپاسم آن، بارها گزارش شده است (زرگری، ۱۳۷۰، عمر و همکاران، ۲۰۲۴) در کنار آن، ترکیبات فنولیک مانند فلاونوئیدها در برگ و بذر این گیاه دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی هستند و پتانسیل کاربرد درمانی آن را افزایش داده‌اند (امیدبیگی، ۱۳۸۰). مطالعات اخیر نیز اهمیت ترکیبات فیتوشیمیایی این گیاه تأیید کرده‌اند؛ به‌طوری‌که نوئیورا و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند اسانس گشنیز حاوی ۵۹٪ لینالول است و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی قابل‌توجهی دارد. این ویژگی‌ها نشان‌دهنده پتانسیل بالای این گیاه برای استفاده دارویی و صنعتی است. تنوع ژنتیکی موجود در توده‌های بومی گیاهان دارویی، بستر مناسبی برای اصلاح و گزینش ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد کمی و کیفی فراهم می‌سازد (فتحعلی‌پور و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعاتی در زمینه تنوع مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گشنیز در ایران و سایر کشورها انجام شده است. به‌عنوان نمونه، عزیزی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تنوع اسانس و اجزای آن در توده‌های مختلف گشنیز پرداختند و تفاوت‌های معنی‌داری از نظر درصد اسانس و ترکیب‌های غالب مانند لینالول گزارش کردند. همچنین سفیدکن (۱۳۸۰) نیز در پژوهش خود بر اهمیت تنوع فیتوشیمیایی گشنیز در برنامه‌های به‌نژادی و کاربردهای صنعتی تأکید کرده است. با توجه به اهمیت اقتصادی و دارویی گشنیز و نقش آن در سند ملی گیاهان دارویی ایران، هدف کلی این پژوهش، ارزیابی تنوع فیتوشیمیایی توده‌های بومی گشنیز ایران بر اساس محتوای فنل کل، فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، درصد اسانس و میزان لینالول در بذر تعیین شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی نهاوند، دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در مجموع ۶۰ واحد آزمایشی اجرا گردید. توده‌های گشنیز از کشاورزان بومی نقاط مختلف کشور تهیه شد و پس از کاشت، در مرحله رسیدگی کامل از نظر صفات فیتوشیمیایی ارزیابی شدند. برای بررسی ویژگی‌های فیتوشیمیایی، ابتدا بذور خشک شده گیاه آسیاب شده و با استفاده از حلال ترکیبی شامل (۳۵٪ استون خالص (v/v)، ٪۳۵ متانول ۸۵ درصد (v/v)، ٪۳۰ آب مقطر و ۱٪ استیک اسید) عصاره‌گیری شدند. سپس برای سنجش فنل کل، از روش فولین—سیوکالتیو (سینگلتون وروسی، ۱۹۶۵) استفاده گردید و میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فلاونوئید کل، روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم بر پایه مطالعه چانگ و همکاران، (۲۰۰۲) به کار رفت و میزان جذب در طول موج ۵۱۰ نانومتر ثبت شد. سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با استفاده از روش DPPH انجام شد. برای استخراج اسانس بذر، از دستگاه تقطیر کلونجر استفاده شد و درصد و عملکرد اسانس بذر از رابطه ۱۰۰* (وزن نمونه گیاهی/وزن خالص اسانس) = درصد وزنی اسانس بذر، محاسبه گردید. برای شناسایی و تعیین درصد ترکیبات اصلی اسانس بذر از جمله لینالول، از دستگاه کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنج جرمی (GC-MS) مدل Scion 456 استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین جمعیت‌های مختلف گشنیز در صفات مورد مطالعه تفاوت معنی دار و تنوع قابل توجهی وجود دارد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر جمعیت روی صفات فنل، فلاونوئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی بذر در توده های گشنیز.

جمعیت	فنل کل (میلی گرم در گرم وزن خشک)	فلاونوئیدکل (میلی گرم در گرم وزن خشک)	ظرفیت آنتی اکسیدانی (٪بازدارندگی رادیکال آزاد)
گیان	۰/۸۵^{a}	۰/۲۶ ^{ab}	۹۰/۳۰^{a}
برزول	۱/۰۱^{a}	۰/۲۸^{ab}	۸۸/۶۰^{a}
خزل غربی	۰/۸۷^{a}	۰/۲۱^{abc}	۸۸/۱۰^{a}
خزل شرقی	۰/۷۸^{a}	۰/۲۲^{abc}	۸۸/۶۰^{a}
شهرک	۰/۸۴^{a}	۰/۳۰^{a}	۸۹/۸۰^{a}
فارسبان	۰/۷۹^{a}	۰/۲۶^{ab}	۹۱/۳۰^{a}
کهریز	۰/۸۷^{a}	۰/۲۷^{ab}	۹۰/۶۰^{a}
عبدالملکی	۰/۷۵ ^{a}	۰/۱۵^{cd}	۸۹/۲۰^{a}
بیان	۰/۸۹^{a}	۰/۱۶^{cd}	۸۶/۴۰^{a}
عسگرآباد	۰/۷۳ ^{a}	۰/۱۹^{bcd}	۸۶/۰^{a}
جعفرآباد	۰/۸۷^{a}	۰/۲۱^{abc}	۸۹/۷۰^{a}
بارودار	۰/۹۰^{a}	۰/۲۵^{ab}	۹۰/۱۰^{a}
بره فراخ	۰/۸۵^{a}	۰/۲۲^{abc}	۷۷/۲۰ ^{a}
تویسرکان	۰/۸۳^{a}	۰/۲۹^{ab}	۹۰/۴۰^{a}
کنگاور	۰/۶۹ ^{a}	۰/۱۶^{cd}	۸۹/۶۰^{a}
کنگاور۲	۰/۸۸ ^{a}	۰/۲۱^{abc}	۸۹/۶۰^{a}
صحنه	۰/۷۶ ^{a}	۰/۱۶^{cd}	۸۹/۹۰^{a}
لرستان	۰/۸۵^{a}	۰/۲۲^{abc}	۸۸/۶۰^{a}
اصفهان	۰/۷۶ ^{a}	۰/۱۰^{d}	۸۸/۱۰^{a}

- حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

جمعیت برزول دارای بالاترین مقدار فنل کل و بیشترین میزان فلاونوئیدکل در جمعیت شهرک نهاوند مشاهده شد که البته با برخی از مناطق دیگر تفاوت معنی داری نداشت. بیشترین و کمترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی به ترتیب در جمعیت فارسبان (۹۱ /۳۰ درصد) و بره فراخ (۷۷/۲۰) درصد بود (جدول ۱). تنوع قابل‌توجهی در میزان ترکیبات فنولیک، فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بین توده‌های گشنیز مشاهده شد. این تفاوت‌ها به احتمال زیاد ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی توده‌ها و همچنین شرایط محیطی محل رویش آن‌هاست؛ عوامل اقلیمی طی سالیان متمادی می‌توانند روی تولید متابولیت‌های ثانویه تأثیرگذار باشند. توده‌هایی که مقادیر بالاتری از این ترکیبات را دارا بودند، از نظر دارویی و اصلاحی ارزشمند هستند. ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدها نقش مؤثری در مقابله با تنش‌های زیستی دارند و افزایش آن‌ها می‌تواند پتانسیل درمانی گیاه را ارتقا دهد. مطالعات پیشین از جمله (نظافت و همکاران ، ۱۴۰۱) و (عزیزی و همکاران، ۲۰۱۲) و (نوئیورا و همکاران ، ۲۰۲۴) وجود تنوع بالا در گشنیزهای ایران را تایید نموده اند و نیز نشان داده‌اند که صفات فیتوشیمیایی،به ویژه محتوای فنل کل و فلاونوئید کل، به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمینه ژنتیکی و شرایط محیطی، به ویژه عوامل اکولوژیکی محل رویش، قرار دارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر جمعیت روی عملکرد اسانس و درصد لینالول اسانس موجود در بذر جمعیت های گشنیز.

جمعیت	درصد وزنی اسانس بذر (%)	عملکرد اسانس بذر (kg/h)	درصد لینالول در اسانس (%)
گیان	۰/۱۷۳^{efg}	۳/۴۶^{efg}	۸۰/۸۳^{def}
برزول	۰/۲۲۰^{def}	۴/۴۰^{def}	۸۰/۵۳^{efg}
خزل غربی	۰/۲۶۰^{cdef}	۵/۲۰^{cdef}	۸۳/۷۶^{c}
خزل شرقی	۰/۲۰۳^{defg}	۴/۰۶^{defg}	۸۵/۶۳^{ab}
شهرک	۰/۲۷۰^{cde}	۵/۴۰^{cde}	۸۴/۰۹^{bc}
فارسبان	۰/۰۹۳^{g}	۱/۸۶^{g}	۷۹/۱۰^{fgh}
کهریز	۰/۴۱۰^{ab}	۸/۲۰۰^{ab}	۷۹/۴۹^{fgh}
عبدالملکی	۰/۲۳۳^{def}	۴/۶۶^{def}	۷۹/۹۴^{efgh}
بیان	۰/۱۵۳^{fg}	۳/۰۶^{fg}	۸۱/۶۶ ^{de}
عسگرآباد	۰/۳۵۳^{bc}	۷/۰۶^{bc}	۷۹/۵۸^{fgh}
جعفرآباد	۰/۲۰۰^{defg}	۴/۰۰^{defg}	۸۵/۷۷^{ab}
بارواب	۰/۲۳۳^{def}	۴/۶۶^{def}	۸۳/۸۰^{c}
بره فراخ	۰/۱۰۰^{g}	۲/۰۰^{g}	۸۲/۵۱^{cd}
تویسرکان	۰/۲۳۳^{def}	۴/۶۶^{def}	۷۸/۵۷^{gh}
کنگاور	۰/۱۷۳^{efg}	۳/۴۶^{efg}	۷۹/۱۰^{fgh}
کنگاور۲	۰/۰۹۳^{g}	۱/۸۶^{g}	۷۹/۱۱^{fgh}
صحنه	۰/۴۸۰^{a}	۹/۶۰۰^{a}	۷۸/۳۰^{h}
لرستان	۰/۳۱۳^{bcd}	۶/۲۶^{bcd}	۸۰/۱۷^{efgh}
اصفهان	۰/۲۵۳^{cdef}	۵/۰۶^{cdef}	۸۶/۸۱^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین جمعیت‌های مختلف گشنیز، صحنه (۰/۴۸درصد) دارای بیشترین درصد وزنی اسانس بذر و کمترین میزان آن به صورت مشترک در کنگاور و فارسبان (۰/۰۹۳) مشاهده شد. جمعیت صحنه (۹/۶۰۰) با بیشترین عملکرد اسانس بذر و کمترین میزان آن به صورت مشترک در کنگاور۲ و فارسبان (۱/۸۶) مشاهده شد. بیشترین درصد لینالول در اسانس مربوط به جمعیت اصفهان (۸۶/۸۱) و کمترین آن مربوط به جمعیت کنگاور و فارسبان (۷۹/۱۰) درصد بود (جدول ۲).

تفاوت بین توده‌ها احتمالاً ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی و اقلیمی آن‌هاست. پژوهش‌های پیشین، از جمله (مورالس وهمکاران، ۱۹۹۳) نیز در مطالعات خود تنوع قابل توجهی را برای این صفت ها در اکثر گیاهان خانواده چتریان گزارش کردند. (صفایی و همکاران، ۲۰۱۳) نیز در مطالعات خود تنوع بالایی را برای این صفت گزارش کردند که با نتایج این پژوهش در تطابق است. (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۰) نیز تأکید کرده‌اند که کمیت و کیفیت اسانس گشنیز تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد.

منابع

امیدبیگی، ر. ۱۳۸۰. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. تهران: انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۹۷ ص.

سفیدکن، ف. ۱۳۸۰. بررسی اسانس توده‌های مختلف گشنیز در ایران. مجله تحقیقات گیاهان دارویی، ۱(۱): ۱۷–۲۶.

فتحعلی‌پور، س.، جهان‌نما، س. و نعمتی‌زاده، س. ۱۳۹۲. تنوع فیتوشیمیایی اسانس در توده‌های گشنیز ایرانی. مجله علوم باغبانی ایران، ۲۴(۲): ۲۴۵–۲۵۶.

نظافت، س.، محب‌الدینی، م.، آذرمی، ر.، عبادی‌سقرلو، ا. و فتحی، ر. ۱۴۰۱. ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی از توده‌های بومی گشنیز ایران (*Coriandrum sativum* L.) براساس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۵(۴): ۴۴۹–۴۶۱.

زرگری، ع. ۱۳۷۰. گیاهان دارویی. جلد چهارم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. ۴۹۸ ص.

Azizi, M., Hadian, J. and Nazari, F. 2012. Chemical composition and yield of essential oil in Iranian populations of *Coriandrum sativum* L. Industrial Crops and Products, 36(1): 267–274.

Ebrahimi, S.N., Hadian, J. and Ranjbar, H. 2010. Essential oil compositions of different accessions of *Coriandrum sativum* L. from Iran. Natural Product Research, 24(14): 1287–1294.

Morales, M.R., Charles, D.J. and Simon, J.E. 1993. Fennel. In: Janick, J. and Simon, J.E. (Eds.). A New Specialty Vegetable for the Fresh Market, pp. 576–579. New York: John Wiley & Sons.

Omar, A., Barakat, M.B., Alzaghari, L.F. and Al-Najjar, M. 2024. The effect of Jordanian essential oil from coriander seeds on antioxidant, anti-inflammatory, and immunostimulatory activities using RAW 264.7 murine macrophages. PLOS ONE, 19(8): e0297250.

Safaei, L., Afiuni, D. and Zeinali, H. 2013. Correlation relationships and path coefficient analysis between essential oil and essential oil components in 12 genotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 59: 187–200.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Phytochemical Diversity of Seeds in Iranian Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Populations Based on Phenolic Compounds and Linalool Content

Faezeh Siahvoshi[1], Ali Azizi[1*] and Fatemeh Moradi[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
Corresponding Author: azizi@basu.ac.ir

Abstract

Coriander *(Coriandrum sativum* L.), a member of the Apiaceae family, is widely utilized in food, spice, and pharmaceutical industries due to its aromatic compounds such as linalool and phenolic constituents. This study aimed to assess the phytochemical diversity of seed extracts from 19 native Iranian coriander populations using a completely randomized design in Nahavand County. Evaluated traits included total phenolic content, total flavonoid content, antioxidant capacity, essential oil (EO) percentage, EO yield (kg/ha), and linalool content in the EO. Significant differences were observed among populations for all phytochemical traits. The highest total phenolic content (1.01 mg/100g DW) was recorded in the Barzoul population, and the highest total flavonoid content (0.30 mg/100g DW) was observed in the Shahrak population. Farsban exhibited the greatest antioxidant activity with 91.30% DPPH radical scavenging. Sahneh had the highest EO percentage (0.480%) and EO yield (9.60 kg/ha), while the lowest EO content and yield (0.093% and 1.86 kg/ha, respectively) were jointly found in Kangavar and Farsban populations. GC-MS analysis revealed that linalool, with a mean concentration of 76.14%, was the dominant compound in most populations. The highest linalool content (86% of total EO) was observed in the Isfahan population. These results demonstrate substantial phytochemical diversity among native Iranian coriander populations, highlighting their potential for genetic improvement and industrial utilization.

Keywords: Antioxidant activity, Coriander, Essential oil, Flavonoid, Phenol.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و شدت میدان مغناطیسی بر رفتار جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

حسن فیضی[1*] و سمیرا حسین جعفری[2]

۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

۲- گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

*نویسنده مسئول: *h.feizi@torbath.ac.ir*

چکیده

جهت بررسی تاثیر غلظتهای مختلف دی اکسید تیتانیوم و شدت میدان مغناطیسی برجوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذر گلرنگ آزمایشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه انجام گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل تیمار بذرها با میدان مغناطیسی در شدتهای مختلف ۰، ۳۰ ، ۶۰، ۹۰ میلی تسلا به مدت ۳۰ دقیقه و فاکتور دوم شامل غلظتهای مختلف نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO_2) شامل ۰ ، ۱۰، ۵۰ و۱۰۰ میلی گرم بر لیتر به مدت ۳ ساعت بود. نتایج نشان داد که اثرات متقابل میدان مغناطیسی و TiO_2بر هیچ کدام از اجزای جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گیاهچه گلرنگ معنی‌دار نیست. همچنین از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای مذکور تحت تأثیر میدان مغناطیسی مشاهده نشد. ولی از نظر عددی سطوح مختلف میدان مغناطیسی باعث افزایش طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و وزن خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد شد. نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف Tio2 نشان داد که سرعت جوانه‌زنی بطور معناداری تحت تاثیر غلظت های مختلف TiO_2 بود. بیشترین شاخص بنیه جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به ترتیب با مقادیر ۴/۶۵، ۲/۰۴ و ۲/۶۳ در غلظت ۵۰ ppm مشاهده شد. طول ساقه‌چه در تمام غلظت‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافت. اگرچه سطوح مختلف TiO_2 بر وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه اختلاف معنی‌داری از نظر آماری نسبت شاهد نداشتند ولی همه غلظتهای TiO_2 باعث افزایش وزن خشک گیاهچه و ریشه‌چه نسبت به شاهد شدند. با توجه به نتایج بدست آمده بنظر می رسد این گیاه عکس العمل زیادی به تیمارهای آزمایش نشان نمی دهد و تنها تیمارها باعث افزایش صفات طولی گیاهچه شدند.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، گلرنگ.

مقدمه

گلرنگ (*Carthamnus tinctorius* L.) به عنوان یک گیاه بومی و به دلیل ویژگی‌های سازگاری وزراعی مطلوب ،خواص دارویی و وجود روغن نباتی با کیفیت بالا در دانه هایش از اهمیت خاصی درتولیدات کشاورزی ایران برخورداراست (پهلوانی و همکاران، ۱۳۹۱). جوانه‌زنی بذر، سبز شدن گیاهچه و استقرار جنبه‌های مهمی از تولید هستد و بخشها یا اجزای اصلی از قدرت بذر یا گیاهچه را شامل می‌شود (بلوچی و همکاران، ۱۳۹۴). گلرنگ گیاهی یکساله، پهن برگ و از خانواده کاسنی (Compositeae) بوده که به خوبی با شرایط خشکی و شوری سازگار است. گلرنگ در ابتدا به منظور استخراج رنگ از گلچه های آن جهت رنگ امیزی پارچه و تزیین غذا کشت می شده است اما سابقه کشت آن به عنوان یک گیاه روغنی چندان طولانی نیست سطح زیر کشت گلرنگ در کشور حدود ۶۰۰۰ هکتار با متوسط عملکرد یک تن در هکتار می‌باشد و بیشترین سطح زیر کشت آن به ترتیب مربوط به استان‌های اصفهان، خراسان و یزد است (شهسواری ۱۳۹۱). استفاده از تیمارهای فیزیکی نظیر امواج مغناطیسی چند سالی است که در علوم گیاهی کاربرد پیدا کرده است اثرات مثبت میدان مغناطیسی در بوسنتز پروتئین‌ها، تکثیر سلول، فعالیتهای بیوشیمیایی، میزان تنفس، فعالیت انزیم ها، میزان اسید نوکلئیک و دوره رشد و نمو نشان داده است (فیضی و همکاران ۱۳۹۵). نتایج تحقیقاتی نشان داد که استفاده از میدان مغناطیسی جهت تحریک رشد اولیه گیاهچه های گندم امکان پذیر است، میدان مغناطیسی باعث کاهش معنی‌داری متوسط زمان جوانه‌زنی بذر گندم شد. به عبارتی دیگر سرعت جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری افزایش داد اما تیمار میدان مغناطیسی بر درصد نهایی جوانه‌زنی تاثیر معنی‌داری نداشت (فیضی و همکاران، ۱۳۹۰). تیتانیوم عنصری سودمند برای گیاه است و می‌تواند جذب برخی از عناصر مثل نیتروژن، اهن، فسفر، کلسیم، منگنز و روی را تحریک کند. نانو مواد می‌توانند باعث

افزایش توانایی در جذب و استفاده از مواد غذایی و آب شود (هاشمی دهکردی و همکاران، ۱۳۹۵). این آزمایش به منظور تاثیر غلظتهای مختلف دی اکسید تیتانیوم و شدت میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گلرنگ انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه به منظور بررسی تاثیر شدتهای مختلف میدان مغناطیسی و غلظتهای مختلف نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه گلرنگ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل تیمار بذرها با میدان مغناطیسی در شدتهای مختلف ۰ ، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی تسلا به مدت ۳۰ دقیقه و فاکتور دوم شامل تیمار بذرها در غلظت های مختلف نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم شامل ۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر به مدت ۳ ساعت بود. ابتدا بذرهای گلرنگ برای ضدعفونی به مدت یک دقیقه در محلول ۵ درصد هیپوکلرید سدیم قرار گرفت و سپس سه مرتبه با اب مقطر شست و شو داده شد. بذرها به مدت ۳ ساعت در غلظتهای مختلف نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم خیسانده شد. جهت اعمال بذرها در تیمار شدت میدان مغناطیسی از دستگاه ایجاد کننده میدان مغناطیسی طبق روش فیضی و همکاران (۱۳۹۰) استفاده شد. بذرها در دسته‌جات ۷۵ تایی در داخل یک لوله نازک پلاستیکی در بین قطب‌های آهنربا در شدتهای ۰ ، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی تسلا به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند و سپس به صورت دسته ۲۵ تایی درون یک پتری دیش استریل با کاغذ صافی قرار گرفت و مقدار ۲ سی سی اب مقطر افزوده گردید. شمارش روزانه بذرهای جوانه زده به مدت ۸ روز در زمانهای مشخص انجام گرفت. بذرهایی به عنوان بذرهای جوانه زده شمارش شدند که طول ریشه‌چه انها از ۲ میلی متر بیشتر بود (ایستا، ۲۰۰۹). در روز اخر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و کل گیاهچه اندازه‌گیری شد و پس از قرار گرفتن نمونه در آون در دمای ۷۰ درجه به مدت ۳ ساعت وزن خشک ساقه‌چه وریشه‌چه بطور جداگانه محاسبه گردید. جهت تعیین سرعت جوانه زنی از فرمول (ماگیور ۱۹۸۲) استفاده شد: Germination rate= (a/1) + (b-a/2) + (c-b/3) +…+ (n-n-1/N)

در این فرمول Germination rate سرعت جوانه‌زنی، a ،b ،c … و n نشان دهنده تعداد بذرهای جوانه زده پس از ۱،۲، ۳، .... و N روز بعد از آبگیری آنها است. جهت محاسبه بنیه بذر از رابطه زیر استفاده شد (واشیت و نگاراجان ،۲۰۱۰):

شاخص بنیه – درصد جوانه زنی × طول گیاهچه برحسب سانتی متر (ساقه چه + ریشه چه)

در نهایت آنالیز داده‌ها توسط نرم افزارهای Excel و SAS انجام شد و میانگین‌ها توسط ازمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل میدان مغناطیسی و نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بر پارامترهای اندازه گیری شده معنی دار نیست. همچنین اثر میدان مغناطیسی نیز بر پارامترهای مذکور معنی دار نبود. تنها سطوح نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم به صورت معنی داری بر برخی از اجزای جوانه‌زنی تاثیر داشت (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی گیاهچه گلرنگ.

		میانگین مربعات Mean Squares				
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
میدان مغناطیسی	3	0.2872	0.1295	0.0009	0.0009	0.00010
TiO2	3	1.7708**	0.4581*	0.0008 ns	0.0014 ns	0.00010 ns
میدان×TiO2	9	0.5183 ns	0.1403 ns	0.0010 ns	0.0010 ns	0.0002 ns
خطا	32	0.2917	0.14	0.0011	0.0010	0.0002
ضریب تغییرات		25.65	19.71	16.35	125.07	8.72

** و *: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطوح احتمال ۱و ۵ درصد.

میانگین مربعات						
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	بنیه گیاهچه	طول گیاهچه
میدان مغناطیسی	3	2.22222	1.00520	0.00003	0.30765	0.35711
TiO2	3	12.0000 ns	78.3107**	0.00004 ns	3.56559**	3.43162**
میدان×TiO2	9	3.40740 ns	2.47280 ns	0.00008 ns	0.99993 ns	1.16642 ns
خطا	32	170.666	83.1666	0.00237	18.9036	19.6226
ضریب تغییر	-	2.34457	7.26252	6.07326	19.2739	19.3381

** و *: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطوح احتمال ۱و ۵ درصد.

نتایج مقایسه میانگین های سطوح مختلف میدان مغناطیسی (جدول ۲) نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۵درصد بررفتارهای جوانه زنی و رشدی گیاهچه مشاهده نشد. ولی از نظر عددی شدت های مختلف میدان مغناطیسی باعث افزایش طول گیاهچه ، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و وزن خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد شدند. نتایج آزمایش فیضی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان داد که اعمال میدان مغناطیسی بر خصوصیات بذرنظیر وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه II بذردرگندم تاثیر معناداری نداشت ولی تیمار میدان مغناطیسی باعث افزایش مقدار عددی صفات مذکور نسبت به شاهد شد. نتایج مقایسه میانگین های سطوح مختلف Tio2 (جدول ۳) نشان داد که سرعت جوانه زنی به طور معناداری تحت تاثیر غلظت‌های مختلف Tio2 نسبت به شاهد بود. غلظتهای مختلف Tio2 بر درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی تاثیر معناداری نداشتند. بیشترین شاخص بنیه جوانه‌زنی و طول گیاهچه و ریشه چه در غلظت ۵۰ ppm دیده شد. طول ساقه‌چه در همه غلظتهای Tio2 نسبت به شاهد افزایش یافت. اگرچه سطوح مختلف Tio2 بر وزن خشک ریشه چه و گیاهچه اختلاف معنی داری از نظر آماری نسبت شاهد نداشتند ولی همه غلظتهای Tio2 باعث افزایش وزن وزن خشک گیاهچه و ریشه چه نسبت به شاهد شدند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح میدان مغناطیسی بر شاخص‌های رشدی گیاهچه گلرنگ.

میدان مغناطیسی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
شاهد	2.072 a	1.795 a	0.202 a	0.021 a	0.180 a
30 mT	2.054 a	1.989 a	0.223 a	0.039 a	0.184 a
60 mT	2.327 a	1.955 a	0.208 a	0.020 a	0.188 a
90 mT	1.968 a	2.035 a	0.206 a	0.022 a	0.184 a

در ستون هایی که حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد.

میدان مغناطیسی	شاخص بنیه جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول گیاهچه
شاهد	3.835 a	0.141 a	22.333 a	99.000 a	3.868 a
30 mT	3.965 a	0.144 a	21.958 a	98.000 a	4.043 a
60 mT	4.212 a	0.140 a	22.541 a	98.333 a	4.282 a
90 mT	3.938 a	0.140 a	21.958 a	98.666 a	4.003 a

- در ستون هایی که حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد.

TiO2	شاخص بنیه جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول گیاهچه
شاهد	3.467 c	0.141 a	18.37 b	99.00 a	3.512 c

10 PPM	3.626 bc	0.144 a	23.29 a	97.66 a	3.710 bc
50 PPM	4.654 a	0.141 a	23.41 a	99.66 a	4.676 a
100 PPM	4.203 ab	0.139 a	23.70 a	97.66 a	4.297 ab

– در ستون هایی که حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد.

جدول ۳– مقایسه میانگین اثر سطوح TiO_2 بر پارامترهای جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی گیاهچه گلرنگ.

TiO2	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
شاهد	1.809 b	1.703 b	0.202 a	0.017 a	0.185 a
10 PPM	1.832 b	1.878 ab	0.206 a	0.021 a	0.185 a
50 PPM	2.633 a	2.043 a	0.222 a	0.042 a	0.180 a
100 PPM	2.147 b	2.150 a	0.209 a	0.022 a	0.187 a

در ستون هایی که حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد.

اساس نتایج به دست آمده از انجام این آزمایش نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم تاثیر زیادی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گلرنگ داشته است به طوری که سرعت جوانه‌زنی در۳سطح (۵۰،۱۰۰ پی پی ام) TiO_2 نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین طول گیاهچه در غلظت ۵۰ ppm دیده شد. اگرچه سطوح مختلف شدت میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه از نظر در سطح ۵ درصد معنادار نبود ولی از نظر عددی شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی باعث افزایش طول گیاهچه، طول ساقه چه، وزن خشک گیاهچه و وزن خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد شدند. جهت بررسی تاثیرات بیشتر شدت میدان مغناطیسی و نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در تحریک جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گلرنگ انجام آزمایش‌های تکمیلی ضرورت دارد.

منابع

پهلوانی، م.ه.، قادری، م.، بگ‌محمدی، ح. و رضوی، س.ا. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گلرنگ در حضور بیمارگر پیتیوم التیموم. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۹(۲): ۸۹–۱۰۴.

بلوچی، ح.ر.، کاندید نظامی، ر. و باقری، ف. ۱۳۹۴. تأثیر تنش فرسودگی بذر بر جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشد گیاهچه‌های سه رقم گلرنگ. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، ۳۸(۱): ۲۷–۴۰.

شهسواری، م.ر. ۱۳۹۱. تخمین طول مراحل نمو گلرنگ رقم صفه با استفاده از درجه حرارت و طول روز. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰(۳): ۵۵۵–۵۶۲.

فیضی، ح.، عاقلی، ن.، علی‌اکبرخانی، ز. و بهنام، ح. ۱۳۹۵. تحریک جوانه‌زنی بذر خار مریم با استفاده از نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم و میدان مغناطیسی. نخستین همایش ملی گیاهان دارویی، معطر و ادویه‌ای، ۱۰ اردیبهشت، تهران: ۱–۶.

فیضی، ح.، رضوانی‌مقدم، پ.، کوچکی، ع.، شاه‌طهماسبی، ن. و فتوت، ا. ۱۳۹۰. تأثیر زمان، شدت و جوانه‌های مختلف میدان مغناطیسی بر رفتار جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۳(۴): ۴۸۲–۴۹۰.

هاشمی‌دهکردی، ا.، موسوی، م.، معلمی، ن. و غفاریان‌مقرب، م.ه. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید (آناتاز) بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی توت‌فرنگی رقم کولین الیزا در شرایط کشت هیدروپونیک. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، ۵(۱۵): ۱–۸.

ISTA. 2009. *ISTA Rules*. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. 47 pp.

Maguire, I.D. 1982. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 22: 176–177.

Vashisth, A. and Nagarajan, S. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. Journal of Plant Physiology, 167: 149–155.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Titanium Dioxide Nanoparticles and Magnetic Field Intensity on Germination Behavior and Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seedlings

Hassan Feizi[1*] and Samira Hossein Jafari[2]
1., Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran
2. Department of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran
[*]*Corresponding Author: h.feizi@torbath.ac.ir*

Abstract

To investigate the effect of different concentrations of titanium dioxide nanoparticles and magnetic field intensity on germination and seedling growth of safflower seeds, an experiment was conducted at the Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh. A factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The first factor of treating seeds included magnetic fields at intensities of 0, 30, 60, and 90 milli tesla for 30 minutes, and the second factor included different concentrations of titanium dioxide (TiO_2) nanoparticles including 0, 10, 50, and 100 mg/L for three hours. The results showed that the interaction effects of magnetic field and TiO_2 were not significant on any of the germination parameters and growth characteristics of safflower seedlings. Also, no statistically significant difference was observed between the mentioned parameters under the influence of the magnetic field. However, numerically, different levels of magnetic field increased seedling length, shoot length, seedling dry weight, and shoot dry weight compared to the control. The results of comparing the average of different TiO_2 levels showed that the germination rate was significantly affected by TiO_2 levels. The highest vigor index and shoot and root length were observed at a concentration of 50 ppm with values of 4.65, 2.04, and 2.63, respectively. The stem length increased significantly at all concentrations. Although different levels of TiO_2 did not have a statistically significant difference in root and seedling dry weights compared to the control. all concentrations of Tio2 increased seedling and root dry weight in comparison with the control treatment. According to the results obtained, it seems that this plant does not respond much to the experimental treatments and only the treatments increased the longitudinal traits of the seedling.

Keywords: Germination percentage, Root length, Safflower, Seed vigor, Stem length,.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر کودهای اسیدهیومیک و سیلیکات‌پتاسیم بر خصوصیات بیوشیمیایی و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

لیلا اسداللهی[۱]، محمدحسین امینی‌فرد[۱*] و حسن بیات[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
*نویسنده مسئول: *mh.aminifard@birjand.ac.ir*

چکیده

زیره سبز از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین گیاهان دارویی مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور محسوب می‌شود. به‌منظور بررسی اثر اسیدهیومیک و سیلیکات‌پتاسیم بر خصوصیات بیوشیمیایی و اسانس زیره سبز، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۲ انجام شد. فاکتور اول شامل اسیدهیومیک در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور دوم سیلیکات‌پتاسیم در سه سطح (۰، ۲ و ۴ در هزار) بود. کود اسیدهیومیک همراه آب آبیاری در مراحل سه‌برگی، پنجه‌زنی و بعد از تشکیل میوه زیره سبز مصرف شد. کود سیلیکات‌پتاسیم به‌صورت محلول‌پاشی در مراحل سه‌برگی، پنجه‌زنی و بعد از تشکیل میوه زیره سبز اعمال شد. نتایج حاصل از تجزیه آماری تیمارها بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای مورد استفاده بر میزان فنول، فلاونوئید، درصد و عملکرد اسانس بود. بیش‌ترین میزان فنول (۹/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) از مصرف ۴ در هزار سیلیکات پتاسیم و ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک، فلاونوئید (۱۷/۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) از مصرف ۲ در هزار سیلیکات‌پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک، درصد اسانس (۲/۲۳) از عدم محلول‌پاشی سیلیکات‌پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم اسیدهیومیک و عملکرد اسانس (۰/۷۰ گرم در متر مربع) از مصرف ۴ در هزار سیلیکات‌پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم اسیدهیومیک به‌دست آمد. بنابراین با توجه به یافته‌های این پژوهش به‌نظر می‌رسد تیمارهای اسیدهیومیک و سیلیکات‌پتاسیم تأثیر قابل‌توجهی بر خصوصیات بیوشیمیایی و تولید اسانس گیاه زیره سبز دارند.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، تغذیه، سیلیس، کود آلی، گیاهان دارویی.

مقدمه

زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. متعلق به خانوده Apiaceae و دارای ۲n=۱۴ کروموزوم است (Bhatt et al., 2017). این گیاه یک‌ساله یکی از قدیمی‌ترین فرآورده‌های طبیعی معطر و علفی است که دارای خواص دارویی و غذایی متعدد است. زیره سبز هم‌چنین در صنایع نوشیدنی، غذایی، دارویی، عطری و لوازم بهداشتی کاربرد وسیعی دارد (Bhatt et al., 2017). اسیدهیومیک به‌عنوان یک کود آلی برای افزایش بهره‌وری و کیفیت گیاهان دارویی و معطر استفاده می‌شود (Hassan, 2019). عیافر و همکاران (Aiyafar et al., 2015) گزارش کردند که افزودن اسیدهیومیک به‌میزان ۳ کیلوگرم در هکتار منجر به بالاترین درصد اسانس در زیره سیاه شد، در حالی‌که گروه شاهد (بدون اسیدهیومیک) کم‌ترین درصد اسانس را نشان دادند. سیلیکات‌پتاسیم یکی از کودهای شیمیایی غنی از پتاسیم و سیلیسیم بسیار محلول است. این ماده در سیستم‌های تولید کشاورزی عمدتاً به‌عنوان یک ماده اصلاح کننده سیلیس استفاده می‌شود و دارای مقادیر کمی پتاسیم است (Abou-Baker et al., 2011). استفاده از سیلیکات‌پتاسیم در توت فرنگی رقم «Paros» محتوای فلاونوئیدها و فنولیک‌ها را در میوه افزایش داد (Yaghubi et al., 2019). هدف از این پژوهش بررسی اثر کود اسیدهیومیک و سیلیکات‌پتاسیم بر میزان ترکیبات بیوشیمیایی و اسانس زیره سبز بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در زمستان ۱۴۰۲ در مزعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. به‌منظور بررسی اثر اسیدهیومیک و

سیلیکات‌پتاسیم بر رشد و عملکرد زیره سبز، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل اسیدهیومیک در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور دوم شامل کود سیلیکات‌پتاسیم در سه سطح (۰، ۲ و ۴ در هزار) بود. زمین محل اجرای آزمایش ابتدا شخم زده شد و سپس از لولر برای مسطح کردن زمین استفاده شد. در نهایت کرت‌هایی به ابعاد ۳×۱/۵ (۴/۵ متر مربع) ایجاد گردید و جهت آبیاری نیز جوی‌های لازم ایجاد گردید. فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر و بین کرت‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. کاشت به‌صورت ردیفی در تاریخ ۲۷ بهمن ۱۴۰۲ انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۷ تا ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در مرحله ۳ برگی برای رسیدن به تراکم مناسب تنک انجام شد. اولین آبیاری پس ازکاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر شش روز یک بار تا آخر فصل رشد انجام شد. از زمان کاشت تا نمونه‌برداری، وجین و مبارزه با علف‌های هرز نیز انجام شد. کود اسیدهیومیک همراه آب آبیاری به مقدار ۲/۲۵ و ۴/۵ گرم پس از غرقاب شدن کرت مورد استفاده قرار گرفتند. اولین کود آبیاری در مرحله سه‌برگی در تاریخ ۱۴۰۳/۰۱/۱۷، دومین کود آبیاری در مرحله پنجه‌زنی در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۰۷ و سومین کود آبیاری بعد از تشکیل میوه در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۹ انجام شد.

کود سیلیکات‌پتاسیم به‌صورت محلول‌پاشی با مقادیر ۲ و ۴ سی سی در یک لیتر آب اعمال شدند. برای تیمار شاهد محلول‌پاشی با آب مقطر انجام شد. در مرحله سه‌برگی اولین محلول‌پاشی در تاریخ ۱۴۰۳/۰۱/۲۰ اعمال شد. مرحله دوم محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۰۹ و مرحله سوم محلول‌پاشی بعد از تشکیل میوه در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۹ انجام شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذرها برداشت و خشک شدند و خصوصیات بیوشیمیایی بذور اندازه‌گیری شد. میزان فلاونوئیدکل با استفاده از روش رنگ سنجی انجام شد (Chang et al., 2003). میزان فنول‌کل با استفاده از معرف فولین‌سیکالتو و به‌وسیله اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد (Singleton and Rossi, 1965). استخراج اسانس از دانه توسط دستگاه کلونجر انجام گرفت. پس از محاسبه میزان اسانس در دانه، عملکرد آن نیز در واحد سطح (گرم در متر مربع) تعیین گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده و متقابل سیلیکات‌پتاسیم و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد بر میزان فنول معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد بیش‌ترین میزان فنول از تیمار ۴ در هزار سیلیکات‌پتاسیم و ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به‌دست آمد که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار ۲ در هزار سیلیکات‌پتاسیم و ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک نداشت (جدول ۲). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده و متقابل سیلیکات‌پتاسیم و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد بر میزان فلاونوئید معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد که تیمار ۲ در هزار سیلیکات‌پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک دارای بیش‌ترین میزان فلاونوئید بود (جدول ۲).

استفاده از سیلیکات‌پتاسیم در توت فرنگی رقم «Paros» محتوای فلاونوئیدها و فنولیک‌ها را در میوه افزایش داد (Yaghubi et al., 2019) که با یافته‌های ما مطابقت دارد. گزارش شده است که تیمار سیلیکونی منجر به افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیاک لیاز (PAL) شد و در نهایت سنتز ترکیب فنولی را تحت تأثیر قرار داد (Tesfay et al., 2011). در مطالعه اناری انارکی و همکاران (۲۰۱۶) روی انار، استفاده از اسیدهیومیک باعث سنتز ترکیبات فنولی و فلاونوئیدهایی مانند PAL شد و میزان این ترکیبات در میوه‌های تیمار شده با اسیدهیومیک افزایش یافت که دلیل آن را به تغییرات هورمونی و افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در آن نسبت دادند.

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات ساده و متقابل سیلیکات‌پتاسیم و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد بر درصد و عملکرد اسانس بود (جدول ۱). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیش‌ترین درصد اسانس از مصرف ۱۰ کیلوگرم اسیدهیومیک و عدم مصرف سیلیکات‌پتاسیم به‌دست آمد. بیش‌ترین عملکرد اسانس از مصرف ۴ در هزار سیلیکات‌پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک حاصل شد (جدول ۲).

محققین اظهار داشتند که سیلیسیوم در رشد و نمو گیاه می‌تواند باعث بیش‌تر شدن میزان اسانس، بهبود فعالیت فتوسنتزی گیاه شود

که این افزایش می‌تواند منجر به تولید بیش‌تر غده‌های ترشح کننده اسانس در گیاه شود (فراهانی و همکاران، ۱۴۰۰). عیافر و همکاران (Aiyafar et al., 2015) گزارش کردند که افزودن اسیدهیومیک به میزان ۳ کیلوگرم در هکتار منجر به بالاترین درصد اسانس در زیره سیاه شد، در حالی‌که گروه شاهد (بدون اسیدهیومیک) کم‌ترین درصد اسانس را نشان دادند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تیمارهای آزمایش بر صفات مورد بررسی در زیره سبز.

منابع تغییرا	درجه آزادی	فنول	فلاونوئید	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۰/۰۵^{ns}	۱۵/۱۴**	۰/۰۳۸۹ ^{ns}	۰/۰۱۶۴ ^{ns}
سیلیکات‌پتاسیم	۲	۱۴/۰۱**	۳۶/۲۵**	۰/۴۲۳۷**	۰/۰۶۱۹ **
اسیدهیومیک	۲	۱۴/۴۳**	۱۴۴/۰۶۵**	۱/۳۹۴۴ **	۰/۲۳۷۴ **
سیلیکات‌پتاسیم×اسیدهیومیک	۴	۱۲/۳۳**	۱۶/۰۵**	۰/۵۱۹۲ **	۰/۰۴۰۷ **
خطا	۱۶	۱/۳۸	۱/۰۶۹	۰/۰۴۰۳	۰/۰۰۷۲
ضریب تغییرات	–	۱۵/۹۴	۸/۴۶	۱۴/۷۲	۲۴/۴۷

*، ** و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۲- نتایج اثر متقابل تیمارها بر صفات مورد بررسی در زیره سبز.

سیلیکات‌پتاسیم (در هزار)	اسیدهیومیک (کیلوگرم در هکتار)	فنول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	فلاونوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)
۰	۰	۵/۹۳^{cd}	۸/۰۸^{d}	۰/۸ ^{d}	۰/۱۳ ^{d}
	۵	۴/۶۷^{d}	۷/۳۷^{d}	۰/۹۹ ^{cd}	۰/۲۵ ^{cd}
	۱۰	۷/۲۱^{c}	۱۴/۵۶^{bc}	۲/۲۳ ^{a}	۰/۴۴ ^{b}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

منابع

اناری‌انارکی، ب.، قاسم‌نژاد، م. و میغانی، ح. ۱۳۹۵. اثر تغذیه خاکی و برگی هیومیک‌اسید بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۶(۳): ۱۴۳–۱۵۳.

فراهانی، ح.، ساجدی، ن.ع.، مدنی، ح.، چنگیزی، م. و نائینی، م.ر. ۱۴۰۰. تأثیر کاربرد سیلیکات‌پتاسیم بر کارایی مصرف آب، خصوصیات عملکردی و عملکرد اسانس گیاه گل محمدی (*Rosa damascena* Miller) در شرایط تنش کمبود آب. علوم باغبانی ایران، ۵۲(۱): ۱۷۱–۱۸۲.

Abou-Baker, N.H., Abd-Eladl, M. and Abbas, M.M. 2011. Use of silicate and different cultivation practices in alleviating salt stress effect on bean plants. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(9): 769–781.

Aiyafar, S., Poudineh, H.M. and Forouzandeh, M. 2015. Effect of humic acid on qualitative and quantitative characteristics and essential oil of black cumin (*Nigella sativa* L.) under water deficit stress. DAV International Journal of Science, 4(2): 90–102.

Bhatt, J., Kumar, S., Patel, S. and Solanki, R. 2017. Sequence-related amplified polymorphism (SRAP) markers based genetic diversity analysis of cumin genotypes. Annals of Agrarian Science, 15(4): 434–438.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3): 178–182.

Hassan, A.A. 2019. Effects of irrigation water salinity and humic acid treatments on caraway plants. Journal of Plant Production, 10(7): 523–528.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144–158.

Tesfay, S.Z., Bertling, I. and Bower, J.P. 2011. Effects of postharvest potassium silicate application on phenolics and other antioxidant systems aligned to avocado fruit quality. Postharvest Biology and Technology, 60(2): 92–99.

Yaghubi, K., Vafaee, Y., Ghaderi, N. and Javadi, T. 2019. Potassium silicate improves salinity resistance and affects fruit quality in two strawberry cultivars grown under salt stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50(12): 1439–1451.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of humic acid and potassium silicate fertilizers on biochemical properties and essential oil of cumin

Leila Asadollahi[1] Mohammad Hossein Aminifard[1*] and Hassan Bayat[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran
[*]*Corresponding Author: mh.aminifard@birjand.ac.ir*

Abstract

Cumin is one of the most important and economical medicinal plants in the arid and semi-arid regions of the country. In order to investigate the effect of humic acid and potassium silicate on the biochemical properties and essential oil of cumin, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the research farm of the Faculty of Agriculture of the University in 1402. The first factor included humic acid at three levels (0, 5 and 10 kg/ha) and the second factor was potassium silicate at three levels (0, 2 and 4 per thousand). Humic acid fertilizer was applied with irrigation water at the three-leaf stage, tillering and after fruit formation of cumin. Potassium silicate fertilizer was applied as a foliar spray at the three-leaf stage, tillering and after fruit formation of cumin. The results of statistical analysis of the treatments indicated a significant effect of the treatments used on the amount of phenol, flavonoid, percentage and yield of essential oil. The highest amount of phenol (94.9 mg/g dry weight) was obtained from the application of 4 per thousand potassium silicate and 5 kg/ha humic acid, flavonoid (17.29 mg/g dry weight) from the application of 2 per thousand potassium silicate and 10 kg/ha humic acid, essential oil percentage (2.23) from the non-foliar application of potassium silicate and 10 kg of humic acid, and essential oil yield (0.70 g/m pasture) from the application of 4 per thousand potassium silicate and 10 kg of humic acid. Therefore, according to the findings of this study, it seems that humic acid and potassium silicate treatments have a significant effect on the biochemical characteristics and essential oil production of cumin.

Keywords: Medicinal plants, Nutrition, Organic fertilizer, Potassium, Silica.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ویژگی‌های کیفی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.)

فرزانه بهادری[1*]، سیده نرگس سیادت‌پور[1] و محمدمهدی قبیله[1]
۱- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران
*نویسنده مسئول: *f.bahadori@areeo.ac.ir*

چکیده

آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) یکی از گیاهان دارویی پرمصرف و باارزش است که به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فعال مانند اسانس‌ها، فنل‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، کاربردهای گسترده‌ای در صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و آرایشی دارد. بهبود کیفیت و افزایش میزان این ترکیبات مؤثره می‌تواند موجب ارتقاء ارزش دارویی و اقتصادی این گیاه شود. یکی از روش‌های مؤثر برای افزایش کیفیت مواد مؤثره در گیاهان دارویی، تغذیه صحیح گیاه با استفاده از عناصر ریزمغذی از طریق محلول‌پاشی برگی است. در این پژوهش، تأثیر محلول‌پاشی سه عنصر ریزمغذی آهن(Fe) ، روی (Zn) و منگنز (Mn) بر برخی ویژگی‌های کیفی آویشن باغی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل محلول‌پاشی سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منگنز، ترکیب سه‌گانه این عناصر (با غلظت ۳ در هزار) و تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی بود. محلول‌پاشی در دو مرحله رشد گیاه، یعنی رویشی و گلدهی، انجام گرفت. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی در مرحله رشد رویشی اثرگذاری بیشتری بر صفات کیفی نسبت به مرحله گلدهی دارد. تیمار روی (Zn) بیشترین افزایش را در میزان اسانس ایجاد کرد و تیمار ترکیبی (Fe+Zn+Mn) منجر به بالاترین میزان آنتوسیانین شد. با اینکه میانگین فنل کل بین تیمارها متفاوت بود، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در مجموع، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی، به‌ویژه در مراحل اولیه رشد، می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر برای ارتقاء کیفیت و افزایش ترکیبات مفید در آویشن باغی توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، آویشن باغی، ریزمغذی‌ها، محلول‌پاشی.

مقدمه

آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که به دلیل دارا بودن ترکیبات ارزشمندی مانند تیمول، کارواکرول و سایر فنل‌ها، کاربردهای گسترده‌ای در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی دارد. کیفیت و کمیت مواد مؤثره این گیاه تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی و تغذیه گیاه قرار می‌گیرد.

در سال‌های اخیر، کمبود عناصر ریزمغذی در خاک‌های کشاورزی ایران، به ویژه در مناطق آهکی، به یک چالش مهم تبدیل شده است. این کمبودها می‌تواند تأثیر منفی بر رشد و تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی داشته باشد. در این میان، عناصری مانند آهن، روی و منگنز نقش کلیدی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه ایفا می‌کنند (Lilay *et al*., 2024).

کاربرد عناصر ریزمغذی، به‌ویژه در ترکیب با یکدیگر، می‌تواند به‌واسطه نقش آن‌ها در تنظیم آنزیم‌های بیوسنتزی، سنتز کلروفیل و افزایش سطح فتوسنتز، باعث بهبود صفات کیفی گیاهان دارویی شود. روی در تولید هورمون‌ها و رشد سلولی، آهن در ساختار آنزیم‌های تنفسی و منگنز در فتوسیستم II نقش داشته و حضور آن‌ها در زمان رشد رویشی که گیاه بیشترین فعالیت متابولیکی را دارد، منجر به جذب مؤثرتر و پاسخ مثبت‌تر گیاه می‌شود (Heidari *et al*., 2008).

آهن به عنوان یک کوفاکتور در سنتز کلروفیل و سیستم‌های آنزیمی دخیل در تنفس و فتوسنتز عمل می‌کند. روی در سنتز پروتئین‌ها و هورمون‌های رشد گیاهی نقش دارد و منگنز نیز در فعال‌سازی بسیاری از آنزیم‌ها و به ویژه در فتوسیستم II مؤثر است. با توجه به اهمیت

این عناصر، روش محلول‌پاشی به عنوان یک راهکار مؤثر برای جبران کمبودهای تغذیه‌ای پیشنهاد شده است (Ram *et al*., 2000؛ Saeedi, 2008).

هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر محلول‌پاشی جداگانه و ترکیبی این عناصر بر برخی ویژگی‌های کیفی آویشن باغی و همچنین تعیین بهترین مرحله رشد گیاه برای کاربرد این ریزمغذی‌ها بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه خدمات ترویجی شهمیرزاد استان سمنان با اقلیم نیمه‌خشک سرد و میانگین بارندگی سالانه ۲۴۵ میلی‌متر و ارتفاع ۱۹۰۰ متر از سطح دریا و خاکی با بافت لومی‌شنی و pH برابر ۷/۸ انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار طراحی شد. فاکتور اول نوع ریزمغذی (شاهد، Fe، Zn، Mn، و ترکیب سه‌گانه) و فاکتور دوم زمان محلول‌پاشی (مرحله رشد رویشی و مرحله گلدهی) بودند. نشاءها در خزانه تهیه و در فصل رشد به زمین اصلی منتقل شدند. عملیات داشت شامل آبیاری منظم و مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز بود. محلول‌پاشی با نازل مخروطی در ساعات خنک صبحگاهی و در هوای آرام انجام گرفت. حجم محلول مصرفی برای هر کرت ۲ لیتر بود. صفات مورد بررسی شامل عملکرد اسانس (با استفاده از دستگاه کلونجر)، فنل کل (با روش فولین-سیوکالتو بر اساس استاندارد گالیک اسید) و آنتوسیانین (با طیف‌سنجی در طول موج ۵۳۰ نانومتر) بود. داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۲ تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع ریزمغذی، زمان محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد اسانس در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، اثر نوع ریزمغذی و اثر متقابل آن با زمان محلول‌پاشی بر آنتوسیانین معنی‌دار بود. در خصوص فنل کل، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری مشاهده نشد (جدول ۱-۱).

جدول ۱ - جدول تجزیه واریانس صفات کیفی آویشن باغی.

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات		
		فنل	اسانس	آنتوسیانین
تکرار	۲	۰/۲۲۳	۰/۰۰۱	۰/۳۷۴
زمان محلول پاشی	۱	۰/۲۵۹	۲/۴۱۸*	۰/۰۶۸
ریزمغذی‌ها	۴	۰/۲۷۲	۰/۹۵۴**	۳/۷۲۲**
شرایط × ریزمغذی‌ها	۴	۰/۴۴۴	۱/۰۴۹**	۱/۹۹۸*
خطا	۱۸	۰/۱۷۸	۰/۰۶۵	۰/۶۴۴
ضریب تغییر		۱۹/۶۳	۲۵/۶۴	۱۱/۲۴

$P\leq 0/05$*; $P\leq 0/01$**

بیشترین میزان اسانس در تیمار روی در مرحله رشد رویشی (۲/۷۱۷ میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم ماده خشک) و بالاترین مقدار آنتوسیانین در تیمار ترکیبی Zn+Fe+Mn در مرحله رشد رویشی (۸/۹۳۰ واحد) مشاهده شد. در بررسی زمان محلول‌پاشی، مرحله رشد رویشی نسبت به گلدهی باعث افزایش معنی‌دار در صفات اسانس و آنتوسیانین شد. این یافته با نتایج رام و همکاران که گزارش کردند محلول‌پاشی با ریزمغذی‌ها باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی می‌شود، همخوانی دارد.

برتری مرحله رشد رویشی در پاسخ به محلول‌پاشی را می‌توان به فعالیت متابولیکی بالاتر گیاه در این مرحله و جذب بهتر عناصر از طریق برگ‌های جوان نسبت داد. این نتیجه با یافته‌های سعیدی که گزارش کردند جذب عناصر در مراحل اولیه رشد بیشتر است، مطابقت دارد (Saeedi, 2008 ؛Ram et al., 2000).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به‌ویژه در مرحله رشد رویشی، تأثیر معناداری بر افزایش کیفیت ترکیبات ثانویه مانند اسانس و آنتوسیانین در آویشن باغی دارد. بیشترین میزان اسانس در تیمار روی (Zn) مشاهده شد که این موضوع احتمالاً ناشی از نقش کلیدی روی در تحریک مسیرهای بیوسنتزی ترکیبات فرار از طریق فعال‌سازی آنزیم‌های مرتبط مانند ترپن سنتازها می‌باشد (Cakmak, 2000). همچنین تیمار ترکیبی Fe+Zn+Mn در مرحله رشد رویشی بیشترین مقدار آنتوسیانین را تولید نمود که نشان می‌دهد این عناصر با اثر هم‌افزایی در سنتز ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی مؤثرند.

مطالعات پیشین نیز بر این موضوع تأکید داشته‌اند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی می‌تواند موجب افزایش سنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی گردد. به‌عنوان نمونه، گزارش شده است که محلول‌پاشی Zn و Mn در گیاه نعناع باعث افزایش محتوای منتول و فنل‌ها شده است. به نظر می‌رسد که در مرحله رشد رویشی، برگ‌های جوان‌تر با داشتن ساختار پوستی نازک‌تر و فعالیت متابولیکی بالاتر، ظرفیت جذب بیشتری نسبت به برگ‌های بالغ دارند و این موضوع در کارایی محلول‌پاشی مؤثر است (Marschner, 2012).

نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر میزان فنل کل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. به نظر می‌رسد تولید ترکیبات فنلی در گیاهان تحت تأثیر عوامل پیچیده‌ای مانند خصوصیات ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و میزان تنش‌های زیستی و غیرزیستی قرار دارد. در شرایط بدون تنش یا در خاک‌هایی که از نظر مواد آلی غنی هستند، ممکن است مصرف ریزمغذی‌ها تأثیر محسوسی بر میزان فنل کل نداشته باشد (Taiz *et al*., 2015). همچنین برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سنتز ترکیبات فنلی عمدتاً در پاسخ به تنش‌های اکسیداتیو یا کمبود منابع اتفاق می‌افتد، در حالی که در شرایط مطلوب، گیاهان تنها سطح پایه‌ای از این ترکیبات را حفظ می‌کنند (Grace, 2005).

با توجه به این یافته‌ها، توصیه می‌شود محلول‌پاشی ترکیبی عناصر آهن، روی و منگنز به‌ویژه در مرحله رشد رویشی در برنامه‌های تغذیه‌ای تولیدکنندگان گیاهان دارویی قرار گیرد. همچنین بررسی‌های ژنتیکی و بیوشیمیایی بیشتر برای روشن شدن مکانیسم‌های دقیق تأثیر این عناصر بر سنتز متابولیت‌های ثانویه می‌تواند مسیر توسعه روش‌های بهینه‌سازی کیفیت را هموار سازد.

منابع

Heidari, F., Bahadoran, M. and Sadeghi, H. 2008. Effect of micronutrient foliar spray on medicinal plants. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 15–22.

Lilay, G.H., Thiébaut, N., du Mee, D., Assunção, A.G.L., Schjoerring, J.K., Husted, S. and Persson, D.P. 2024. Linking the key physiological functions of essential micronutrients to their deficiency symptoms in plants. New Phytologist, 242: 881–902.

Ram, M., Ram, D. and Singh, S. 2000. Effect of foliar application of Mn and Zn on menthol content in peppermint. Journal of Medicinal Plants, 12(3): 45–52.

Saeedi, M. 2008. The effect of micronutrients on growth and essential oil content of medicinal plants. PhD thesis, University of Tehran.

Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytologist, 146(2): 185–205.

Marschner, H. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M. and Murphy, A. 2015. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sinauer Associates.

Grace, S.C. 2005. Phenolics as antioxidants. In: Smirnoff, N. (Ed.), *Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants*, pp. 141–168. Blackwell Publishing.

Effect of Foliar Application of Micronutrients on the Quality Traits of Garden Thyme (*Thymus vulgaris* L.)

Farzane Bahadori[1*], Sayedeh Narges Siadatpour[1] and Mohammadmahdi Ghabileh[1]
1. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Semnan, Iran
Corresponding Author: f.bahadori@areeo.ac.ir

Abstract

Garden thyme (*Thymus Vulgaris* L.) is one of the most widely used and valuable medicinal plants due to its active compounds such as essential oils, phenolics, and antioxidants. These compounds have broad applications in the food, pharmaceutical, hygiene, and cosmetic industries. Improving the quality and quantity of these bioactive compounds can enhance the medicinal and economic value of the plant. One effective method for increasing the concentration of such compounds in medicinal plants is proper plant nutrition through foliar application of micronutrients. This study aimed to investigate the effects of foliar application of three micronutrients iron (Fe), zinc (Zn), and manganese (Mn)—on certain qualitative traits of garden thyme. The experiment was conducted as a factorial based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications in the field. The treatments included foliar spraying of iron sulfate, zinc sulfate, manganese sulfate, a combination of the three elements (each at a concentration of 3‰), and a control with no spraying. Foliar applications were carried out at two growth stages: vegetative and flowering. The results indicated that foliar application during the vegetative stage had a greater impact on improving quality traits compared to the flowering stage. Zinc (Zn) treatment led to the highest increase in essential oil content, while the combined treatment (Fe+Zn+Mn) resulted in the highest anthocyanin accumulation. Although the average total phenol content varied among treatments, the differences were not statistically significant. Overall, foliar application of micronutrients, particularly during early growth stages, can be considered an effective strategy to enhance the quality and increase the beneficial compounds in Garden thyme.

Keywords: Essential oil, Foliar feeding, Garden thyme, Micronutrients.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و مورفوفیزیولوژیک در ریحان تحت تیمارهای نوری مختلف همراه با محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک

سروش تفاخری[۱]، وحید اکبرپور[۲*] و محمد کاظم سوری[۲]

۱- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

*نویسنده مسئول: *v_akbarpour60@yahoo60.com*

چکیده

ریحان محصول فصل گرم و یک گیاه سبزی–دارویی ارزشمند می‌باشد. به منظور بررسی پاسخ‌های رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه ریحان به تیمارهای نوری مختلف همراه با محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک، آزمایشی به‌صورت گلدانی در سال ۱۴۰۳ به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل طیف‌های مختلف نور LED در سه نسبت نور آبی به قرمز (۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵) و نور کامل (FFFF) بود. فاکتور فرعی کاربرد اسیدآسکوربیک در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که تیمار اسیدآسکوربیک همراه با نور قرمز–آبی (۲۵:۷۵) منجر به افزایش حدود ۱۲ درصدی کلروفیل a شد. بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به نور قرمز–آبی (۷۵:۲۵) همراه با محلول‌پاشی بوده است. تیمار طیف نوری آبی–قرمز (۵۰:۵۰) همراه تیمار اسیدآسکوربیک باعث افزایش ۱۷ درصدی کاروتنوئید شد. بیشترین میزان ارتفاع ساقه و وزن‌تر و خشک بوته در نور قرمز–آبی (۷۵:۲۵) مشاهده شد. به‌طورکلی، کاربرد هم‌زمان طیف‌های نوری قرمز–آبی همراه با اسیدآسکوربیک می‌تواند موجب بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک شده و از نظر اقتصادی قابل توجیه باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدآسکوربیک، خصوصیات مورفوفیزیولوژیک، ریحان، کارخانه تولیدات گیاهی.

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum*) به‌عنوان محصول فصل گرم و یکی از گیاهان سبزی- دارویی ارزشمند بوده که به‌صورت علفی، یک‌ساله، معطر دارای ساقه منشعب از قاعده به ارتفاع ۱۵ تا ۴۵ سانتی‌متر و متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است (امیدبیگی، ۱۳۹۰). بین عوامل محیطی نور مهم‌ترین عامل است که بر روی رشد، نمو و غلظت مواد مغذی و همچنین بیان ژن و تنظیم آنزیم‌ها تأثیر می‌گذارد. در پژوهشی نورهای LED قرمز+آبی در ژنوتیپ سبز و LED قرمز در ژنوتیپ بنفش با تقویت مکانیسم‌های حمایتی مانند کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و رنگیزه‌های فتوسنتزی، در بهبود وضعیت گیاه ریحان در هر دو شرایط شاهد نوری و شوری نقش بسزایی داشته‌اند (رفیعی و همکاران، ۱۴۰۲). نتایج آزمایش نشان داد که استفاده همزمان اسیدسالسیلیک و اسیدآسکوربیک یا صورت مجزا یا به صورت در تنش سرب در ریحان که باعث کاهش میزان کلروفیل شده منجر به افزایش قابل توجه کلروفیل و باعث کاهش فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شد (قیصری و همکاران، ۱۳۹۴). این تحقیق با هدف بررسی اثر همزمان اسید آسکوربیک و نورهای مختلف بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۴۰۳ در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی انجام گرفت. فاکتور اصلی، طیف‌های مختلف نور LED، در سه نسبت نور آبی به قرمز شامل BBBR-BBRR-BRRR و نور کامل (FFFF) بود نور قرمز (۶۶۰ نانومتر) و نور آبی (۴۴۰ نانومتر)، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در هر شبانه‌روز بودند. فاکتور فرعی شامل کاربرد اسید آسکوربیک در دو سطح

(کاربرد و عدم کاربرد) بود. اسیدآسکوربیک در غلظت ۰/۵ در هزار (نیم) و به صورت برگی هفتگی محلول پاشی شد. همچنین تغذیه به صورت کود آبیاری با محلول هوگلند انجام شد. جهت اندازه‌گیری رنگیزه‌ها، از حلال متانول به روش (Carter and knapp, 2001) استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه ریحان تحت تیمارهای طیف‌های نوری و اسیدآسکوربیک نشان می‌دهد که اثر متقابل این دو تیمار بر ارتفاع ساقه، کلروفیل a و b و کاروتنوئید در سطح اختلاف معنی‌داری پنج درصد همچنین وزن خشک بوته در سطح یک درصد بود. همچنین تیمار طیف نوری در ارتفاع ساقه، وزن خشک بوته،کاروتنوئید،کلروفیل a و b منجر به اختلاف سطح معنی‌داری یک درصد شد. تیمار اسیدآسکوربیک، در ارتفاع ساقه، کلروفیل a و b باعث اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد شد (جدول ۱).

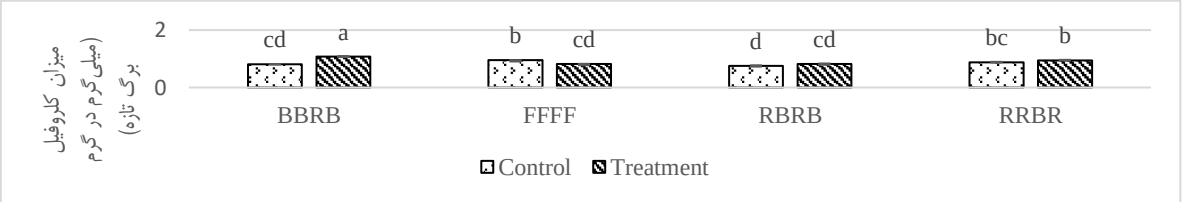
جدول ۱- تجزیه واریانس رنگیزه‌های فتوسنتزی و صفات مورفوفیزیولوژیک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنویید	ارتفاع ساقه	وزن تر بوته	وزن خشک بوته
بلوک(r)	۲	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۰۱/۰	۰۰۰۰۳/۰	۳۱/۳۳۰	۱۲/۹۸۰	۰/۰۵۶
طیف‌های نوری	۳	۰۲۸**/۰	۰۳۵**/۰	۰۰۱*/۰	۲۰/۳۸۵**	۱۶/۰۱۱*	۰/۶۷۸**
خطای اصلی	۸	۰۰۱/۰	۰۰۰۲/۰	۰۰۰۲/۰	۳۷/۰۷۳	۸/۴۲۹	۰/۱۰۷
طیف‌های نوری *اسیدآسکوربیک	۳	۰۴**/۰	۰۰۷**/۰	۰۰۲**/۰	۲۶/۴۶۰*	۵۱/۸۰۳**	۰/۵۷۰**
اسیدآسکوربیک	۱	۰۲۸**/۰	۰۰۹**/۰	۲۰ns/۱	۳۸/۶۲۸**	۴/۲۵۰ ns	۰/۰۴۹ ns
خطا	۸	۰۰۲/۰	۰۰۰۱۸/۰	۰۰۰۲/۰	۲/۳۵۵	۲/۲۵۰	۰/۰۱۶
ضریب تغییرات (٪)		۴۳/۴	۹۷/۱۶	۴۸/۶	۵/۴۶	۱۸/۵۸	۱۵/۷۱

**، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

میزان کلروفیل a و b

مقایسات میانگین اثر متقابل در این صفت نشان داد که تیمارطیف نور آبی-قرمز (۷۵:۲۵) همراه با محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک باعث افزایش ۱۲ درصدی میزان کلروفیل a نسبت به نور کامل گردید (شکل ۱). تیمار طیف نوری قرمز-آبی (۷۵:۲۵) و محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک نشان از افزایش ۵۳ درصدی میزان کلروفیل b نسبت به گیاهان شاهد در نور کامل دارد (شکل ۲). آزمایش‌ها نشان داد که بالاترین میزان کلروفیل a و b در ریحان با تیمار نور قرمز+آبی و نور آبی بود دلیل این امر می‌تواند این باشد که این نورها جذب رنگدانه‌های اصلی فتوسنتزی می‌شوند و مقدار آنها رو زیاد می‌کنند (رفیعی و همکاران، ۱۴۰۲). قیصری و همکاران (۱۳۹۴)، بیشترین میزان بدست آمده کلروفیل در ریحان با حضور اسیدآسکوربیک بود. لذا به نظر می‌رسد اسیدآسکوربیک به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی، از رادیکال‌های آزاد اکسیژن و به دنبال آن تخریب غشای کلروپلاستی جلوگیری کند.



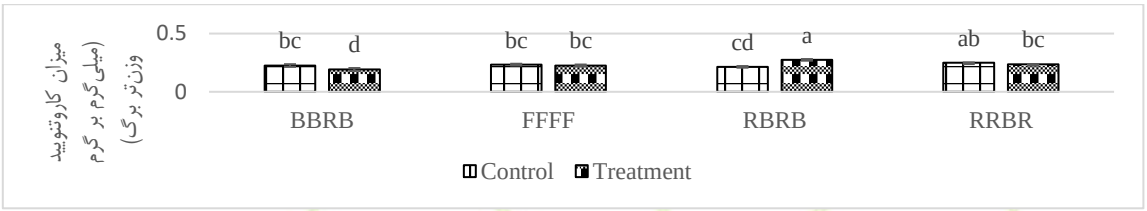
شکل ۱- اثر متقابل طیف‌های نور واسیدآسکوربیک بر میزان کلروفیل a.



شکل ۲- اثر متقابل اسیدآسکوربیک و طیف‌های نوری بر میزان کلروفیل b.

کاروتنویید

اثر متقابل دو تیمار طیف‌های نوری و اسیدآسکوربیک نشان داد که تیمار طیف نوری آبی—قرمز (۵۰:۵۰) همراه با تیمار اسیدآسکوربیک به صورت برون‌زا باعث افزایش ۱۷ درصدی نسبت به گیاهان شاهد در نور کامل شد (شکل ۳).

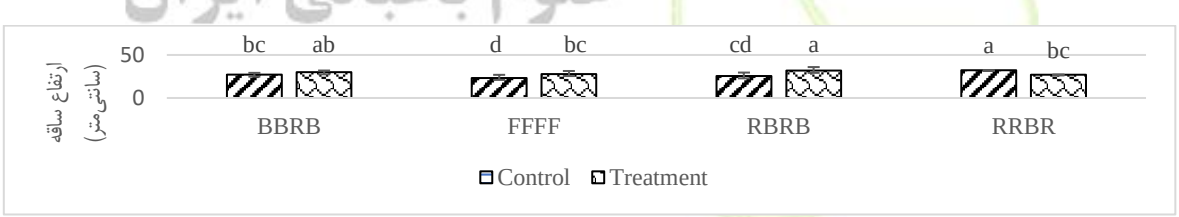


شکل ۳- اثر متقابل طیف‌های نوری و اسیداسکوربیک بر میزان کاروتنویید ریحان.

نتایج تحقیقات نشان داد نور قرمز در گیاه بادرنجبویه سبب افزایش میزان کاروتنوئید گردید (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). دلیل این امر، نور آبی و قرمز که به شدت توسط رنگدانه‌های کاروتنوئیدی جذب می‌شوند باعث افزایش دهانه روزنه و کنترل یکپارچگی پروتئین کلروپلاست می‌شود (رفیعی و همکاران، ۱۴۰۲). در دیگر پژوهشی بیان شد که محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک بر گیاه ریحان باعث افزایش کاروتنوئید شد، دلیل این افزایش، تیمار برون‌زای اسیدآسکوربیک می‌تواند با حفظ فتوسنتز و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی شود (یدالهی و همکاران، ۱۳۹۵).

ارتفاع ساقه

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار طیف نوری و اسید آسکوربیک بر ارتفاع ساقه نشان داد که بیشترین ارتفاع مربوط به گیاهان شاهد رشد یافته در حضور طیف نوری قرمز-آبی (۷۵:۲۵) بود (شکل ۴). نتایج تحقیقات نشان داد که نور قرمز بطور کلی ارتفاع گیاهان و رشد را افزایش می‌دهد (Hosseini *et al.*, 2019).



شکل ۴-اثر متقابل تیمار اسیدآسکوربیک و طیف‌های نوری بر ارتفاع ساقه ریحان.

وزن‌تر بوته و وزن خشک بوته

مقایسه میانگین در طیف‌های نوری نشان داد که بیشترین اختلاف معنی‌داری در نور قرمز-آبی (۷۵:۲۵) بود اثر ساده مقایسه میانگین نشان داد که نور آبی-قرمز (۷۵:۲۵) بیشترین وزن خشک را بین طیف‌های نوری داشتند (جدول ۲). نتایج رفیعی و همکاران (۱۴۰۲)، در مطالعه‌ای بر گیاه ریحان در شرایط نوری نشان دادند که بیشترین وزن‌تر و خشک ریحان در ترکیب نورهای قرمز و آبی و نور آبی بدست آمد دلیل افزایش وزن تر و خشک، اثرگذاری فتوترپین‌ها و فیتوکروم‌ها در تشکیل کلروفیل، باز شدن روزنه و فعالیت فتومورفوژنز می‌باشد. مقایسه

میانگین اثر ساده برای تیمار اسیدآسکوربیک نشان داد که این تیمار می‌تواند باعث افزایش ۴۴ درصدی وزن بوته نسبت به شاهد گردد گیاهان محلول‌پاشی شده با اسیدآسکوربیک دارای وزن خشک بیشتری نسبت به شاهدها بودند (جدول ۳). پژوهشگران دریافتند در گیاه بابونه آلمانی در شرایط تنشی با اعمال تیمار برون‌زا اسیدآسکوربیک بیشترین وزن ماده خشک گیاه بدست آمد. اسیدآسکوربیک با افزایش جذب نیتروژن از طریق سنتز مالات و تبادل آن با نیترات می‌تواند به افزایش رشد گیاه کمک کند در نتیجه باعث افزایش وزن تر و خشک گیاه می‌گردد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ساده تیمار طیف‌های نوری.

تیمار اصلی	وزن تر بوته (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)
BBRB	۱/۰۸^{ab}	۱/۱۹^{a}
FFFF	۰/۶۶^{b}	۰/۴^{d}
RBRB	۱/۸۳^{ab}	۰/۷^{c}
RRBR	۱/۰۳^{a}	۰/۹۵^{b}

در هرستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر ساده اسیدآسکوربیک.

تیمار فرعی	وزن تر بوته (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)
عدم محلول‌پاشی	۶/۶^{b}	۰/۶۶^{b}
محلول‌پاشی	۹/۵۴^{a}	۰/۹۷^{a}

در هرستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند

منابع

احمدی، ط.، شبانی، ل. و سبزعلیان، م.ر. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نور LED بر شاخص‌های رشد و محتوای رزمارینیک اسید در بادرنجبویه. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۶(۲۱): ۲۱۳–۲۲۲.

امیدبیگی، ر. ۱۳۹۰. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، چاپ ششم. مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۹۷ ص. شماره نشر ۱۴۹.

حیدری‌زاد، پ.، زاهدی، م. و سبزعلیان، م. ۱۳۹۳. تأثیر نور LED بر عملکرد گیاه، درصد اسانس و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در نعناع فلفلی. فرآیند و کارکردهای گیاهی، ۳(۸): ۱۳–۲۴.

خزایی، م.، رفیعی، ف.، سبزعلیان، م. و هوشمند، س. ۱۴۰۰. تأثیر طیف‌های نور مختلف LED بر صفات مورفوفیزیولوژیک سه گونه نعناع. مجله علمی پژوهشی علوم باغبانی ایران، ۵۲(۲): ۴۶۱–۴۷۱.

رفیعی، م.، شبانی، ل. و سبزعلیان، م. ۱۴۰۲. بررسی تأثیر پرایمینگ با نور LED بر شاخص‌های رشد، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و میزان ترکیبات فنلیک کل در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت تنش شوری. مجله علمی پژوهشی فرآیند و کارکردهای گیاهی، ۱۲(۵۴): ۲۵۹–۲۷۴.

فتحی، ا.، فولادوند، س.، عسکری، ف.، ایمانی، م. و مهدی‌نیا، ج. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر شوری و اسید اسکوربیک بر خصوصیات رشدی بابونه آلمانی (*Chamomilla recutita*). مجله علمی پژوهشی در حاشیه کویر، ۱۱(۳): ۱۹۷–۲۰۸.

قیصری، س.، نعمت‌پور، ف. و افشار، ا. ۱۳۹۴. اثر سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت تنش سرب. پژوهش‌های گیاهی، ۲۸(۴): ۸۱۴–۸۲۵.

Carter, G.A. and Knapp, A.K. 2001. Leaf optical properties in higher plants: Linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. American Journal of Botany, 88(1): 677–684.

Hosseini, A., Zare Mehrjerdi, M., Aliniaeifard, S. and Seif, M. 2019. Photosynthetic and growth responses of green and purple basil plants under different spectral compositions. Physiology and Molecular Biology of Plants, 25(3): 741–752.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Photosynthetic Pigments and Morphophysiological Responses of Basil (*Ocimum basilicum* L.) under Different Light Regimes Combined with Ascorbic Acid Foliar Application

Soroush Tafakhori[1], Vahid Akbarpour[2*] and Mohammad Kazem Souri[2]

1. Horticultural Sciences and Engineering Department, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari
2. Horticultural Sciences and Engineering Department, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari

[*]Corresponding author: v_akbarpour60@yahoo.com

Abstract

Basil is a warm-season crop and a valuable vegetable–medicinal plant. Since this plant faces light deficiency during the cold season, a pot experiment was conducted in 2024 to evaluate the responses of photosynthetic pigments in basil to different light treatments combined with foliar application of ascorbic acid. The experiment was arranged as a split-plot based on a randomized complete block design with three replications. The main factor consisted of different LED light spectra with three blue:red light ratios (25:75, 50:50, 75:25) and full-spectrum white light (FFFF). The sub-factor included ascorbic acid application at two levels (application and non-application). The results showed that the ascorbic acid treatment combined with red-blue light (25:75) led to about a 12% increase in chlorophyll a content. The highest chlorophyll b content was observed under red-blue light (75:25) with foliar spraying. The red-blue light (50:50) treatment combined with ascorbic acid resulted in a 17% increase in carotenoid content. The tallest plants and the highest fresh weight were recorded under the 75:25 red-blue light treatment. In addition, this light spectrum also resulted in the highest dry weight. Overall, the simultaneous application of red-blue light spectra along with ascorbic acid can improve morphophysiological traits and be economically beneficial.

Keyword: Ascorbic acid, Basil, Morphophysiological traits, Plant production factory.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی جلبک دریایی و ساکارز بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی ریحان

عارفه خوشنودی آبرودی[۱]، وحید اکبرپور[۲*]، محمدعلی بهمنیار[۳] و محبوبه آشناور[۴]

۱- دانشگاه غیرانتفاعی سنا ساری، ساری، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان ایران
*نویسنده مسئول: *v_akbarpour60@yahoo60.com*

چکیده

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی دارویی و معطر از خانواده نعناعیان است که به‌دلیل ترکیبات فعال زیستی، در صنایع دارویی و غذایی کاربرد گسترده‌ای دارد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر عصاره جلبک دریایی به‌عنوان یک کود آلی نوین و ساکارز به‌عنوان منبع کربوهیدرات مؤثر در رشد، بر صفات فیتوشیمیایی گیاه ریحان انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طراحی و اجرا گردید. تیمارها شامل سطوح مختلف کود مایع جلبک دریایی در چهار سطح صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر (به ترتیب A_0، A_1، A_2 و A_3) و عصاره ساکارز در چهار سطح صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ گرم در لیتر (به‌ترتیب S_0، $S_{2.5}$، S_5 و $S_{7.5}$) بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل این دو عامل بر آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل و فلاونوئید در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۶۴/۴۶ درصد) در تیمار $A_1S_{7.5}$، آنتوسیانین (۱۰/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در تیمار $A_3S_{2.5}$ و برای فنل و فلاونوئید در تیمار $A_2S_{7.5}$ مشاهده شدند. به‌طور کلی، کاربرد همزمان جلبک دریایی و ساکارز تأثیرات مثبت و معنی‌داری بر خصوصیات ریحان داشت.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، ریحان، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید، فنل.

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum L.*) گیاهی علفی و معطر از خانواده نعناعیان است که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، به‌ویژه آسیا، آفریقا و مدیترانه کشت می‌شود. این گیاه به‌دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال مانند فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و فنل‌ها، دارای خواص دارویی از جمله اثرات ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی است. ریحان همچنین در طب سنتی برای درمان سردرد، مشکلات گوارشی و عفونت‌های پوستی کاربرد دارد (Kamelnia et al., 2023).

جلبک‌های دریایی به‌عنوان محرک‌های زیستی، از طریق فعال‌سازی مسیرهای مولکولی گوناگون، موجب تقویت رشد و افزایش مقاومت گیاهان می‌شوند. این ترکیبات با تحریک مسیرهای هورمونی مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با رشد و پاسخ به تنش، و همچنین تعدیل متابولیسم گیاهی، توانایی گیاه را در مقابله با تنش‌های زیستی و غیرزیستی مانند خشکی و شوری بهبود می‌بخشند. این فرایندها نقش مهمی در ارتقای بهره‌وری گیاهان در چارچوب کشاورزی پایدار ایفا می‌کنند (Sujeeth et al., 2022). در مطالعه El-Naggar و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در ترکیب با مخمر خشک فعال بر گیاه ریحان، موجب بهبود رشد گیاه و افزایش مقدار و کیفیت اسانس آن گردید؛ به‌ویژه سبب افزایش درصد ترکیباتی نظیر لینالول و استراگول شد.

ساکارز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) به‌عنوان محصول اصلی فتوسنتز، نقش محوری در انتقال کربوهیدرات‌ها در گیاه دارد. افزون بر نقش تغذیه‌ای، ساکارز به‌عنوان مولکولی سیگنال‌دهنده در تنظیم رشد، نمو و پاسخ به تنش‌های محیطی عمل می‌کند. این اثر از طریق کنترل بیان ژن‌ها، فاکتورهای رونویسی و فعالیت آنزیم‌ها صورت می‌گیرد و مسیرهایی مانند SnRK1 در این فرآیند نقش دارند. ساکارز در مجموع به هماهنگی میان وضعیت انرژی و فرآیندهای رشدی گیاه کمک می‌کند (Yoon et al., 2021).

افزودن ساکارز می‌تواند به عنوان یک استراتژی مؤثر برای بهبود رشد گیاه و کیفیت تغذیه‌ای ریحان در سیستم‌های کشت بدون خاک مورد استفاده قرار گیرد (Karataş and Vachouscova, 2023). این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف جلبک دریایی و ساکارز بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی گیاه ریحان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و ساکارز بر برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی ریحان، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌ای واقع در شهرستان نیشابور در سال زراعی ۱۴۰۱ اجرا شد. شرایط محیطی گلخانه شامل دمای °C ۱۸–۲۵، طول روز ۱۰ ساعت و رطوبت نسبی ۵۰–۷۰٪ بود. فاکتور اول شامل عصاره جلبک دریایی مورال کلپ (*Ascopyhllum nodosum*) در چهار سطح صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر (به ترتیب A_0، A_1، A_2 و A_3) و فاکتور دوم ساکارز در چهار سطح صفر، ۲.۵، ۵ و ۷.۵ گرم در لیتر (به‌ترتیب S_0، $S_{2.5}$، S_5 و $S_{7.5}$) بود.

تیمارها به‌صورت محلول‌پاشی برگی در مرحله ۵ تا ۶ برگی و در سه نوبت با فاصله ۱۰ روز تا قبل از گلدهی اعمال شدند. اعمال تیمارهای متقاطع با فاصله یک روز انجام گرفت. بذرها در کرت‌هایی به ابعاد ۱×۱ متر به‌صورت ردیفی کشت و آبیاری به‌روش قطره‌ای انجام شد. در پایان مرحله رشد رویشی (پس از ۴۰ روز)، به‌منظور اندازه‌گیری صفات فیتوشیمیایی نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. صفات فیتوشیمیایی گیاه ریحان، شامل میزان آنتوسیانین از روش واگنر (Wagner, 1979) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل نمونه‌ها با استفاده از روش DPPHارزیابی شد (Lee et al., 2003). همچنین، محتوای فلاونوئید به روش شیمیایی آلومینیوم کلراید طبق استانداردهای موجود اندازه‌گیری شد (Singleton et al., 1999). برای تعیین میزان فنل کل، از روش فولین–سیوکالتیو استفاده شده است (Slinkard and Singleton, 1997). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹ و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از روش دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول ۱، اثر متقابل محلول‌پاشی جلبک و ساکارز بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید.

براساس نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۲)، بالاترین میزان برای آنتوسیانین (۱۰/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در تیمار $A_3S_{2.5}$، فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۶۴/۴۶ درصد) در $A_1S_{7.5}$، فنل (۱/۶۰ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک) و فلاونوئید (۱/۳۲ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) نیز در کاربرد با $A_2S_{7.5}$ بدست آمده است. همچنین کمترین مقادیر برای صفات مذکور در محلول‌پاشی تیمار شاهد A_0S_0 بوده است.

جدول ۱– تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی جلبک دریایی و ساکارز بر برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی ریحان.

منابع تغییرات	درجه آزادی	آنتوسیانین	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فنل	فلاونوئید
تکرار	۲	۰/۱۵۱^{ns}	۰/۵۸۲^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
جلبک دریایی	۳	۲۵/۱۰۸**	۳۸۹/۵۲۵**	۰/۴۴۳**	۰/۵۰۱**
ساکارز	۳	۱/۳۴۳^{ns}	۳۶۵/۵۹۶**	۰/۱۰۱**	۰/۱۱۳**
جلبک دریایی × ساکارز	۹	۳/۳۸۱**	۳۳۸/۷۵۴**	۰/۰۶۱**	۰/۰۴۲**
خطای آزمایش	۳۰	۰/۵۷۷	۳/۷۶۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۳/۸	۲۹/۴	۱۷/۹	۲۰/۶

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ و غیرمعنی‌دار.

جلبک دریایی با تحریک رشد و افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه از طریق تنظیم هورمون‌های گیاهی و بهبود جذب عناصر غذایی، و ساکارز با ایفای نقش تغذیه‌ای و سیگنال‌دهنده در مسیرهای رشدی و دفاعی، موجب افزایش آنتوسیانین، فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ریحان شد. ساکارز به‌عنوان منبع انرژی و پیش‌ساز گلوکز و فروکتوز، مواد اولیه لازم برای تولید آنتوسیانین‌ها را فراهم می‌کند. این قندها مسیرهای بیوسنتزی را فعال می‌کنند و تولید آنتوسیانین‌ها را افزایش می‌دهند (Pontis and Martínez-Noel, 2013). مطالعات وجودی مهربانی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داده است که کودهای آلی و عصاره جلبک دریایی تأثیر مثبتی بر میزان فنل و فلاونوئید در گیاه همیشه بهار دارند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، محلول‌پاشی ترکیبی عصاره جلبک دریایی و ساکارز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهبود صفات فیتوشیمیایی گیاه دارویی ریحان داشت. افزایش آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در تیمارهای مختلف نشان داد که استفاده هم‌زمان این دو عامل می‌تواند منجر به ارتقاء کیفیت متابولیت‌های ثانویه در ریحان شود. بر این اساس، می‌توان کاربرد جلبک دریایی و ساکارز را به‌عنوان راهکاری زیست‌پایه و مؤثر برای بهبود خواص دارویی و تغذیه‌ای ریحان، به‌ویژه در کشت‌های گلخانه‌ای یا تولید تجاری این گیاه، پیشنهاد کرد.

جدول ۲– مقایسه میانگین اثر متقابل جلبک دریایی و ساکارز بر ویژگی‌های فیتوشیمیایی ریحان.

جلبک دریایی (میلی‌لیتر بر لیتر)	ساکارز (گرم بر لیتر)	آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)	فنل (میلی‌گرم گالیک اسید بر وزن خشک)	فلاونوئید (میلی گرم کوئرسیتین بر وزن خشک)
۰	۰	۰/۴۹^{i} ±۴/۶۹	۰/۴۹^{k} ±۱۷/۶	۰/۰۲^{hi} ±۰/۹۶۳	۰/۰۰۷^{h} ±۰/۶۴۱
	۲/۵	۰/۳۵$^{g-i}$ ±۵/۶۶	۰/۵۲^{de} ±۳۷/۹	۰/۰۳^{i} ±۰/۹۰۸	۰/۰۱^{g} ±۰/۷۰۴
	۵	۰/۵۶^{i} ±۴/۸۱	۱/۱۰^{i} ±۲۹/۳	۰/۱۰$^{f-h}$ ±۱/۰۹	۰/۰۰۶^{f} ±۰/۷۸۱
	۷/۵	۰/۱۶$^{d-g}$ ±۶/۸۵	۰/۳۵^{hi} ±۳۱/۳	۰/۰۸^{de} ±۱/۲۸	۰/۰۳^{e} ±۰/۹۴۷
۱	۰	۰/۱۳$^{c-f}$ ±۷/۱۵	۱/۰^{b} ±۵۲/۰۶	۰/۰۱$^{d-f}$ ±۱/۲۴	۰/۰۱^{d} ±۱/۰۵
	۲/۵	۰/۵۵$^{g-i}$ ±۵/۶۱	۱/۵^{g} ±۲۵/۷	۰/۱۰$^{e-g}$ ±۱/۱۸	۰/۰۰۴^{d} ±۱/۰۷
	۵	۰/۲۳$^{f-h}$ ±۶/۳۰	۱/۴^{hi} ±۳۰/۰۳	۰/۰۱^{gh} ±۱/۰۶	۰/۰۱^{ab} ±۱/۲۶
	۷/۵	۰/۳۷^{hi} ±۵/۲۴	۱/۴^{a} ±۶۲/۴	۰/۰۰۸$^{d-g}$ ±۱/۱۹	۰/۰۱^{a} ±۱/۳۱
۲	۰	۰/۲۱$^{e-h}$ ±۶/۵۸	۰/۴۲^{i} ±۲۹/۴	۰/۰۲$^{g-i}$ ±۱/۰۳	۰/۰۲^{d} ±۱/۰۴
	۲/۵	۰/۵۹$^{e-h}$ ±۶/۴۶	۲/۰۲^{gh} ±۳۳/۵	۰/۰۱^{cd} ±۱/۳۵	۰/۰۲^{c} ±۱/۱۸
	۵	۰/۶۰$^{b-e}$ ±۷/۷۸	۰/۸۸^{d} ±۴۳/۳	۰/۰۶$^{d-f}$ ±۱/۲۴	۰/۰۳^{f} ±۰/۸۲۸
	۷/۵	۰/۴۷^{bc} ±۸/۴۴	۰/۵۶^{ef} ±۳۸/۲	۰/۰۶^{a} ±۱/۶۰۸	۰/۰۱^{a} ±۱/۳۲
۳	۰	۰/۴۸$^{b-d}$ ±۸/۰۵	۰/۴۴^{de} ±۴۱/۱	۰/۰۱^{bc} ±۱/۴۴	۰/۰۱^{bc} ±۱/۲۰
	۲/۵	۰/۵۲^{a} ±۱۰/۲۸	۰/۶۶^{hi} ±۳۱/۴	۰/۰۱a^{b} ±۱/۵۵	۰/۰۱^{bc} ±۱/۲۰
	۵	۰/۲۴$^{b-e}$ ±۷/۸۶	۱/۳^{fg} ±۳۵/۶	۰/۰۴^{ab} ±۱/۵۶	۰/۰۲^{bc} ±۱/۲۲
	۷/۵	۰/۲۳^{b} ±۸/۸۶	۱/۵^{c} ±۴۶/۷	۰/۰۳$^{a-c}$ ±۱/۴۷	۰/۰۳^{bc} ±۱/۲۳

در هر ستون اعدادی با حرف و یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

منابع

وجودی‌مهربانی، ل.، حسن‌پوراقدم، م.ب.، ابراهیم‌زاده، ا. و ولی‌زاده، ر. ۱۳۹۷. اثر کودهای آلی و خاک‌پوش بر عملکرد و برخی از خصوصیات فیزیولوژیک همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) تحت محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی. فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهی، ۳۵(۱۰): ۲۱۲–۲۲۰.

El-Naggar, A., Hassan, M.R.A. and Saeid, A.M. 2020. Growth and essential oil analysis of *Ocimum basilicum* L. plants as affected by seaweed extract and active dry yeast. Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants, 7(1): 27–43.

Kamelnia, E., Mohebbati, R., Kamelnia, R., El-Seedi, H.R. and Boskabady, M.H. 2023. Anti-inflammatory, immunomodulatory and antioxidant effects of *Ocimum basilicum* L. and its main constituents: A review. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 26(6): 617–627.

Karataş, İ. and Vachouscova, P. 2023. Optimization of sucrose concentration to promote root proliferation and secondary metabolite accumulation in adventitious root cultures of *Ocimum basilicum*. In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant, 59(1): 365–377.

Lee, S.E., Hwang, H.J., Ha, J.S., Jeong, H.S. and Kim, J.H. 2003. Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. Life Sciences, 73(2): 167–179.

Pontis, H. and Martínez-Noel, G. 2013. Sucrose signaling in plants: A world yet to be explored. Plant Signaling & Behavior, 8(10): e23316.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152–178.

Slinkard, K. and Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28(1): 49–55.

Sujeeth, N., Petrov, V., Guinan, K.J., Rasul, F., O'Sullivan, J.T. and Gechev, T.S. 2022. Current insights into the molecular mode of action of seaweed-based biostimulants and the sustainability of seaweeds as raw material resources. International Journal of Molecular Sciences, 23(14): 7654.

Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanins in protoplast. Plant Physiology, 64: 88–93.

Yoon, J., Cho, L.H., Tun, W., Jeon, J.S. and An, G. 2021. Sucrose signaling in higher plants. Plant Science, 302: 110706.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Seaweed and Sucrose Foliar Sprays on Some Phytochemicals of Basil

Arefeh Khoshnoudi Abroudi[1], Vahid Akbarpour[2*], Mohammad Ali Bahmanyar[3], Mahboubeh Ashnavar[4]

1. Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran
2. Horticultural Sciences and Engineering Department, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3. Department of Soil Sciences and Engineering, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
4. Horticultural Sciences and Engineering Department, Spice and Beverage Plants, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Corresponding author: v_akbarpour60@yahoo.com

Abstract

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is a medicinal and aromatic plant from the Lamiaceae family, widely used in pharmaceutical and food industries due to its bioactive compounds. This study was conducted to evaluate the effects of seaweed extract as a novel organic fertilizer and sucrose as a carbohydrate source on the phytochemical traits of basil. The experiment was arranged in a factorial layout based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Treatments included four levels of liquid seaweed extract 0, 1, 2, and 3 ml/l (A_0, A_1, A_2, and A_3) and four levels of sucrose solution 0, 2.5, 5, and 7.5 g/l (S_0, $S_{2.5}$, S_5, and $S_{7.5}$). The interaction between these two factors had a significant effect ($p \leq 0.01$) on anthocyanin content, antioxidant activity, phenols, and flavonoids. The highest antioxidant activity (64.46%) was observed in treatment $A_1S_{7.5}$, the highest anthocyanin content (10.28 mg/g dry weight) in $A_3S_{2.5}$, and the highest total phenol and flavonoid contents in $A_2S_{7.5}$. Overall, the combined application of seaweed extract and sucrose had significant and positive effects on the qualitative characteristics of basil.

Keywords: Anthocyanin, Antioxidant activity, Basil, Flavonoid, Phenol.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مدیریت کشت اسطوخودوس در اراضی شیب دار و مزایای آن

سید محمدعلی علوی[۱] و سارا خراسانی‌نژاد[۱*]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

نویسنده مسئول: *skhorasaninejad@yahoo.com*

چکیده

فرسایش خاک به‌ویژه در اراضی شیب‌دار یکی از معضلات جدی زیست‌محیطی در کشور به‌شمار می‌آید که کاهش حاصل‌خیزی، تنوع زیستی و افزایش خطر سیلاب را به دنبال دارد. در این پژوهش، امکان‌سنجی کشت اسطوخودوس (*Lavandula* spp) در زمین‌های شیب‌دار بدون نیاز به شخم و آبیاری مصنوعی در منطقه گرگان بررسی شد. اسطوخودوس به‌دلیل دارا بودن سیستم ریشه‌ای قوی، مقاومت به خشکی، نیاز آبی و غذایی پایین و همچنین ارزش اقتصادی بالا، گیاهی مناسب برای کشت در این شرایط تلقی می‌شود. در زمینی به مساحت ۶۰۰۰ مترمربع، نشاهای اسطوخودوس انگلیسی بدون تغییر عمده در ساختار خاک کشت شدند. نتایج نشان داد این گیاه توانایی بالایی در بقا و رشد در شرایط کم‌آبی و سرمای زمستان دارد و علاوه‌بر کاهش فرسایش، امکان تولید اقتصادی و توسعه گردشگری کشاورزی را فراهم می‌آورد. با ترویج کشت این گیاه می‌توان گامی مؤثر در حفاظت خاک، تولید محصول سالم و ایجاد اشتغال پایدار در مناطق روستایی برداشت.

کلمات کلیدی: اسانس، اشتغال‌زایی، فرسایش آبی، فرسایش بادی.

مقدمه

باتوجه به اینکه فرسایش خاک یک مشکل زیست‌محیطی حیاتی در سراسر اکوسیستم‌های زمینی جهان است که در نتیجه سبب کاهش ظرفیت نفوذ و نگهداری آب شده و مواد آلی خاک را نیز کاهش داده و سبب کاهش تنوع گیاهی، جانوری و میکروارگانیسم‌های خاک می‌گردد (Gavrilescu, 2021). از بین زمین‌های در معرض فرسایش، زمین‌های شیب‌دار در معرض شدیدترین نوع فرسایش به‌ویژه فرسایش آبی قرار دارند. یکی از موثرترین اقدامات برای کنترل فرسایش و احیای خاک سابق تخریب‌شده که دارای قابلیت کشت هستند، عدم انجام شخم و ایجاد پوشش‌های گیاهی است. گیاهانی مناسب کشت در این اراضی می باشند که دارای سیستم ریشه‌ای قوی بوده و شرایط فقیر خاک و کم‌آبی را به خوبی تحمل نموده و عمر تجاری آنها تا دست کم یک دهه دوام داشته باشد.

به‌دلیل وقوع بادهای فصلی و بارندگی‌های شدید، زمین‌های شیب‌دار در قالب تپه‌ماهورها در استان گستان، در معرض فرسایش شدید قرار دارند که طی آن لایه‌های سطحی و حاصلخیز خاک (تنوع بیولوژیکی ماکرو و میکروارگانسیم‌ها و هوموس) از بین رفته و مساله سیل‌های فصلی و خطر نابودی زمین‌های تحت‌کشت پایین‌دستی وجود دارد. با کشت گیاهان مناسب این نوع زمین‌ها به‌صورت بدون شخم (که این نوع شخم‌ها در جهت شیب و سبب افزایش فرسایش نیز می‌باشد) می‌توان فرسایش را به حداقل رساند و به‌علاوه از وقوع سیلاب‌های فصلی، انتقال گل و لای به زمین‌های حاصلخیز پایین‌دستی که تحت کشت نیز می‌باشند (Durán Zuazo et al., 2006) جلوگیری نمود. به‌دلیل نیاز بسیاری از محصولات به شخم، کوددهی و آبیاری منظم، امکان کشت بسیاری از محصولات به‌ویژه آنهایی که با بذر کشت می‌شوند، روی زمین‌های شیب‌دار وجود ندارد. از این حیث، جنس اسطوخودوس جز کاندیداهای بسیار مناسب برای این نوع کشت می‌باشد. زیرا به صورت نشایی کشت شده، نیاز آبی و غذایی پایین داشته و زمان کشت تا تولید گل آن (مرحله اقتصادی) با بازه بارندگی هم‌پوشانی دارد.

جنس اسطوخودوس (*Lavandula* spp.) یکی از بهترین گزینه‌ها برای کشت در اراضی شیب‌دار و در شرایط کشت حفاظتی یا بدون شخم خاک می‌باشد. این گیاه از یک طرف مقاوم به شرایط خشکی بوده و دارای ریشه‌بندی قوی می‌باشد (خراسانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴؛ گرگینی‌شبانکاره و همکاران، ۱۳۹۹) و از طرف دیگر دارای ارزش اقتصادی بسیار می‌باشد که از استفاده فرآورده‌های آن در صنایع آرایشی و بهداشتی و غذایی تا صنعت گردشگری کشاورزی می‌باشد (گرگینی‌شبانکاره و همکاران، ۱۴۰۰). این جنس دارای ۳۹ گونه می‌باشد که از بین آنها، گونه اسطوخودوس انگلیسی (*L. angustifolia*) با ارقام و ژنوتیپ‌های متنوع، به‌دلیل کیفیت بالای اسانس (Gorgini

Shabankareh et al., 2021)، در کشورهای زیادی موردکشت و کار می‌باشد. پس از آن گونه دورگ Lavendin نیز به‌دلیل کمیت بالای اسانس در بسیار از کشورها با اهداف متفاوتی مورد کشت و کار می‌باشد. سایر گونه ها نیز به فراخور نیازهای اکولوژیکی و دانش بومی در کشورهای مختلف در حال کشت می باشد. در ایران نیز این جنس دارای دو گونه *L. stricta* و *L. sublepidota* می باشد. *L. stricta* نیز بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جنوب ایران و کشورهای حاشیه خلیج فارس می‌باشد که پتانسیل بالایی از حیث کشت در خاک ضعیف و تحمل شرایط خشک را دارد. (سنگین‌آبادی و خراسانی‌نژاد، ۱۳۹۵؛ سنگین‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۵) این گیاه ترکیباتی حاوی لینالیل‌استات (Linalil acetate)، سینیول (Cineole)، لینالول (Linalool)، نرول (Nerol) و بورنیول (Borneol) دارد (Gorgini Shabankareh et al., 2021) وجود دارد.

در این مطالعه که به صورت اجرایی انجام شد هدف تولید گیاه ارزآور اسطوخودوس در زمین شیب‌دار بدون آبیاری، ترویج کشت با الگوی بدون شخم و حفاظت خاک به‌ویژه در زمین‌های شیب‌دار در برابر فرسایش، امکان‌سنجی بحث گردشگری کشاورزی با جاذبه‌های عکاسی و فروش گل تازه و محصولات وابسته، تولید محصول سالم در سال‌های گذار و تولید محصول ارگانیک در سال‌های پس از گذار می‌باشد. به عبارت دیگر، باتوجه به جاذبه و زیبایی زیاد مزارع اسطوخودوس و امکان‌پذیری جذب گردشگر در استان، سبب رونق زندگی مردم استان به‌ویژه روستانشینیان شده و مهاجرت معکوس به روستاها را تقویت می‌کند. علاوه‌بر تولید محصول فرعی و عرضه آن به‌صورت خام یا فرآوری‌شده، امکان تولید طیف وسیعی از محصولات فرعی مانند عسل، بسته‌های گل خشک و ... وجود دارد. در فصل رکود به دلیل نیاز به کف‌بری و امکان تولید قلمه از زمین‌های تحت کشت می‌تواند، سبب تولید درآمد فرعی شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی امکان‌سنجی و مدیریت کشت اسطوخودوس (در قالب پیش‌آزمایش) در اراضی شیب‌دار به‌منظور جلوگیری از فرسایش و حفظ بافت خاک طی سال ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در زمینی به مساحت ۶۰۰۰ متر مربع واقع در شهر گرگان پشت خوابگاه پسران دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی، طول ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۵ متری از سطح دریای آزاد) انجام گرفت. برای حفظ ساختار طبیعی خاک و جلوگیری از فرسایش هیچ‌گونه شخم یا تغییر عمده‌ای در ساختار خاک انجام نشد و علف هرز به‌صورت دستی برداشت شد. آبان ماه ریسمان‌کشی ردیف‌ها انجام شد و خطوط کشت عمود بر شیب زمین به فاصله‌ی یک متر و در هر ردیف فاصله‌ی نشاها از هم ۶۰ سانتی متر بوده است (شکل ۱). کشت نشاهای سه ماهه اسطوخودوس انگلیسی (*angustifolia* L.) در اواخر پاییز، به‌منظور بهره‌مندی از بارش طبیعی زمستان و فراهم آوردن شرایط مناسب برای استقرار بوته‌ها، صورت گرفت. در طول دوره رشد مزرعه بدون آبیاری مصنوعی مدیریت شد و تنها عملیات وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی در هر دوره ۴۰ روزه انجام گرفت. پایش دوره‌ای گیاهان از نظر درصد سبزشدن، بقا، رشد رویشی و میزان تراکم پوشش‌گیاهی به‌طور منظم انجام شد.



شکل ۱- آماده‌سازی زمین (سمت راست) و کشت نشاهای اسطوخودوس با فاصه روی ردیف ۶۰ سانتی‌متر و بین ردیف ۱ متر (سمت چپ).

نتایج و بحث

گیاه اسطوخودوس ویژگی‌های منحصر به فرد زیادی دارد یکی از ویژگی‌ها شرایطی بود که در زمستان سال اول کشت نشا از خود نشان داد شرایط بسیار چالش‌برانگیز از جمله سرمای شدید زمستان و همچنین کم‌آبی که این ویژگی‌ها از مزایای بارز اسطوخودوس به‌عنوان یک گیاه کم‌نیاز و مقاوم به شرایط سخت است که می‌تواند در شرایط آب و هوایی نامساعد به رشد خود ادامه دهد. پژوهش‌ها نشان می‌هند که اسطوخودوس توانایی خوبی در مقاومت در برابر دمای پایین (تا حدود ۵– درجه سانتی‌گراد) دارد و این ویژگی به ویژه در زمین‌های شیب‌دار و با دسترسی محدود به آب حیاتی است. این گیاه از لحاظ زیست محیطی به عنوان گیاهی کم‌نیاز و مقاوم، می‌تواند در کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک که با محدودیت‌های منابع آبی مواجه هستند، گزینه‌ای ایده‌آل باشد. این گیاه در کاهش فرسایش خاک، بهبود کیفیت خاک و تثبیت شیب موثر است. یکی دیگر از ویژگی‌های مهم آن وجود گونه و ارقام متعددی است که این گیاه دارد و با توجه به اهداف متفاوت می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. پس نتیجه می‌شود که اسطوخودوس باتوجه به شرایط ذکر شده می‌تواند به‌عنوان یک محصول دارویی با بازار تقاضا بالا، درآمد زایی خوبی برای کشاورزان فراهم آورد.

منابع

ایسنا. ۱۴۰۳. مزیت‌های بی‌نظیر کشت اسطوخودوس در گلستان/کسب درآمد اقتصادی تا جلوگیری از فرسایش خاک.ISNA .

خراسانی‌نژاد، س.، سلطانلو، ح.، رمضانپور، س.، هادیان، ج. و آتشی، ص. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، کمیت و کیفیت اسانس در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*). به‌زراعی کشاورزی، ۱۷(۴): ۹۸۰–۹۸۸.

سنگین‌آبادی، ه. و خراسانی‌نژاد، س. ۱۳۹۵. اثر تنش‌های خشکی، شوری و پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس شاهی بومی ایران (*Lavandula stricta* Del.). نشریه باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد.

سنگین‌آبادی، ه.، خراسانی‌نژاد، س.، همتی، خ. و قاسم‌نژاد، ع. ۱۳۹۵. بررسی روش‌های تکثیر *Lavandula stricta* Del. دوماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲)۳.(

گرگینی‌شبانکاره، ح.، خراسانی‌نژاد، س.، سلطانلو، ح. و شریعتی، و. ۱۳۹۹. اثر کاربرد خارجی اسید آبسیزیک بر برخی عوامل فیزیولوژیک، تبادلات گازی، کارایی مصرف آب گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* cv. Munstead Organic) در پاسخ به تنش خشکی. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، ۱۵(۸): ۸۵.

گرگینی‌شبانکاره، ح.، خراسانی‌نژاد، س.، سلطانلو، ح. و شریعتی، و. ۱۴۰۰. بررسی اثرات تنش خشکی و محلول‌پاشی با اسید آبسیزیک بر عملکرد، ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* cv. Organic Munstead). نشریه تولید گیاهان زراعی، ۱۴(۲): ۶۵–۸۲.

هیئت وزیران. ۱۴۰۲. آیین‌نامه اجرایی حفاظت از خاک.

Gavrilescu, M. 2021. Water, soil, and plants interactions in a threatened environment. Water, 13(19): 2746.

Gorgini Shabankareh, H., Khorasaninejad, S., Soltanloo, H. and Shariati, V. 2021. Physiological response and secondary metabolites of three lavender genotypes under water deficit. Scientific Reports, 11: 19164.

Zuazo, D.V.H., Martínez, J.F., Pleguezuelo, C.R., Martínez Raya, A. and Rodríguez, B.C. 2006. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers in a mountainous area (SE Spain): Implications for sustainable agriculture. Environmentalist, 26(4): 309–319.

Lavender cultivation management on sloping lands and its benefits

Mohamadali Alavi[1] and Sarah Khorasaninejad[1*]
1. Horticultural Sciences Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
**Corresponding author: skhorasaninejad@yahoo.com*

Abstract

Soil erosion, especially in sloped lands, is a serious environmental challenge in Iran, leading to reduced soil fertility, biodiversity loss, and increased risk of seasonal floods. This study evaluated the feasibility of cultivating lavender (Lavandula spp.) on sloped lands without tillage or artificial irrigation in the Gorgan region. Due to its deep root system, drought tolerance, low water and nutrient requirements, and high economic value, lavender is considered a suitable crop for such conditions. In a 6000 m² plot, English lavender seedlings were planted without disturbing the soil structure. Results indicated strong resilience of the plants against water scarcity and winter cold. Lavender cultivation not only reduced erosion but also offered opportunities for economic production and agro-tourism development. Promoting this crop can contribute to soil conservation, healthy product cultivation, and sustainable employment in rural areas.

Key words: Employment generation, Essential oil, Water erosion, Wind erosion.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغییر در میزان فلاون و فلاونول، مقادیر فلاونوئید کل و میزان ترکیبات فنلی شاخساره بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) تحت تاثیر روش‌های مختلف عصاره‌گیری

عسکر غنی[1*] و سعیده محتشمی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران
*نویسنده مسئول: *askar.ghani11@yahoo.com*

چکیده

گیاه دارویی بادام کوهی با نام *علمی Amygdalus scoparia* یکی از گیاهان دارویی بومی مهم استان فارس می‌باشد که به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه و مواد موثره فراوان خاصیت‌های درمانی بسیاری از جمله خاصیت‌های ضد التهاب، خاصیت نرم‌کنندگی، ضدعفونی کننده، مسکن درد و تقویت کننده چشم (با استفاده از سرمه تهیه شده از آن) داشته و در درمان مشکلات تنفسی، زخم‌های کهنه، و شوره سر بسیار موثر است. حلال‌ها و روش‌های مختلف عصاره‌گیری قابلیت‌های مختلفی در استخراج مواد موثره گیاهان دارویی دارند. لذا با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای درباره اثر نوع حلال و روش‌های مختلف عصاره‌گیری بر روی مواد موثره بادام کوهی انجام نشده است، در این پژوهش از حلال‌های مختلفی مانند آب، اتانول، متانول، ان-هگزان و دو روش خیساندن و سوکسله جهت عصاره‌گیری استفاده شد و برخی مواد موثره ساقه بادام کوهی شامل میزان فلاون‌ها و فلاونول‌ها، فلاونوئید کل و ترکیبات فنلی کل اندازه‌گیری شد. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از حلال‌ها و روش‌های مختلف عصاره‌گیری تاثیر زیادی بر استخراج مواد موثره بادام کوهی داشت. به‌طوری که بیشترین میزان فلاونوئید کل (۳۸/۴۷ میلی‌گرم) و ترکیبات فنلی کل (۴۷/۸۵ میلی‌گرم) در روش خیساندن و استفاده از حلال متانول بدست آمد. بیشترین میزان فلاون‌ها و فلاونول‌ها (۰/۵۵ میلی‌گرم) بعد از عصاره اتانولی در عصاره متانولی مشاهده شد. در حالی که کمترین میزان این مواد موثره در عصاره‌های آبی و ان-هگزانی و روش سوکسله مشاهده شد. بطور کلی در این پژوهش، روش خیساندن موثرتر از روش سوکسله و حلال متانول نسبت به سایر حلال‌ها جهت استخراج مواد موثره بادام کوهی نتیجه بهتری داشت.

واژه‌های کلیدی: بادام تلخ، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، خیساندن، سوسکله، متانول.

مقدمه

گیاه دارویی بادام کوهی با نام علمی *Amygdalus scoparia* یکی از گیاهان تیره گل سرخ (Rosaceae) می‌باشد که در شرایط نامساعد خاک و با کمی رطوبت نیز توانایی رشد داشته و با نام‌های دیگری از جمله ارژن، بادام تلخ، بادامک، بادامچه، بوخورک، ارجنک، الوک و ... نیز نامیده می‌شود. در ضمن این گیاه بومی استان فارس به خصوص شهرستان خفر و جهرم و دیگر نقاط استان است که در دامنه کوه‌ها می‌روید و به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه و مواد موثره فراوان، خاصیت‌های درمانی زیادی از جمله ویژگی‌های ضد التهاب، خاصیت نرم‌کنندگی، ضدعفونی کننده، مسکن درد و تقویت کننده چشم (با استفاده از سرمه تهیه شده از آن) داشته و در درمان مشکلات تنفسی، زخم‌های کهنه، و شوره سر بسیار موثر است. همچنین این گیاه به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه‌ای مانند فلاونوئیدها و سایر ترکیبات فنلی اثرات مثبتی بر سلامتی انسان از جمله کاهش خطر سرطان کولون، دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی، فشار خون بالا و چاقی دارد (Zahedi et al., 2020). به‌طور سنتی از عصاره آبی تهیه شده از شاخه‌های این گیاه دارویی برای درمان زخم‌های عمیق و کهنه و حتی زخم بستر استفاده می‌شود که تاثیر شگرفی دارد. این اثرات درمانی ناشی از مواد موثره موجود در این گیاه که عمدتا از گروه فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی موجود در آن که خاصیت ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند، می‌باشد (باقری و همکاران، ۱۴۰۰). فنل‌ها، بزرگترین گروه از متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند و شامل فلاونوئیدها و تانن‌ها می‌باشند. همچنین فلاونوئیدها یک گروه از مواد طبیعی پلی‌فنل‌ها می‌باشند که وظایف اصلی آن‌ها در گیاه تولید مواد رنگی مانند آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و محافظت آن‌ها در مقابل اشعه ماوراء بنفش می‌باشد.

امروزه جهت استخراج مواد موثره گیاهی، از حلال‌های متفاوتی استفاده می‌شود که هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. تهیه عصاره‌هایی با مواد موثره بالاتر منجر به اثربخشی بیشتر و صرفه اقتصادی بالاتر برای مصرف کنندگان آن‌ها می‌شود. تحقیقات زیادی پیرامون استخراج مواد موثره با استفاده از روش‌های مختلف عصاره‌گیری و حلال‌های مختلف در گیاهان دارویی انجام شده است ولی در رابطه با گیاه بادام کوهی یا الوک تاکنون تحقیقی انجام نشده است. از آن‌جا که مواد موثره تحت شرایط مختلف از جمله روش‌های مختلف عصاره‌گیری و استفاده از حلال‌های مختلف تغییر می‌یابد لذا هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر نوع حلال و روش‌های مختلف عصاره‌گیری بر فعالیت برخی مواد موثره مهم موجود در عصاره بادام کوهی جهت تهیه عصاره‌ای با ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی بالاتر همراه با اثر بخشی بیشتر و کاربرد مقرون به صرفه‌تر در صنایع داروسازی و غذایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در آزمایشگاه گیاهان دارویی دانشگاه جهرم در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد. ساقه‌های جوان و تازه رویش یافته گیاه الوک در فروردین ۱۴۰۱ از کوه سپیدار شهرستان خفر جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در دمای محیط و در شرایط سایه (دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت یک هفته قرار گرفتند تا کاملا خشک شوند. در این پژوهش تاثیر حلال‌های مختلف و روش عصاره‌گیری شامل ۵ نمونه مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها شامل ۱- عصاره آبی (خالص) ۲-عصاره آبی-اتانولی (به نسبت ۳۰ به ۷۰ درصد) ۳- آبی-متانولی (به نسبت ۳۰ به ۷۰ درصد) ۴- عصاره آبی-هگزانی (ان-هگزان یا نرمال هگزان (به نسبت ۳۰ به ۷۰ درصد) با استفاده از روش خیساندن در حلال و ۵-روش سوکسله با استفاده از ان-هگزان خالص بر برخی از مواد موثره ساقه گیاه الوک بود. برای انجام این پژوهش، آزمایشی بر پایه طرح کاملا تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار طراحی شد.

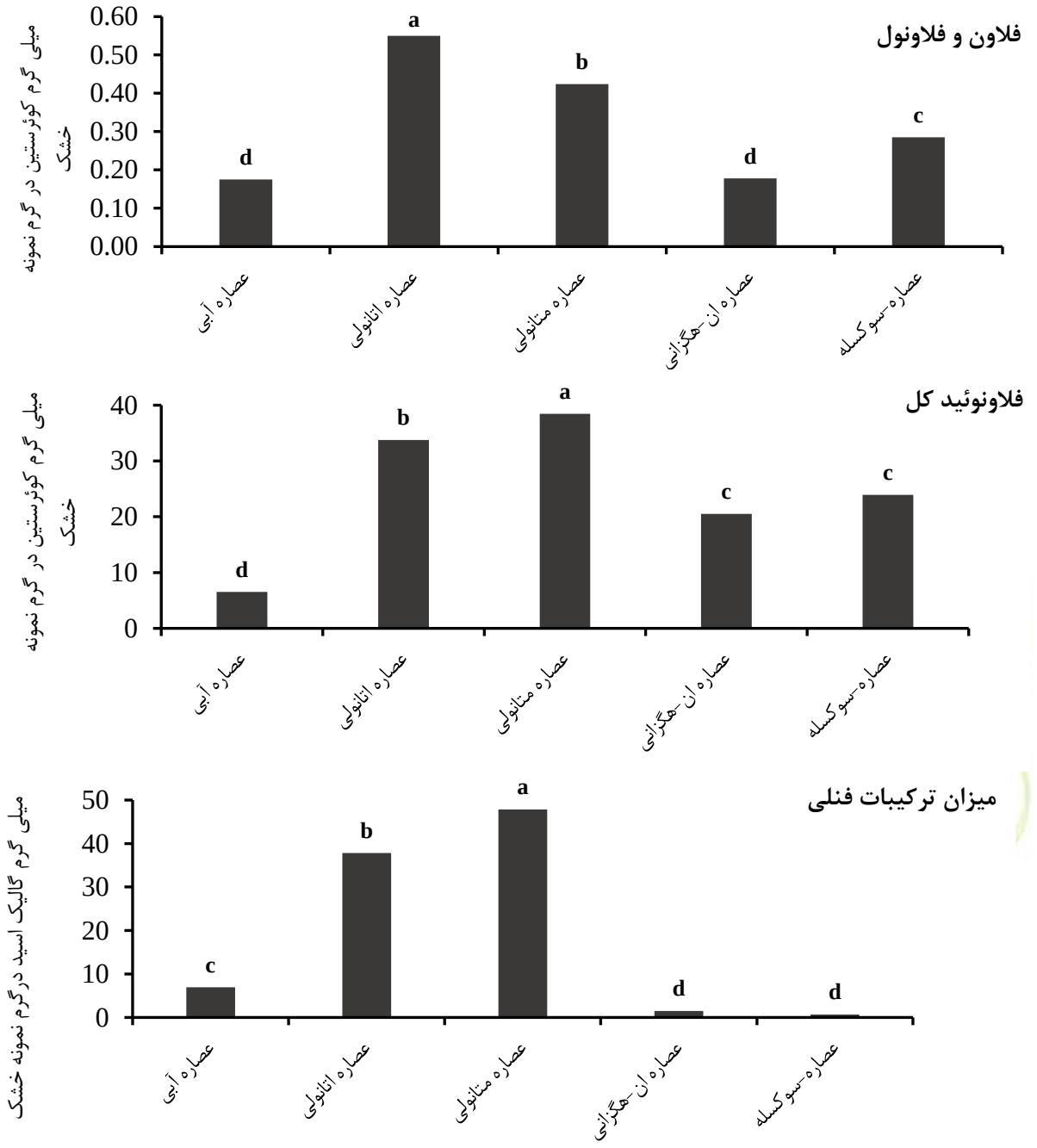
عصاره‌گیری از نمونه‌های گیاهی به روش خیساندن (Wojdylu et al., 2007) و سوکسله (۲۰ گرم نمونه پودر شده، ۲۰۰ میلی‌لیتر حلال ان-هگزان به مدت دو ساعت) انجام شد. میزان فلاون‌ها و فلاونول‌ها بر اساس استاندارد کوئرستین با استفاده از رسم نمودار استاندارد از غلظت‌های مختلف محاسبه شد (Popova et al., 2004). شناسایی و محاسبه میزان ترکیبات فلاونوئیدی بر اساس روش منی‌چینی و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد نتایج بر اساس میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن خشک بیان شد. اندازه‌گیری ترکیبات فنلی در نمونه‌ها با استفاده از معرف فولین سیوکالتئو (Folin-Ciocalteu) انجام شد و نتایج به صورت میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک بیان شد (Wojdylu et al., 2007). آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار JMP و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

بالاترین میزان فلاون‌ها و فلاونول‌ها در نمونه عصاره‌گیری شده با استفاده از حلال اتانول (۰/۵۵ میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه خشک) و بعد از آن حلال متانول (۰/۴۲ میلی‌گرم) اندازه‌گیری شد. در حالی که کمترین میزان این ترکیب (۰/۱۸ میلی‌گرم) مربوط به حلال‌های آب و ان-هگزان بود. میزان این ترکیب در حلال متانول سه برابر عصاره آبی و ان-هگزان بود. روش عصاره‌گیری سوکسله با استفاده از ان-هگزان نیز در حد متوسط بود (۰/۲۹ میلی‌گرم) (شکل ۱). بیشترین مقدار فلاونوئید کل (۳۸/۴۷ میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه خشک) در عصاره متانولی و بعد از آن در عصاره اتانولی (۳۳/۷۴ میلی‌گرم) اندازه‌گیری شد. مقدار این ترکیب در عصاره‌های تهیه شده با سایر حلال‌ها به‌طور چشمگیری کاهش یافت. به‌طوری که کمترین میزان (۶/۵۵ میلی‌گرم) در نمونه عصاره آبی بدست آمد. اختلاف بین کمترین و بیشترین میزان این ترکیب در حدود شش برابر بود (شکل ۱). میزان ترکیبات فنلی بدست آمده توسط حلال‌های مختلف با یکدیگر تفاوت بسیار زیادی داشتند. به صورتی که در نمونه‌های عصاره‌گیری شده با استفاده از سوکسله و حلال ان-هگزان کمتر از یک میلی‌گرم (۰/۶۹ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم نمونه خشک) بود. در حالی که مقدار این ترکیب با استفاده از حلال متانول ۴۷/۸۵ میلی‌گرم اندازه‌گیری شد (حدود ۷۰ برابر). همچنین در عصاره اتانولی نیز مقدار این ترکیب نیز نسبتا بالا اندازه‌گیری شد (۳۷/۸۳ میلی‌گرم) (شکل ۱).

نتایج سایر محققین بر روی گیاهان دارویی مختلف نشان داد که عصاره‌های الکلی (متانول و اتانول) نسبت به عصاره‌های آبی در استخراج ترکیبات فنلی موثرتر هستند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. اثر حلال‌های عصاره‌گیری در استخراج مواد بسته به نوع گیاه،

آب و هوای منطقه رویش گیاه، خاک، روش‌های استخراج، نوع حلال، زمان عصاره‌گیری، قدرت استخراج و روش اندازه‌گیری مواد موثره می‌تواند تغییر کند (فاضلی نسب و همکاران، ۱۳۹۸؛ باقری و همکاران، ۱۴۰۰).



شکل ۱- تاثیر روش‌های مختلف عصاره‌گیری بر میزان فلاون و فلونول، فلاونوئید کل و میزان ترکیبات فنلی موجود در شاخساره بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*).

منابع

باقری، ز.، فروزه، م.ر.، مازندرانی، م.، شهپری‌طبرستانی، ه. و آتشی، ص. ۱۴۰۰. اثر ارتفاع، حلال، نوع اندام گیاه و روش استخراج بر برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی گل ماهور تماشایی در مراتع چهارباغ استان گلستان. نشریه علمی مرتع، ۱۵(۱): ۸۴–۹۶.

فاضلی‌نسب، ب.، مشتاقی، ن. و فروزنده، م. ۱۳۹۸. بررسی اثر حلال عصاره‌گیری بر میزان فنول، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی گیاهان دارویی ایران. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۲۷(۳): ۱۴–۲۶.

Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compound in 32 selected herbs. Food Chemistry, 100(3): 940–949.

Popova, M., Bankova, V., Butovska, D., Petkov, V., Nikolova-Damyanova, B., Sabatini, A.G., Marcazzan, G.L. and Bogdanov, S. 2004. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. Phytochemical Analysis, 15: 235–240.

Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M.R., Conforti, F., Statti, G., De Cindio, B., Houghton, P.J. and Menichini, F. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv. Habanero. Food Chemistry, 114(2): 553–560.

Zahedi, S.M., Abdelrahman, M., Hosseini, M.S., Yousefi, R. and Phan Tran, L.S. 2020. Physical and biochemical properties of 10 wild almond (*Amygdalus scoparia*) accessions naturally grown in Iran. Food Bioscience, 37: 100721.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Changes in Flavon and Flavanol Content, Total Flavonoid and Phenolic Compounds in the Aerial Parts of Wild Almond (*Amygdalus scoparia*) under the Influence of Different Extraction Methods

Askar Ghani[1*] and Saeideh Mohtashami[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
[*]*Corresponding Author: askar.ghani11@yahoo.com*

Abstract

Amygdalus scoparia, commonly known as wild almond, is one of the important native medicinal plants of Fars province, Iran. Owing to its rich content of secondary metabolites and bioactive compounds, this plant exhibits numerous therapeutic properties including anti-inflammatory, emollient, antiseptic, analgesic effects and is also traditionally used to strengthen eyesight (e.g., as kohl or eye powder). It has proven effective in the treatment of respiratory issues, chronic wounds and dandruff. Different solvents and extraction methods vary in their efficiency in isolating active substances from medicinal plants. Since no prior study has investigated the impact of solvent type and extraction method on the bioactive compounds of *Amygdalus scoparia*, this research employed various solvents including water, ethanol, methanol and n-hexane, along with two extraction methods: maceration and Soxhlet. Main factors measured in the shoots of the plant included flavons and flavonols, total flavonoids and total phenolic content. The results revealed that both the type of solvent and the extraction method significantly influenced the yield of bioactive compounds. The highest total flavonoid content (38.47 mg) and total phenolic content (47.85 mg) were obtained using the maceration method with methanol as the solvent. The greatest amount of flavons and flavonols (0.55 mg) was found in methanolic extracts, following ethanolic extracts. Conversely, the lowest levels of these compounds were observed in aqueous and n-hexane extracts, particularly with the Soxhlet method. Overall, the maceration method proved more effective than Soxhlet, and methanol was the most efficient solvent for extracting active compounds from *Amygdalus scoparia*.

Keywords: Antioxidant compounds, Bitter almond, Maceration, Methanol, Soxhlet.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تنوع فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی بذر بین دو جنس از خانواده *Cucurbitaceae*

مائده فرشتیان[1*]
۱- بخش گیاهشناسی، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *fereshtian.6090@gmail.com*

چکیده

این مطالعه به منظور مقایسه مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی بذر برخی از جمعیت‌ها در دو جنس خانواده *Cucurbitaceae* انجام شد. پروفایل اسیدهای چرب بذر توسط کروماتوگرافی گازی انجام شد. کدو پوست کاغذی *Cucurbita pepo var styriaca* و هندوانه ابوجهل *Citrullus colocynthis* نماینده دو جنس مختلف داروئی مهم از خانواده کدوئیان بودند. بذور این دو جنس سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع است و بخش عمده ترکیبات روغنی از اسید لینولئیک و اولئیک به عنوان اسیدهای اصلی تشکیل شد. بذور جمعیت‌های هندوانه ابوجهل دارای مقادیر بالاتری اسید لینولئیک (۷۱/۹۶ درصد) نسبت به جمعیت‌های کدو بود که این ترکیب به عنوان روغن مفید و پرفایده جهت حفظ سلامت انسان می‌باشد. مقادیر ضریب همبستگی مثبت بالا بین خصوصیات بذر و اسید اولئیک مشاهده شد (۰/۹۸)، که می‌تواند برای انتخاب درست بذر با کیفیت بکار رود. در حالی که در مورد اسید اولئیک و لینولئیک اینگونه نبود. از نظر صفات مورفولوژیکی بذر و خواص آنتی‌اکسیدانی، در تمام نمونه‌های مورد بررسی، همبستگی مثبت داشتند. بر اساس داده‌های موجود در مطالعه حاضر، می‌تواند اطلاعات جدیدی در مورد محدوده محتوای روغن بذر کدو پوست کاغذی و هندوانه ابوجهل، با زراعی کردن آن، ارتباط آن با مورفولوژی بذر ایجاد کرد و با امکان زراعی نمودن آن، بعنوان منبع غذایی فرسودمند در برنامه تغذیه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، آنتی اکسیدان، فیتوشیمیایی، مورفولوژیک، بذر.

مقدمه

هندوانه ابوجهل با نام علمی *Citrullus colocynthis* و کدو پوست کاغذی *Cucurbita pepo var styriaca* از خانواده با *Cucurbitaceae* است. گیاهان داروئی بسیار کهن و ارزشمند بوده که در درمان بسیاری از بیماری‌ها از جمله تورم، یبوست، عفونت، سرطان و دیابت سودمند هستند . میوه‌ها سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، کارتنوئید و فنول هستند و بذر بعنوان منبع غنی از مکمل‌های غذایی مورد استفاده است. بذر کدوئیان منبع غنی از پروتئین و روغن بوده و تا ۳۵٪ تخمین زده شده است. با توجه به شرایط اقلیمی متنوع و و جود ذخایر ژنتیکی(ژرم پلاست) غنی از گیاهان داروئی در ایران، لزوما گردآوری توده‌های مهم داروئی و ثبت صفات مهم و ویژگی‌های فیتوشیمیایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت(Grin et al, 2010) .

مواد و روش‌ها

کاشت و تولید گیاه اولیه

در این بخش چندین گونه تجاری کدو پوست کاغذی و چندین جمعیت از بذر هندوانه ابوجهل از عرصه جمع‌آوری شد، استفاده گردید(جدول ۱). بذر نمونه‌ها در ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات علوم باغبانی دانشگاه تهران بصورت نشا در مرحله ۴ برگی کاشته شد. پس از رسیدن میوه‌ها، برداشت صورت گرفت و صفات فیتوشیمیایی با توجه به دستورالعمل‌های توصیف کدو اندازه‌گیری صفات اندازه‌گیری شد (طول، عرض، وزن و ضخامت دانه) (Esquinas-Alcazar and Gulik, 1983) .

جدول ۱- مکان جمع‌آوری جمعیت‌های مختلف کدو و هندوانه ابوجهل ایران.

Accessions	Province	City	Accessions	Province	City	Accessions	Province	City	Accessions	Province	City
C. pepo var. *styriaca*	Markazi	Khomein	*C. pepo*	Kerman	Kerman	*Citrullu colocynthis*	Kerman	Jiroft	*Citrullu colocynthis*	Khorasan	Mashhad

C. pepo var. styriaca	Isfahan	Isfahan	*C. pepo*	Markazi	Arak	*Citrullu colocynthis*	Markazi	Arak	*Citrullu colocynthis*	Fars	Shiraz
C. pepo var. styriaca	Khorasan	Shahroud	*C. pepo*	Golestan	Gorgan	*Citrullu colocynthis*	Isfahan	Isfahana	*Citrullu colocynthis*	Kerman	Khojeer

اندازه‌گیری اسیدهای چرب

اندازه‌گیری میزان اسیدهای چرب با متیل استرها توسط کروماتوگرافی گازی مجهز به طیف سنج جرمی (مدل Varian 3400) انجام شد و برنامه آنالیز ترکیبات اسانس نیز در نرم افـزار Chemstation صورت گرفت.

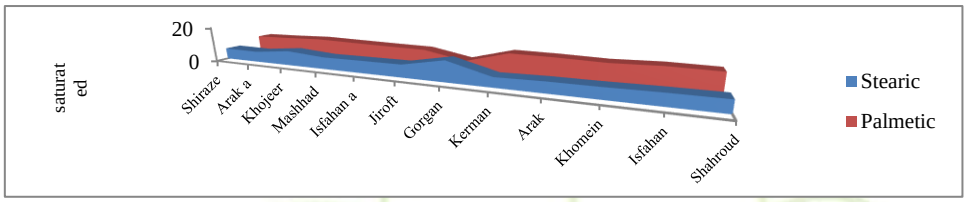
اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

پس از استخراج عصاره بذر، فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد بر اساس روش Brand-Williams و همکاران با اندکی تغییر اندازه‌گیری شد (۱۹۹۵) و با ترکیب DPPH در دمای نرمال سنجش و میزان جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت گردید (El-Adawy et al, 2001).

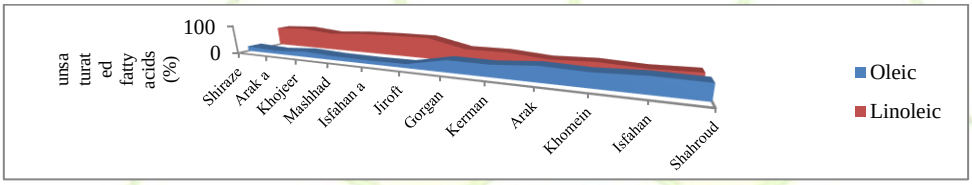
نتایج و بحث

مقایسه میانگین محتوای اسیدهای چرب استئاریک و پالمتیک اسید بین جمعیت‌های کدو پوست کاغذی و هندوانه ابوجهل مورد مطالعه، در شکل ۱ ارائه شد. نتایج نشان داد بیشترین مقدار استئاریک اسید در جمعیت‌های، شاهرود (۱۱/۳۹٪) و اصفهان (۱۱/۷۵ ٪) و خجیر با مقدار ۱۱/۱۵٪ بود. مقایسه میانگین محتوای اسید اولئیک و لینولئیک در شکل ۲، اختلاف معنی‌داری بین محتوای اسیدهای چرب غیراشباع کدو و هندوانه نشان داد که بیشترین محتوای اسید اولئیک و لینولئیک در بذور ابوجهل وجود داشت که متعلق به توده اراک با مقدار اسید لینولئیک (۷۱/۹۶ درصد) بود و مقدار اولئیک اسید توده اصفهان (۴۹/۴۷ درصد) بودند. بطور کلی بخش عمده روغن دانه ابوجهل و سپس اسید اولئیک، پالمتیک و استئاریک بود. اما در کدو پوست کاغذی اسید اولئیک در مرتبه اول و سپس اسیدهای لینولئیک، پالمیتیک و استئاریک قرار گرفتند.در این تحقیق با بررسی بذر کدوهای پوست کاغذی و هندوانه ابوجهل نشان داده شد، که اسیدهای چرب موجود در بذر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی را تامین می‌کند که بیشترین آن شامل، لینولئیک و اولئیک و در مرحله بعد اسیدهای چرب پالمتیک و استئاریک است. در مطالعاتی که پیش‌تر بروی کیفیت اسیدهای چرب گیاهان کدو پوست کاغذی و هندوانه ابوجهل شده بود، نشان داد اسیدهای غالب در روغن دانه، اسید لینولئیک و اسید اولئیک است(Sabato et al, 2015). سلطانی و همکاران (۲۰۱۵)، در بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های Cucurbita با نشانگرهای مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گزارش کرد، اسید اولئیک اسید چرب غالب در بذر این گیاهان است. از سوی دیگر با افزایش مقدار وزن، قطر، طول و عرض بذر، محتوای اسید اولئیک افزایش یافت که در انتخاب بذرهای با کیفیت بسیار سودمند خواهد بود. در بررسی که بر صفات فیتوشیمایی بذر کدو پوست کاغذی .*Cucurbita pepo* L انجام گرفت مشخص شد محتوای اولئیک اسید به طرز قابل توجهی بالاتر از اسید لینولئیک بود (Nakic et al, 2006) که با توجه به شرایط تنوع ژنوتایپی و آب و هوایی تغییرپذیر است (Nehdi et al, 2013). نتایج حاصل از بررسی همبستگی‌ها نشان داد همبستگی منفی معنی‌دار بین اسید لینولئیک با اولئیک (r=-0.99)و اسید اولئیک و لینولئیک (r= -0.99) وجود دارد. صفات بذر شامل طول(r=0.91)، عرض (r=0.98)، وزن (r=0.89) و ضخامت دانه (r=0.9) دارای همبستگی مثبت بالایی با محتوای اسید اولئیک داشتند، درحالیکه این صفات با مقدار اسید لینولئیک همبستگی منفی داشت. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که ظرفیت آنتی اکسیدانی با صفات بذر همبستگی مثبت داشتند. طبق گزارشات ارائه شده محتوای اسید اولئیک همیشه با مقدار اسید لینولئیک همبستگی منفی دارند که دلیل آن مواد پیش نیاز جهت ساخت این ترکیبات است (Fruhwirth and Hermetter, 2007). یوشیدا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که اسید لینولئیک اهمیت بیشتری نسبت به اسید اولئیک دارد زیرا پیش ماده تولید غشا سلولی، ویتامین دی و هورمون‌های مختلف انسان است (Nehdi et al, 2013) و وارد کردن بذر هندوانه ابوجهل (جمعیت‌های اراک و اصفهان) که سرشار از اسید چرب ضروری است در برنامه غذایی انسان، امری مهم در فراسودمند نمودن غذای دریافتی بشر است. نشانگرهای ریخت‌شناسی به تنهایی و یا همراه دیگر نشانگرها در ارزیابی گونه‌های داروئی استفاده شده است و عمده‌ترین عامل در شناسایی رقم‌های هندوانه و کدو، تعیین درجه خلوص ژنتیکی است که بر ویژگی‌های بذر و میوه تکیه داشته است(Munisse et al, 2011). کاربرد بذرهای *Citrullus colosynthis* و *Cucurbita pepo* var. *styriaca* همراه با خصوصیات مورفولوژیکی، گامی ساده و سودمند در انتخاب

بذور با کیفیت فیتوشیمیایی و تغذیه بالا خواهد بود. توصیف صفات مورفولوژیکی گیاه، یک نشانگر و راهنما برای مطالعاتی است که منجر به بهره‌برداری بیشتر از محصولات می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق زمینه انتخاب و انجام برنامه‌های اصلاحی برای افزایش برخی صفات کیفی و کمی امکان‌پذیر است و با زراعی کردن گیاه داروئی با ارزش احیا و حفظ توده‌های موجود در کشور آسانگری می‌شود. کدو پوست کاغذی و هندوانه ابوجهل بالاترین تنوع از لحاظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات اسیدها چرب نشان دادند که نشان‌دهنده منبع و با زراعی کردن گیاه داروئی با ارزش احیا و حفظ توده‌های موجود در کشور آسانگری می‌شود. کدو پوست کاغذی و هندوانه ابوجهل بالاترین تنوع از لحاظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات اسیدها چرب نشان دادند که نشان‌دهنده منبع منبع ژنومی ارزشمند در کشور است. از آنجایی که اسیدهای چرب غیر اشباع نمی‌توانند در بدن سنتز شوند، اسیدهای چرب غیراشباع با تولید رادیکال آزاد کم در رژیم غذایی انسان می‌تواند منبع مهمی جهت تولید روغن نباتی خوراکی باشند.



شکل ۱- محتوای اسیدهای چرب استئاریک و پالمتیک جمعیت‌های مورد آزمایش.



شکل ۲- محتوای اسید چرب اولئیک و لینولئیک در جمعیت‌های مورد آزمایش.

منابع

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology, 28: 25–30.

Esquinas-Alcazar, J.T. 1983. Genetic Resources of Cucurbitaceae: A Global Report. International Board for Plant Genetic Resources, Secretariat, Rome.

El-Adawy, T.A. and Taha, K.M. 2001. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 1253–1259.

Fruhwirth, G.O., Wagner, F.S. and Hermetter, A. 2007. The αPROX assay: Fluorescence screening of the inhibitory effects of hydrophilic antioxidants on protein oxidation. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 384: 703–712.

Grin, A., Matsum, L. and Nakai, O. 2010. Taxon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Taxonomy for Plants. Germplasm Resources Information Network. Agricultural Research Service, Beltsville Area.

Munisse, P., Andersen, S.B., Jensen, B.D. and Lindskrog Christiansen, J. 2011. Diversity of landraces, agricultural practices and traditional uses of watermelon (*Citrullus lanatus*) in Mozambique. African Journal of Plant Science, 5: 75–86.

Nehdi, I.A., Sbihi, H., Tan, C.P. and Al-Resayes, S.I. 2013. Evaluation and characterization of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad seed oil: Comparison with *Helianthus annuus* (sunflower) seed oil. Food Chemistry, 136: 348–353.

Nakić, S.N., Rade, D., Škevin, D., Štrucelj, D., Mokrovčak, Ž. and Bartolić, M. 2006. Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. European Journal of Lipid Science and Technology, 108: 936–943.

Sabato, D., Esteras, C., Grillo, O., Picó, B. and Bacchetta, G. 2015. Seeds morpho-colourimetric analysis as complementary method to molecular characterization of melon diversity. Scientia Horticulturae, 192: 441–452.

Stevenson, D.G., Eller, F.J., Wang, J.L., Jane, J.L., Wang, L. and Inglett, G.E. 2007. Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 4005–4013.

Soltany, F., Karimi, R. and Kashi, A. 2016. Estimation of genetic diversity in *Cucurbita* species using morphological and phytochemical analysis. International Journal of Vegetable Science, 22: 193–?.

Yaniv, Z., Shabelsky, E. and Schafferman, D. 1999. Colocynth: Potential arid land oilseed from an ancient cucurbit. In: Perspectives on New Crops and New Uses, pp. 257–261.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Phytochemical and seed morphological variation among tow genus of *cucurbitaceae* family

Maedeh Fereshtian[1*]
1. Department of Botany, Research institute of forest and rangelands, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: fereshtian.6090@gmail.com*

Abstract

This study was conducted to perform compare the morphological and phytochemical analysis of seeds from selected genera within the *Cucurbitaceae* family. Seed fatty acid profiling was performed using gas chromatography. Two medicinally important representatives from different genera were examined Cucurbit (*Cucurbita pepo* var styriaca) and colocynth (*Citrullus colocynthis*) from the *Cucurbitaceae* family. The seeds of these two genera are rich in unsaturated fatty acids, and the majority of the oil compounds are composed of linoleic and oleic acids. The seeds of the Colocynth accession's had higher levels of linoleic acid (71.96%) than the Cucurbit accession's, which is a useful and beneficial oil for maintaining human health. High positive correlation coefficient values were observed between seed characteristics and oleic acid (0.98), which can be used for proper selection of quality seeds. While this was not the case for oleic and linoleic acids, there was a positive correlation between seed morphological traits and antioxidant properties in all samples studied. Based on the data available in the present study, new information can be obtained about the range of seed oil content of Styriaca and Colocynth, by cultivating it, its relationship with seed morphology can be established, and by cultivating it, it can be included as a valuable food source in the nutrition program.

Keywords: Antioxidant, Fatty acids, Morphological, Phytochemical, Seed.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی مصرف انرژی تولید گلاب گل محمدی در شهرستان دامغان

سید امید داودالموسوی[۱]، فرزانه بهادری[۲*] و شاهین رفیعی[۱]

۱- گروه مهندسی مکانیک بیوسیتم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران

*نویسنده مسئول: *farbahadori@gmail.com*

چکیده

در سال‌های اخیر، تولید گلاب در جهان روند روبه‌رشدی داشته و در سال ۲۰۱۸ به بیش از ۶/۲ تن رسیده است. انرژی به‌عنوان یکی از نهاده‌های مهم در کشاورزی، نقش اساسی در افزایش تولید محصولات دارد. با گسترش کشاورزی مکانیزه و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، مصرف انرژی در این بخش نیز افزایش یافته است. در حالی که مطالعات متعددی در زمینه مصرف انرژی محصولات کشاورزی انجام شده، تحقیقات در مورد گیاهان دارویی، به‌ویژه گل محمدی و تولید گلاب، محدود است. گلاب به‌دلیل خواص درمانی در کاهش استرس، اضطراب، افسردگی و سایر اختلالات جسمی و روانی، کاربرد گسترده‌ای دارد. داده‌های مورد نیاز از طریق پرسش‌نامه در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ جمع‌آوری شد. نهاده‌های انرژی شامل نیروی انسانی، آب، الکتریسیته، گاز طبیعی و گل‌برگ و محصول نهایی گلاب به‌عنوان ستانده در نظر گرفته شدند. با استفاده از ضرایب استاندارد انرژی، مقادیر انرژی ورودی و خروجی محاسبه و شاخص‌های نسبت انرژی(ER) ، بهره‌وری انرژی(EP) ، شدت انرژی (EI) و افزوده خالص انرژی (NEG) ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که کل انرژی مصرفی در تولید گلاب ۱۹۲۴۷/۶۱ مگاژول بر هکتار است که گاز طبیعی با سهم ۸۰.۱۴ درصد بیشترین سهم را در مصرف انرژی دارد. الکتریسیته و گل‌برگ به‌ترتیب با ۱۵.۰۵ و ۴.۴۸ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. شاخص‌های محاسبه‌شده بیانگر نسبت انرژی ۰/۰۳۱، بهره‌وری انرژی ۰/۰۳ لیتر بر مگاژول، شدت انرژی ۳۲/۰۴ مگاژول بر کیلوگرم و انرژی خالص منفی (۱۸۶۳۴/۹- مگاژول) بودند. این نتایج حاکی از ناکارآمدی سیستم تولید از نظر مصرف انرژی است. با توجه به یافته‌ها، مدیریت بهینه نهاده‌های انرژی، به‌ویژه گاز طبیعی و الکتریسیته، و استفاده از فناوری‌های کم‌مصرف و انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری در تولید گلاب کمک کند. این مطالعه راهکارهایی را برای سیاست‌گذاران و کشاورزان جهت بهبود الگوی مصرف انرژی در بخش تولید گلاب ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی : گیاهان دارویی، مدیریت انرژی، بهینه سازی.

مقدمه

در سال های اخیر، تولید گلاب در جهان به طور پیوسته رشد می کند و در سال ۲۰۱۸ به بیش از ۶.۲ تن رسیده است. انرژی نهاده‌ای ویژه و داری اهمیت در کشاورزی است زیرا به دلیل افزایش سطح رفاه زندگی و افزایش جمعیت برای تولید بیشتر محصولات کشاورزی و غذا نیاز به مصرف انرژی بیشتری است(Barut et al., 2011). علاوه بر تولید غذا، کشاورزی مدرن و مکانیزه شدن تولید محصول انرژی مصرفی در کشاورزی را بیشتر کرده است(Darlington, 1997). مطالعات بسیاری در جهان و ایران برای بررسی مصرف انرژی انواع محصولات کشاورزی انجام شده است اما درمورد انرژی گیاهان دارویی و تولید اسانس گل محمدی مطالعات نادری انجام شده است. گلاب در کاهش علائم همراه بیماری مانند استرس، اظطراب، افسردگی، تهوع و استفراغ، درد و غیره موثر است استفاده از گلاب و اسانس گل محمدی برای درمان اختلالات جسمی یا روحی و راونی بسیار مفید و استفاده گسترده دارد(Miljković et al., 2024). علاوه بر وابستگی تولید بیشتر به مصرف انرژی زیادتر، چگونگی رابطه میان افزایش تولیدات و افزایش مصرف انرژی و نیز هدایت مصرف‌های بعدی در مسیرهای متناسب و معقول اهمیت خاصی دارد هرساله اثرات منفی اقتصادی ناشی از مصرف زیاد انرژی در این بخش گسترش می‌یابد و این در شرایطی است که برای انرژی‌های مصرفی یارانه نیز پرداخت می‌شود. برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش مصرف آن در بخش کشاورزی باید راهکارها و روش‌های مختلفی ازجمله مدیریت مناسب و صحیح در استفاده از انرژی‌های فسیلی و نهاده‌ها و به‌کارگیری انرژی‌های پاک و نو مدنظر قرار گیرد. روح‌الله رحیمی و همکاران پژوهشی را در مناطقی از استان‌های تهران و البرز بر روی چهار گیاه دارویی نعناع فلفلی، ترخون، ریحان و مرزه انجام دادند و نتایج نشان داد که دو نهاده کود شیمیایی و الکتریسیته با اختلاف بالای ۸۰ درصد بیشترین مصرف انرژی را در بین تمامی نهاده‌ها مصرفی به خود اختصاص داده‌اند (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۰).

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری اطلاعات و پردازش داده‌ها

استان سمنان به دلیل واقع‌شدن در دامنه جنوبی سلسله جبال البرز و تأثیر جبهه‌های آب‌وهوایی استان‌های شمالی گلستان و مازندران از تنوع اقلیمی زیادی برخوردار است و تأثیر آن بر تنوع پوشش گیاهی و فراوانی گیاهان دارویی در شهرستان‌های مختلف به چشم می‌خورد. سه هزار گونه گیاهی در استان سمنان شناسایی شده که بیش از یک‌صد گونه این گیاهان از خواص دارویی برخوردار است.

داده‌های پژوهش حاضر از نواحی روستایی این شهرستان در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ از طریق مصاحبه با کشاورزان و پر کردن پرسشنامه‌های تخصصی جمع‌آوری شد.

محاسبات انرژی مصرفی نهاده‌ها و شاخص‌های انرژی

برای بررسی الگوهای مصرف انرژی در مزارع خروجی‌ها و ورودی‌ها به معادل‌های انرژی خود تبدیل می‌شوند(Imran and Ozcatalbas, 2021).نهاده‌هایی شامل نیروی انسانی، آب، الکتریسیته، گازطبیعی و گل برگ به‌عنوان ورودی‌ها به‌منظور محاسبه مقدار انرژی مصرفی تعیین شدند و محصول نهایی گلاب، به‌عنوان خروجی در این پژوهش در نظر گرفته شد. ضرایب انرژی مربوط به هریک از نهاده‌های ورودی در جدول (۱) آمده است. در این مطالعه، فرآیند تولید محصول گل محمدی در شهرستان دامغان در یک سال زراعی بررسی‌شده است. برای محاسبه انرژی مصرفی نهاده‌های ورودی با ضرب مقدار مصرف‌شده نهاده در واحد سطح در ضریب انرژی مربوطه به‌دست‌آمده است.

جدول ۱- نهاده‌های ورودی و هم‌ارز انرژی آن‌ها.

عنوان	ضرایب انرژی (MJ/unit)	واحد	مرجع
الف) نهاده‌ها			
آب	۱/۰۲	m^3	(Erdal et al., 2007)
نیروی انسانی	۱/۹۵	h	(Rafiee et al, 2010)
گل برگ	۱۴/۷	kg	(Mirzaei et al., 2023)
گاز طبیعی	۴۹/۵	m^3	(Khoshnevisan et al, 2013)
الکتریسیته	۱۱/۹۳	KW.h	(Khoshnevisan et al, 2013)
ستانده‌ها ب)			
گلاب	۱/۰۲	Lit	(عزیز پناه و همکاران،۱۳۹۹)

در این مطالعه باتوجه‌به مقادیر انرژی‌های ورودی و خروجی به‌دست‌آمده از طریق ضرایب انرژی و روابط ذکرشده مقادیر شاخص‌های انرژی شامل نسبت انرژی (Energy Ratio) (ER) که بیانگر نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی و کل انرژی مصرفی در ورودی تولید است. بهره‌وری انرژی (Energy Productivity) (EP) بیان‌کننده مقدار تولید محصول به‌ازای هر واحد انرژی مصرف‌شده است، شدت انرژی (EI) نشان دهند مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است و افزوده خالص انرژی یا انرژی خالص (Net Energy) (NEG)، تفاضل بین انرژی ناخالص تولیدشده و کل انرژی مورد نیاز برای تولید است. به ترتیب با استفاده از روابط (۱) تا (۴) محاسبه شدند (Maarefi et al, 2022).

$$ER = \frac{E_{out}}{E_{in}} \quad (۱)$$

$$EP = \frac{Y}{E_{in}} \quad (۲)$$

$$SE = \frac{E_{in}}{Y} \quad (۳)$$

$$NEG = E_{out} - E_{in} \quad (۴)$$

که در آن، $\mathbf{E_{out}}$ انرژی خروج(MJ/ha)، $\mathbf{E_{in}}$انرژی ورودی(MJ/ha) و Y عملکرد محصول (kg/ha) است.

نتایج و بحث

تجزیه‌وتحلیل انرژی

جدول (۲) میانگین انرژی نهاده‌های مصرف‌شده و ستانده تولیدی که با استفاده از ضرایب انرژی مربوطه به دست آمد است را نشان می‌دهد. ستانده محصول خروجی و نهاده‌های ورودی میزان استفاده از انواع کودها و سموم شیمیایی و نهاده‌های دیگر مورد مطالعه بوده است. میزان کل انرژی مصرفی در تولید۱۹۲۴۷/۶۱ مگاژول بر لیتر به دست آمد. طبق اطلاعات جدول(۲)سهم هر نهاده متفاوت بود و انرژی گاز مصرفی با حدود ۸۰درصد از کل انرژی مصرفی بیشترین سهم از مصرف انرژی است. مصرف انرژی الکتریسته و گل برگ با ۱۵ و ۴ درصد در رده دوم و سوم بیشترین انرژی‌های مصرفی قرار دارند.

جدول ۲– نهاده‌های ورودی و انرژی آن‌ها.

عنوان	انرژی (Mj/h)	درصد
الف) نهاده‌ها		
نیروی انسانی	۵۹/۵۴	۰/۳۰
گل برگ	۸۶۳/۳۵	۴/۴۸
گاز طبیعی	۱۵۴۲۵/۱۴	۸۰/۱۴
آب	۱/۱۵	۰/۰۰۵
الکتریسیته	۲۸۹۸/۴۲	۱۵/۰۵
ب) ستانده‌ها		
گلاب	۶۱۲/۷۲	۱۰۰

باتوجه‌به روابط مربوطه و انرژی‌های ورودی و خروجی شاخص‌های نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی، و افزوده خالص انرژی محاسبه شدند و نتایج در جدول (۳) آورده شد. مقادیر این شاخص‌ها به ترتیب ۰/۰۳۱، ۰/۰۳ لیتر بر مگاژول، ۳۲/۰۴ مگاژول بر کیلوگرم و انرژی خالص برابر ۱۸۶۳۴/۹– مگاژول به دست آمد.

منابع

رحیمی، گ.، چاکسپاری، گ.، عباس‌زاده، بهلول و عراقی. ۱۴۰۰. مقایسه شاخص‌های انرژی در تولید چهار گونه گیاه دارویی (نعناع‌فلفلی، ترخون، ریحان و مرزه زراعی). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۶: ۱۸۳–۱۹۴.

Barut, Z.B., Ertekin, C. and Karaagac, H.A. 2011. Tillage effects on energy use for corn silage in Mediterranean Coastal of Turkey. Energy, 36: 5466–5475.

Darlington, D. 1997. What is efficient agriculture. The Use of Land, Labour and Energy. Vegan Organic Network. Available at: http://www.veganorganic.net/index.php.

Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H. and Gunduz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy, 32: 35–41.

Imran, M. and Ozcat albas, O. 2021. Optimization of energy consumption and its effect on the energy use efficiency and greenhouse gas emissions of wheat production in Turkey. Discover Sustainability, 2: 28.

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M. and Mousazadeh, H. 2013. Reduction of CO_2 emission by improving energy use efficiency of greenhouse cucumber production using DEA approach. Energy, 55: 676–682.

Miljković, A., Aćimović, M., Božanić Tanjga, B., Lončar, B., Raičević, V., Šovljanski, O., Travičić, V., Pezo, M. and Pezo, L. 2024. Inhalation and topical application of rose essential oil—A systematic overview of Rosa damascena aromatherapy. Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management (JATEM), 7: 998–1020.

Mirzaei, J., Parashkoohi, M.G., Zamani, D.M. and Afshari, H. 2023. Examining energy use efficiency and conducting an environmental life cycle assessment through the application of artificial intelligence: A case study on the production of cumin and fennel. Results in Engineering, 20: 101522.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of energy consumption in the production of rose water in Damghan city

Seyed Omid Davodalmousavi[1], Farzaneh Bahadori[2*] and Shahin Rafiee[1]
1. Department of Biosystems Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran
2. Agricultural Research and Education Center, Semnan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Semnan, Iran
Corresponding Author: farbahadori@gmail.com

Abstract

In recent years, the production of rose water in the world has been increasing and reached more than 6.2 tons in 2018. Energy, as one of the important inputs in agriculture, plays a fundamental role in increasing crop production. With the expansion of mechanized agriculture and increasing demand for agricultural products, energy consumption in this sector has also increased. While numerous studies have been conducted on the energy consumption of agricultural products, research on medicinal plants, especially rose hips and rose water production, is limited. Rose water has been widely used due to its therapeutic properties in reducing stress, anxiety, depression and other physical and mental disorders. The required data were collected through a questionnaire in the 1402-1403 crop year. Energy inputs included human labor, water, electricity, natural gas, and rose petals and the final product rose water were considered as outputs. Using standard energy coefficients, the energy input and output values were calculated and the energy ratio (ER), energy efficiency (EP), energy intensity (EI), and net energy added (NEG) indices were evaluated. The results showed that the total energy consumed in rose water production was 19247.61 megajoules per hectare, with natural gas having the highest share of 80.14 percent in energy consumption. Electricity and rose petals were ranked next with 15.05 and 4.48 percent, respectively. The calculated indices indicated an energy ratio of 0.031, energy efficiency of 0.03 liter per megajoule, energy intensity of 32.04 megajoule per kilogram, and negative net energy (-18634.9 megajoule). These results indicate the inefficiency of the production system in terms of energy consumption. According to the findings, optimal management of energy inputs, especially natural gas and electricity, and the use of energy-efficient technologies and renewable energies can help reduce energy consumption and increase productivity in rose water production. This study provides solutions for policymakers and farmers to improve energy consumption patterns in the rose water production sector.

Keywords: Medicinal plants, Energy management, Optimization

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اقتصادی تولید گلاب در شهرستان دامغان

سید امید داودالموسوی[۱*]، فرزانه بهادری[۲*] و شاهین رفیعی[۱]
۱- گروه مهندسی مکانیک بیوسیتم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران
*نویسنده مسئول: *farbahadori@gmail.com*

چکیده

گلاب و اسانس گل محمدی از دیرباز در صنایع مختلفی همچون عطرسازی، محصولات آرایشی – بهداشتی، صنایع غذایی و همچنین در طب سنتی به‌عنوان یک ماده با خواص درمانی کاربرد داشته است. ایران به‌عنوان یکی از تولیدکنندگان اصلی گل محمدی در جهان شناخته می‌شود، به‌طوری‌که شهرستان دامغان از مناطق مهم کشت این گیاه در کشور محسوب می‌گردد. این پژوهش باهدف بررسی اقتصادی تولید گلاب در شهرستان دامغان انجام شده است. داده‌های مورد نیاز از طریق تکمیل پرسش‌نامه و مصاحبه با کشاورزان فعال در این منطقه در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ جمع آوری گردید. در این مطالعه، شاخص های مهم اقتصادی شامل درآمد خالص، نسبت فایده به هزینه و بهره وری اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که در فرایند تولید گلاب، گلبرگ گل محمدی با سهم ۸۸.۱۹ درصد و نیروی انسانی با سهم ۱۱.۳۴ درصد، بیشترین سهم را در هزینه های تولید به خود اختصاص داده اند. از سوی دیگر، هزینه های مربوط به آب و برق به دلیل دریافت یارانه های دولتی، سهم ناچیزی در هزینه های تولید داشتند. محاسبات اقتصادی نشان داد که کل هزینه تولید روزانه گلاب در منطقه مورد مطالعه ۱۲۰,۱۴۲ هزار تومان بوده است. بررسی شاخص‌های اقتصادی حاکی از آن بود که تولید گلاب در منطقه از توجیه اقتصادی مناسبی برخوردار است. درآمد خالص روزانه از این فعالیت ۹۶,۸۳۴ هزار تومان برآورد گردید. نسبت فایده به هزینه که یکی از مهمترین شاخص های ارزیابی اقتصادی محسوب می شود، عدد ۵.۱۵ را نشان داد که بیانگر سودآوری قابل توجه این فعالیت است. با این حال، بهره وری اقتصادی با مقدار ۰/۰۲ لیتر به ازای هر ۱۰۰۰ تومان هزینه، در سطح نسبتا پایینی قرار داشت که این امر می تواند ناشی از بالا بودن هزینه های تولید در این بخش باشد.

واژه‌های کلیدی: گیاهان دارویی، مدیریت انرژی، هزینه تولید، اقتصادی.

مقدمه

اسانس و گلاب استخراج شده از گل محمدی در صنایع عطرسازی، آرایشی و غذایی مصرف گسترده‌ای دارد(ملک و همکاران، ۱۴۰۰). در سال های اخیر، تولید گلاب در جهان به طور پیوسته رشد می کند و در سال ۲۰۱۸ به بیش از ۶.۲ تن رسیده است. علاوه بر کشورهای تولیدکننده سنتی مانند بلغارستان، ترکیه، ایران و مراکش، تولیدکنندگان جدید بسیار زیادی از چین، افغانستان، عربستان سعودی و آذربایجان نیز وجود دارند(Akterian, 2020). ایران کشوری پیشرو در تولید گلاب از گل محمدی است(Boskabady et al., 2011).

علاوه بر تولید غذا انسان برای تولیدات سالم و درمان نیز از طبیعت و گیاهان استفاده می‌کند(حسینی و دینایی،۱۳۸۹). داروهایی شیمیایی و بیولوژیک برای درمان بیماری ها، مشکلات و عوارض زیادی دارد بنابراین تولید و استفاده گیاهان دارویی با رشد بسیار زیادی روبرو شده است (تدینی و همکاران ۱۴۰۲). گلاب در کاهش علائم همراه بیماری مانند استرس، اضطراب، افسردگی، تهوع و استفراغ، درد و غیره موثر است استفاده از گلاب و اسانس گل محمدی برای درمان اختلالات جسمی یا روحی و راونی بسیار مفید و استفاده گسترده دارد (Miljković et al., 2024). علاوه بر وابستگی تولید بیشتر به مصرف انرژی زیادتر، چگونگی رابطه میان افزایش تولیدات و افزایش مصرف انرژی و نیز هدایت مصرف‌های بعدی در مسیرهای متناسب و معقول اهمیت خاصی دارد هرساله اثرات منفی اقتصادی ناشی از مصرف زیاد انرژی در این بخش گسترش می‌یابد و این در شرایطی است که برای انرژی‌های مصرفی یارانه نیز پرداخت می‌شود. خوب بخت و اکرم

(۲۰۲۰) در مطالعه‌ای در شهرستان خوانسار الگوی مصرف انرژی و عملکرد اقتصادی تولید آلوی بخارا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که نیروی کارگری با ۷۰/۷۵درصد بیشترین هزینه را داشته و نسبت هزینه به درآمد ۱/۹ محاسبه‌شده است. بررسی منابع نشان می‌دهد که مطالعات نادری در مورد تحلیل اقتصادی در گیاهان دارویی انجام شده است. در این پژوهش گلاب به عنوان یکی از مهمترین فراورده گیاهان دارویی مورد بررسی تحلیل اقتصادی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری اطلاعات و پردازش داده‌ها

دامغان بین ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۴۵درجه و ۴۹ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه تا ۳۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. این شهرستان از شمال به کوه‌های البرز و از جنوب به دشت کویر و از غرب به شهرستان سمنان و از شرق به شهرستان شاهرود محدود است. سطح کشت گل محمدی در این منطقه حدود ۹۴ هکتار است که میزان تولید در این منطقه در سال ۱۴۰۱ به حدود ۱۰۰ تن است (Anonymous ,2022).

داده‌های پژوهش حاضر از نواحی روستایی این شهرستان در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ از طریق مصاحبه با کشاورزان و پر کردن پرسشنامه‌های تخصصی جمع‌آوری شد. اندازه نمونه از طریق رابطه آماری کوکران (Cochran) (۱) محاسبه شد (Amirahmadi et al, 2022).

$$n = \frac{Nt^2S^2}{Nd^2 + t^2s^2} \quad (۱)$$

که در آن N، اندازه جامعه آماری یا تعداد کشاورزان منطقه موردمطالعه، t ضریب اطمینان قابل‌قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت موردنظر از جدول t-استیودنت به دست می‌آید. s^2 برآورد واریانس صفت موردمطالعه در جامعه، d دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینان) و n حجم نمونه است. بر طبق این رابطه اندازه نمونه برای این تحقیق ۲۸ به دست آمد. که برای اطمینان بیشتر تعداد۳۰ پرسشنامه تهیه و به‌طور کاملاً تصادفی در منطقه مطالعاتی پر شد.

محاسبه شاخص‌های اقتصادی

برای محاسبه هزینه تولید هر واحد تولیدی باید قیمت نهاده‌هایی را به دست آورد که در تولید آن به‌کاررفته است. در مورد نهاده‌هایی که کشاورزان از بازار می‌خرند مثل سوخت، کود و غیره، هزینه‌ها را می‌توان برحسب ریال به دست آورد. در مورد ماشین‌ها نیز در مواردی که کشاورز ماشین را اجاره می‌کند، میزان اجاره‌بها یا هزینه ساعتی عملیات مختلف کشاورزی با ماشین در نظر گرفته شد.

در تحقیق حاضر پرسش‌نامه‌ها شامل پرسش‌هایی در مورد هزینه‌های تولید و میزان درآمد حاصل در یک سال زراعی بود. در کنار پرسش‌های مربوط به میزان مصرف نهاده‌ها، هزینه‌های آنها نیز از کشاورز پرسیده شد. در مورد نهاده‌هایی مثل زمین یا کارگر خانوادگی هزینه فرصت ازدست‌رفته منظور شد و میزان اجاره‌بها یا دستمزد رایج در منطقه در نظر گرفته‌شده و در نهایت مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی از جمله درآمد خالص (Net Revenue)، نسبت فایده به هزینه (Benefit/Cost Ratio) و بهره‌وری اقتصادی (Economic Productivity) به ترتیب با استفاده از روابط (۱) تا (۳) محاسبه شدند (Mousavi-Avval et al., 2011).

$$NR = [totalrevenue(\$/ha)] - [totalCost(\$/lit)] \quad (۱)$$

$$benefit/Cost\ ratio = \frac{[totalrevenue](\$/lit)}{[totalCost](\$/lit)} \quad (۲)$$

$$EP = \frac{[rose\ essential\ oil\ yield](kg/lit)}{[totalCost](\$/lit)} \quad (۳)$$

در فرمول‌های بالا، NR درآمد خالص است و از تفاضل درآمد کل و هزینه کل به دست می‌آید و پول بر لیتر واحد آن است. Benefit-Cost ratio نسبت فایده به هزینه است و از تقسیم درآمد کل به هزینه کل به دست می‌آید و بااهمیت‌ترین شاخصی است که در فعالیت‌های کشاورزی استفاده می‌شود. EP، بهره‌وری اقتصادی است که طبق رابطه آن عبارت است از عملکرد محصول به هزینه کل و با واحد لیتر بر واحد پولی نشان داده می‌شود.

نتایج و بحث

تحلیل اقتصادی

جدول (۱) درصد هزینه هر یک از نهاده‌ها را در واحد سطح نشان می‌دهد. هم‌چنان‌که مشاهده می‌کنید گل با سهمی معادل ۸۸/۱۹ درصد و نیروی انسانی با سهمی معادل ۱۱/۳۴ درصد از کل هزینه‌ها بیشترین قسمت هزینه‌های تولید محصول را شامل می‌شود. بعد ازگل و نیروی انسانی، گاز طبیعی و الکتریسته برای آبیاری هر کدام به‌ترتیب با سهم ۰/۴۰ درصد و ۰/۰۶۲ درصد در رده‌های بعدی هزینه‌های تولید قرار دارند.

جدول ۱- درصد و مقدار هزینه هر یک از نهاده‌ها برای تولید یک لیتر.

عنوان	هزینه (1000T/lit)	درصد
گلبرگ	۲۰۵۵۵/۹۶	۸۸/۱۹
گاز طبیعی	۹۳/۴۸	۰/۴۰۱
آب	۰/۷۳	۰/۰۰۳
الکتریسیته	۱۴/۵۷	۰/۰۶۲
نیروی انسانی	۲۶۴۳/۱۴	۱۱/۳۴

چنانچه در جدول (۱) ملاحظه می‌کنید نهاده الکتریسیته و آب بخشی جزئی از هزینه‌ها را شامل می‌شود زیرا نهاده برق کشاورزی دارای سوبسید است که از سوی دولت به کشاورزان پرداخت می‌شود.

درآمد کل تولید برابر ۱۲۰۱۴۲/۹هزارتومان در روز به دست آمد. جدول (۲)شاخص‌های اقتصادی را در تولید محصول موردمطالعه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که سود خالص برای تولید گلاب گل محمدی برابر با ۹۶۸۳۴/۹۶ هزار تومان محاسبه شد. شاخص بهره‌وری اقتصادی تولید گل محمدی برابر با ۰/۰۲ لیتر بر هزار تومان است به این معنا که به ازای هر ۱۰۰۰ تومان هزینه، تنها ۰/۰۲ لیتر گلاب گل محمدی تولید شده است این عدد پایین نشان می‌دهد که هزینه تولید بسیار بالا است اما باتوجه به اینکه شاخص نسبت فایده برابر با ۵/۱۵ به دست آمد می‌توان دریافت که قیمت فروش محصول به اندازه‌ای زیاد است که سود آوری را تضمین می‌کند. باتوجه به سود دهی اقتصادی پیشنهاد می‌شود که بهینه سازی انرژی مصرفی در اولویت پژوهشگران قرار گیرد.

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های اقتصادی در تولید گلاب گل محمدی.

نام شاخص (واحد)	مقدار شاخص
سود ناخالص(1000T/lit)	۱۲۰۱۴۲/۹
سود خالص (1000T/lit)	۹۶۸۳۴/۹۶
نسبت فایده به هزینه (بدون بعد)	۵/۱۵
بهره‌وری اقتصادی lit/1000T	۰/۰۲

منابع

تدینی، ق.، قلیچی، ف.، رومیانی، ل. و لاله، م. ۱۴۰۲. بررسی خصوصیات عملکردی پلی‌ساکاریدهای محلول در آب و عصاره اتانولی گیاه بارهنگ .پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳۳: ۵۷-۷۳.

ملک، م.، مشرف، و. و لاله، م. ۱۴۰۱. تأثیر شرایط مختلف نگهداری بر خصوصیات کمی و کیفی اسانس گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.). تحقیقات مهندسی صنایع غذایی، ۲۰: ۶۹-۷۸.

حسینی، ن. و دینایی، ا.ت. ۱۳۸۹. بررسی کارآیی نهاده‌ها در زراعت گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) در منطقه رودهن.

Akterian, S.G. 2020. Evaluating the consumption of energy sources for rose oil production. Food Science and Applied Biotechnology, 3: 196–203.

Boskabady, M.H., Shafei, M.N., Saberi, Z. and Amini, S. 2011. Pharmacological effects of *Rosa damascena*. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 14: 295–307.

Amirahmadi, E., Moudrý, J., Konvalina, P., Hörtenhuber, S.J., Ghorbani, M., Neugschw&tner, R.W. et al. 2022. Environmental life cycle assessment in organic and conventional rice farming systems: Using a cradle to farm gate approach. Sustainability, 14(23): 15870.

Khoobbakht, G. and Akram, A. 2020. Investigating the pattern of energy consumption, sensitivity analysis and economic performance of plum production in Khansar Township, Isfahan, Iran. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 51: 263–272.

Miljković, A., Aćimović, M., Božanić Tanjga, B., Lončar, B., Raičević, V., Šovljanski, O., Travičić, V., Pezo, M. and Pezo, L. 2024. Inhalation and topical application of rose essential oil–a systematic overview of *Rosa damascena* aromatherapy. Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management (JATEM), 7: 998–1020.

Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S. and Mohammadi, A. 2011. Optimization of energy consumption and input costs for apple production in Iran using data envelopment analysis. Energy, 36: 909–916.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Economic study of rose water production in Damghan city

Seyed Omid Davodalmousavi[1], Farzaneh Bahadori[2*] and Shahin Rafiee[1]
1. Department of Biosystems Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran
2. Agricultural Research and Education Center, Semnan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Semnan, Iran
Corresponding Author: farbahadori@gmail.com

Abstract

Rose water and essential oil derived from Damask Rose are widely utilized in perfumery, cosmetics, pharmaceuticals, and food industries, as well as in traditional medicine for their bioactive compounds with therapeutic properties. Iran is a leading global producer of rose water, with Damghan recognized as a key region for Damask Rose cultivation due to its favorable climate and historical significance in rose production.This research aimed to investigate the economics of rose water production in Damghan County. The required data was collected by preparing a questionnaire and interviewing farmers active in this field in the 1402-1403 crop year. In this study, important economic indicators including net income, cost-benefit ratio, and productivity were examined and economically analyzed.The results of the research showed that in rose water production, rose petals with a share of 88.19 percent and human labor with a share of 11.34 percent have the largest share in their production costs. On the other hand, water and electricity costs have a negligible share in production costs due to government subsidies. Economic calculations showed that the total daily production of rose water in the study area was 120,142 thousand tomans. The study of economic indicators indicated that the production of rose water in the area is economically justified. The net income from this activity was 96,834 thousand Tomans per day. The benefit-to-price ratio, which is one of the most important indicators of economic evaluation, showed the number 5.15, which indicates the significant profitability of this activity. However, the economic benefit is at a relatively low level of 0.02 liters per 1000 Tomans, which can increase production costs in this sector.

Keywords: Medicinal plants, energy management, production cost, economic.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی کارایی روش‌ها و حلال‌های مختلف استخراج بر بازده عصاره شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

سوسن مرادی[۱*]، عبدالعلی شجاعیان[۱]، علی مختص‌بیدگلی[۲] و آرمان بیرقدار کشکولی[۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ، تهران، ایران

۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *a.beyraghdar@modares.ac.ir*

چکیده

در این مطالعه، تأثیر روش‌ها و حلال‌های مختلف استخراج بر بازده عصاره شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) بررسی شد. سه روش استخراج شامل استخراج به کمک امواج فراصوت(UAE) ، استخراج با شیکر و استخراج در حمام آب، با استفاده از آب، اتانول و مخلوط آب—اتانول با نسبت ۱:۱ مورد بررسی قرار گرفتند. روش استخراج و نوع حلال هر دو تأثیر معنی‌داری بر بازده استخراج داشتند. روش استخراج با شیکر همراه با مخلوط آب—اتانول بالاترین بازده را ایجاد کرد که نشان‌دهنده توانایی بیشتر حلال‌های مخلوط در افزایش بازیابی ترکیبات است. در مقابل، استفاده از روش UAE با اتانول خالص کمترین بازده را به همراه داشت که می‌تواند بیانگر کارایی محدود این روش برای استخراج ترکیبات قطبی باشد. این نتایج بر ضرورت بهینه‌سازی پروتکل‌های استخراج از طریق انتخاب روش و حلال مناسب به‌منظور دستیابی به حداکثر کارایی تأکید می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: استخراج، شیکر، حلال، امواج فراصوت، حمام آب.

مقدمه

شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) یک گیاه دولپه‌ای یک‌ساله متعلق به خانواده Fabaceae است. این گونه بومی جنوب اروپا، آسیا و منطقه مدیترانه است(Snehlata and Payal, 2012). شنبلیله حاوی طیف گسترده‌ای از ترکیبات زیست‌فعال، از جمله آلکالوئیدها، اسیدهای آمینه، ساپونین‌ها، ترکیبات استروئیدی، فلاونوئیدها، فیبرهای غذایی، ویتامین‌ها، مواد معدنی، لیپیدها و موسیلاژ است. پروفایل لیپیدی آن نیز شامل انواع مختلف گلیسریدها، فسفولیپیدها و اسیدهای چرب آزاد است (Sowmya and Rajyalakshmi, 1999; Rashmi Yadav and Rahul Kaushik, 2011; Wani and Kumar, 2018).

روش استخراج تأثیر قابل‌توجهی بر هر دو عامل بازده و پروفایل شیمیایی عصاره گیاهی دارد، زیرا روش‌های مختلف از نظر توانایی جداسازی ترکیبات هدف با یکدیگر متفاوت هستند (Messaoudi et al., 2021). انتخاب حلال، دما و مدت زمان استخراج از عوامل کلیدی تعیین‌کننده کمیت و کیفیت ترکیبات استخراج‌شده هستند (Ayuni et al., 2024). در برگ‌های *Verbascum sinaiticum*، استخراج به کمک امواج فراصوت (UAE) با استفاده از اتانول ۷۰ درصد در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه، محتوای کل ترکیبات فنولی (TPC)برابر با ۱۷۹.۸ میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر گرم (mg GAE/g) ایجاد کرد که بیشتر از روش‌های متداول بود. این مطالعه همچنین گزارش کرد که خیساندن نمونه با استفاده از شیکر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، محتوای فنولی کل برابر با ۱۵۶.۸۵ mg GAE/g ایجاد کرد که نشان‌دهنده کارایی بیشتر روش UAE است.(Legesse et al., 2024)

برای پوست میوه *Sicana odorifera*، استخراج به کمک حمام آب در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۲ دقیقه و با استفاده از ۲۷ درصد اتانول، بازده عصاره ۲۴ درصد و محتوای آنتوسیانین ۳۰۵ میلی‌گرم بر گرم ایجاد کرد؛ در حالی که روش UAE با توان ۵۰۰ وات، به مدت ۲۳ دقیقه و با استفاده از ۴۰ درصد اتانول، بازده را به ۲۸ درصد افزایش داد، اما محتوای آنتوسیانین را به ۲۳۴ میلی‌گرم بر گرم کاهش

داد .(Albuquerque et al., 2025) چنین یافته‌هایی بر ضرورت بهینه‌سازی همزمان روش و حلال استخراج به‌منظور به حداکثر رساندن بازیابی ترکیبات هدف تأکید می‌کنند.

هدف از این مطالعه، ارزیابی تأثیر روش‌های مختلف استخراج و حلال‌ها بر کارایی و بازده استخراج عصاره شنبلیله بود.

مواد و روش‌ها

۱- تهیه عصاره‌ها

ابتدا ۱۰ گرم از ماده گیاهی خشک با ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال شامل آب، اتانول و مخلوط آب–اتانول با نسبت ۱:۱ مخلوط شد. سپس استخراج عصاره‌ها با استفاده از روش‌های مختلف استخراج انجام گرفت. تمامی روش‌های استخراج در سه تکرار انجام شدند تا تکرارپذیری نتایج تضمین شود.

۱-۱- استخراج به کمک امواج فراصوت

نمونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در معرض امواج فراصوت قرار گرفتند) (Elmasonic 60H) شکل ۱.(a

۱-۲- استخراج در حمام آب

نمونه‌ها در حمام آب در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت و همراه با هم‌زدن ملایم حرارت داده شدند.

۱-۳- استخراج با شیکر

نمونه‌ها به‌طور پیوسته به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق با استفاده از شیکر مکانیکی (KS 4000 IKA) تکان داده شدند) شکل ۱.(b



a b

شکل ۱- روش‌های استخراج به کمک امواج فراصوت (a) و شیکر (b) برای استخراج عصاره شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) با استفاده از حلال‌های مختلف در این مطالعه.

۱-۴- فرآوری پس از استخراج

پس از استخراج، عصاره‌های گیاهی از طریق کاغذ صافی فیلتر شدند تا مواد جامد باقی‌مانده حذف شوند. به‌منظور تعیین دقیق بازده، عصاره‌های صاف‌شده به‌طور کامل خشک شدند. عصاره‌های بر پایه اتانول با استفاده از دستگاه تبخیر چرخشی(Hidolph Smart) ، آلمان (

خشک شدند، در حالی که عصاره‌های آبی به روش خشک‌کردن انجمادی (فریزدرای) خشک شدند تا حذف مؤثر حلال و محاسبه دقیق بازده تضمین شود.

۱-۵- بازده استخراج

به‌منظور ارزیابی کارایی استخراج، بازده استخراج با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Ngamkhae et al., 2022).

بازده استخراج برای هر ترکیب شامل روش استخراج و حلال به‌صورت جداگانه تعیین شد و نتایج به‌صورت میانگین سه تکرار مستقل گزارش شدند.

بازده استخراج = (mg/g) جرم عصاره خشک / (mg) جرم ماده گیاهی(g)

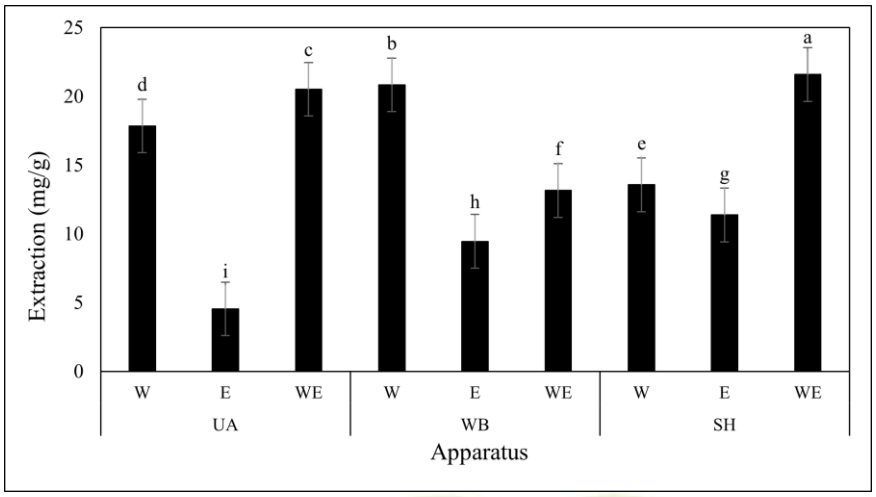
تجزیه‌وتحلیل آماری

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹) انجام شد. تجزیه واریانس (ANOVA) با استفاده از رویه PROC GLMبه‌منظور تعیین معنی‌داری نتایج انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح $P \leq 0.05$انجام شد و از رویه PROC UNIVARIATE برای بررسی نرمال بودن باقیمانده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

بازده استخراج شنبلیله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر روش استخراج و نوع حلال قرار گرفت (شکل ۲). روش استخراج با شیکر همراه با مخلوط آب–اتانول بالاترین کارایی استخراج را نشان داد و از نظر آماری با سایر روش‌ها متفاوت بود($P < 0.05$) ، که نشان‌دهنده اثربخشی این روش در ترکیب با حلال‌های مخلوط است. استخراج در حمام آب با استفاده از آب خالص نیز بازده نسبتاً بالایی ایجاد کرد که نشان می‌دهد گرمایش کنترل‌شده می‌تواند کارایی استخراج را افزایش دهد. استخراج به کمک امواج فراصوت (UAE) با استفاده از مخلوط آب–اتانول نتایج متوسطی ایجاد کرد، اگرچه بازده آن در مقایسه با روش شیکر تحت شرایط مشابه حلال کمتر بود.

اتانول به‌عنوان حلال، در تمامی روش‌ها به‌طور مداوم کمترین میزان استخراج را ایجاد کرد. استفاده از روش UAE همراه با اتانول خالص کمترین عملکرد را نشان داد که بیانگر کارایی محدود اتانول در دستیابی به حداکثر بازده کلی است، اگرچه این حلال ممکن است برای استخراج برخی ترکیبات زیست‌فعال اختصاصی مزایایی داشته باشد. روش UAE همچنین در مقایسه با روش‌های متداول، بازیابی بهتر ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را نشان داده است که این امر به تخریب دیواره سلولی در اثر پدیده کاویتاسیون نسبت داده شده است (Dastan et al., 2022). در مطالعه‌ای بر روی عصاره‌های گیاهان دارویی، استفاده از اتانول آبی (۸۰:۲۰، حجمی/حجمی) همراه با روش شیکر، در مقایسه با اتانول خالص یا متانول، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش بازده استخراج، محتوای ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد (Sultana et al., 2009).



شکل ۲- مقایسه بازده استخراج به‌دست‌آمده با استفاده از روش‌ها و حلال‌های مختلف استخراج در این مطالعه (UA: استخراج به کمک امواج فراصوت، WB: حمام آب، SH: شیکر، W: آب، E: اتانول، WE: آب + اتانول. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت‌های آماری معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح $P < 0.05$ هستند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه تأیید می‌کنند که روش استخراج و انتخاب حلال، تأثیر اساسی بر بازده عصاره شنبلیله دارند. روش استخراج با شیکر همراه با مخلوط آب–اتانول بالاترین بازده را ایجاد کرد، در حالی که روش UAE با استفاده از اتانول خالص کمترین میزان استخراج را به همراه داشت. استخراج در حمام آب با استفاده از آب خالص، بازده متوسطی ایجاد کرد که نشان می‌دهد انرژی حرارتی می‌تواند استخراج ترکیبات محلول در آب را افزایش دهد. این نتایج بر ضرورت بهینه‌سازی پروتکل‌های استخراج از طریق انتخاب متناسب روش و حلال به‌منظور دستیابی به بازده مطلوب در مطالعات فیتوشیمیایی تأکید می‌کنند.

منابع

Albuquerque, B.R., Pinela, J., Pereira, C., Calhelha, R.C., Oliveira, I., Heleno, S. et al. 2025. Optimization and comparison of heat- and ultrasound-assisted extraction methods for anthocyanin recovery from *Sicana odorifera* fruit epicarp. Biomass Conversion and Biorefinery, 15(1): 1027–1040.

Ayuni, D., Neri, L., Pittia, P., Sirikantaramas, S., Devahastin, S. and Borompichaichartkul, C. 2024. Impact of extraction methods on bioactive compounds and antioxidant activities of Thai jasmine rice leaf extracts. International Journal of Food Science and Technology, 59(10): 7865–7872.

Dastan, S., Turker, I. and Isleroglu, H. 2022. Enhanced recovery of bioactive compounds from *Trigonella foenum-graecum* seeds by ultrasonic-assisted extraction. Journal of Food Measurement and Characterization, 16(2): 1073–1086.

Legesse, A.B., Emire, S.A., Tadesse, M.G., Dadi, D.W., Kassa, S.K., Oyinloye, T.M. and Yoon, W.B. 2024. Optimization of ultrasound-assisted extraction of *Verbascum sinaiticum* leaves: Maximal phenolic yield and antioxidant capacity. Foods, 13(8): 1255.

Messaoudi, M., Rebiai, A., Sawicka, B., Atanassova, M., Ouakouak, H., Larkem, I. et al. 2021. Effect of extraction methods on polyphenols, flavonoids, mineral elements, and biological activities of essential oil and extracts of *Mentha pulegium* L. Molecules, 27(1): 11.

Ngamkhae, N., Monthakantirat, O., Chulikhit, Y., Boonyarat, C., Maneenet, J., Khamphukdee, C. and Daodee, S. 2022. Optimization of extraction method for Kleeb Bua Daeng formula and comparison between ultrasound-assisted and microwave-assisted extraction. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 28: 100369.

Yadav, R.Y. and Kaushik, R.K. 2011. A study of phytochemical constituents and pharmacological actions of Trigonella foenum-graecum: A review.

Snehlata, H.S. and Payal, D.R. 2012. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): An overview.

Sowmya, P. and Rajyalakshmi, P. 1999. Hypocholesterolemic effect of germinated fenugreek seeds in human subjects. Plant Foods for Human Nutrition, 53: 359–365.

Sultana, B., Anwar, F. and Ashraf, M. 2009. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. Molecules, 14(6): 2167–2180.

Wani, S.A., Alwahibi, M.S., Elshikh, M.S., Abdel Gawwad, M.R., Ali, M.A., Alhaji, J.H. et al. 2022. Sensory, functional characteristics and in vitro digestibility of snacks supplemented with non-traditional ingredient raw and processed fenugreek. International Journal of Food Science and Technology, 57(8): 4716–4725.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluating the efficiency of different extraction methods and solvents on fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) extract yields

Sousan Moradi[1*], Abdolali Shojaeian[1], Ali Mokhtassi-Bidgoli[2] and Arman Beyraghdar Kashkooli[1]
[1] Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding author: a.beyraghdar@modares.ac.ir*

Abstract

The influence of different extraction methods and solvents on the yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) extracts was evaluated in this study. Three techniques—ultrasound-assisted extraction (UAE), shaker extraction, and water bath extraction—were tested with water, ethanol and a 1:1 water–ethanol mixture. Both the extraction method and solvent significantly impacted the extraction yield. The shaker method paired with the water- ethanol mixture achieved the highest yield, suggesting that mixed solvents enhance compound recovery. Conversely, UAE with pure ethanol produced the lowest yield, implying limited effectiveness for extracting polar compounds. These results emphasize the need to optimize extraction protocols by selecting appropriate methods and solvents to maximize efficiency.

Keywords: Extraction, Shaker, Solvent, Ultrasound, Water bath.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تنوع فیتوشیمیایی در جمعیت‌های مختلف آویشن گونه *Thymus lancifolius* کشت شده در شرایط یکسان

سیاوش محمدی[1*]، لیلا تبریزی[2]، مجید شکرپور[2] و کوروش مجد سلیمی[1]

۱- پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

۲- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *mohammadi.s@ut.ac.ir*

چکیده

آویشن یکی از مهمترین و ارزشمندترین گیاهان دارویی در دنیا بوده که کاربرد وسیعی در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی بهداشتی دارد. با توجه به اهمیت گیاه دارویی آویشن و نیاز روزافزون صنایع مختلف به استفاده از آن، اصلاح و ایجاد ژنوتیپ‌های با عملکرد کمی و کیفی بالا در این گیاه ضرورت دارد. قدم اول در اصلاح خصوصیات گیاهی، فهم ساختار ذخایر ژنتیکی است. برای بهره برداری از منابع ژنتیکی با حداکثر کارایی، شناخت مواد ژنتیکی نگهداری شده ضرورت دارد. در این تحقیق خصوصیات فیتوشیمیایی از جمله میزان اسانس و ترکیبات اسانس پنج جمعیت آویشن گونه *Thymus lancifolius* کشت شده در شرایط یکسان ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در بین جمعیت های مختلف، جمعیت فارس با ۵/۳۸ درصد (حجمی- وزنی) بالاترین میزان اسانس را داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر جمعیت‌های این گونه بود. کمترین میزان آن نیز در جمعیت کردستان (۳/۰۸ درصد) مشاهده شد. بر اساس نتایج، تنوع زیادی از لحاظ صفات فیتوشیمیایی در بین جمعیت‌های مختلف مشاهده شد. ترکیبات غالب اسانس در جمعیت لرستان به ترتیب شامل کارواکرول (۴۸/۷۴ درصد)، تیمول (۱۹/۷۶ درصد)، در جمعیت کردستان به ترتیب آلفا ترپینئول (۱۴/۸۱ درصد)، تیمول (۱۳/۸۱ درصد)، لینالول (۱۲/۱۲ درصد)، در جمعیت اصفهان تیمول (۶۰/۱۴ درصد)، در جمعیت فارس تیمول (۲۸/۶۹ درصد)، ژرانیول (۲۵/۵۷ درصد)، و در جمعیت مرکزی نیز تیمول (۶۸/۶۷ درصد) ترکیب غالب اسانس بود. در نهایت از لحاظ نوع تیپ شیمیایی اکوتیپ لرستان کموتایپ کارواکرول-تیمول، اکوتیپ کردستان کموتایپ آلفا تپینئول- لینالول، اکوتیپ اصفهان کموتایپ تیمول، اکوتیپ فارس کموتایپ تیمول- ژرانیول و اکوتیپ مرکزی نیز کموتایپ تیمول بود.

واژه‌های کلید: اسانس، اصلاح گیاهان دارویی، تیمول، کموتایپ.

مقدمه

گیاه آویشن، با دارا بودن ترکیبات فرار و ترکیبات شیمیایی دارویی و متابولیت‌های ثانویه، یکی از پرمصرف ترین و ارزشمندترین گیاهان دارویی جهان است. اسانس این گیاه دارای کاربرد وسیعی در صنایع داروسازی، غذایی و مبارزه بیولوژیک است. همچنین اسانس این گیاه دارای خواص ضدباکتری و ضدقارچی، آنتی اکسیدان، نگهدارنده طبیعی غذا و تأخیردهنده پیری پستانداران می‌باشد. سانس آویشن در ردیف ۱۰ اسانس معروف دنیاست که جایگاه اقتصادی خاصی در تجارت جهانی دارد (Carlen et al., 2010). با توجه به اهمیت گیاه دارویی آویشن در صنایع مختلف، اصلاح و ایجاد ژنوتیپ‌های با عملکرد کمی و کیفی بالا در این گیاه ضرورت دارد. از اهداف اصلاحی مهم در آویشن می‌توان به عملکرد بالای ماده خشک، نسبت بالای برگ به اندام هوایی، عملکرد بالای اسانس، میزان بالای تیمول در اسانس، یکنواختی محصول، تحمل یخبندان در زمستان، عادت رشد ایستاده و امکان برداشت مکانیزه اشاره کرد. برای بهره برداری از منابع ژنتیکی با حداکثر کارایی، شناخت مواد ژنتیکی نگهداری شده ضرورت دارد. علاوه بر این می توان با ارزیابی تنوع در نهایت ژنوتیپ های برتر را نیز انتخاب کرد که در برنامه صلاحی و همچنین کشت و تولید مورد استفاده قرار گیرد (وجدانی، ۱۳۷۵). در این تحقیق درصد اسانس و ترکیبات اصلی اسانس در جمعیت های مختلف آویشن گونه *T. lancifolius* کشت شده در شرایط یکسان ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

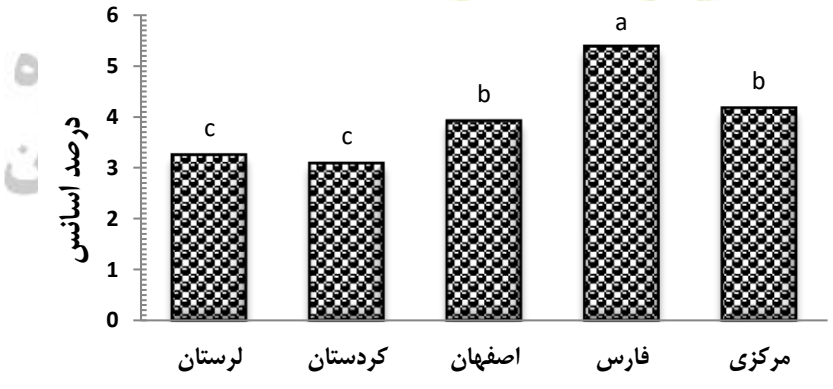
در این تحقیق بذر پنج جمعیت لرستان، کردستان، اصفهان، فارس و مرکزی آویشن گونه *T. lancifolius* از موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور تهیه و پس از تهیه نشا گیاهان در شرایط یکسان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. با توجه به اینکه آویشن گیاهی چند ساله است، گیاهان در سال اول رشد در مزرعه پتانسیل واقعی خود را از نظر رشد و عملکرد نشان نخواهند داد بلکه در سال اول بیشتر استقرار گیاهان صورت می‌گیرد، لذا در سال اول گیاهان از نظر آبیاری و علف‌های هرز کنترل شدند و اندازه گیری صفات مختلف فیتوشیمیایی اکوتیپ‌ها در سال دوم انجام شد. اندام هوایی گیاهان در مرحله گلدهی کامل در بهار سال دوم برداشت و جهت انجام آنالیزهای فیتوشیمیایی از جمله درصد اسانس و اجزای اصلی اسانس در سایه و در دمای اتاق خشک شدند.

استخراج اسانس استخراج اسانس با استفاده از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر بر اساس فارماکوپه بریتانیا (۱۹۸۸) و به مدت ۳ ساعت انجام شد. سپس اسانس حاصل در ظروف شیشه ای مناسب تا زمان انجام آنالیز اسانس در یخچال نگهداری شد. درصد اسانس به روش حجمی- وزنی اندازه گیری شد.

آنالیز اجزای اسانس توسط دستگاه GC-MS و GC-FID در گروه فیتوشیمی موسسه JKI شهر برلین در کشور آلمان انجام شد. اسانس جمعیت های مختلف پس از آماده سازی، بـه دسـتگاه گـاز کروماتوگرافی گازی مجهز به طیف سنج جرمی (GC-MS) و دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به دتکتور FID (GC-FID) تزریق شد. شناسـایی طیـفهـا بـه کمـک شاخص بازداری آنها و مقایسه ی آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و با استفاده از طیـفهـای جرمـی ترکیبـات اسـتاندارد و اسـتفاده از اطلاعـات موجـود در کتابخانـه ی کامپیوتری صورت گرفت (Adams, 2017). داده‌های حاصل از آزمایش‌های این تحقیق بر اساس طرح آماری مورد استفاده، با استفاده از نرم افزار آماری آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین رسم نمودارها و برخی از محاسبات نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج در بین جمعیت های مختلف گونه *T. lancifolius*، جمعیت فارس با ۵/۳۸ درصد بالاترین میزان اسانس را داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر جمعیت‌های این گونه بود. کمترین میزان آن نیز در جمعیت کردستان (۳/۰۸ درصد) حاصل شد هرچند با جمعیت لرستان تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱).



شکل ۱- درصد اسانس در جمعیت های مختلف آویشن گونه *T. lancifolius*.

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود اجزای اصلی اسانس در گونه *T. lancifolius* با توجه به جمعیت، تنوع نسبتا بالایی داشت به طوری که ترکیب غالب اسانس در جمعیت‌های مختلف این گونه متفاوت بود. اجزای اصلی اسانس در جمعیت های مختلف شامل تیمول (۶۸/۶۷- ۱۳/۸۱ درصد)، کارواکرول (۴۸/۷۴- ۳/۶۴ درصد)، ژرانیول (۲۵/۵۷- ۰/۵۷ درصد)، آلفا ترپینئول (۱۴/۸۱- ۴/۱۹ درصد)، لینالول (۱۲/۱۵- ۳/۵۶ درصد)، سیترال (۱۰/۰۸- ۷/۸۸ درصد)، ژرانیل استات (۷/۳۳- ۱/۰۶ درصد)، آلفا ترپینیل استات (۶/۷۵- ۳/۷۲ درصد)، پاراسیمن (۵/۱۲- ۲/۱۰ درصد) و بورنئول (۴/۰۸- ۱/۴۷ درصد) بود (جدول ۱).

ترکیبات غالب اسانس در جمعیت لرستان به ترتیب شامل کارواکرول (۴۸/۷۴ درصد)، تیمول (۱۹/۷۶ درصد)، پاراسیمن (۵/۰۵ درصد)، لینالول (۳/۵۶ درصد) و گاما ترپینن (۳/۰ درصد) بود. در جمعیت کردستان .نیز به ترتیب آلفا ترپینئول (۱۴/۸۱ درصد)، تیمول (۱۳/۸۱ درصد)، لینالول (۱۲/۱۲ درصد)، کارواکرول (۸/۴۰ درصد)، سیترال (۷/۸۸ درصد)، پاراسیمن (۳/۸۲ درصد)، اوکالیپتول (۳/۳۰ درصد) و نرال (۳/۰۹ درصد) اجزای اصلی اسانس را تشکیل می‌دهند. ترکیبات اصلی اسانس در جمعیت اصفهان به ترتیب شامل تیمول (۶۰/۱۴ درصد)، لینالول (۶/۶۳ درصد)، آلفا ترپینئول (۴/۱۹ درصد)، کارواکرول (۴/۰۰ درصد)، آلفا ترپینیل استات (۳/۷۲ درصد) و پاراسیمن (۳/۰۷ درصد) بودند. همچنین تیمول (۲۸/۶۹ درصد)، ژرانیول (۲۵/۵۷ درصد)، سیترال (۱۰/۰۸ درصد)، ژرانیل استات (۷/۳۳ درصد) و کارواکرول (۴/۵۰ درصد) به عنوان اجزای اسانس در جمعیت فارس از گونه شناسایی شدند. اجزای غالب اسانس در جمعیت مرکزی به ترتیب شامل تیمول (۶۸/۶۷ درصد)، آلفا ترپینیل استات (۶/۷۵ درصد)، پاراسیمن (۵/۱۲ درصد) و کارواکرول (۳/۶۴ درصد) بودند.

جدول ۱– میزان ترکیبات اسانس در جمعیت های مختلف آویشن گونه *T. lancifolius*

ترکیبات اصلی اسانس (درصد)	لرستان	کردستان	اصفهان	فارس	مرکزی
پاراسیمن	۵/۰۵	۳/۸۲	۳/۰۷	۲/۱۰	۵/۱۲
اوکالیپتول	۱/۸۴	۳/۳۰	۲/۰۴	۱/۱۹	۱/۰۵
گاماترپینن	۳/۰۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۲/۶۹	۱/۹۹
لینالول	۳/۵۶	۱۲/۱۵	۶/۶۳	–	–
بورنئول	۱/۸۴	۴/۰۸	–	۱/۴۷	–
آلفا ترپینئول	–	۱۴/۸۱	۴/۱۹	–	–
نرال	–	۳/۰۹	–	–	–
سیترال	–	۷/۸۸	–	۱۰/۰۸	–
ژرانیول	۱/۱۲	۰/۵۷	–	۲۵/۵۷	–
تیمول	۱۹/۴۶	۱۳/۸۱	۶۰/۱۴	۲۸/۶۹	۶۸/۶۷
کارواکرول	۴۸/۷۴	۸/۴۰	۴/۰۰	۴/۵۰	۳/۶۴
آلفا ترپینیل استات	–	–	۳/۷۲	–	۶/۷۵
ژرانیل استات	۱/۰۶	۲/۳۸	–	۷/۳۳	–
کموتایپ	کارواکرول	آلفاترپینئول– لینالول	تیمول	تیمول– ژرانیول	تیمول

جمعیت های مرکزی و اصفهان به ترتیب با ۶۸/۷ و ۶۰/۱ درصد تیمول بعنوان کموتایپ تیمول شناسایی شدند. در نهایت از لحاظ نوع تیپ شیمیایی اکوتیپ لرستان کموتایپ کارواکرول–تیمول، اکوتیپ کردستان کموتایپ آلفا تپینئول– لینالول، اکوتیپ اصفهان کموتایپ تیمول، اکوتیپ فارس کموتایپ تیمول– ژرانیول و اکوتیپ مرکزی نیز کموتایپ تیمول بود. (جدول ۱). با توجه به وجود تنوع بالای در میزان و نوع ترکیبات فیتوشیمیایی در اکوتیپ های مختلف آویشن گونه *T. lancifolius* می توان از آن در صنایع مختلف استفاده نمود، علاوه بر این میتوان از اکوتیپ ها و ژنوتیپ های برتر این گونه در تحقیقات اهلی سازی و بهنژادی آویشن نیز استفاده کرد.

منابع

وجدانی، پ. ۱۳۷۵. اهمیت روش‌های حفاظت در محل رویش طبیعی و نقش آن در حفظ و بهره‌برداری از ذخایر توارث گیاهی. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران: ۵۵۴–۵۷۳.

Adams, R.P. 2017. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. 4.1.

Carlen, C., Schaller, M., Carron, C.A., Vouillamoz, J.F. and Baroffio, C.A. 2010. The new *Thymus vulgaris* L. hybrid cultivar ('Varico 3') compared to five established cultivars from Germany, France and Switzerland. Acta Horticulturae, 860: 161–166.

Phytochemical diversity in different populations of thyme (*Thymus loncifolius*) cultivated under the same conditions

Siavash Mohammadi[1*], Leila Tabrizi[2], Majid Shokpour[2] and Kourosh Majd Salimi[1]
1. Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, AREEO, Lahijan, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science, University of Tehran, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: mohammadi.s@ut.ac.ir*

Abstract

Thyme is one of the most important and valuable medicinal plants in the world, which is widely used in the food, pharmaceutical and cosmetic industries. Considering the importance of thyme and the increasing need of various industries to use it, it is necessary to modify and create genotypes with high quantitative and qualitative performance in this plant. The first step in improving plant characteristics is to understand the structure of genetic reserves. In order to utilize genetic resources with maximum efficiency, it is necessary to recognize the preserved genetic materials. In this study, phytochemical properties, including the amount of essential oil and essential oil compounds of five populations of thyme species *Thymus lancifolius* cultivated under the same conditions, were evaluated. The results showed that among the different populations, the Fars population had the highest amount of essential oil with 38.5% (volume-weight), which was significantly higher than other populations of this species. The lowest amount was observed in the Kurdistan population (3.08%). According to the results, a large diversity in terms of phytochemical traits was observed among the different populations. The dominant essential oil compounds in the Lorestan population were carvacrol (48.74%), thymol (19.76%), in the Kurdistan population alpha-terpineol (14.81%), thymol (13.81%), linalool (12.12%), in the Isfahan population thymol (60.14%), in the Fars population thymol (28.69%), geraniol (25.57%), and in the Central population thymol (68.67%). Finally, in terms of chemical type, the Lorestan ecotype was carvacrol-thymol chemotype, the Kurdistan ecotype was alpha-thepineol-linalool chemotype, the Isfahan ecotype was thymol chemotype, the Fars ecotype was thymol-geraniol chemotype, and the Central ecotype was thymol chemotype.

Keywords: Essential oil, Medicinal plant breeding, thymol, chemotype.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر اسید جیبرلیک بر ویژگی‌های تولید نشاء گیاه دارویی چای ترش در شرایط تنش خشکی

احمد احمدیان [*۱] و بیتا دهنوی [۱]

۱- گروه تولیدات گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

*نویسنده مسئول: *aahmadian59@gmail.com*

چکیده

اسید جیبرلیک یکی از محرک‌های رشد بوده که در تولید نشاء از آن استفاده می‌شود. چای ترش گیاهی از خانواده پنیرک و تاحدی مقاوم به خشکی است که جوانه زنی سریع ولی رشد اولیه کندی دارد. با توجه به شرایط پیش روی کشور مبنی بر افزایش اثرات خشکسالی تولید نشاهای مقاوم به خشکی حائز اهمیت می باشد. به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسید جیبرلیک بر ویژگی های تولید نشاء گیاه دارویی چای ترش در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۴ در گلخانه تحقیقاتی شخصی واقع در شهرستان نیشابور انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل محلول‌پاشی هورمون اسید جیبرلیک در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ ppm و تنش خشکی در سه سطح ۵۰، ۷۰ و ۹۰٪ ظرفیت زراعی بود. نتایج نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش خصوصیات رشدی نشاء شد. همچنین بررسی اثر متقابل تیمارها بر گیاه چای ترش نشان داد که استفاده از تیمار آبیاری ۷۰ ٪ ظرفیت زراعی به همراه ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی اسید جیبرلیک می‌تواند نشا با کیفیتی در حد نشا تولید شده در شرایط عدم تنش ایجاد نماید. همچنین تنش ۷۰٪ ظرفیت زراعی در این آزمایش نشایی و عملکردی تفاوت معنی‌داری در اغلب صفات مورد بررسی با تیمار ۹۰٪ ظرفیت زراعی نداشت. لذا می توان نتیجه گرفت که استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک در مرحله تولید نشا و آبیاری با ۷۰٪ ظرفیت زراعی در مراحل رشد اولیه گیاه چای ترش توصیه می‌شود تا بتوان نشاهای مقاوم و باکیفیت تولید و به بازار عرضه نمود.

واژه‌های کلیدی: رشد اولیه، ظرفیت زراعی، مقاومت به خشکی، هورمون.

مقدمه

تنش‌های محیطی به ویژه تنش‌های شوری و خشکی بیش ازعوامل دیگر موجب کاهش تولیدات زراعی در سطح جهان می‌گردند (Shiri et al., 2009). خشکسالی عامل اصلی محدودکننده تولید جهانی محصولات کشاورزی است که بر رشد و عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Narayanasamy et al., 2023). در شرایط تنش، توسعه رشد رویشی و زایشی گیاهان به‌سبب استفاده از تمام منابع انرژی گیاهی و پیش‌سازهای متابولیک برای تحمل اثرات تنش، محدود می‌شود با توجه به اهمیت بالای گیاهان دارویی و نقش کلیدی آن‌ها بررسی شرایط رشد این گیاهان در شرایط کم‌آبی و خشکسالی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای افزایش بهره‌وری و پایداری کشت گیاهان دارویی در شرایط مختلف اقلیمی در اختیار قرار دهد (Kang et al., 2017). چای ترش (مکی) (*Hibiscus sabdariffa* L.) گیاهی از خانواده Malvaceae (Yazdan Panah, 2016). با استفاده‌های فراوان داروئی که بومی آسیا و یا مناطق گرمسیر آفریقا بوده است. گیاهی یکساله، شاخه‌دار ارتفاعی در حدود ۴۱۳-۶۴ سانتی‌متر است که رنگ آن سبز تیره متمایل به قرمز، حاشیه برگ‌ها دندانه‌های بدون کرک و دمبرگ بلند یا کوتاه دارد. گل‌های آن بزرگ و دارای دمگل کوتاه بوده که میوه‌ای از نوع کپسول تولید می‌کنند. از برگ و دانه‌های آن در طب سنتی استفاده می‌شود. کاسبرگ گیاه خاصیت تب‌بر دارد و به‌صورت چای مورد استفاده قرار می‌گیرد و از آن ژله و مربا هم درست می‌شود. این گیاه دارای خصوصیاتی نظیر ضد افسردگی، متحجرکننده، ضدکرم روده، ضدسرطان و خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (Khomri et al., 2007; Khoshouei et al., 2022).

جوانه‌زنی فرآیند فیزیولوژیکی پیچیده‌ای است که تحت‌تاثیر عوامل ژنتیکی محیطی قرار می‌گیرد (Foley & Fennimore, 1998). در مطالعه‌ای بر روی گیاهان دارویی بیان داشتند که تحمل به تنش در چای ترش، سانای هندی، ریحان و زوفا کمتر از سیاموپسیس و کنگر فرنگی بود، اما با افزایش تنش در هر شش گیاه طول ریشه چه و ساقه چه کاهش یافت. تنش سبب انباشتگی پارولین در ریشه‌ها و شاخه‌های

دوگونه‌ی چای ترش شده بود به خصوص در گونه با رنگ کاسبرگ تیره، گنجایش آنتوسیانین درگونه کاسبرگ روشن بیشتر از گونه کاسبرگ تیره بود و موفقیت گوناه کاسبرگ روشن در تحمل شوری به‌دلیل گنجایش متناوب آنتوسیانین آن بوده است (Khorshidi et al., 2009). با توجه به مشکلات مربوط به کم آبی و تنش خشکی ناشی از آن برای کشت و پرورش گیاهان باارزش اقتصادی این پژوهش با کاربرد هورمون اسید جیبرلیک برای تولید نشاء گیاه چای ترش در شرایط تنش خشکی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۴ در گلخانه تحقیقاتی شخصی واقع در شهرستان نیشابور انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل محلول‌پاشی هورمون اسید جیبرلیک در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ ppm و تنش خشکی در سه سطح ۵۰، ۷۰ و ۹۰٪ ظرفیت زراعی بود. برای کشت از گلدان‌هایی با قطر ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. پنج سانتی‌متر بالای گلدان برای اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته و بقیه حجم آن از خاک پر شد. مقدار خاک برای تمامی گلدان‌ها یکسان بود. بذرهای چای ترش در داخل سینی‌های نشا که با بستر کوکوپیت و پرلیت پر شده بودند کشت گردید. بعد از جوانه‌زدن و رشد اولیه بذرها به گلدان‌های نشایی منتقل شدند. بعد از یک هفته آبیاری یکسان ابتدا محلول‌پاشی اسید جیبرلیک در مرحله دو برگ حقیقی انجام و سپس تنش خشکی اعمال شد. جهت تعیین ظرفیت زراعی مزرعه، سه عدد گلدان آبیاری شدند و اجازه داده شد که آب ثقلی هر سه گلدان خارج شود تا گلدان در حالت کاملاً اشباع قرار گیرد و توزین شدند که این وزن میزان ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی را نشان داد. سپس اجازه داده شد که زهکشی به مدت ۷۲ ساعت انجام شود. بعد از این مدت گلدان‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت یک‌دهم گرم مجدداً توزین شدند که اختلاف حاصل از وزن اولیه و ثانویه همان مقدار آب در حد ظرفیت زراعی است. برای تعیین هر سطح ظرفیت زراعی نسبت هر کدام از سطوح به وزن اندازه‌گیری‌شده به‌دست آمد. برای تعیین ظرفیت زراعی در حین انجام آزمایش هر روز تمامی گلدان‌ها توزین شده و هر گلدان که به وزن مورد نظر رسید مجدد آبیاری شد. در پایان مرحله تولید نشاء صفاتی شامل: ارتفاع نشاء، سطح برگ، نسبت ریشه به ساقه، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، تعداد برگ، قطر ساقه، میزان کلروفیل برگ، میزان پرولین برگ و درصد ماده خشک مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت.

پس از ثبت اطلاعات مربوط به هریک از صفات مورد نظر، داده‌ها از طریق آنالیز واریانس مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز آماری شده و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج به‌دست آمده از تیمارهای آزمایشی اعمال شده بر چای ترش در مرحله نشایی نشان می‌دهد به‌طورکلی گیاه چای ترش نسبت به تنش خشکی در مرحله نشایی حساس است و بروز تنش خشکی باعث کاهش چشمگیر کیفیت نشا می‌شود. در این بین برخی از صفات اندازه‌گیری شده دارای حساسیت بالاتری نسبت به سطوح تنش خشکی هستند. عملکرد در صفاتی از قبیل سطح برگ، نسبت ریشه به ساقه، درصد ماده خشک و کلروفیل با اعمال تنش خشکی در سطح ۷۰٪ ظرفیت زراعی، به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به شرایط ۹۰٪ ظرفیت زراعی (شرایط بدون تنش) کاهش و پرولین افزایش یافت. درحالی‌که تنش ۷۰٪ ظرفیت زراعی بر دسته دیگری از صفات مورد بررسی ازجمله تعداد برگ و برگچه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک گیاهچه و قطر ساقه نسبت به شرایط بدون تنش اثر منفی نگذاشت؛ اما افزایش شدت تنش خشکی به سطح ۵۰٪ ظرفیت زراعی سبب کاهش قابل توجه صفات مذکور گردید.

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز داده‌های حاصل از آزمایش در مرحله نشایی چای ترش، مشخص شد که در صفاتی از قبیل تعداد برگ و مقدار پرولین تفاوت معنی‌داری بین دو حالت استفاده و عدم استفاده از اسید جیبرلیک وجود دارد اما بین غلظت اعمال شده ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوتی مشاهده نمی‌شود. در صفات تعداد برگچه، وزن تر و خشک شاخساره و طول نشا تنها غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک توانست تأثیر افزایشی معنی‌داری بر نشا چای ترش بگذارد. تیمار اسید جیبرلیک به تنهایی بر صفات سطح برگ، کلروفیل، وزن تر و خشک نشا، قطر ساقه، نسبت ریشه به ساقه و درصد ماده خشک اثر معنی‌داری نداشت.

زمانی که اثر غلظت‌های مختلف تیمار اسید جیبرلیک در سطوح متفاوت از تنش خشکی در مرحله تولید نشاء چای ترش مورد بررسی قرار گرفت مشاهده شد که در اکثر صفات مورد بررسی رطوبت ۹۰٪ ظرفیت زراعی همراه با اعمال اسید جیبرلیک بهترین عملکرد را به دست داد و در اکثر صفات کمترین عملکرد مربوط به تیمارهای آزمایشی همراه با تنش خشکی در سطح تنش ۷۰٪ بدون استفاده از اسید جیبرلیک و تنش ۵۰٪ به‌طورکلی به‌ویژه در سطوح صفر و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک رؤیت شد. استفاده از هورمون اسید جیبرلیک در سطح تنش ۷۰٪ ظرفیت زراعی توانست عملکرد در صفات مورد بررسی برای سنجش کیفیت نشا چای ترش را نسبت به حالت بدون کاربرد اسید جیبرلیک افزایش معنی‌داری دهد، به گونه‌ای که با استفاده از این هورمون کیفیت نشا به حدی افزایش یافت که تفاوتی با کیفیت نشا در حالت بدون تنش تفاوت معنی‌داری ندارد و بین غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. با توجه به دو نکته‌ی اخیر می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش آبیاری به ۷۰٪ ظرفیت زراعی همراه با استفاده از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک می‌توان نشای چای ترش تولید کرد که کیفیت آن با نشای تولید شده در شرایط ۹۰٪ ظرفیت زراعی همراه یا بدون استفاده از اسید جیبرلیک برابری می‌کند (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱- اثر برهمکنش سطوح مختلف تنش خشکی و اسید جیبرلیک بر صفات تعداد برگ، سطح برگ، تعداد برگچه، پرولین، کلروفیل، طول نشا و قطر ساقه نشا چای ترش.

تنش خشکی (Fc)	اسید جیبرلیک (ppm)	تعداد برگ	سطح برگ (cm^2)	تعداد برگچه	پرولین ($\mu mol/g^{-1}Fw$)	کلروفیل ($mg.g^{-1}Fw$)	طول نشا (cm)	قطر ساقه (mm)
۹۰	۰	۶/۳۳^{bc}	۱۳/۶۲^{a}	۲۷/۰۰^{abc}	۸/۶۴^{de}	۳۵/۴۰^{a}	۳۱/۲۶^{a}	۳/۸۳^{a}
	۵۰	۹/۰۰^{a}	۱۰/۱۵^{ab}	۳۱/۳۳^{ab}	۱۰/۲۳^{cde}	۲۸/۲۰^{ab}	۴۰/۸۶^{a}	۳/۴۹^{a}
	۱۰۰	۸/۶۶^{a}	۱۴/۵۱^{a}	۳۴/۳۳^{a}	۷/۶۱^{e}	۳۱/۵۰^{ab}	۳۸/۹۳^{a}	۴/۰۲^{a}
۷۰	۰	۶/۳۳^{bc}	۴/۸۴^{b}	۲۵/۶۶^{abc}	۱۳/۳۱^{ab}	۲۲/۶۰^{b}	۲۹/۷۰^{a}	۳/۱۷^{a}
	۵۰	۸/۰۰^{ab}	۱۱/۷۹^{ab}	۳۲/۳۳^{a}	۱۰/۴۵^{cd}	۲۹/۴۰^{ab}	۳۷/۸۳^{a}	۳/۸۸^{a}
	۱۰۰	۸/۰۰^{ab}	۸/۴۶^{ab}	۲۹/۳۳^{abc}	۱۲/۰۳^{abc}	۲۶/۱۳^{ab}	۴۶/۰۶^{a}	۳/۱۵^{a}
۵۰	۰	۵/۶۶^{c}	۵/۰۰^{b}	۱۹/۶۶^{c}	۱۴/۷۰^{a}	۲۷/۷۰^{ab}	۳۲/۷۰^{a}	۲/۷۸^{a}
	۵۰	۵/۶۶^{c}	۴/۲۴^{b}	۲۱/۶۶^{bc}	۱۱/۱۷^{bcd}	۲۲/۳۶^{b}	۳۲/۴۶^{a}	۳/۰۰^{a}
	۱۰۰	۶/۰۰^{bc}	۵/۳۰^{b}	۲۶/۶۶^{abc}	۱۲/۳۴^{abc}	۲۵/۳۳^{ab}	۳۸/۲۰^{a}	۳/۲۰^{a}

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۲: اثر برهمکنش سطوح مختلف تنش خشکی و اسید جیبرلیک بر صفات وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، وزن تر شاخساره، وزن خشک شاخساره، وزن تر نشا، وزن خشک نشا و نسبت ریشه به ساقه.

تنش خشکی (Fc)	اسید جیبرلیک (ppm)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر شاخساره (g)	وزن خشک شاخساره (g)	وزن تر نشا (g)	وزن خشک نشا (g)	نسبت ریشه به ساقه
۹۰	۰	۱/۸۳^{ab}	۰/۴۸^{a}	۲/۳۸^{ab}	۰/۲۵^{abc}	۴/۲۱^{ab}	۰/۷۳^{a}	۱/۸۷^{a}
	۵۰	۰/۷۹^{abc}	۰/۱۹$^{a-d}$	۲/۱۱^{ab}	۰/۱۹$^{a-d}$	۲/۹۰^{abc}	۰/۳۹^{abc}	۱/۰۸^{ab}
	۱۰۰	۱/۴۱^{abc}	۰/۴۰^{ab}	۳/۱۳^{a}	۰/۳۲^{a}	۴/۵۴^{a}	۰/۷۳^{a}	۱/۲۳^{ab}
۷۰	۰	۰/۳۲^{c}	۰/۰۶^{d}	۱/۲۲^{b}	۰/۱۱^{cd}	۱/۵۴^{c}	۰/۰۱۷	۰/۵۹^{b}
	۵۰	۱/۹۴^{a}	۰/۳۷^{abc}	۲/۸۵^{a}	۰/۲۶^{ab}	۴/۷۹^{a}	۰/۶۴^{ab}	۱/۳۱^{ab}
	۱۰۰	۰/۸۴^{abc}	۰/۲۲$^{a-d}$	۲/۱۶^{ab}	۰/۲۰$^{a-d}$	۳/۰۰^{abc}	۰/۴۲^{abc}	۱/۰۵^{ab}
۵۰	۰	۰/۵۴^{bc}	۰/۱۱^{bcd}	۱/۱۸^{b}	۰/۱۰^{d}	۱/۷۳^{bc}	۰/۲۱^{bc}	۱/۰۷^{ab}
	۵۰	۰/۴۸^{bc}	۰/۰۸^{cd}	۱/۲۳^{b}	۰/۱۰^{d}	۱/۷۱^{c}	۰/۱۹^{c}	۰/۸۳^{b}
	۱۰۰	۰/۶۱^{abc}	۰/۱۱^{bcd}	۱/۷۴^{ab}	۰/۱۵^{bcd}	۲/۳۶^{abc}	۰/۲۶^{bc}	۰/۷۵^{b}

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

اسید جیبرلیک (GA) یکی از هورمون‌های گیاهی مهم است که نقش کلیدی در رشد و توسعه گیاهان ایفا می‌کند. این هورمون به‌طور طبیعی در گیاهان تولید می‌شود و می‌تواند تحت شرایط مختلف محیطی و فیزیولوژیکی به‌کار گرفته شود. اثرات اسید جیبرلیک شامل تحریک رشد ساقه، افزایش تعداد برگ‌ها، بهبود کیفیت میوه و افزایش جوانه‌زنی بذرها است. اسید جیبرلیک معمولاً باعث افزایش طول ساقه و کاهش کوتاهی گیاهان می‌شود. این هورمون با تحریک تقسیم و گسترش سلولی در ناحیه بین گره‌ها، رشد عمودی گیاه را افزایش می‌دهد (Davies, 2010). استفاده از جیبرلیک اسید می‌تواند منجر به افزایش تعداد برگ‌ها در گیاهان شود. این افزایش به‌دلیل تحریک تقسیم سلولی و گسترش سلول‌های جدید در ناحیه‌های رویشی گیاه است (Taiz & Zeiger, 2010). اسید جیبرلیک می‌تواند نسبت ریشه به ساقه را تحت‌تأثیر قرار دهد. در برخی از گیاهان، این هورمون ممکن است باعث افزایش رشد ریشه شود که به بهبود جذب آب و مواد مغذی کمک می‌کند (Singh et al., 2016). اسید جیبرلیک اسید به‌عنوان یک محرک جوانه‌زنی در بذرهای گیاهان مختلف عمل می‌کند. این هورمون با شکستن خواب بذر و تسهیل فرآیند جوانه‌زنی، موجب تسریع در رشد اولیه گیاه می‌شود (Bewley, 1997). اسید جیبرلیک می‌تواند به افزایش محتوای کلروفیل در برگ‌ها و در نتیجه بهبود فرآیند فتوسنتز کمک کند. این امر به تولید بیشتر مواد غذایی و بهبود کیفیت محصولات و افزایش زیست توده منجر می‌شود (Wang et al., 2018).

به‌طورکلی با در نظر گرفتن اثرات تنش خشکی و اسید جیبرلیک به‌طور مجزا از یکدیگر و همچنین بررسی اثر متقابل این دو تیمار بر کیفیت نشا چای ترش می‌توان نتیجه گرفت، بروز تنش خشکی در طول دوران تولید نشا باعث افت کیفیت آن می‌گردد و استفاده از تیمار اسید جیبرلیک نیز صفاتی از قبیل تعداد برگ و برگچه، وزن تر و خشک شاخساره، طول نشا و میزان پرولین را در جهت مثبت تغییر می‌دهد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تیمار آبیاری ۷۰٪ ظرفیت زراعی به جهت صرفه‌جویی در مصرف آب به همراه ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (حداقل دوز مؤثر) می‌تواند در تولید نشا چای ترش باکیفیت مناسب، مؤثر باشد.

منابع

Foley, M.E. and Fennimore, S.A. 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Science Research, 8: 173–179.

Kang, S., Hao, X., Du, T., Tong, L., Su, X., Lu, H., Li, X., Huo, Z., Li, S. and Ding, R. 2017. Improving agricultural water productivity to ensure food security in China under changing environment: From research to practice. Agricultural Water Management, 179: 5–17.

Khomri, A.SH., Sarani, M. and Dhmrdh. 2007. Evaluate the effect of salinity on seed germination and seedling growth in six species of medicinal plants. Quarterly-Scientific Research and Aromatic Plants in Iran, 23: 331–339. (In Persian).

Khorshidi, CH.M., Fkhrtbatbayy, R. and Omydbygy, M. 2009. Brrsys osmotic potential on germination of fennel salt. Sixth Congress of Horticultural Sciences, Iran-Rasht. (In Persian).

Khoshouei, Z., Ashouri, M., Doroudian, H.R., Amiri, E. and Mohammadian Rowshan, N. 2022. Effect of irrigation management, municipal waste compost and nitrogen fertilizer on seed yield and some morphophysiological traits of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Crop Science Research in Arid Regions, 3(2): 339–357. (In Persian).

Narayanasamy, S., Thankappan, S., Kumaravel, S., Ragupathi, S. and Uthandi, S. 2023. Complete genome sequence analysis of a plant growth-promoting phylloplane *Bacillus altitudinis* FD48 offers mechanistic insights into priming drought stress tolerance in rice. Genomics, 115(1): 110550.

Shiri, A.R.M., Safarnejad, A. and Hamidi, H. 2009. Morphological and biochemical characterization of *Ferula assafoetida* in response to salt stress. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 17: 38–49. (In Persian with English Summary).

Yazdan Panah, M. 2016. The effect of different levels of irrigation, sowing date and fertilizer management on yield and yield components of hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Minab conditions. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Gibberellic Acid on the Seedling Production Characteristics of *Hibiscus sabdariffa* under Drought Stress Conditions

Ahmad Ahmadian[1*] and Bita Dehnavi[1]

1. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Researcher of Saffron Institute, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh Iran

Corresponding Author: ahmadian@torbath.ac.ir

Abstract

Gibberellic acid is a growth regulator used in the production of seedlings. Hibiscus sabdariffa, commonly known as roselle, is a member of the Malvaceae family and exhibits some drought resistance, characterized by rapid germination but slow initial growth. Given the prevailing conditions in the country regarding the increasing effects of drought, the production of drought-resistant seedlings is of significant importance .To investigate the effect of gibberellic acid foliar application on the characteristics of medicinal plant seedling production of roselle under drought stress conditions, an experiment was conducted in a factorial design within a completely randomized layout with three replications in 2025 at a private research greenhouse located in Nishapur County. The experimental factors included gibberellic acid foliar application at three levels: 0, 50, and 100 ppm, and drought stress at three levels: 50%, 70%, and 90% of field capacity .The results indicated that increased drought stress intensity resulted in a reduction of seedling growth characteristics. Furthermore, the interaction effects of the treatments on the roselle plants demonstrated that applying irrigation at 70% field capacity in conjunction with 50 and 100 mg/L gibberellic acid foliar application could produce seedlings of quality comparable to those grown under non-stress conditions. Additionally, the 70% field capacity drought stress treatment did not show significant differences in most of the evaluated traits compared to the 90% field capacity treatment .Therefore, it can be concluded that the use of 100 mg/L gibberellic acid during the seedling production stage and irrigation at 70% field capacity during the early growth stages of roselle is recommended to produce high-quality and drought-resistant seedlings for market supply

Keywords: Initial growth, field capacity, drought resistance, hormone.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تیمارهای مختاف آبیاری بر جوانه‌زنی بذر، صفات رشدی و فیزیولوژیکی دانهال‌های آنغوزه

غلامعلی امیری تاج‌آبادی*[۱]، محمدرضا پیرمرادی[۱] و اصغر رحیمی[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان، ایران

۲- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *gholamali.amiri@gmail.com*

چکیده

به علت خشکسالی‌های سالیان اخیر کشور ایران با مشکلات زیادی در زمینه کشاورزی مواجه شده‌است. بنابراین کشت دیم گیاهان مقاوم مخصوصاً گیاهان دارویی با ارزش مورد توجه قرار گرفته‌است. یکی از این گیاهان، گیاه آنغوزه می‌باشد که ارزش اقتصادی و صادراتی بالایی برای کشور دارد. به دلیل کمبود بارندگی در فصل‌های زمستان و بهار گاهاً سبز شدن بذرها و رشد این گیاه در دو سال اول با مشکل مواجه می‌گردد. برای تحقیق در زمینه این مشکلات و حل آن‌ها آزمایشی در سال ۱۴۰۱ در دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار سه گلدان و تیمارها شامل سطوح مختلف آبیاری (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد زراعی) بودند و جمعاً ۳۶ گلدان استفاده شد. در اسفندماه تعداد گیاهان سبز شده شمارش شده و آبیاری‌ها ادامه یافت و در پایان فصل رشد (اول خرداد) صفات طول برگ‌ها، سطح برگ، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی و پرولین و کلروفیل a، b و کل اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان دادند بهترین تیمار، تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود. زیرا این میزان رطوبت خاک نه تنها باعث ایجاد شرایط قرقابی نمی‌کند بلکه رطوبت بهینه برای گیاه را تامین می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، تنش خشکی، پرولین، ظرفیت زراعی، گیاه دارویی.

مقدمه:

شاید بتوان گیاهان دارویی را یکی از مهمترین محصولات کشاورزی نام برد که نقش اساسی و بسزایی در سلامتی جامعه ایفا می‌کنند. گیاهان دارویی طیف گسترده‌ای از گیاهان می‌باشند (درخت، درختچه، بوته) که در خصوص پیشگیری بروز و یا درمان بیماری‌ها مورد مصرف قرار می‌گیرد. بطور کلی گیاهان دارویی جزو سه گروه طبی، عطری و ادویه‌ها قرار می‌گیرند. روی هم رفته برآورد می‌شود گیاهان دارویی نزدیک به هفتاد هزار گونه گیاهی از درختان عظیم‌الجثه همچون ژینکو تا گلسنگ‌ها دست‌کم یکبار در طول تاریخ طبی انسان بعنوان دارو مورد استفاده واقع شده‌است لذا گیاهان دارویی منابع ارزشمندی از متابولیت‌های موثر در معالجات بیماری‌های انسانی می‌باشد (امیدبیگی، ۱۳۷۹). تیره‌ی چتریان (Apiaceae) یکی از تیره‌های مهم در ایران است که دارای گونه‌های متنوع بسیار زیادی نیز می‌باشد. اهمیت اقتصادی و دارویی گیاهان تیره چتریان باعث تخریب، برداشت بی‌رویه و انقراض بسیاری از گونه‌های متعلق به این تیره شده است؛ به گونه‌ای که عرصه‌های منابع طبیعی به تنهایی جوابگوی نیاز موجود نمی‌باشد. توسعه، احیاء و استفاده اصولی باقیمانده گیاهان در طبیعت و البته کشت و اهلی نمودن این گیاهان از ضروریات امر می‌باشد (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴).

کشور ایران همواره با چالش کمبود آب مواجه بوده است و کمبود آب همواره یک عامل محدودیت کننده جهت کشت و پرورش گیاهان زراعی و همچنین گیاهان دارویی مطرح بوده‌است که در این میان تنش خشکی در مراحل مختلف رشد، بخصوص در مراحل گلدهی و دانه‌بندی دارای عملکرد محدودیت کننده می‌باشد، اثرات کمبود رطوبت در تغییرات و عملکرد مواد موثر گیاهان دارویی ویژگی‌های خاصی دارد که باید کاملاً مورد ارزیابی قرار گیرد اما در این میان به نظر می‌رسد که گیاهان دارویی دارای واکنش‌های متفاوتی در مواجه با تنش خشکی در خصوص عملکرد و مواد موثر داشته باشند. تعاریفی که می‌توان در خصوص تنش داشت، اینگونه است که تنش را می‌توانیم بعنوان یکی از کاهش‌دهنده‌های رشد یک گیاه از لحاظ کمیت و کیفیت نام برد که در اثر تغییرات برون از دامنه مطلوب عوامل محیطی ایجاد می‌شود؛ درخصوص خشکی که یکی از عوامل تنش‌زای محیطی می‌باشد نیز تعاریف متعددی موجود است اما تعریف خشکی در کشاورزی

اینگونه است که تنش خشکی به یک دوره خشکی که موجب کاهش عملکرد محصول یک گیاه در مقایسه با شرایطی که آب مورد نیاز فراهم بوده است و همچنین تنش خشکی را می‌توان به شرایطی گفت که در آن رطوبت موجود در خاک به میزانی رسیده باشد که گیاه دیگر قادر به جذب آب با سرعت مناسب جهت جبران تبخیر و تعرق نباشد؛ به طور کلی توانایی گیاهان جهت پاسخگویی به تنش خشکی و بقا در شرایط کم آبی به مجموع راهکارهای پاسخ سلولی ارتباط دارد و همچنین پاسخ به شرایط من آبی به رقم و گونه گیاهی، طول مدت تنش خشکی، سن و مرحله نموی گیاهی، نوع سلول و اندام گیاهی و اجزای زیر سلولی و همچنین ساختار گیاه بستگی دارد لذا آنچه از تعاریف مشخص است یکی از تاثیرگذارترین عوامل محدودیت در رشد و زندگی گیاهان، تنش‌های خشکی می‌باشد؛ شاید بتوان عمده‌ترین نگرانی زیست محیطی در سراسر جهان به خصوص در کشورهایی که با چالش کمبود آب مواجع هستند مثل ایران، تنش خشکی موجب محدودیت و عدم شرایط گذراندن سیکل رشدی گیاهان را مسئله تنش خشکی نامید (کافی و همکاران، ۱۴۰۰). لذا با توجه به بررسی تاثیرات تنش کم‌آبی بر روی گیاه دارویی آنغوزه، آزمایشی در خصوص نحوه عملکرد و میزان جوانه‌زنی بذر آنغوزه بصورت جداگانه صورت پذیرفت.

مواد و روش ها:

این تحقیق با سطوح مختلف آبیاری (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد زراعی) در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار سه گلدان اجرا شد. جمعاً ۳۶ گلدان استفاده شد. بذور در اول آذر در گلدان‌ها به صورت کپه‌ای و در هر کپه ۵ بذر و در هر گلدان ۱۰ کپه کشت گردید. آبیاری با رسیدن میزان رطوبت خاک گلدان‌ها به درصدهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد زراعی که با وزن کردن گلدان‌ها اندازه‌گیری می‌شد، مرتباً انجام گردید. در اسفندماه تعداد گیاهان سبز شده شمارش شده و آبیاری‌ها ادامه یافت و در پایان فصل رشد (اول خرداد) صفات طول دوره رشد، درصد جوانه‌زنی، طول برگ‌ها، سطح برگ، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی و پرولین و کلروفیل a، b و کل اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث:

تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ، طول و عرض برگ، وزن خشک و تر اندام هوایی گیاه آنغوزه گردید که این نتایج با تحقیق گلستانی (۱۳۹۸) بر روی اکوتیپ‌های مختلف آویشن دنایی و همچنین موسوی و همکاران بر روی سیر مطابقت داشت.

در آزمایشی سطوح مختلف تنش خشکی باعث کاهش میزان فلوروسانس کلروفیل، محتوای کلروفیل در دو رقم لوبیا گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (افشارمحمدیان و همکاران، ۱۳۹۷).

در تحقیقی بر روی گیاه گاوزبان پس از تخلیه ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد آب قابل استفاده گیاه بر روی خصوصیات مورفولوژیکی (طول و عرض برگ، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی) و صفات فیزیولوژیکی (میزان پرولین) در مرحله رشد رویشی مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه (به استثناء طول ریشه) شد. نتایج این آزمایش مطابق با تحقیق حاضر بود ولی تنش خشکی باعث افزایش طول ریشه گردید که این افزایش، به علت تحریک گیاه برای جستجوی آب در اعماق پایین‌تر بود (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۳). در تحقیقی دیگر که مومنی و همکاران در سال ۱۳۹۸ بر روی گیاه کنجد انجام دادند، سطوح آبیاری ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اعمال شد که با افزایش میزان تنش خشکی صفات رشدی، بجز طول ریشه کاهش یافتند که این نتایج با نتایج تحقیق انجام شده گیاه آنغوزه مطابقت داشت.

در این تحقیق تنش خشکی باعث کاهش میزان کلروفیل a ، b ، کل و محتوای نسبی آب برگ در دانهال‌های آنغوزه گردید که این نتایج دقیقاً با مطالعه‌ای بر روی گونه‌های وحشی و زراعی گندم مطابقت داشت (مهدی‌نژاد و شاهی، ۱۳۹۹). تنش خشکی باعث کاهش صفات فیزیولوژیکی از جمله کلروفیل a، b و کل در گیاه بابونه آلمانی گردید (شهابی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). تنش خشکی موجب کاهش میزان کلروفیل و افزایش میزان پرولین در ژنوتیپ‌های مختلف سویا گردیده است که این نتایج دقیقاً با نتایج این آزمایش منطبق بودند (کامروا و همکاران، ۱۳۹۶). تنش خشکی باعث افزایش میزان پرولین و کاهش رنگریزه‌های فتوسنتزی در گیاه گوجه‌فرنگی گردید که با نتایج آزمایش گیاه آنغوزه مطابقت داشت (نوری و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۱ تاثیر تیمارهای آبیاری بر صفات رشدی و فیزیولوژیکی گیاه آنغوزه.

	۲۰٪ ظرفیت زراعی	۴۰٪ ظرفیت زراعی	۶۰٪ ظرفیت زراعی	۸۰٪ ظرفیت زراعی
وزن‌تر اندام هوایی (گرم)	۰/۲۵ ± ۰/۰۲۴ d	۰/۳۷ ± ۰/۰۲۵ b	۰/۳۹ ± ۰/۰۲۳ a	۰/۲۷ ± ۰/۰۳۵ c
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	۰/۰۷۳ ± ۰/۰۰۶ d	۰/۰۹۴ ± ۰/۰۰۶ b	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۰۸ a	۰/۰۷۸ ± ۰/۰۰۷ c
طول برگ (سانتی‌متر)	۵/۵ ± ۰/۲۳ c	۷/۴۴ ± ۰/۱۹ a	۷/۵۱ ± ۰/۲۱ a	۶/۸۴ ± ۰/۱۴ b
عرض برگ (سانتی‌متر)	۰/۲۳۸۹ ± ۰/۰۷۹ c	۰/۲۵۷۸ ± ۰/۰۶۲ b	۰/۳ ± ۰/۰۸۷ a	۰/۲۶ ± ۰/۰۵۲ b
سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	۱/۳۱ ± ۰/۱۱ d	۱/۹۱ ± ۰/۱۴ b	۲/۳۲ ± ۰/۱۶ a	۱/۸۱ ± ۰/۱۸ c
طول ریشه (سانتی‌متر)	۳۶ ± ۰/۵۶ b	۳۸ ± ۰/۴۶ a	۳۳ ± ۰/۵۲ c	۲۳ ± ۰/۶۱ d
وزن‌تر ریشه (گرم)	۰/۴۳ ± ۰/۰۲۷ c	۰/۶۶ ± ۰/۰۳۱ b	۰/۷۳ ± ۰/۰۴۲ a	۰/۴۶ ± ۰/۰۳۹ c
وزن خشک ریشه (گرم)	۰/۱۴ ± ۰/۰۱۶ c	۰/۲ ± ۰/۰۱۹ b	۰/۲۲ ± ۰/۰۲۳ a	۰/۱۵ ± ۰/۰۲۶ c
پرولین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	۳/۸۶ ± ۰/۲۷ a	۲/۶۸ ± ۰/۲۱ b	۱/۶۱ ± ۰/۲ c	۱/۲۳ ± ۰/۲۱ d
کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	۰/۸۹ ± ۰/۰۴۱ c	۱/۱۴ ± ۰/۰۴۸ a	۱/۱۵ ± ۰/۰۵۳ a	۱/۰۴ ± ۰/۰۵۱ b
کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	۰/۶۴ ± ۰/۰۶۴ d	۰/۸۴ ± ۰/۰۷۶ a	۰/۸ ± ۰/۰۸۱ b	۰/۶۹ ± ۰/۰۸۳ c
کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	۱/۸۲ ± ۰/۰۷۱ d	۲/۳۱ ± ۰/۰۸۶ a	۲/۲۶ ± ۰/۰۸۸ b	۲/۰۵ ± ۰/۰۸۲ c
دوره رشد (روز)	۸۲ ± ۵ d	۸۷ ± ۶ c	۹۲ ± ۵ b	۹۸ ± ۷ a
درصد جوانه‌زنی (درصد)	۳۴ ± ۹ d	۴۱ ± ۱۱ c	۷۳ ± ۲ b	۹۱ ± ۵ a

نتیجه‌گیری

بهترین رطوبت مورد نیاز برای گیاه آنغوزه رطوبت ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود. گیاه آنغوزه به شرایط غرقابی و بالا بودن رطوبت خاک حساس است و باعث پوسیدگی ریشه می‌گردد. رطوبت کمتر باعث کاهش درصد سبز شدن بذرها و صفات رشدی و فیزیولوژیکی می‌گردد.

منابع

افشار محمدیان، م.، امیدی‌پور، م. و جمال‌امیدی، ف. ۱۳۹۷. اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر محتوا و شاخص‌های فلورسانس کلروفیل دو رقم لوبیا. مجله پژوهش‌های گیاهی، مجله زیست‌شناسی ایران، ۳۱(۳): ۵۱۱–۵۲۵.

امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹ .رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی .جلد اول، چاپ دوم. انتشارات طراحان نشر، ۲۸۳ ص.

کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. ۱۴۰۰ .*فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان* .جلد ۵. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۵۰۲ ص.

کامروا، س.، بابائیان‌جلودار، ن. و باقری، ن. ۱۳۹۶. تأثیر تنش خشکی بر صفات کلروفیل و پرولین در ژنوتیپ‌های مختلف سویا. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۲۳: ۹۵–۱۰۴.

نوری، م.، مطلبی‌آذر، ع.ر.، صیدی، م.، پناهنده، ج. و زارع‌حقی، د. ۱۳۹۹. واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) به تنش خشکی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۹(۶۳): ۶۳–۷۷.

مهدی‌نژاد، ن. و شاهی، ح. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گونه‌های وحشی و زراعی گندم. نشریه علمی زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۵(۵): ۶۳–۸۳.

گلستانی، م. ۱۳۹۸. روابط بین صفات در اکوتیپ‌های آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp. *daenensis*) تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۳(۴): ۵۱۷–۵۳۴.

قادری‌فر، ف. و سلطانی، ا. ۱۳۹۶ .*کنترل و گواهی بذر* .انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

شریفی، ح.، خواجه‌حسینی، م. و راشدمحصل، م.ح. ۱۳۹۴. بررسی خواب بذر در هفت گونه گیاه دارویی از تیره چتریان (*Apiaceae*). مجله پژوهش‌های بذر ایران، ۲(۱): ۲۵–۳۶.

The effect of different irrigation treatments on seed germination, growth and physiological characteristics of Asafoetida Seedlings

Gholam Ali Amiri[1*], Mohammad Reza Pirmoradi[1] and Asghar Rahimi[2]
1. Horticulture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
2. Agronomy, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan,Iran
**Corresponding author: gholamali.amiri@gmail.com*

Abstract

Due to recent years of drought, Iran has faced numerous challenges in the field of agriculture. As a result, the cultivation of drought-tolerant plants, especially valuable medicinal herbs, has gained increasing attention. One such plant is *Ferula assa-foetida* (asafoetida), which holds significant economic and export value for the country. However, due to low rainfall during the winter and spring seasons, seed germination and early growth of this plant during the first two years often encounter difficulties. To investigate and address these issues, an experiment was conducted in 2022 at Vali-e-Asr University of Rafsanjan. The experiment was arranged in a completely randomized design with three replications, and each replication included three pots per treatment, totaling 36 pots. The treatments consisted of different irrigation levels (20%, 40%, 60%, and 80% of field capacity). In March, the number of germinated plants was counted, irrigation continued, and at the end of the growing season (early June), traits such as leaf length, leaf area, root length, fresh and dry weight of roots and aerial parts, as well as proline and chlorophyll a, b, and total chlorophyll contents were measured. The results indicated that the 60% field capacity treatment was the most effective. This level of soil moisture not only avoids waterlogging but also provides optimal moisture conditions for the plant.

Keywords: Drought stress, Field Capacity, Irrigation, Proline, Medicinal plant.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تنوع اگرو-مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی هشت جمعیت ایرانی گزنه (*Urtica dioica* L.)

فاطمه پوراسحقی[۱]، محمدحسین میرجلیلی*[۱] و قاسم اقلیما[۱]
۱. گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *m-mirjalili@sbu.ac.ir*

چکیده

گزنه (*Urtica dioica* L.) یکی از گیاهان دارویی شناخته‌شده با خواص درمانی متنوع است که در درمان بیماری‌هایی نظیر فشار خون بالا، دیابت، اختلالات پروستات، دردهای مفصلی و کم‌خونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه دارای ترکیبات فیتوشیمیایی فراوانی از جمله پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها، تری‌ترپنوئیدها، استرول‌ها و مواد معدنی ضروری است که اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی آن را تقویت می‌کنند. در این پژوهش، تنوع اگرو-مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی هشت جمعیت گزنه جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف ایران شامل نوشهر (مازندران)، مهاباد (آذربایجان غربی)، پاوه (کرمانشاه)، بابل (مازندران)، سردشت (آذربایجان غربی)، همدان، سیاهکل (گیلان) و گرگان (گلستان) مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه، شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب به‌منظور برنامه‌های اصلاحی، کشت و بهره‌برداری آتی بود. برای کاهش اثرات متغیرهای محیطی و ارزیابی دقیق‌تر تنوع ژنتیکی، ریزوم‌های این جمعیت‌ها در شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای کشت شدند. نتایج نشان داد که بین جمعیت‌های مورد بررسی، تفاوت‌های معنی‌داری در بسیاری از صفات وجود دارد. میانگین ارتفاع گیاه برابر ۵۴/۱۰ سانتی‌متر بود که از ۲۲/۵ سانتی‌متر (مهاباد، آذربایجان غربی) تا ۱۰۸ سانتی‌متر (نوشهر، مازندران) متغیر بود. طول برگ به‌طور میانگین ۷/۸۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و عرض برگ بین ۲/۱۰ سانتی‌متر (مهاباد، آذربایجان غربی) تا ۷/۵۰ سانتی‌متر (بابل، مازندران) متغیر بود. وزن تر ریشه دامنه گسترده‌ای داشت، به‌طوری که میانگین آن ۱۵۵/۵۱ گرم و بازه آن از ۵۱/۶۱ گرم (گرگان، گلستان) تا ۴۷۸/۲۲ گرم (بابل، مازندران) بود. محتوای فنول کل به‌طور میانگین ۲/۵۴ میلی‌گرم معادل گالیک‌اسید در هر گرم وزن خشک و محتوای فلاونوئید کل به‌طور متوسط ۲۲/۲۰ میلی‌گرم معادل روتین در هر گرم وزن خشک بود. فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌طور میانگین برابر با ۱۳/۲۵ میکرومول آهن دو ظرفیتی در هر گرم وزن خشک اندازه‌گیری شد. همبستگی مثبت و قوی (r=۰/۸۲) بین محتوای فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد که نشان‌دهنده ارتباط مستقیم میان محتوای فنولی بالاتر و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بیشتر است. این مطالعه نشان‌دهنده تنوع قابل توجه بین جمعیت‌های مختلف گزنه بوده و می‌تواند در توسعه مواد اولیه استاندارد برای مصارف دارویی با کیفیت درمانی یکنواخت مؤثر واقع شود. به‌ویژه، جمعیت‌هایی نظیر جمعیت بابل (مازندران) که دارای صفات برتر بودند، از پتانسیل بالایی برای کاربردهای دارویی و کشاورزی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: تنوع اگرو-مورفولوژیکی، گزنه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، *Urticaceae*، اصلاح.

مقدمه

گزنه (*Urtica dioica* L.) که با نام رایج گزنه سوزان شناخته می‌شود، یکی از گسترده‌ترین و پرکاربردترین گیاهان دارویی در جهان به شمار می‌رود و پیشینه‌ای طولانی در طب سنتی دارد. از این گیاه در طب سنتی برای درمان بیماری‌هایی نظیر فشار خون بالا، دیابت، اختلالات پروستات، کم‌خونی و دردهای مفصلی استفاده می‌شده است. این گونه حاوی مجموعه‌ای متنوع از ترکیبات فیتوشیمیایی ارزشمند از جمله ترکیبات فنلی، ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب و سایر مواد فعال زیستی است که در بروز اثرات درمانی آن نقش دارند. در ایران، گزنه به‌صورت طبیعی در استان‌های مختلف پراکنش دارد و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی بومی شناخته می‌شود (Grauso et al., 2020). با افزایش تقاضا برای گیاهان دارویی و معطر در صنایع دارویی، آرایشی و غذایی، برداشت بی‌رویه از رویشگاه‌های طبیعی موجب نگرانی‌هایی در خصوص فرسایش ژنتیکی و پایداری بلندمدت منابع طبیعی شده است (Zajączkowska et al., 2024). ازاین‌رو، شناسایی، اصلاح و اهلی‌سازی این گیاهان برای تأمین پایدار و باکیفیت مواد اولیه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارزیابی‌های مشابه به‌طور گسترده در فرایند اصلاح و اهلی‌سازی گیاهان دارویی مختلف از جمله گل‌ماهور (Selseleh et al., 2020)، آویشن ایرانی (Bakhtiar et

al., 2023)، خارخسک (Dabaghkar et al., 2025) به کار گرفته شده‌اند. با وجود انجام مطالعات متعدد درباره ترکیبات فیتوشیمیایی و خواص دارویی گزنه در مناطق مختلف، تاکنون ارزیابی جامعی از جمعیت‌های بومی این گیاه در ایران انجام نشده است. هدف این مطالعه، بررسی تنوع اگرو-مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی هشت جمعیت ایرانی گزنه است که در شرایط یکنواخت گلخانه‌ای کشت شده‌اند. نتایج این پژوهش می‌تواند به شناسایی ژنوتیپ‌های برتر مناسب برای کشت گسترده و بهره‌برداری صنعتی کمک کند.

مواد و روش‌ها

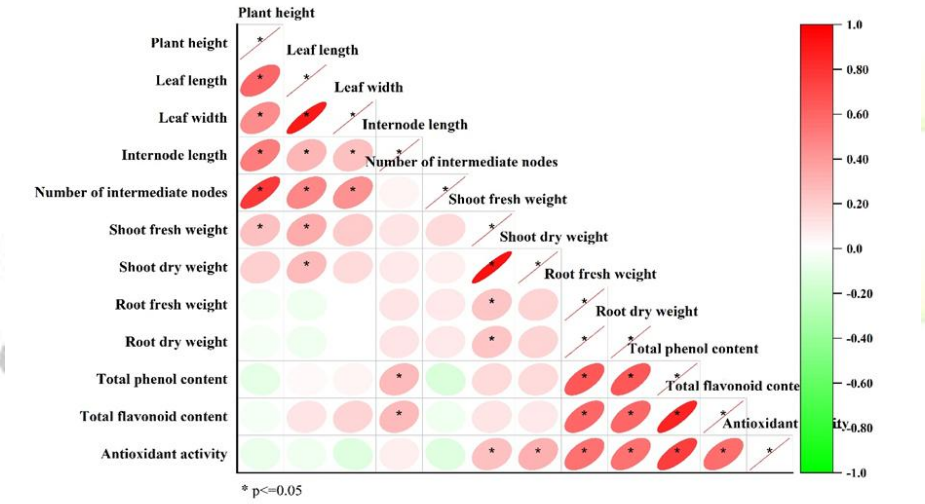
نمونه‌های ریزوم گزنه در زمستان دی ماه سال ۱۴۰۲ از هشت جمعیت طبیعی در مناطق مختلف ایران شامل نوشهر (مازندران)، مهاباد (آذربایجان غربی)، پاوه (کرمانشاه)، بابل (مازندران)، سردشت (آذربایجان غربی)، همدان، سیاهکل (گیلان) و گرگان (گلستان) جمع‌آوری شدند. در هر جمعیت، ده نمونه به‌صورت تصادفی انتخاب شد، به‌طوری که حداقل فاصله ۱۰۰ متر بین هر گیاه حفظ گردید. برای کاهش تأثیر عوامل محیطی، تمامی نمونه‌ها در شرایط کنترل‌شده گلخانه کشت شدند. شرایط گلخانه به‌صورت کنترل‌شده با دمای روز بین ۲۴ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد، دمای شب بین ۱۷ تا ۱۹ درجه سانتی‌گراد، شدت نور ۲۲۰۰۰ تا ۳۲۰۰۰ لوکس و آبیاری منظم بر اساس نیاز گیاهان حفظ شد. نمونه‌ها توسط پروفسور علی سنبلی شناسایی و در هرباریوم پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی (MPH3033-MPH3041) ثبت و نگهداری شدند. صفات اگرومورفولوژیکی ۸۰ نمونه در زمان گلدهی کامل در خرداد ۱۴۰۳ مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات ثبت شده شامل ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ، طول و تعداد میانگره‌ها، وزن تازه و خشک اندام هوایی و وزن تازه و خشک ریشه بود. اندازه‌گیری‌ها با استفاده از ابزارهای استاندارد انجام شد. استخراج و تعیین محتوای فنول و فلاونوئید کل طبق روش‌های پیشین (Chang et al., 2002؛ Vl, 1999) انجام گرفت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی از طریق قدرت احیای آهن دوظرفیتی (FRAP) بر اساس روش Benzie و Strain (۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. تمامی آزمایش‌های فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به صورت سه‌تکرار مستقل انجام شدند تا دقت و قابلیت اطمینان داده‌ها افزایش یابد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تحلیل آماری قرار گرفت و تغییرات میان نمونه‌ها با آزمون‌های مناسب بررسی شدند.

نتایج و بحث

تحلیل میانگین صفات اگرو-مورفولوژیکی و محتوای ترکیبات فیتوشیمیایی بین جمعیت‌های گزنه نشان‌دهنده تنوع معنی‌دار بود که بیانگر تفاوت‌های ژنتیکی و احتمالاً راهبردهای سازگاری متفاوت است. قابل توجه اینکه، جمعیت‌های نوشهر (مازندران) و سیاهکل (گیلان) بیشترین ارتفاع گیاه، بزرگ‌ترین ابعاد برگ و بالاترین زیست‌توده اندام هوایی را نشان دادند که بیانگر رشد قوی بخش‌های هوایی و احتمالاً کارایی بالاتر فتوسنتزی در شرایط کشت یکنواخت است. چنین ویژگی‌هایی می‌توانند مزیت رقابتی در کسب منابع ایجاد کنند. در مقابل، جمعیت بابل (مازندران) با وجود کوتاه‌ترین ارتفاع گیاه، بیشترین نسبت زیست‌توده را به ریشه اختصاص داد که نشان‌دهنده راهبرد سازگاری متمرکز بر کسب منابع زیرزمینی مانند آب و مواد معدنی است. جالب آنکه، این جمعیت همچنین دارای بیشترین میزان کل فنول و فلاونوئید و قوی‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود که توان بیوشیمیایی بالای آن را در کاهش استرس اکسیداتیو و حفاظت سلولی برجسته می‌کند. آمار توصیفی تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده در جدول ۱ ارائه شده است. ضریب تغییرات بالای مشاهده‌شده در صفات فیتوشیمیایی—به‌ویژه محتوای فلاونوئید که بیش از ۸۰٪ بود—نشان‌دهنده تنوع قابل‌توجه در تولید متابولیت‌های ثانویه میان جمعیت‌های مورد بررسی است. این میزان تغییرپذیری، فرصت‌های ارزشمندی برای انتخاب ژنوتیپ‌های دارای خواص دارویی ارتقاءیافته فراهم می‌آورد. تحلیل همبستگی، ارتباطات مثبت و معنی‌داری بین محتوای فنول و فلاونوئید با فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که نقش کلیدی این ترکیبات را در سامانه دفاعی آنتی‌اکسیدانی گیاه برجسته می‌کند. علاوه بر این، صفات مورفولوژیکی مانند اندازه برگ و زیست‌توده اندام هوایی نیز همبستگی مثبت با محتوای فنول داشتند که بیانگر آن است ویژگی‌های ظاهری می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های قابل‌اعتماد برای پتانسیل فیتوشیمیایی مورد استفاده قرار گیرند. شکل ۱ به‌صورت بصری روابط پیچیده اما منسجم بین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در جمعیت‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این یافته‌ها اهمیت ارزیابی یکپارچه پارامترهای مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی را در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر برای برنامه‌های به‌نژادی و کشت در مقیاس وسیع با هدف کاربردهای دارویی و صنعتی برجسته می‌سازد.

جدول ۱– آماره‌های توصیفی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در جمعیت‌های مختلف گزنه.

شماره	متغیر	واحد	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات (٪)
۱	ارتفاع گیاه	سانتی‌متر	۵۴/۱۰	۲۲/۵	۱۰۸	۱۷/۸۲	۳۲/۹۳
۲	طول برگ	سانتی‌متر	۷/۸۵	۳/۵	۱۳/۵	۲/۲۸	۲۹/۰۳
۳	عرض برگ	سانتی‌متر	۴/۴۹	۲/۱	۷/۵	۱/۲۴	۲۷/۷۲
۴	طول میان گره‌ها	سانتی‌متر	۴/۵۶	۲/۵	۹	۱/۲۵	۲۷/۵۵
۵	تعداد میان گره‌ها	–	۱۲/۷۵	۵	۲۳	۴/۰۴	۳۱/۷۳
۶	وزن تر اندام هوایی	گرم	۴۱/۵۱	۱۰/۰۵	۹۲/۵	۱۸/۲۰	۴۳/۸۴
۷	وزن خشک اندام هوایی	گرم	۱۷/۳۰	۳/۰۷	۳۷/۸۲	۹/۵۹	۵۵/۴۳
۸	وزن تر ریشه	گرم	۱۵۵/۵۱	۱۵/۶۱	۴۷۸/۲۲	۱۱۵/۲۲	۷۴/۰۹
۹	وزن خشک ریشه	گرم	۳۸/۸۷	۳/۹۰	۱۱۹/۵۵	۲۸/۸۰	۷۴/۱۰
۱۰	محتوای فنول کل	میلی‌گرم گالیک‌اسید در گرم وزن خشک	۲/۵۴	۰/۲۳	۷/۲۸	۱/۷۱	۶۷/۲۴
۱۱	محتوای فلاونوئید کل	میلی‌گرم روتین در گرم وزن خشک	۲۲/۲۰	۰/۸۴	۶۲/۵۱	۱۷/۸۷	۸۰/۴۸
۱۲	توانایی آنتی‌اکسیدانی	میکرومول آهن دوظرفیتی در گرم وزن خشک	۱۳/۲۵	۲	۳۰/۲۵	۶/۵۳	۴۹/۳۴



شکل ۱– ماتریس ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در جمعیت‌های مورد مطالعه گزنه.

منابع

Bakhtiar, Z., Mottaghipisheh, J., Maleki, M. and Ghasemi Pirbalouti, A. 2023. Characterization of essential oil profiles, triterpenic acids, and biological assay in aerial parts of various *Thymus persicus* Jalas (Ronniger ex Rech. f.) populations. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 10(1): 147.

Benzie, I.F. and Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239(1): 70–76.

Chang, C.-C., Yang, M.-H., Wen, H.-M. and Chern, J.-C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3).

Singleton, V.L. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152–178.

Dabaghkar, Y., Eghlima, G., Behboudi, H., Ebrahimi, M. and Ghorbanpour, M. 2025. Agro-morphological characterization and assessment of metabolic profiling and anticancer activities in various *Tribulus terrestris* L. populations. BMC Plant Biology, 25(1): 20.

Grauso, L., De Falco, B., Lanzotti, V. and Motti, R. 2020. Stinging nettle, *Urtica dioica* L.: Botanical, phytochemical and pharmacological overview. Phytochemistry Reviews, 19: 1341–1377.

Selseleh, M., Ebrahimi, S.N., Aliahmadi, A., Sonboli, A. and Mirjalili, M.H. 2020. Metabolic profiling, antioxidant, and antibacterial activity of some Iranian *Verbascum* L. species. Industrial Crops and Products, 153: 112609.

Zajączkowska, U., Dobrzyńska, K., Nowak, M. and Kowalski, P. 2024. The impact of mechanical stress on anatomy, morphology, and gene expression in *Urtica dioica* L. Planta, 260(2): 46.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Agro-morphological and Phytochemical Diversity of Eight Iranian Populations of Common Nettle (*Urtica dioica* L.)

Fatemeh Poureshaghi[1], Mohammad Hossein Mirjalili[1*] and Ghasem Eghlima[1]
1. Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, 1983969411 Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: m-mirjalili@sbu.ac.ir*

Abstract

Common nettle (*Urtica dioica* L.) is a well-known medicinal plant with diverse therapeutic properties, traditionally used to treat conditions such as hypertension, diabetes, prostate disorders, joint pain, and anemia. This plant contains a wide range of phytochemicals—including polyphenols, flavonoids, triterpenoids, sterols, and essential minerals—that enhance its antioxidant and anti-inflammatory effects. In this study, the agro-morphological and phytochemical diversity of eight *U. dioica* populations collected from various regions of Iran—Nowshahr (Mazandaran), Mahabad (West Azerbaijan), Paveh (Kermanshah), Babol (Mazandaran), Sardasht (West Azerbaijan), Hamedan, Siahkal (Gilan), and Gorgan (Golestan)—was evaluated. The aim was to identify suitable genotypes for future breeding, cultivation, and utilization programs. To minimize environmental effects and more accurately assess genetic diversity, rhizomes from these populations were cultivated under controlled greenhouse conditions. The results revealed significant differences among the studied populations for many traits. The average plant height was 54.10 cm, ranging from 22.5 cm (Mahabad, West Azerbaijan) to 108.00 cm (Nowshahr, Mazandaran). Leaf length averaged 7.85 cm, while leaf width ranged from 2.10 cm (Mahabad, West Azerbaijan) to 7.50 cm (Babol, Mazandaran). Fresh root weight showed a wide range, with an average of 155.51 g and values from 51.61 g (Gorgan, Golestan) to 478.22 g (Babol, Mazandaran). The mean total phenolic content was 2.54 (mg GAE/g DW), while the mean total flavonoid content was 22.20 (mg RE/g DW). Antioxidant power averaged 13.25 µmol Fe^{2+}/g DW. A strong positive correlation (r = 0.82) was observed between total phenolic content and antioxidant power, indicating that higher phenolic content is associated with greater antioxidant potential. This study highlights the considerable diversity among different nettle populations, which could be utilized to develop standardized raw materials for medicinal purposes with consistent therapeutic quality. In particular, populations such as Babol (Mazandaran), which exhibited superior traits, hold great potential for pharmaceutical and agricultural applications.

Keywords: Agro-morphological diversity, Nettle, Antioxidant activity, Urticaceae, Breeding.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوماس گیاه دارویی علف لیمو تحت تنش خشکی با محلول‌پاشی ملاتونین

محمد جواد نظری دلجو[1]*، سیران فارابی، کامیار لاهیجانی[1]، شهین حمزه‌زاده[1] و هیوا اسپوکه[1]
۱- دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندها، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.
*نویسنده مسئول: *mj.nazarideljou@iau.ac.ir*

چکیده

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که به‌طور فزاینده‌ای تولید و کیفیت گیاهان باغبانی و دارویی را در سراسر جهان تهدید می‌کند. به‌منظور ارزیابی نقش تعدیل‌کنندگی ملاتونین در مواجهه با تنش خشکی، پژوهشی روی گیاه دارویی علف‌لیمو (*Cymbopogon citratus*) به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی مهم با خواص ضدباکتری، ضدالتهاب و آنتی‌اکسیدانی با کاربرد گسترده در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی در شرایط کنترل‌شده انجام گرفت. پس از ریشه‌دهی و استقرار کامل گیاهچه‌ها، تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش خشکی (۴۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و محلول‌پاشی برگی با ملاتونین (۲۰۰ میکرومولار) بر روی آن‌ها اعمال گردید. سه ماه پس از آغاز تیمارها، شاخص‌های فیزیولوژیک از جمله محتوای کلروفیلa ، هدایت روزنه‌ای، محتوای نسبی آب برگ و وزن خشک برگ به‌عنوان شاخص بیوماس مورد اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج آزمایش بیانگر تاثیر معنی‌دار تنش خشکی بر تمامی صفات مورد بررسی بود؛ به‌طوری‌که کاهش قابل‌توجهی در محتوای کلروفیلa (۶۶/۶٪)، هدایت روزنه‌ای (۶۷.۸٪) و محتوای نسبی آب برگ (۴۴٪) در مقایسه با شاهد مشاهده شد. با این حال، کاربرد ملاتونین منجر به بهبود معنی‌دار کلروفیل (۵۳.۸٪)، هدایت روزنه‌ای (۱۶۶.۴٪) و محتوای نسبی آب برگ (۱۵.۷٪) در گیاهان تحت تنش در مقایسه با گیاهان پرورش یافته تحت تنش بدون تیمار ملاتونین گردید. همچنین تیمار ملاتونین باعث افزایش ۳۶.۸ درصدی در وزن خشک برگ نسبت به گیاهان تحت تنش بدون ملاتونین شد. بر اساس نتایج آزمایش، کاربرد برون‌زای ملاتونین می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر در مدیریت تنش خشکی و بهبود عملکرد فیزیولوژیک علف‌لیمو مدنظر قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود مطالعات تکمیلی در زمینه تأثیر این تنظیم‌کننده زیستی طی سطوح مختلف تنش خشکی بر ترکیبات دارویی این گیاه صورت پذیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش اکسیداتیو، عملکرد، کم آبی، گیاه دارویی، هدایت روزنه‌ای.

مقدمه

علف‌لیمو (*Cymbopogon citratus*) از جمله گیاهان دارویی و معطر مهم در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که به‌دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه مهمی مانند سیترال، در صنایع داروسازی، غذایی و آرایشی-بهداشتی کاربرد گسترده‌ای دارد (Skaria et al., 2006). با این حال، تنش خشکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی، رشد، عملکرد و کیفیت ترکیبات ثانویه در گیاهان دارویی را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد (Farooq et al., 2009). خشکی باعث اختلال در فرایندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه از جمله تعادل آبی، ظرفیت فتوسنتزی و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن منجر به کاهش تجمع بیوماس گیاهی می‌شود (Zeng et al., 2022). ملاتونین (N-acetyl-5-methoxytryptamine) به‌عنوان یک تنظیم‌کننده زیستی در گیاهان شناخته شده که در پاسخ به انواع تنش‌های محیطی نقش دارد (حکیمی و همکاران، ۱۳۹۷). براساس نتایج تحقیقات، کاربرد خارجی ملاتونین می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (کاتالاز و پراکسیداز)، کاهش پراکسیداسیون لیپیدها، بهبود کارایی فتوسنتزی و حفظ تعادل آبی، مقاومت گیاهان به تنش خشکی را بهبود بخشد (Arnao & Hernández-Ruiz, 2015; Bose and Howlader, 2020). در گیاهان دارویی، استفاده از ملاتونین نه تنها موجب حفظ رشد رویشی می‌شود، بلکه احتمالاً بر سنتز ترکیبات ثانویه مؤثر نیز اثرگذار است (Bidabadi et al., 2020).

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

با توجه به اهمیت اقتصادی و دارویی علف‌لیمو و چالش‌های ناشی از کم‌آبی در ایران، بررسی اثرات ملاتونین بر پارامترهای فیزیولوژیک و تجمع بیوماس در این گیاه تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی جهت بهینه‌سازی کشت آن در شرایط نامساعد اقلیمی فراهم آورد.

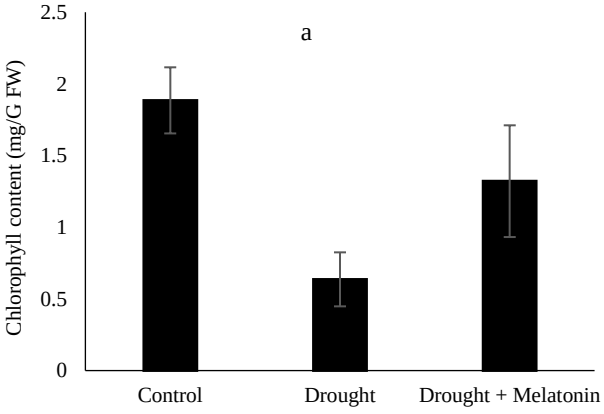
مواد و روش‌ها

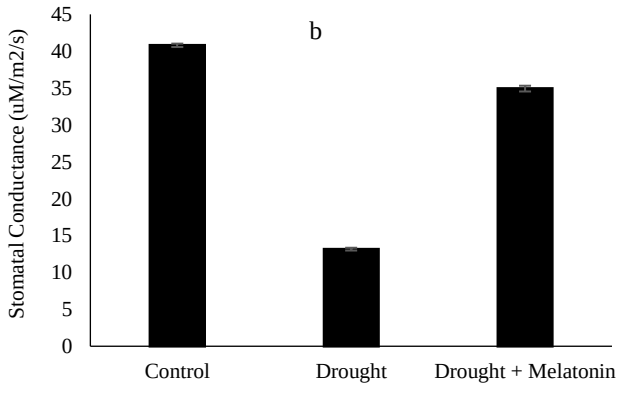
این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی ملاتونین بر پارامترهای فیزیولوژیک و بیوماس گیاه دارویی علف‌لیمو (*Cymbopogon citratus*) در شرایط تنش خشکی، تحت شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای انجام گرفت. پس از ریشه‌دار شدن گیاهچه‌ها، گیاهان به گلدان‌هایی با دهانه ۲۰ سانتی‌متر حاوی خاک زراعی (لومی) منتقل شدند. آبیاری گلدان‌ها به‌صورت منظم تا زمان استقرار کامل گیاهان ادامه یافت. پس از آن، تنش خشکی بر اساس ۴۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) اعمال گردید. تیمار ملاتونین با غلظت ۲۰۰ میکرومولار به‌صورت محلول‌پاشی برگ، هر دوهفته یک‌بار و تا پایان دوره آزمایش انجام شد. به‌منظور حذف اثرات احتمالی محلول‌پاشی گیاهان با آب مقطر و حلال ملاتونین (اتانول)، گیاهان شاهد با آب مقطر و اتانول (بدون ملاتونین) محلول‌پاشی شدند. سه ماه پس از شروع اعمال تنش خشکی و محلول‌پاشی ملاتونین، اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژیک و بیوماس انجام شد. سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a و b از برگ‌های بالغ طبق روش Arnon (1949) با استفاده از استخراج در استون ۸۰ درصد و قرائت جذب نوری در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر انجام گرفت. هدایت روزنه‌ای برگ در ساعات اولیه صبح با استفاده از دستگاه پرومیتر (SC-1, Decagon Devices, USA) اندازه‌گیری شد. محتوای نسبی آب بر اساس تفاوت بین وزن تر، وزن اشباع و وزن خشک برگ طبق روش Weatherley (1950) محاسبه شد. در پایان آزمایش، وزن خشک برگ به‌عنوان شاخص تجمع بیوماس گیاه ارزیابی گردید.

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار (شاهد، تنش خشکی (ظرفیت زراعی ۴۰درصد) و ملاتونین (۲۰۰ مایکرومولار) و سه تکرار (سه گیاه در هر تکرار) اجرا شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۲ و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

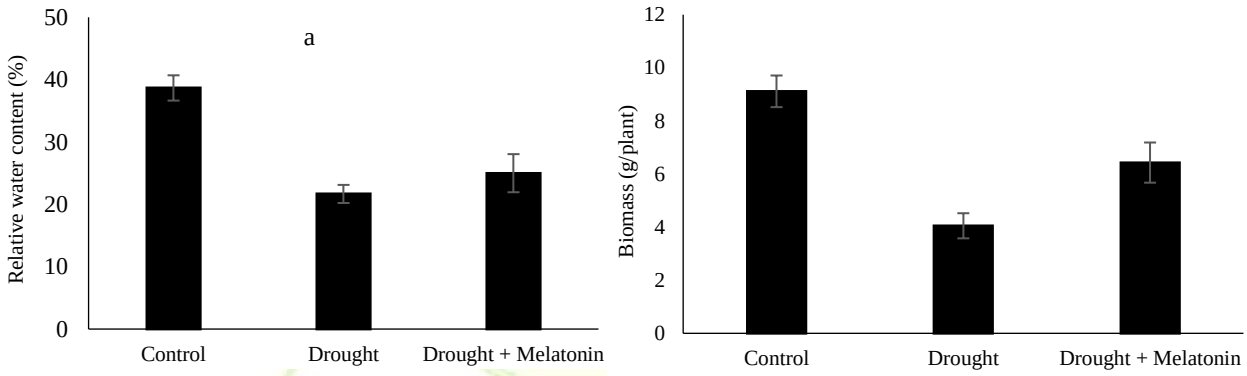
براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها محتوای کلروفیل a در برگ‌های بالغ علف‌لیمو به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای مورد بررسی یعنی تنش خشکی و ملاتونین قرار گرفت. همان‌طوری‌که در شکل ۱a مشاهده می‌گردد بیشترین (۱/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین (۰/۶۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) محتوای کلروفیل a در تیمار شاهد (بدون تنش) مشاهده گردید. لیکن محلول‌پاشی ملاتونین منجر به بهبود محتوای کلروفیل برگ گردید. کلروفیل b برخلاف کلروفیل a تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت. همچنین نتایج آزمایش بیانگر تاثیر معنی‌دار تنش خشکی بر هدایت روزنه‌ای برگ بود (شکل ۱b). برهمین اساس کمترین هدایت روزنه‌ای در گیاهان پرورش یافته تحت تنش خشکی و بیشترین آن در شاهد بدست آمد. لیکن محلول‌پاشی ملاتونین منجر به افزایش معنی‌دار هدایت روزنه‌ای در مقایسه با شاهد گردید.





شکل ۱- محتوای کلروفیل آ (a) و هدایت روزنه‌ای برگ (b) علف‌لیمو تحت تاثیر تنش خشکی (FC 40%) و محلولپاشی ملاتونین(۲۰۰µM). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. میله‌های خطا روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد میانگین ± Mean) (SEبا سه تکرار (n=3) است.

محتوای نسبی آب برگ علف‌لیمو به‌عنوان یکی از مهمترین شاخص‌های تعیین کننده واکنش گیاه به تنش خشکی به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج مقایسه میانگین تنش خشکی بطور معنی‌داری منجر به افت محتوای آب بافت گردید؛ لیکن محلول‌پاشی ملاتونین منجر به تعدیل تنش خشکی و بهبود وضعیت آبی گیاه در مقایسه با تنش خشکی گردید (شکل۲b). همچنین روند مشابهی برای وزن خشک برگ (بیوماس) گیاه تحت تاثیر تیمارهای مورد بررسی بدشت آمد. همان‌طوری‌که در شکل ۲b مشاهده می‌گردد محلول‌پاشی گیاهان علف‌لیمو با ملاتونین منجر به تعدیل اثرات منفی تنش خشکی بر بیوماس یا عملکرد گیاه گردید. به‌عبارتی، تیمار ملاتونین منجر به افزایش ۳۶.۸ درصدی بیوماس در مقایسه با گیاهان بدون تیمار ملاتونین تحت تنش خشکی گردید.



شکل ۲- محتوای نسبی آب (a) و هدایت روزنه‌ای برگ (b) علف‌لیمو تحت تاثیر تنش خشکی (FC 40%) و محلول‌پاشی ملاتونین (۲۰۰µM). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. میله‌های خطا روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد میانگین (Mean ± SE) با سه تکرار (n=3) است.

نتایج این پژوهش نشان داد که تنش خشکی تأثیر منفی و معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه علف‌لیمو (محتوای کلروفیل، هدایت روزنه‌ای، محتوای نسبی آب برگ) و بیوماس داشت. با این حال، محلول‌پاشی برگ با ملاتونین توانست به‌طور قابل توجهی اثرات زیان‌بار ناشی از خشکی را تعدیل کرده و منجر به بهبود این صفات گردد. کاهش محتوای کلروفیل a در برگ‌های علف‌لیمو تحت تنش خشکی، که در این مطالعه نیز مشاهده شد، یکی از پاسخ‌های رایج گیاه به محدودیت آب است که در اثر تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، اکسیداسیون رنگیزه‌ها و کاهش سنتز کلروفیل رخ می‌دهد (Ashraf & Harris, 2013). با این حال، تیمار ملاتونین موجب افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل شد که می‌توان آن را به خاصیت آنتی‌اکسیدانی این مولکول نسبت داد. ملاتونین با کاهش استرس اکسیداتیو و حفاظت از ساختار فتوسیستم‌ها، نقش مهمی در حفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی ایفا می‌کند (Bose and Howlader, 2020). از سوی دیگر، هدایت روزنه‌ای یکی از شاخص‌های کلیدی در تنظیم تبادلات گازی و تعادل آب گیاه است. کاهش آن در شرایط خشکی که در این مطالعه نیز مشاهده شد، اغلب ناشی از بسته شدن روزنه‌ها برای کاهش تعرق و حفظ آب در گیاه است (Flexas et al., 2004). تیمار ملاتونین توانست با تعدیل پاسخ روزنه‌ها و حفظ نسبی بازشدگی آن‌ها، هدایت روزنه‌ای را بهبود بخشد. به‌عبارت دیگر، ملاتونین با بهبود وضعیت آبی گیاه (محتوای نسبی آب برگ) تحت تیمار خشکی، منجر به تعادل باز و بسته شدن روزنه در شرایط تنش گردیده است. علاوه بر این، محتوای نسبی آب برگ (RWC) که بیانگر وضعیت آبی و سلامت سلولی گیاه است، در تیمارهای دارای ملاتونین به شکل قابل توجهی بالاتر از گیاهان فاقد ملاتونین تحت تنش بود. ملاتونین با بهبود توان نگهداری آب در سلول‌ها، افزایش سنتز اسمولیت‌های سازگار و کاهش نشت الکترولیت‌ها، نقش مؤثری در حفظ وضعیت آبی گیاه ایفا می‌کند (Antoniou et al., 2017). در نهایت، افزایش ۳۶/۸ درصدی بیوماس در تیمار ملاتونین در مقایسه با تیمار تنش خشکی بدون ملاتونین، نشان از نقش بارز این مولکول در حفظ رشد و عملکرد گیاه تحت تنش دارد. این بهبود احتمالاً ناشی از حفظ فعالیت فتوسنتزی، بهبود جذب آب و مواد غذایی و کاهش آسیب‌های اکسیداتیو است (Bose and

(Howlader, 2020 Zeng et al., 2022). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که ملاتونین می‌تواند به‌عنوان ترکیبی مؤثر در بهبود مقاومت به خشکی و ارتقاء عملکرد در گیاهان دارویی مانند علف‌لیمو مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

علومی، ح.، نصیبی، ف.، مظفری، ح. ۱۳۹۷. بررسی تغییرات رشد و محتوای متابولیت‌های ثانویه گیاهچه شاهی در تیمار ملاتونین برون‌زا. یافته‌های نوین در علوم زیستی. ۵ (۲) :۱۴۴-۱۵۴.

Antoniou, C., Chatzimichail, G., Xenofontos, R., Pavlou, J.J., Panagiotou, E., Christou, A. and Fotopoulos, V. 2017. Melatonin systemically ameliorates drought stress-induced damage in *Medicago sativa* plants by modulating nitro-oxidative homeostasis and proline metabolism. Journal of Pineal Research, 62(4): e12401.

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2015. Functions of melatonin in plants: A review. Journal of Pineal Research, 59(2): 133–150.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1.

Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2013. Photosynthesis under stressful environments: An overview. Photosynthetica, 51: 163–190.

Bidabadi, S.S., VanderWeide, J. and Sabbatini, P. 2020. Exogenous melatonin improves glutathione content, redox state and increases essential oil production in two *Salvia* species under drought stress. Scientific Reports, 10: 6883.

Bose, S.K. and Howlader, P. 2020. Melatonin plays multifunctional role in horticultural crops against environmental stresses: A review. Environmental and Experimental Botany, 176: 104063.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. In: Lichtfouse, E. (Ed.), *Sustainable Agriculture*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 153–188.

Skaria, B.P., Joy, P.P., Mathew, S. and Mathew, G. 2006. Lemongrass. In: Peter, K.V. (Ed.), *Handbook of Herbs and Spices*. Woodhead Publishing, pp. 400–419.

Weatherley, P.E. 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. I. The field measurement of water deficits in leaves. New Phytologist, 49: 81–97.

Zeng, W., Mostafa, S., Lu, Z. and Jin, B. 2022. Melatonin-mediated abiotic stress tolerance in plants. Frontiers in Plant Science, 13: 847175.

Melatonin-Mediated Improvement of Physiological Responses and Biomass in Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) under Drought Stress

Mohammad Javad Nazarideljou[1*], Seyran Farabi[1], Kamyar Lahijani[1], Shahin Hamzezadeh[1] and Hiva Spokeh[1]

1. Institute of Agriculture, Water, Food, and Nutraceuticals, Mah.C., Islamic Azad University, Mahabad, Iran

Corresponding Author: mj.nazarideljou@iau.ac.ir

Abstract

Drought is one of the most critical environmental stressors that increasingly threaten the productivity and quality of horticultural and medicinal plants worldwide. To evaluate the mitigating role of melatonin in response to drought stress, a controlled-environment experiment was conducted on lemongrass (*Cymbopogon citratus*), a medicinal plant valued for its antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant properties and widely used in the pharmaceutical, food, and cosmetic industries. After successful rooting and establishment of the transplants, the experimental treatments included two soil moisture levels (40% and 100% of field capacity) and foliar application of melatonin at 200 µM. Three months after the initiation of treatments, physiological parameters including chlorophyll a content, stomatal conductance, relative water content (RWC) of leaves, and leaf dry weight (as an indicator of biomass) were measured and statistically analyzed. The results showed that drought stress significantly reduced all measured traits, with decreases of 66.6% in chlorophyll a, 67.8% in stomatal conductance, and 44% in RWC compared to well-watered controls. However, exogenous application of melatonin significantly alleviated the adverse effects of drought by enhancing chlorophyll a content by 53.8%, stomatal conductance by 166.4%, and RWC by 15.7% in drought-stressed plants compared to untreated stressed plants. Moreover, melatonin treatment led to a 36.8% increase in leaf dry weight under drought conditions. These findings suggest that foliar application of melatonin can serve as an effective strategy to mitigate drought stress and enhance physiological performance in lemongrass. Further studies are recommended to explore the effects of melatonin under varying drought intensities on the medicinal compounds of this plant.

Keywords: Medicinal plant, Oxidative stress, Performance, Stomatal conductance, Water deficit.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی ترکیبات تشکیل دهنده گیاه دارویی فراسیون سفید (*Marrubium vulgare* L.)

لیلا شفیعی دستجردی[1*]
گروه شیمی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *Shafiee_l@iau.ir*

چکیده

خانواده نعناعیان شامل گیاهانی غنی از مواد زیست فعال با خواص مهم دارویی می‌باشد. گیاه فراسیون سفید (*Marrubium vulgare*) یک گیاه یا درختچه گلدار، چند ساله، برگ‌ریز از این خانواده است که در طب سنتی در درمان بسیاری از اختلالات مورد استفاده بوده و تحقیقات متعددی درجهت شناسایی ترکیبات گیاهی و خواص درمانی آن انجام گرفته است. این مطالعه با هدف بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در *M. vulgare* جهت استفاده از این گیاه ارزشمند در تحقیقات پزشکی و دارویی آینده انجام شده است. برای این منظور، اطلاعات از طریق جستجو با استفاده از کلمات کلیدی *Marrubium vulgare*، ترکیبات فیتوشیمیایی، ماروبین در بانک‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus، Google Scholar، Science Direct، SID و Web of Science بدست آمده است. *M. vulgare* گیاهی با پتانسیل زیست فعالی بالا می‌باشد. این گیاه حاوی ماروبین، یک دی‌ترپن لابدان در غلظت‌های بالا بوده که مشخصه این جنس است. همچنین این گیاه دارویی ترکیب پیچیده‌ای از متابولیت‌های ثانویه فنلی می‌باشد. ترکیبات فیتوشیمیایی این گیاه عبارتند از دی‌ترپن‌ها، مشتقات اسید فنولیک از گروه فنیل‌پروپانوئید، فلاونوئیدها (آپیژنین، لوتئولین و کوئرستین) و گلیکوزیدهای آن‌ها، تانن‌ها، فیتواسترول‌ها (مانند بتا-سیتوسترول)، تری‌ترپن‌ها، اسیدهای آلی و نمک‌های معدنی. اجزای اصلی اسانس *M. vulgare* نیز شامل β-Caryophyllene، Germacerene-D، Bicyclogermacrene، β-Bisabolene، (E)-β-Farnesene، Carvacrol، β-Citronellol، E-Caryophyllene، δ-Amorphene و γ-Eudesmol می‌باشد. این بررسی، مطالعات فیتوشیمیایی انجام شده بروی بخش‌های هوایی *M. vulgare* را خلاصه می‌کند و می‌تواند زمینه‌ای را برای تحقیقات جدید در مورد داروهای گیاهی مبتنی بر *M. vulgare* ایجاد کند. درواقع، *M. vulgare*، به عنوان یک ماده طبیعی باارزش با اثربخشی پیشگیرانه و درمانی بالا، کاندیدای بالقوه‌ای برای کاربردهای جدید در صنایع داروسازی است.

واژه‌های کلیدی: *Marrubium vulgare*، ترکیبات فیتوشیمیایی، اسانس، عصاره، ماروبین.

مقدمه

گیاهان دارویی و معطر به عنوان منبع غنی از ترکیبات فعال بیولوژیکی، می‌توانند به عنوان عوامل ارتقا دهنده سلامت در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرند. خانواده نعناعیان از نظر طب قومی متنوع‌ترین خانواده گیاهی بوده و به دلیل محتوای فرار بالا، ارزش دارویی زیادی دارد. این خانواده شامل حدود ۲۴۰ جنس و بیش از ۷۲۰۰ گونه است. بسیاری از گونه‌های این خانواده بسیار معطر هستند و به دلیل وجود ساختارهای غده‌ای خارجی، روغن فرار تولید می‌کنند (Giuliani and Bini, 2008). یکی از گونه‌های این خانواده که از دیرباز شناخته شده و در طب سنتی برای اهداف مختلف مورد استفاده قرار گرفته است، فراسیون سفید (*M. vulgare*) است. این گونه، گیاهی دارای فعالیت بیولوژیکی بالا بوده که بومی اروپا، شمال آفریقا، جنوب غربی آفریقا و آسیای مرکزی است (Hayat *et al.*, 2020). این گیاه چند ساله تا ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر رشد می‌کند. ساقه آن کم‌شاخه و پوشیده از کرک‌های خاکستری متراکم است. برگ‌های پایینی گرد و قلبی شکل و برگ‌های بالایی تخم‌مرغی شکل، چین‌دار و دارای کرک‌های خاکستری در زیر هستند. گل‌ها کوچک، سفید و دو لبی هستند که در حلقه‌های شبه‌کروی در محور برگ‌ها گروه‌بندی شده‌اند. قسمت‌های هوایی گلدار از خرداد تا مرداد جمع‌آوری می‌شوند. *M. vulgare* فعالیت‌های دارویی مانند خلط آور، مقوی، ادرارآور، معرق، ضد درد، ضد اسپاسم، ضد فشار خون، ضد دیابت، محافظت‌کننده دستگاه گوارش، ضد سمیت کبدی، ضد التهاب، التیام‌دهنده زخم، ضد تکثیر و فعالیت تعدیل‌کنندگی سیستم ایمنی را از خود نشان می‌دهد. علاوه بر این، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی فراسیون سفید نیز به دلیل وجود فلاونوئیدها، تانن‌ها، ترپن‌ها و فنل‌ها گزارش شده است (Ullah and Alqahtani, 2022).

مطالعه حاضر به منظور بررسی انواع ترکیبات شیمیایی فعال بیولوژیکی اندام‌های هوایی گیاه دارویی *M. vulgare* انجام شد. در این تحقیق با استفاده از کلیدواژه‌های *Marrubium vulgare*، فراسیون سفید، ترکیبات فیتوشیمیایی و ماروبین جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی Web of Science، Pubmed، Google Scholar، Scopus، Science Direct و SID صورت گرفت.

ترکیبات فیتوشیمیایی فراسیون سفید

گیاه فراسیون سفید (قسمت‌های گلدار) درست قبل از رسیدن به رنگ سبز کامل برداشت می‌شود. *M. vulgare* بویی مشک مانند دارد که با خشک شدن به بویی تند اما دلپذیر و طعمی تلخ و معطر تغییر می‌کند. در تحقیقی گزارش شده است که گیاه *M. vulgare* (که تا ۱۷.۲۰٪ وزن گیاه تازه خشک شده است) دارای میزان فیبر کل ۹.۵۰٪، خاکستر کل ۱۰.۷۰٪، خاکستر نامحلول در اسید ۱.۷۳٪ و خاکستر محلول در آب ۸.۹۰٪ است. همچنین مقدار عصاره محلول در الکل ۸.۶۶٪ گزارش شده که نشان می‌دهد بیشتر اجزای تشکیل دهنده گیاهان در الکل محلول هستند. علاوه بر این، مقدار عصاره محلول در آب تقریباً ۵.۹۰٪ است، در حالی که مقدار عصاره محلول در اتر نفتی ۲.۷۷٪ می‌باشد (Mittal and Nanda, 2016).

بیش از ۵۴ متابولیت ثانویه از قسمت‌های مختلف گیاه *M. vulgare* جدا و شناسایی شده‌اند. در میان آن‌ها، دی‌ترپن‌ها، سسکوئی‌ترپن‌ها و فلاونوئیدها به عنوان دسته‌های اصلی ترکیبات در نظر گرفته می‌شوند که برخی از آن‌ها فعالیت‌های بیولوژیکی بالقوه‌ای را در شرایط آزمایشگاهی (in vitro) و درون‌تنی (in vivo) نشان می‌دهند (Lodhi *et al.*, 2017).

M. vulgare مقادیر کمی اسانس، معمولاً بین ۰.۰۳٪ تا ۰.۰۶٪ با مونوترپن‌هایی مانند camphene، p-cymol، fenchene، limonene، α-pinene، sabinene و α-terpinolene تولید می‌کند (EMA, 2013). اجزای اصلی اسانس *M. vulgare* نیز شامل β-Caryophyllene (۱۱–۳۶٪)، Germacerene-D (۹–۲۵٪)، bicyclogermacrene (۱۱٪)، β-Bisabolene (۲۵٪)، (E)-β-Farnesene (۸–۱۱٪)، Carvacrol (۱۴٪)، β-Citronellol (۸–۹٪)، E-Caryophyllene (۲۵٪)، δ-Amorphene (۷–۱۰٪)، γ-Eudesmol (۱۱٪) می‌باشند (Ahvazi *et al.*, 2018). مشتقات مونوترپن غیرفرار نیز در این گیاه وجود دارند که شامل مونوترپن ماروبیک اسید و مونوترپن گلیکوزید ساکرانوزید A بعنوان ترکیبات شناسایی شده هستند. انواع تری ترپنوئیدهای سسکوئی‌ترپن، لاکتون ولگارین، بتا–سیتوسترول، لوپئول و بتا–آمیرین مانند اسید اولئانولیک در عصاره‌های گیاه فراسیون سفید شناسایی شده‌اند. *M. vulgare* دی‌ترپن‌هایی از نوع لابدان را به عنوان اجزای اصلی تلخ، تا ۳ میلی‌گرم در هر گرم وزن گیاه تازه، تجمع می‌دهد، که ماروبین (۱–۰.۱۲٪) غالب‌ترین آن‌ها است و پس از آن پیش‌ساز آن، پری–ماروبین (۰.۱۳٪)، ۱۲(S)–هیدروکسی ماروبین (12(S)-hydroxymarrubiin)، ۱۱–اکسوماروبین، ۳–دئوکسو–۱۵(S)–متوکسی‌ولوتین (3-deoxo-15(S)-methoxyvelutine)، ماروبنول، ماریولیبا–استال (marruliba-acetal)، سیلنیل A (cyllenil A)، پلی‌ادونین (polyodonine) و پری‌لئوسیبرین (preleosibirin) قرار دارند (Piozzi *et al.*, 2006, Shaheen *et al.*, 2014). علاوه بر این، پرگرینول (peregrinol)، پرگرینین (peregrinin)، دی‌هیدروپرگرینین (dihydroperegrinin)، ولگارول (vulgarol)، ولگارکوزید A (vulgarcoside A)، داستیل‌ویتکسی‌لاکتون (deacetylvitexilactone)، کارنوزول (carnosol)، داستیل‌فورسکولین (deacetylforskolin) در بخش دی ترپنوئیدی وجود دارند (Paunovic *et al.*, 2016). میزان تخمینی ماروبین در عصاره متانولی *M. vulgare*، ۱۵۶ mg/g است (Yousefi *et al.*, 2016). بررسی ترکیبات اصلی که معمولاً در گیاه فراسیون سفید اندازه‌گیری می‌شوند در جدول ۱ آورده شده است.

ویژگی‌های ماروبین شامل پایداری بالا و کاتابولیسم کم است که از خصوصیات اساسی مورد نیاز برای ترکیبات درمانی و مواد مغذی با اهمیت اقتصادی هستند. این ماده، عامل اصلی خواص درمانی مانند ضد درد، آنتی‌اکسیدان، آنتی ژنوتوکسیک، محافظت‌کننده قلب، شل‌کننده عروق، محافظت‌کننده معده، ضد اسپاسم، تعدیل‌کننده سیستم ایمنی، ضد تورم، مسکن و ضد دیابت است. همچنین، ماروبین به‌عنوان یک سوبسترای بالقوه برای ترکیبات فعال قوی، به ویژه اسید ماروبینیک و ماروبنول در نظر گرفته می‌شود (Popoola *et al.*, 2013).

جدول ۱– اندازه‌گیری محتوای فنلی، فلاونوئیدی و تانن‌های متراکم در *M. vulgare*.

استخراج	میزان فنل کل	میزان فلاونوئید	میزان تانن‌های متراکم	مرجع
عصاره آبی	۱۷۵/۰۰ (mg GAE/100 g DE)	۲۳/۸۶ (mg QE/100 g DE)	۱۶/۵۵ (mg CE/100 g DE)	Ghedadba *et al.*, 2016
عصاره آبی	۲۳۲/۶±۴/۲۲ (mg GAE/g DE)	۸۹/۲±۲/۰۷ (mg QE/g DE)	۲۶/۹۴±۱/۰۲ (mg CE/g DE)	Aitbaba *et al.*, 2024
عصاره اتانول آبی (۵۰٪)	۵۵/۷۲±۰/۰۶ (mg GAE/mL)	۱۱/۰۱±۰/۰۳ (mg CE/mL)	۴/۴۶±۰/۰۵ (mg DpE/mL)	Michalak *et al.*, 2024
عصاره اتانول آبی (۷۰٪)	۹۳/۴۲±۱/۰۴ (mg GAE/g DE)	۳۷/۷±۱/۶۶ (mg RUE/g DE)	-	Mittal and Nanda, 2016
عصاره اتانول آبی (۷۰٪)	۵۹/۸۷±۷/۳۱ (mg GAE/g DE)	۱۴/۴۷±۰/۵۴ (mg QE/g DE)	-	Salaj *et al.*, 2018
عصاره متانولی	۴۴/۸۹±۰/۲۵ (mg GAE/g DE)	۲۴/۶۰±۱/۰۷ (mg QE/g DE)	-	Dallali *et al.*, 2017
عصاره متانولی	۴۸/۹۷-۱۹۵/۰۰ (mg GAE/g DE)	۱۲/۰۵-۹۳/۱۲ (mg QE/g DE)	-	Yousefi *et al.*, 2016, Okur *et al.*, 2019
عصاره اتانولی با ماکروویو	۶۱/۴۴-۹۳/۴۲ (mg GAE/g DE)	۲۳/۲۵-۳۷/۷۰(mg RUE/g DE)	-	Mittal and Nanda, 2016
عصاره آب زیربحرانی	۷۲/۹۸-۸۵/۲۰ (mg GAE/g DE)	۲۶/۹۵-۳۱/۳۷ (mg CE/g DE)	-	Gavaric *et al.*, 2019

GAE: gallic acid equivalent, QE: qercetin equivalent, CE: catechin equivalent, RUE: rutin equivalent, DpE: delphinidin equivalent, DE: dry extract.

علاوه بر این، *M. vulgare* منبع فراوانی از ترکیبات فنلی مختلف است که دسته‌های اصلی آن‌ها اسیدهای فنلی، اسیدهای فنیل پروپانوئید (سینامیک)، استرها و فلاونوئیدها هستند. مقدار کل مشتقات اسید سینامیک ۱۴/۰۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌گرم ماده خشک تخمین زده می‌شود (Boudjelal *et al.*, 2012). *M. vulgare* حاوی تانن (تا ۷٪) است که مقدار تخمینی تانن‌های متراکم آن ۱۶/۵۵ میلی‌گرم کاتچین در ۱۰۰ گرم ماده خشک است. تجزیه و تحلیل شیمیایی دقیق، اسیدهای گالیک، جنتیسیک (gentisic)، پارا-هیدروکسی‌بنیوئیک (p-hydroxybenyoic)، پروتوکاتکوئیک (protocatechuic) و اسیدهای سیرینجیک (syringic) را شناسایی کرده است. در زیرگروه اسیدهای سینامیک از ترکیبات فنولیک، اسیدهای ترانس سینامیک، فرولیک، کوماریک و سیناپیک تعیین می‌شوند. اسید کولوژنیک و سایر استرهای اسید سینامیک تعیین مقدار شدند. در نظر گرفته شد که به عنوان بخشی از زیرخانواده نعناییان، *M. vulgare* با اجزای تلخ، مقدار کم اسانس و عدم وجود اسید رزمارینیک مشخص می‌شود. با این حال، داده‌های جدید، اسید رزمارینیک را در عصاره‌های *M. vulgare* شناسایی کرده‌اند. مشتقات اسید هیدروکسی سینامیک، گلیکوزیدهای فنیل اتانوئید، مانند اکتئوزید (acteoside، استفاده شده به عنوان نشانگر کیفی)، آلیسونوزید (alyssonoside)، آرنانوزید (arenanoside)، بالتروزید (ballotetroside)، ماروبوزید (marruboside) و سایر موارد، زیرگروه دیگری از ترکیبات فنلی موجود در عصاره‌های *M. vulgare* را نشان می‌دهند (Lodhi *et al.*, 2017, Acimovic *et al.*, 2020).

در اجزای فلاونوئیدی، آگلیکون‌های فلاونی مانند آپیژنین، لوتئولین، کریسوریول و دیوسمتین؛ گلیکوزیدهای فلاون مانند ویسینین II و ویتکسین؛ و سایر مشتقات فلاون مانند لاکتوئیل فلاون‌ها، لوتئولین-۷-لاکتات و آپیژنین-۷-لاکتات را می‌توان یافت (EMA, 2013). در میان فلاونوئیدها، آگلیکون‌های فلاونول گالانژین و کوئرستین و گلیکوزیدهای آن‌ها هایپروزید، ایزوکوئرستین، آستراگالین و روتین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. کومارین یومبلیفرون و اسکولین، مشتق زانتونی گارسینون E (garcinone E) و نفتالن گلیکوزید گسکوئیدین (geskoidin) نیز در عصاره‌های *M. vulgare* یافت می‌شوند (Paunovic *et al.*, 2016).

سایر ترکیبات تعیین شده در ماده گیاهی *M. vulgare* شامل ترکیبات مختلف حاوی نیتروژن مانند کولین و بتونسین، اسیدهای آمینه و آلکالوئید استاچیدرین، پلی ساکاریدها و همچنین مواد معدنی، به ویژه نمک‌های پتاسیم هستند (Kurbatova *et al.*, 2003, Verma *et al.*, 2012).

ماروبین و متابولیت‌های دی‌ترپنوئیدی مرتبط عمدتاً در برگ‌ها و کرک‌های برگ تجمع می‌یابند. پیش‌ساز دی‌ترپنوئیدی مرکزی، ژرانیل‌ژرانیل پیروفسفات (GGPP)، به پرگرینول دی‌فسفات تبدیل می‌شود که یک واسطه پرنیل دی‌فسفات دو حلقه‌ای است که دارای یک گروه هیدروکسیل در C-9 است که به طور مشخص در ماروبین و متابولیت‌های مرتبط وجود دارد (Karunanithi *et al.*, 2019). انباشت دی‌ترپن‌های فورانیک لابدان در گیاهچه‌ها ظاهراً به مرحله رشد بستگی دارد. در چهار تا پنج هفته اول پس از جوانه‌زنی، هیچ دی‌ترپن فورانیک لابدان در گیاهچه‌ها شناسایی نشد. در این زمان، برگ‌ها تمایز بیشتری پیدا می‌کنند و تعداد کرک‌های روی برگ‌ها در حال افزایش است. برگ‌ها و جوانه‌های جوان حاوی بیشترین مقدار دی‌ترپن‌های فورانیک لابدان هستند که عمدتاً در کرک‌های غده‌ای پوسته‌دار ذخیره می‌شوند (Knoss and Zapp, 1998).

نتیجه‌گیری

مقاله مروری حاضر در مورد *M. vulgare* L، خلاصه یافته‌های فیتوشیمیایی این گونه مهم است. مطالعات فیتوشیمیایی بسیاری بر روی اسانس، عصاره‌ها و فراکسیون‌های *M. vulgare* حاصل از قسمت‌های مختلف انجام شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد دی‌ترپنوئیدها، فلاونوئیدها و فنیل‌پروپانوئیدها ترکیبات شیمیایی اصلی هستند که در *M. vulgare* موجود می‌باشد. ماروبین یک دی‌ترپن لابدان اصلی در این گونه گیاهی بوده که خواص دارویی بسیار خوبی با ایمنی بالا نشان داده است. مطالعات زیادی در مورد برگ‌ها و قسمت‌های هوایی *M. vulgare* گزارش شده است، اما تحقیقات علمی دقیق در مورد سایر قسمت‌های گیاه مانند ریشه‌ها، اندوفیت‌ها و ترشحات گیاهی برای بررسی خواص دارویی این منبع طبیعی مهم ضروری بنظر می‌رسد. علاوه بر این، مطالعات پیشرفته مبتنی بر مکانیسم ترکیبات (به‌ویژه دی‌ترپن‌ها، فلاونوئیدها و فنیل‌پروپانوئیدها) برای توجیه استفاده سنتی و اثبات علمی این امر ضروری است. استفاده از منابع طبیعی به ویژه گیاهان با ارزش سنتی، بخش عمده‌ای از تلاش محققان برای توسعه و کشف داروها بوده است. شکاف بین داروهای سنتی و طب رایج بدلیل فقدان مطالعات علمی جامع در مورد محصولات طبیعی، رو به افزایش است. بنابراین، پذیرش داروهای مبتنی بر شواهد علمی، برای یافتن راه‌های جدید بمنظور درمان بیماری‌های مزمن و جدید انسان ضروری است.

منابع

Acimovic, M., Jeremic, K., Salaj, N., Gavaric, N., Kiprovski, B., Sikora, V. and Zeremski, T. 2020. *Marrubium vulgare* L.: A phytochemical and pharmacological overview. Molecules, 25(12): 2898.

Ahvazi, M., Balali, G., Jamzad, Z. and Saeidi, H. 2018. A taxonomical, morphological and pharmacological review of *Marrubium vulgare* L., an old medicinal plant in Iran. Journal of Medicinal Plants, 17(65): 7–24.

Aitbaba, A., Kabdy, H., Baslam, V., Azraida, H., Aboufatima, R., Yazouli, L., Sokar, Z., Garzoli, S. and Chait, A. 2024. Chemical investigation and antinociceptive activity evaluation of *Marrubium vulgare* L. aqueous extract. Chemistry & Biodiversity, 21(5): e202400228.

Boudjelal, A., Henchiri, C., Siracusa, L., Sari, M. and Ruberto, G. 2012. Compositional analysis and in vivo anti-diabetic activity of wild Algerian *Marrubium vulgare* L. infusion. Fitoterapia, 83: 286–292.

Dallali, S., Rouz, S., Aichi, H. and Ben Hassine, H. 2017. Phenolic content and allelopathic potential of leaves and rhizosphere soil aqueous extracts of white horehound (*Marrubium vulgare* L.). Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology, 39: 2106–2120.

European Medicines Agency (EMA), Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). 2013. *Community Herbal Monograph on Marrubium vulgare L., herba*. HMPC, London, UK. EMA/HMPC/604271/2012.

Gavaric, A., Vladic, J., Ambrus, R., Jokic, S., Szabo-Revesz, P., Tomic, M., Blazic, M. and Vidovic, S. 2019. Spray drying of a subcritical extract using *Marrubium vulgare* as a method of choice for obtaining high quality powder. Pharmaceutics, 11: 523.

Ghedadba, N., Hambaba, L., Fercha, N., Houas, B., Abdessemed, S. and Mokhtar, S.M.O. 2016. Assessment of hemostatic activity of the aqueous extract of leaves of *Marrubium vulgare* L., a Mediterranean Lamiaceae Algeria. International Journal of Health Sciences, 2: 253–258.

Giuliani, C. and Bini, M.L. 2008. Insight into the structure and chemistry of glandular trichomes of Labiatae, with emphasis on subfamily Lamioideae. Plant Systematics and Evolution, 276: 199–208.

Hayat, J., Akodad, M., Moumen, A., Baghour, M., Skalli, A., Ezrari, S. and Belmalha, S. 2020. Phytochemical screening, polyphenols, flavonoids and tannin content, antioxidant activities and FTIR characterization of *Marrubium vulgare* L. from two different localities of Northeast Morocco. Heliyon, 6: e05609.

Karunanithi, P.S., Dhanlta, P., Addison, J.B., Tong, S., Fiehn, O. and Zerbe, P. 2019. Functional characterization of the cytochrome P450 monooxygenase CYP71AU87 indicates a role in marrubiin biosynthesis in the medicinal plant *Marrubium vulgare*. BMC Plant Biology, 19: 114.

Knoss, W. and Zapp, J. 1998. Accumulation of furanic labdane diterpenes in *Marrubium vulgare* and *Leonurus cardiaca*. Planta Medica, 64: 357–361.

Kurbatova, N.V., Muzychkina, R.A., Mukhitdinov, N.M. and Parshina, G.N. 2003. Comparative phytochemical investigation of the composition and content of biologically active substances in *Marrubium vulgare* and *M. alternidens*. Chemistry of Natural Compounds, 39: 501–502.

Lodhi, S., Vadnere, G.P., Sharma, V.K. and Usman, M.R. 2017. *Marrubium vulgare* L.: A review on phytochemical and pharmacological aspects. Journal of Intercultural Ethnopharmacology, 6: 429–452.

Michalak, M., Stryjecka, M., Zagorska-Dziok, M. and Zarnowiec, P. 2024. Biological activity of horehound (*Marrubium vulgare* L.) herb grown in Poland and its phytochemical composition. Pharmaceuticals, 17(6): 780–799.

Mittal, V. and Nanda, A. 2016. The pharmacognostical evaluation of the *Marrubium vulgare* Linn collected from the Pulwama district of Jammu and Kashmir State of India. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 8: 7–15.

Okur, M.E., Karakas, N., Karadag, A.E., Yilmaz, R. and Demirci, F. 2019. In vitro cytotoxicity evaluation of *Marrubium vulgare* L. methanol extract. Journal of Research in Pharmacy, 23: 711–718.

Paunovic, V., Kostic, M., Djordjevic, S., Zugic, A., Djalinac, N., Gasic, U., Trajkovic, V. and Harhaji-Trajkovic, J. 2016. *Marrubium vulgare* ethanolic extract induces proliferation block, apoptosis and cytoprotective autophagy in cancer cells in vitro. Cellular and Molecular Biology, 62: 108–114.

Piozzi, F., Bruno, M., Rosselli, S. and Maggio, A. 2006. The diterpenoids of the genus *Marrubium* (Lamiaceae). Natural Product Communications, 1: 585–592.

Popoola, O.K., Elbagory, A.M., Ameer, F. and Hussein, A. 2013. Marrubiin. Molecules, 18: 9049–9060.

Salaj, N., Barjaktarovic, J., Kladar, N., Gavaric, N. and Bozin, B. 2018. Biomedical potential of horehound extract (*Marrubium vulgare*, Lamiaceae). Medicinski Pregled, 71: 21–26.

Shaheen, F., Rasool, S., Shah, Z.A., Soomro, S., Jabeen, A., Mesaik, M.A. and Choudhary, M.I. 2014. Chemical constituents of *Marrubium vulgare* as potential inhibitors of nitric oxide and respiratory burst. Natural Product Communications, 9: 903–906.

Ullah, R. and Alqahtani, A.S. 2022. GC-MS analysis, heavy metals, biological, and toxicological evaluation of *Reseda muricata* and *Marrubium vulgare* methanol extracts. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2022: 2284328.

Verma, A., Masoodi, M. and Ahmed, B. 2012. Lead findings from whole plant of *Marrubium vulgare* L. with hepatoprotective potentials through in silico methods. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2: S1308–S1311.

Yousefi, K., Hamedeyazdan, S., Torbati, M. and Fathiazad, F. 2016. Chromatographic fingerprint analysis of marrubiin in *Marrubium vulgare* L. via HPTLC technique. Advanced Pharmaceutical Bulletin, 6: 131–136.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A study on the phytochemical constituents of the medicinal plant *Marrubium vulgare* L.

Leila Shafiee Dastjerdi[1*]
Department of Chemistry, Ro.C., Islamic Azad University, Roudehen, Iran
[*]*Corresponding Author: Shafiee_l@iau.ir*

Abstract

The Lamiaceae family includes plants rich in bioactive substances with important medicinal properties. *Marrubium vulgare* is a flowering, perennial, deciduous plant or shrub of this family that has been used in traditional medicine to treat many disorders and numerous studies have been conducted to identify its herbal compounds and therapeutic properties. This study aimed to investigate the phytochemical compounds present in *M. vulgare* for the use of this valuable plant in future medical and pharmaceutical research. For this purpose, information was obtained by searching using the keywords *Marrubium vulgare*, phytochemicals, marrubiin in PubMed, Scopus, Google Scholar, Science Direct, SID and Web of Science databases. *M. vulgare* is a plant with high bioactive potential. It contains marrubiin, a labdane diterpene that is characteristic for this genus, as well as a complex mixture of phenolic compounds. The phytochemicals of this plant include diterpenes, phenolic acid derivatives of the phenylpropanoid group, flavonoids (apigenin, luteolin, and quercetin) and their glycosides, tannins, phytosterols (such as beta-sitosterol), triterpenes, organic acids, and mineral salts. The main components of the essential oil of *M. vulgare* are β-Caryophyllene, Germacene-D, Bicyclogermacrene, β-Bisabolene, (E)-β-Farnesene, Carvacrol, β-Citronellol, E-Caryophyllene, δ-Amorphene and γ-Eudesmol. This review abridges phytochemical studies of *M. vulgare* and gives impulsion for novel research on *M. vulgare* based herbal medicines. *M. vulgare*, as a valuable natural substance with high preventive and therapeutic efficacy, is a potential candidate for new applications in the pharmaceutical industry.

Keywords: *Marrubium vulgare*, Phytochemical composition, Essential oil, Extract, Marrubiin.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی اسانس آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak.) در شرایط رویشگاه و مزرعه

راضیه عظیمی[1*]، محمدرضا صادقی منش[2] و سمانه اسدی صنم[1]

۱- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *azimiorgchem@gmail.com*

چکیده

آویشن دنایی (*Thymus daenensis*) گیاهی چندساله از تیره نعناعیان و از گیاهان معطر و دارویی انحصاری ایران است که در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوان دارد. سرشاخه‌های آویشن از مهم‌ترین بخش قابل استفاده گیاه است که معمولاً در زمان گل‌دهی برداشت و سپس خشک شده و مورد مصرف قرار می‌گیرد. آویشن دنایی با تولید اسانس حاوی مواد موثره باارزشی همچون تیمول از خواص بیولوژیکی متعددی نظیر ضدباکتری، ضدقارچی، آنتی‌اکسیدانی و نگهدارندگی برخوردار است. کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی و همچنین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی اسانس با تغییر بسیاری از عوامل مانند خصوصیات اقلیمی و جغرافیایی رویشگاه، نوع خاک و میزان رطوبت قابل دسترس، دستخوش تغییرات می‌شود. بنابراین در راستای کشت و اهلی‌سازی گیاه آویشن دنایی در استان همدان، پژوهش کنونی با هدف ارزیابی و مقایسه کیفیت مواد موثره و خواص فیزیکوشیمیایی اسانس این گیاه در دو شرایط رویشگاه و مزرعه انجام شد. بر اساس نتایج حاصل، اسانس آویشن دنایی به صورت مایع روغنی روان و شفاف و به رنگ زرد مایل به نارنجی به‌دست آمد که دارای عطر و بوی فنولی است. میزان اسانس استخراج شده از دو نمونه گیاه خودرو و زراعی به‌ترتیب ۱/۶۳ و ۲/۳۰ درصد (وزنی-وزنی) بود. آنالیز کیفی اسانس به‌دست آمده از سرشاخه گلدار آویشن دنایی در شرایط رویشگاه طبیعی و زراعی نشان داد که در هر دو نمونه، تیمول ترکیب اصلی اسانس (به‌ترتیب ۷۷/۰ و ۷۰/۲٪) است. خواص فیزیکی تعیین شده برای دو نمونه اسانس در دمای ۲۰°C به ترتیب شامل چگالی نسبی ۰/۹۵۶ و ۰/۹۴۷، چرخش نوری °۱/۴۵- و °۱/۵- و ضریب شکست ۱/۵۰۸۰ و ۱/۵۰۶۲ بود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، آویشن دنایی، تیمول، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی.

مقدمه

جنس آویشن (*Thymus*) متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است. پراکنش حدود ۲۱۵ گونه آویشن در دنیا و ۱۴ گونه از آن در نقاط مختلف ایران گزارش شده است که ۴ گونه از آنها انحصاری ایران می‌باشند (جمزاد، ۱۳۷۳). آویشن دنایی (*Thymus daenensis*) یکی از گونه‌های مهم جنس آویشن و انحصاری ایران است و دارای دو زیر گونه شناخته شده *T. daenensis* subsp. *daenensis* و *T. daenensis* subsp. *lancifolius* است. بر اساس نتایج تحقیقات، بخش عمده ترکیبات شناسایی شده در اسانس آویشن دنایی از دسته مونوترپن‌های اکسیژنه می‌باشد (Zarshenas and Krenn, 2015). این گونه ترکیبات از اجزاء ارزشمند اسانس آویشن بوده که به‌طور عمده خواص فیزیکی شامل رنگ، عطر و طعم و فعالیت شیمیایی و بیولوژیکی اسانس‌ها به‌ویژه اسانس گونه‌های مختلف جنس آویشن را شامل می‌شوند. اسانس برگ و سرشاخه گلدار گونه آویشن دنایی غنی از تیمول بوده، که به همراه سایر ترکیبات فعال بیولوژیکی نظیر کارواکرول، گاما-ترپینن، ۸،۱-سینئول، بورنئول، لینالول و ... خواص بیولوژیکی مهم نظیر ضدباکتریایی، ضدقارچ، ضدانگل، ضدالتهاب، حشره‌کشی و آنتی اکسیدانی نشان می‌دهد.

در مطالعات متعددی، تیمول به عنوان ترکیب عمده اسانس آویشن دنایی گزارش شد (Nickavar et al., 2005). به طوریکه با برداشت گیاه بین اوایل و اواسط فصل گلدهی، مقدار تیمول (۸۵٪) در اسانس بیشینه می‌شود (Golparvar et al., 2012). بررسی و مقایسه فیتوشیمیایی اسانس نمونه‌های زراعی دو گونه *T. vulgaris* و *T. daenensis* کشت شده در چهار منطقه سمنان، اصفهان، کیار و شهرکرد

و جمعیت‌های وحشی این گونه‌ها توسط Ghasemi Pirbalouti و همکاران (۲۰۱۳) انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصل، بازده اسانس در نمونه‌های مختلف آویشن دنایی از ۰/۸۵٪ تا ۱/۱۶٪ متغیر بود و بیشترین بازده اسانس از نمونه زراعی شهرکرد به‌دست آمد. بیشترین میزان تیمول در نمونه زراعی سمنان (۷۰/۳٪) و کمترین مقدار آن در نمونه خودرو شهرکرد (۳۳/۹٪) گزارش شد. بر اساس نتایج این تحقیق، بازده اسانس بیشتر مربوط به آویشن دنایی کشت شده در مناطق با ارتفاع بالاتر و دمای سردتر بود. Askary و همکاران (2018) اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی به همراه استفاده از کود گاوی را بر کمیت و کیفیت اسانس آویشن دنایی و آویشن باغی بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین مقدار تیمول، بازده اسانس و عملکرد اسانس در هر دوگونه آویشن با اعمال تنش خشکی ۶۷٪ با استفاده از کود گاوی ۳۰ تن در هکتار به دست آمد (Askary et al., 2018). کمیت و کیفیت اسانس گیاه و همچنین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اسانس با تغییر بسیاری از عوامل مانند ارتفاع و شرایط جغرافیایی رویشگاه، ترکیب خاک و میزان رطوبت قابل دسترس، دستخوش تغییرات می‌شود. بنابراین در راستای کشت و اهلی‌سازی گیاه آویشن دنایی در استان همدان، پژوهش کنونی با هدف ارزیابی و مقایسه کیفیت مواد موثره و خواص فیزیکوشیمیایی اسانس آویشن دنایی در دو شرایط رویشگاه و مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

سرشاخه‌های آویشن دنایی در مرحله گلدهی کامل از مزرعه ایستگاه تحقیقاتی و رویشگاه طبیعی استان همدان در سال ۱۴۰۱ برداشت شد. پس از خشک کردن گیاه در سایه، اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب به وسیله کلونجر انجام شد. آنالیز کمی و کیفی اسانس به وسیله دستگاه‌های GC و GC/MS صورت گرفت. ویژگی‌های حسی و فیزیکی اسانس نظیر رنگ و بو، چگالی نسبی، ضریب شکست، چرخش نوری و آمیختگی اسانس با اتانول مطابق با استاندارد ملی ایران تعیین شدند (استاندارد ملی، ۲۳۶۰۸). چگالی نسبی اسانس روغنی با استفاده از پیکنومتر شیشه‌ای در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. چرخش نوری اسانس با استفاده از دستگاه پلاریمتر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. ضریب شکست اسانس با استفاده از دستگاه رفرکتومتر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ثبت شد.

نتایج و بحث

میزان اسانس استخراج شده از دو نمونه گیاه آویشن دنایی وحشی و زراعی به‌ترتیب ۱/۶۳ و ۲/۳۰ درصد بود. ویژگی‌های حسی و فیزیکی نمونه‌های اسانس آویشن دنایی در جدول ۱ نشان داده شد. بر اساس نتایج حاصل، اسانس آویشن دنایی به صورت مایع روغنی روان و شفاف و به رنگ زرد-نارنجی به‌دست آمد که دارای عطر و بویی فنولی است. خواص فیزیکی تعیین شده برای دو نمونه اسانس در دمای ۲۰ °C به ترتیب شامل چگالی نسبی ۰/۹۵۶ و ۰/۹۴۷، چرخش نوری ۱/۴۵° و ۱/۵° و ضریب شکست ۱/۵۰۸۰ و ۱/۵۰۶۲ بود. چنانچه یک حجم از هر یک نمونه اسانس آویشن دنایی با ۱/۳ حجم اتانول ۸۰٪ در دمای ۲۰ °C مخلوط شود، محلول شفافی به دست می‌آید.

جدول ۱- ویژگی‌های حسی و فیزیکی نمونه‌های اسانس آویشن دنایی.

نمونه	(دمای آزمون ۲۰ درجه سانتی‌گراد)					
	حالت	رنگ	چگالی نسبی	چرخش نوری (°)	ضریب شکست اسانس	مقدار آمیختگی اسانس با اتانول ۸۰٪
رویشگاه طبیعی	مایع روان	زرد- نارنجی	۰/۹۵۶	-۱/۴۵°	۱/۵۰۸۰	۱/۳ : ۱
مزرعه	مایع روان	نارنجی	۰/۹۴۷	-۱/۵۰°	۱/۵۰۶۲	۱/۳ : ۱

بر اساس نتایج آنالیز GC/MS، تعداد ۲۱ ترکیب در نمونه‌های اسانس آویشن دنایی شناسایی شدند. اجزای تشکیل دهنده نمونه‌های اسانس به ترتیب شاخص بازداری آنها در ستون DB-5 در جدول ۲ نشان داده شد. مقایسه کمی و کیفی اسانس استخراج شده از سرشاخه گلدار گیاه در دو شرایط رویشگاه طبیعی و مزرعه نشان می‌دهد که تیمول ترکیب اصلی اسانس آویشن دنایی (۷۷/۰٪ و ۷۰/۲٪) می‌باشد و پس از آن ترکیباتی نظیر کارواکرول (۲/۱٪ و ۴/۰٪)، پارا-سیمن (۵/۰٪ و ۱۰/۹٪) ٪ و ترانس-کاریوفیلن (۱/۲٪ و ۴/۱٪) در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. همان‌طور که از نتایج مشخص است میزان ترکیبات موثره اسانس تحت تاثیر رویشگاه قرار گرفته است.

جدول ۲-ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس آویشن دنایی.

ردیف	ترکیب شیمیایی	شاخص بازداری	میزان (٪)

				مزرعه	رویشگاه طبیعی
۱	α-thujene	۹۳۶		۰/۹	۰/۶
۲	α-pinene	۹۴۰		۰/۵	۰/۹
۳	camphene	۹۵۷		۰/۲	۰/۶
۴	β-pinene	۹۸۵		trace	trace
۵	myrcene	۹۹۰		۰/۴	۰/۶
۶	α-terpinene	۱۰۱۵		۰/۷	۰/۵
۷	*p*-cymene	۱۰۲۰		۱۰/۹	۵/۰
۸	limonene	۱۰۳۴		۰/۳	۰/۳
۹	1,8-cineole	۱۰۳۷		۱/۸	۲/۷
۱۰	γ-terpinene	۱۰۶۵		۰/۵	۱/۱
۱۱	*cis*-sabinene hydrate	۱۰۷۳		۰/۴	۰/۹
۱۲	linalool	۱۱۰۰		۰/۶	۰/۳
۱۳	borneol	۱۱۶۵		۰/۵	۲/۲
۱۴	terpinen-4-ol	۱۰۸۰		۰/۵	۰/۷
۱۵	α-terpineol	۱۰۹۰		trace	۰/۴
۱۶	carvacrol methyl ether	۱۲۴۷		۰/۳	۲/۷
۱۶	thymol	۱۲۹۳		۷۰/۲	۷۷/۰
۱۷	carcacrol	۱۳۰۲		۴/۱	۲/۰
۱۸	*E*-caryophyllene	۱۴۱۵		۴/۱	۱/۲
۱۹	β-bisabolene	۱۵۰۵		۰/۶	trace
۲۰	*E*-γ-bisabolene	۱۵۳۰		۱/۳	trace
۲۱	caryophyllene oxide	۱۵۸۰		trace	trace

trace < 0.1 %

در واقع شرایط اقلیمی منطقه رویش گیاه با تاثیر بر میزان فتوسنتز، تنفس، و نیز خصوصیات رشدی و مورفولوژیکی گیاه می‌تواند روی تجمع اسانس و نیز اجزای آن تاثیر بگذارد (Ghasemi Pirbalouti et al., 2013). مکان رویشگاه طبیعی و مزرعه مورد مطالعه به‌ترتیب با ارتفاع ۲۰۱۰ و ۱۷۳۰ متر دارای متوسط بارندگی سالانه ۳۶۰ و ۳۲۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۲/۵۰ و ۱۳/۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شاید به این دلیل که در شرایط مزرعه با کاهش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد، بنابراین افزایش دما باعث افزایش بیوسنتز اسانس می‌شود (Heydari et al., 2019). در چنین شرایطی گیاه تحت تنش ملایم گرمایی و خشکی قرار می‌گیرد و برای مقابله با این تنش، تولید ترکیبات محافظت کننده گیاه مانند ترپنوئیدها افزایش می‌یابد.

منابع

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۶۰۸. ۱۴۰۲ .اسانس آویشن دنایی ـ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون.

جمزاد، ز. ۱۳۹۱ .فلور ایران، شماره ۷۶: تیره نعناع .انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. ۱۰۷۲ ص.

Askary, M., Behdani, M.A., Parsa, S., Mahmoodi, S. and Jamialahmadi, M. 2018. Water stress and manure application affect the quantity and quality of essential oil of *Thymus daenensis* and *Thymus vulgaris*. Industrial Crops and Products, 111: 336–344.

Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M. and Ghahfarokhi, F.T. 2013. Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak. and *Thymus vulgaris* L. Industrial Crops and Products, 48: 43–48.

Golparvar, A., Ghasemi Pirbalouti, A., Zinaly, H. and Hadipanah, A. 2012. Effect of harvest times on quantity (morphological) and quality characteristics of *Thymus daenensis* Celak. in Isfahan. Journal of Herbal Drugs, 2(4): 245–254.

Heydari, A., Hadian, J., Esmaeili, H., Kanani, M.R., Mirjalili, M.H. and Sarkhosh, A. 2019. Introduction of *Thymus daenensis* into cultivation: Analysis of agro-morphological, phytochemical and genetic diversity of cultivated clones. Industrial Crops and Products, 131: 14–24.

Nickavar, B., Mojab, F. and Dolat-Abadi, R. 2005. Analysis of the essential oils of two *Thymus* species from Iran. Food Chemistry, 90(4): 609–611.

Zarshenas, M.M. and Krenn, L. 2015. A critical overview on *Thymus daenensis* Celak.: Phytochemical and pharmacological investigations. Journal of Integrative Medicine, 13: 91–98.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparison of the Physicochemical Properties of *Thymus daenensis* Celak. Essential Oil in Habitat and Field Conditions

Razieh Azimi[1*], Mohamadreza Sadeghimanesh[2] and Samaneh Asadi-Sanam[1]
[1]Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[2]Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran
Corresponding Author: azimiorgchem@gmail.com

Abstract

Thymus daenensis Celak. is a perennial plant from the Lamiaceae family. It is one of the native medicinal plants of Iran and is widely used in the pharmaceutical, food, cosmetic, and health industries. The most important usable part of the Thyme is its branches, which are usually harvested during flowering stage, dried, and consumed. Thyme produces an essential oil containing valuable active ingredients, such as thymol, and has numerous biological properties, including antibacterial, antifungal, antioxidant, and preservative properties. The quantity and quality of a medicinal plant's essential oil, as well as its physicochemical and biological properties, can change due to various factors, such as climatic and geographical characteristics of habitat, the soil type, and the amount of available moisture. In line with the cultivation and domestication of *T. daenensis* in Hamedan Province, the current study evaluated and compared the quality of the active ingredients and the physicochemical properties of *T. daenensis* essential oil under habitat and field conditions. The results showed that *T. daenensis* essential oil is a smooth, transparent, yellow-orange liquid with a phenolic aroma and flavor. The essential oil yield from the wild and cultivated plants was 1.63% and 2.30% (w/w), respectively. The qualitative analysis of essential oils obtained from the flowering branches of *T. daenensis* in natural and cultivated habitats show that thymol is the main compound (77.0% and 70.2%, respectively). The physical properties of the two essential oils at 20°C were determined to be relative densities of 0.956 and 0.947, optical rotations of -1.45° and -1.5°, and refractive indices of 1.5080 and 1.5062, respectively. A clear solution is obtained when one volume of each essential oil sample is mixed with 1.3 volumes of 80% ethanol at 20°C.

Keywords: Essential oil, *Thymus daenensis*, Thymol, Physicochemical properties.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

روشی سبز برای استخراج و خالص‌سازی شیرین‌کننده‌های طبیعی از برگ‌های استویا

راضیه عظیمی[1*] و فاطمه سفیدکن[1]
۱- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: azimiorgchem@gmail.com

چکیده

استویا معروف به گیاه برگ عسلی به عنوان منبع غنی از دی‌ترپن گلیکوزیدهای شیرین سالم و بدون کالری شامل استویوزید، استویول بیوزید، رادیوزیدهای A-E و دالکوزید A شناخته شده است. با اینحال عصاره خام با بوی بد، مزه تلخ و به رنگ قهوه‌ای تیره از برگ‌های استویا به دست می‌آید که نیاز به فرایند تصفیه و رنگ‌بری جهت تولید محصولاتی با طعم و شیرینی با کیفیت بهتر می‌باشد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، استخراج دی‌ترپن گلیکوزیدهای شیرین از گیاه استویا با درصد خلوص و بازده خوب با استفاده از روشی سبز، کارا و مقرون به صرفه می‌باشد. در این مطالعه، استخراج عصاره شربتی از برگ‌های خشک گیاه استویا با استفاده از آب یون‌زدایی شده در محدوده pH خنثی در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. برای رنگبری و حذف ناخالصی‌ها از اکسید کلسیم، خاک بنتونیت و آلومینا استفاده شد. همچنین از رزین‌های تبادل یون گرید غذایی برای حذف فلزات و مواد معدنی استفاده شد. پس از انجام مراحل جداسازی و خالص‌سازی، گلیکوزیدهای حاصل به وسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و مقایسه با کروماتوگرام نمونه استاندارد شناسایی شد. بر اساس آنالیز HPLC، میزان چهار قند اصلی در ملاس قند رنگبری شده استویا نسبت به یکدیگر، استویوزید (۶۲/۵٪)، رادیوزید A (۳۱٪/۲)، رادیوزید C (۵٪) و دالکوزید A (۱٪/۳) تعیین شد. مزایای روش بکار رفته شامل استفاده از آب به عنوان حلال سبز و غیرسمی در تمام مراحل استخراج، به‌کار بردن مواد ارزان قیمت و در دسترس مانند اکسید کلسیم، آلومینا و خاک بنتونیت جهت رنگبری و رزین‌های تبادل یون گرید غذایی و قابل بازیافت برای حذف مواد معدنی، استخراج دی ترپن گلیکوزیدهای شیرین از گیاه استویا با بازده و خلوص خوب، مقرون به صرفه و مطابق با اصول شیمی سبز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استویا، استویوزید، دی‌ترپن گلیکوزید، رادیوزید A، شیرین‌کننده طبیعی.

مقدمه

با توجه به شیوع روزافزون بیماری دیابت که بیش از ده درصد جمعیت بالغ دنیا را به خود درگیر کرده است، جهت پیشگیری و کنترل این بیماری، نیاز به شیرین‌کننده‌های طبیعی کم کالری بیش از پیش احساس می‌شود. استویا با نام علمی *Stevia rebaudiana* Bertoni و از خانواده آفتابگردان می‌باشد. این گیاه بومی منطقه آمامبی در شمال شرقی پاراگوئه می‌باشد و همچنین در قسمت‌هایی از برزیل و آرژانتین به صورت خودرو یافت می‌شود. استویا به علت داشتن مقدار بالای مواد شیرین‌کننده (حدود ۲۰-۴ درصد) در برگ‌های خشک گیاه مشهور شده است. عامل شیرینی در استویا مربوط به وجود دی‌ترپن گلیکوزیدهای چهار حلقه‌ای انت کائورن است که در آب محلول بوده و نسبت به ساکارز، بین ۴۰۰-۵۰ برابر شیرین‌تر می‌باشند. استویوزید به‌عنوان فراوان‌ترین ترکیب شیرین‌کننده استویا، ۱۰-۵ درصد وزن برگ خشک را شامل می‌شود و دارای سه واحد گلوکز می‌باشد. رادیوزید A، دومین ترکیب گلیکوزیدی اصلی، تشکیل دهنده ۴-۲ درصد از برگ خشک و حاوی ۴ واحد گلوکز است. رادیوزیدهای B و C به مقدار ۲-۱ درصد و دیگر گلیکوزیدهای استویا شامل رادیوزیدهای D و E، دالکوزاید A و استویول‌بیوزید در مقادیر کمتر در برگ گیاه وجود دارند (Lemus-Mondaca et al., 2012).

گلیکوزیدهای شیرین استویا در pH = ۳-۹ پایدار هستند، مقاوم حرارتی تا حداقل دمای ۱۲۰ °C می‌باشند، تخمیر نمی‌شوند و رنگ آنها در اثر پخت تغییر نمی‌کند. به همین دلایل، استویا کاربردهای وسیعی در فرآوری خوراکی داشته و می‌تواند به عنوان منبع شیرینی در

محصولات قنادی و نانوایی، آب‌میوه، مربا، شکلات، بیسکویت و دیگر مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد. استویول گلیکوزیدها به دلیل وزن مولکولی بالایی که دارند به میزان نسبتا کم جذب روده کوچک می‌شوند، علاوه بر این، آنها در مقابل تجزیه با عملکرد آنزیم‌های گوارشی دهان، معده و روده کوچک، مقاوم هستند. از طرف دیگر، باکتری‌های میکرو فلورا موجود در انتهای روده بزرگ انسان هر دو قند استویوزید و ربادیوزید A را با حذف متوالی واحدهای گلوکز به استویول آگلیکون هیدرولیز می‌کند که این برای جذب استویول گلیکوزیدها ضروری می‌باشد. از آنجا که گلیکوزیدهای استویا در بدن انسان تجزیه نمی‌شوند به این دلیل تولید کالری نمی‌کنند، بنابراین برای افراد دیابتی یا کسانی که چاقی مفرط دارند و یا مراقب میزان کالری روزانه خود هستند، مناسب است (De et al., 2013).

در ارتباط با جداسازی و خالص‌سازی گلیکوزیدهای شیرین استویا تحقیقات زیادی انجام شده است که نتایج بررسی‌های محققین در مجلات و پتنت‌های خارجی گزارش شده‌اند. روش کلی استخراج گلیکوزیدهای استویا شامل مراحل ۱) استخراج عصاره خام غنی از گلیکوزیدهای استویا با استفاده از حلال آب یا الکل‌های C1-C4، 2) صاف کردن و خارج کردن تفاله گیاه از محلول، ۳) رنگبری و شفاف‌سازی محلول عصاره، ۴) خالص‌سازی و تغلیظ و ۵) کریستالیزه کردن گلیکوزیدها می‌باشد (Jonnala et al., 2006). جداسازی گلیکوزیدها از عصاره گیاه توسط عوامل متعددی از جمله ناخالصی‌ها مانند رزین‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای آلی و به ویژه رنگدانه‌ها مختل می‌شود. جهت رنگبری و شفاف کردن محلول عصاره معمولا از نمک‌های معدنی چون هیدروکسید کلسیم، کربنات کلسیم، کلرید کلسیم و کلرید آلومنیوم به عنوان عامل کیلیت‌کننده رنگدانه‌ها با رسوب دهی آنها استفاده می‌شود. Koutwy و همکاران (1999) به منظور از بین بردن رنگ و بوی عصاره و افزایش طعم و مزه قند استویا، از صافی کربن فعال و برای جدایش پروتئین و پکتین، از اولترا فیلتر و نانو فیلتر به کار بردند که این یک روشی پر هزینه می‌باشد و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. بنابراین هدف از انجام این پروژه به‌کار گیری روشی زیست سازگار و مقرون به صرفه برای استخراج قندهای گلیکوزید استویا در بازده و خلوص بالا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برگهای گیاه استویا از مزرعه گلخانه‌ای در منطقه گرگان- استان گلستان به صورت خشک شده خریداری شد.

دستگاه HPLC مورد استفاده از شرکت Knauer آلمان، مدل Well chrom 2000 مجهز به پمپ مدل K-1001 و دتکتور Spectrophotometer K-2501 بود که در طول موج ۲۱۰ نانومتر تنظیم شد، ستون Erospher 100 C18 به طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۴ میلی‌متر به‌کار گرفته شد. برنامه شویش فاز متحرک ایزوکراتیک و ترکیب درصد حلال‌ها به صورت زیر انتخاب شد:

فاز متحرک شامل مخلوط استونیتریل و بافر فسفات ۱۰ میلی‌مولار (pH = 2.6) به نسبت حجمی ۶۸ : ۳۲ و سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر/دقیقه بود و حجم هر تزریق ۲۰ میکرولیتر به کار برده شد (Aranda-González et al., 2015).

استخراج عصاره شربتی از برگ‌های خشک گیاه استویا با استفاده از آب یون‌زدایی شده در محدوده pH خنثی در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. رنگبری از ملاس قند در طی چند مرحله انجام شد. در مرحله اول با افزودن اکسید کلسیم (آهک) به عنوان عامل کیلیت کننده رنگدانه‌ها، pH محلول عصاره در محدوده ۱۰-۹ تنظیم شد. مخلوط حاصل در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بر روی هیتر همزن مغناطیسی با دور پایین به‌مدت یک ساعت همزده شد. ناخالصی‌ها به‌صورت رسوب لجنی در ته ظرف ته‌نشین شد و بر روی قیف سنتر گلس فیلتر شد. در مرحله دوم، اسیدفسفریک به محلول عصاره اضافه شد و pH محلول در محدوده ۷ تنظیم شد. در مرحله سوم، خاک بنتونیت به محلول عصاره اضافه شد و سپس عصاره در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به آرامی به مدت یک ساعت همزده شد. پس از اتمام این مرحله، عصاره در دمای اتاق سرد شد و رسوب حاصل بر روی قیف سنتر گلس فیلتر شد. در مرحله چهارم، از آلومینا برای حذف ناخالصی‌های باقیمانده در ملاس قند استفاده شد. عصاره از ستون حاوی آلومینا عبور داده شد و در نهایت ملاس قند شفاف حاصل شد (Jonnala et al., 2006). به منظور حذف یون‌های فلزی و ترکیبات معدنی، ملاس قند از روی رزین ماکروحفره تبادل یون کاتیونی اسید قوی و سپس رزین ماکروحفره تبادل آنیونی باز ضعیف عبور داده شد (Abelyan et al., 2010). به منظور شناسایی قندهای استویا، مقداری از ملاس قند رنگبری

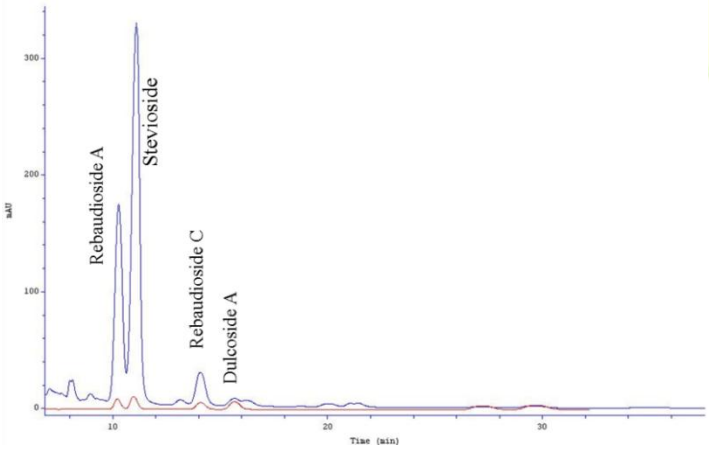
شده به دستگاه HPLC تزریق شد. همچنین مخلوط استاندارد قندهای استویا (استویوزید، ربادیوزید A، ربادیوزید C و دالکوزید A) به دستگاه HPLC تزریق شد. سپس آنالیز کمی و کیفی ترکیب‌های قند استویا با مقایسه کروماتوگرام آنالیت و مخلوط استاندارد صورت گرفت. آنالیز در سه مرتبه تکرار شد و میزان چهار قند اصلی در ملاس قند استویا نسبت به یکدیگر تعیین شد.

نتایج و بحث

در استخراج عصاره آبی از برگ‌های استویا، فاکتورهای مختلفی همچون حلال استخراج، نسبت حلال و گیاه، دما، اسیدیته محلول عصاره، عوامل رنگبر، اثر همزدن محلول در فرایند رنگبری و ... مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج گزارشات ارائه شده در منابع، شرایط بهینه برای استخراج حداکثری قندهای گلیکوزیدی از برگهای استویا، استفاده از آب مقطر دیونیزه در دمای ۱۰۰-۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در واقع استفاده از آب به‌عنوان حلال سبز، ارزان قیمت و قابل دسترس در تولید اقتصادی قند استویا بسیار مطلوب است.

مرحله دوم، رنگبری از ملاس قند می‌باشد که با استفاده از مواد کیلیت‌کننده رنگدانه‌ها و از طریق رسوب دادن ناخالصی‌ها و حذف آنها انجام می‌شود. در این تحقیق از مواد رنگبر ارزان قیمت و پرمصرف در صنایع شامل اکسید کلسیم (آهک)، خاک بنتونیت و آلومینا به منظور رنگبری از ملاس قند استویا بهره گرفته شد که نتیجه مطلوبی حاصل کرد. نکته حائز اهمیت این است که خاک بنتونیت و آلومینا از جمله مواد معدنی قابل بازیافت در این تحقیق می‌باشند، به این صورت که بعد از جذب رنگدانه‌ها، با شستشو و قرار دادن آنها در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد با حذف ترکیبات آلی قابل استفاده مجدد می‌باشند که از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه می‌باشد. همچنین به منظور حذف ناخالصی‌های معدنی از رزین‌های تعویض یون نیز استفاده می‌شود. به‌طوریکه ابتدا عصاره آبی از رزین تعویض کاتیون اسید قوی و سپس از رزین تعویض آنیون باز ضعیف عبور داده شد و در نهایت ملاس قند شفاف حاصل شد (Jonnala et al., 2006; Abelyan et al., 2010). در مرحله پایانی ملاس قند تغلیظ شده و سپس با اتانول ۹۶٪ (با نسبت حجمی ۵:۱) مخلوط شد و به مدت ۲۴-۱۰ ساعت در دمای پایین یخچال قرار گرفت تا بلورهای گلیکوزیدی تشکیل شدند.

به منظور آنالیز کمی و کیفی گلیکوزیدهای استخراج شده از استویا، ملاس قند رنگبری شده حاصل با آب دیونیزه رقیق شده و به دستگاه HPLC تزریق شد. بر اساس مقایسه کروماتوگرام استاندارد مخلوط قندهای استویا و کروماتوگرام قند کریستالیزه (شکل ۱)، چهار گلیکوزید اصلی استویا شامل ربادیوزید A، استویوزید، ربادیوزید C و دالکوزید A به‌طور واضح شناسایی شدند و ظهور پیک هر یک به‌ترتیب در زمان‌های ۱۰/۱، ۱۱/۰، ۱۴/۰و ۱۵/۶ دقیقه می‌باشد. با توجه به کروماتوگرام حاصل، قند استویوزید بیشترین درصد را به خود اختصاص داده است. میزان چهار قند اصلی در ملاس قند استویا نسبت به یکدیگر، شامل استویوزید (۶۲/۵٪)، ربادیوزید A (۳۱/۲٪)، ربادیوزید C (۵٪) و دالکوزید A (۱/۳٪) تعیین شده است (شکل ۱).



شکل ۱- کروماتوگرام HPLC نمونه کریستالیزه قند استویا.

منابع

Abelyan, V.H., Ghochikyan, V.T., Markosyan, A.A., Adamyan, M.O. and Abelyan, L.A. 2010. Extraction, separation and modification of sweet glycosides from the *Stevia rebaudiana* plant. US Patent, 7838044.

Aranda-González, I., Moguel-Ordoñez, Y. and Betancur-Ancona, D. 2015. Determination of rebaudioside A and stevioside in leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni grown in México by a validated HPLC method. American Journal of Analytical Chemistry, 6: 878–885.

De, S., Mondal, S. and Banerjee, S. 2013. *Stevioside: Technology, Applications and Health*. Wiley-Blackwell.

Jonnala, K.K., Kiran, B.G.D. and Ahuj, V.K.K. 2006. Process for production of steviosides from *Stevia rebaudiana* Bertoni. US Patent, 20060142555.

Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L. and Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. Food Chemistry, 132: 1121–1132.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A Green Approach for Extraction and Purification of Natural Sweeteners from *Stevia rebaudiana* Bertoni Leaves

Razieh Azimi[1*] and Fatemeh Sefidkon[1]
1. Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: azimiorgchem@gmail.com*

Abstract

Stevia rebaudiana Bertoni, known as the honey leaf plant, is a rich source of healthy and calorie-free sweet diterpene glycosides, including stevioside, steviol bioside, rhabdiosides A-E, and dalcoside-A. However, a crude extract with a bad smell, bitter taste and dark brown color is obtained from *S. rebaudiana* leaves. This extract must be refined and decolorized to produce products with a better taste and sweetness. Therefore, the purpose of this research is to extract sweet diterpene glycosides from the stevia with a high purity and yield using a green, efficient and cost-effective method. For this study, a syrupy extract was obtained from the dry leaves of the stevia using deionized water in a neutral pH at 80 °C. Calcium oxide, bentonite clay, and alumina were used to bleach the product and remove impurities. Food-grade ion exchange resins were also used to remove metals and minerals. Following the separation and purification steps, the resulting glycosides were identified using high-performance liquid chromatography (HPLC), as well as by comparing the chromatogram to that of the standard sample. Based on the HPLC analysis, the relative amounts of the four main sugars in stevia molasses were determined: stevioside (62.5%), rhabdioside A (31.2%), rhabdioside C (5%) and dalcoside A (1.3%). Advantages of this method include using water as a green, non-toxic solvent in all stages of extraction; using inexpensive, readily available materials, such as calcium oxide, alumina, and bentonite clay, for color removal; using food-grade, recyclable ion-exchange resins for mineral removal; and extracting sweet diterpene glycosides from the stevia with a high yield and purity. This method is economical and aligns with the principles of green chemistry.

Keywords: Diterpene glycosides, Natural sweeteners, Rebaudioside A, *Stevia rebaudiana* Bertoni, Stevioside.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه برخی پارامترهای رشدی در سه اکسشن خارمریم

بهلول عباس‌زاده[۱*]، علی اشرف جعفری[۱] و راضیه عظیمی[۱]
۱- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *bohlol.abbaszadeh@gmail.com*

چکیده

گیاه خارمریم با نام انگلیسی Milk thistle و نام علمی *Silybum marianum* L. Gaertn.، گیاه علفی یک یا دوساله بوده که به عنوان گیاه دارویی شناخته و کشت می‌گردد. گیاه خارمریم در درمان بیماری‌های مختلف با خواص دارویی ضددیابت، محافظ کبد، کاهش کلسترول خون، ضد التهاب و ضد سرطان استفاده می‌شود. این تحقیق به منظور ارزیابی و مقایسه برخی پارامترهای رشدی سه اکسشن خارمریم در سال ۱۴۰۱ در موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع در شرایط مزرعه اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در کرت‌های ۱۵*۱۶ متر انجام شد. اکسشن‌ها شامل خارمریم با منشاء نجف‌آباد، اردبیل و محلی بودند. کشت بذرها بصورت مستقیم انجام شد. فواصل کاشت ۵۰*۸۰ سانتی‌متر بود. در مرحله گلدهی و رسیدگی بذر، اطلاعات لازم یادداشت شد. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که بین اکسشن‌ها در صفات تعداد برگ، قطر کوچک تاج‌پوشش، تعداد ساقه‌های جانبی، تعداد کاپیتول، عملکرد بذر و عملکرد برگ و ساقه، اختلاف آماری مشاهده شد اما در صفات قطر بزرگ تاج‌پوشش و وزن هزار دانه، اختلاف آماری وجود نداشت. مقایسه میانگین صفات خارمریم نشان داد که اکسشن محلی X بیشترین تعداد برگ (۷۶/۶ عدد)، قطر بزرگ تاج‌پوشش (۶۸/۶ سانتی‌متر)، قطر کوچک تاج‌پوشش (۶۴/۶ سانتی‌متر)، تعداد ساقه جانبی (۳۳/۳ عدد بر بوته)، تعداد غوزه یا کاپیتول (۲۱/۳ عدد بر بوته)، عملکرد بذر (۵۶۲/۳ کیلوگرم بر هکتار) و عملکرد برگ و ساقه معادل با ۵۰۵/۳ کیلوگرم در هکتار را شامل شد در حالی‌که بیشترین وزن هزاردانه با ۲۵ گرم متعلق به اکسشن نجف‌آباد بود. با توجه به کشت اکسشن‌ها در یک مزرعه، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات حاصل ناشی از فاکتورهای ژنتیکی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اکسشن، خارمریم، عملکرد بذر.

مقدمه

گیاه خارمریم با نام انگلیسی Milk thistle و نام علمی *Silybum marianum* L. Gaertn.، گیاه علفی یک یا دوساله بوده که به عنوان گیاه دارویی شناخته و کشت می‌گردد (Andrzejewska et al., 2011). از زمان باستان از گیاه خارمریم به منظور درمان بیماری‌های کبدی و کیسه صفرا استفاده شده است (Abenavoli et al., 2010). مهمترین ترکیبات موثره موجود در این گیاه، سیلیمارین بوده که مجموعه‌ای از فلاونولیگنان‌ها شامل سیلیبین A و B (silybin)، ایزوسیلیبین A و B (isosilybin)، سیلی‌دیانین (silydianin) و سیلی‌کریستین (silychristin) را بوده و عمدتا در میوه یافت می‌شوند (Aziz et al., 2021). علاوه بر این، میوه گیاه شامل ترکیبات فنلی همچون هیدروکسی‌سینامید اسید (hydroxycinnamic acids) و فلاونوئیدها بوده که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانتی است (Lucini et al., 2016). مطالعات متعددی در ارتباط با فعالیت محافظتی و ضد سرطانی سیلیمارین و ترکیبات آن وجود دارد (Kim et al., 2019). علاوه بر این، گیاه خارمریم در درمان بیماری‌های مختلف با خواص دارویی ضددیابت، محافظ کبد، کاهش کلسترول خون، ضد التهاب و ضد سرطان استفاده می‌شود (Fanoudi et al., 2020). با در نظر گرفتن اهمیت دارویی گیاه خارمریم و انجام تحقیقات زراعی بسیار کم بر روی آن، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی و مقایسه برخی پارامترهای رشدی سه اکسشن خارمریم در موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع در شرایط مزرعه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۴۰۱ در موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع در شرایط مزرعه اجرا شد. با توجه به رعایت فاصله ایزولاسیون، آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در کرت‌های ۱۵*۱۶ متر اجرا شد. اکسشن‌ها شامل خارمریم با منشاء نجف‌آباد، اردبیل و محلی (به دلیل نیاز به معرفی رقم، با X نمایش داده شده است) بودند. کشت بذرها بصورت مستقیم انجام شد. در فصل بهار و پس از آماده شدن مزرعه به لحاظ آماده‌سازی بستر، لوله‌کشی و پیاده‌سازی سیستم نسبت به کشت بذرها اقدام شد. فواصل کاشت ۵۰*۸۰ سانتی‌متر بود. در طول دوره رشد، رسیدگی لازم از قبیل وجین و آبیاری صورت گرفت. در مرحله گلدهی و رسیدگی بذر، اطلاعات لازم یادداشت شد. به دلیل بزرگی کرت‌های آزمایشی در داخل هر کرت بزرگ، بصورت یک پلات ۹ متر مربعی با ۳ تکرار از سمت قطر پلات اولیه با فاصله ۳ متر لحاظ شد و نمونه برداری‌ها از بوته‌های داخل پلات‌های مذکور انجام شد و میانگین هر ۳ پلات به عنوان میانگین آن کرت یا تکرار در نظر گرفته شد. ارتفاع گیاه، قطر بزرگ و کوچک کانوپی/تاج پوشش با متر اندازه‌گیری شدند. وزن‌های تر و خشک اندام گیاه با ترازو اندازه گیری شدند. عملکرد در هکتار از روی اطلاعات تک بوته‌ها محاسبه و تعمیم داده شد. لازم به ذکر است که همه وزن‌ها و عملکردهای اندام‌های مختلف برای گیاه خشک شده در سایه گزارش شد. در محاسبه عملکرد در هکتار، درصد حاشیه و نکاشت مزرعه لحاظ شد. در پایان عملیات پاکسازی و بوجاری بذرها انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات خارمریم (جدول ۱) نشان داد که بین اکسشن‌ها در صفات تعداد برگ، قطر کوچک تاج‌پوشش، تعداد ساقه‌های جانبی، تعداد کاپیتول، عملکرد بذر و عملکر برگ و ساقه اختلاف آماری مشاهده شد اما در صفات قطر بزرگ تاج‌پوشش و وزن هزار دانه اختلاف آماری وجود نداشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس اطلاعات خارمریم، سال ۱۴۰۱.

S.O.V	df	Leaf number	Canopy diameter1	Canopy diameter2	Lateral stem	Capitulum number	Seed yield	Leaf and stem yield	Weight of 1000 seed
Accession	2	91.0*	65.3ns	107.1*	169.0**	47.4**	79564.3**	40624.1**	12.4ns
Error	6	9.3	17.5	16.9	7.3	4.3	196.2	288.3	9.7
%CV.	-	4.2	6.6	7.1	10.5	11.5	13.5	4.5	13.4

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد در بین اکسشن‌هاست.

مقایسه میانگین صفات خارمریم (جدول ۲) نشان داد که اکسشن محلی X بیشترین تعداد برگ (۷۶/۶ عدد)، قطر بزرگ تاج‌پوشش (۶۸/۶ سانتی‌متر)، قطر تاج‌پوشش کوچک (۶۴/۶ سانتی‌متر)، تعداد ساقه جانبی (۳۳/۳ عدد بر بوته)، تعداد غوزه یا کاپیتول (۲۱/۳ عدد بر بوته)، عملکرد بذر (۵۶۲/۳ کیلوگرم بر هکتار) و عملکر برگ و ساقه با ۵۰۵/۳ کیلوگرم در هکتار را شامل شد. در حالی‌که بیشترین وزن هزاردانه با ۲۵ گرم متعلق به اکسشن نجف‌آباد بود که با دو اکسشن دیگر اختلاف آمای نشان نداد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اطلاعات خارمریم، سال ۱۴۰۱.

Accession	Leaf number (N/plant)	Canopy diameter1 (cm)	Canopy diameter2 (cm)	Lateral stem (N/plant)	Capitulum number (N/plant)	Seed yield (kg/ha)	Leaf and stem yield (kg/ha)	Weight of 1000 seed (g)
Najafabad	70.6b	60.0a	54.7b	25.3b	19.3a	366.7b	349.7b	25.0a
Ardabil	69.7b	61.3a	54.0b	18.3c	13.7b	239.0c	277.6c	23.6a
Local X	79.6a	68.6a	64.6a	33.3a	21.3a	562.3a	505.3a	21.0a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین هاست.

نتایج همبستگی ساده صفات خارمریم (جدول ۳) نشان داد که تعداد برگ با عملکرد بذر، عملکرد برگ و ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار و با وزن هزار دانه رابطه منفی معنی‌دار داشت. بین قطر تاج‌پوشش بزرگ با قطر تاج‌پوشش کوچک، عملکرد بذر و عملکرد برگ و

ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. بین قطر تاج‌پوشش کوچک با عملکرد بذر و عملکرد برگ و ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. بین تعداد ساقه جانبی با عملکرد بذر و عملکرد برگ و ساقه نیز رابطه مثبت معنی‌دار مشاهده شد. بین تعداد غوزه با عملکرد بذر و عملکرد برگ و ساقه رابطه مثبت معنی‌دار وجود داشت. همچنین بین عملکرد بذر با عملکرد برگ و ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت.

جدول ۳- نتایج همبستگی ساده اطلاعات خارمریم، سال ۱۴۰۱.

Traits	Leaf number	Canopy diameter1	Canopy diameter2	Lateral stem	Capitulum number	Seed yield	Leaf and stem yield	Weight of 1000 seed
Leaf number	1							
Canopy diameter1	0.61ns	1						
Canopy diameter2	0.57ns	0.80**	1					
Lateral stem	0.61ns	0.59ns	0.81**	1				
Capitulum number	0.53ns	0.51ns	0.56ns	0.85**	1			
Seed yield	0.83**	0.65*	0.78*	0.94**	0.81**	1		
Leaf and stem yield	0.79*	0.67*	0.82**	0.96*	0.79*	0.98**	1	
Weight of 1000 seed	-0.72*	0.36ns	0.36ns	0.18ns	0.22ns	0.41ns	0.33ns	1

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد در بین اکسشن‌هاست.

مشاهده شد که بین اکسشن‌ها در اکثر صفات اختلاف آماری وجود داشت (جدول ۱) و اکسشن محلی X بیشترین تعداد برگ (۷۶/۶ عدد)، قطر بزرگ تاج‌پوشش (۶۸/۶ سانتی‌متر)، قطر تاج‌پوشش کوچک (۶۴/۶ سانتی‌متر)، تعداد ساقه‌جانبی (۳۳/۳ عدد بر بوته)، تعداد غوزه یا کاپیتول (۲۱/۳ عدد بر بوته)، عملکرد بذر (۵۶۲/۳ کیلوگرم بر هکتار) و عملکر برگ و ساقه با ۵۰۵/۳ کیلوگرم در هکتار را نشان داد. بنابراین با توجه به کشت اکسشن‌ها در یک مزرعه، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات حاصل ناشی از فاکتورهای ژنتیکی می‌باشد. از یک سو کشت یک گونه یا رقم از یک گیاه زراعی بستگی به سازگاری و نیز ثبات عملکرد آن دارد و از سوی دیگر، ثبات عملکرد به‌عنوان توانایی یک ژنوتیپ در احتراز از تغییرات زیاد عملکرد در دامنه‌ای از شرایط محیطی تعریف شده است (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۵). همچنین، سازگاری به توان ژنتیکی بروز عملکرد بالا و پایدار در طیفی از محیط‌ها اطلاق می‌شود (عبدمیشانی و شاه نجات بوشهری، ۱۳۷۶). بنابراین نتایج این تحقیق متفاوت از قابلیت سازگاری مطرح شده توسط فرشادفر (۱۳۷۷) می‌باشد زیرا نامبرده بیان داشتند که سازگاری قابلیت یک ژنوتیپ برای تولید دامنه محدودی از فنوتیپ‌ها در محیط‌های متفاوت بوده و نتیجه انعطاف پذیری ژنتیکی است که ظرفیت مقاومت یک ژنوتیپ به تغییرات محیطی است (فرشادفر، ۱۳۷۷). از طرفی با توجه به عدم اجرای پروژه در مکان‌های مختلف، نمی‌توان بر امکان تولید بالای اکسشن منتخب در مکان‌های مختلف صحه گذاشت زیرا برخی محققین سازگاری را واکنش عملکرد بالای یک ژنوتیپ در مکان‌های متفاوت و یک اصطلاح با بعد فضایی و مکانی و پایداری را واکنش عملکرد بالای یک ژنوتیپ در زمان‌های متفاوت و یک اصطلاح با بعد زمانی تعریف کرده‌اند (Kempton and Fox, 1997). هر چند با توجه به نتیجه به دست آمده می‌توان اکسشن X را دارای سازگاری خصوصی به شرایط ایستگاه البرز و مکان‌های مشابه نامید (Simmonds, 1979) و برای بررسی شرایط سازگاری عمومی نیاز به کشت در مکان‌های مختلف می‌باشد. زیرا , Kempton و Fox (1997) سازگاری را به دو نوع سازگاری عمومی و سازگاری خصوصی تفکیک و سازگاری عمومی را استعداد یک ژنوتیپ برای تظاهرخوب در طیف گسترده‌ای از محیط‌ها و سازگاری خصوصی را استعداد یک ژنوتیپ برای تظاهر خوب در محیط یا محیط‌های محدودی تعریف کرده‌اند.

نتایج همبستگی ساده صفات خارمریم (جدول ۳) نشان داد که تعداد برگ با عملکرد بذر، عملکرد برگ و ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار و با وزن هزار دانه رابطه منفی معنی‌دار داشت که نشان می‌دهد تعداد بذر تولیدی در تعیین وزن هزاردانه موثر می‌باشد. با توجه به امکان کشت مستقیم این گیاه، داشتن دانه‌های درشت می‌تواند در موفقیت جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها در کشت مستقیم بسیار مفید

باشد. ظهور مراحل فنولوژیکی در هر گیاه که از عوامل محیطی و ژنتیکی ناشی می‌شود و بر روی عملکرد گیاه تأثیر مستقیم دارد. برای دستیابی به عملکرد قابل قبول در هر گیاه لازم است که ظهور پدیده‌های زیستی ثبت و مورد مطالعه قرار گیرند. در آن صورت می‌توان برای کشت و تولید انبوه بهتر برنامه‌ریزی کرد. وجود رابط مثبت بین صفات فوق نشان‌می‌دهد که عملکرد سرشاخه‌گلدار بیشتر و عملکرد بذر بیشتر به اجزای عملکرد اعم از تعداد برگ، اندازه برگ، تعداد ساقه‌های جانی و وجود ساقه‌های بیشتر وابسته می‌باشد و از این خصوصیات در انتخاب اکسشن‌های برتر می‌توان بیشتر کمک گرفت. از طرفی با توجه به مصرف دارویی تمامی اندام‌های هوایی خارمریم، انتخاب اکسشن‌هایی دارای اندام‌های موفولوژی مناسب، می‌تواند در تولید اقتصادی این گیاه موثر و مفید باشد.

منابع

عبدمیشانی، س. و شاه‌نجات بوشهری، ع.ا. ۱۳۷۶. اصلاح نباتات تکمیلی (جلد اول): اصلاح نباتات متداول. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۴۷–۱۶۶.

فرشادفر، ع. ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات (جلد دوم). انتشارات طاق بستان، کرمانشاه، ایران، ۳۹۶ صفحه.

هاشمی دزفولی، ا.، کوچکی، ع. و بنیان اول، م. ۱۳۷۵. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ دوم، ۲۸۸ صفحه.

Abenavoli, L., Spagnuolo, R., Luppino, I. and Luzza, F. 2010. Recent progress in medicinal plants. Spllc Press, pp. 387–409.

Andrzejewska, J., Sadowska, K. and Mielcarek, S. 2011. Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) grown on light soil in a moderate climate. Industrial Crops and Products, 33: 462–468.

Aziz, M., Saeed, F., Ahmad, N., Ahmad, A., Afzaal, M., Hussain, S., Mohamed, A.A., Alamri, M.S. and Anjum, F.M. 2021. Biochemical profile of milk thistle (*Silybum marianum* L.) with special reference to silymarin content. Food Science & Nutrition, 9: 244–250.

Fanoudi, S., Alavi, M.S., Karimi, G. and Hosseinzadeh, H. 2020. Milk thistle (*Silybum marianum*) as an antidote or a protective agent against natural or chemical toxicities: A review. Drug and Chemical Toxicology, 43: 240–254.

Kempton, R.A. and Fox, P.N. 1997. *Statistical Methods for Plant Variety Evaluation*. Chapman & Hall, London, pp. 139–161.

Kim, S.H., Choo, G.S., Yoo, E.S., Woo, J.S., Han, S.H., Lee, J.H. and Jung, J.Y. 2019. Silymarin induces inhibition of growth and apoptosis through modulation of the MAPK signaling pathway in AGS human gastric cancer cells. Oncology Reports, 42: 1904–1914.

Lucini, L., Kane, D., Pellizzoni, M., Ferrari, A., Trevisi, E., Ruzickova, G. and Arslane, D. 2016. Phenolic profile and in vitro antioxidant power of different milk thistle [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] cultivars. Industrial Crops and Products, 83: 11–16.

Simmonds, N.W. 1979. *Principles of Crop Improvement*. Longman, London.

Comparison of Growth Parameters in three *Silybum marianum* Accessions

Bohloul Abbaszadeha[1*], Ali Ashraf Jafari[1] and Razieh Azimi[1]
1. Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: bohlol.abbaszadeh@gmail.com*

Abstract

Milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) is an herbaceous plant that is cultivated for its medicinal properties. It is used to treat various diseases, including diabetes, liver disease, high cholesterol, inflammation, and cancer. This study was conducted in 2021 at the Research Institute of Forests and Rangelands under field conditions. The experiment was conducted using a completely randomized design with three replications in 15×16 meter plots. The accessions included *Silybum marianum* originating from Najafabad, Ardabil, and Local accession (accession X). The seeds were sown directly. The planting distances were 50×80 cm. The necessary information was recorded during the flowering and seed ripening stages. The analysis of variance revealed statistical differences among accessions in leaf number, small crown diameter, number of lateral stems, number of capitula, seed yield, and leaf and stem yield. However, no statistical differences were observed in large crown diameter and thousand-seed weight. A comparison of the mean traits of *Silybum marianum* revealed that accession X exhibited the following characteristics at the highest levels: number of leaves (76.6), large crown diameter (6.68 cm), small crown diameter (6.64 cm), number of lateral stems (3.33 per plant), number of bolls or capitula (3.21 per plant), seed yield (3.562 kg /ha), leaf yield (3.505 kg/ha), and stem yield (3.505 kg/ha). The highest thousand-seed weight (25 g) belonged to accession from Najafabad. Given that all accessions were grown under the same field conditions, the observed differences are likely attributable to genetic variation.

Keywords: Accession, *Silybum marianum*, Seed yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه صفات مورفولوژیکی و عملکردی دو جمعیت برتر مریم‌گلی کبیر (*Salvia sclarea* L.)

بهلول عباس‌زاده[1*]، علی اشرف جعفری[1]، راضیه عظیمی[1] و معصومه لایق حقیقی[1]
۱- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *bohlol.abbaszadeh@gmail.com*

چکیده

مریم‌گلی‌کبیر گیاهی علفی دوساله یا چند ساله می‌باشد. مقدار اسانس گل و سرشاخه گیاه با تغییر فاکتورهای اقلیمی محل رویش گیاه نظیر میزان رطوبت، نوع خاک و درجه حرارت تغییر می‌کند. این تحقیق به منظور مقایسه صفات مورفولوژیکی و عملکردی دو جمعیت برتر مریم‌گلی کبیر در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تکرار در کرت‌های ۱۵*۱۶ متر اجرا شد. اکسشن‌ها شامل مریم گلی‌کبیر-دماوند با کد بانک ژن/مزرعه S1/34371 و مریم گلی‌کبیر-سمنان با کد بانک ژن/مزرعه S2/21623 بودند. کشت بذرها بصورت مستقیم بود. در فصل بهار و پس از آماده شدن مزرعه نسبت به کشت بذرها اقدام شد. فواصل کاشت ۵۰*۸۰ سانتی‌متر بود. در طول دوره رشد، رسیدگی لازم از قبیل وجین و آبیاری صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو اکسشن در صفات ارتفاع گیاه، وزن سرشاخه تک بوته و عملکرد سرشاخه در هکتار اختلاف آماری وجود داشت و در صفات قطر تاج‌پوشش، تعداد پنجه، طول گل‌آذین، مقدار بذر تک بوته و عملکرد بذر در هکتار اختلاف آماری وجود نداشت. مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۱۵۳ سانتی‌متر)، قطر تاج‌پوشش (۲۱۲/۴ سانتی‌متر)، تعداد پنجه (۵/۸ عدد بر بوته)، طول گل‌آذین (۷۳/۴ سانتی‌متر)، وزن تک بوته (۳۰۰/۲ گرم)، عملکرد سرشاخه (۷۴۴۵ کیلوگرم در هکتار)، مقدار بذر تک بوته (۳۵/۷ گرم) و عملکرد بذر (۷۱۳/۲ کیلوگرم در هکتار) متعلق به اکسشن سمنان بود. مشاهده شد که بین اکسشن‌ها به لحاظ صفات مورد بررسی اختلاف آماری وجود نداشت، بنابراین برای تعیین و انتخاب اکسشن مناسب بایستی از نتایج صفات کیفی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اکسشن برتر، عملکرد گل آذین، مریم‌گلی کبیر.

مقدمه

مریم‌گلی گیاهی علفی متعلق به خانواده نعناعیان است که ۵۸ گونه یک‌ساله و چندساله در ایران دارد و ۱۷ گونه آن انحصاری می‌باشد (مظفریان، ۱۳۸۳). یکی از گونه‌های این جنس با نام علمی *Salvia sclarea* L. و نام فارسی مریم‌گلی‌کبیر است که دیپلوئید با تعداد کروموزم 2x=۲۲ می‌باشد. مریم‌گلی‌کبیر گیاهی علفی دوساله یا چند ساله می‌باشد. برگهای آن به عنوان نیرو دهنده، ضد تشنج و در درمان سیاه سرفه مورد استفاده قرار می‌گیرد. سرشاخه گلدار آن، به عنوان قاعده‌آور، ضدعفونی کننده و برای ضعف دستگاه هضم استفاده می‌شود. اسانس آن در صنایع عطرسازی و تهیه ادکلن کاربرد فراوانی داشته و در صنایع غذایی نیز به عنوان ادویه و مواد معطر مورد استفاده قرار می گیرد (Zargari, 1996; Ahmadi and Mirza, 1999; Jibaco, et al. 2006). ترکیبات فرار اسانس، ترپن‌ها، تانن، تری ترپنوئیدها، رزین، فلانوئیدها و مواد استروژنی از جمله ترکیبات این گیاه است (امیدبیگی، ۱۳۷۹). مریم‌گلی‌کبیر گیاهی خشکی‌دوست است و در طول رویش به نور کافی، هوای گرم و آب کم نیاز دارد. در هوای گرم و خشک، مقدار اسانس گل‌ها به ۰/۱ تا ۰/۲ درصد می‌رسد. بذر در دمای ۸ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد شروع به جوانه‌زنی می‌کند ولی درجه حرارت مطلوب برای جوانه‌زنی بذر حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. (امیدبیگی، ۱۳۷۹). این گیاه تقریباً در هر نوع خاکی قادر به رویش است. این گونه مریم‌گلی در مناطق خشک و خاک‌های سنگی و شنی بخوبی رشد می‌کند. دامنه جنوبی تپه‌ها و مناطقی که درخت نداشته باشد (تا روی گیاهان سایه اندازد) اماکن مناسبی برای کشت آن می‌باشند. pH خاک برای کشت این گیاه بین ۵/۳ تا ۷/۲ مناسب گزارش شده است (غنی و همکاران، ۱۳۸۹؛ فلاحی و همکاران، ۱۳۷۸). این گیاه برای استفاده از اسانس گل‌ها کشت می‌شود، از این‌رو باید زمانی گل‌ها را برداشت کرد که از بیشترین مقدار ماده مؤثر برخوردار باشند. مقدار محصول تازه

گل ۵ تا ۹ تن در هکتار خواهد بود که از این مقدار ۶ تا ۱۰ کیلوگرم اسانس استخراج می‌گردد (اردکانی، ۱۳۹۲). با توجه به تحقیقات مقدماتی و انتخاب دو اکسشن برتر از گیاه مریم‌گلی کبیر، این فاز از تحقیق به منظور تولید بذر اکسشن‌های یاد شده و نیز مقایسه آنها در شرایط ایستگاه البرز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به دلیل رعایت فاصله ایزولاسیون در قالب کاملا تصادفی (در پروژه‌هایی که با فواصل زیاد و در قطعات جداگانه کشت می‌شوند، تجزیه بر اساس بلوک‌های کامل تصادفی اشتباه است) با ۵ تکرار در کرت‌های ۱۵*۱۶ متر در مزرعه اجرا شد. اکسشن‌ها شامل مریم گلی‌کبیر-دماوند با کد بانک ژن/مزرعه S1/34371 و مریم گلی‌کبیر-سمنان با کد بانک ژن/مزرعه S2/21623 بودند. کشت بذرها بصورت مستقیم بود. در فصل بهار و پس از آماده شدن مزرعه به لحاظ آماده‌سازی بستر، لوله‌کشی و پیاده‌سازی سیستم نسبت به کشت بذرها اقدام شد. فواصل کاشت ۵۰*۸۰ سانتی‌متر بود. در طول دوره رشد، رسیدگی لازم از قبیل وجین و آبیاری صورت گرفت. در مرحله گلدهی و رسیدگی بذر، اطلاعات لازم یادداشت شد. به دلیل بزرگی کرت‌های آزمایشی در داخل هر کرت بزرگ، بصورت یک پلات ۹ متر مربعی با ۳ تکرار از سمت قطر پلات اولیه با فاصله ۳ متر لحاظ شد و نمونه برداری‌ها از بوته‌های داخل پلات‌های مذکور انجام شد و میانگین هر ۳ پلات به عنوان میانگین آن کرت یا تکرار در نظر گرفته شد. ارتفاع گیاه، قطر بزرگ و کوچک کانوپی/تاج‌پوشش با متر اندازه گیری شدند. وزن‌های تر و خشک اندام گیاه با ترازو اندازه‌گیری شد. عملکرد در هکتار از روی اطلاعات تک بوته‌ها محاسبه و تعمیم داده شد. لازم به ذکر است که همه وزن‌ها و عملکردهای اندام‌های مختلف از گیاه خشک شده در سایه، گزارش گردید. در محاسبه عملکرد در هکتار، درصد حاشیه و نکاشت مزرعه لحاظ شد. عملیات پاکسازی و بوجاری بذرها انجام شد. تجزیه واریانس در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از t-Test استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مریم‌گلی‌کبیر (جدول ۱) نشان داد که بین دو اکسشن در صفات ارتفاع گیاه، وزن سرشاخه تک بوته و عملکرد سرشاخه در هکتار اختلاف آماری وجود داشت و در صفات قطر تاج‌پوشش، تعداد پنجه، طول گل‌آذین، مقدار بذر تک بوته و عملکرد بذر در هکتار اختلاف آماری وجود نداشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس اطلاعات مریم‌گلی‌کبیر.

S.O.V	df	Plant height	Canopy diameter	Tiller number	Inflorescence length	Plant weight	Shoot yield	Plant seed	Seed yield
Accession	1	5336.1*	518.4ns	0.1ns	22.5ns	6708.1*	4125749.8*	23.7ns	9486.4ns
Error	8	522.3	479.6	1.7	132.8	788.2	484805.2	18.2	7296.0
%CV.	-	17.5	10.6	23.2	16.0	10.2	10.2	12.5	12.5

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود همبستگی معنی‌دار و وجود همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد بین صفات است.

مقایسه میانگین صفات مریم‌گلی‌کبیر (جدول۲) نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۱۵۳ سانتی‌متر)، قطر تاج‌پوشش (۲۱۲/۴ سانتی‌متر)، تعداد پنجه (۵/۸ عدد بر بوته)، طول گل‌آذین (۷۳/۴ سانتی‌متر)، وزن تک بوته (۳۰۰/۲ گرم)، عملکرد سرشاخه (۷۴۴۵ کیلوگرم در هکتار)، مقدار بذر تک بوته (۳۵/۷ گرم) و عملکرد بذر (۷۱۳/۲ کیلوگرم در هکتار) متعلق به اکسشن سمنان بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین اطلاعات مریم‌گلی‌کبیر.

Accession	Plant height (cm)	Canopy diameter (cm)	Tiller number (N/plant)	Inflorescence length (cm)	Plant weight (g/plant)	Shoot yield (kg/ha)	Plant seed (g/plant)	Seed yield (kg/ha)
Damavand	106.8b	198.0a	5.6a	70.4a	248.4b	6160.3b	32.6a	651.6a
Semnan	153.0a	212.4a	5.8a	73.4a	300.2a	7445.0a	35.7a	713.2a

حروف مشابه در هر سال نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین سال‌هاست.

نتایج همبستگی ساده صفات مریم‌گلی‌کبیر (جدول ۳) نشان داد که بین ارتفاع گیاه با قطر تاج‌پوشش در سطح ۵ درصد همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. وزن سرشاخه تک بوته با عملکرد سرشاخه، وزن بذر تک بوته و عملکرد بذر همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد. همچنین بین عملکرد سرشاخه با وزن بذر تک بوته و عملکرد بذر در هکتار همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. بین وزن بذر تک بوته با عملکرد بذر در هکتار نیز اختلاف آماری وجود داشت.

جدول۳- نتایج همبستگی ساده اطلاعات مریم‌گلی‌کبیر.

Traits	Plant height	Canopy diameter	Tiller number	Inflorescence length	Plant weight	Shoot yield	Plant seed	Seed yield
Plant height	1							
Canopy diameter	0.72*	1						
Tiller number	0.08ns	0.36ns	1					
Inflorescence length	0.49ns	0.43ns	0.07ns	1				
Plant weight	0.31ns	0.17ns	0.52ns	0.18ns	1			
Shoot yield	0.31ns	0.17ns	0.52ns	0.18ns	0.99**	1		
Plant seed	0.02ns	0.06ns	0.30ns	0.49ns	0.75*	0.75*	1	
Seed yield	0.02ns	0.06ns	0.03ns	0.49ns	0.75*	0.75*	0.99**	1

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود همبستگی معنی‌دار و وجود همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد بین صفات است.

برای ایجاد سازگاری و اهلی کردن هدفمند یک گیاه دارویی، ابتدا باید بهترین جمعیت‌ها (جمعیت‌هایی که به اهداف ما نزدیک باشند) را انتخاب و بذرگیری نمود و سپس آنها را تحت کشت قرار داد و به‌طور پیوسته مواد مؤثره آنها را ارزیابی نمود و پس از هر دوره رشد، مجددا از بهترین‌ها بذرگیری کرد و این روش اصلاح انتخابی را تا کسب یک رقم مناسب ادامه داد. امروزه هدف از زراعی کردن گیاهان دارویی در کشور برای تأمین مواد اولیه مورد نیاز مصارف داخلی اعم از سنتی و صنعتی و در صورت مساعد بودن شرایط صادرات، در راستای صادرات و کسب درآمد ارزی صورت می‌گیرد. با توجه به وابستگی کشور به مواد اولیه تولید دارو، صنعت داروسازی یکی از پر رونق‌ترین تجارت‌ها محسوب می‌شود و در صورت توسعه کشت، ضمن کاهش برداشت از طبیعت، کاهش تخریب محیط زیست و انقراض جمعیت‌های وحشی اتفاق خواهد افتاد. نتایج نشان داد که گیاه دارویی مریم‌گلی‌کبیر به لحاظ ارتفاع گیاه (۱۵۳ سانتی‌متر)، قطر تاج‌پوشش (۲۱۲/۴ سانتی‌متر)، تعداد پنجه (۵/۸ عدد بر بوته)، طول گل‌آذین (۷۳/۴ سانتی‌متر)، وزن تک بوته (۳۰۰/۲ گرم)، عملکرد سرشاخه (۷۴۴۵ کیلوگرم در هکتار)، مقدار بذر تک بوته (۳۵/۷ گرم) و عملکرد بذر (۷۱۳/۲ کیلوگرم در هکتار) از گونه‌های دارای قابلیت کشت مستقیم بذر، نگهداری و برداشت مکانیزه و اقتصادی می‌باشد. مشاهده شد که بین اکسشن‌ها به لحاظ صفات مورد بررسی اختلاف آماری وجود نداشت، بنابراین برای تعیین و انتخاب اکسشن مناسب بایستی از نتایج صفات کیفی استفاده کرد. وجود همبستگی مثبت بین صفات نشان می‌دهد که بین صفات مورفولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد رابطه مثبت وجود دارد که این مساله کمک بسیار موثری در انتخاب اکسشن‌های مناسب برای معرفی رقم خواهد بود. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین اکسشن‌ها تا حدودی می‌تواند نشان‌دهنده سازگاری آنها در محیط کشت این

تحقیق باشد و از این لحاظ با نظرات امیدبیگی (۱۳۸۶) مبنی بر تغییرپذیری در بین گونه‌های گیاهان دارویی احتمالا بیش از گونه‌های دیگر باشد، مطابقت دارد.

منابع

اردکانی، م.ر. ۱۳۹۲. ارزیابی تحمل خشکی، امکان کاهش مصرف آب و افزایش اسانس در اثر تنش خشکی در سه اکوتیپ مریم‌گلی کبیر (*Salvia sclarea* L.). گزارش طرح. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. طراحان نشر. ۱: ۲۸۳.

غنی، ع.، ابراهیم‌پور، ا.، تهرانی‌فر، ع. و حسن‌زاده خیاط، م. ۱۳۸۹. مطالعه سازگاری رشد و نمو پتانسیل دارویی و زینتی مریم‌گلی کبیر (*Salvia sclarea* L.) درشرایط اقلیمی مشهد. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱(۱۷): ۹۰-۷۷.

فلاحی، ج.، عبادی، .ت. و قربانی، ر. ۱۳۷۸. اثر تنش‌های اسمزی و شوری برخصوصیّات جوانه‌زنی مریم گلی کبیر (*Salvia sclarea* L.). مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ۱(۱): ۶۷-۵۷.

مظفریان، و. ۱۳۸۳. فرهنگ نامهای گیاهان ایران. تهران، ۶۷۱ صفحه.

Ahmadi, L. and Mirza, M. 1999. A study of chemical composition of essential oil from *Salvia officinalis* L. during growth stage. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 3: 2.93-100.

Jibaco, C., Ping, L., Xiaolaz, Z. and Qingds, S. 2006. Comparative analysis of Clary sage (*Salvia sclarea*) oil volatile by GC-fTiR and GC-MS. Food chemistry. 99: 401-407.

Zargari, 1996. Medicinal plants. Tehran: Tehran university publication, Vol 4.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparison of Morphological and Functional Traits of two Superior Populations of *Salvia sclarea* L.

Bohloul Abbaszadeh[1*], Ali Ashraf Jafari[1], Razieh Azimi[1] and Masoumeh Layegh Haghighi[1]
1. Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
Corresponding Author: bohlol.abbaszadeh@gmail.com

Abstract

Sage (*Salvia sclarea*) is a biennial or perennial herb. The amount of essential oil in flowers and flowering shoots varies with changes in the climatic factors of the growth location, such as humidity, soil type, and temperature. This study compared the morphological and functional traits of two superior populations of *Salvia sclarea* in a completely randomized design with five replications in 15×16 meter plots. The accessions included Sage-Damavand, with Gene Bank/Farm Code S1/34371, and Sage-Semnan, with Gene Bank/Farm Code S2/21623. The seeds were sown directly. They were sown in the spring after the field was prepared. The planting intervals were 50×80 cm. During the growth period, necessary care, such as weeding and irrigation, was provided. Variance analysis revealed statistical differences in plant height, branch weight per plant, and branch yield per hectare between the two accessions. However, no statistical differences were observed in crown diameter, number of tillers, inflorescence length, seed quantity per plant, and seed yield per hectare. A comparison of the mean traits revealed that the Semnan accession exhibited the highest plant height (153 cm), crown diameter (212.4 cm), number of tillers (5.8 per plant), inflorescence length (73.4 cm), single plant weight (300.2 g), branch yield (7,445 kg/ha), seed quantity per plant (35.7 g), and seed yield (713.2 kg/ha). As there was no statistical difference between the accessions in terms of the studied traits, the results of qualitative traits should be used to determine and select the appropriate accession.

Keywords: Superior accession, Inflorescence yield, *Salvia sclarea.*

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

آدنیوم، گیاهی با کاربردهایی فراتر از جنبه‌های زینتی

مهرداد بابااربیع[۱*] و آتوسا دانیائی[۲]
۱- گروه مهندسی کشاورزی، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir*

چکیده

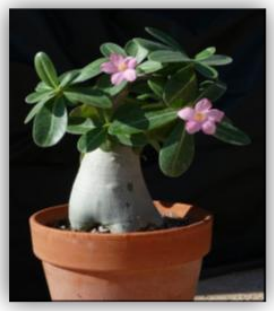
آدنیوم‌ها گیاهانی علفی و درختچه‌ای همراه با ساقه‌ها و ریشه‌های آبدار هستند و جزو درختان کوچک و کند رشد محسوب می‌شوند که ارتفاع آن‌ها به ۲ تا ۴ متر می‌رسد. این گیاه عضوی از خانواده خرزهره (Apocynaceae) می‌باشد. علی‌رغم تنوع گسترده گل، این گیاهان در درجه اول بر اساس ساختار و توسعه Caudex (ساقه) مورد توجه قرار می‌گیرند که گونه *Adenium Arabicum* به دلیل دارا بودن Caudex (ساقه) بزرگتر، با ارزش‌ترین گونه است. به طور معمول در بین علاقمندان و تولیدکنندگان گل و گیاه، آدنیوم را به عنوان یک گیاه گلدانی گلدار و در مناطق گرمسیری نیز به عنوان یک درختچه زینتی می‌شناسند. در حالی که بر اساس پژوهش‌های اخیر، مشخص گردیده است که این گیاه دارای کاربردهای بسیار وسیع در علوم مختلف از جمله پزشکی و گیاهپزشکی دارد و از آنجایی که این گیاه قابلیت توسعه در گلخانه و فضای باز را دارد، بررسی ابعاد وسیع‌تری از کاربردهای این گیاه می‌تواند باعث ایجاد شرایط مناسبی برای تولید و تجارت این گیاه به ویژه در مناطق کم‌برخوردار جنوب ایران گردد. هدف از این پژوهش معرفی و شرایط رشد این گیاه و همچنین بیان برخی پژوهش‌هایی که در خصوص کاربردهای این گیاه انجام شده، می‌باشد. با انجام تحقیقات متعدد روی گونه‌های مختلف این جنس مشخص شد که این گیاهان دارای فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد قارچ آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد ویروسی، ضد پلاسمودیایی، ضد تریپانوزومی و ضد لیشمانیایی قابل توجهی هستند. عصاره گل آدنیوم یک منبع غنی از آنتوسیانین می‌باشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی دارد. همچنین مشخص گردیده که عصاره برگ این گیاه دارای خاصیت آفت‌کشی است. به طور کلی پیشنهاد می‌گردد که پژوهش‌های بیشتری در خصوص ترکیبات موجود در این گیاه و بررسی عصاره اندام‌های مختلف رویشی و زایشی انجام شود.

واژه‌های کلیدی: آدنیوم، گیاهان زینتی-دارویی، رز بیابان.

مقدمه

آدنیوم‌ها گیاهانی علفی و درختچه‌ای همراه با ساقه‌ها و ریشه‌های آبدار هستند و جزو درختان کوچک و کند رشد محسوب می‌شوند که ارتفاع آن‌ها به ۲ تا ۴ متر می‌رسد (Hossain et al., 2014) . این گیاه عضوی از خانواده خرزهره (Apocynaceae) می‌باشد. جنس آدنیوم، بومی منطقه جنوب صحرای آفریقا می‌باشد که از سودان تا کنیا و غرب سنگال تا جنوب ناتال و سوازیلند یافت می‌شود (Colombo et al., 2018) اما امروزه در بیشتر کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود (Hossain et al., 2017). آدنیوم که به رز صحرا نیز معروف است، گیاه زینتی با ارزشی است که به علت داشتن ساقه مجسمه‌ای شکل و مقاومت در برابر تنش خشکی، یکی از محبوب‌ترین گیاهان است. ساقه‌ها و ریشه‌های بسیاری از گونه‌های این گیاه متورم هستند که به عنوان اندام اصلی ذخیره آب عمل می‌کنند .(Colimbo et al., 2018) شاخه‌های این گیاه، گوشتی، ضخیم، نامنظم و مارپیچی، براق، صاف، به رنگ سبز مایل به خاکستری تا قهوه‌ای همراه با شیره سفید رنگ می‌باشند که گیاه را برای بونسای متمایز و مطلوب می‌کند (Bester, 2014). گل‌های آدنیوم ستاره‌ای شکل، بدون عطر و دارای پنج گلبرگ و پنج کاسبرگ همراه با گل آذین دیهیم در رنگ‌های مختلف وجود دارند گل‌ها در طول سال، به‌ویژه در تابستان شکوفا می‌شوند و ممکن است تقریباً به طور کامل پوشیده از شکوفه باشد. علی‌رغم تنوع گسترده گل، این گیاهان در درجه اول بر اساس ساختار و توسعه Caudex (ساقه) مورد توجه قرار می‌گیرند که گونه *Adenium Arabicum* به دلیل دارا بودن Caudex (ساقه) بزرگتر، با ارزش‌ترین

گونه است (Colimbo et al., 2018). میوه‌های این گیاه از نوع فولیکول می‌باشند که پس از گرده افشانی به‌صورت جفت تشکیل می‌شوند و هنگامیکه بالغ می‌شوند متورم شده و به‌صورت طولی باز می‌شوند تا دانه‌ها آزاد شوند (Dimmitt et al., 2009).



شکل ۱- گیاه آدنیوم با قاعده و تنه متورم (Chamberland, 2021).

بررسی منابع

کاربردهای غیر زینتی آدنیوم

با انجام تحقیقات متعدد روی گونه‌های مختلف این جنس مشخص شد که این گیاهان دارای فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد قارچ آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد ویروسی، ضد پلاسمودیایی، ضد تریپانوزومی و ضد لیشمانیایی قابل توجهی هستند (Hossain, 2018; Krishnaiah et al., 2011; Hossain et al., 2014, Codd, 2011; Dimmitt and Hanson, 2002). طبق گزارش Ebrahim و همکاران (2013) عصاره گل آدنیوم یک منبع غنی از آنتوسیانین می‌باشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی دارد. همچنین عصاره متانولی *Adenium obesum* فعالیت ضد ویروسی علیه ویروس آنفلوانزا را در شرایط آزمایشگاهی نشان داد (Kiyohara et al., 2012).

در پژوهشی به منظور شبیه‌سازی بیماری دیابت، از عصاره گل گیاه *Adenium obesum* بر روی موش‌های صحرایی دارای بیماری دیابت، استفاده شد. نتایج نشان داد که این عصاره باعث کاهش آسیب بیضه و استرس‌های ناشی از بیماری دیابت شد (Elgebaly et al., 2020). برخی گونه‌های این جنس در کشور عمان جز گیاهان دارویی محسوب می‌شوند و از آن‌ها برای درمان بیماری‌های مختلف ازجمله بیماری‌های پوستی، زخم‌ها، سردرد، درد عضلانی، درد مفاصل و از بین بردن شپش‌ها استفاده می‌شود. از شیره سفید این گیاه برای درمان پوسیدگی دندان و جراحت‌ها استفاده می‌شود (Hossain et al., 2017; Mouza and Hossain, 2015). از سوی دیگر، سومالیایی‌ها از آن برای درمان عفونت‌های بینی استفاده می‌کنند و کنیایی‌ها از شیره سفید گیاه برای از بین بردن شپش و از پودر ساقه آن برای از بین بردن انگل‌های پوست شتر و گاو استفاده می‌کنند (Hossain et al., 2014). عصاره ریشه آدنیوم نیز در کنیا به عنوان قطره بینی و برای درمان دررفتگی استخوان، روماتیسم، بی حالی، تورم، زخم و عفونت های پوستی استفاده می‌شود (Abalaka et al., 2013). نیجریه‌ای‌ها از کل گیاه برای فعالیت‌های ضد پلاسمودیال، ضد تریپانوزومی (Trypanosoma) و ضد لیشمانیا (Leishmania) استفاده می‌کنند (Hossain et al., 2014).

از آنجایی که شیره جدا شده از گونه‌های این گیاه سمی می‌باشد، از این رو به عنوان یک‌آفت کش نیز می‌تواند استفاده شود. عصاره دی کلرومتان *A. obesum* اثر لاروکشی امیدوارکننده‌ای را علیه لارو پشه *Aedes aegypti* (ناقل تب خونریزی دهنده دنگی و تب زرد) نشان داد (Cepleanu et al., 1994) کنه‌های Boophilus و Amblyomma به‌طور مؤثری با تهیه عصاره آبی پوست ساقه *Adenium obesum* از بین رفتند (Mgbojikwe and Okoye, 2001) .

نتیجه‌گیری

گیاه آدنیوم در گونه‌های مختلف، علاوه بر کاربرد زینتی (گلدانی گلدار و فضای سبز) قابلیت‌های بسیار زیادی در بخش پزشکی، گیاهپزشکی و محیط زیست دارد. بنابراین ضروری است تا تحقیقات بیشتری در خصوص این گیاه در کشور ایران انجام گردد تا بتوان از ترکیبات بسیار با ارزش آن در بخش‌های مختلف استفاده نمود.

منابع

Abalaka, S.E., Fatihu, M.Y., Ibrahim, N.D.G. and Ambali, S.F. 2013. Exploitation of ethanol extract of *Adenium obesum* stem bark as a potent organic piscicide. International Research Journal of Biological Sciences, 8(5): 143–149.

Akhtar, S.M., Hossain, M.A. and Sadri, S.A. 2017. Isolation and characterization of antimicrobial compound from the stem-bark of the traditionally used medicinal plant *Adenium obesum*. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 7: 296–300.

Bester, S.P. 2014. *Adenium multiflorum* (Klotzsch). Pretoria: South African National Biodiversity Institute. 12 April. Available at: http://www.plantzafrica.com/plantab/adeniummultiflor.htm

Cepleanu, F., Hamburger, M.O., Sordat, B., Msonthi, J.D., Gupta, M.P., Saadou, M. and Hostettmann, K. 1994. Screening of tropical medicinal plants for molluscicidal, larvicidal, fungicidal and cytotoxic activities and brine shrimp toxicity. International Journal of Pharmacognosy, 32(3): 294–307.

Chamberland, M. 2021. Growing Adeniums in Southern Arizona. Cooperative Extension, 1(1): 1–8.

Codd, L.E. 2011. *Adenium obesum*. The Flowering Plants of Africa. South African National Biodiversity Institute (SANBI), Pretoria, South Africa, 7: 1953–1960.

Colombo, R.C., Da Cruz, M.A., De Carvalho, D.U., Hoshino, R.T., Cito Alves, G.A. and De Faria, R.T. 2018. *Adenium obesum* as a new potted flower: Growth management. Horticulturae, 24(3): 197–205.

Dimmitt, M., Joseph, G. and Palzkill, D. 2009. *Adenium: Sculptural Elegance, Floral Extravagance*. Scathingly Brilliant Idea Publishers.

Dimmitt, M.A. and Hanson, C. 2002. The genus *Adenium* in cultivation. Diplorhynchus Welw. Fic. & Hiern (Apocynaceae), Mededelingen. Cactus Success Journal, 63: 223–225.

Ebrahim, N., Kershi, R.M. and Rastrelli, L. 2013. Free radical scavenging activity and anthocyanin in flower of *Adenium obesum* collected from Yemen. Journal of Pharmacy and Phytotherapeutics, 1: 5–7.

Elgebaly, H., Germoush, M. and Mosa, N. 2020. *Adenium obesum* flowers extract mitigates testicular injury in streptozotocin-induced diabetic rats. International Journal of Pharmacology, 16: 310–318.

Hossain, M.A., Amira, H.M., Akhtar, M.S. and Sadri, S.A. 2014. Evaluation of different extraction methods on antimicrobial potency of *Adenium obesum* stem against food-borne pathogenic bacterial strains in Oman. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 4(2): 985–989.

Hossain, M.A., Amira, H.M., Akhtar, M.S. and Sadri, S.A. 2014a. Comparison of the antimicrobial effectiveness of different polarities crude extracts from the leaves of *Adenium obesum* used in Omani traditional medicine for the treatment of microbial infections. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 4(2): 934–937.

Hossain, M.A., Akhtar, M.S. and Sadri, S. 2017. Two new flavonoids from *Adenium obesum* grown in Oman. Journal of King Saud University, 29: 62–69.

Kiyohara, H., Ichino, C., Kawamura, Y., Nagai, T., Sato, N., Yamada, H., Salama, M.M. and Abdel-Sattar, E. 2012. In vitro anti-influenza virus activity of a cardiotonic glycoside from *Adenium obesum* (Forssk.). Phytomedicine, 19(2): 111–114.

Krishnaiah, D., Sarbatly, R. and Nithyanandam, R. 2011. A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. Food and Bioproducts Processing, 89(3): 217–233.

Mgbojikwe, L.O. and Okoye, Z.S.C. 2001. Acaricidal efficacy of aqueous stem bark extract of *Adenium obesum* on various life stages of cattle ticks. Nigerian Journal of Experimental and Applied Biology, 2: 39–43.

Mouza, K.G. and Hossain, M.A. 2015. Determination of total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of root crude extracts of *Adenium obesum* traditionally used for the treatment of bone dislocations and rheumatism. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 5(1): 155–158.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Adenium, a plant with uses beyond ornamental aspects

Mehrdad Babarabie[1*] and Atoosa Danyaei[2]

1. Department of Agriculture, Minab Higher Education Complex, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
2. National University of Skills, Tehran, Iran

Corresponding author: mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir

Abstract

Adeniums are herbaceous and shrubby plants with succulent stems and roots, and are considered small, slow-growing trees that reach a height of 2 to 4 meters. This plant is a member of the Apocynaceae family. Despite the wide variety of flowers, these plants are primarily valued for the structure and development of the caudex (stem), with the species Adenium Arabicum being the most valuable due to its larger caudex (stem). Adenium is commonly known among flower enthusiasts and growers as a flowering potted plant and in tropical regions as an ornamental shrub. While, based on recent research, it has been determined that this plant has very wide applications in various sciences, including medicine and phytotherapy, and since this plant has the ability to be developed in greenhouses and outdoors, examining a wider range of applications of this plant can create suitable conditions for the production and trade of this plant, especially in underdeveloped areas of southern Iran. The purpose of this research is to introduce the growth conditions of this plant and also to state some research that has been conducted on the applications of this plant. By conducting numerous research on different species of this genus, it was determined that these plants have significant antimicrobial, antifungal, antioxidant, anticancer, antiviral, antiplasmodial, antitrypanosomal and anti-leishmanial activities. Adenium flower extract is a rich source of anthocyanins and has significant antioxidant activity. It has also been determined that the leaf extract of this plant has pesticidal properties. In general, it is recommended that more research be conducted on the compounds present in this plant and the study of extracts of various vegetative and reproductive organs.

Keywords: *Adenium*, desert rose, ornamental-medicinal plants.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تحلیل سطح کشت، ارزش واردات و صادرات توتون در سطح جهان و ایران

آیناز بیرامی[۱]، محمد امین شاهرخپور[۱]، محبوبه رحیمی[۱] و محمدتقی عبادی[۱]*
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
نویسنده مسئول: *mt.ebadi@modares.ac.ir*

چکیده

این مطالعه به تحلیل روند سطح زیرکشت، واردات و صادرات توتون (*Nicotiana tabacum* L.) در سطح جهان و ایران طی دهه ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ میلادی می‌پردازد. توتون، گیاهی علفی و یک‌ساله، یکی از محصولات کشاورزی در تجارت جهانی است که با چالش‌ها و فرصت‌های متعددی مواجه است. در این پژوهش، اطلاعات مربوط به میزان سطح زیرکشت توتون در ایران و جهان از سایت سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) استخراج شد. به منظور ارزیابی صادرات و واردات توتون در ایران و جهان از اطلاعات مرکز تجارت جهانی (ITC) استفاده شد. طبق ارزیابی‌های به دست آمده، سطح زیر کشت توتون در جهان از ۳/۹ میلیون هکتار به ۳/۴ میلیون هکتار در سال ۲۰۲۳ کاهش یافته و میزان واردات جهانی از حدود ۴/۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۴ به حدود ۶ میلیارد دلار در ۲۰۲۳ افزایش یافته است. ارزش واردات توتون توسط ایران در سال ۲۰۲۳ حدود ۲۷ هزار دلار بوده است که نشانگر تولید نزدیک به حد خودکفایی است. همچنین، ارزش صادرات جهانی توتون پس از یک دوره ثبات، روند افزایشی پیدا کرده است که بیانگر این است که صنعت توتون نیازمند سیاست‌گذاری‌های استراتژیک جهت توازن در تولید، واردات و صادرات است تا بتواند با چالش‌های بازار مقابله و توسعه پایدار را تضمین کند.

واژه‌های کلیدی: بازار جهانی، تجارت، توتون، سطح زیرکشت.

مقدمه

گیاه توتون از دیرباز مورد توجه بشر قرار داشته است. با وجود شهرت آن در زمینه تولید محصولات دخانی، توتون دارای ترکیبات فعالی است که توجه محققان علوم دارویی و زیستی را نیز به خود جلب کرده است. طبق برآوردهای سازمان فائو، در سال ۲۰۲۱، کشور چین با تولید بیش از ۱/۵ میلیون تن توتون، بزرگ‌ترین تولیدکننده این گیاه در جهان است، که این رقم نسبت به هند و برزیل، با حدود ۰/۷۵ میلیون تن، برتری قابل توجهی دارد. سطح زیر کشت جهانی توتون حدود ۸/۴ میلیون هکتار است که سالانه حدود ۷/۱ میلیون تن (وزن تر) در قالب عملکردی بین ۱/۶ تا ۲/۲ تن در هکتار تولید می‌شود (Pant *et al.*, 2021). استان‌های گیلان و مازندران با داشتن بیش از ۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت، مهم‌ترین مناطق تولید توتون در کشور محسوب می‌شوند و با تولید حدود ۷۵۰۰ تن در سال، حدود ۷۰ درصد از تولید داخلی این محصول را در بر می‌گیرند. عملکرد متوسط توتون در ایران، حدود ۲ تن در هکتار است که نشان دهنده ظرفیت‌های موجود برای بهبود بهره‌وری و توسعه این صنعت است (فشالمی و همکاران، ۱۳۹۴). در این مقاله، با تمرکز بر این شاخص‌ها، وضعیت کنونی تولید، واردات و صادرات توتون در سطح جهانی و منطقه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد تا امکان برنامه‌ریزی بهتر و توسعه پایدار این صنعت فراهم آید.

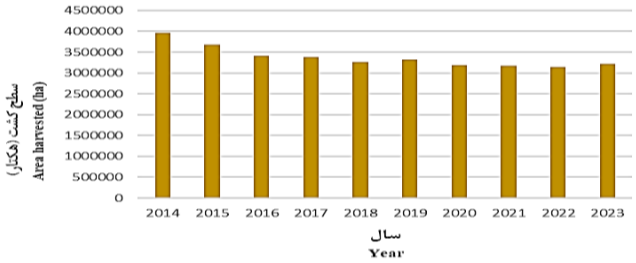
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی وضعیت سطح زیرکشت و تجارت جهانی گیاه توتون، از منابع و روش‌های مختلفی بهره‌گیری شد. برای تحلیل سطح زیرکشت، داده‌های آماری منتشر شده توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) مورد استفاده قرار گرفت. این داده‌ها شامل اطلاعات مربوط به سطح زیرکشت و میزان تولید توتون در ایران و سایر کشورها طی بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ می‌باشند. جهت بررسی جنبه‌های اقتصادی و تجاری، داده‌های مربوط به ارزش صادرات و واردات توتون در سطح ملی و بین‌المللی، طی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳، از پایگاه داده مرکز تجارت بین‌المللی (International Trade Centre – ITC) استخراج و تحلیل گردید. در این مطالعه، برای شناسایی دقیق کالا، از کد تعرفه گمرکی (HS Code) استفاده شد. کد HS توتون به‌صورت کلی 2401 می‌باشد که شامل «توتون و

جایگزین‌های توتون فرآوری‌نشده» است. داده‌های گردآوری‌شده به‌منظور بررسی روندها، نوسانات و مقایسه عملکرد کشورها در حوزه تولید و تجارت توتون، با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel پردازش و نمودارهای تحلیلی مربوطه ترسیم شدند.

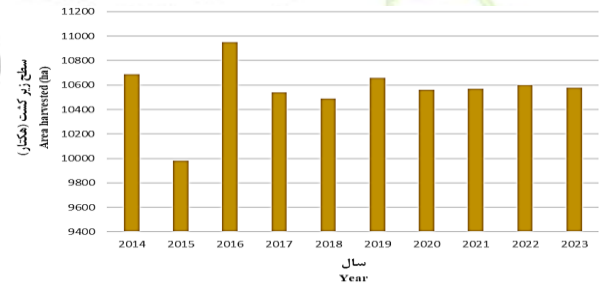
نتایج و بحث

بر اساس شکل ۱، روند سطح زیرکشت توتون (بر حسب هکتار) در سطح جهانی طی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ مورد بررسی قرار گرفته است. از سال ۲۰۱۴ که سطح زیرکشت حدود ۳/۹ میلیون هکتار بوده است، تا سال ۲۰۱۶، کاهش چشمگیری در میزان زیرکشت مشاهده می‌شود. بیشترین سطح زیرکشت در سال ۲۰۱۴ ثبت شده است، در حالی‌که کمترین میزان آن در سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ بوده است. در سال ۲۰۲۳، یک افزایش جزئی نسبت به سال قبل دیده می‌شود که ممکن است نشانه‌ای از بهبود وضعیت یا اجرای سیاست‌های نوین در حوزه کشاورزی باشد. همچنین، روند نسبی ثبات نشان‌دهنده رسیدن تولید توتون به سطحی پایدار یا تعادل در تقاضای بازار است.



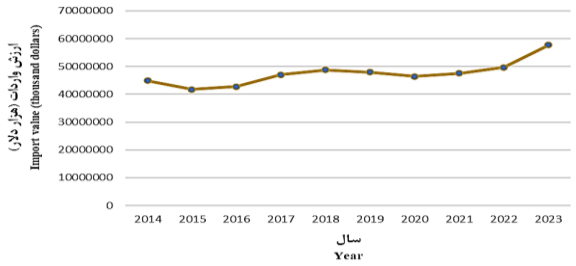
شکل ۱- سطح زیر کشت توتون در جهان از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ میلادی.

بر اساس داده‌های شکل ۲، سطح زیرکشت توتون در ایران در سال ۲۰۱۴ حدود ۱۰۷۰۰ هکتار بوده است. بیشترین مقدار در سال ۲۰۱۶ و کم‌ترین در ۲۰۱۵ ثبت شده است. در دهه گذشته، نوساناتی در سطح زیرکشت رخ داد، اما سپس به ثبات نسبی رسید. این روند نشان می‌دهد تولید توتون پس از دوره‌ای ناپایدار، به وضعیت پایدار و مشخص رسیده است. همزمان، گرچه مصرف دخانیات افزایش یافته، تولید داخلی این گیاه کاهش یافته است که ممکن است به دلایل کاهش تولید توتون، رقابت با محصولات خارجی یا سیاست‌های صنعتی باشد. این روند همراه با واردات و قاچاق سیگار نشانگر نیاز به سیاست‌گذاری مؤثر برای توازن بازار و حمایت از تولید داخلی است. در مجموع، ثبات نسبی سطح زیرکشت نشان می‌دهد صنعت توتون در ایران به تعادل رسیده، اما کاهش تولید و افزایش مصرف، زنجیره تأمین را دچار چالش کرده است که نیازمند سیاست‌های کنترل واردات و ترویج تولید داخلی است (FAO, 2023).



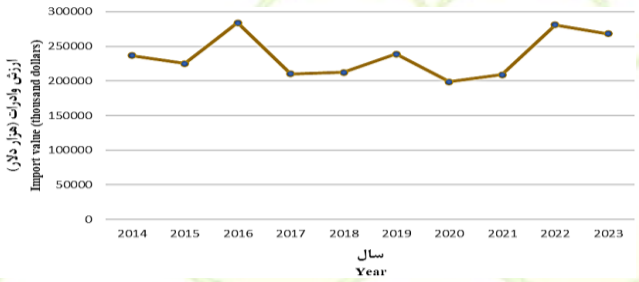
شکل ۲- سطح زیر کشت توتون در ایران از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ میلادی.

براساس شکل ۳، ارزش واردات جهانی توتون در سال ۲۰۱۴ حدود ۴/۵ میلیارد دلار بود که در ۲۰۱۵ به حدود ۴/۲ میلیارد دلار کاهش یافت. روند واردات از ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹ به آرامی افزایش و به ۴/۵ میلیارد دلار رسید. سپس، در ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱، ارزش واردات در حدود ۴/۷ تا ۴/۹ میلیارد دلار ثابت ماند، که ممکن است ناشی از ثبات تولید و تقاضای جهانی و اثرات محدود پاندمی باشد. در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳، واردات به طور قابل توجهی رشد کرده و به حدود ۶ میلیارد دلار رسید، احتمالا به دلیل عواملی مانند افزایش قیمت‌ها، بحران‌های زنجیره تأمین، رشد بازارهای نوظهور، تورم و هزینه‌های حمل‌ونقل است (Trade Centre, 2023).



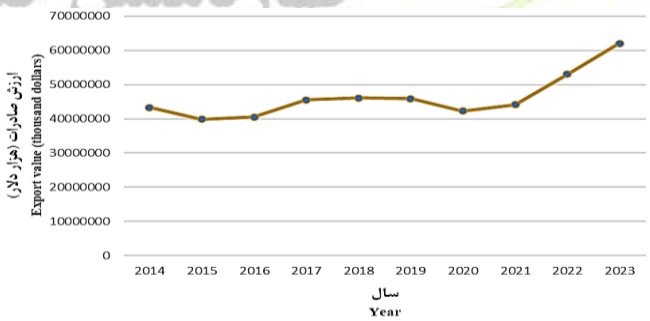
شکل ۳- ارزش واردات توتون در جهان از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ میلادی.

بر اساس شکل ۴، تأثیر بازارهای جهانی بر ایران مشهود است و روند افزایش واردات در سطح جهانی منجر به رشد واردات این کشور شده است. باوجود این، مقدار واردات ایران به مراتب کمتر از میانگین جهانی بوده و کمتر از ۱ درصد از کل واردات جهان را تشکیل می‌دهد. این وضعیت نشان‌دهنده آن است که ایران، علی‌رغم تولید داخلی، همچنان برای تأمین بخشی از نیازهای توتون خود به واردات وابسته است.



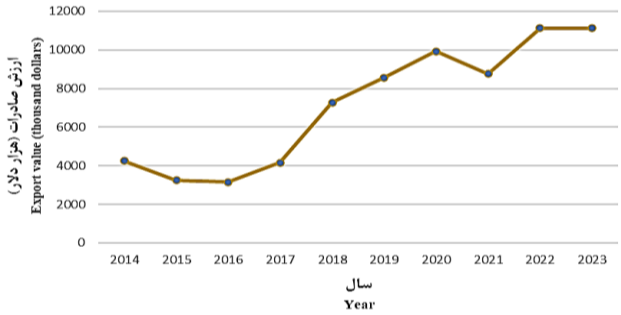
شکل ۴- ارزش واردات توتون در ایران از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ میلادی.

براساس شکل ۵، نوسانات ارزش صادرات در طول دوره مورد مطالعه به وضوح مشهود است. در این میان، سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹ به عنوان دوره‌ای با ثبات نسبی در میزان ارزش صادرات شناخته می‌شوند. بیش‌ترین رشد در ارزش صادرات پس از سال ۲۰۲۰، همزمان با پایان پاندمی، رخ داده است. همچنین، اوج صادرات در سال ۲۰۲۳ به ثبت رسیده که نشان‌دهنده بهبود قابل توجه وضعیت بازار جهانی توتون و افزایش تقاضا در سطح بین‌المللی است (Trade Centre, 2023).



شکل ۵- ارزش صادرات توتون در جهان از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳.

بر اساس شکل ۶، روند صادرات ایران مستقل‌تر از روند جهانی بوده است؛ در حالی که صادرات جهانی در ۲۰۲۰ کاهش یافته، صادرات ایران در همان سال رشد داشته است. از ۲۰۱۷، رشد صادرات ایران قابل توجه‌تر از میانگین جهانی است، هرچند سهم کلی آن بسیار کوچک است (۱۱ هزار دلار در مقابل ۶۲ میلیون دلار). در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳، هر دو روند به اوج رسیده‌اند (Trade Centre, 2023).



شکل ۶– ارزش صادرات توتون در ایران از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳.

نتیجه‌گیری

صنعت توتون در جهان و ایران روندهای ناپایدار اما پویایی را نشان می‌دهد. سطح زیرکشت جهانی کاهش یافته و در سال ۲۰۲۳ کمی بهبود یافته، اما در ایران ثابت و محدود باقی مانده است. واردات توتون در جهان نوسانات داشته و اخیراً افزایش یافته است، در حالی که ایران هنوز وابسته به واردات است. صادرات جهانی پس از ثبات، رشد قابل توجهی داشته و در ایران نیز صادرات در حال رشد است، هرچند سهم کوچکی در بازار دارد. بنابراین، نیازمند سیاست‌گذاری‌های هوشمندانه برای توازن بازار و حمایت از تولید داخلی است.

منابع

فشالمی، ن.، شهادتی مقدم، ز.، کیانی، غ.، صلواتی، م.ر.، زمانی، پ.، مهدوی، ع. و علی‌نژاد، ع. ۱۳۹۴. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام مختلف توتون (*Nicotiana tabacum* L.) تیپ شرقی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۷(۱۵): ۱۲۶–۱۳۴.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2023. Tobacco cultivation area and production worldwide. FAO Data.

International Trade Centre (ITC). 2023. Tobacco trade data for Iran and worldwide (2014–2023).

Pant, P., Pandey, S. and Dall'Acqua, S. 2021. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. Chemistry & Biodiversity, 18(11): e2100345.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Analysis of Cultivated Area, Import, and Export Value of Tobacco at the Global and National (Iran) Levels

Aynaz Beyrami[1], Mohammad-Amin Shahrokhpour[1], Mahboubeh Rahimi[1] and Mohammad-Taghi Ebadi[1*]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Corresponding Author: mt.ebadi@modares.ac.ir

Abstract

This study analyzes the trends in the cultivated area, import, and export of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) at both global and Iranian levels during the decade from 2014 to 2023. Tobacco, an annual herbaceous plant, is one of the agricultural products actively involved in global trade and faces numerous challenges and opportunities. In this research, data on the cultivated area of tobacco in Iran and worldwide were obtained from the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. To assess tobacco import and export statistics for Iran and globally, data from the International Trade Centre (ITC) were utilized. According to the evaluations, the global cultivated area of tobacco decreased from 3.9 million hectares to 3.4 million hectares by 2023. Meanwhile, the global import value rose from approximately USD 4.5 billion in 2014 to around USD 6 billion in 2023. In Iran, the tobacco import value in 2023 was about USD 27,000, indicating near self-sufficiency in domestic production. Additionally, after a period of stability, the global export value of tobacco has shown an upward trend, suggesting that the tobacco industry requires strategic policymaking to balance production, imports, and exports. Such policies are essential to address market challenges and ensure sustainable development.

Keywords: Cultivated area, Global market, Trade, Tobacco.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر کاربرد شبانه طیف‌های مختلف نور ال‌ای‌دی بر شاخص‌های رشد گل همیشه بهار (*Calendula Officinalis* L.)

فهیمه افشاری[1*]، مسعود قاسمی قهساره[1] و کرامت‌اله سعیدی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *fahimeafshari1365@gmail.com*

چکیده

برای بررسی تأثیر نوردهی شبانه با استفاده از لامپ‌های LED آبی، سرخ و سفید بر رشد و شاخص‌های مورفولوژی و فیزیولوژی گل همیشه بهار، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار نوری شامل سرخ، آبی، سفید و ترکیب‌های برابر سرخ + آبی و سرخ+ سفید (همه با شدت ۱۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) و نور طبیعی گلخانه (شاهد ۱ و شاهد ۲ که به ترتیب در معرض نور کامل گلخانه و در معرض سایه دیوار جداکننده تیمارها) انجام گرفت. گیاهان در روز از نور نور طبیعی گلخانه بهره‌مند و از ساعت ۱۰ شب تا ۸ صبح تحت کیفیت‌های مختلف نور قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین مقدار وزن خشک شاخساره، طول شاخساره، تعداد برگ رویش یافته و تعداد انشعابات جدید شاخساره در ترکیب نورهای سرخ+آبی و بیشترین تعداد گل در نور آبی تولید شد که تفاوت معنی‌داری با نورهای سفید، سرخ ترکیب سرخ + آبی نداشت. بیشترین طول میانگره مربوط به ترکیب سفید+ سرخبود. کمترین مقدار شاخص‌های ذکر شده در تیمارهای شاهد مشاهده شد. مقدار کلرفیل a و کلرفیل کل مربوط به نور سرخ بود که تفاوت معنی‌داری با نورهای سفید، آبی و ترکیب آبی+ سرخ نداشت. بیشترین نسبت کلرفیل a/b مربوط به ترکیب سرخ +آبی بود که تفاوت آن با با نورهای سفید، سرخ و آبی معنی‌دار نبود. بیشترین نسبت کلروفیل به کاروتنوئید با اختلاف زیاد در تیمار شاهد ۲ (در معرض سایه دیوار جداکننده) و کمترین مقدار در نور سفید مشاهده شد.

کلمات کلیدی: کیفیت نور، نور ترکیبی، نور تکمیلی.

مقدمه

گل همیشه بهار با نام علمی *Calendula officinalis* L. گیاهی یکساله است که (Shahane et al, 2023) به‌عنوان یک گل فصلی از جاهای گرم تا مناطق خیلی سرد کشت می‌شود. ولی می‌تواند به‌صورت علفیِ چندساله به زندگی خود ادامه دهد که گل‌ها مرغوبیت سال اول را نخواهند داشت (قاسمی قهساره و کافی، ۱۴۰۲).

نور، متغیرترین عامل محیطی اثرگذار بر گیاه و عامل حیاتی، منبع انرژی و انتقال پیام به‌عنوان سیگنال خارجی برای رشد و نمو گیاهان است (Pérez et al, 2015). سیگنال‌های نوری توسط گیرنده‌های نوری مانند فیتوکروم‌ها (حساس به نور قرمز و قرمز دور)، کریپتوکروم‌ها (حساس به UV و نور آبی) و فتوتروپین‌ها (حساس به نور آبی) دریافت می‌شوند و با تأثیر بر بیان ژن‌های مختلف، تقسیم و بزرگ شدن سلول (رشد و نمو گیاه) را کنترل می‌کنند (مرادی و همکاران، ۱۴۰۲).

کیفیت نور بر ساختار مورفولوژیکی گیاه تأثیر می‌گذارد (آژدانیان و همکاران، ۱۴۰۰). از رنگ نور می‌توان برای کنترل شکل برگ، اندازه برگ، موقعیت برگ، تعداد روزنه‌ها، توزیع ماده خشک در گیاه و بسیاری از فرایندهای داخلی استفاده کرد (هئولینک و کرکلز، ۲۰۲۳).

رشد و نمو گیاهان تحت تأثیر عوامل محیطی مختلفی قرار دارد. از آنجایی که کشاورزی از کشت در محیط کنترل شده، معروف به کارخانه گیاهی با نور مصنوعی بهره مند شده است، تولید محصول با کیفیت بالا با راندمان بالا امکان پذیر می‌شود (Kozai, 2018).

تکنولوژی استفاده از نور LED باعث صرفه‌جویی در انرژی و سازگاری با محیط زیست شده است (Trivellini et al, 2023). لامپ‌های LED یک منبع نوری با حداکثر بازده در تبدیل انرژی که امکان تنظیم طیف را با دست‌کاری در ویژگی‌های (طیف‌های) نور، امکان مطالعه تأثیر طیف‌های مختلف نور، بهینه‌سازی فتوسنتز و تنظیم فیزیولوژی گیاه را فراهم می‌کند (مرادی و همکاران، ۱۴۰۲). از مزایای استفاده از این لامپ‌ها می‌توان به عمر طولانی، اندازه کوچک، ایجاد طول‌موج‌های موردنیاز، کاهش هدررفت انرژی و قابلیت تنظیم دقیق شار فوتون فتوسنتز اشاره کرد (مرادی و همکاران، ۱۴۰۲). با استفاده از LED می‌توان طیف رنگی بسیار دقیقی را انتخاب کرد و بر شکل و نمو گیاه تأثیر گذاشت (Heuvelink and Korkel, 2023).

به‌طور متوسط، شدت نور مناسب لامپ LED به‌عنوان نور تکمیلی برای گیاهان زینتی ۵۰-۷۵ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه است تا رشد گیاه، رشد ریشه، شاخه‌دهی، گلدهی و میوه‌دهی را بیشتر و ساقه ضخیم‌تر تولید کند (دهخدایی و همکاران، ۱۳۹۸). اگر نور بهتر به درون محصول نفوذ کند، منجر به تولید بیشتر می‌شود که دو راه برای دسترسی به این هدف، کنترل نور یا محصول است (هئولینک و کرکلز، ۲۰۲۳).

همیشه‌بهار یک گیاه دو منظوره با کاربرد زینتی و دارویی است. با توجه به پتانسیل بالای نور LED در کنترل رشد و نمو گیاهان، مطالعه تأثیر طیف‌های مختلف این نور بر شاخص‌های رشد و گل‌دهی این گیاه می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری شود. در این پژوهش اثر کاربرد شبانه طیف‌های مختلف نور LED در کنار نور طبیعی گلخانه بر گیاهان همیشه بهار بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه پژوهشی دانشگاه شهرکرد در زمستان سال ۱۴۰۳ در قالب طرح کاملا تصادفی با ۷ تیمار و ۵ تکرار انجام شد. تیمارها شامل نور LED آبی، سرخ، سفید و نسبت‌های برابر سفید + سرخ و آبی + سرخ (همه با شدت ۱۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) و نور طبیعی گلخانه (شاهد ۱ و شاهد ۲ به ترتیب در معرض نور کامل گلخانه و در معرض سایه دیوار جداکننده تیمارها) بود. گلدان‌های هر تیمار با کمک صفحات کارتن پلاست نصب شده در جهت شرقی-غربی از هم جدا شده و برای اعمال تیمارها از ال‌ای‌دی‌های بلوکی COB روی دیواره‌های جداکننده نصب شد. محیط گلدان‌ها به جز نور از نظر سایر شرایط مشابه گلخانه بود. نشاءهای ۳ تا چهار برگی در گلدان به قطر ۱۵ سانتی متر و عمق ۱۲ سانتی متر کشت و پس از استقرار به زیر نور LED انتقال یافتند. بعد از گذشت ۷۰ روز شاخص‌های طول شاخساره، تعداد انشعابات ساقه، تعداد برگ، وزن تر و خشک شاخساره، طول میانگره، و محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای برگ اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارها روی بیشتر شاخص‌های اندازه‌گیری شده به جز تعداد گره ساقه، طول میانگره، محتوای کلروفیل b و کاروتنوئیدها اثر معنی‌دار داشت. طبق جدول شماره ۱، مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین طول شاخساره (۱۸سانتی‌متر) در ترکیب نور سفید: سرخ مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای سرخ + آبی، آبی، سرخ و سفید نداشت. کمترین طول (۱۱/۲۵ سانتی‌متر) در شاهد حاصل شد (جدول ۱). وزن تر شاخساره در نور سرخ: آبی (۹/۲۶ گرم) و سپس سفید (۶/۶۵ گرم) بیشترین و در شاهد (۴/۰۶ گرم) کمترین مقدار را داشت. وزن خشک شاخساره نیز در نور ترکیبی سرخ: آبی (۳/۴۶ گرم) بیشترین و در شاهد (۱/۷ گرم) کمترین مقدار را نشان داد. بیشترین تعداد برگ رویش یافته در نور ترکیبی سرخ: آبی (۳۰/۵۷) و کمترین تعداد در تیمارهای شاهد ۱ و۲ (به ترتیب ۱۶/۸۵ و ۲۰) /۱۶ مشاهده شد. تعداد انشعابات شاخساره در نور ترکیبی سرخ: آبی (۶/۸۵) و سفید (۶/۸۵) بیشترین و در شاهد (۴/۱۴) کمترین مقدار را نشان داد. بیشترین تعداد گل در نور آبی (۱۵/۸۵) و سپس در نور سفید (۱۵/۵۷) و نور ترکیبی سرخ: آبی (۱۵/۲۸) مشاهده شد و کمترین تعداد گل در شاهد ۲ (۸/۶) مشاهده شد (جدول ۱). بطور کلی نتایج نشان دهنده تاثیر مثبت نوردهی شبانه بر شاخص‌های مورفولوژی گل همیشه بهار است؛ چرا که در همه شاخص‌های گفته شده تیمارهای شاهد کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. کیفیت نور به‌ویژه طول موج‌های آبی و قرمز اثرهای ویژه‌ای بر رشد و توسعه گیاهان داشت، نور قرمز باعث افزایش رشد گیاه به دلیل متناسب بودن

با پیک جذب کلروفیل و فیتوکروم می‌شود. نور آبی: قرمز فعالیت فتوسنتزی بیشتری نسبت به نور تک‌رنگ در گیرنده‌های نوری ایجاد می‌کند و بیشترین بهره‌وری فوتون را در مقایسه با سایر رنگ‌ها فراهم می‌کند (اسلمی و همکاران، ۱۴۰۱).

بیشترین مقدار کلروفیل a (۰/۳۷) و کل (۰/۵۹ میلی‌گرم بر گرم برگ) در نور سرخ و کمترین مقدار کلرفیل a (۰/۲۰ و ۰/۲۲) و کل (۰/۴۱ میلی‌گرم بر گرم برگ) در نمونه‌های شاهد مشاهده شد. بیشترین نسبت کلروفیل a/b (۱/۸۱) مربوط به نور ترکیبی سرخ+آبی و پس از آن در نور سرخ (۱/۶۸) و کمترین نسبت مربوط به شاهد ۱ (در سایه دیواره جداکننده) (۰/۹۴) بود. بیشترین نسبت کلروفیل به کاروتنوئید با اختلاف زیاد در تیمار شاهد ۲ (در معرض سایه دیوار جداکننده) و کمترین مقدار در نور سفید مشاهده شد. (جدول ۲).

جدول ۱- اثر نوردهی شبانه با طیف‌های مختلف نور ال‌ای‌دی بر شاخص های رشد در گل همیشه بهار.

تیمار نوری	طول شاخساره (cm)	وزن تر شاخساره (g)	وزن خشک شاخساره (g)	تعداد برگ	تعداد انشعابات شاخساره	طول میانگره (cm)	تعداد گل
سفید (White)	16.14a	6.65c	2.62bc	19.14cd	6.85a	2.07a	15.57a
قرمز (Red)	17.71a	5.74cd	2.68bc	22.71cb	6.28a	2.16a	14.71a
آبی (Blue)	16.07a	6.42c	2.24dc	12.42a	6a	2.11a	15.85a
سرخ+ آبی Blue +Red	16.35a	9.26b	3.46a	30.57a	6.85a	1.91ab	15.28a
سفید+ قرمز White +Red	18a	5.38cd	2.85b	26.28ab	6.42a	2.22a	12.14ab
کنترل ۱	11.2b	4.06d	1.7d	16.85ad	4.14b	1.53bc	11.28ab
کنترل ۲	12.57b	17.62a	2.27dc	20cd	5.28ab	1.36c	8.57b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

جدول ۲- اثر نوردهی شبانه با طیف‌های مختلف نور ال‌ای‌دی بر محتوای رنگریزه‌های برگ درگل همیشه بهار.

تیمار نوری	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل a/b (mg/g)	کلروفیل کل (mg/g)	کاروتنوئید/کلروفیل
سفید White	0.35a	1.36a-c	0.61a	12.68b
قرمز Red	0.37a	1.68ab	0.59a	18.92b
آبی Blue	0.33a	1.45abc	0.56ab	27.33b
سرخ+ آبی Blue + Red	0.36a	1.81a	0.57a	49.99b
سفید+ قرمز White +Red	0.30ab	1.64ab	0.49ab	16.7b
کنترل ۱	0.203b	0.94c	0.41b	18.78b
کنترل ۲	0.223b	1.15bc	0.41b	134.06a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

منابع

آژدانیان، ل.، آرویی، ح. و عزیزی، م. ۱۴۰۰. بهبود رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی ۲۴۰ تحت پوشش نور تکمیلی و محلول‌پاشی عناصر غذایی. مجله علوم باغبانی، ۱–۱۷.

اسلمی، ز.، قاسمی قهساره، م. و ریزی، س. ۱۴۰۱. اثر طیف‌های مختلف نور LED بر ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های فیکوس بنجامین. مجله گل و گیاهان زینتی، ۷(۲): ۱۷۳–۱۸۴.

دهخدایی، پ.، ریزی، س. و قاسمی قهساره، م. ۱۳۹۸. اثر طیف‌های نور LED در مقایسه با نور طبیعی گلخانه بر کیفیت نشا حسن یوسف و اطلسی. نشریه علوم باغبانی، ۳۳(۳): ۵۳۷–۵۴۸.

قاسمی قهساره، م. و کافی، م. ۱۴۰۲ .گلکاری علمی و عملی، جلد اول .نشر مؤلف، اصفهان، ۳۶۸ صفحه.

مرادی، م.، عابدی، ب.، آرویی، ح.، علی‌نیائی‌فر، س. و قاسمی یزدی، ک. ۱۴۰۲. تأثیر طیف‌های مختلف نور بر عملکرد فتوسنتزی، شاخص‌های رشد و میزان اسانس گیاه مریم‌گلی. نشریه علوم باغبانی، ۳۷(۳): ۸۲۱–۸۴۰.

هئوولینک، ا. و کرکلز، ت. ۲۰۲۳ .فیزیولوژی گیاهان در شرایط گلخانه .ریزی، س.، عقدک، پ. و نباتی‌نژاد، ا.ح. (مترجمان). انتشارات دانشگاه شهرکرد.

Heuvelink, E. and Korkel, J. 2023. *Crop growth and* development: A systems approach. Wageningen Academic Publishers.

Kozai, T. 2018. Plant factories with artificial lighting (PFALs): Benefits, problems, and challenges. In: Smart Plant Factory: The Next Generation Indoor Vertical Farms. Singapore: Springer Nature, pp. 15–29.

Pérez, M., Teixeira da Silva, J.A. and Lao, M.T. 2015. Light management in ornamental crops. Global Science Books, pp. 683–695.

Shahane, K., Kshirsagar, M., Tambe, D., Jain, S., Rout, S., Martins Ferreira, M.K., Mali, S., Amin, P., Srivastav, P.P., Cruz, J. and Lima, R.R. 2023. An updated review on the multifaceted therapeutic potential of *Calendula officinalis* L. Pharmaceuticals, 16(4): 611.

Trivellini, A., Toscano, S., Romano, D. and Ferrante, A. 2023. LED lighting to produce high-quality ornamental plants. Plants, 12(8): 1667.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

The effect of nighttime application of different LED light spectra on growth indices of marigold (*Calendula officinalis* L.)

Fahimeh Afshari[1*], Masoud Ghasemi Ghesareh[1] and Keramatollah Saeidi[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[*]*Corresponding Author: fahimeafshari1365@gmail.com*

Abstract

To investigate the effect of nighttime lighting using blue, red, and white LED lamps on growth, morphological, and physiological indices of marigold, an experiment was conducted in a completely randomized design with 7 light treatments including red, blue, white, and equal combinations of red + blue and red + white (all with an intensity of 100 µmol m^{-2} s^{-1}) and natural greenhouse light (Control 1 and Control 2, respectively, exposed to full greenhouse light and exposed to the shadow of the wall separating the treatments). Plants benefited from natural greenhouse light during the day and were exposed to different light qualities from 10 p.m. to 8 a.m. Based on the results obtained, the highest amount of shoot dry weight, shoot length, number of leaves, and number of shoot branches were produced in the combination of red + blue lights, and the highest number of flowers were produced in the blue light, which had no significant difference with the white, red, or red + blue lights. The longest internode length was related to the white + red combination. The lowest values of the mentioned indices were observed in the control treatments. The amount of chlorophyll a and total chlorophyll was related to red light, which did not differ significantly from white, blue, and red + white light. The highest chlorophyll a/b ratio was related to red + blue light, which did not differ significantly from white, red, and blue light. The highest chlorophyll to carotenoid ratio was observed with a large difference in control treatment 2 (full greenhouse light) and the lowest value was observed in white light.

Key words: Light quality, Mixed light, Supplemental light.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

واکنش صفات کیفی و خصوصیات رشدی گیاه دارویی پونه معطر به کاربرد کودهای زیستی

الهام محسنی[۱]، مجید مجیدیان[۱*] و نسرین مجیدیان[۲]
۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- گروه فضای سبز، شهرداری اراک، اراک، ایران
*نویسنده مسئول: *ma_majidian@guilan.ac.ir*

چکیده

استفاده از کودهای شیمیایی اثرات جبران ناپذیری بر خاک‌های زراعی، آب‌های زیرزمینی و محیط زیست، وارد نموده است، جهت کشت محصول با کیفیت و کاهش مصرف کودهای شیمیایی استفاده از کودهای بیولوژیک و زیستی در زراعت‌ها توصیه می‌شود. به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود آلی ورمی‌کمپوست و روش‌های مصرف کود زیستی نیتروکسین بر خصوصیات رشدی و کیفی گیاه دارویی پونه معطر آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل ورمی‌کمپوست (V) در چهار سطح صفر، ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار و کود نیتروکسین (N) در چهار سطح عدم مصرف، تلقیح نشاء، محلول‌پاشی و تلقیح نشاء + محلول‌پاشی در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که فاکتورهای ورمی‌کمپوست و نیتروکسین در همه صفات مورد بررسی معنی‌دار شد و برهمکنش بین تیمارها به جز صفات تعداد ساقه جانبی، ارتفاع ساقه جانبی- جانبی و وزن تر در بقیه صفات مورد بررسی معنی‌داری نشان داد. نتایج نشان داد که افزایش مقادیر ورمی‌کمپوست به خاک باعث افزایش بیشتر صفات مورد بررسی گردیده و بیشترین افزایش در تیمارهای هشت و ده تن در هکتار دیده شد و تیمار چهار تن در هکتار در بیشتر مواقع تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. هر سه روش مصرف تلقیح نشاء، محلول‌پاشی و تلقیح نشاء + محلول‌پاشی کود زیستی نیتروکسین بر روی بیشتر صفات مورد بررسی موثر بوده و بهترین نتیجه در تیمارهای محلول‌پاشی و تلقیح + محلول‌پاشی به دست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای ترکیبی کودهای ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بهترین نتیجه را داشته و تیمار ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی نیتروکسین در بیشتر صفات مورد مطالعه بیشترین بازدهی را داشته که با توجه به شرایط منطقه پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تعداد ساقه، خالواش، وزن تر.

مقدمه

نعناع (*Mentha*) یکی از مهمترین گیاهان خانواده نعناییان (*Laminacea*) است. قدمت آن به دو هزار سال قبل بر می‌گردد، از برگ‌ها، ساقه و اسانس گونه‌های مختلف نعناع برای مصارف مختلف دارویی استفاده می‌شود (Hajlaoui et al., 2009). یکی از این گونه‌ها پونه معطر *Mentha pulegium* است که در اروپا، شمال آفریقا، آسیای میانه و ایران یافت می‌شود (Mahboubi and Haghi, 2008) و به صورت وحشی در نواحی مرطوب ایران نظیر گیلان و مازندران می‌روید، این گونه با نام‌های محلی خالواش و کوت‌کوتی شناخته می‌شود (تبریزی و کوچکی، ۱۳۹۷) و به شدت معطر است. استفاده از کودهای زیستی (ورمی‌کمپوست) قدمتی طولانی دارد اما امروزه به علت مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و اثرات مخرب آن بر محیط زیست استفاده از کودهای زیستی مجدداً مطرح شده است (آستارایی و کوچکی، ۱۳۷۵). کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مزایایی است از جمله اینکه در چرخه مواد غذایی مواد سمی تولید نمی‌کند، قابلیت تکثیر خود به خودی دارد و سبب اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود، هم‌چنین دارای مقادیر بالایی از ماده آلی بوده و می‌تواند منبعی از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم باشد (Fernandez et al., 1993) که بتدریج آنها را در اختیار گیاه قرار دهند ولی نمی‌توانند تمام عناصر مورد نیاز گیاه را تامین کنند (Eghball et al., 2004). بررسی‌های انجام شده روی گیاه دارویی حنا نشان داد کودهای زیستی در افزایش صفات عملکردی نقش داشته و می‌تواند به عنوان جایگزین‌های مناسب برای کودهای شیمیایی باشد (وحیدی و همکاران، ۱۳۹۷).

گزارش‌های زیادی مبنی بر اثرات مثبت استفاده از اشکال مختلف ورمی‌کمپوست بر محصولات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای وجود دارد که موجب تحریک جوانه‌زنی، رشد دانه، مقاوم‌سازی در برابر عوامل بیماری‌زا و افزایش عملکرد گیاهان زراعی، دارویی و صنعتی است (Mehta and Karnwal., 2013). مصرف ورمی‌کمپوست در گیاه کرچک سبب افزایش دسترسی عناصر غذایی، تحریک تولید هورمون‌های تنظیم-کننده رشد و افزایش درصد مواد آلی و ساختمان خاک و افزایش رشد ریشه و قابلیت نگهداری آب در خاک می‌شود که منجر به افزایش شاخص‌های رشدی در مقایسه با شاهد گردید (امین غفوری و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش اثر کاربرد مقادیر مختلف کود آلی ورمی‌کمپوست و روش‌های مختلف مصرف کود زیستی نیتروکسین بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی پونه معطر مورد بررسی قرار گرفت. مهمترین اهداف این پژوهش، تعیین بهترین مقدار مصرف کود ورمی‌کمپوست، بهترین روش مصرف کود نیتروکسین و هم‌چنین تاثیر کاربرد توام این کودها بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی پونه معطر بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کود نیتروکسین و ورمی‌کمپوست بر روی گیاه دارویی پونه معطر آزمایشی در مزرعه تحت پوشش سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، شهرستان صومعه‌سرا، بر روی گیاه دارویی پونه معطر انجام گرفت. برای کشت، بوته‌های گیاه به صورت کامل همراه با ریشه و خاک اطراف آن از طبیعت جمع آوری شد، نشاءهای یک اندازه جدا شده و به زمین اصلی منتقل شدند. در کرت‌هایی با تیمار تلقیح نشاء، نشاها ابتدا در محلول ۲ در هزار نیتروکسین (با توجه به توصیه شرکت تولیدکننده) و آب و شکر قرار گرفت و در سایه خشک شد. در کرت‌هایی با تیمار ورمی‌کمپوست، مقدار ورمی‌کمپوست مورد نظر با ترازو اندازه‌گیری شد و در هر کرت جداگانه با خاک بستر مخلوط گردید، سپس کشت نشاها با رعایت فاصله تعیین شده، به صورت دستی انجام شد و بلافاصله آبیاری بوته‌ها صورت گرفت. صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، تعداد ساقه جانبی جانبی، وزن تر و عملکرد اسانس اندازه گیری شد. اسانس پونه به روش تقطیر با آب مقطر به وسیله دستگاه کلونجر به دست آمد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: در گیاه دارویی پونه معطر ارتفاع بوته تحت تاثیر اثر ساده ورمی‌کمپوست و نیتروکسین و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و نیتروکسین اختلاف معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان داد. تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سبب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود، تیمارهای کود آلی و بیولوژیک با تأمین تدریجی عناصر غذایی در افزایش ارتفاع گیاه موثر می‌باشند، مقایسه میانگین اثرات متقابل هم نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته در تیمار توام ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نیتروکسین با ۴۵/۶۶۷ سانتی‌متر و ۶۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد به دست آمد که با تیمارهای ۸ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نیتروکسین با ۴۴/۱۳۳ سانتی‌متر و ۵۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، تیمار ۸ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با ۴۰/۹۶۷ سانتی‌متر و ۴۶ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۸ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین با ۴۰/۷۶۷ سانتی‌متر و ۴۵ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد و کمترین ارتفاع بوته با ۲۸/۴۰ سانتی‌متر در تیمار عدم مصرف ورمی‌کمپوست و نیتروکسین به دست آمد (جدول ۱).

تعداد ساقه جانبی: با توجه به نتایج تجزیه واریانس تعداد ساقه جانبی اثر ساده ورمی‌کمپوست و نیتروکسین اختلاف معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان داد و برهمکنش ورمی‌کمپوست و نیتروکسین غیر معنی‌دار شد. پورهادی و همکاران (۱۳۸۹) در آزمایشی اثر سه نوع کود بیولوژیک نیتروکسین، سوپر نیترو پلاس و بیوسولفور را بر گیاه دارویی نعناع فلفلی بررسی و بیان نمودند که تمامی تیمارهای کودی نسبت به شاهد در بیشتر صفات دارای افزایش معنی‌داری بود و کود نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس در اکثر صفات بیشترین تاثیر را داشت، هم‌چنین نتایج پژوهشی روی گیاه دارویی بادرنجبویه نشان داد که مقادیر مختلف کود دامی و تلقیح گیاه با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار کلیه صفات از جمله تعداد شاخه‌های فرعی گیاه شد (رضی‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). در مقایسه میانگین اثرات متقابل، بالاترین تعداد ساقه جانبی در تیمار ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با تلقیح + محلول‌پاشی نیتروکسین با ۲۲/۳۶۷ عدد و ۸۱ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد و کم‌ترین تعداد در تیمار شاهد مشاهده شد. تیمارهای ۸ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و تلقیح + محلول‌پاشی نیتروکسین با

۲۱/۶۶۷ عدد و ۷۵ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، تیمار ۱۲تن در هکتار ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نیتروکسین با ۲۱/۲۶۷ عدد و ۷۲ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، تیمار۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین با ۱۹/۹۰۰ عدد و ۶۱ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۸ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نیتروکسین با ۱۸/۷۴۰ عدد و ۵۱ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد نتایج یکسانی را نشان داد. در این صورت تیمار ۸ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نیتروکسین از نظر اقتصادی و سهولت کار پیشنهاد می‌گردد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر برهم‌کنش مقادیر مختلف کود ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر ارتفاع ساقه، طول ساقه جانبی و طول ساقه جانبی_جانبی، وزن تر و عملکرد اسانس در گیاه دارویی پونه معطر.

	نیتروکسین	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	تعداد ساقه جانبی (عدد)	تعداد ساقه جانبی-جانبی (عدد)	وزن تر (گرم)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
V0	N1	۲۸/۴۰h	۱۲/۳۳۳g	۱۵/۵۳۳i	۲۳/۶۰۰g	۱۴۲۱ h
	N2	۳۲/۰۷۷f-h	۱۲/۹۳۳g	۱۵/۷۳۳h-i	۲۴/۲۶۷f-g	۱۶۱۲ f-h
	N3	۳۷/۹۶۷c-e	۱۵/۴۰۰d-g	۱۵/۹۸۰g-i	۲۵/۰۳۳ f-g	۲۲۱۰ e-g
	N4	۳۴/۷۶۷d-f	۱۴/۹۰۰d-g	۱۶/۰۶۶g-i	۲۵/۱۶۷ f-g	۲۲۸۵ d-g
V4	N1	۲۹/۲۰۰h	۱۲/۳۳۳g	۱۷/۵۶۶f-i	۲۳/۸۶۷g	۱۵۳۰ g-h
	N2	۲۹/۴۳۳f-h	۱۴/۴۶۷e-g	۱۹/۵۶۶f-h	۲۴/۶۳۳ f-g	۱۷۵۳e-h
	N3	۳۰ f-h	۱۴/۱۴۷e-g	۱۹/۷۱۶f-g	۲۵/۷۵۰ e-g	۲۰۸۳e-h
	N4	۳۱/۵۳۳f-h	۱۶/۶۸۰c-f	۲۳/۷۶۶c-e	۲۸/۴۳۳ c-f	۲۳۰۱d-f
V8	N1	۴۰/۹۶۷a-c	۱۶/۸۶۷c-e	۲۰/۱۰۰f	۲۶/۶۰۰ d-g	۱۷۲۶e-h
	N2	۴۰/۷۶۷a-c	۱۷/۰۶۷c-e	۲۱/۳۷۶d-f	۳۰/۰۳۳ c-d	۲۴۸۹c-e
	N3	۴۴/۱۳۳a-b	۱۸/۷۴۰a-d	۲۷/۴۰۰a-c	۳۵/۳۰۰ a-b	۳۰۲۳ b-d
	N4	۳۴/۷۶۷e-c	۲۱/۶۶۷a-b	۲۸/۲۶۶a	۳۵/۵۳۳ a-b	۳۴۳۶a-b
V12	N1	۳۴/۶۳۳e-f	۱۸/۰۶۷b-e	۲۱/۱۵۳d-f	۲۹/۴۳۳c-e	۲۲۰۰e-g
	N2	۳۹/۱۸۳b-e	۱۹/۹۰۰a-c	۲۴/۴۵۰b-d	۳۲/۱۳۳b-c	۳۱۸۲b-c
	N3	۴۵/۶۶۷a	۲۱/۲۶۷a-b	۲۸/۲۶۶a-b	۳۴/۳۳۳ a-b	۳۹۵۶a
	N4	۴۰/۱۳۳b-d	۲۲/۳۶۷a	۲۷/۷۶۶a-b	۳۶/۵۶۷a	۳۲۲۰ a-b

حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون توکی بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. V0 ، V4 ، V8 و V12 : کود ورمی‌کمپوست در میزان به ترتیب ۰ ، ۴ ، ۸ و ۱۲ تن در هکتار N1 ، N2 ، N3 و N4 : کود نیتروکسین به روش‌های مصرف به ترتیب بدون نیتروکسین، تلقیح بذر، محلول‌پاشی، تلقیح + محلول‌پاشی

عملکرد اسانس: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس با ۳۹۵۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نیتروکسین دیده شد که ۱۷۸ درصد افزایش را نسبت به تیمار شاهد داشت. در سطوح ۴ و ۸ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، تلقیح + محلول‌پاشی نیتروکسین بالاترین درصد اسانس و در سطح ۱۲ تن در هکتار تیمار محلول‌پاشی نیتروکسین بیشترین درصد اسانس را تولید کرد. بنابراین تلقیح + محلول‌پاشی نیتروکسین در مقادیر پایین ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی نیتروکسین در مقادیر بالاتر ورمی‌کمپوست روش مناسب‌تری است و نتایج بهتری را به همراه دارد. نتایج تحقیقات دیگر محققین نشان داده است که در کشاورزی پایدار، کودهای زیستی به عنوان راهکاری مناسب در جهت بهبود ساختار و حاصل‌خیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی عنوان می‌شود. استفاده از کودهای‌حاوی ازتوباکتر و باکتری‌های حل کننده فسفر، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی شده که نهایتاً منجر به افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود.

وزن تر :در جدول تجزیه واریانس اثرکودهای ورمی‌کمپوست و نیتروکسین در سطح یک درصد بر وزن تر گیاه معنی‌دار شد و اثر متقابل مصرف توام ورمی‌کمپوست با نیتروکسین معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). در اثر ساده نیتروکسین بیشترین وزن تر در تیمار تلقیح + محلول‌پاشی نیتروکسین ۳۱/۲۰۸ گرم و تیمار محلول‌پاشی نیتروکسین ۳۰/۲۶۳ گرم به دست آمد که با تیمار ۴ تن در هکتار ۲۷/۹۳۳ گرم از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین وزن تر در تیمار شاهد ۲۶/۱۲۵ گرم به دست آمد (جدول ۱). در واقع استفاده از کودهای حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی شده، به افزایش رشد رویشی در گیاه پونه معطر منجر شده و سبب افزایش وزن تر گیاه می‌شود. علت این نتایج را می‌توان به تاثیر باکتری‌های موجود در کودهای زیستی و ترشح مواد شبه‌هورمونی، کاهش میزان اتیلن تولیدی و فراهم کردن بیشتر مواد غذایی برای گیاه از این طریق نسبت داد (Violent et al., 2007). اثر تلقیح باکتری‌های *Azospirilium lipofxim* ,*Azotobacter* ,*Bacillus megatrium* به تنهایی و در مصرف تلفیقی با هم بر رشد و عملکرد کرفس وحشی بررسی شد و بیان شد که مصرف این باکتری‌ها سبب ترشح مواد محرک رشد در محیط ریشه شده و سبب رشد و عملکرد بیشتر در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح باکتری) می‌شود (Migahed et al., 2004). کاربرد کودهای نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس توام با کود اوره در افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه در گیاه نعناع فلفلی نسبت به شاهد اثر مثبت دارد (Mehrafarin et al., 2011).

منابع

تبریزی، ل. و کوچکی، ع. ۱۳۹۷ .گیاهان دارویی: بوم‌شناسی، تولید و بهره‌برداری پایدار .انتشارات دانشگاه تهران.

Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Noumi, E., Snoussi, M., Fallah, H., Ksouri, R. et al. 2009. Biological activities of the essential oils and methanol extract of two cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in Tunisian folkloric medicine. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 25(12): 2227–2238.

Mahboubi, M. and Haghi, G. 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil. Journal of Ethnopharmacology, 119(2): 325–327.

Mehta, N. and Karnwal, A. 2013. Solid waste management with the help of vermicomposting and its applications in crop improvement. Journal of Biology and Earth Science, 3: B8–B16.

Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., Poorhadi, M., Hadavi, A., Ghavami, N. and Kadkhoda, Z. 2011. Phytochemical and field response of peppermint (*Mentha piperita* L.) to use of bio-fertilizers and urea. Journal of Medicinal Plants, 10(4): 107–118.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Response of qualitative traits and growth characteristics of the medicinal plant Pennyroyal to the application of biofertilizers

Elham Mohseni[1], Majid Majidian[2*] and Nasrin Majidian[2]
1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Guilan, Iran
2. Department of Green Space, Arak Municipality, Arak, Iran
Corresponding Author: ma_majidian@guilan.ac.ir

Abstract

the use of chemical fertilizers, the use of biological and biological fertilizers in agriculture is recommended. In order to investigate the effect of different amounts of vermicompost and compost and nitroxin biofertilizer application methods on growth and quality characteristics of Pennyroyal medicinal plant. factorial field experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications. The studied treatments included vermicompost (V) at four levels of 0, 4, 8 and 12 tons per hectare and nitroxin fertilizer (N) at four levels of non-use (Control), seedling inoculation, plant foliar application and seedling root inoculation + foliar application. Results of analysis of variance of treatments showed that vermicompost and nitroxin factors were significant in all studied traits and the interaction between treatments except lateral stem number, lateral stem height and fresh weight was significant in other traits. Results showed that increasing the amount of vermicompost in the soil increased most of the studied traits and the highest increase was seen in treatments of 8 and 10 tons per hectare and treatment of 4 tons per hectare in most cases did not show a significant difference with the control. All three methods of seedling inoculation, plant foliar application and seedling root inoculation + nitroxin biofertilizer foliar application were effective on most of the studied traits and the best results were obtained in foliar and inoculation + foliar application treatments. Results of this experiment showed that the combined treatments of vermicompost and nitroxin fertilizers had the best results and the treatment of 12 tons per hectare of vermicompost with nitroxin foliar application had the highest yield in most of the studied traits, which is recommended according to the conditions of the region.

Keywords: Stem number, Fresh weight, Kut kuti.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری کوتاه بر سنتز نانوذرات با استفاده از عصاره گیاهان دارویی

مجید بگ‌نظری[1*]، کژال آدرس[1] و افسانه عزیزی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
*نویسنده مسئول: *m.bagnazari@ilam.ac.ir*

چکیده

در سال‌های اخیر، نانوفناوری به یکی از فعال‌ترین و میان‌رشته‌ای‌ترین شاخه‌های علمی تبدیل شده است که با رشد سریع خود، دامنه وسیعی از کاربردها را از حوزه سلامت تا حفاظت از محیط‌زیست در بر می‌گیرد. یکی از رویکردهای نوین در سنتز نانوذرات، بهره‌گیری از گیاهان دارویی است که به‌دلیل سازگاری با محیط‌زیست، سادگی فرآیند و هزینه پایین، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. این گیاهان که سابقه‌ای طولانی در طب سنتی دارند، امروزه در فرآیندهای نانوفناوری نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند. ترکیبات زیست‌فعالی که تحت عنوان متابولیت‌های ثانویه در ساختار گیاهان دارویی وجود دارند، نه‌تنها در دفاع طبیعی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا مؤثرند، بلکه در تعاملات زیستی میان گیاهان، میکروارگانیسم‌ها و جانوران نیز نقش دارند. همین ویژگی‌ها موجب شده است تا این ترکیبات به‌عنوان عوامل مؤثر در تولید نانوذرات مورد توجه قرار گیرند. در سال‌های اخیر، تمرکز پژوهش‌ها بر استفاده از گروه‌های خاصی از این متابولیت‌ها مانند ترپنوئیدها، آلکالوئیدها و ترکیبات فنلی از جمله فلاونوئیدها افزایش یافته است؛ ترکیباتی که علاوه بر توانایی در کاهش یون‌های فلزی و تشکیل نانوذرات، می‌توانند خواص زیستی مهمی نظیر فعالیت ضدباکتریایی، آنتی‌اکسیدانی و ضدسرطانی به نانوذرات ببخشند. این مقاله مروری با رویکردی تحلیلی، به بررسی نقش متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی در فرآیند سنتز نانوذرات، ویژگی‌های ساختاری و عملکردی آن‌ها، و کاربردهای بالقوه‌شان در حوزه‌های مختلف علمی می‌پردازد. در شرایطی که جهان با چالش‌های زیست‌محیطی، درمانی و صنعتی مواجه است، استفاده از منابع گیاهی در توسعه فناوری‌های نوین می‌تواند گامی مؤثر در جهت دستیابی به راهکارهای پایدار و نوآورانه باشد.

واژه‌های کلیدی: آلکالوئید، ترپنوئید، ترکیبات فنلی، نانوذرات، متابولیت ثانویه.

مقدمه

نانوفناوری طی سال‌های اخیر به یکی از حوزه‌های نوظهور و میان‌رشته‌ای در علوم کاربردی و مهندسی تبدیل شده است که نقش چشمگیری در تحول فناوری‌های نوین ایفا کرده است. این فناوری با بهره‌گیری از ذرات نانومقیاس—ذراتی با قطر کمتر از ۱۰۰ نانومتر— و تولید نانومواد با ویژگی‌های منحصربه‌فرد، توانسته جایگاه قابل‌توجهی در بخش‌های مختلف از جمله صنعت، کشاورزی، فناوری اطلاعات، انرژی، محیط‌زیست، صنایع غذایی و سلامت به‌دست آورد (Bachheti et al., 2020). خصوصیات ویژه نانوذرات مانند اندازه کوچک، سطح ویژه بالا، واکنش‌پذیری شیمیایی، بار سطحی و شکل هندسی، آن‌ها را از مواد بالک متمایز کرده و موجب شده است تا در طیف وسیعی از کاربردها مورد استفاده قرار گیرند (Bundschuh et al., 2018). این ویژگی‌ها بر خواص فیزیکی و شیمیایی نانوذرات از جمله حلالیت، جذب، انتشار، رسانایی، واکنش‌پذیری و رفتار نوری تأثیرگذارند و با کنترل اندازه اولیه ماده اولیه می‌توان آن‌ها را به‌طور هدفمند تنظیم کرد (Bachheti et al., 2020). در این میان، گیاهان دارویی به‌عنوان منابع طبیعی سرشار از ترکیبات زیست‌فعال، جایگاه ویژه‌ای در سنتز زیست‌سازگار نانوذرات پیدا کرده‌اند. استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها سابقه‌ای دیرینه در تمدن‌های باستانی چین، هند و خاورمیانه دارد و امروزه نیز حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد از جمعیت جهان برای مراقبت‌های اولیه سلامت خود به این گیاهان وابسته‌اند (Wanjohi et al., 2020). پیش از ظهور داروسازی مدرن، جوامع انسانی برای پیشگیری، تشخیص و درمان بیماری‌ها به دانش بومی و روش‌های سنتی خود متکی بودند و از منابع طبیعی بهره می‌گرفتند (Barata et al., 2016). گیاه‌درمانی، به‌عنوان یکی از شاخه‌های طب سنتی، بر استفاده از گیاهان و عصاره‌های گیاهی برای اهداف درمانی تمرکز دارد (Pan et al., 2014).

تمام گیاهانی که در طب سنتی یا رسمی به‌عنوان درمانی شناخته می‌شوند یا برای اهداف درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تحت عنوان «گیاهان دارویی» طبقه‌بندی می‌شوند. این گیاهان نه‌تنها منبعی ارزشمند برای تولید داروهای درمانی و پیشگیرانه هستند، بلکه حاوی

ترکیبات زیست‌فعالی‌اند که در سنتز نانوذرات نیز کاربرد دارند. در حال حاضر، حدود ۸۰٪ از جمعیت جهان، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، برای تأمین نیازهای سلامت خود به طب سنتی و محصولات مرتبط با آن وابسته‌اند (Abate et al., 2022). ترکیبات موجود در گیاهان دارویی شامل طیف وسیعی از متابولیت‌ها هستند که به‌عنوان محصولات واسطه یا نهایی مسیرهای متابولیکی شناخته می‌شوند (Tiwari & Rana, 2015). گیاهان به‌طور طبیعی قادر به تولید بیش از یک میلیون نوع متابولیت هستند (Yonekura-Sakakibara et al., 2019) که در بخش‌های مختلف گیاه از جمله برگ، ساقه، ریشه، گل، میوه و دانه سنتز می‌شوند (Jyothiprabha & Venkatachalam, 2016). این ترکیبات به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: متابولیت‌های اولیه مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، پورین‌ها، پیریمیدین‌ها و کلروفیل؛ و متابولیت‌های ثانویه شامل ترپن‌ها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، لیگنان‌ها، کورکومین، ساپونین‌ها، استروئیدهای گیاهی، فنول‌ها و گلیکوزیدها (Alzandi et al., 2021).

نقش متابولیت‌های گیاهی در سنتز نانوذرات

در میان مسیرهای سنتز سبز که بارها گزارش شده‌اند، سنتز نانوذرات با واسطه گیاه به دلیل فراوانی، انعطاف‌پذیری در انتخاب هر بخشی (برگ، ساقه، پوست، ریشه، شاخه، میوه، دانه، گل و ....) مورد توجه بسیاری از دانشمندان است. عصاره‌های بخش‌های مختلف گیاه دارای ترکیبات متعددی با هیدروکسیدها، کربونیل‌ها، متوکسی، آمین‌ها، آمیدها، تیول‌ها، کربوکسیل‌ها، فسفات‌ها و سایر گروه‌های عاملی هستند که نقش تعیین‌کننده‌ای در واکنش با ترکیبات پیش‌ساز برای تشکیل نانوذرات دارند (Painuli et al., 2020). برای مثال، گروه‌های عاملیOH– در اوژنول عصاره میخک برای سنتز محلول‌های کلوئیدی آبی نانوذرات نقره به‌عنوان یک عامل کاهنده عمل می‌کنند و سایر ترپنوئیدها که گمان می‌رود مولکول‌های فعال سطحی باشند، نانوذرات سنتز شده را تثبیت می‌کنند (Parlinska-Wojtan et al., 2018). از سوی دیگر، ترکیبات ترپنوئیدی موجود در عصاره آبی گل گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla*) در کاهش یون فلزی (Ag^{+}) به شکل احیا شده آن (Ag^{0}) نقش دارند و همچنین به‌عنوان یک عامل پوششی نانوذرات نقره سنتز شده عمل می‌کنند (Parlinska-Wojtan et al., 2016). علاوه بر این، (El-Kemary et al., 2016) گزارش دادند که مولکول‌های پروتئینی موجود در عصاره برگ همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*)، گیاهان دارویی و آرایشی محبوب، در فعالیت‌های کاهشی، پوششی و تثبیتی در بیوسنتز نانوذرات نقره بسیار مهم هستند. این نشان می‌دهد که وجود مواد شیمیایی گیاهی مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، اسیدهای فنولیک، کاروتنوئیدها، ساپونین‌ها، ترپنوئیدها، پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها در گیاهان دارویی، نیروی محرکه اصلی برای بهره‌برداری از عصاره‌های گیاهی در سنتز نانوذرات است؛ بنابراین، متابولیت‌های گیاهان دارویی، به‌ویژه متابولیت‌های ثانویه، به‌طور گسترده در کاهش ترکیبات پیش‌ساز اولیه به نانوذرات موردنظر و جلوگیری از تجمع ناخواسته ذرات با پوشش‌دهی و تثبیت نقش دارند.

نقش فلاونوئیدها در سنتز نانوذرات

فلاونوئیدها، شامل گروه‌های عاملی پلی‌فنلی مختلف، در کاهش چندین نانوذرات نقش داشته‌اند. به‌عنوان مثال، کوئرستین و سایر ترکیبات فلاونوئیدی در کاهش پیش‌ساز نیترات نقره به نانوذرات نقره در یک محیط قلیایی نقش دارند و نانوذرات حاصل به‌عنوان عوامل ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی استفاده شده‌اند (Hussein & El-Anssary, 2019). نکته کلیدی این است که فلاونوئیدها، مواد شیمیایی گیاهی پلی‌فنلی شامل فلاوانون‌ها، فلاون‌ها، ایزوفلاون‌ها و فلاون‌های پلی‌متوکسیله شده در سنتز طیف وسیعی از نانوذرات نقش دارند (Mondal & Rahaman, 2020). گروه‌های عاملی هیدروکسید(–OH) ، کربونیل(–C=O) ، آلدهید(–CHO) ، اتوکسی(–C–O–) و کربوکسیلیک اسید (–COOH) در اسکلت ترکیبات فلاونوئیدی در کاهش و تثبیت نانوذرات مبتنی بر فلاونوئید وجود دارند (Hussain et al., 2019).

نقش ترپنوئیدها در سنتز نانوذرات

ترپنوئیدها دسته بزرگی از ترکیبات طبیعی هستند که از ترکیب پنج کربنی ایزوپرن و پلیمرهای ایزوپرن به نام ترپن‌ها مشتق شده‌اند (Perveen & Al-Taweel, 2018). آنها مواد شیمیایی گیاهی مهمی برای بیوسنتز نانوذرات مختلف هستند. ترپنوئیدهای گیاهی شامل مونوترپن‌ها، سزکوئی‌ترپن‌ها، دی‌ترپن‌ها و تری‌ترپن‌ها کاربردهای مفیدی در پزشکی پیدا کرده‌اند و وجود آنها در زیست‌توده گیاهی، بستر

مناسبی را برای سنتز سبز نانومواد تشکیل می‌دهد (Bergman et al., 2019). ترپنوئیدهای گیاهی دارویی که در طول سنتز کنترل‌شده به سطح نانوذرات متصل می‌شوند، مولکول‌های مهمی در کاهش یون‌های پیش‌ساز به اشکال صفر ظرفیتی مورد نیاز هستند و به‌عنوان عوامل پوشش‌دهنده و تثبیت‌کننده عمل می‌کنند. (Khan et al., 2016)گزارش کردند، ترپنوئیدها به‌عنوان اجزای شیمیایی اصلی اسانس‌های اساسی گیاهان مختلف که در بیوسنتز نانوذرات نقره و مشتقات آنها دخیل هستند، ممکن است نقش مهمی به‌عنوان مولکول فعال سطحی داشته باشند که ممکن است در کاهش Ag^{+} به Ag^{0} و تثبیت نانوذرات شرکت کند. از سوی دیگر، (Parlinska-Wojtan et al., 2016) اظهار کردند که ترپنوئیدهای موجود در عصاره برگ بابونه، احیاکننده‌های اصلی در سنتز سبز محلول‌های کلوئیدی آبی نانوذرات نقره هستند و همچنین به‌عنوان یک عامل پوشش‌دهنده و تثبیت‌کننده برای جلوگیری از تجمع و تراکم نامطلوب ذرات عمل می‌کنند. در پژوهشی دیگر، (Kavitha et al., 2017) ترکیبات ترپنوئیدی را از عصاره برگ گیاه دارویی *Andrographis paniculate* جدا کردند و با اتصال به سطح نانوذرات اکسید روی (ZnONPs) از طریق گروه‌های عاملی C=O–، در کاهش فرم دو ظرفیتی (Zn^{+2}) به فرم صفر ظرفیتی (Zn^{0}) مشارکت کردند.

نقش پروتئین در سنتز نانوذرات

پروتئین‌ها، متابولیت‌های اولیه گیاهی، ماکرومولکول‌هایی هستند که از یک یا چند واحد اسیدآمینه زنجیره بلند تشکیل شده‌اند که توسط پیوند پپتیدی به هم متصل شده‌اند (Godeto et al., 2021). اخیراً، گزارش‌ها نشان داده‌اند که نانوذرات پروتئینی بیوسنتز شده به طور گسترده در نانوداروها، عمدتاً در دارورسانی، فعال هستند. این امر عمدتاً به این دلیل است که مولکول‌های پروتئینی نسبت به سایر مولکول‌های زیستی مزایای بیشتری دارند، مانند زیست‌سازگاری، زیست‌تخریب‌پذیری، سهولت دردسترس‌بودن و آماده‌سازی، راندمان بالای بارگذاری دارو، غیر ایمونوژنتیک بودن، افزایش جذب سلولی و تعداد زیادی از گروه‌های عاملی که می‌توانند برای هدف‌گیری اصلاح شوند (Reddy & Rapisarda, 2021). در مطالعه (Ahmad et al., 2013)، حضور گروه‌های مختلف C=O– متصل به سطح نانوذرات بیوسنتز شده را با استفاده از طیف‌سنج FT-IR نشان داد و گروه‌های C=O– باقیمانده‌های اسیدآمینه تمایل دارند به‌عنوان لیگاندهای پوششی برای نانوذرات عمل کنند و در نتیجه با جلوگیری از تجمع‌های غیرمنتظره، ذرات را در محلول آبی تثبیت کنند. گزارشات قبلی نشان دادند که گروه‌های عاملی مختلف مانند تیول‌ها (SH)، کربونیل‌ها (C=O-)، هیدروکسیل‌ها (OH-)، آمین‌ها (NH2-) و آمیدها (C=ONH2-) در باقیمانده‌های اسیدآمینه مولکول‌های پروتئین، اجزای بسیار مفیدی در بیوسنتز نانوذرات مختلف هستند. مولکول‌های پروتئینی حاوی یک پل دی‌سولفیدی (S-S) مانند پیوند سیستئین –سیستئین و سطح تیول (S-H) در اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین، یک محل کاتالیزوری برای کاهش نانوذرات تشکیل می‌دهند و به‌عنوان عوامل کاهنده و پوشش‌دهنده عمل می‌کنند (Durán et al., 2015). هنگامی که مولکول‌های پروتئین با سطوح نانوذرات تماس پیدا می‌کنند، می‌توانند بلافاصله به سطوح آنها متصل شوند (Durán et al., 2015). آنها همچنین می‌توانند انتقال دارو یا مواد ژنریک را به سلول‌های انسانی تسهیل کنند (Hu et al., 2011). علاوه بر این، جذب و نگهداری نانوذرات در داخل سلول‌های انسانی هنگامی که پروتئین‌ها به‌عنوان عوامل پوشش‌دهنده طبیعی استفاده می‌شوند، افزایش می‌یابد (Rodriguez et al. 2013)؛ بنابراین، وقتی پپتیدها هم به‌عنوان عامل کاهنده و هم به‌عنوان عامل پوششی در نانوذرات وجود دارند، نیازی به مرحله پوشش جداگانه نیست که این امر برای اکثر کاربردهای درمانی نانوذرات بسیار مهم است (Chowdhury et al., 2014).

نقش اسیدهای فنولیک در سنتز نانوذرات

اسیدهای فنولیک دسته‌ای از ترکیبات پلی‌فنولیک هستند که در منابع مختلف گیاهان دارویی به وفور یافت می‌شوند. آنها به متابولیت‌های ثانویه زیست‌فعال برجسته با گروه‌های عاملی COOH- با دو زیرشاخه، اسیدهای هیدروکسی بنزوئیک و اسیدهای هیدروکسی سینامیک، بر اساس اتصال COOH- به حلقه بنزن اشاره دارند. گروه‌های عاملی OH- و COOH- در اسیدهای فنولیک، به‌ویژه گروه‌های عاملی اسید کافئیک، اسید گالیک، اسید الاژیک و اسید پروتوکاتکوئیک، احیاکننده‌های زیستی نانوذرات فلزی هستند. اسیدهای فنولیک طبیعی، پتانسیل‌های کاهندگی خود را با کیلیت شدن به سطوح فلزی از طریق گروه‌های OH- و COOH- نشان می‌دهند .آنها با فراهم کردن یک الکترون (e^{-}) برای یون‌های فلزی ظاهری، هسته‌زایی نانوذرات را تسهیل می‌کنند و رشد را از طریق اسید فنولیک اکسید شده متصل به سطح نانوذرات تسهیل می‌کنند (Amini & Akbari, 2019). طبق گفته (Kim & Han, 2016)، گروه عاملی کاتکول در اسید

کافئیک (۳،۴-دی هیدروکسی سینامیک اسید) امکان کیلیت شدن قوی آن را با فلز یا اکسیدهای فلزی فراهم می‌کند و در نتیجه یون‌های فلز/اکسید فلز را به نانوذرات مربوطه کاهش می‌دهد.**نتیجه‌گیری**

سنتز سبز نانومواد به‌عنوان رویکردی پایدار و زیست‌سازگار، به‌دلیل بهره‌وری انرژی، کاهش هزینه‌های تولید، سهولت فرآیند سنتز، استفاده حداقلی یا حذف مواد شیمیایی سمی، و کاهش اثرات زیست‌محیطی، به‌عنوان گزینه‌ای امیدوارکننده در کاربردهای صنعتی و زیست‌محیطی مطرح شده است. با توجه به ظرفیت‌های گسترده طبیعت، موجودات زنده مختلف از جمله گیاهان، میکروارگانیسم‌ها و زیست‌توده‌ها، به‌طور فزاینده‌ای در سنتز و اصلاح نانومواد مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این میان، گیاهان دارویی به‌دلیل سابقه طولانی در طب سنتی و مدرن، جایگاه ویژه‌ای در تولید نانوذرات زیستی پیدا کرده‌اند. تمرکز پژوهش‌های اخیر بر استفاده از گیاهان دارویی و زیست‌توده آن‌ها در سنتز نانوذرات، عمدتاً ناشی از دسترسی آسان، تنوع زیستی بالا، و قابلیت استفاده از بخش‌های مختلف گیاه است. این گیاهان حاوی مجموعه‌ای از ترکیبات طبیعی هستند که در فرآیندهای کاهش، پوشش‌دهی و تثبیت نانوذرات نقش کلیدی ایفا می‌کنند. متابولیت‌های گیاهی نظیر فنول‌ها، فلاونوئیدها، ترپن‌ها، تانن‌ها، گلیکوزیدها، استروئیدها و پروتئین‌ها، دارای گروه‌های عاملی فعالی مانند هیدروکسیل، کربونیل، تیول، آمین و آمید هستند که در تبدیل پیش‌سازهای فلزی به نانوذرات هدف، نقش حیاتی دارند. با توجه به این ویژگی‌ها، سنتز نانوذرات با استفاده از متابولیت‌های گیاهان دارویی نه‌تنها روشی ایمن و پایدار محسوب می‌شود، بلکه می‌تواند به‌عنوان راهکاری نوین و مؤثر برای پاسخ‌گویی به چالش‌های درمانی، زیست‌محیطی و صنعتی جوامع امروزی مطرح گردد.

منابع

Abate, L., Tadesse, M.G., Bachheti, A. and Bachheti, R.K. 2022. Traditional and phytochemical bases of herbs, shrubs, climbers, and trees from Ethiopia for their anticancer response. BioMed Research International, 2022(1): 1589877.

Ahmad, T., Wani, I.A., Manzoor, N., Ahmed, J. and Asiri, A.M. 2013. Biosynthesis, structural characterization and antimicrobial activity of gold and silver nanoparticles. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 107: 227–234.

Amini, S.M. and Akbari, A. 2019. Metal nanoparticles synthesis through natural phenolic acids. IET Nanobiotechnology, 13(8): 771–777.

Bachheti, R.K., Godebo, Y., Bachheti, A., Yassin, M.O. and Husen, A. 2020. Root-based fabrication of metal/metal-oxide nanomaterials and their various applications. In: *Nanomaterials for Agriculture and Forestry Applications*, pp. 135–166.

Barata, A.M., Rocha, F., Lopes, V. and Carvalho, A.M. 2016. Conservation and sustainable uses of medicinal and aromatic plants genetic resources worldwide for human welfare. Industrial Crops and Products, 88: 8–11.

Bergman, M.E., Davis, B. and Phillips, M.A. 2019. Medically useful plant terpenoids: Biosynthesis, occurrence, and mechanism of action. Molecules, 24(21): 3961.

Bundschuh, M., Filser, J., Lüderwald, S., McKee, M.S., Metreveli, G., Schaumann, G.E. et al. 2018. Nanoparticles in the environment: Where do we come from, where do we go to? Environmental Sciences Europe, 30(1): 6.

Godeto, Y.G., Bachheti, A., Husen, A., Pandey, D.P. and Bachheti, R.K. 2021. Forest-based edible seeds and nuts for health care and disease control. In: *Non-Timber Forest Products: Food, Healthcare and Industrial Applications*, pp. 145–174. Cham: Springer International Publishing.

Hussain, M., Raja, N.I., Iqbal, M. and Aslam, S. 2019. Applications of plant flavonoids in the green synthesis of colloidal silver nanoparticles and impacts on human health. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science, 43(3): 1381–1392.

Hussein, R.A. and El-Anssary, A.A. 2019. Plants secondary metabolites: The key drivers of the pharmacological actions of medicinal plants. Herbal Medicine, 1(3): 11–30.

Kavitha, S., Dhamodaran, M., Prasad, R. and Ganesan, M. 2017. Synthesis and characterisation of zinc oxide nanoparticles using terpenoid fractions of *Andrographis paniculata* leaves. International Nano Letters, 7(2): 141–147.

Khan, M.A., Khan, T. and Nadhman, A. 2016. Applications of plant terpenoids in the synthesis of colloidal silver nanoparticles. Advances in Colloid and Interface Science, 234: 132–141.

Kim, K. and Han, J.W. 2016. Effect of caffeic acid adsorption in controlling the morphology of gold nanoparticles: Role of surface coverage and functional groups. Physical Chemistry Chemical Physics, 18(40): 27775–27783.

Mondal, S. and Rahaman, S.T. 2020. Flavonoids: A vital resource in healthcare and medicine. Pharmaceutical and Pharmacological International Journal, 8(2): 91–104.

Painuli, S., Semwal, P., Bachheti, A., Bachheti, R.K. and Husen, A. 2020. Nanomaterials from non-wood forest products and their applications. In: Nanomaterials for Agriculture and Forestry Applications, pp. 15–40.

Pan, S.Y., Litscher, G., Gao, S.H., Zhou, S.F., Yu, Z.L., Chen, H.Q. et al. 2014. Historical perspective of traditional indigenous medical practices: The current renaissance and conservation of herbal resources. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2014(1): 525340.

Parlinska-Wojtan, M., Kus-Liskiewicz, M., Depciuch, J. and Sadik, O. 2016. Green synthesis and antibacterial effects of aqueous colloidal solutions of silver nanoparticles using camomile terpenoids as a combined reducing and capping agent. Bioprocess and Biosystems Engineering, 39(8): 1213–1223.

Parlinska-Wojtan, M., Depciuch, J., Fryc, B. and Kus-Liskiewicz, M. 2018. Green synthesis and antibacterial effects of aqueous colloidal solutions of silver nanoparticles using clove eugenol. Applied Organometallic Chemistry, 32(4): e4276.

Perveen, S. and Al-Taweel, A. (eds.). 2018. Terpenes and Terpenoids. BoD–Books on Demand.

Reddy, N. and Rapisarda, M. 2021. Properties and applications of nanoparticles from plant proteins. Materials, 14(13): 3607.

Tiwari, R. and Rana, C.S. 2015. Plant secondary metabolites: A review. International Journal of Engineering Research and General Science, 3(5): 661–670.

Wanjohi, B.K., Sudoi, V., Njenga, E.W. and Kipkore, W.K. 2020. An ethnobotanical study of traditional knowledge and uses of medicinal wild plants among the Marakwet Community in Kenya. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2020(1): 3208634.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

A short review of the synthesis of nanoparticles using medicinal plant extracts

Majid Bagnazari[1*], Kazhal Address[1] and Afsaneh Azizi[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
[*]*Corresponding author: majid.bagnazari@gmail.com*

Abstract

In recent years, nanotechnology has become one of the most active and interdisciplinary scientific branches, which, with its rapid growth, covers a wide range of applications from health to environmental protection. One of the new approaches in the synthesis of nanoparticles is the use of medicinal plants, which has attracted the attention of many researchers due to their environmental compatibility, simplicity of the process and low cost. These plants, which have a long history in traditional medicine, also play an important role in nanotechnology processes today. Bioactive compounds, which exist in the structure of medicinal plants as secondary metabolites, are not only effective in the natural defense of plants against pathogens, but also play a role in biological interactions between plants, microorganisms and animals. These same characteristics have led to these compounds being considered as effective factors in the production of nanoparticles. In recent years, research has focused on the use of specific groups of these metabolites, such as terpenoids, alkaloids, and phenolic compounds, including flavonoids; compounds that, in addition to their ability to reduce metal ions and form nanoparticles, can also confer important biological properties such as antibacterial, antioxidant, and anticancer activities to nanoparticles. This review article, with an analytical approach, examines the role of secondary metabolites of medicinal plants in the synthesis process of nanoparticles, their structural and functional characteristics, and their potential applications in various scientific fields. In a situation where the world is facing environmental, therapeutic, and industrial challenges, the use of plant resources in the development of new technologies can be an effective step towards achieving sustainable and innovative solutions.

Keywords: Alkaloids, Nanoparticles, Phenolic compounds, Secondary metabolites, Terpenoids.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بیوسنتز، شناسایی و فعالیت ضد باکتریایی نانوذرات اکسید روی با استفاده از عصاره آویشن دنایی

زهرا لاسمی[1*] و راضیه عظیمی[2]
۱- گروه شیمی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: زهرا لاسمی *azilasemi@yahoo.com*

چکیده

بیوسنتز نانوذرات اکسید روی با یک روش شیمیایی سبز ساده با استفاده از عصاره آبی آویشن دنایی به عنوان عامل کاهنده و عامل پوششی انجام شده است. نانوذرات تهیه شده با استفاده از طیف‌سنج فرابنفش-مرئی (UV-vis)، میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FESEM)، طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR) و پراش اشعه ایکس (XRD) شناسایی شدند. نانوذرات ZnO کروی شکل بودند و اندازه متوسط ذرات آنها که توسط FESEM تعیین شد، حدود ۳۳ تا ۵۱ نانومتر بود. برهمکنش‌های بین ترکیبات زیست‌فعال آویشن دنایی و نانوذرات ZnO تولید شده، در طیف‌های FTIR مشهود بود. علاوه بر این، نانوذرات ZnO فعالیت ضدباکتریایی خوبی در برابر باسیلوس سوبتیلیس و استافیلوکوکوس اورئوس (باکتری‌های گرم مثبت)، اشریشیا کلی و سودوموناس آئروژینوزا (باکتری‌های گرم منفی) نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: سنتز سبز، نانوذرات اکسید روی، آویشن دنایی، فعالیت ضد باکتریایی، عصاره.

مقدمه

در سال‌های اخیر، فناوری نانو تأثیر گسترده‌ای بر زندگی بشر در زمینه‌های مختلف مانند داروسازی و پزشکی، صنایع شیمیایی و کشاورزی داشته است (Porter and Youtie, 2009). یکی از زمینه‌های مهم تحقیق در فناوری نانو، سنتز نانوذرات مختلف است. تکنیک‌های فیزیکی و شیمیایی متعددی برای سنتز نانوذرات ارائه شده است (Fahimmunisha et al., 2020). با این حال، این روش‌های مرسوم شامل مواد شیمیایی سمی و گران‌قیمت هستند و می‌توانند برای محیط زیست و سلامت انسان خطرناک باشند. بنابراین، توسعه روش‌های سازگار با محیط زیست برای تهیه نانومواد در سال‌های اخیر مورد توجه محققان مواد قرار گرفته است. در این راستا، مواد گیاهی به دلیل فراوانی، دسترسی آسان و سازگاری با محیط زیست بدون ایجاد اثرات نامطلوب زیست‌محیطی، می‌توانند برای سنتز سبز نانوذرات مورد استفاده قرار گیرند (Divya, et al., 2018). از سوی دیگر، به دلیل کاربردهای فراوان نانوذرات اکسیدهای فلزی در زمینه‌های مختلف فنی، مطالعات زیادی بر روی آنها انجام شده است. در میان اکسیدهای فلزی، نانوذرات اکسید روی به دلیل سمیت کمتر و سازگاری بیشتر با محیط زیست در مقایسه با سایر نانوذرات فلزی مورد توجه قرار گرفته‌اند و همین امر آنها را برای کاربردهای زیست پزشکی مانند درمان‌های ضد سرطان، دارورسانی، عوامل ضد باکتری و مدیریت دیابت مناسب می‌سازد (da Silva, et al., 2018).

آویشن دنایی (*Thymus daenensis Celak*) یکی از گونه‌های بومی و غنی از تیمول از جنس آویشن در ایران است که با برگ‌های پهن، ساقه‌های چند شاخه، بوته‌های بالشی و پایه‌های چوبی با ارتفاع ۶ تا ۳۰ سانتی‌متر مشخص می‌شود (Ghahreman, 2001). مهم‌ترین ترکیبات فیتوشیمیایی این گیاه شامل فنول‌ها، تیمول، کارواکرول و فلاونوئیدها است (Sajjadi and Khatamsaz, 2014). این گیاه در طب سنتی ایران به ویژه به دلیل خواص دارویی مانند ضد سرفه، خلط‌آور، ضد اسپاسم، ضد برونشیت، ضد نفخ، و ضد انگل مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mosavinezhad, et al., 2020).

گزارش‌های زیادی از سنتز سبز نانوذرات اکسید روی توسط گیاهان مختلف وجود دارد (Kalaimurgan, et al., 2024)، اما هنوز گیاهان زیادی وجود دارند که توانایی ساخت نانوذرات و استفاده از آنها را در چنین صنعت ارزشمند و گرانبهایی دارند که تاکنون ناشناخته مانده‌اند. بنابراین، با توجه به اهمیت سنتز سبز نانوذرات اکسید روی و کاربرد گسترده آن در زمینه‌های مختلف پزشکی، صنعت و کشاورزی،

در این مقاله، سنتز نانوذرات اکسید روی با استفاده از عصاره گیاه آویشن دنایی گزارش می‌شود. همچنین، اثر ضد باکتریایی نانوذرات تهیه شده ارزیابی می‌شود.

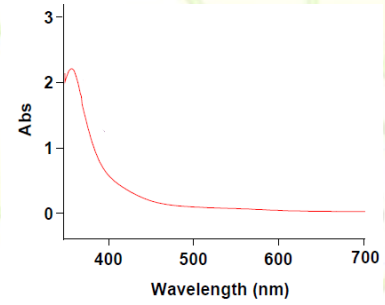
مواد و روش‌ها

سنتز سبز نانوذرات اکسید روی با استفاده از عصاره گیاه آویشن دنایی

به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱۰ میلی‌مولار استات روی دی‌هیدرات که در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد هم زده شده بود، ۲۰ میلی‌لیتر عصاره آبی آویشن دنایی، قطره قطره اضافه شد. پس از ۲۰ دقیقه، رنگ محلول از زرد به سبز- قهوه‌ای تغییر کرد که نشان دهنده تشکیل نانوذرات اکسید روی است. این محلول به مدت یک ساعت تحت این شرایط هم زده شد تا واکنش کامل شود. محلول تشکیل شده به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. رسوب بدست آمده، چندین بار با آب مقطر شستشو داده شد تا نانوذرات اکسید روی خالص به دست آید.

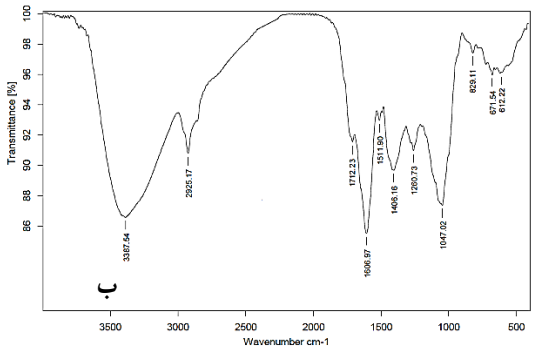
نتایج و بحث

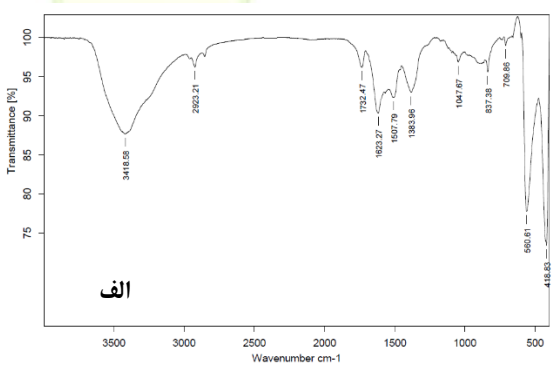
وقتی عصاره آویشن دنایی به محلول آبی نیترات نقره اضافه می‌شود، رنگ محلول کلوئیدی به ترتیب از زرد به سبز–قهوه‌ای تغییر می‌کند. همانطور که در طیف‌های UV-Visible (شکل ۱) مشاهده می‌شود، ذرات کلوئیدی سنتز شده با استفاده از عصاره آویشن دنایی حداکثر پیک جذب را در ۳۵۶ نانومتر نشان می‌دهند که یک باند SPR مشخصه نانوذرات ZnO است.



شکل ۱- طیف‌های UV-vis نانوذرات اکسید روی بیوسنتز شده با استفاده از عصاره گیاه آویشن دنایی.

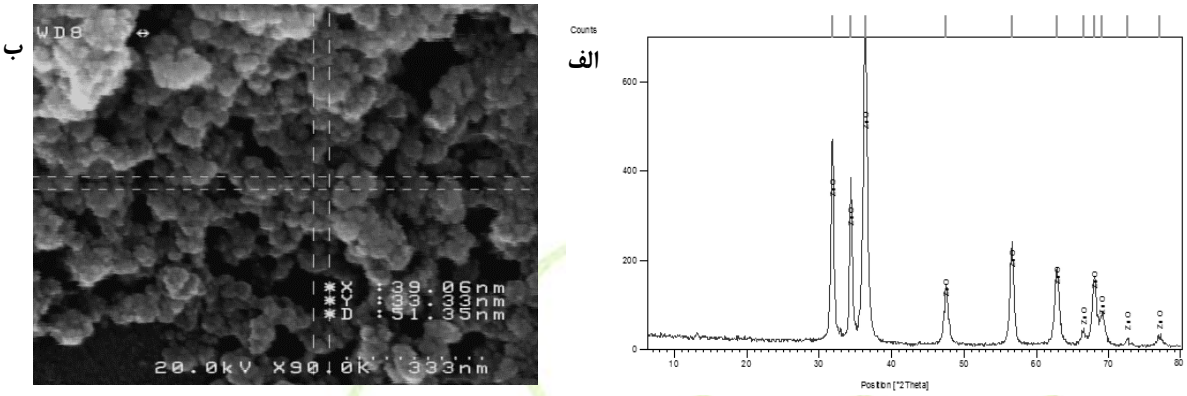
طیف‌های FT-IR عصاره گیاه آویشن دنایی و نانوذرات اکسید روی سنتز شده، در شکل ۲ نشان داده شده است. نوارهای جذبی مشابهی با کمی تغییر در فرکانس جذب، در طیف‌های FTIR نانوذرات اکسید روی ظاهر می‌شوند، که نشان دهنده حضور ترکیبات زیست فعال جذب شده روی سطح نانوذرات اکسید روی است. این نتایج نشان می‌دهد که اجزای زیست فعال عصاره احتمالاً مسئول کاهش و تثبیت نانوذرات اکسید روی هستند.





شکل ۲- طیف‌های FTIR مربوط به (الف) عصاره و (ب) نانوذرات ZnO بیوسنتز شده.

الگوهای XRD نانوذرات ZnO تهیه شده در شکل ۳-الف ارائه شده است. پیک پراش در مقادیر 2θ برابر با ۳۱/۸۲، ۳۴/۳۹، ۳۶/۳۶، ۴۷/۵۴، ۵۶/۶۰، ۶۲/۸۲، ۶۶/۴۶، ۶۷/۹۸، ۶۹/۰۹، ۷۲/۵۳ و ۷۶/۹۹ مربوط به بازتاب از صفحات کریستالی (۱۰۰)، (۰۰۲)، (۱۰۱)، (۱۰۲)، (۱۱۰)، (۱۰۳)، (۲۰۰)، (۱۱۲)، (۲۰۱)، (۰۰۴) و (۲۰۲) است. با توجه به آنالیزهای XRD نانوذرات ZnO و با استفاده از معادله شرر، اندازه متوسط نانوذرات ZnO حدود ۲۵ نانومتر بدست آمد.



شکل ۳- الف) الگوی XRD، ب) تصویر FESEM از نانوذرات ZnO تهیه شده.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FESEM) از نانوذرات اکسید روی بیوسنتز شده با عصاره گیاه آویشن دنایی در شکل ۳-ب نشان داده شده است. همانطور که تصاویر FESEM نشان می‌دهند، نانوذرات ساخته شده، کروی شکل هستند و اندازه ذرات آنها بین ۳۳ تا ۵۱ نانومترمی‌باشد.

MIC نانوذرات اکسید روی تهیه شده با عصاره، بر روی چند سویه باکتریایی مانند *Ps. auerogenosa*، *S. aureus* *B. subtilis* و *E. coli* آزمایش شد. نتایج MIC برای نانوذرات اکسید روی، پس از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد، به مدت ۲۴ ساعت خوانده شد، مقادیر MIC مربوط به نانوذرات اکسید روی در جدول ۱ فهرست شده است.

جدول ۱- مقادیر MIC نانوذرات اکسید روی بیوسنتز شده توسط عصاره آویشن دنایی.

سویه های باکتریایی	*S. aureus*	*B. subtilis*	*E. coli*	*Ps. auerogenosa*
MIC (mg/mL)	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵

نتیجه‌گیری

در اینجا ما یک رویکرد جدید سازگار با محیط زیست برای سنتز سبز نانوذرات ZnO توسط عصاره آویشن دنایی ارائه دادیم، که در آن اجزای فعال موجود در عصاره می‌توانند به عنوان عامل کاهنده و تثبیت‌کننده عمل کنند. نانوذرات ZnO تولید شده توسط عصاره آویشن دنایی، باعث مهار رشد سویه‌های باکتریایی شدند. مقادیر MIC برای نانوذرات ZnO بین ۰/۲۵ تا ۰/۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بدست آمد. این نتایج تأیید کرد که آویشن دنایی می‌تواند یک منبع طبیعی کم‌هزینه، غیرسمی و سازگار با محیط زیست برای سنتز نانوذرات ZnO باشد، که ممکن است برای توسعه عوامل ضد باکتری جایگزین جدید، در زیست پزشکی مفید باشد.

منابع

da Silva, B.L., Caetano, B.L., Chiari-Andréo, B.G., Pietro, R.C.L.R. and Chiavacci, L.A. 2019. Increased antibacterial activity of ZnO nanoparticles: Influence of size and surface modification. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 177: 440–447.

Divya, M., Vaseeharan, B., Abinaya, M., Vijayakumar, S., Govindarajan, M., Alharbi, N.S., Kadaikunnan, S., Khaled, J.M. and Benelli, G. 2018. Biopolymer gelatin-coated zinc oxide nanoparticles showed high antibacterial, antibiofilm and anti-angiogenic activity. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 178: 211–218.

Fahimmunisha, B.A., Ishwarya, R., AlSalhi, M.S., Devanesan, S., Govindarajan, M. and Vaseeharan, B. 2020. Green fabrication, characterization and antibacterial potential of zinc oxide nanoparticles using *Aloe socotrina* leaf extract: A novel drug delivery approach. Journal of Drug Delivery Science and Technology, 55: 101465.

Ghahreman, A. 2000. *Flora of Iran*, Vol. 22.

Kalaimurgan, D., Lalitha, K., Govindarajan, R.K., Unban, K., Shivakumar, M.S., Venkatesan, S., Khanongnuch, C., Husain, F.M., Qais, F.A., Hasan, I., Karuppiah, P., Khan, A. and Adil, M. 2024. Biogenic synthesis of zinc oxide nanoparticles using *Drynaria quercifolia* tuber extract for antioxidant, antibiofilm, larvicidal, and photocatalytic applications. Biomass Conversion and Biorefinery, 14: 30047–30063.

Mosavinezhad, K., Shakerian, A., Sharafati Chaleshtori, A. and Rahimi, E. 2020. Antimicrobial and antioxidant effects of *Thymus daenensis* and *Camellia sinensis* ethanolic extracts on chicken meat during frozen storage. Journal of Medicinal Plants and By-products, 1: 17–27.

Porter, A.L. and Youtie, J. 2009. How interdisciplinary is nanotechnology? Journal of Nanoparticle Research, 11: 1023–1041.

Sajjadi, S.E. and Khatamsaz, M. 2003. Composition of the essential oil of *Thymus daenensis* Celak. ssp. *lancifolius* (Celak.) Jalas. Journal of Essential Oil Research, 15: 34–35.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Biosynthesis, characterization and antibacterial activity of zinc oxide nanoparticles using *Thymus daenensis* extract

Zahra Lasemi[1*] and Razieh Azimi[2]
1. Department of Chemistry, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: azilasemi@yahoo.com*

Abstract

Biosynthesis of zinc oxide nanoparticles has been achieved by a simple green chemical procedure using aqueous *Thymus daenensis* extract as a reducing agent and a capping agent. The prepared nanoparticles were characterized using ultraviolet-visible (UV–vis) spectrometer, field emission scanning electron microscopy (FE-SEM), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and X-ray diffraction (XRD). ZnO NPs were spherical in shape, and their average particle size determined by FESEM was about 33 to 51 nm. The interactions between the bioactive compounds of *Thymus daenensis* and the produced ZnO NPs were evident in the FTIR spectra. Furthermore, ZnO NPs exhibited good antibacterial activity against *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus* (Gram-positive bacteria), *Escherichia coli*, and *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-negative bacteria).

Keywords: Antibacterial activity, Extract, Green synthesis, Zinc oxide nanoparticles, *Thymus daenensis*.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نور با منبع LED بر میزان فلاونوئید کل بابونه کبیر (*Tanacetum parthenium*)

راضیه ابراهیمی[۱]، کرامت‌الله سعیدی[۱*]، مسعود قاسمی قهساره[۱] و فاطمه جمشیدی‌کیا[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *saeidi@sku.ac.ir*

چکیده

نور یک عامل محیطی مهم است که با تنظیم مسیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی کلیدی، رشد گیاه، فتوسنتز و بیوسنتز متابولیت های ثانویه را کنترل می‌کنداز این‌رو، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد به منظور بررسی میزان فلاونوئید کل گیاه Tanacetum parthenium انجام شد. در این مطالعه اثرات طیف‌های مختلف نور LED 100% قرمز (R)، ۱۰۰٪ آبی (B)، ۱۰۰٪ سفید (W)، R50: B۵۰%، R50: W۵۰% و نور طبیعی گلخانه‌ای (Control) را بر روی میزان ترکیبات فلاونوئیدی برگ و گل گیاه بابونه کبیر ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها تفاوت معنی داری (p <۰/۰۱) را در محتوای کل فلاونوئید در بین طیف‌های مختلف نور LED نشان داد. بیشترین مقدار فلاونوئید کل برگ‌ها در تیمار شاهد (44.51±0.33 QE/g) و کمترین مقدار (29.44±0.13 QE/g) در تیمار R50: W۵۰% مشاهده شد. بیشترین مقدار فلاونوئید کل گل‌ها (53.37±0.25 QE/g) تحت طیف نوری R:50B٪۵۰ درصد و کمترین مقدار (35.77±0.22 QE/g) در تیمار شاهد مشاهده شد. این یافته ها نشان می دهد که کیفیت نور LED به طور قابل توجهی بر بیوسنتز فلاونوئید کل در گیاه بابونه کبیر تأثیر می‌گذارد. این مطالعه پتانسیل استفاده از طیف‌های نور LED مشخص را برای بهبود کل فلاونوئید و در نتیجه کیفیت گیاه دارویی بابونه کبیر در سیستم های رشد کنترل شده نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بابونه کبیر، متابولیت‌های ثانویه، نور LED، فلاونوئید کل.

مقدمه

گیاه دارویی بابونه کبیر *Tanacetum parthenium* گیاهی علفی و چند ساله از تیره‌ی Asteraceae است. این گیاه در درمان طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها از جمله اختلالات قاعدگی، دندان‌درد، میگرن، آسم، تب، دل‌درد، آرتروز، نیش حشرات و کرم‌های انگلی (هلمینت‌ها) مورد استفاده قرار گرفته است. بابونه کبیر حاوی ترکیبات از جمله سزکوئی‌ترپن لاکتون‌ها و ترکیبات فنولی و اسانس است. این خواص علمی تأییدکننده استفاده سنتی از این گیاه در درمان میگرن، تب، سرماخوردگی و آرتروز است، همچنین ترکیبات فنولی دارای اثر ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی بالایی هستند (Freund et al., 2020). متابولیت‌های ثانویه یکی از مهم‌ترین منابع دارویی با خواص دفاعی هستند که توسط گیاهان دارویی مختلف در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی سنتز می‌شوند. کیفیت و کمیت متابولیت‌های ثانویه تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار داد از جمله گونه‌های گیاهی، ژنوتیپ، مراحل رشد و عوامل محیطی. در بسیاری از گونه‌های گیاهان دارویی ثبت شده است که میزان متابولیت‌های ثانویه و ترکیب آن با عوامل مختلف محیطی تغییر می‌کند و یکی از مؤثرترین عوامل در کنترل میزان متابولیت‌ها در گیاه نوراست (Yeshi et al., 2022). گیاهان برای فعالیت‌های مختلف خود از جمله فتوسنتز، گل انگیزی، نورگرایی، رشد و تولید متابولیت‌های گیاهی به نور نیاز دارند. نور مورد نیاز از نظر شدت، مدت تابش (فتوپریود) و کیفیت (طول موج) بسیار اهمیت دارد. واکنش‌های شیمیایی و مورفولوژیک گیاهان به شدت و کیفیت نور دریافتی بستگی دارند. در گیاهان، گیرنده‌های نوری مختلفی مانند فیتوکروم‌ها، کریپتوکروم‌ها و فتوتروپین‌ها وجود دارند که به دریافت طیف‌های خاص نور اختصاص دارند. تغییرات نور می‌تواند تأثیرات چشمگیری بر تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی داشته باشد که موجب افزایش مواد مؤثره در گیاهان می‌شود. به طور کلی، تغییر کیفیت نور از طریق منابع نور مصنوعی در محیطهای کنترل‌شده می‌تواند به بهبود محصولات کشاورزی و تولید متابولیت‌های گیاهی کمک

کند (Aguirre-bottger and Zolla, 2024). منابع نور مصنوعی یک جزء حیاتی در سیستم کنترل شده رشد گیاه هستند. نور مصنوعی می‌تواند راه‌حلی برای به دست آوردن یک محصول مهم با حداکثر کارایی، ارزش غذایی بالا و حداقل تلاش در کشاورزی باشد. کیفیت و طول موج نور تعیین کننده سنتز ترکیبات متابولیکی اولیه (پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها) و ثانویه (پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و لیگنین‌ها) است. امروزه منابع نور LED (Light-Emitting Diodes) چشم‌اندازهای جالبی را برای استفاده در طرح‌های نورپردازی گیاهان در کشاورزی محیط کنترل شده (گلخانه‌ها) و اتاق‌های رشد برای کشته‌ای آزمایشگاهی ارائه می‌دهند. در مقایسه با دیگر منابع نوری LED ها دارای مزایایی مانند ویژگی طول موج، تابش گرمای کمتر، دوام طولانی، مصرف انرژی بسیار کمتر و امکان دست‌کاری کیفیت‌های طیفی نور ساطع شده هستند (Gao et al., 2022).

نور در گیاهان تغییرات مختلفی را ایجاد می‌کند که این تغییرات شامل اصلاح مورفولوژی گیاه مانند طویل شدن ساقه یا انشعاب، تنظیم ریتم‌های داخلی برای انتقال گیاه از یک مرحله رشد به مرحله دیگر (مانند گذار از رویشی به زایشی) و تحریک سنتز و تجمع متابولیت‌های گیاهی است (Cavallaro and Muleo, 2022).

در بررسی تأثیر لامپ‌های LED قرمز، آبی، ترکیب قرمز و آبی (۷۰:۳۰) و سفید بر ویژگی‌های مورفولوژیک، فیتوشیمیایی و ترکیبات اسانس گیاه دارویی نعناع دشتی نتایج نشان دادند نور سفید باعث بالاترین میزان فنول کل و نور قرمز بیشترین فلاونوئید کل و آنتوسیانین را تولید کرد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نور آبی، سفید و قرمز بالا بود. به طور کلی، ترکیب این دو نور می‌تواند به بهبود رشد و عملکرد گیاهان دارویی و معطر کمک کند. در مطالعه‌ای که توسط احمدی و همکاران (Karimi et al., 2022). انجام شد گیاه *Hypericum perforatum* تحت طیف‌های مختلف نوری قرار گرفت که شامل طیف‌های سفید، قرمز و آبی در نسبت¬های مختلف بود. طبق نتایج این فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، محتوای فنول کل و فلاونوئید در گیاهانی که در معرض مخلوط نور قرمز و آبی قرار داشتند بیشتر بوده همچنین گیاهان رشد کرده تحت LED، ۱۰۰ درصد سفید از نظر پارامترهای رشد و متابولیت‌های ثانویه متوسط بودند. این یافته‌ها نشان داد که تحت نور ۱۰۰٪ قرمز رشد، گلدهی و همچنین تجمع متابولیت‌های ثانویه در گیاه بیشتر است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۴۰۳ انجام شد. نشای گیاهان سرمادیده بابونه کبیر در گلدان‌هایی به قطر ۱۲ سانتی‌متر کاشته شد و زیر نورهای LED با طیف‌های ۱۰۰٪ سفید (W)، ۱۰۰٪ قرمز (R)، ۱۰۰٪ آبی (B)، ۵۰:۵۰٪ قرمز-آبی (RB) و ۵۰:۵۰٪ قرمز-سفید (RW) و نور خورشید بدون LED (Control) با ۶ تکرار از ساعت ۱۰ شب تا ۹ صبح تا زمان ظهور گل در قالب طرح کاملا تصادفی قرار گرفتند. در ادامه برگ و گل بابونه کبیر خشک و پودر شده و با نسبت ۱:۱۰ با اتانول ۷۰ درصد مخلوط شد. پس از ۷۲ ساعت عصاره از طریق کاغذ صافی فیلتر شد. سپس از روش تقطیر در خلأ و با استفاده از دستگاه روتاری، در دمای ۲ ± ۳۷ درجه سانتی‌گراد عصاره تغلیظ شده و در انکوباتور با دمای ۲ ± ۳۷ درجه سلسیوس عصاره خشک شد. اندازه‌گیری فلاونوئید کل عصاره برگ و گل بر اساس روش لینگ و همکاران (Liang et al., 2010). با کمی تغییرات انجام شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گرفت.

نتایج و بحث

میزان فلاونوئیدها در بین تیمارها و اندام‌های گیاهی تفاوت معنی‌داری نشان داد. در برگ‌ها، تیمار شاهد بیشترین مقدار فلاونوئید (44.51±0.33mg QE/g)را نشان داد، در حالی که کمترین مقادیر زیر نور RW (29.44±0.13mg QE/g) مشاهده شد. اما، در مورد فلاونوئید گل، تیمار RB بیشترین میزان (53.37 ± 0.25 mg QE/g) و تیمار Control (35.77 ± 0.22 mg QE/g) کمترین میزان فلاونوئید گل مشاهده شد(جدول ۱). این نتایج با یافته‌های لی و همکاران (Li et al., 2021) مبنی بر تاثیر ترکیب نور قرمز و آبی بر تحریک بیوسنتز فلاونوئید در اندام زایشی گیاهان دارویی همسو بود.

جدول ۱- اثر طیف‌های مختلف نور LED بر میزان فلاونوئید گل و برگ بابونه کبیر.

	Total flavonoid content of extract (mg QE/g extract)	
Treatment	Leaves	Flowers
100% White (W)	34.63±0.25^{d}	51.17±0.26^{b}
100% Red (R)	38.22±0.44^{b}	47.38±0.19^{d}
100% Blue (B)	37.33±0.26^{c}	45.43±0.41^{e}
50R:50B%	31.93±0.26^{e}	53.37±0.25^{a}
50R:50W%	29.44±0.13^{f}	48.18±0.25^{c}
Control	44.51±0.33^{a}	35.77±0.22^{f}

میانگین‌ها در هر ستون حداقل با یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

منابع

Aguirre-Bottger, C. and Zolla, G. 2024. The best of both worlds: Photosynthesis and Solanaceae biodiversity seeking a sustainable food and cosmetic industry. Frontiers in Plant Science, 1–6.

Cavallaro, V. and Muleo, R. 2022. The effects of LED light spectra and intensities on plant growth. Plants.

Freund, R.R.A., Gobrecht, P., Fischer, D. and Arndt, H.-D. 2020. Advances in chemistry and bioactivity of parthenolide. Natural Product Reports, 37: 541–565.

Gao, Q., Liao, Q., Li, Q., Yang, Q., Wang, F. and Li, J. 2022. Effects of LED red and blue light component on growth and photosynthetic characteristics of coriander in plant factory. Horticulturae.

Karimi, M., Ahmadi, N. and Ebrahimi, M. 2022. Red LED light promotes biomass, flowering and secondary metabolites accumulation in hydroponically grown *Hypericum perforatum* L. (cv. Topas). Industrial Crops and Products, 175: 114239.

Liang, T., Yue, W. and Li, Q. 2010. Comparison of the phenolic content and antioxidant activities of *Apocynum venetum* L. (Luo-Bu-Ma) and two of its alternative species. International Journal of Molecular Sciences, 11: 4452–4464.

Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejerytė, E. and Wangchuk, P. 2022. Plant secondary metabolites produced in response to abiotic stresses have potential application in pharmaceutical product development. Molecules, 27: 313.

Investigation of the Effects of Different LED Light Spectra on Total Flavonoid Content in of Feverfew (*Tanacetum parthenium*)

Razieh Ebrahimi[1], Keramatollah saeidi[1*], Fatemeh Jamshidi kia[1] and Masood Ghasemi Ghehsareh[1]
1. Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[*]*Corresponding Author: saeidi@sku.ac.ir*

Abstract

Light is a crucial environmental cue that governs plant growth, photosynthesis, and the biosynthesis of secondary metabolites by modulating key physiological and biochemical pathways. In this context, a completely randomized design experiment with six replications was conducted in the Faculty of Agriculture, Shahrekord University research greenhouse to assess the total flavonoid content of Tanacetum parthenium. This study evaluates the effects of different LED light spectra 100% red (R), 100% blue (B), 100% white (W), 50R:50B, 50R:50W, and natural greenhouse light (control, C) on the accumulation of total flavonoid leaves and flowers of the feverfew compounds in feverfew. The analysis of variance revealed a significant difference ($p < 0.01$) in total flavonoid content among the different LED light spectra. The highest total flavonoid content of leaves (44.51±0.33 QE/g) was observed under control, whereas the lowest content (29.44±0.13 QE/g) was recorded in the 50R:50W% treatment. The highest total flavonoid content of flowers (53.37±0.25 QE/g) was observed under 50R:50B% light spectrum, whereas the lowest content (35.77±0.22 QE/g) was recorded in the control treatment. These findings show that the quality of LED light significantly impacts the biosynthesis of total flavonoid in feverfew. This study demonstrated the potential of using specific LED light spectra to improve the total flavonoid and, consequently, the medicinal quality of feverfew within controlled growing systems.

Keywords: Feverfew, LED Light, Secondary metabolites, Total flavonoid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

امکان‌سنجی اهلی‌سازی گیاه درمنه سفید (*Artemisia herba-alba*) و بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی و خواص بیولوژیکی آن

افسانه عزیزی[۱]، محمد محمودی سورستانی[۱*]، حسین معتمدی[۲] و مجید بگ‌نظری[۳]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
*نویسنده مسئول: *m.mahmoodi@scu.ac.ir*

چکیده

درمنه سفید (*Artemisia herba-alba*) به‌عنوان گیاه دارویی ارزشمند حاوی ترکیبات زیست‌فعال (۱،۸-سینئول و مشتقات فنولی)، به‌دلیل برداشت بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها در معرض تهدید انقراض است. بدین منظور پژوهشی چهارفازی با هدف اهلی‌سازی، بهینه‌سازی کشت و شناسایی اندوفیت‌های بومی انجام شد. در فاز اول، اکوتایپ سرابله با ویژگی‌های متمایز کاریوتایپی2n=18، شاخص سانترومری ۰/۳۵، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا و سازگاری با خاک‌های رسی-لومی غنی از ماده آلی به‌عنوان برترین اکوتایپ انتخاب گردید. فاز دوم نشان داد اوج تجمع متابولیت‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مرحله گلدهی (روز ۱۵۲) رخ می‌دهد، اما قوه نامیه بذر پس از ۱۲ ماه انبارداری سرد ۴۰٪ کاهش می‌یابد. در فاز سوم، پرایمینگ ترکیبی نور ۱۶ ساعت + جیبرلیک اسید ۵۰۰ ppm با تحریک فعالیت آلفا-آمیلاز، جوانه‌زنی را افزایش داد و جدایه‌های اندوفیت چندعملکردی (توانایی تثبیت نیتروژن: ۶۰٪، تولید جیبرلین: ۴۰٪) شناسایی شدند. همچنین اسانس گیاه اثرات ضدمیکروبی قوی علیه پاتوژن‌های گیاهی و انسانی نشان داد .فاز چهارم نشان داد که کشت نشایی در بستر رسی-لومی (۳۰٪ رس، ماده آلی ۲.۵۵٪) همراه تلقیح بذر با کانسورتیوم چهارگانه اندوفیت (غلظت 10^6 CFU/ml) تولید متابولیت‌ها را افزایش داد. در نتیجه، راهبرد تلفیقی (شامل انتخاب اکوتایپ سرابله، برداشت در زمان گلدهی، پرایمینگ ترکیبی، تلقیح میکروبی و کشت نشایی) چارچوبی پایدار برای اهلی‌سازی، حفاظت ژنتیکی و تولید تجاری این گونه با کیفیت متابولیتی برتر فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: اندوفیت، پاتوژن، پرایمینگ بذری و سیتوژنتیک.

مقدمه

درمنه سفید (*Artemisia herba-alba*) به‌عنوان یک گیاه دارویی کلیدی، نمادی از رابطه دیرینه و پیچیده انسان با گیاهان دارویی است که از دیرباز نقش حیاتی در سلامت جهانی ایفا کرده‌اند. در بین گونه‌های جنس درمنه (Artemisia) از خانواده کاسنی (Asteraceae) گونه *A. herba-alba*، به‌خاطر اسانس ارزشمند و ترکیبات زیست‌فعال غنی که دارا می‌باشد، شناخته می‌شود. آنالیزهای فیتوشیمیایی وجود ترکیباتی مانند ۱و۸-سینئول (تا ۳۰٪ اسانس)، کامفور، کریسانتنون، کریسانتنول و مشتقات فنولی (مثل اسید کوئینیک) و همچنین لاکتون‌های سسکویی‌ترپن را تأیید کرده‌اند. این ترکیبات پایه علمی کاربردهای گسترده سنتی این گیاه هستند؛ از درمان اختلالات تنفسی و گوارشی، دیابت و عفونت‌های انگلی تا استفاده به‌عنوان ضدعفونی‌کننده، مسکن و شل‌کننده عروق. مطالعات مدرن نیز خواص ضدباکتریایی، آنتی‌اکسیدانی قوی، ضداسپاسم و حشره‌کشی اسانس آن را تأیید نموده‌اند (Younsi et al., 2017; Aljaiyash et al., 2018). با این حال، برداشت بی‌رویه از جمعیت‌های وحشی (که منبع اصلی تأمین در کشورهای در حال توسعه است) این گونه را در معرض خطر انقراض قرار داده است. از این‌رو برای حفاظت و استفاده پایدار، کشت مصنوعی (زراعی) و اهلی‌سازی ضروری است (Aljaiyash et al., 2018). در فرایند تکثیر چالش اصلی، خواب بذرهای *A. herba-alba* به دلیل وجود مواد شیمیایی فیتوتوکسیک و آللوپاتیک است که جوانه‌زنی را مهار می‌کنند. استفاده از راهکارهای مانند پرایمینگ بذر (هیدروپرایمینگ، هورمونی، بیوپرایمینگ) می‌توانند این موانع را برطرف کنند (Modallal and Al-Charchafchi, 2006). همچنین، بهره‌گیری از اندوفیت‌ها - میکروارگانیسم‌های همزیست ساکن بافت‌های گیاهی - بسیار نویدبخش است. این میکروارگانیسم‌ها نه‌تنها با ترشح متابولیت‌های محافظ (مانند آلکالوئیدها و ترپنوئیدها) گیاه را در برابر پاتوژن‌ها تقویت می‌کنند،

بلکه با تولید هورمون‌های رشد و مولکول‌های بیوسورفکتانت، جایگزینی طبیعی و ایمن برای سموم شیمیایی مضر (که با مشکلات مقاومت پاتوژنی و بقایای سمی مواجهند) ارائه می‌دهند. این امر به‌ویژه با توجه به نیاز به تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان و کاهش تلفات ۱۰٪ محصولات کشاورزی ناشی از بیماری‌های گیاهی، حیاتی است (Schoss et al., 2022). پژوهش حاضر با تمرکز بر اهلی‌سازی *A. herba-alba* (گونه‌ای که پیشتر در ایران شناسایی نشده است)، به مطالعه عوامل اکولوژیک، تأثیر پنج بافت خاک مختلف و روش‌های بهینه کاشت می‌پردازد. در این پژوهش بخش کلیدی جداسازی و شناسایی اندوفیت‌های بومی همراه این گیاه است. دستاوردهای این تحقیق می‌تواند زمینه‌ساز کشت تجاری، معرفی یک منبع دارویی جدید، تولید محصولات باغبانی ارگانیک با استفاده از اسانس و عصاره‌های طبیعی به‌جای سموم شیمیایی و در نهایت حفاظت از ذخایر ژنتیکی این گیاه باارزش باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش چهارفازی (شناسایی، رویشگاهی، مزرعه‌ای و آزمایشگاهی) با هدف اهلی‌سازی و بررسی قابلیت‌های زیستی *A. herba-alba* درگروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، داشگاه شهید چمران اهواز، ایران انجام شد. فاز اول شامل جمع‌آوری و شناسایی گیاه در خرداد ۱۴۰۲ و سپس تأیید هویت توسط توسط سرکار خانم دکتر چهرازی بود. مطالعات سیتوژنتیک (شمارش کروموزوم‌های سوماتیکی و تهیه ایدیوگرام) سلول‌های متافازی مریستمی در بخش انتهایی ریشه بذور جمع‌آوری‌شده از منطقه پل زال با رنگ آمیزی استوآیرون هماتاکسیلین صورت گرفت. همچنین، پایش میدانی در چهار استان (خوزستان، ایلام، لرستان و فارس) برای انتخاب اکوتایپ برتر بر اساس صفات اکوفیزیولوژیک، مورفولوژیک و بیوشیمیایی (فنول کل، فلاونوئید کل، فلاون، فلاونول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH و درصد اسانس) انجام شد. همچنین خصوصیات خاک رویشگاه‌ها نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. فاز دوم (مطالعات رویشگاهی در سرابله، ایلام) شامل بررسی فنولوژی (مراحل رشد رویشی تا بذردهی و محاسبه درجه‌روز)، صفات مورفولوژیک (ارتفاع، وزن تر و خشک)، تغییرات ترکیبات فیتوشیمیایی (فنول کل، فلاونوئید کل، فلاون، فلاونول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH و درصد اسانس) در پنج مرحله رشدی بررسی شد. همچنین قوه نامیه و خصوصیات جوانه‌زنی بذر (درصد، سرعت، شاخص بنیه طولی و وزنی، فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز) تحت تأثیر زمان انبارداری (۰ تا ۱۸ ماه) مورد بررسی قرار گرفت. فاز سوم (آزمایشگاهی) بر شکست خواب بذر، جداسازی میکروارگانیسم‌های اندوفیت و خواص ضدپاتوژنی عصاره و اسانس *A. herba-alba* گیاه متمرکز بود: آزمایش‌های جوانه‌زنی بذر تحت تیمارهای شیمیایی (اسید جیبرلیک ۲۵۰- ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، نیترات پتاسیم ۲۰۰-۵۰ میلی‌مولار در زمان‌های ۱۲ و ۲۴ ساعت) و فیزیکی (سرمادهی خشک/مرطوب، نور ۲۴-۰ ساعت) بود. همچنین، بیوپرایمینگ با باکتری‌های اندوفیت (*Priestia endophytica* T25, *Bacillus tequilensis* T28) (جدا شده از گیاه لوبیا) و جدایه‌های باکتری و قارچ‌های اندوفیت جدا شده از گیاه *A. herba-alba* در رویشگاه اصلی بصورت جداگانه و تلفیقی) در غلظت‌های ۰ تا 10^6 CFU و روش‌های تلقیح (غوطه‌وری و محلول‌پاشی) بررسی شد. میکروارگانیسم‌های اندوفیت از ریشه، شاخساره و بذر گیاه جدا و خالص‌سازی شدند و برای شناسایی خواص محرک رشدی آنها تست‌های تولید هورمون‌های اکسین/جیبرلین، توانایی تثبیت نیتروژن، حل‌کنندگی فسفر، پتاسیم و روی مورد سنجش قرار گرفت. خواص ضد میکروبی عصاره‌های متانولی/اتانولی و اسانس گیاه علیه پاتوژن‌های گیاهی (*Pectobacterium*, *Clavibacter*) و انسانی (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*) و قارچ‌های بیماری‌زا (*Botrytis SP.*، *Rhizopus Stolonifer*، *Penicillium digitatum*، *Rhizoctonia solani*، *Alternaria alternata* و *Fusarium oxysporum*) با روش انتشار دیسک ارزیابی شد. فاز چهارم (مزرعه‌ای) تأثیر بسترهای خاکی مختلف (شنی-لومی،لومی-شنی، شنی-رسی-لومی، رسی-لومی و لومی) و روش کشت (مستقیم، نشایی) بر صفات مورفولوژیک (ارتفاع، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه) و فیتوشیمیایی (فنول کل، فلاونوئید کل، فلاون، فلاونول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH و درصد اسانس) در شرایط گلدانی به‌صورت فاکتوریل و بر مبنای طرح کامل تصادفی در سه تکرار و هر تکرار پنج نمونه بررسی شد. همچنین، تأثیر باکتری‌های اندوفیت برتر جداسازی شده در گام سوم و روش اعمال آن‌ها (بذرمال، تلقیح ریشه) بر همین صفات ارزیابی شد. تولید نشا در سینی با بستر کوکوپیت-پرلایت و استفاده از بذور پرایم‌شده انجام گرفت. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها در تمام مراحل با نرم‌افزار SAS و آزمون‌های LSD/Duncan در سطح ۵٪ و تحلیل‌های چندمتغیره (PCA, HMC) در R studio انجام شد.

نتایج و بحث

فاز اول: تعداد کروموزوم‌های سوماتیکی *A. herba-alba* 2n = 18 با تنوع قابل توجه در اندازه و موقعیت سانترومر تعیین شد. میانگین طول بازوی بلند کروموزوم‌ها ۲/۹۶ و میانگین طول بازوی کوتاه ۱/۵۴محاسبه شد که منجر به نسبت بازو ۲/۰۵ و شاخص سانترومری ۰/۳۵ گردید. آنالیز ۹ اکوتایپ گیاهی نشان‌دهنده تنوع چشمگیر در فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) و پروفایل متابولیتی بود، به‌طوری که نمونه سرابله با بالاترین فعالیت مهار رادیکال آزاد (۸۰/۷۳٪) همزمان دارای بیشترین محتوای فنول کل، دومین محتوای فلاونوئید کل و غلظت بالای اسانس بود که همبستگی قوی بین پلی‌فنول‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را تأیید می‌کند. با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی Ward و بر اساس ۶ صفت کلیدی (فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH، فلاونوئید کل، فنول کل، فلاون، فلانول و درصد اسانس)، ۹ اکوتایپ در سه خوشه متمایز گروه‌بندی شدند. خوشه نخست با ۷ عضو (اکوتایپ‌های حمیل، سرابله، مهدی) به‌عنوان گروه اصلی، الگوی متابولیکی همگنی را نشان داد که با فعالیت آنتی‌اکسیدانی متوسط تا بالا، مقادیر متعادل ترکیبات ثانویه (فنول و فلاونوئید) و درصد اسانس متوسط تا بالا مشخص شد. خوشه دوم تنها شامل اکوتایپ ایوان بود که به دلیل پروفیل نامتعارف خود متمایز شد: پایین‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مقادیر متوسط فنول کل و فلاونوئید. در مقابل، خوشه سوم متشکل از اکوتایپ شیراز ویژگی‌های منحصربه‌فردی داشت، از جمله پایین‌ترین مقادیر فنول کل و درصد اسانس، همراه با فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا، پایین‌ترین فلاونوئید و بالاترین فلانول. این ساختار خوشه‌ای عمدتاً تحت تأثیر دو متغیر DPPH و درصد اسانس شکل گرفت که نقش کلیدی در تمایز گروه‌ها داشتند، در حالی که فلاون و فلانول تأثیر کمتری نشان دادند. تعیین کاریوتایپ سوماتیکی (2n = 18) با نسبت بازوی نامتقارن (۲/۰۵) و شاخص سانترومری پایین (۰/۳۵) نشان‌دهنده ناهمسانی کروموزومی قابل توجه در این گونه است. چنین الگویی معمولاً ناشی از ترانسلوکاسیون‌ها یا تغییرات هتروکروماتین است که در خانواده Asteraceae گزارش شده است (Dolatyari et al., 2013). همبستگی مثبت قوی بین پلی‌فنول‌ها (به‌ویژه در اکوتایپ سرابله) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تأییدکننده نقش کلیدی ترکیبات فنولی در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد است. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی بر پایه صفات متابولیتی، اکوتایپ شیراز را به‌عنوان گروهی متمایز با پروفیل غیرمعمول (فعالیت DPPH بالا علی‌رغم فنول و اسانس پایین) شناسایی کرد. این امر احتمالاً نشان‌دهنده سازوکارهای آنتی‌اکسیدانی جایگزین نظیر ترپنوئیدها یا آلکالوئیدهاست که مستقل از مسیرهای فنولی عمل می‌کنند (Pandey and Rizvi, 2009). داده‌های خاک‌شناسی نشان داد که اکوتایپ‌های برتر (مانند سرابله) عمدتاً در خاک‌های رسی-لومی با ماده آلی بالا (۲/۵۱٪)، ازت کل (۰/۱۳٪) و پتاسیم قابل دسترس رشد کرده‌اند که شرایط بهینه برای تجمع متابولیت‌های ثانویه فراهم می‌کند.

فاز دوم: چرخه زندگی گیاه ۲۴۸ روزه بود. مراحل کلیدی رشد: ظهور گیاهچه (روز ۱۵)، گلدهی کامل (روز ۱۵۲) و رسیدگی بذر (روز ۲۳۱) ثبت گردید. نیاز حرارتی (GDD) برای گلدهی ۲۹۷۸ ± ۵۰ درجه-روز محاسبه شد. این داده‌ها چارچوب زمانی برای مدیریت زراعی فراهم می‌کند. آنالیز نمونه‌های فنولوژی نشان‌دهنده تغییرات قابل توجه در ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود. بالاترین فعالیت مهار رادیکال آزاد (۸۴/۸۸٪) در نمونه مرحله گلدهی مشاهده شد که همزمان با بالاترین مقادیر ترکیبات فنولی کل، فلاونوئید کل، فلانول‌ها همراه بود. این همبستگی مثبت حاکی از نقش کلیدی ترکیبات پلی‌فنولی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی است. بالاترین محتوای اسانس در مرحله گلدهی حاصل شد و نتایج تجزیه اسانس حاکی از آن بود که ترکیبات اصلی این گونه گیاهی شامل 1,8 Cineole، chrysanthenone، 1(10), 4Cadinadien-8.alpha.-ol و 5-tert-butyl-1,3-cyclopentadiene می‌باشد. کاهش معنی‌دار قوه نامیه پس از ۱۲ ماه ذخیره‌سازی مشاهده شد. همبستگی منفی قوی بین زمان ذخیره‌سازی و سرعت جوانه‌زنی وجود داشت. این یافته محدودیت اصلی در اهلی‌سازی را نشان می‌دهد. اوج فعالیت آنتی‌اکسیدانی و غلظت متابولیت‌ها (فنول‌ها، فلاونوئیدها، اسانس) در مرحله گلدهی، همسو با مطالعات اکوفیزیولوژیکی است که نشان می‌دهد استرس فیزیولوژیک گلدهی، بیوسنتز ترکیبات دفاعی را تحریک می‌کند (López et al., 2020). شناسایی ۱،۸-سینئول به‌عنوان ترکیب غالب اسانس، خاصیت ضدمیکروبی قوی این گونه را توجیه می‌نماید. کاهش ۴۰٪ی قوه نامیه بذر پس از ۱۲ ماه ذخیره‌سازی، ناشی از تخلیه ذخایر لیپیدی و آسیب غشای سلولی است که چالشی جدی در اهلی‌سازی محسوب می‌شود (Ellis and Roberts, 1981). ضمنا نیاز حرارتی بالا برای گلدهی نشان‌دهنده سازگاری این گونه به اقلیم‌های گرم و خشک است.

فاز سوم: ۱۲ جدایه باکتریایی و ۶ جدایه قارچی اندوفیت شناسایی شد. ۶۰٪ جدایه‌ها قادر به تثبیت نیتروژن، ۳۷٪ جدایه‌ها حل کننده فسفات، ۶۵٪ جدایه‌های حل کننده پتاسیم، ۱۵٪ حل کننده روی، ۴۰٪ تولید کننده جیبرلین و ۶۰٪ تولید کننده اکسین بودند. این ویژگی‌ها پتانسیل تقویت رشد گیاه میزبان را نشان می‌دهد. بررسی خواص ضدپاتوژنی حاکی از آن بود که اسانس گیاه درمنه سفید توانست

پاتوژن‌های گیاهی (*Pectobacterium, Clavibacter*) و انسانی (*Bacillus subtilis*) و قارچ‌های بیماری‌زا (*Botrytis SP.*، *Rhizoctonia solani* و *Alternaria alternata*) را کنترل کند. پرایمینگ بذر با تیمارهای شیمیایی و فیزیکی نشان داد که بذر درمنه سفید فیتوبلاستیک مثبت می‌باشد و ازآنجایی‌که اسید جیبرلیک به‌طورکلی در شکستن خواب ناشی از موانع متابولیکی موثر است، می‌توان گفت که خواب در بذر درمنه سفید (*A. herba-alba*) عمدتاً ناشی از موانع متابولیک است. ازاین‌رو در تیمار نور (۱۶ ساعت) در تلفیق با اسید جیبرلیک (۵۰۰ پی‌پی‌ام) بالاترین میزان صفات شاخص بنیه طولی و وزنی گیاهچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی و میزان فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز ثبت گردید. نتایج حاصل از آزمایش‌های اسپری و غوطه‌وری بر پایه‌ی دو تیمار اصلی (T25 و T28) و شاهد نشان‌دهنده‌ی تأثیر معنادار روش‌های تیمار و سطوح مختلف بر شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی گیاهچه بود. مقایسه‌ی دو روش کاربردی حاکی از برتری نسبی غوطه‌وری نسبت به اسپری بود. کاربرد باکتری‌های جداسازی شده از گیاه در رویشگاه اصلی بر صفات جوانه‌زنی بذر درمنه سفید نشان داد که باکتری‌های اندوفیت تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای بر بهبود پارامترهای رشدی، بیوماس و شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهچه نشان دادند. بطور مثال فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز به‌عنوان نشانگر متابولیکی، روند افزایشی ثابتی از ۰/۰۴۶ در شاهد تا ۰/۰۷۸ در اثر کاربرد باکتری‌های اندوفیت داشت. در همین راستا قارچ‌های اندوفیت جداسازی شده از گیاه در رویشگاه اصلی نیز تأثیر قابل توجهی بر بهبود پارامترهای رشدی، بیوماس و شاخص‌های جوانه‌زنی نشان دادند درحالیکه کاربرد باکتری‌های اندوفیت موثرتر از کاربرد قارچ اندوفیت بود. بر اساس داده‌ها مشخص گردید که تیمارهای ترکیبی باکتری و قارچ اندوفیت در دو روش اسپری و غوطه‌وری با غلظت‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه داشته‌اند. در روش غوطه‌وری، بهبود چشمگیرتری در اکثر پارامترها نسبت به روش اسپری مشاهده گردید، به‌طوریکه در غلظت 10^5 غوطه‌وری، طول گیاهچه ۲۳/۴٪ افزایش نسبت به تیمار اسپری نشان داد. همچنین فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز به‌طور پیوسته با افزایش غلظت در هر دو روش افزایش یافت، به‌طوری‌که در غلظت 10^6 غوطه‌وری به بالاترین حد خود رسید که نشان‌دهنده تقویت متابولیسم جوانه‌زنی است. تأثیر سینرژیستیک باکتری و قارچ اندوفیت در تولید فیتوهورمون‌ها سبب افزایش تمامی پارامترهای رشدی، بیوماس و شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهچه نسبت به کاربرد جداگانه باکتری و قارچ‌های اندوفیت گردید. جدایه‌های اندوفیت با ویژگی‌های چندعاملی (تثبیت نیتروژن: ۶۰٪، حل‌کنندگی فسفات: ۳۷٪، تولید جیبرلین: ۴۰٪) مکانیسم‌های همزیستی مؤثری را نشان می‌دهند. برتری باکتری‌ها بر قارچ‌ها در بهبود پارامترهای جوانه‌زنی (افزایش ۷۰/۶٪ی فعالیت آلفا-آمیلاز) احتمالاً ناشی از تولید سیدروفورها یا ACC-دآمیناز است (Santoyo et al., 2016). اثر سینرژیستیک نور + جیبرلیک اسید (۵۰۰ppm) در شکست خواب بذر، تأییدکننده نقش نور در بیان ژن‌های GA3ox و افزایش حساسیت به جیبرلین است (Yamaguchi, 2008).

فاز چهارم: بررسی نمونه‌های گیاهی در پنج بستر کشت و دو روش کاشت در شش شاخص کلیدی شامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH، فلاونوئید کل، فنول کل، فلاون‌ها، فلاونول‌ها و درصد اسانس، تنوع چشمگیری در پروفایل ترکیبات زیست‌فعال را نشان داد. نمونه‌های کشت نشا در بستر خاکبرگ (لومی) و رسی-لومی با بالاترین فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH، به‌عنوان قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌ها برجسته شدند، در حالی که نمونه کشت بذر در بستر لومی-شنی کمترین توان مهارکنندگی را نشان داد. از سوی دیگر، بالاترین محتوای فنول کل در همین بسترها ثبت شد. در زمینه فلاونوئیدها، نمونه‌های بذر و نشایی هردو در بستر لومی (خاکبرگ) حداکثر غلظت را داشتند. در خصوص اسانس، به ترتیب نمونه‌های رسی-لومی و خاکبرگ (لومی) بیشترین مقدار را دارا بودند و عملکرد آنتی‌اکسیدانی مطلوب نمونه رسی-لومی به‌ویژه در کنار اسانس بالا، الگوی جالبی را در تعامل متابولیت‌ها نشان می‌دهد. نمونه‌های شنی-رسی-لومی، رسی-لومی و لومی با دارا بودن توازن مطلوبی از این ترکیبات، پتانسیل بالایی برای کاربردهای دارویی و تغذیه‌ای دارند. بررسی داده‌های اثر باکتری‌های اندوفیت و دورش اعمال نشان‌دهنده روند بهبود معنادار در ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به تیمار شاهد است. به‌طور خاص، تیمار تلفیقی چهار باکتری اندوفیت برتر در هردو روش اعمال (بذرمال و تلقیح ریشه) با ثبت بالاترین مقادیر در چهار شاخص کلیدی یعنی فعالیت DPPH، فلاونوئید کل، فنول کل و درصد اسانس به‌عنوان برجسته‌ترین نمونه شناسایی گردید. این بهبود تیمار تلفیقی چهار باکتری اندوفیت برتر را به گزینه‌ای امیدوارکننده برای مطالعات فرآوری عصاره‌های گیاهی با کارایی آنتی‌اکسیدانی بالا تبدیل می‌کند. عملکرد برتر نمونه‌های نشاکاری در خاک‌های رسی-لومی با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مطلوب این بسترها که شامل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا (ناشی از محتوای ۳۰٪ رس)، ماده آلی مناسب (۲/۵۵٪) و زهکش متعادل (با ترکیب ۴۲/۵٪ شن و ۲۷/۵٪ سیلت) می‌شود، همخوانی کامل دارد. این شرایط ویژه خاک، جذب آب و مواد معدنی را بهینه کرده و بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه را تحریک می‌کند (Baranová et al., 2025). همچنین،

اثر مثبت کاربرد کانسورتیوم چهارگانه باکتری‌های اندوفیت که منجر به افزایش همزمان فعالیت آنتی‌اکسیدانیDPPH، محتوای فنول‌ها و اسانس می‌شود، فعال‌سازی مسیرهای بیوسنتزی کلیدی مانند مسیر شیکیمات را نشان می‌دهد (Singh et al., 2021).

منابع

Aljaiyash, A., Kasrati, A., Jamali, C.A. and Chaouch, A. 2018. Effect of cultivation on chemical composition and bioactivities of essential oils from *Artemisia herba-alba* Asso grown in Morocco. Biochemical Systematics and Ecology, 81: 74–79.

Baranová, B., Gruľová, D., Polito, F., Sedlák, V., Konečná, M., Blaščáková, M.M. and Poráčová, J. 2025. *Artemisia herba-alba* essential oil: Chemical composition, phytotoxic activity and environmental safety. Plants, 14(2): 242.

Dolatyari, A., Valles, J., Naghavi, M.R. and Shahzadeh Fazeli, S.A. 2013. Karyological data of 47 accessions of 28 *Artemisia* (Asteraceae, Anthemideae) species from Iran, with first new reports for Iranian populations and first absolute counts in three species. Plant Systematics and Evolution, 299: 1503–1518.

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9(2).

López-Martínez, L.X., Marquez-Molina, O., Gutiérrez-Grijalva, E.P. and Heredia, J.B. 2020. Plant phenolics and postharvesting technologies. In: *Plant Phenolics in Sustainable Agriculture: Volume 1*, pp. 347–366.

Modallal, N.M. and Al-Charc, F.M. 2006. Allelopathic effect of *Artemisia herba-alba* on germination and seedling growth of *Anabasis setifera*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9(9): 1795–1798.

Pandey, K.B. and Rizvi, S.I. 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2(5): 270–278.

Santoyo, G., Moreno-Hagelsieb, G., del Carmen Orozco-Mosqueda, M. and Glick, B.R. 2016. Plant growth-promoting bacterial endophytes. Microbiological Research, 183: 92–99.

Schoss, K., Kočevar Glavač, N., Dolenc Koce, J. and Anžlovar, S. 2022. Supercritical CO_2 plant extracts show antifungal activities against crop-borne fungi. Molecules, 27(3): 1132.

Singh, S., Pandey, S.S., Tiwari, R., Pandey, A., Shanker, K. and Kalra, A. 2021. Endophytic consortium with growth-promoting and alkaloid enhancing capabilities enhances key terpenoid indole alkaloids of *Catharanthus roseus* in the winter and summer seasons. Industrial Crops and Products, 166: 113437.

Yamaguchi, S. 2008. Gibberellin metabolism and its regulation. Annual Review of Plant Biology, 59(1): 225–251.

Younsi, F., Mehdi, S., Aissi, O., Rahali, N., Jaouadi, R., Boussaid, M. and Messaoud, C. 2017. Essential oil variability in natural populations of *Artemisia campestris* (L.) and *Artemisia herba-alba* (Asso) and incidence on antiacetylcholinesterase and antioxidant activities. Chemistry & Biodiversity, 14(7): e1700017.

.

Feasibility of domestication of *Artemisia herba-alba* and investigation on its phytochemical compounds and biological properties

Afsaneh Azizi[1], Mohammad Mahmoudi Sourestani[1*], Hossein Motamedi[2] and Majid Bagnazari[3]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
Corresponding Author: m.mahmoodi@scu.ac.ir

Abstract

Artemisia herba-alba, a valuable medicinal plant containing bioactive compounds (1,8-cineole and phenolic derivatives), is under threat of extinction due to excessive harvesting and habitat destruction. For this purpose, a four-phase study was conducted with the aim of domestication, cultivation optimization, and identification of native endophytes. In the first phase, the Sarabeleh ecotype with distinctive karyotypic characteristics of 2n=18, centromeric index of 0.35, high antioxidant activity, and compatibility with clay-loam soils rich in organic matter was selected as the best ecotype. The second phase showed that the peak of metabolite accumulation, and antioxidant activity occurs at the flowering stage (day 152), but seed vigor decreases by 40% after 12 months of cold storage. In the third phase, combined priming with 16 h light + 500 ppm gibberellic acid increased germination by stimulating alpha-amylase activity, and multifunctional endophyte isolates (nitrogen fixation capacity: 60%, gibberellin production: 40%) were identified. The essential oil of the plant also showed strong antimicrobial effects against plant and human pathogens. The fourth phase showed that seedling culture in clay-loam medium (30% clay, 2.55% organic matter) along with seed inoculation with a quadruple endophyte consortium (concentration 106 CFU/ml) increased metabolite production. In conclusion, the integrated strategy (including selection of the Sarabela ecotype, harvesting at flowering time, combined priming, microbial inoculation and seedling culture) provides a sustainable framework for domestication, genetic conservation and commercial production of this species with superior metabolic quality.

Keywords: Cytogenetics, Endophyte, Pathogen, Seed priming.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کاربرد مالچ بر میکروکلیمای خاک و کنترل علف‌های هرز در تاریخ‌های مختلف کاشت کدوی پوست کاغذی

بختیار مرادی[۱]، خسرو محمدی[۱*]، عبدالرحمن رحیمی[۱]، اسعد رخزادی[۱] و سید فرهاد صابرعلی[۲]

۱- گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، ایران

۲- مجتمع آموزش عالی تربت جام خراسان رضوی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *khosrowmohammadi@gmail.com*

چکیده

استفاده از علف‌کش‌ها به عنوان یک روش سریع برای کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود، اما به دلیل بروز پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها و نیز آسیب‌های زیست محیطی ناشی از مصرف آن‌ها، استفاده از روش‌های جایگزین به منظور کنترل علف‌های هرز بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. کاربرد مالچ یکی از این روش‌های جایگزین برای کنترل علف‌های هرز به شمار می‌رود. از این‌رو، این تحقیق با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت و انواع مالچ بر دمای خاک، محتوای رطوبت خاک، کنترل علف‌های هرز و عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان در دو سال متوالی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت (۲۰ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد) به عنوان عامل اصلی و نه تیمار مالچ شامل پلی اتیلن سیاه، گونی پلی‌پروپیلن آبی رنگ، گونی پلی‌پروپیلن سفید رنگ، الیاف سفید رنگ، پارچه سفید، پارچه سیاه، کاه و کلش گندم (ضخامت ۷ سانتی‌متر)، وجین دستی (شاهد بدون علف هرز) و عدم کنترل علف‌های هرز (شاهد با علف هرز) به عنوان عامل فرعی بودند. تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر دمای سطح خاک نداشت، اما کاربرد مالچ‌های گونی سفید، گونی آبی، پارچه سفید و الیاف سفید به طور قابل توجهی باعث کاهش دمای خاک در هنگام ظهر در مقایسه با شرایط عدم استفاده از مالچ (شاهد بدون علف هرز) شدند. در حالی که کاربرد مالچ اثر معنی‌داری بر درصد رطوبت خاک نداشت. از طرف دیگر، استفاده از گونی آبی، پلی‌اتیلن سیاه و پارچه سیاه نقش بیشتری در کاهش ماده خشک و جمعیت علف‌های هرز و نیز افزایش عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی در مقایسه با سایر انواع مالچ داشتند. بنابراین، کنترل علف‌های هرز ارتباط بیشتری با عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی داشت و مالچ‌هایی که در کاهش بیوماس علف‌های هرز نقش بیشتری داشتند، توانستند باعث بهبود عملکرد شوند. از آنجایی که کدوی پوست کاغذی با فاصله زیادی در بین و روی ردیف‌های کاشت در مزرعه کشت می‌شود، مستعد هجوم علف‌های هرز می‌باشد و در این شرایط استفاده از مالچ‌های تیره (گونی آبی، پلی‌اتیلن سیاه و پارچه سیاه) قادرند ضمن کنترل علف‌های هرز، نقش موثری در بهبود خصوصیات رشد و عملکرد میوه و بذر کدوی پوست کاغذی داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: بیوماس، دمای خاک، رطوبت خاک، رقابت، عملکرد بذر.

مقدمه

نقش مالچ در کاهش جمعیت علف‌های هرز در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (سیپیلتو، ۲۰۰۱؛ هیلتبرونر و همکاران، ۲۰۰۷؛ کرگ، ۲۰۰۹؛ کمپیگلیا و همکاران، ۲۰۱۰؛ مولوانی و همکاران، ۲۰۱۱)، هر چند که کارایی مالچ‌های مختلف بسته به نوع ماده مورد استفاده متفاوت است (زنگوئی‌نژاد و غدیری، ۱۳۹۴؛ رادیکس و همکاران، ۲۰۰۶). ممانعت از ظهور و رشد گیاهچه‌های علف‌های هرز در شرایط استفاده از مالچ بیشتر به دلیل کاهش نفوذ نور و به دنبال آن کاهش درصد جوانه‌زنی (در بذرهای نیازمند به نور) و فتوسنتز رخ می‌دهد (رحمان و همکاران، ۲۰۰۵).

کاربرد مالچ نه تنها از طریق حذف اثرات منفی ناشی از تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی، بلکه از طریق بهبود میکروکلیمای خاک باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (مانکس و همکاران، ۱۹۹۷). در واقع زمانی که علف‌های هرز به طور کامل وجین شوند

باز هم افزایش عملکرد کمتر از زمانی است که از مالچ استفاده می‌شود. برای مثال، کریمی‌نژاد و خدام کهنکی (۱۳۹۴) گزارش کردند که در شرایط استفاده از مالچ پلاستیک سیاه عملکرد ذرت علوفه‌ای ۳۲ درصد بیشتر از زمانی بود که وجین دستی صورت گرفت که این را می‌توان به بهبود شرایط دمایی و رطوبتی خاک نسبت داد. تعدیل دمای خاک در اثر کاربرد مالچ از طریق کاهش بودجه انرژی و انعکاس تشعشع خورشید رخ می‌دهد (مونتاگو و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه بر نقش انعکاس نور، مالچ به صورت یک مانع فیزیکی باعث کاهش تبخیر و حفظ آب در خاک می‌شود و از آنجایی که آب در مقایسه با خاک رسانای ضعیف‌تری محسوب می‌شود (لرمن، ۱۹۹۸)، درجه حرارت خاک نیز کاهش پیدا می‌کند. البته لازم به ذکر است که در زمستان مالچ برعکس عمل نموده و باعث گرمتر بودن خاک تحت پوشش در مقایسه با خاک بدون پوشش اطراف می‌شود (راماکریشنا و همکاران، ۲۰۰۶).

با توجه به نقش مالچ در کنترل علف‌های هرز، تعدیل دمای خاک و حفظ ذخیره رطوبتی خاک، به نظر می‌رسد که استفاده از آن در زراعت کدوی پوست کاغذی نیز بتواند ضمن دست‌یابی به این فواید منجر به افزایش عملکرد بذر در این گیاه شود. از این‌رو، این تحقیق با هدف بررسی اثر کاربرد انواع مالچ بر میکروکلیمای خاک (دما و رطوبت خاک)، کنترل علف‌های هرز و عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی در تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه سنندج انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و انواع مالچ بر دمای خاک، محتوای رطوبت خاک، کنترل علف‌های هرز و عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان واقع در ۵ کیلومتری شهرستان سنندج (ایستگاه گریزه) در دو سال متوالی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت (۲۰ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد) به عنوان عامل اصلی و نه تیمار مالچ شامل پلی اتیلن سیاه، گونی پلی‌پروپیلن آبی رنگ، گونی پلی‌پروپیلن سفید رنگ، الیاف سفید رنگ، پارچه سفید، پارچه سیاه، کاه و کلش گندم (ضخامت ۷ سانتی‌متر)، وجین دستی (کنترل مثبت) و عدم کنترل علف‌های هرز (کنترل منفی) به عنوان عامل فرعی بودند.

هر کرت فرعی شامل سه ردیف کاشت به صورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر (عرض پشته‌ها ۷۰ سانتی‌متر و عرض جوی‌ها ۳۰ سانتی‌متر) بود. پس از آماده‌سازی زمین مورد آزمایش و قبل از کاشت بذرهای گیاه کدوی پوست کاغذی نسبت به اعمال تیمارهای مالچ اقدام شد. پس از قرار دادن مالچ‌ها بر روی سطح خاک، در قسمتی از مالچ که در محل کاشت بذرها در وسط پشته قرار داشت سوراخی برای کاشت بذرها ایجاد شد. برای استقرار کامل مالچ بر سطح خاک و عدم جابجایی آن در طول فصل رشد توسط باد و یا عوامل دیگر، لبه‌های هر نوار مالچ توسط خاک مزرعه پوشانده شد. کشت بذرها با دست و به‌صورت کپه‌ای (سه عدد بذر در هر نقطه کاشت) در وسط پشته در عمق ۴ سانتی‌متری انجام شد. فاصله نقاط کاشت در روی ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن بوته‌ها و رسیدن آن‌ها به مرحله ۴ برگی، یک بوته در هر نقطه کاشت نگهداری و مابقی حذف شدند. آبیاری مزرعه به‌صورت قطره‌ای و با مدار هفت روزه صورت گرفت.

در این مطالعه، جهت اندازه گیری درجه حرارت سطح خاک از دماسنج خاک استفاده شد. برای این منظور درجه حرارت چندین نقطه از هر کرت آزمایشی در سه زمان ساعت هفت صبح ، ساعت سیزده ظهر و ساعت نوزده غروب اندازه‌گیری و سپس میانگین هر کرت آزمایشی بصورت جداگانه ثبت شد. جهت اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک در هر کرت آزمایشی، یک روز قبل از شروع دوره آبیاری در مراحل مختلف رشد نمونه‌برداری از عمق ۵ سانتی‌متری خاک صورت گرفت. پس از نمونه‌برداری توزین نمونه‌های اولیه خاک به‌وسیله ترازوی دیجتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد. پس از آن نمونه‌های توزین شده در آونی با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد و مجددا وزن نمونه‌های خشک شده اندازه گیری شد. برای محاسبه درصد رطوبت خاک از فرمول ۱ استفاده شد.

$$M_1 = \frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \times 100$$

فرمول ۱:

که در این فرمول M_1 درصد رطوبت بر مبنای وزن خشک، W_1 وزن خاک قبل از خشک شدن و W_2 وزن خاک بعد از خشک شدن می‌باشد (قادری‌فر و سلطانی، ۱۳۹۲).

به منظور تعیین بیوماس و جمعیت علف‌های هرز در تداخل با گیاه زراعی از علف‌های هرز رویش یافته در هر کرت آزمایشی به منظور تعیین وزن خشک آن‌ها، دو مرحله نمونه‌برداری (با استفاده از کوادرات ۰/۵×۰/۵ متر) یکی در ۶۰ روز پس از تاریخ کاشت و دیگری در انتهای دوره رشد ۱۲۰ روز پس از تاریخ کاشت کدوی پوست کاغذی صورت گرفت. سپس علف‌های هرز برداشت شده از هر کرت جهت تعیین نوع گونه، تعداد بوته‌های هر گونه در واحد سطح و اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از تعیین نوع گونه و شمارش تعداد بوته‌های مربوط به هر گونه، نمونه‌های برداشت شده در یک فضای باز و در سایه به مدت یک هفته قرار داده شدند تا خشک شوند و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. توزین نمونه‌ها با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد. همچنین، از هر کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه‌ای نمونه‌برداری به منظور تعیین تعداد بذر در واحد سطح، وزن هزاردانه و عملکرد بذر انجام شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS، و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج وبحث

اثر تاریخ کاشت و کاربرد مالچ بر میکروکلیمای خاک

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر سال و کاربرد مالچ بر دمای سطح خاک معنی‌دار بود. معنی‌دار بودن اثر متقابل سال×مالچ نیز نشان داد که اثرات کاربرد مالچ به شرایط هر سال نیز بستگی دارد (جدول ۱). از طرفی، بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت بر درصد رطوبت خاک معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (تجزیه مرکب) برای تغییرات دمای سطح خاک در صبح، ظهر و غروب و نیز درصد رطوبت خاک.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		دمای سطح خاک در صبح	دمای سطح خاک در ظهر	دمای سطح خاک در غروب	درصد رطوبت خاک
سال	۱	۵۸۳/۶۸**	۵۳/۳۸	۴۱۴/۰۸**	۰/۱۲
تکرار(سال)	۴	۵/۸۵*	۴۸/۵۸	۳۲/۸۳**	۲۰/۵۱
تاریخ کاشت	۲	۱/۳۲	۱۲/۱۱	۰/۸۲	۳۹/۵۲*
سال×تاریخ کاشت	۲	۲/۵۰	۳۱/۲۴	۳/۸۹	۴/۶۹
تاریخ کاشت×تکرار(سال)	۸	۱۰/۷۴**	۳۳/۲۹	۲/۲۸	۳۶/۱۲*
مالچ	۸	۲۱/۷۲**	۱۲۳۳/۰۷**	۴۲/۱۶**	۱۶/۲۶
تاریخ کاشت×مالچ	۱۶	۱/۶۰	۳۳/۶۱	۱/۸۷	۴/۳۷
سال×مالچ	۸	۳/۵۲	۷۹/۳۸*	۲۹/۰۲**	۲۳/۲۴
سال×تاریخ کاشت×مالچ	۱۶	۱/۶۵	۲۴/۵۷	۲/۱۷	۸/۷۵
باقی‌مانده	۹۶	۱/۷۹	۳۴/۳۸	۲/۰۵	۱۷/۷۳
کل	۱۶۱				
ضریب تغییرات		۷/۴۷	۱۳/۱۱	۶/۲۸	۱۸/۸۵

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و اعداد بدون علامت غیر معنی‌دار هستند.

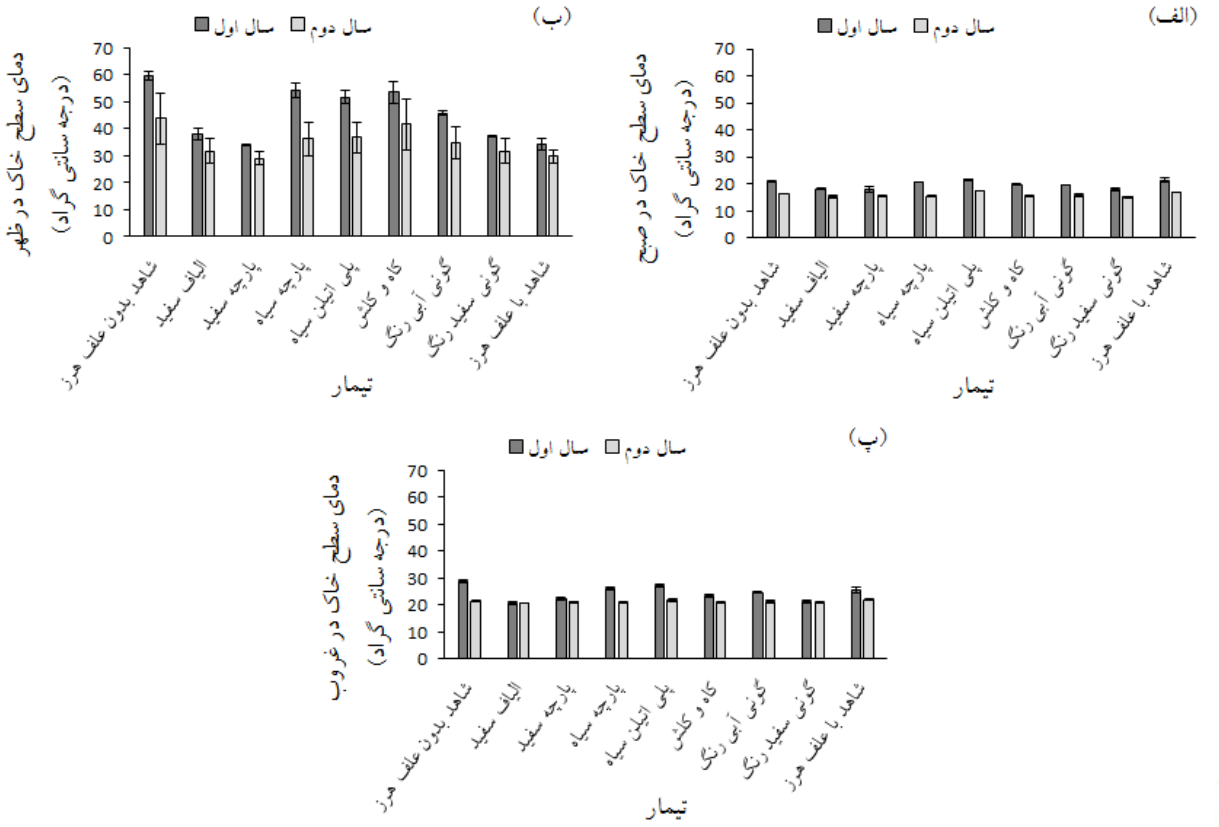
از آنجایی که اثر تاریخ کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت × سال و تاریخ کاشت × مالچ برای دمای خاک در سه زمان صبح، ظهر و غروب معنی‌دار نشد (جدول ۱)، از میانگین سه تاریخ کاشت در تفسیر نتایج استفاده شد. بر این اساس، اختلاف معنی‌داری از لحاظ دمای خاک بین تیمارهای مختلف مالچ در هر دو سال انجام آزمایش مشاهده شد. همچنین، در هر سه زمان صبح، ظهر و غروب دمای خاک در سال اول بیشتر از سال دوم بود (شکل ۱).

بالاترین دمای سطح خاک در هنگام صبح در سال اول در تیمارهای شاهد با علف هرز (۲۰/۷۸ درجه سانتی‌گراد)، پلی‌اتیلن سیاه (۲۱/۵۶ درجه سانتی‌گراد) و شاهد بدون علف هرز (۲۱/۵۰ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. پایین‌ترین دمای خاک نیز در تیمارهای الیاف سفید (۱۵/۳۳ درجه سانتی‌گراد)، پارچه سفید (۱۵/۵۶ درجه سانتی‌گراد) و گونی سفید (۱۵/۱۱ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که اختلاف بین این سه نیز معنی‌دار نبود. در سال دوم، بالاترین دمای سطح خاک در تیمار پلی‌اتیلن سیاه (۱۷/۵۶ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. بین سایر تیمارهای کاربرد مالچ اختلاف معنی‌داری از لحاظ دمای خاک در هنگام صبح وجود نداشت، اما دمای خاک در تمامی آن‌ها به طور معنی‌داری پایین‌تر از شاهد با و بدون علف هرز و نیز پلی‌اتیلن سیاه بود (شکل ۱، الف).

در هنگام ظهر، بیشترین دمای خاک در سال اول در تیمار شاهد بدون علف هرز (۵۹/۵۶ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و پس از آن تیمارهای پارچه سیاه، پلی‌اتیلن سیاه و کاه و کلش از بالاترین دمای خاک برخوردار بودند. پایین‌ترین دمای خاک نیز در تیمارهای پارچه سفید (۳۳/۸۹ درجه سانتی‌گراد)، الیاف سفید (۳۷/۸۹ درجه سانتی‌گراد)، گونی سفید (۳۷ درجه سانتی‌گراد) و شاهد با علف هرز (۳۴/۷۹ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نگردید (شکل ۱، ب). در سال دوم نیز بالاترین دمای خاک در تیمار شاهد بدون علف هرز (۴۳/۶۷ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کاه و کلش، پلی‌اتیلن سیاه و پارچه سیاه نداشت و پایین‌ترین آن نیز در تیمار پارچه سفید (۲۹ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بدون علف هرز بود (شکل ۱، ب).

در هنگام غروب و در سال اول بالاترین دمای خاک در تیمار شاهد بدون علف هرز (۲۸/۷۸ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. پایین‌ترین دمای خاک نیز در تیمارهای الیاف سفید (۲۰/۷۸ درجه سانتی‌گراد)، پارچه سفید (۲۰/۲۲ درجه سانتی‌گراد) و گونی سفید (۲۰/۱۱ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد که این سه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما دمای خاک در شرایط کاربرد آن‌ها به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود. از طرف دیگر، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی در سال دوم مشاهده نشد (شکل ۱، پ).

تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر دمای سطح خاک نداشت (جدول ۱). اختلاف دمای سطح خاک در بین تیمارهای مالچ نیز در هنگام صبح و غروب بسیار کم بود، اما در هنگام ظهر که گرم‌ترین زمان در طی شبانه روز است، اختلاف بین تیمارها در تعدیل دمای خاک به خوبی مشخص شد. در هنگام ظهر گونی سفید، پارچه سفید و الیاف سفید به طور قابل توجهی باعث کاهش دمای خاک در مقایسه با شاهد بدون علف هرز شدند، اما کاه و کلش، پلی‌اتیلن سیاه و پارچه سیاه نتوانستند باعث کاهش دمای خاک در ظهر شوند که علت آن را می‌توان به رنگ تیره آن‌ها نسبت داد که باعث جذب تشعشع خورشیدی و افزایش دما شدند. بنابراین، مالچ‌های روشن مانند گونی، پارچه و الیاف سفید به دلیل رنگ روشن خود از توان بیشتری در انعکاس تشعشع خورشیدی برخوردار بوده و منجر به کاهش دمای خاک شدند. سایر تحقیقات نیز حاکی از نقش مالچ در تعدیل دمای خاک از طریق انعکاس و سایه‌اندازی بر سطح خاک می‌باشند (میرابی و همکاران، ۱۳۹۱؛ مانکس و همکاران، ۱۹۹۷؛ مونتاگو و کجلگرین، ۲۰۰۴؛ داهیا و همکاران، ۲۰۰۷). در یک مطالعه حداکثر دمای خاک در شرایط استفاده از مالچ پلاستیکی ۳ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر و حداقل دمای خاک ۷ درجه سانتی‌گراد بالاتر از خاک بدون پوشش مالچ بود (مهاجان و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعه مذکور، مالچ کاه برنج اثر کمتری بر دمای خاک داشت، به طوری که حداکثر دمای خاک تنها ۱ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر و حداقل دمای خاک ۴/۹ درجه سانتی‌گراد بالاتر از خاک بدون مالچ بود. بنابراین، نوع مالچ نقش مهمی در تغییرات دمای خاک ایفا می نماید.



شکل ۱- اثر کاربرد انواع مالچ بر دمای سطح خاک در سه زمان صبح (الف)، ظهر (ب) و غروب (پ) در سال اول و دوم انجام آزمایش (میله‌های عمودی نشان‌دهنده معنی‌داری و عدم معنی‌داری اختلاف بین تیمارها می‌باشد).

با توجه به معنی‌دار نبودن اثر سال و اثرات متقابل تاریخ کاشت × سال و سال × مالچ برای درصد رطوبت خاک (جدول ۱)، از میانگین دو سال انجام آزمایش در تفسیر نتایج استفاده شد. در تاریخ کاشت اول اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد مالچ (به جز پلی‌اتیلن سیاه) مشاهده نشد. در این تاریخ کاشت درصد رطوبت خاک تنها در تیمار پلی‌اتیلن سیاه (۱۶/۱۹ درصد) به طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمارهای شاهد با علف هرز (۱۷/۴۹ درصد) و بدون علف هرز (۱۷/۲۳ درصد) بود. در تاریخ کاشت دوم نیز پایین‌ترین درصد رطوبت خاک در تیمار پلی‌اتیلن سیاه (۱۵/۴۸ درصد) مشاهده شد هر چند که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در تاریخ کاشت سوم، پایین‌ترین درصد رطوبت خاک در تیمارهای گونی سفید (۱۵/۷۵ درصد) و کاه و کلش (۱۵/۹۹ درصد) مشاهده شد. سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند

اثر تاریخ کاشت و کاربرد مالچ بر بیوماس و جمعیت علف‌های هرز

سال انجام آزمایش اثر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز در میانه دوره رشد داشت. تاریخ کاشت و مالچ هردو اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک علف‌های هرز در میانه و انتهای فصل رشد داشتند. اثر متقابل تاریخ کاشت×مالچ و نیز اثر متقابل سه‌گانه سال×تاریخ کاشت×مالچ در تمامی صفات مذکور معنی‌دار بود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (تجزیه مرکب) برای تغییرات وزن خشک علف‌های هرز در ۶۰و ۱۲۰ روز پس از تاریخ کاشت ۶۰

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		وزن خشک علف‌های هرز در ۶۰ روز پس از تاریخ کاشت(میانه دوره رشد)	وزن خشک علف‌های هرز در۱۲۰ روز پس از تاریخ کاشت(انتهای دوره رشد)

سال	۱	۴۹۴۲۰۶/۳۱**	۶۰۸۶/۶۷
تکرار(سال)	۴	۱۱۶۰۹/۶۸	۱۰۵۲۸/۵۵
تاریخ کاشت	۲	۹۳۳۰۱/۱۵**	۲۰۶۶۹/۹۰**
سال×تاریخ کاشت	۲	۲۰۳۸۷۴/۹۴**	۹۳۱۴۶/۵۴
تاریخ کاشت×تکرار(سال)	۸	۱۱۱۵۰/۷۸	۵۵۸۰/۷۷
مالچ	۸	۵۱۴۲۸۵/۷۳**	۲۳۵۸۷۰/۳۱**
تاریخ کاشت×مالچ	۱۶	۲۱۴۲۹/۲۸**	۳۱۳۱۴/۱۸**
سال×مالچ	۸	۹۹۰۲۷/۵۲**	۹۷۹۷۴/۳۴**
سال×تاریخ کاشت×مالچ	۱۶	۴۴۵۲۵/۵۰**	۲۷۶۶۱/۸۹**
باقی‌مانده	۹۶	۶۶۹۴/۶۳	۹۳۴۱/۶۸
کل	۱۶۱		
ضریب تغییرات		۲۱/۰۰	۳۱/۹۴

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و اعداد بدون علامت غیر معنی‌دار هستند.

وجین دستی در تیمار شاهد بدون علف هرز باعث حذف علف‌های هرز و به صفر رسیدن وزن خشک آن‌ها در کرت‌های آزمایشی شد. بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در تیمار شاهد با علف هرز و سپس کاربرد موادی چون گونی سفید، پارچه سفید و الیاف سفید مشاهده شد. هر چند که اکثر تیمارهای مالچ در هر دو سال انجام آزمایش باعث کاهش وزن خشک علف‌های هرز در میانه و انتهای دوره رشد در مقایسه با تیمار شاهد با علف هرز شدند، اما کاربرد پارچه سیاه، پلی‌اتیلن سیاه و گونی آبی‌رنگ بیشترین نقش را در کاهش وزن خشک علف‌های هرز در هر سه تاریخ کاشت داشتند. کاربرد مالچ کاه و کلش نیز در سال اول در تاریخ کاشت سوم و در سال دوم در هر سه تاریخ کاشت باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با شاهد با علف هرز شد.

بررسی جمعیت علف‌های هرز تنها در سال دوم انجام آزمایش صورت گرفت و بر این اساس، اثر تاریخ کاشت تنها بر تعداد بوته‌های علف هرز قیاق در واحد سطح معنی‌دار بود. این در حالی بود که نوع مالچ به کار رفته بر تعداد هر چهار نوع علف هرز معنی‌دار بود. اثر متقابل تاریخ کاشت×مالچ نیز تنها در مورد علف هرز پیچک معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس برای تعداد بوته‌های علف‌های هرز قیاق، پیچک، سلمه و دم‌روباهی در واحد سطح (داده‌ها یک ساله بوده است).

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قیاق	پیچک	سلمه	دم‌روباهی
تکرار	۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۲۳
تاریخ کاشت	۲	۰/۲۸**	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۳۵
تکرار×تاریخ کاشت	۴	۰/۲۶	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۸
مالچ	۸	۴/۴۴**	۰/۲۹**	۱/۱۹**	۱/۶۶**
تاریخ کاشت×مالچ	۱۶	۰/۱۱	۰/۹۴**	۰/۱۴	۰/۰۸
باقی‌مانده	۴۸	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۱۱
کل	۸۰				
ضریب تغییرات		۲۶/۶۷	۲۷/۱۰	۳۲/۵۳	۳۲/۶۱

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و اعداد بدون علامت غیر معنی‌دار هستند.

بیشترین تعداد علف‌های هرز قیاق، پیچک، سلمه و دم‌روباهی در تیمار شاهد با علف هرز مشاهده شد. در تیمار شاهد بدون علف هرز که وجین دستی صورت گرفت، تعداد علف‌های هرز به صفر رسید. بر اساس تعداد کل علف‌های هرز رویش یافته در هر متر مربع زمین،

تیمارهای پارچه سیاه و پلی‌اتیلن سیاه بهترین نوع مالچ از لحاظ کاهش تعداد علف‌های هرز بودند و پس از آن‌ها کاه و کلش و گونی آبی‌رنگ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند.

به طور کلی، رنگ مالچ اثر مهمی بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گیاه زراعی دارد. برای مثال، چانگانی (۲۰۰۰) پلی‌تن سیاه را به عنوان مالچ برتر جهت کنترل علف‌های هرز مزرعه پیاز معرفی کرد. در حالی که پرامانیک و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که کارایی کنترل علف‌های هرز مزرعه پیاز در شرایط استفاده از مالچ پلی‌تن کرم، سیاه، صورتی، آبی و سفید رنگ به ترتیب برابر ۳۵/۵، ۵۱/۹، ۴۱/۲، ۷۰/۵ و ۴۲/۸ درصد بود و بیشترین عملکرد نیز در شرایط استفاده از پلی‌تن آبی به‌دست آمد.

و خدام کهنکی (۱۳۹۴) گزارش کردند که تعداد علف‌های هرز از ۴۳۴ بوته در متر مربع در تیمار شاهد به ۱۳ بوته در متر مربع در تیمار مالچ پلاستیک سیاه و وزن خشک آن‌ها از ۳۹۷ کیلوگرم در هکتار به ۱۵ کیلوگرم در هکتار کاهش پیدا کرد. دیاز-پرز و فاتاک (۲۰۱۲) گزارش کردند که در شرایط استفاده از مالچ پلاستیک سیاه و کاه گندم در مزرعه بروکلی جمعیت علف‌های هرز به ترتیب ۴۳ و ۴۰ درصد کمتر از تیمار بدون مالچ بود. مهاجان و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که جمعیت علف‌های هرز مزرعه ذرت از ۵۳۹ بوته در متر مربع در شرایط بدون مالچ به ۲۹۶ بوته در متر مربع در تیمار مالچ کاه برنج و ۱۸۹ بوته در متر مربع در تیمار مالچ پلاستیکی کاهش یافت. سایر محققان نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از انواع مالچ آلی و غیر آلی باعث جلوگیری از هجوم علف‌های هرز می‌شوند (سپیلتو، ۲۰۰۱؛ هیلتبرونر و همکاران، ۲۰۰۷؛ کرگ، ۲۰۰۹؛ کمپیگلیا و همکاران، ۲۰۱۰؛ میشل و همکاران، ۲۰۱۱).

اثر تاریخ کاشت و کاربرد مالچ بر عملکرد و اجزای عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر سال بر تعداد بذر در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد بذر، اثر تاریخ کاشت بر تعداد بذر در واحد سطح و عملکرد بذر و اثر مالچ بر هر سه صفت مورد بررسی معنی‌دار بود. اثر متقابل تاریخ کاشت×مالچ بر تعداد بذر در واحد سطح و عملکرد بذر و اثر متقابل سال×مالچ بر همه صفات معنی‌دار بود. اثر متقابل سه‌گانه نیز بر هر سه صفت مورد بررسی معنی‌دار بود

با بررسی تیمارهای مختلف مالچ در سه تاریخ کاشت و دو سال انجام آزمایش به نظر می‌رسد که استفاده از گونی آبی، پلی‌اتیلن سیاه و پارچه سیاه بیش از سایر تیمارهای مالچ در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی موثر بودند. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد استفاده از انواع مالچ در این تحقیق باعث تعدیل دمای خاک، افزایش ذخیره رطوبتی خاک، کاهش هجوم علف‌های هرز، بهبود خصوصیات رشدی کدوی پوست کاغذی و در نهایت افزایش عملکرد و اجزای عملکرد بذر این گیاه شدند. بنابراین، کاربرد مالچ نه تنها از طریق حذف اثرات منفی ناشی از تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی، بلکه از طریق بهبود میکروکلیمای خاک باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود. مهاجان و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که در شرایط استفاده از مالچ پلاستیکی وزن و طول بلال ذرت افزایش یافت و باعث شد تا عملکرد ذرت در مقایسه با تیمار شاهد ۷۷/۵ درصد درصد افزایش یابد. ماهونو (۲۰۰۹) گزارش کرد که استفاده از مالچ کاه و پلاستیک باعث افزایش ارتفاع، تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه در فلفل و گوجه فرنگی و نیز کاهش بیوماس علف‌های هرز شد. ضمن اینکه استفاده از کاه از سودمندی بیشتری نیز برخوردار بود.

نتیجه‌گیری

باتوجه به مقاومت روز افزون علف‌های هرز نسبت به علف‌کش‌های شیمیایی و کاهش عملکرد محصولات به دلیل تداخل علف‌های هرز به نظر می‌رسد که باید به دنبال روش‌های جایگزین برای کنترل علف‌های هرز بود. یک روش کاربردی و مهم برای این منظور استفاده از انواع مالچ‌های آلی و غیر آلی می‌باشد که علاوه بر کنترل مناسب می توانند موجب حفظ رطوبت، کاهش نوسانات درجه حرارت خاک، افزودن مواد آلی و عناصر غذایی به خاک شوند. به طور خلاصه، نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مالچ نقش موثری در بهبود میکروکلیمای خاک (تعدیل دمای خاک)، کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی داشت. از آنجایی که این گیاه با فاصله زیادی در بین و روی ردیف‌های کاشت در مزرعه کشت می‌شود، مستعد هجوم علف‌های هرز می‌باشد. در این تحقیق

مشخص شد که استفاده از گونی آبی، پلی‌اتیلن سیاه و پارچه سیاه نقش بیشتری در کنترل علف‌های هرز، بهبود خصوصیات رشد و عملکرد بذر کدوی پوست کاغذی داشتند. این در حالی بود که پارچه و الیاف سفید رنگ در تعدیل دمای خاک موفق‌تر از سایر تیمارها عمل نمودند.

منابع

حمزه‌ئی، ج. و بابایی، م. ۱۳۹۴. اثر آبیاری و کوددهی بر فنولوژی، عملکرد دانه و روغن کدوی پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) در منطقه همدان. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۵(۲): ۱–۱۳.

زنگویی‌نژاد، ر. و غدیری، ح. ۱۳۹۴. مقایسه کارایی علف‌کش متریبوزین و مالچ‌های غیرزنده بر مهار علف‌های هرز و عملکرد رقم سی‌اچ گوجه‌فرنگی. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۱): ۱۰۲–۱۱۲.

شباهنگ، ج.، خرم‌دل، س.، اسدی، ق.، میرابی، ا. و نعمتی، ح. ۱۳۸۹. اثر فاصله روی ردیف و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدوی پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۲(۳): ۴۱۷–۴۲۷.

عسگرپور، ر.، قربانی، ر.، کوچکی، ع. و محمدآبادی، ع.ا. ۱۳۸۸. اثر آفتاب‌دهی و مالچ کاه جو بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱(۲): ۷۱–۷۹.

کریمی‌نژاد، م. و خدام کهنکی، ح. ۱۳۹۴. بررسی اثرات روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز بر عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۷(۴): ۳۰۶–۳۱۷.

میرابی، ا.، نعمتی، س.ح.، داوری‌نژاد، غ. و آرویی، ح. ۱۳۹۱. اثر مالچ بر کنترل علف‌های هرز، ذخیره رطوبت و دمای خاک در بیزی پیینو (*Solanum muricatum*). نشریه علوم باغبانی، ۲۶(۳): ۲۷۱–۲۷۶.

Anzalone, A., Cirujeda, A., Aibar, J., Pardo, G. and Zaragoza, C. 2010. Effect of biodegradable mulch materials on weed control in processing tomatoes. Weed Technology, 24: 369–377.

Campiglia, E., Mancinelli, R., Radicetti, E. and Caporali, F. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Crop Protection, 29: 354–363.

Chhangani, S. 2000. Effects of mulches (synthetic and non-synthetic) on water conservation and bulb yield of irrigated onion cultivated in semiarid zone of Bomo State, Nigeria. Journal of Eco-Physiology, 3(1–2): 5–9.

Cregg, B.M. 2009. Weed control and organic mulches affect physiology and growth of landscape shrubs. HortScience, 44(5): 1419–1424.

Cruz-Hipolito, H., Fernandez, P., Alcantara, R., Gherekhloo, J., Osuna, M.D. and De Prado, R. 2015. Ile-1781-Leu and Asp-2078-Gly mutations in ACCase gene endow cross-resistance to APP, CHD, and PPZ in *Phalaris minor* from Mexico. International Journal of Molecular Sciences, 16: 21363–21377.

Dahiya, R., Ingwersen, J. and Streck, T. 2007. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: Experimental findings and modelling. Soil and Tillage Research, 96: 52–63.

Díaz-Pérez, J.C. and Phatak, S.C. 2012. Mulches increase yield and improve weed control in no-till organic broccoli (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Acta Horticulturae, 933: 337–342.

Döring, T.F., Brandt, M., Heß, J., Finckh, M.R. and Saucke, H. 2005. Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. Field Crops Research, 94: 238–249.

Hiltbrunner, J., Jeanneret, P., Liedgens, M., Stamp, P. and Streit, B. 2007. Response of weed communities to legume living mulches in winter wheat. Journal of Agronomy and Crop Science, 193: 93–102.

Kosterna, E. 2014a. The effect of soil mulching with organic mulches on weed infestation in broccoli and tomato cultivated under polypropylene fibre and without a cover. Journal of Plant Protection Research, 54(2): 188–198.

Kosterna, E. 2014b. The effect of different types of straw mulches on weed control in vegetable cultivation. Journal of Ecological Engineering, 15(4): 109–117.

Lehrman, R.L. 1998. *Physics the Easy Way*. Hauppauge, New York.

Mahajan, G., Sharda, R., Kumar, A. and Singh, K.G. 2007. Effect of plastic mulch on economizing irrigation water and weed control in baby corn sown by different methods. African Journal of Agricultural Research, 2(1): 19–26.

Mallory-Smith, C. and Namuth, D. 2006. Herbicide resistance: Mechanisms, inheritance, and molecular genetics. Web page: http://www.plantandsoil. Accessed 16 May 2009.

Mamy, L., Gabrielle, B. and Barriuso, E. 2010. Comparative environmental impacts of glyphosate and conventional herbicides when used with glyphosate-tolerant and non-tolerant crops. Environmental Pollution, 158: 3172–3178.

Merwin, I.A., Rosenberger, D.A., Engle, C.A., Rist, D.L. and Fargione, M. 1995. Comparing mulches, herbicides and cultivation as orchard groundcover management systems. HortTechnology, 5(2): 151–158.

Monks, C.D., Monks, D.W., Basden, T., Selders, A., Poland, S. and Rayburn, E. 1997. Soil temperature, soil moisture, weed control, and tomato (*Lycopersicon esculentum*) response to mulching. Weed Technology, 11: 561–566.

Montague, T. and Kjelgren, R. 2004. Energy balance of six common landscape surfaces and the influence of surface properties on gas exchange of four containerized tree species. Scientia Horticulturae, 100: 229–249.

Montague, T., McKenney, C., Maurer, M. and Winn, B. 2007. Influence of irrigation volume and mulch on establishment of select shrub species. Arboriculture and Urban Forestry, 33: 202–209.

Mulvaney, M.J., Price, R.J. and Wood, C.W. 2011. Cover crop residue and organic mulches provide weed control during limited-input no-till collard production. Journal of Sustainable Agriculture, 35: 312–328.

Pramanick, M., Pal, D., Roy, A., Debnath, S. and Dwary, A. 2006. Effect of polythene mulches on weed management in onion. Journal of Crop and Weed, 2(1): 20–22.

Radics, L., Székelyné, E.B., Pusztai, P. and Horváth, K. 2006. Role of mulching in weed control of organic tomato. Plant Diseases and Protection, 18: 643–650.

Rahman, A.M., Chikushi, J., Saifizzaman, M. and Lauren, J.G. 2005. Rice straw mulching and nitrogen of no-till wheat following rice in Bangladesh. Field Crops Research, 91: 71–81.

Ramakrishna, A., Hoang Minh, T., Wani, S.P. and Tranh Ding, L. 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation, and yield of groundnut in northern Vietnam. Field Crops Research, 95: 115–125.

Ricotta, J.A. and Masiunas, J.B. 1991. The effects of black plastic mulch and weed control strategies on herb yield. HortScience, 26(5): 539–541.

Siipilehto, J. 2001. Effect of weed control with fibre mulches and herbicides on the initial development of spruce, birch and aspen seedlings on abandoned farmland. Silva Fennica, 35(4): 403–414.

Yordanova, M. and Shaban, N. 2007. Effect of mulching on weeds of fall broccoli. Buletinul USAMV-CN, 64: 1–2.

Zagaroza, C. 2003. Weed management in vegetables. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Plant Production and Protection, 120: 1.

The effect of mulch application on soil microclimate and weed control in different sowing dates of *Cucurbita pepo* var. *Styriaca*

Bakhtiar Moradi[1], Khosro Mohammadi[1*], Abdolrahman Rahimi[1], Asad Rokhzadi[1] and Sayd Farhad Saber Ali[2]

1. Department of Agronomy, Islamic Azad University of Sanandaj, Sanandaj, Iran
2. Torbat Jam Higher Education Complex, Mashhad, Iran

[*]*Corresponding Author: khosrowmohammadi@gmail.com*

Abstract

The use of herbicides is considered as a quick way to control weeds, but due to the occurrence of herbicide resistance phenomenon as well as the environmental damage caused by their use, alternative methods have been considered for controlling weeds. Mulch application is one of these alternative methods for weed control. Therefore, this research was carried out with the aim of investigating the effect of planting date and application of mulch types on soil temperature, soil moisture content, weed control and seed yield of Cucurbita pepo var. Styriaca. this research was carried out as a split plot based on a randomized complete block design with three replications at the research farm of Agricultural and Natural Resources Research Center in Kurdistan province located 5 km from Sanandaj city (Grise station) in two years. The experimental treatments included three planting dates (May 20, May 30 and June 10) as main plots and 9 mulch treatments included black polyethylene, blue polypropylene bags, white polypropylene bags, white fiber, white cloth, black cloth, wheat straw (thickness 7 cm), hand weeding (positive control) and non-weed control (negative control) as a subplot. The sowing date had no significant effect on soil surface temperature, however, the use of mulches white bags, blue bags, white cloth and white fibers significantly reduced the soil temperature at noon compared to non-use of mulch (positive control). Also, the white cloth, white fiber and black polyethylene at some sowing dates increased soil moisture content compared to positive and negative control. On the other hand, the application of the blue bag, black polyethylene and black cloth had a greater role in reducing dry matter and weed populations, as well as increasing the yield of Cucurbita pepo var. Styriaca seeds in comparison with other types of mulch. Since Cucurbita pepo var. Styriaca is cultivated in a field at very low densities, it is susceptible to weed infestation. In this condition, the use of dark mulches (blue polypropylene bags, black polyethylene and black cloth) can play an effective role in improving the growth and seed yield of Cucurbita pepo var. Styriaca by the control of weeds.

Key words: Biomass, Soil temperature, Soil moisture, Seed yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش عوامل ادافیکی در پراکنش و پایداری اکوتیپ‌های شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) در هشت رویشگاه طبیعی جنوب ایران

نجمه رنجبر اسلاملو[۱]، علیرضا یاوری[۱*] و محمدتقی عبادی[۲]

۱– گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲– گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *yavari@hormozgan.ac.ir*

چکیده

شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) از مهم‌ترین گیاهان دارویی ایران است که به دلیل برداشت بی‌رویه و تغییرات محیطی با خطر انقراض در رویشگاه‌های طبیعی مواجه است. این پژوهش با هدف بررسی عوامل اکولوژیکی و به‌ویژه ادافیکی مؤثر بر پراکنش این گونه در هشت رویشگاه جنوب ایران شامل: شیراز، سروستان، استهبان، نی‌ریز، بختگان، سعادت‌شهر (استان فارس) ، سیرجان (استان کرمان) و خرسین (استان هرمزگان) انجام شد. برای هر رویشگاه ویژگی‌های خاک شامل بافت، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، کربن آلی و عناصر غذایی (سدیم و پتاسیم) اندازه‌گیری شد و شرایط اقلیمی (ارتفاع، بارندگی، دما) نیز ثبت گردید. نتایج نشان داد که تفاوت‌های قابل توجهی در خصوصیات خاک بین رویشگاه‌ها وجود دارد. رویشگاه‌های با خاک‌های لومی‌شنی و میزان مناسب کربن آلی (مانند نی‌ریز و استهبان) شرایط مطلوب‌تری برای استقرار گیاه داشتند، در حالی که در خرسین با خاک شورتر و لومی‌سیلتی پراکنش محدودتر بود. یافته‌ها بیانگر آن است که ویژگی‌های ادافیکی بیش از عوامل اقلیمی بر پراکنش و پایداری اکوتیپ‌های شیرین‌بیان اثرگذارند. این نتایج می‌تواند به عنوان مبنایی برای برنامه‌های اهلی‌سازی، حفاظت و مدیریت پایدار این گونه ارزشمند دارویی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ادافیک، خاک، رویشگاه، گیاه دارویی، حفاظت.

مقدمه

گیاهان دارویی بومی ایران، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بیش از ۷۵ درصد مساحت کشور، منابع ارزشمندی برای اهلی‌سازی و تولید پایدار هستند (Tabari et al., 2012). ویژگی‌های اِدافیکی و خاکی، به عنوان عوامل کلیدی محیطی، بر رشد، پراکنش و تولید متابولیت‌های ثانویه این گیاهان تأثیر مستقیم و غیرمستقیم دارند. اقلیم و خاک، از طریق تغییرات در بارندگی، بافت، اسیدیته (pH)، مواد آلی، عناصر غذایی و هدایت الکتریکی (EC)، توزیع گونه‌ها و کیفیت مواد موثره را تعیین می‌کنند (Kilaneh and Vahabi, 2012). در ایران، کمبود آب، تغییرات بارندگی و تخلیه منابع زیرزمینی، تنش‌های اِدافیکی را تشدید کرده و نیاز به شناسایی گیاهان سازگار با شرایط خاکی کم‌بارور و شوری را افزایش می‌دهد (Tabari et al., 2012). گیاهان بومی با تحمل طبیعی به این تنش‌ها، پتانسیل بالایی برای اصلاح و کشت دارند، اما اهلی‌سازی آن‌ها نیازمند بررسی دقیق ویژگی‌های خاکی است (Shrizadi et al., 2024).

شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra*)، گیاهی چندساله از خانواده بقولات (Fabaceae)، نمونه‌ای برجسته از گیاهان دارویی بومی با پتانسیل اقتصادی بالا است. ریشه آن، حاوی گلیسیریزیک اسید (۵–۲۰ درصد وزن خشک)، مهم‌ترین ماده موثره برای صنایع دارویی و غذایی است (امیدبیگی، ۱۳۸۹). تولید متابولیت‌های ثانویه در ریشه، به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های اِدافیکی قرار دارد؛ برای مثال، خاک‌های شنی با عمق زیاد و غنی از کلسیم، گسترش ریشه و عملکرد را افزایش می‌دهند (عمویی و همکاران، ۱۳۹۴). pH مناسب برای شیرین‌بیان ۸/۲ – ۵/۵ است و بافت شنی–لومی با EC پایین (کمتر از ۱ dS/m) و مواد آلی متوسط (۱ – ۰/۳ درصد)، جذب عناصری مانند پتاسیم و نیتروژن را تسهیل می‌کند. با این حال، برداشت بی‌رویه از منابع طبیعی، بدون توجه به تنوع خاکی، تهدید انقراض را ایجاد کرده و سطح زیرکشت را صفر نگه داشته است. ایران با تولید سالانه بیش از ۴۰۰۰ تن ریشه و عصاره، ۱۵–۱۲ درصد بازار جهانی را تأمین می‌کند، اما خام‌فروشی و کاهش جمعیت‌های طبیعی (به دلیل خشکسالی و شوری خاک)، وابستگی به واردات را افزایش داده است (ستاد گیاهان دارویی، ۱۳۹۷).

از میان عوامل محیطی، خاک و ویژگی‌های ادافیکی نقشی تعیین‌کننده در استقرار و بقای گونه‌ها دارند. بافت، حاصلخیزی، شوری و میزان کربن آلی خاک می‌تواند بر رشد و پراکنش گیاهان دارویی اثر مستقیم داشته باشد. بررسی دقیق این عوامل در رویشگاه‌های مختلف شیرین‌بیان می‌تواند راهنمای ارزشمندی برای مدیریت منابع ژنتیکی و توسعه کشت این گیاه باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی وضعیت محل‌های پراکنش و نیز نمونه‌گیری خاک از مناطق اکولوژیک مختلف گونه شیرین بیان در مناطق جنوبی کشور هشت منطقه مختلف رویشی شامل شیراز، سروستان، استهبان، نی‌ریز، بختگان، سعادت‌شهر (استان فارس)، سیرجان (استان کرمان) و خرسین (استان هرمزگان) انتخاب شده و نمونه‌برداری مورد نظر در این هشت زیستگاه به‌عمل آمد. اطلاعات رویشگاهی هر منطقه شامل ارتفاع از سطح دریا و داده‌های اقلیمی مربوط به ۱۵ سال گذشته هر رویشگاه از جمله متوسط دمای سالیانه، کمینه و بیشینه دما و نیز متوسط بارندگی سالیانه از ایستگاه‌های هواشناسی منطقه جمع‌آوری گردید (جدول ۱).

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی مربوط به رویشگاه های مورد مطالعه شیرین بیان (*G. glabra* L.).

رویشگاه	گرمترین ماه سال	دمای گرمترین ماه سال	سردترین ماه سال	دمای سردترین ماه سال	متوسط بارش سالانه (میلی متر)	تعداد روز یخبندان در سال	متوسط دمای سالیانه (سانتی‌گراد)	کمینه دما (سانتی‌گراد)	بیشینه دما (سانتی‌گراد)
شیراز	تیر	۴۳/۲	دی	-۱۴/۴	۳۲۰/۲	۴۲	۱۸/۱	۰/۵	۳۸/۲
مهارلو	تیر	۴۳/۲	دی	-۱۴/۴	۳۲۰/۲	۴۲	۱۸/۱	۰/۵	۳۸/۲
استهبان	مرداد	۴۰/۸	دی	-۸/۲	۲۷۴/۵	۵۳	۱۷/۴	-۰/۴	۳۶/۸
نی ریز	تیر	۴۱/۸	بهمن	-۷/۶	۱۸۲/۲	۱۸	۱۹/۴	۱/۲	۳۷/۷
بختگان	تیر	۴۲	دی	-۸/۶	۲۲۹/۶	۳۳	۱۸/۳	۰/۶	۳۶/۵
سعادت شهر	تیر	۴۲	دی	-۸/۶	۲۲۹/۶	۳۳	۱۸/۳	۰/۶	۳۶/۵
سیرجان	تیر و مرداد	۲۸/۷	دی و بهمن	۵/۲	۹/۲	۱۲	۱۷/۵	۵/۲	۲۸/۷
خرسین	تیر و مرداد	۴۴	دی و بهمن	۶/۲	۵	۰	۲۴/۵	۴	۴۴

به منظور بررسی و تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از هر رویشگاه با حفر پروفیل، سه نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت و با هم مخلوط گردید و نمونه مرکب به‌دست آمده به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان تحویل داده شد. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک برداشت شده پس از هواخشک کردن و عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری با استفاده از روش‌های زیر انجام گردید: بافت به روش هیدرومتر، pH و EC عصاره اشباع (Carter and Gregorich, 2008)، کربن آلی بر مبنای روش والکلی-بلاک (Sparks, 1996). سنجش پتاسیم قابل دسترس گیاه با استات آمونیوم نرمال خنثی (pH=۷) با دستگاه فلیم فتومتری (Knudsen et al., 1996) اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاکی در هشت رویشگاه مورد بررسی تفاوت‌های معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). خاک‌های نی‌ریز و استهبان با بافت لومی‌شنی، هدایت الکتریکی پایین و میزان مناسب کربن آلی، شرایط بهتری برای استقرار شیرین‌بیان فراهم کردند. این یافته نشان می‌دهد که خاک‌های سبک با زهکشی مناسب و حاصلخیزی بیشتر، رشد و پراکنش بهینه گیاه را تسهیل می‌کنند. در مقابل، رویشگاه خرسین با خاک لومی‌سیلتی و شوری بالاتر (EC زیاد)، پراکنش محدودتری از این گونه دارویی داشت. این امر نشان‌دهنده نقش بازدارنده شوری و بافت سنگین خاک در توسعه ریشه و پایداری اکوتیپ‌ها است (Koevoets et al., 2016).

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مربوط به رویشگاه‌های مورد مطالعه شیرین بیان (*G. glabra* L.).

رویشگاه	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	اسیدیته	کربن آلی (٪)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
شیراز	۹	۵۰/۵	۴۰/۵	سیلت لومی	۸/۲۷	۲/۴۲	۶۳
سروستان	۷/۵	۴۶	۴۶/۵	شنی لومی	۸/۳۰	۲/۵۷	۲۵
استهبان	۵	۴۰/۵	۵۴/۵	شنی لومی	۸/۳۷	۳/۵۷	۷
نی ریز	۳	۴۰	۵۷	شنی لومی	۸/۴۰	۱/۸۷	۶
بختگان	۳	۵۴	۴۳	سیلت لومی	۸/۱۶	۳/۸۲	۱۶
سعادتشهر	۳۵/۵	۲۹/۴۴	۳۵/۰۶	رسی لومی	۸/۶۱	۰/۹۲	۱۰
سیرجان	۱	۲۸/۵	۷۰/۵	لومی شنی	۸/۵۹	۱/۹۱	۱۴
خرسین	۷/۵	۵۶	۳۶/۵	لومی سیلتی	۷/۹۸	۱/۰۰	۱۲

بافت خاک یک عامل فیزیکی مهم است که توزیع و فعالیت موجودات زنده در خاک را کنترل می‌کند. خاک‌های با بافت سنگین (رسی) با مقاومت مکانیکی بالا، نفوذ و رشد ریشه را محدود می‌کنند. از طرف دیگر، خاک‌های سنگین دارای منافذ کوچک‌تر و اغلب تهویه ضعیف‌تری هستند که می‌تواند منجر به شرایط بی‌هوازی و تنش اکسیژن برای ریشه‌ها گردد. همچنین، تراکم در خاک‌های سنگین می‌تواند به شدت توسعه ریشه را محدود کند و توانایی گیاه برای دسترسی به آب و مواد مغذی را کاهش دهد. از این گذشته، خاک‌های با بافت سنگین اغلب دارای ظرفیت نگهداری آب بالا اما هدایت هیدرولیکی پایینی هستند که می‌تواند بر دسترسی ریشه‌ها به آب تأثیر بگذارد (Sylvia and Williams, 2013).

شوری یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی است که بهره‌وری کشاورزی را در سراسر جهان محدود می‌کند. شوری اثرات چندوجهی بر ساختار و توسعه ریشه گیاهان دارد که شامل کاهش طول ریشه اصلی، تغییر در تراکم و رشد ریشه‌های جانبی، و در مجموع تغییر ساختار سیستم ریشه (RSA) می‌شود. مکانیسم‌های این اثرات شامل افزایش پتانسیل اسمزی خاک، کاهش جذب آب و مواد مغذی، و سمیت ناشی از تجمع یون‌های سدیم و کلر در بافت‌های ریشه است. علاوه بر این، شوری سبب تخریب سریع آمیلوپلاست‌ها در سلول‌های کلومِلای ریشه می‌شود که منجر به کاهش پاسخ گراویتروپیسمی ریشه و تغییر جهت رشد ریشه می‌گردد. در سطح مولکولی، تنش شوری بیان و توزیع پروتئین PIN2 را که در انتقال اکسین و گراویتروپیسم نقش دارد، تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین، فعالیت کینازهای خاصی مانند *SnRK2.4* و *SnRK2.10* در پاسخ به تنش شوری به سرعت و به طور موقت در ریشه‌های آرابیدوپسیس افزایش می‌یابد؛ به طوری که جهش در ژن *SnRK2.4* باعث کاهش طول ریشه اصلی و جهش در *SnRK2.10* سبب کاهش تعداد ریشه‌های جانبی در شرایط شوری می‌شود. تنش شوری همچنین باعث تغییر در ترکیب دیواره سلولی ریشه می‌گردد که شامل رسوب بیشتر لیگنین و سوبرین در سلول‌های اندودرمی و اگزودرمی است؛ این تغییرات می‌توانند از طریق جلوگیری از هدر رفت آب و تغییر مسیرهای انتقال یونی به گیاه کمک کنند. مطالعات انجام شده روی اکوتیپ‌های مختلف آرابیدوپسیس تحت شرایط شوری ملایم، استراتژی‌های متفاوتی را در تنظیم مریستم‌های ریشه اصلی و جانبی و نیز انشعاب ریشه نشان داده که با تنوع طبیعی در حساسیت به اسید آبسیزیک و نسبت‌های مختلف سدیم/پتاسیم در اندام‌های هوایی همبستگی نسبی دارند (Zou et al., 2021).

بررسی عناصر غذایی نشان داد که پتاسیم در برخی رویشگاه‌ها (مانند سیرجان) در سطح بالاتری قرار داشت که می‌تواند به بهبود وضعیت تغذیه‌ای و رشد گیاه کمک کند. از سوی دیگر، افزایش غلظت شوری در خاک با کاهش تراکم گیاهان همراه بود. این نتایج با مطالعات پیشین بر روی گونه‌های دارویی دیگر مانند گل‌ماهور و سنجد هم‌راستا است که نقش منفی شوری و بافت سنگین خاک بر پراکنش طبیعی گیاهان بومی را گزارش کرده‌اند (حاجی‌مهدی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷).

از نظر اقلیمی، هرچند ارتفاع، بارندگی و دما در رویشگاه‌ها متفاوت بود، اما داده‌ها نشان داد که ویژگی‌های ادافیکی نقشی تعیین‌کننده‌تر در پراکنش شیرین‌بیان دارند. به عنوان مثال، سیرجان با وجود بارندگی اندک، به دلیل خاک لومی‌شنی و زهکشی مناسب توانسته شرایط

مطلوبی برای رشد این گونه ایجاد کند. این موضوع بیانگر آن است که عوامل خاکی اغلب اثر غالب‌تری نسبت به شرایط اقلیمی بر حضور و بقای شیرین‌بیان دارند.

به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که خاک‌های سبک، غنی از ماده آلی و کم‌نمک، مناسب‌ترین بستر برای توسعه و پایداری اکوتیپ‌های شیرین‌بیان در جنوب ایران محسوب می‌شوند. این یافته‌ها علاوه بر شناسایی رویشگاه‌های برتر، می‌تواند مبنایی برای برنامه‌های احیای زیستگاه‌های تخریب‌شده و اهلی‌سازی این گیاه دارویی ارزشمند باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مدیریت پایدار شیرین‌بیان، اصلاح خاک‌های شور و افزایش ماده آلی به عنوان راهکارهای کلیدی مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Carter, M.R. and Gregorich, E.G. 2008. *Soil Sampling and Methods of Analysis*, 2nd ed. Canadian Society of Soil Science.

Knudsen, D., Peterson, G.A. and Pratt, P.F. 1996. Lithium, sodium and potassium. In: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 403–429.

Koevoets, I.T., Venema, J.H., Elzenga, J.T.M. and Testerink, C. 2016. Roots withstanding their environment: Exploiting root system architecture responses to abiotic stress to improve crop tolerance. Frontiers in Plant Science, 7: 1335.

Sparks, D.L. 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. American Society of Agronomy.

Sylvia, D.M. and Williams, S.E. 2013. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stress. In: Advances in Agronomy, 54: 55–87.

Zou, Y., Zhang, Y. and Testerink, C. 2021. Root dynamic growth strategies in response to salinity. Plant, Cell & Environment, 44(4): 926–944.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Role of Edaphic Factors in the Distribution and Persistence of *Glycyrrhiza glabra* L. Ecotypes in Eight Natural Habitats of Southern Iran

Najmeh Ranjbar Islamloo[1], Alireza Yavari[1*] and Mohamad Taghi Ebadi[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan, BandarAbbas, Iran

2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Tarbiat modares, Tehran, Iran

[*]Corresponding Author: yavari@hormozgan.ac.ir

Abstract

Glycyrrhiza glabra L. (licorice) is one of the most important medicinal plants of Iran, which faces the risk of extinction in its natural habitats due to overharvesting and environmental changes. This study aimed to investigate ecological, particularly edaphic, factors affecting the distribution of this species in eight habitats across southern Iran, including Shiraz, Sarvestan, Estahban, Neyriz, Bakhtegan, Saadat Shahr (Fars Province), Sirjan (Kerman Province), and Khersin (Hormozgan Province). For each habitat, soil characteristics including texture, pH, electrical conductivity (EC), organic carbon, and nutrient elements (sodium and potassium) were measured, while climatic conditions (altitude, precipitation, and temperature) were also recorded. The results revealed significant differences in soil properties among habitats. Habitats with loamy-sandy soils and adequate organic carbon content (e.g., Neyriz and Estahban) provided more favorable conditions for plant establishment, whereas Khersin, with saline loamy-silty soils, showed limited distribution. The findings indicate that edaphic factors play a more decisive role than climatic conditions in the distribution and persistence of licorice ecotypes. These results can serve as a foundation for domestication, conservation, and sustainable management programs of this valuable medicinal species.

Keywords: Conservation, Edaphic factors, Habitat, Medicinal plant, Soil.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی پوشش گیاهی همراه گونه دارویی شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) در برخی از رویشگاه طبیعی جنوب ایران

نجمه رنجبر اسلاملو[۱]، علیرضا یاوری[۱*] و محمدتقی عبادی[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

*نویسنده مسئول: *yavari@hormozgan.ac.ir*

چکیده

شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) از مهم‌ترین گیاهان دارویی بومی ایران است که به‌واسطه ترکیبات ارزشمند دارویی و صنعتی، از دیرباز در طب سنتی و صنایع داروسازی جایگاه ویژه‌ای داشته است. شناخت شرایط اکولوژیک و گونه‌های همراه این گیاه می‌تواند در مدیریت پایدار و توسعه کشت آن نقشی کلیدی ایفا کند. در پژوهش حاضر، هشت رویشگاه طبیعی شیرین‌بیان در جنوب ایران (شیراز، سروستان، استهبان، نی‌ریز، بختگان، سعادت‌شهر، سیرجان و خرسین) مورد بررسی فلورستیک قرار گرفتند. برای هر منطقه داده‌های اقلیمی شامل دمای گرم‌ترین و سردترین ماه، متوسط بارش سالانه، تعداد روز یخبندان، کمینه و بیشینه دما گردآوری شد. نتایج نشان داد که گونه‌های بارهنگ (*Plantago* spp.)، خارشتر (*Alhagi camelorum*)، گون (*Astragalus* sp.)، بادام (*Prunus dulcis*)، پسته (*Pistacia vera*)، گز (*Tamarix* spp.)، مریم‌گلی بیابانی (*Salvia eremophila*) و مریم نخودی (*Teucrium polium*) به‌عنوان گونه‌های غالب همراه با شیرین‌بیان حضور دارند. نتایج نشان داد که همزیستی این گونه‌ها با شیرین‌بیان علاوه بر بازتاب شرایط خشک و نیمه‌خشک جنوب ایران، دارای نقش اکولوژیک مهمی در تثبیت خاک، بهبود حاصلخیزی، اصلاح میکروکلیما و ارتقای تنوع زیستی است. این نتایج بیانگر آن است که شناخت گونه‌های همراه می‌تواند مبنای برنامه‌های حفاظتی و توسعه کشت پایدار شیرین‌بیان قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: شیرین‌بیان، پوشش گیاهی همراه، اکولوژی گیاهی، جنوب ایران، گیاهان دارویی.

مقدمه

ایران یکی از مراکز مهم تنوع زیستی گیاهان دارویی در منطقه پالئارکتیک به شمار می‌رود و به‌دلیل شرایط اقلیمی متنوع، بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی در آن شناسایی شده است که حدود ۲۳۰۰ گونه دارای خواص دارویی و معطر هستند (Mozaffarian, 2013). در میان این گیاهان، شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) از جایگاهی ممتاز برخوردار می‌باشد. این گونه به خانواده بقولات (Fabaceae) تعلق دارد و ریشه آن حاوی گلیسیریزیک اسید و فلاونوئیدها است که در درمان بیماری‌های گوارشی، تنفسی، التهابی و نیز به‌عنوان شیرین‌کننده طبیعی کاربرد دارد (Isbrucker & Burdock, 2006).

شیرین‌بیان در ایران پراکنش گسترده‌ای دارد و عمدتاً در نواحی نیمه‌خشک و خشک از جمله استان‌های فارس، کرمان، هرمزگان، خراسان، کرمانشاه و آذربایجان‌های شرقی و غربی یافت می‌شود (Ghorbani et al., 2020). بهره‌برداری بی‌رویه از ریشه‌های زیرزمینی و تخریب زیستگاه‌ها سبب کاهش شدید جمعیت‌های طبیعی این گونه در سال‌های اخیر شده است (Yousefi et al., 2018). از این رو، شناخت دقیق ویژگی‌های اکولوژیک و گونه‌های گیاهی همراه می‌تواند در احیای رویشگاه‌ها و توسعه کشت پایدار آن نقش اساسی ایفا کند.

مدیریت صحیح یک اکوسیستم بر مبنای اصول اکولوژیکی استوار بوده و درک فرآیندهای بوم‌شناختی پیش‌شرط اصلی مدیریت کارآمد آن می‌باشد. ارتباط تنگاتنگ و همبستگی مستقیم بین پوشش گیاهی و خاک به‌گونه‌ای است که تغییر در وضعیت هرکدام، تأثیری عمیق و

گسترده بر سایر اجزای اکوسیستم می‌گذارد. این ارتباط متقابل بین خاک و جوامع گیاهی از مهمترین عوامل شکل‌دهنده ساختار پوشش گیاهی و پراکنش آن در هر منطقه محسوب می‌شود (میهن‌پرست، ۱۳۹۹).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از منابع مهم و تجدیدپذیر اکوسیستم نقشی اساسی در زندگی موجودات زنده، حفظ طبیعت و تعادل بوم نظام ایفا می‌کند و با ساختاری پیچیده‌تر از اقلیم و خاک، سومین جزء محیط طبیعی را تشکیل می‌دهد (Ramos et al., 2023). الگوی توزیع پوشش گیاهی تحت تأثیر بسیاری از عوامل محیطی قرار دارد و شکل انتشار و حضور گیاهان در هر منطقه تصادفی نیست، بلکه ترکیب و ساختار هر جامعه گیاهی تا حد زیادی تحت کنترل و تأثیر عوامل محیطی نظیر خاک، اقلیم و توپوگرافی قرار دارد (قادری و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به روند فزاینده تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، مدیریت صحیح این اکوسیستم‌ها مستلزم شناخت دقیق روابط متقابل اجزای آنهاست. اصول بنیادی مدیریت اکوسیستم تأکید می‌کند که ما باید درک جامعی از فرآیندهای اکولوژیکی و تعاملات بین اجزای مختلف اکوسیستم داشته باشیم. در این راستا، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که حذف دائمی گونه‌های گیاهی از یک اکوسیستم نه تنها بر ترکیب پوشش گیاهی، بلکه بر زنجیره غذایی خاک، تجزیه‌کنندگان و فرآیندهای خاک نیز تأثیر می‌گذارد (Wardle et al., 1999).

برنامه‌ریزی برای مدیریت پایدار اکوسیستم‌ها نیازمند شناخت دقیق روابط بین پوشش گیاهی و خاک است. فن‌آوری‌های نوین مانند سنجش از دور می‌توانند در ارزیابی پوشش گیاهی و پراکندگی آن کمک شایانی نمایند. اما این ابزارها باید در کنار مطالعات میدانی دقیق از روابط متقابل خاک و گیاه به کار گرفته شوند تا تصویری جامع از اکوسیستم ارائه دهند. در نهایت، پایداری اکوسیستم‌ها به عنوان یک هدف اصلی در مدیریت منابع طبیعی، مستلزم توجه به حفظ تنوع زیستی، حفظ ساختار و عملکرد اکوسیستم، و نگاه یکپارچه به کل اکوسیستم است (Gann et al., 2019). این رویکرد جامع به مدیریت اکوسیستم، تضمین‌کننده ارائه خدمات اکوسیستمی پایدار و حفظ کارکردهای حیاتی آن برای نسل‌های آینده خواهد بود.

مطالعات اکولوژیک نشان داده است که گونه‌های همراه می‌توانند شاخص‌های مهمی از شرایط زیستگاهی باشند (Grime, 2001). به‌عنوان مثال، حضور گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مانند *Astragalus* و *Alhagi* نشانگر کمبود نیتروژن در خاک‌های فقیر مناطق خشک است (Sprent, 2009). همچنین گونه‌های درختی مانند پسته و بادام با ایجاد میکروکلیمای خاص، امکان استقرار گونه‌های علفی حساس‌تر را فراهم می‌کنند. گیاهان دارویی دیگر نظیر *Teucrium polium* و *Salvia eremophila* نیز نه تنها ارزش اقتصادی دارند، بلکه به‌عنوان شاخصی از سلامت اکوسیستم محسوب می‌شوند (Rechinger, 1982). بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی فلور غالب همراه گونه شیرین‌بیان در هشت رویشگاه طبیعی جنوب ایران و تحلیل نقش اکولوژیک گونه‌های همراه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی وضعیت محل‌های پراکنش گونه شیرین بیان در مناطق جنوبی کشور هشت منطقه مختلف رویشی شامل شیراز، سروستان، استهبان، نی‌ریز، بختگان، سعادت‌شهر (استان فارس)، سیرجان (استان کرمان) و خرسین (استان هرمزگان) انتخاب گردید. اطلاعات رویشگاهی هر منطقه شامل ارتفاع از سطح دریا و داده‌های اقلیمی مربوط به ۱۵ سال گذشته هر رویشگاه از جمله متوسط دمای سالیانه، کمینه و بیشینه دما و نیز متوسط بارندگی سالیانه از ایستگاه‌های هواشناسی منطقه جمع‌آوری گردید (جدول ۱).

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی مربوط به رویشگاه های مورد مطالعه شیرین بیان (*G. glabra* L.).

رویشگاه	گرمترین ماه سال	دمای گرمترین ماه سال	سردترین ماه سال	دمای سردترین ماه سال	متوسط بارش سالانه (میلی متر)	تعداد روز یخبندان در سال	متوسط دمای سالیانه (سانتی‌گراد)	کمینه دما (سانتی‌گراد)	بیشینه دما (سانتی‌گراد)
شیراز	تیر	۴۳/۲	دی	-۱۴/۴	۳۲۰/۲	۴۲	۱۸/۱	۰/۵	۳۸/۲
مهارلو	تیر	۴۳/۲	دی	-۱۴/۴	۳۲۰/۲	۴۲	۱۸/۱	۰/۵	۳۸/۲
استهبان	مرداد	۴۰/۸	دی	-۸/۲	۲۷۴/۵	۵۳	۱۷/۴	-۰/۴	۳۶/۸
نی ریز	تیر	۴۱/۸	بهمن	-۷/۶	۱۸۲/۲	۱۸	۱۹/۴	۱/۲	۳۷/۷
بختگان	تیر	۴۲	دی	-۸/۶	۲۲۹/۶	۳۳	۱۸/۳	۰/۶	۳۶/۵

سعادت شهر	تیر	۴۲	دی	-۸/۶	۲۲۹/۶	۳۳	۱۸/۳	۰/۶	۳۶/۵
سیرجان	تیر و مرداد	۲۸/۷	دی و بهمن	۵/۲	۹/۲	۱۲	۱۷/۵	۵/۲	۲۸/۷
خرسین	تیر و مرداد	۴۴	دی و بهمن	۶/۲	۵	۰	۲۴/۵	۴	۴۴

در ارزیابی پوشش گیاهی، انتخاب روش نمونه‌برداری بهینه و مناسب از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا نتایج آن باید بازتاب‌دهنده وضعیت واقعی رویشگاه باشد. برای دستیابی به تصویری جامع و دقیق از ساختار و ترکیب پوشش گیاهی، نمونه‌برداری تصادفی محض ممکن است به تنهایی کافی نباشد و می‌تواند منجر به خطا در تبیین دقیق وضعیت پوشش گیاهی شود. در مطالعه حاضر، با هدف ارزیابی دقیق‌تر جوامع گیاهی شیرین بیان، از روش نمونه‌برداری انتخابی استفاده شد. در این راستا، پنج قطعه نمونه یک هکتاری مربع شکل (۱۰۰×۱۰۰ متر) در توده‌های کمتر دست‌خورده شیرین بیان به‌صورت هدفمند انتخاب و پیاده‌سازی گردید. این رویکرد با مطالعات دیگر همخوانی دارد که اشاره می‌کنند شکل انتشار و حضور گیاهان در یک منطقه تصادفی نیست، بلکه تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد. پس از تعیین قطعات نمونه، تمامی گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در هر قطعه شناسایی گردید. برای ارزیابی دقیق‌تر لایه علفی، در داخل هر قطعه یک هکتاری، ۱۶ ریزقطعه نمونه چهار متر مربعی (۲×۲ متر) به‌صورت منظم-تصادفی پیاده شد. این روش همگام با پروتکل‌های انعطاف‌پذیر نمونه‌برداری است که توسط محققان دیگر برای ثبت ترکیب و ساختار پوشش گیاهی طراحی شده‌اند . مزیت این روش، امکان ترکیب نمونه‌برداری سیستماتیک با عناصر تصادفی است که به شناسایی بهتر الگوهای مکانی پوشش گیاهی کمک می‌کند. در ریزقطعات، تمامی گونه‌های گیاهی بر اساس معیار براون بلانکه شناسایی شده و درصد پوشش آنها ثبت گردید (لطفعلیان و همکاران، ۱۳۹۷). برای شناسایی دقیق گونه‌ها، از منابع معتبر علمی مانند فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1982) استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی فلورستیک رویشگاه‌های شیرین‌بیان (*G. glabra*) در اکوسیستم‌های جنوب ایران نشان داد که طیف متنوعی از گونه‌های گیاهی شامل بارهنگ (*Plantago* spp.)، خارشتر (*Alhagi camelorum*)، گون (*Astragalus* sp.)، بادام (*Prunus dulcis*)، پسته (*Pistacia vera*)، گز (*Tamarix* spp.)، مریم‌گلی بیابانی (*Salvia eremophila*) و مریم نخودی (*Teucrium polium*) به صورت همزیست با این گونه دارویی ارزشمند در زیستگاه‌های مختلف حضور دارند. این الگوی همراهی گیاهی می‌تواند در برنامه‌های احیا و مدیریت رویشگاه‌های شیرین‌بیان مورد استفاده قرار گیرد (قادری و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مربوط به رویشگاه‌های مورد مطالعه شیرین بیان (*G. glabra* L.).

رویشگاه	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	اسیدیته	کربن آلی (٪)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
شیراز	۹	۵۰/۵	۴۰/۵	سیلت لومی	۸/۲۷	۲/۴۲	۶۳
سروستان	۷/۵	۴۶	۴۶/۵	شنی لومی	۸/۳۰	۲/۵۷	۲۵
استهبان	۵	۴۰/۵	۵۴/۵	شنی لومی	۸/۳۷	۳/۵۷	۷
نی ریز	۳	۴۰	۵۷	شنی لومی	۸/۴۰	۱/۸۷	۶
بختگان	۳	۵۴	۴۳	سیلت لومی	۸/۱۶	۳/۸۲	۱۶
سعادتشهر	۳۵/۵	۲۹/۴۴	۳۵/۰۶	رسی لومی	۸/۶۱	۰/۹۲	۱۰
سیرجان	۱	۲۸/۵	۷۰/۵	لومی شنی	۸/۵۹	۱/۹۱	۱۴
خرسین	۷/۵	۵۶	۳۶/۵	لومی سیلتی	۷/۹۸	۱/۰۰	۱۲

۱- نقش اکولوژیک گونه‌های لگومینوزی در رویشگاه‌های شیرین‌بیان

گونه‌های متعلق به خانواده بقولات (Fabaceae) مانند *Astragalus* و *Alhagi* که در اکثر رویشگاه‌های مطالعه شده حضور داشتند، نقش کلیدی در چرخه نیتروژن و حاصلخیزی خاک ایفا می‌کنند. این گیاهان از طریق همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم، قادر به تثبیت نیتروژن اتمسفری در خاک هستند و بدین ترتیب شرایط مطلوب‌تری برای استقرار و رشد شیرین‌بیان فراهم می‌آورند (قادری و همکاران،

۱۳۹۶). مطالعات نشان داده است که حضور همزیستی لگوم‌ها در یک اکوسیستم می‌تواند تا ۳۰ درصد حاصلخیزی خاک را افزایش دهد و فعالیت میکروبی خاک را بهبود بخشد (Robert et al., 2008). خصوصیات خاک شاخص مناسبی در تفکیک جوامع گیاهی و پراکنش آن‌ها هستند و در مقابل، پوشش گیاهی نیز می‌تواند معیاری مناسب برای تفکیک واحدهای همگن خاک باشد (میهن‌پرست، ۱۳۹۹).

۲- نقش گونه‌های درختی و درختچه‌ای در ساختار رویشگاه

حضور گونه‌های درختی و درختچه‌ای نظیر بادام (*Prunus dulcis*) و پسته (*Pistacia vera*) در کنار شیرین‌بیان، بیانگر ساختار چند اشکوبی این رویشگاه‌هاست. این گونه‌های چوبی عملکردهای اکولوژیکی متعددی را به عهده دارند که می‌توان به تثبیت خاک، جلوگیری از فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، سایه‌اندازی و ایجاد میکروکلیما، کاهش تبخیر سطحی و حفظ رطوبت خاک اشاره کرد (Langford et al., 2016).

در اکولوژی گیاهی، به‌خوبی شناخته شده است که ترکیب پوشش گیاهی تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل محیطی از جمله خصوصیات خاک، توپوگرافی و اقلیم شکل می‌گیرد (Tabacchi et al., 2019). بر اساس مشاهدات میدانی ما، ساختار پیچیده‌ی رویشگاه‌های شیرین‌بیان با حضور گونه‌های چوبی، یک مزیت اکولوژیک برای این گیاه دارویی محسوب می‌شود، زیرا شرایط میکروکلیمایی مناسب‌تری را برای استقرار و رشد آن فراهم می‌کند.

۳- سازگاری‌های اکولوژیک گونه‌های همراه شیرین‌بیان

گز (*Tamarix* spp.) و بارهنگ (*Plantago* spp.) از جمله گونه‌های شاخص مقاوم به شوری و خشکی هستند که در رویشگاه‌های شیرین‌بیان مشاهده شدند. حضور این گونه‌ها نشان‌دهنده توانایی شیرین‌بیان در تحمل طیفی از شرایط نامساعد محیطی است. گز با سیستم ریشه‌ای عمیق خود می‌تواند به سفره‌های آب زیرزمینی دسترسی پیدا کند و بارهنگ نیز با مکانیسم‌های فیزیولوژیک خاص خود قادر به ذخیره آب در بافت‌های گیاهی است (زارع چاهوکی و همکاران، ۱۳۹۰). الگوهای مشاهده‌شده در توزیع گونه‌های همراه، با یافته‌های مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد که نشان می‌دهند توزیع پوشش گیاهی تحت تأثیر خصوصیات خاک، توپوگرافی و اقلیم قرار دارد (Pickup et al., 2014).

۴- ارزش اکولوژیکی و دارویی جامعه گیاهی شیرین‌بیان

همراهی گونه‌های دارویی متعدد مانند *Salvia eremophila* و *Teucrium polium* با شیرین‌بیان، نشانگر غنای دارویی این رویشگاه‌هاست. این امر از دیدگاه حفاظتی و اقتصادی حائز اهمیت است، زیرا می‌تواند به برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری پایدار از این عرصه‌ها کمک کند (Mirdavoodi et al., 2013). مطالعات نشان داده است که در اکوسیستم‌های کمتر دست‌خورده، تنوع گونه‌های دارویی بیشتر است (میهن‌پرست، ۱۳۹۹).

۵- تحلیل ارتباط پوشش گیاهی با شرایط اقلیمی و محیطی

بررسی داده‌های اقلیمی رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که شیرین‌بیان و گونه‌های همراه آن در طیف وسیعی از شرایط اقلیمی قادر به استقرار هستند. این امر انعطاف‌پذیری اکولوژیک این جامعه گیاهی را نشان می‌دهد:

- در مناطق با بارش بیشتر مانند شیراز و استهبان (بارش سالانه بیش از ۳۰۰ میلی‌متر)، تنوع گونه‌ای بالاتر و حضور گونه‌های درختی و درختچه‌ای بیشتر مشاهده شد. این مناطق با خاک‌های غنی‌تر و ساختار پیچیده‌تر پوشش گیاهی مشخص می‌شوند (قادری و همکاران، ۱۳۹۶).

- در رویشگاه‌های خشک‌تر و کم‌بارش مانند خرسین و سیرجان، غالبیت با گونه‌های مقاوم به خشکی همچون گز، بارهنگ و خارشتر بود. این گونه‌ها با استراتژی‌های سازگاری به کم آبی، شرایط نامساعد محیطی را تحمل می‌کنند (Tabacchi et al., 2019).

- اثر میانگین دمای بالاتر در برخی مناطق مانند خرسین (۲۴/۵ درجه سانتیگراد) بر ترکیب گونه‌ای مشهود بود، به طوری که در این مناطق گونه‌های مقاوم به گرما حضور پررنگ‌تری داشتند (میهن‌پرست، ۱۳۹۹).

به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که مطالعه گونه‌های همراه شیرین‌بیان در رویشگاه‌های طبیعی جنوب ایران نشان می‌دهد که این گیاه دارویی ارزشمند در همراهی با طیف متنوعی از گونه‌های گیاهی رشد می‌کند که هر یک نقش اکولوژیکی خاصی را ایفا می‌نمایند. این همراهی نه تنها بازتاب شرایط خشک و نیمه‌خشک جنوب ایران است، بلکه نشان‌دهنده سازگاری اکولوژیک شیرین‌بیان با این شرایط نیز می‌باشد. شناخت گونه‌های همراه شیرین‌بیان و نقش اکولوژیک آنها می‌تواند مبنای مناسبی برای برنامه‌های حفاظتی و توسعه کشت پایدار این گیاه دارویی ارزشمند فراهم کند. همچنین، این دانش می‌تواند در بازسازی زیستگاه‌های تخریب شده و ایجاد بانک‌های ژن زنده برای حفاظت از ذخایر ژنتیکی این گونه ارزشمند مورد استفاده قرار گیرد. در نهایت، با توجه به تغییرات اقلیمی و افزایش شرایط خشک در منطقه، مطالعه و پایش مستمر رویشگاه‌های طبیعی شیرین‌بیان و گونه‌های همراه آن برای حفظ این منابع ارزشمند طبیعی و دارویی ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

قادری، ش.، امیریان چکان، ع.، کریم‌زاده، آ.، دیفرخش، م. و پوررضایی، ج. ۱۳۹۶. بررسی ارتباط پوشش گیاهی با عوامل خاکی با استفاده از آنالیز چندمتغیره (مطالعه موردی: مراتع قشلاقی حوزه چمران استان خوزستان). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۴(۳): ۴۷۸–۴۹۳.

لطفعلیان، م.، زارع، ن.، فلاح، ا.، حجتی، س.م. و ایمانی، پ. ۱۳۹۷. اثرات زیست‌محیطی خروج چوب از منظر ترکیب و تنوع زیستی زادآوری (مطالعه موردی: سری گردشی جنگل چوب و کاغذ مازندران). محیط زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران)، ۷۱(۱): ۹۳–۱۰۷.

مظفریان، و. ۱۳۹۴ .درختان و درختچه‌های ایران .انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.

میهن‌پرست، ا. ۱۳۹۹. ارزیابی قابلیت الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده در تهیه نقشه پوشش گیاهی (مطالعه موردی: آبیک). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه‌ریزی، ۱(۱): ۸۸–۹۹.

Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J. and Dixon, K.W. 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Restoration Ecology, 27(S1): S1–S46.

Langford, Z., Kumar, J., Hoffman, F.M., Norby, R.J., Wullschleger, S.D., Sloan, V.L. and Iversen, C.M. 2016. Mapping Arctic plant functional type distributions in the Barrow Environmental Observatory using WorldView-2 and LiDAR datasets. Remote Sensing, 8(9): 733.

Ramos, L., Negreiros, D., Ferreira, B.S.S., Figueiredo, J.C.G., Paiva, D.C., Oki, Y. and Fernandes, G.W. 2023. Strong relationships between soil and vegetation in reference ecosystems of a riparian Atlantic rainforest in the upper Doce River watershed, southeastern Brazil. iForest, 16(1): 1–15.

Rechinger, K.H. 1982. *Flora Iranica*. Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt.

Tabacchi, E., Gonzalez, E., Corenblit, D., Garófano-Gómez, V., Planty-Tabacchi, A.M. and Steiger, J. 2019. Species composition and plant traits: Characterization of the biogeomorphological succession within contrasting river corridors. River Research and Applications, 35(8): 1228–1240.

Wardle, D.A., Bonner, K.I., Barker, G.M., Yeates, G.W., Nicholson, K.S., Bardgett, R.D. and Ghani, A. 1999. Plant removals in perennial grassland: Vegetation dynamics, decomposers, soil biodiversity, and ecosystem properties. Ecological Monographs, 69(4): 535–568.

Floristic Survey of Plant Species Associated with *Glycyrrhiza glabra* L. in Natural Habitats of Southern Iran

Najmeh Ranjbar Islamloo[1], Alireza Yavari[1*] and Mohamad Taghi Ebadi[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan, BandarAbbas, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Tarbiat modares, Tehran, Iran
Corresponding Author: yavari@hormozgan.ac.ir

Abstract

Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) is one of the most important native medicinal plants in Iran that, due to its valuable medicinal and industrial compounds, has long held a special place in traditional medicine and pharmaceutical industries. Understanding the ecological conditions and associated plant species can play a key role in sustainable management and cultivation development of this plant. In the present study, eight natural habitats of licorice in southern Iran (Shiraz, Sarvestan, Estahban, Neyriz, Bakhtegan, Saadatshahr, Sirjan and Khersin) were floristically investigated. Climatic data including temperature of the warmest and coldest months, average annual precipitation, number of frost days, minimum and maximum temperature were collected for each region. The results showed that *Plantago* spp., *Alhagi camelorum*, *Astragalus* sp., *Prunus dulcis*, *Pistacia vera*, *Tamarix* spp., *Salvia eremophila* and *Teucrium polium* are present as dominant species associated with licorice. The results indicated that the coexistence of these species with licorice, in addition to reflecting the arid and semi-arid conditions of southern Iran, has important ecological functions in soil stabilization, fertility improvement, microclimate modification, and biodiversity enhancement. These findings suggest that understanding associated species can provide a foundation for conservation programs and sustainable cultivation development of licorice.

Keywords: *Glycyrrhiza glabra* L., Companion species, Plant communities, Phytoecology, Southern Iran, Medicinal Plants.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

خواص حفاظتی مواد زیست‌فعال گیاهی برای پوست در برابر اشعه UV

مرضیه باباش‌پور اصل۱*
۱- گروه علوم باغبانی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *babashpour@iau.ac.ir*

چکیده

در مطالعه حاضر، تعامل پیچیده بین اشعه ماوراء بنفش و سلامت پوست با تأکید بر مکانیسم‌های مولکولی و تظاهرات بالینی ناشی از قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش، به طور عمیق بررسی شده است. تأکید بر عملکرد ضروری آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی در پوست، تنوع و پتانسیل درمانی ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در گیاهان دارویی است. ویژگی‌های ذاتی عصاره‌های گیاهی متناسب با سلامت پوست و محافظت در برابر نور به طور کامل مورد بحث قرار گرفته است. از آنجایی که روش استخراج به طور قابل توجهی بر ترکیب، پایداری و فراهمی زیستی عصاره‌های گیاهی تأثیر می‌گذارد، روش‌های مختلف و پیامدهای آنها مورد بررسی دقیق قرار گرفت. این بحث همچنین شامل روش‌هایی است که فراهمی زیستی و پایداری اجزای استخراج شده را افزایش می‌دهند. ارزیابی کارایی، سمیت و خطرات احتمالی استفاده از عصاره‌های گیاهی در محصولات آرایشی نیز ارائه شده است که با مشاهدات مربوط به مصرف‌کنندگان رو به رشد محصولات آرایشی گیاهی تقویت شده است.

واژه‌های کلیدی: اشعه ماوراء بنفش، آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی، مواد فیتوشیمیایی، محافظت در برابر نور.

مقدمه

در طول سال‌ها، پوست در معرض عوامل استرس‌زای محیطی متعددی مانند اشعه ماوراء بنفش (UV)، آلودگی و عوامل مرتبط با سبک زندگی قرار می‌گیرد که می‌توانند پیری پوست را تسریع کنند، التهاب را القا کنند و حتی افراد را مستعد ابتلا به سرطان‌های پوستی کنند. تحقیقات درک ما را از مکانیسم‌های مولکولی که از طریق آن‌ها اشعه UV به پوست آسیب می‌رساند گسترش داده و تعامل پیچیده‌ای بین یکپارچگی DNA، استرس اکسیداتیو و عملکرد ایمنی را نشان داده است (Garg, 2023). این یافته‌ها منجر به توسعه استراتژی‌های متعددی برای کاهش این اثرات شده است، از جمله استفاده از ضدآفتاب‌های خاص، آنتی‌اکسیدان‌ها و سایر مکانیسم‌های دفاعی سلولی. روش‌های مبتنی بر ترکیبات مصنوعی برای بهبود سلامت پوست و محافظت در برابر نور اغلب با محدودیت‌هایی مانند عوارض جانبی نامطلوب، اثربخشی محدود و نگرانی‌های زیست‌محیطی همراه هستند. بنابراین، استراتژی‌های جایگزین و مکمل، مانند آنتی‌اکسیدان‌های مشتق‌شده از گیاهان و مواد فیتوشیمیایی، توجه و محبوبیت زیادی کسب کرده‌اند. با این حال، محصولات مبتنی بر مواد طبیعی نیز محدودیت‌هایی دارند که باید در نظر گرفته شوند، مانند اثربخشی محدود و روش‌های محدود برای ارزیابی آن. از این رو، بررسی عواملی که بر زیست‌فراهمی، پایداری و فعالیت عصاره‌های گیاهی و اجزای آن‌ها تأثیر می‌گذارند، اهمیت دارد (Kumar et al., 2023). فرمولاسیون محصولات مراقبت از پوست حاوی ترکیبات فعال، چه مصنوعی و چه طبیعی، وظیفه‌ای چالش‌برانگیز است که نیازمند در نظر گرفتن عوامل مختلفی مانند حلالیت، پایداری، نفوذپذیری و اثربخشی است. برخی از فناوری‌ها و روش‌هایی که راه‌های نوآورانه‌ای برای غلبه بر چالش‌های فرمولاسیون، بهبود زیست‌فراهمی و افزایش اثربخشی ترکیبات فعال مصنوعی و طبیعی در محصولات مراقبت از پوست ارائه می‌دهند، عبارتند از: نانوتکنولوژی که از مواد یا سیستم‌های در مقیاس نانو برای انتقال ترکیبات فعال به محل هدف استفاده می‌کند؛ کپسوله‌سازی که از ترکیبات فعال در برابر تخریب، اکسیداسیون یا تبخیر محافظت کرده و انتشار و پخش آن‌ها را کنترل می‌کند؛ آسیلاسیون که لیپوفیلیسیته و هیدروفوبیسیته ترکیبات فعال را افزایش داده و خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی آن‌ها را تقویت می‌کند و تقویت‌کننده‌های نفوذپذیری پوست که به طور موقت سد پوستی را تغییر می‌دهند تا انتقال ترکیبات فعال از طریق پوست را تسهیل کنند (Goyal and Jerold, 2023). این مرور روایی با هدف ارائه یک مرور جامع از تأثیر اشعه UV بر سلامت پوست، با تمرکز بر فواید آنتی‌اکسیدان‌های مشتق‌شده از گیاهان

و پتانسیل درمانی مواد فیتوشیمیایی گیاهان دارویی انجام شده است. این مطالعه به بررسی تأثیر روش‌های استخراج بر کیفیت عصاره‌های گیاهی پرداخته و اثربخشی، ایمنی و افزایش علاقه مصرف‌کنندگان به محصولات آرایشی گیاهی را ارزیابی می‌کند.

مواد و روش‌ها

جستجوی جامعی در ادبیات علمی با استفاده از پایگاه‌های داده الکترونیکی متعدد، از جمله PubMed، Web of Science، Scopus و Google Scholar، برای شناسایی مقالات پژوهشی مرتبط و مقالات مروری انجام شد. جستجو با استفاده از ترکیبی از کلیدواژه‌ها مانند «سلامت پوست»، «اشعه ماوراء بنفش»، «محافظت در برابر نور»، «آنتی‌اکسیدان‌ها»، «فیتوکمیکال‌ها»، «گیاهان دارویی»، «ملانین»، «مهارکننده‌های تیروزیناز»، «نانومولسیون‌ها»، «اثربخشی (برون‌تنی، درون‌تنی، در بدن موجود زنده)»، «عامل محافظت در برابر آفتاب»، «فوتواستابیلتی» و «فیلترهای UV» انجام گرفت. جستجو به مقالات منتشرشده به زبان انگلیسی محدود شد. مقالات اضافی نیز از طریق بررسی لیست منابع انتشارات انتخاب‌شده شناسایی شدند.

نتایج و بحث

نقش آنتی‌اکسیدان‌های مشتق‌شده از گیاهان در سلامت پوست

آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مشتق‌شده از گیاهان اثرات امیدوارکننده‌ای در محافظت از پوست در برابر آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد و اشعه ماوراء بنفش (UV) نشان داده‌اند. آنتی‌اکسیدان‌ها موادی هستند که از اکسیداسیون جلوگیری کرده و سلول‌ها را از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کنند. آن‌ها از طریق چندین مکانیسم عمل می‌کنند: انتقال اتم هیدروژن (HAT)، انتقال تک‌الکترون (SET) و کی‌لاسیون فلزات. آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی مانند پلی‌فنول‌ها، توکوفرول‌ها، کاروتنوئیدها و اسید آسکوربیک می‌توانند رادیکال‌های آزاد را خنثی کرده و سلامت پوست را تقویت کنند (Michalak, 2022). فنولیک‌اسیدها دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی عالی هستند، اما اغلب حلالیت پایینی در فرمولاسیون‌های آرایشی دارند. با این حال، بیوکاتالیز با استفاده از لیپازها می‌تواند مشتقات اسیدهای فنولیک با حلالیت بالاتر تولید کند که امکان استفاده از آن‌ها در محصولات آرایشی را فراهم می‌کند. عصاره‌های چوب بلوط، برگ ماته و رزین بنژوئن به‌طور قابل‌توجهی بیان ژن‌های مرتبط با التهاب، بازسازی سلولی و دفاع‌های آنتی‌اکسیدانی را در فیبروبلاست‌های پوستی انسان تنظیم می‌کنند. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از گیاهان می‌توانند پوست را از طریق چندین مکانیسم در برابر اشعه خورشیدی محافظت کنند، از جمله کاهش استرس اکسیداتیو، التهاب، سرکوب ایمنی، آسیب DNA و فعال‌سازی مسیرهای سیگنال‌دهی که منجر به پیری ناشی از نور می‌شوند. آنتی‌اکسیدان‌ها از طریق مکانیسم‌های مستقیم مانند HAT، SET و کی‌لاسیون فلزات و همچنین مکانیسم‌های غیرمستقیم مانند هورمزیس (Hormesis) عمل می‌کنند (Shubayr, 2023). هورمزیس شامل تنظیم مثبت آنزیم‌های سم‌زدایی و مسیرها برای تقویت دفاع‌های آنتی‌اکسیدانی ذاتی بدن است. برخی آنتی‌اکسیدان‌ها همچنین می‌توانند مستقیماً بر میتوکندری‌ها تأثیر بگذارند و با ورود به زنجیره انتقال الکترون عمل کنند، هرچند پتانسیل کاهش آن‌ها باید تعیین شود. در نظر گرفتن هر دو شکل اکسیدشده و احیاشده کاندیداهای آنتی‌اکسیدانی می‌تواند در انتخاب نوتراسوتیکال‌های مؤثر کمک کند (Franco et al., 2019). شواهد قابل‌توجهی وجود دارد که آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از گیاهان، به‌ویژه ترکیبات فنولیک، می‌توانند پوست را از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد و اشعه UV از طریق توانایی خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد، کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب، تنظیم ژن‌ها و مسیرهای سیگنال‌دهی مرتبط با سلامت پوست و پیری محافظت کنند. این آنتی‌اکسیدان‌ها برای استفاده در فرمولاسیون‌های آرایشی به‌منظور تقویت سلامت پوست و کاهش سرعت پیری پوست نویدبخش هستند.

ترکیبات فیتوشیمیایی گیاهان دارویی: تنوع و پتانسیل درمانی

گیاهان دارویی گنجینه‌ای از ترکیبات زیست‌فعال با خواص درمانی هستند که طی قرن‌ها برای درمان بیماری‌های مختلف کشف و استفاده شده‌اند. این ترکیبات که به‌عنوان ترکیبات فیتوشیمیایی شناخته می‌شوند، به‌عنوان مکانیسم دفاعی گیاه عمل کرده و خواصی مانند اثرات ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضددیابتی، ضدباکتریایی و ضدالتهابی را به گیاهان دارویی می‌بخشند. ترکیبات فیتوشیمیایی را می‌توان به‌عنوان متابولیت‌های اولیه یا ثانویه طبقه‌بندی کرد. متابولیت‌های ثانویه مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، استروئیدها، رزین‌ها، اسیدهای چرب،

تانن‌ها و فنول‌ها مسئول فعالیت‌های زیستی و خواص دارویی گیاهان هستند. پروفایل‌های ترکیبات فیتوشیمیایی و خواص دارویی گیاهان ممکن است بسته به عواملی مانند گونه، محیط، زمان برداشت و روش استخراج متفاوت باشد. تکنیک‌های کشت بافت گیاهی در شرایط آزمایشگاهی امکان تولید ترکیبات فیتوشیمیایی از گیاهان دارویی را برای پاسخ‌گویی به تقاضای روبه‌رشد فراهم کرده است. تحقیقات بیشتر در مورد ترکیبات فیتوشیمیایی و خواص دارویی گیاهان بومی می‌تواند به کشف داروهای گیاهی نوین و توسعه درمان‌های جدید برای اختلالات مختلف منجر شود (Alonso et al., 2009). گیاهان دارویی منبعی از ترکیبات زیست‌فعال هستند که می‌توانند درمان‌های طبیعی و ایمن را برای ارتقای سلامت و تندرستی فراهم کنند.

روش‌های استخراج عصاره‌های گیاهی و تأثیر آن‌ها بر ترکیب، پایداری و زیست‌فراهمی

عصاره‌های گیاهی، مخلوط‌های پیچیده‌ای از مواد مختلف با خواص متنوع هستند. با این حال، اثربخشی و ایمنی عصاره‌های گیاهی به روش‌های استخراج بستگی دارد که می‌توانند بر ترکیب، پایداری و زیست‌فراهمی آن‌ها تأثیر بگذارند. روش‌های استخراج را می‌توان به دو دسته متداول و غیرمتداول تقسیم کرد. روش‌های متداول از حلال‌ها یا حرارت برای حل کردن یا استخراج مواد مورد نظر از مواد گیاهی استفاده می‌کنند، مانند خیساندن (maceration)، تراوش (percolation)، استخراج سوکسله، جوشاندن (decoction) و دم‌کردن (infusion). روش‌های غیرمتداول از تکنیک‌ها یا فناوری‌های نوین برای افزایش کارایی یا انتخاب‌پذیری استخراج از مواد گیاهی استفاده می‌کنند، مانند استخراج با امواج مایکروویو، استخراج با سیال فوق بحرانی، استخراج به کمک امواج فراصوت، استخراج به کمک آنزیم و استخراج با مایع تحت فشار (Chemat et al., 2020). روش‌های مختلف استخراج می‌توانند منجر به پروفایل‌های متفاوتی از ترکیبات استخراج‌شده شوند که بر حلالیت، جذب و فعالیت آن‌ها تأثیر می‌گذارند. برای مثال، در حالی که تقطیر با بخار ممکن است برای استخراج ترکیبات فرار مناسب باشد، برای ترکیبات غیرفرار کارایی چندانی ندارد. از سوی دیگر، استخراج با سیال فوق بحرانی به دلیل خواص قابل تنظیم حلال، می‌تواند طیف وسیع‌تری از ترکیبات را استخراج کند. برخی روش‌های استخراج ممکن است به تخریب ترکیبات حساس منجر شوند، مانند روش‌های مبتنی بر حرارت که می‌توانند ترکیبات حساس به حرارت را تجزیه کنند. در مقابل، روش‌های سرد مانند پرس سرد و استخراج با سیال فوق بحرانی می‌توانند پایداری این ترکیبات حساس را حفظ کنند. بنابراین، انتخاب روش استخراج تأثیر عمیقی بر ماهیت و اثربخشی ترکیبات استخراج‌شده دارد. دانش و درک کامل این روش‌ها، همراه با کاربرد نهایی، برای اطمینان از ترکیب بهینه، پایداری و زیست‌فراهمی عصاره‌ها ضروری است (Ponphaiboon et al., 2023).

سمیت و خطرات عصاره‌های گیاهی در محصولات آرایشی

عصاره‌های گیاهی مخلوط‌های پیچیده‌ای از مواد مختلف هستند. این مواد می‌توانند اثرات مفیدی بر سلامت پوست و محافظت در برابر نور داشته باشند، اما به دلیل فوتواستابیلتی و امکان فوتوتوکسیسیته، خطراتی نیز ایجاد می‌کنند. فوتواستابیلتی عصاره‌های گیاهی به توانایی آن‌ها در حفظ ساختار شیمیایی و فعالیت خود در هنگام مواجهه با نور، گرما، اکسیژن، pH یا تعامل با سایر مواد تشکیل‌دهنده اشاره دارد. فوتواستابیلتی عصاره‌های گیاهی برای اثربخشی و ایمنی آن‌ها مهم است، زیرا مواد ناپایدار ممکن است فعالیت خود را از دست بدهند، گونه‌های واکنشی تولید کنند یا ترکیبات سمی یا آلرژی‌زا تشکیل دهند. فوتوتوکسیسیته عصاره‌های گیاهی به توانایی آن‌ها در ایجاد آسیب پوستی در هنگام قرار گرفتن در معرض نور اشاره دارد. فوتوتوکسیسیته می‌تواند به‌صورت اریتم (قرمزی پوست)، ادم، تاول، تغییرات رنگ‌دانه‌ای یا التهاب ظاهر شود (Shubayr, 2023). فوتوتوکسیسیته از طریق دو مکانیسم ایجاد می‌شود: فوتوتوکسیسیته مستقیم یا فوتوآلرژی. فوتوتوکسیسیته مستقیم یک واکنش غیرایمنی است که زمانی رخ می‌دهد که ماده‌ای در عصاره‌های گیاهی نور را جذب کرده و انرژی را به اکسیژن مولکولی یا بیومولکول‌های پوست منتقل می‌کند. فوتوآلرژی یک واکنش ایمنی است که زمانی رخ می‌دهد که ماده‌ای در عصاره‌های گیاهی به‌عنوان هاپتن (hapten) عمل کرده و پس از جذب نور به پروتئین‌های پوست متصل می‌شود که می‌تواند پاسخ آلرژیک در پوست را

تحریک کند. برخی از نمونه‌های عصاره‌های گیاهی یا اجزای آن‌ها که می‌توانند فوتوتوکسیسیته ایجاد کنند شامل پسورالن‌ها، برگاپتن، هیپریسین و فوروکومارین‌ها هستند (Marques et al., 2021).

نتیجه‌گیری کلی

مطالعات بررسی‌شده در اینجا ماهیت چندوجهی سلامت پوست و چالش‌ها و فرصت‌های مختلف در حفظ و بهبود آن را نشان می‌دهد. تأثیر اشعه UV بر پوست به‌شدت نگران‌کننده است، زیرا نه‌تنها علائم فوری مانند آفتاب‌سوختگی ایجاد می‌کند، بلکه به عوارض طولانی‌مدت مانند پیری ناشی از نور و افزایش خطر سرطان‌های پوستی منجر می‌شود. این اثرات اغلب با آلاینده‌های محیطی تشدید می‌شوند که نیاز به استراتژی‌های پیشگیری و درمان مؤثر را بیش از پیش حیاتی می‌کند. در تلاش برای کاهش اثرات زیان‌بار اشعه UV، آنتی‌اکسیدان‌های مشتق‌شده از گیاهان نویدبخش بوده‌اند. آن‌ها طیف وسیعی از مزایا را ارائه می‌دهند، از جمله کاهش استرس اکسیداتیو، تعدیل التهاب و پیشگیری از آسیب DNA. با این حال، مشکلات حلالیت مانع از ادغام کامل آن‌ها در فرمولاسیون‌های آرایشی شده است. در اینجاست که تکنیک‌های پیشرفته مانند بیوکاتالیز و نانوامولسیون‌ها می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند. علاوه بر این، پتانسیل درمانی ترکیبات فیتوشیمیایی در گیاهان دارویی حوزه‌ای آماده برای کاوش است. این ترکیبات طبیعی قرن‌ها برای درمان بیماری‌های مختلف استفاده شده‌اند و روش‌های تحقیق مدرن اکنون اثربخشی آن‌ها را تأیید می‌کنند. به‌ویژه، عصاره‌های گیاهی توانایی‌هایی در محافظت در برابر نور نشان داده‌اند که به ترکیبات فعال مانند فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و آلکالوئیدها نسبت داده می‌شود. با این حال، چالش همچنان در رمزگشایی پیچیدگی ترکیبات گیاهی و مسیرهای مکانیسم آن‌ها باقی است.

منابع

Alonso, C., Barba, C., Rubio, L., Scott, S., Kilimnik, A., Coderch, L., Notario, J. and Parra, J.L. 2009. An *ex vivo* methodology to assess the lipid peroxidation in stratum corneum. Journal of Photochemistry and Photobiology B, 97: 71–76.

Chemat, F., Abert Vian, M., Fabiano-Tixier, A.S., Nutrizio, M., Rezek Jambrak, A., Munekata, P.E.S., Lorenzo, J.M., Barba, F.J., Binello, A. and Cravotto, G. 2020. A review of sustainable and intensified techniques for extraction of food and natural products. Green Chemistry, 22: 2325–2353.

Franco, R., Navarro, G. and Martinez-Pinilla, E. 2019. Hormetic and mitochondria-related mechanisms of antioxidant action of phytochemicals. Antioxidants, 8: 373.

Garg, A. 2023. Herbs in cosmetics: An overview. Research Journal of Topical and Cosmetic Sciences, 14: 45–49.

Goyal, N. and Jerold, F. 2023. Biocosmetics: Technological advances and future outlook. Environmental Science and Pollution Research International, 30: 25148–25169.

Kumar, V., Kumar, N. and Singh, G. 2023. Natural products and derivatives applied for skin care: An updated review. Current Traditional Medicine, 9: 13.

Marques, G.A., Hiraishi, C.F., Macedo, P.I.S., Pinto, C., Gregorio, J., Rosado, C., Velasco, M.V.R. and Baby, A.R. 2023. HPLC-TBARS-EVSC (high-performance liquid chromatography-thiobarbituric acid reactive substances-ex vivo stratum corneum) protocol: Selection of the subjects and approach to present the results. International Journal of Cosmetic Science, 45: 647–654.

Michalak, M. 2022. Plant-derived antioxidants: Significance in skin health and the ageing process. International Journal of Molecular Sciences, 23: 585.

Ponphaiboon, J., Krongrawa, W., Aung, W.W., Chinatangkul, N., Limmatvapirat, S. and Limmatvapirat, C. 2023. Advances in natural product extraction techniques, electrospun fiber fabrication, and the integration of experimental design: A comprehensive review. Molecules, 28: 5163.

Shubayr, N. 2023. Phytochemicals properties of herbal extracts for ultraviolet protection and skin health: A narrative review. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 16(4): 100729.

Protective Properties of Plant-Derived Bioactive Compounds for Skin Against UV Radiation

Marzieh Babashpour-Asl[1*]
1. Department of Horticultural Science, Mar.C., Islamic Azad University, Maragheh, Iran
[*]*Corresponding Author: babashpour@iau.ac.ir*

Abstract

This review explores in depth the complex interaction between UV radiation and cutaneous health, with emphasis on the molecular mechanisms and resultant clinical manifestations of UV exposure. Emphasis is laid on the indispensable function of plant antioxidants in dermatology, the variability and therapeutic potential of phytochemicals contained in medicinal herbs. The inherent qualities of herbal extracts tailored for skin health and photoprotection were thoroughly discussed. As the extraction method considerably influences the composition, stability, and bioavailability of plant extracts, various methods and their consequences were scrutinized. The discussion further included methods enhancing the bioavailability and stability of pull constituents out. There was a discussion of an overview of the efficacy, toxicity, and potential risk of incorporating plant extracts in cosmeceuticals, highlighted by notes concerning the re-emerging consumer-led revival of herbal cosmetics.

Keywords: Plant-derived antioxidants, Phytochemicals, Photoprotection, Ultraviolet radiation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تنوع ژنتیکی برخی از جمعیت‌های گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) از لحاظ صفات اگرومورفولوژیکی و زراعی

سولماز نادی[1*]، جلال صبا[2]، محمد جعفرآقایی[3] و بابک عندلیبی[2]

۱- گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، کرج، ایران
۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش ذخایر ژنتیک و ذخایر توارثی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *jaffaraghaei@gmail.com*

چکیده

گشنیز از مهمترین گیاهان دارویی دنیا است که به‌طور گسترده در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی این گیاه در ایران،۶ جمعیت گشنیز بومی ایران (شامل تاکستان، کرج، کرمانشاه، نهاوند و خرمدره) در طی دو سال در آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای خصوصیات اگرومورفولوژی ارزیابی شدند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین جمعیت‌های مورد مطالعه از لحاظ اکثر صفات اختلافات معنی‌دار وجود داشت. ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای بیشتر صفات بالا بود که نشان از تنوع زیاد این صفات در جمعیت‌های مورد بررسی داشت. تجزیه خوشه‌ای،۶ جمعیت مورد مطالعه را در سه گروه دسته‌بندی کرد. جمعیت کرمانشاه به دلیل دارا بودن بشترین میانگین از نظر ویژگی‌های تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چترک در چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد دانه و اهداف دارویی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به بالا بودن نسبی عملکرد و اجزای عملکرد در جمعیت‌های نهاوند و کرج (گروه دوم)، می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی جهت رسیدن به عمکرد بالا بهره جست. جمعیت‌های زنجان، تاکستان و خرمدره (گروه سوم) نیز به دلیل ارتفاع کم می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی جهت مقاومت به ورس مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تنوع، تجزیه خوشه‌ای، عملکرد، گیاه دارویی، وراثت پذیری.

مقدمه

گشنیز با نام علمی *Coriander sativum* L.، یکی از مهمترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) بوده و به دلیل سازگاری بالا با شرایط آب و هوایی متنوع، در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران کشت می‌شود (Mandal and Mandal., 2015). تنوع ژنتیکی مهم‌ترین عامل حفظ موجودات از جمله گیاهان زراعی و دارویی در برابر شرایط محیطی و آفات است. تاکنون مطالعات زیادی در مورد عملکرد و کیفیت گشنیز انجام شده است (Kačániová et al., 2020; Amiripour et al., 2021). از آن‌جایی که کیفیت دانه به‌طور قابل توجهی بر قیمت بازار تأثیر می‌گذارد، بنابراین به‌نژادگران به دنبال بهبود ویژگی‌های کیفی دانه و همچنین محتوا و ترکیب اسانس بوده‌اند (Diederichsen et al., 2020).

با توجه به اینکه گشنیز به صورت گسترده در ایران کشت می‌گردد و نظر به اهمیت این گیاه در تغذیه و سلامت مردم، لازم است که مطالعات علمی از قبیل تنوع ژنتیکی در مورد این گیاه به ویژه جمعیت‌های بومی ایرانی صورت گیرد. هدف از انجام پژوهش حاضر تعیین تنوع صفات عملکردی جمعیت‌های مختلف گشنیز جهت انتخاب جمعیت‌های برتر به‌منظور اهلی‌سازی و کشت و کار این گیاه است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ۶ جمعیت بومی گشنیز شامل قزوین-تاکستان، کرج، کرمانشاه، همدان-نهاوند و زنجان-خرمدره، در طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده سبزی و صیفی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات جمعیت‌ها، مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی صفات بر مبنای امید ریاضی میانگین مربعات برآورد گردید (Farshadfar, 2005). وراثت‌پذیری عمومی نیز با تقسیم واریانس ژنتیکی به واریانس فنوتیپی محاسبه شد (Falconer et al., 1996). جهت گروه‌بندی جمعیت‌های مورد بررسی تجزیه خوشه‌ای به روش Ward (Farshadfar, 2005) انجام شد. تجزیه واریانس با نرم‌افزار SAS 9.1، تجزیه خوشه‌ای نیز با نرم‌افزار SPSS.16 انجام شد.

نتایج و بحث

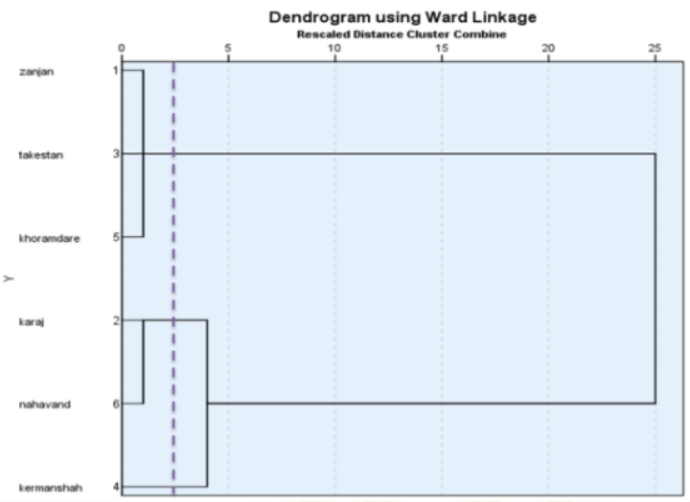
نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش، جمعیت و جمعیت× سال برای اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته و عملکرد دانه نسبت به سایر صفات، مقادیر بالاتری از تنوع فنوتیپی و ژنتیکی دیده شد (جدول ۱). بنابراین، جمعیت‌های مورد بررسی را می‌توان از لحاظ این صفات به عنوان منابع اصلاحی مناسب در نظر گرفت و اقدام به گزینش برای افزایش یا کاهش این صفات نمود. در مطالعه‌ای نیز بیشترین ضریب تغییرات ژنوتیپی برای صفات تعداد برگ پایه، ارتفاع گیاه تا چتر اصلی، عملکرد دانه در بوته، چتر در بوته، تعداد برگچه و همچنین بیشترین ضریب تغییر فنوتیپی برای صفات تعداد برگ پایه، تعداد برگچه، بلندترین برگ پایه، ارتفاع گیاه تا چتر اصلی، عملکرد دانه در بوته و چتر دربوته گزارش شد (Gauhar et al., 2018). در اکثر صفات به غیر از تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه بیشترین وراثت‌پذیری دیده شد که نشان می‌دهد بخش بیشتری از تنوع مشاهده شده برای این صفات ناشی از عوامل ژنتیکی است. آچاریا و همکارانش (۲۰۲۰) بیشترین وراثت‌پذیری را برای درصد اسانس، روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، وزن هزاردانه، عملکرد دانه تک‌بوته، چتر در بوته، دانه در گیاه، دانه در چتر و ارتفاع گیاه در گشنیز برآورد کرده‌اند (Acharya et al., 2020).

جدول ۱- ضرایب تغییرات (ژنتیکی و فنوتیپی) و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد ارزیابی طی دو سال آزمایش.

صفات	واریانس				ضریب تغییرات		وراثت‌پذیری عمومی (درصد
	محیطی	ژنتیکی	ژنوتیپ×سال	فنوتیپی	ژنتیکی	فنوتیپی	
ارتفاع بوته	۱۶/۴۴	۵۸/۵۰	۲۱/۳۹	۹۶/۳۴	۱۵/۷۹	۲۰/۲۷	۶۰/۷۳
تعداد چتر در بوته	۲۸/۳۲	۹۵/۵۱	۳/۰۳	۱۲۶/۸۶	۳۷/۴۳	۴۳/۱۴	۷۵/۲۹
تعداد چتر بارور در بوته	۲۲/۷۲	۱۳۰/۲۵	۲/۰۲	۱۵۴/۹۹	۵۵/۳۷	۶۰/۴۱	۸۴/۰۴
تعداد چترک در چتر	۰/۴۱	۰/۶۹	۱/۸۸	۲/۸۹	۱۰/۶۸	۲۲/۱۸	۲۳/۱۸
تعداد دانه در چترک	۰/۲۱	۲/۳۶	۰/۲۸	۲/۸۵	۱۶/۹۵	۱۸/۶۱	۸۲/۹۲
وزن هزاردانه	۰/۶۲	۲/۲۸	۳/۰۸	۵/۹۸	۱۹/۹۲	۳۲/۳۰	۳۸/۰۵
عملکرد دانه	۱۲۸۴/۵۸	۱۵۵۳۷/۶۱	۲۲۰۴/۴۴	۱۹۰۲۶۳۷/۶۳	۶۸/۳۷	۷۵/۶۶	۸۱/۶۶

تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های مورد بررسی را به ۳ گروه تقسیم کرد (شکل ۱). جمعیت کرمانشاه در گروه اول قرار گرفت که از نظر ویژگی‌های تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چترک در چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بیشترین میانگین را داشت که از این جمعیت می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد دانه و اهداف دارویی استفاده کرد. گروه دوم به جمعیت‌های نهاوند و کرج اختصاص یافت که با توجه به بالا بودن نسبی عملکرد و اجزای عملکرد می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی جهت رسیدن به عمکرد بالا بهره جست. جمعیت‌های زنجان، تاکستان و خرمدره در گروه سوم قرار گرفتند که به دلیل ارتفاع کم می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی جهت مقاومت به ورس مورد استفاده قرار گیرند.

$$\hat{\sigma}_e^2 = MS_e$$
$$MS_{_} - MS_{_}$$



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۶ جمعیت بومی گشنیز.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس جمعیت‌های گشنیز مورد بررسی بیانگر وجود تنوع ژنتیکی قابل استفاده در بین آن‌ها جهت انتخاب مؤثر برای بهبود عملکرد دانه و انتخاب جمعیت‌های برتر بود. همچنین با توجه به بالا بودن تنوع ژنتیکی در جمعیت‌ها برای صفات مهم تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته و عملکرد دانه و همچنین وجود واریانس ژنتیکی کافی و برخورداری آن‌ها از وراثت‌پذیری بالا پتانسیل مهمی را برای انتخاب و ایجاد لاین‌های امیدبخش از میان جمعیت‌های مورد بررسی فراهم می‌آورد و با توجه به وراثت‌پذیری بالای صفات ویژگی‌های لاین‌های امیدبخش می‌تواند در تولید ارقام تولید تجاری برتر مورد استفاده قرار گیرد. از بین جمعیت‌های مورد بررسی، جمعیت کرمانشاه به دلیل دارا بودن بیشترین میانگین از نظر صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چترک در چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد دانه و اهداف دارویی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Acharya, V.R., Singh, M., Patel, R.K. and Goyal, L. 2020. Genetic diversity of coriander for yield and its attributing characters. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(2): 222–228.

Amiripour, A., Jahromi, M.G., Soori, M.K. and Mohammadi Torkashvand, A. 2021. Changes in essential oil composition and fatty acid profile of coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves under salinity and foliar-applied silicon. Industrial Crops and Products, 168: 113599.

Diederichsen, A., Banniza, S., Armstrong-Cho, C. and Sander, T. 2020. *Coriandrum sativum* L.–coriander. In: *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants*, pp. 265–281.

Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*, 4th ed. Longman Group Ltd., Harlow, UK.

Farshadfar, E. 2005. *Principles and Multivariate Statistical Methods*, 2nd ed. Taq Bostan Publications, Kermanshah, 734 pp. (In Persian).

Gauhar, T., Solanki, R.K., Kakani, R.K. and Choudhary, M. 2018. Variability and character association studies in coriander (*Coriandrum sativum* L.). International Journal of Seed Spices, 8(1): 36–40.

Kačániová, M., Galovičová, L., Ivanišová, E., Vukovic, N.L., Štefániková, J., Valková, V. and Tvrdá, E. 2020. Antioxidant, antimicrobial and antibiofilm activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil for its application in foods. Foods, 9(3): 282.

Kolliker, R., Boller, B. and Widmer, F. 2005. Marker-assisted polycross breeding to increase diversity and yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Euphytica, 146: 55–65.

Mandal, S. and Mandal, M. 2015. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity. Journal of Tropical Biomedicine, 5(6): 421–428.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Assessment of Genetic Diversity in Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Populations Based on Agro-Morphological and Agronomic Traits

Solmaz Nadi[1*], Jalal Saba[2], Mohammad Jafaraghae[3] and Babak Andalibi[2]

1. Plant Production and Genetics. Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Temperate Fruits Research Center, Karaj, Iran.
2. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
3. Seed and Plant Improvement Institute, genetic and plant genetic resources research department, Karaj, Iran.

Corresponding Author: solmaznadi4025@gmail.com

Abstract

Coriander is one of the most significant medicinal plants worldwide, extensively utilized in the pharmaceutical, cosmetic, and healthcare sectors. To investigate the genetic diversity of this plant in Iran, six coriander populations (including Takestan, Karaj, Kermanshah, Nahavand, and Khromdarreh) were evaluated over two years in an experiment structured as a randomized complete block design with three replications for agromorphological traits. According to the analysis of variance results, significant differences were observed among the studied populations for most traits. High values of phenotypic and genotypic coefficients of variation were recorded for the majority of traits, indicating substantial genetic diversity within the evaluated populations. Cluster analysis grouped the six populations into three distinct clusters. The Kermanshah population (cluster I) due to exhibiting the highest mean values for traits such as number of umbels per plant, number of fertile umbels per plant, number of umbellets per umbel, 1000-seed weight, and seed yield, can be effectively utilized in breeding programs aiming to improve seed yield and enhance medicinal properties. Furthermore, the Nahavand and Karaj populations (cluster II), which showed relatively high performance in yield and its components, could be effectively utilized in breeding strategies to achieve higher productivity. The populations from Zanjan, Takestan, and Khromdarreh (cluster III), due to their shorter plant height, may serve as valuable genetic resources in breeding programs targeting lodging resistance. These findings highlight the rich genetic variability among Iranian coriander populations and provide a foundation for future germplasm conservation and crop improvement initiatives.

Keywords: Cluster analysis, Diversity, Heritability, Medicinal plant, Yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کود شیمیایی ازته و فسفاته بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare*)

عالیه سادات رفعت حقیقی[1*]
۱- سازمان جهاد کشاورزی فارس، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *rafaat.haghighi@yahoo.com*

چکیده

به منظور مطالعه اثرکودهای شیمیایی ازته و فسفاته بر میزان تولید اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare*)، آزمایشی طی سالهای ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در شهرستان لارستان واقع در جنوب فارس در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار تحت شرایط مزرعه ای انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود شیمیایی اوره و کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل هر کدام در دو سطح استفاده (به ترتیب به میزان ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و عدم استفاده بودند. اسانس سرشاخه های گلدار با استفاده از روش تقطیر با آب استخراج و اندازه گیری شد. ترکیبات اصلی اسانس به روش دستگاه GC/MS مورد شناسایی قرار گرفتند. در شرایط استفاده از کود سه ترکیب d-Elemene، a-Terpinyl acetate و a-Muurolene از مجموع مواد موثره حذف گردید. درصد مواد موثره در شرایط استفاده از کود در برخی از ترکیبات کاهش یافت و Terpinen-4-ol مهمترین ماده موثره مرزنجوش با خاصیت ضد اکسیداتی در شرایط استفاده از کود از ۲۴.۲۳۴ درصد به ۲۲.۳۳۴ درصد کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: مرزنجوش، کود شیمیایی، اسانس، ترپینن.

مقدمه

یکی از نیازهای مهم در برنامه ریزی زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب مخصوصاً در مورد گیاهان دارویی ارزیابی سیستمهای مختلف تغذیه گیاه است. با روش صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده ها را افزایش داد. همچنین با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی رویه مصرف عناصر غذایی هزینه تولید را به حداقل کاهش داد که این امر می تواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد (اربابی و همکاران، ۱۴۰۲). مطالعات نشان داده است مصرف بیش از حد و نامتعادل کودهای شیمیایی در بلند مدت، باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی و فعالیت های بیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی خاک، تجمع نیترات و عناصر سنگین و در نهایت باعث ایجاد پیامدهای منفی در کیفیت ماده مؤثره گیاهان دارویی می‌گردد (اقحوانی شجری و همکاران،۱۳۹۴).

رویکرد روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهانی مخصوصاً گیاهان دارویی معطر، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن تر می سازد (خندان و همکاران، ۱۳۸۴). مرزنجوش با نام علمی (*Origanum vulgare*) از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) که به عنوان یکی از مهمترین و پرفروش ترین گیاهان ادویه ای و دارویی در جهان به شمار می رود. بخش های هوایی و بخصوص برگ های گونه های مختلف مرزنجوش همواره به عنوان یکی از پرطرفدارترین ادویه ها و طعم دهنده ها در صنایع غذایی، عطرسازی و آرایشی- بهداشتی مورد استفاده قرار گرفته است. تاکنون طیف وسیعی از ترکیبات فعال دارویی از این گیاه شناسایی و استخراج شده‌اند که از آن جمله می توان به فلاونوئیدها، تانن‌ها، گلیکوزیدها، استرول‌ها، ویتامین‌ها و ترکیبات ترپنوئیدی موجود در اسانس اشاره کرد (درزی و همکاران، ، ۱۳۸۷).

در طب سنتی، این گیاه در درمان مواردی همچون بیماری های گوارشی، سرماخوردگی، آلرژی های تنفسی، دیابت، التیام زخم ها و نیز به عنوان آرامش بخش (تسکین عصبی) کاربرد دارد. تاکنون بررسی های بسیاری در مورد خواص بیولوژیک، فارماکولوژیک و آنالیز

ترکیبات مرزنجوش انجام شده است. بر طبق گزارش های علمی معتبر، گیاه دارای خواص آنتی اکسیدان و ضد میکروبی قوی بر ضد عوامل پاتوژن انسانی و نیز عوامل فساد مواد غذایی است (مرشدلو و همکاران، ۱۳۹۷).

در راستای کاربرد کمتر کودهای شیمیایی به منظور تولید محصول سالم و پیشگیری از آلودگی محیط زیست همچنین دلایل اقتصادی و اطلاع کشاورزان از کاربرد کمتر کودهای شیمیایی، این تحقیق به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در منطقه صحرای نیمه شهرستان لارستان واقع در جنوب استان فارس به طول جغرافیایی ۲۷´´ ۲۴´ ۵۲° و عرض جغرافیایی ´´۳۵ ´۳۳ ۲۷° انجام شد. مشخصات خاک و آب مزرعه در جدول شماره ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول شماره ۱- نتایج آنالیز خاک محل انجام آزمایش.

عمق نمونه برداری (سانتیمتر)	هدایت الکتریکی EC ds/m	اسیدیته کل اشباع PH	کربن آلی OC%	ازت کل N%	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	بافت خاک
۰-۲۵	۵.۲	۷.۵	۰.۹	۰.۰۷	۱۷	۵۹۰	لومی

جدول شماره ۲- نتایج آنالیز آب محل انجام آزمایش.

هدایت الکتریکی EC ds/m	اسیدیته کل اشباع PH	کل مواد جامد محلول درآب ppm	نمک محلول در آب
۳.۸	۶.۹	۱.۶	۲.۲

آزمایش بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط مزرعه اجرا شد. عامل های آزمایشی شامل: کود نیتروژن به فرم اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک در شرایط استفاده و عدم استفاده و کود فسفر به فرم سوپر فسفات تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کود پایه در شرایط استفاده و عدم استفاده می‌باشد (ممبینی و همکاران، ۱۳۸۷).

در طول دوره رشدگیاه، علفهای هرز توسط دست در دو مرحله کنترل و آبیاری به صورت قطره ای انجام شد. سر شاخه های گلدار در مراحل ابتدایی گلدهی (شکل شماره ۱)، پس از برداشت از ۱۰ سانتی متری سطح خاک، ابتدا در سایه خشک، سپس برگها و گلها از شاخه ها جدا و آسیاب شدند و جهت تعیین میزان اسانس به مقدار ۲۰۰ گرم به دستگاه کلونجر جهت اسانس گیری منتقل شدند (شکل شماره ۲ و ۳).

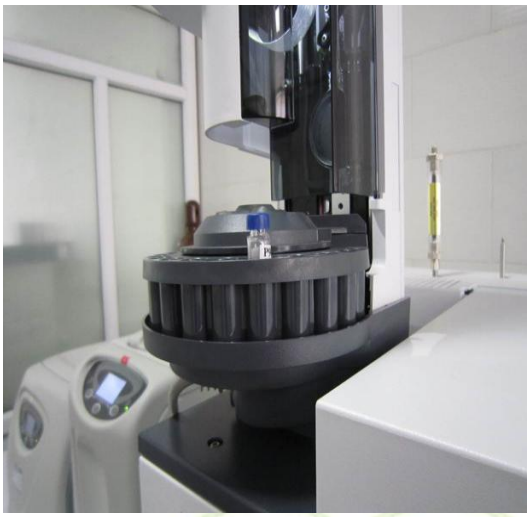


شکل ۱- مرحله گلدهی گیاه مرزنجوش مزرعه مورد آزمایش.



شکل ۲ و ۳- مرحله اسانس گیری توسط دستگاه کلونجر.

اسانس‌های بدست آمده ابتدا به دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) تزریق شد و درصد ترکیب های تشکیل دهنده و شاخص بازداری هر ترکیب محاسبه گردید. سپس به دستگاه گازکروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) تزریق و طیف جرمی ترکیبات بدست آمد (شکل ۴) (Ateia et al., 2020).



شکل ۴- جداسازی کمی و کیفی ترکیبات اسانس.

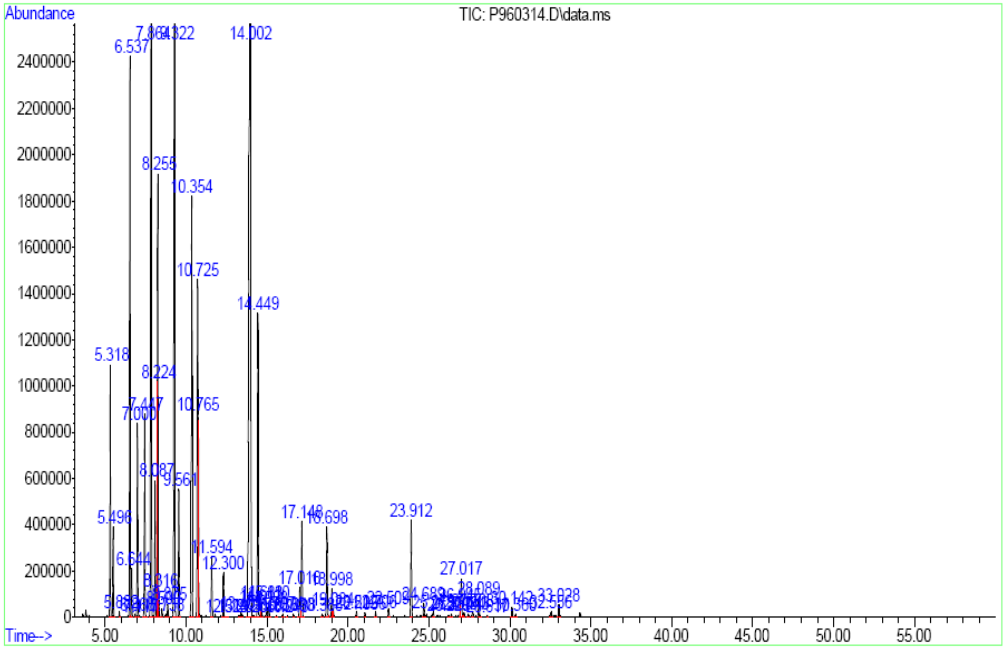
شناسائی ترکیب ها با استفاده از شاخص بازداری کواتس و بررسی طیفهای جرمی پیشنهادی کتابخانه ای کامپیوتر دستگاه GC /MS صورت گرفت و درصد نسبی هر ترکیب با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف GC و نرمال کردن آن بدست آمد.آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید .در پایان تجزیه واریانس مرکب برروی داده های ۲ سال انجام شد و میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند (Krishmamoorthy et al., 1999).

نتایج و بحث

طی نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس و درصد ترکیبات اسانس حاصله از دستگاه GC /MS، که در شکل شماره ۵ و جداول شماره ۳ و ۴ نشان داده شده است مشخص شد، مصرف کود های شیمیایی ازته و فسفره اگرچه سبب افزایش معنی دار در عملکرد برگ مرزنجوش نسبت به شرایط عدم مصرف کود می گردد اما نوع و میزان ترکیبات اسانس این گیاه تحت تاثیر کودهای شیمیایی مورد مصرف در این تحقیق دچار تغییرات چشمگیری می شود. به گونه ای که در شرایط استفاده از کود سه ترکیب d-Elemene، a-Terpinyl acetate و a-Muurolene از مجموع مواد موثره حذف گردید. درصد مواد موثره در شرایط استفاده از کود در برخی از ترکیبات کاهش یافت و Terpinen-4-ol مهمترین ماده موثره مرزنجوش با خاصیت ضد اکسیداتی در شرایط استفاده از کود از ۲۴.۲۳۴ درصد به ۲۲.۳۳۴ درصد کاهش یافت.

نتایج آزمایش حاضر مطابق با نتایج جهان (۲۰۰۴) و فلاحی و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه دارویی بابونه نشان داد که در اثر مصرف کودهای آلی و شیمیایی میزان اسانس گیاه کاهش یافت . جهان (۲۰۰۴) دلیل کاهش اسانس گیاه در اثر کاربرد کودهای مذکور را به تخفیف شرایط تنش در نتیجه مصرف این قبیل کودها نسبت داد. همچنین فلاحی و همکاران (۲۰۰۸) نیز این موضوع را با توان کود پذیری پایین گیاهان دارویی و کاهش شدت تنش آب در شرایط مصرف کودها مرتبط دانستند. آنها گزارش کردند که از آنجا که درصد اسانس در پاسخ به تنش های محیطی افزایش می یابد، به دلیل کاهش شدت تنش به ویژه تنش آب، در اثر مصرف کودهای آلی، درصد اسانس کاهش می یابد. در پژوهشی دیگر کاربرد منفرد تمامی منابع کودی به جز تلقیح میکوریزایی سبب کاهش عملکرد کمی و کیفی اسانس گیاه گشنیز شد (اقحوانی شجری و همکاران، ۱۳۹۴).

دو ترکیب d-Elemene، a-Terpinyl acetate سبب خاصیت آنتی اکسیدانی و آنتی باکتریال و ترکیب a-Muurolene سبب خاصیت ضد نفخ درگیاه مذکور می گردد (سفیدکن، ۱۴۰۰، قوام، ۱۳۹۵).



شکل ۵- نمودار کروماتوگرافی تجزیه اسانس مرزنجوش.

جدول ۳- نتایج تجزیه اجزای اسانس مرزنجوش در شرایط مصرف کود شیمیایی به روشGC/MS.

No	Cn	Cn+1	Tx	RTn	RTn+1	RI	% of compound	Compound(P960314)
1	9	10	5.318	4.658	7.28	925	2.143	a-Thujene
2	9	10	5.496	4.658	7.28	932	0.792	a-Pinene
3	9	10	5.882	4.658	7.28	947	0.044	Camphene
4	9	10	6.537	4.658	7.28	972	5.13	Sabinene
5	9	10	6.644	4.658	7.28	976	0.447	b-Pinene
6	9	10	6.868	4.658	7.28	984	0.023	3-Octanone
7	9	10	7	4.658	7.28	989	1.812	Myrcene
8	9	10	7.117	4.658	7.28	994	0.016	3-Octanol
9	10	11	7.447	7.28	10.8	1005	2.116	a-Phellandrene
10	10	11	7.864	7.28	10.8	1017	13.456	a-Terpinene
11	10	11	8.087	7.28	10.8	1023	1.352	p-Cymene
12	10	11	8.224	7.28	10.8	1027	0.952	Limonene
13	10	11	8.255	7.28	10.8	1028	4.378	b-Phellandrene
14	10	11	8.316	7.28	10.8	1029	0.196	1,8-Cineole
15	10	11	8.509	7.28	10.8	1035	0.081	(Z)-b-Ocimene
16	10	11	8.738	7.28	10.8	1041	0.023	Benzene acetaldehyde
17	10	11	8.875	7.28	10.8	1045	0.139	(E)-b-Ocimene
18	10	11	9.322	7.28	10.8	1058	18.05	g-Terpinene
19	10	11	9.561	7.28	10.8	1065	1.265	cis-Sabinene hydrate

20	10	11	10.354	7.28	10.8	1087	4.8	Terpinolene
21	10	11	10.725	7.28	10.8	1098	4.452	Linalool
22	10	11	10.765	7.28	10.8	1099	1.254	trans-Sabinene hydrate
23	11	12	11.594	10.8	14.85	1120	0.668	cis-p-Menth-2-en-1-ol
24	11	12	12.3	10.8	14.85	1137	0.524	1-Terpineol
25	11	12	12.529	10.8	14.85	1143	0.006	Camphor
26	11	12	13.265	10.8	14.85	1161	0.017	Pinocarvone
27	11	12	13.403	10.8	14.85	1164	0.087	Borneol
28	11	12	13.911	10.8	14.85	1177	24.264	Terpinen-4-ol
29	11	12	14.206	10.8	14.85	1184	0.023	p-Cymen-8-ol
30	11	12	14.449	10.8	14.85	1190	4.027	a-Terpineol
31	11	12	14.612	10.8	14.85	1194	0.135	cis-Dihydro carvone
32	11	12	14.683	10.8	14.85	1196	0.169	cis-Piperitol
33	12	13	14.988	14.85	19.08	1203	0.127	trans-Dihydro carvone
34	12	13	15.11	14.85	19.08	1206	0.173	trans-Piperitol
35	12	13	15.583	14.85	19.08	1217	0.025	trans-Carveol
36	12	13	15.974	14.85	19.08	1227	0.039	Nerol
37	12	13	16.243	14.85	19.08	1233	0.016	Thymol methyl ether
38	12	13	16.63	14.85	19.08	1242	0.027	Carvacrol methyl ether
39	12	13	17.016	14.85	19.08	1251	0.392	trans-Sabinene hydrate acetate
40	12	13	17.148	14.85	19.08	1254	1.217	Linalyl acetate
41	12	13	18.388	14.85	19.08	1284	0.034	Bornyl acetate
42	12	13	18.698	14.85	19.08	1291	1.135	Thymol
43	12	13	18.998	14.85	19.08	1298	0.36	Carvacrol
44	13	14	19.084	19.08	۲۲.۳۳	1300	0.088	Terpinen-4-ol acetate
٤٥	13	14	21.706	19.08	23.24	1363	0.056	Neryl acetate
46	13	14	22.509	19.08	23.24	1382	0.111	Geranyl acetate
47	14	15	23.912	23.24	27.28	1417	1.316	(E)-Caryophyllene
48	14	15	24.689	23.24	27.28	1436	0.192	Aromadendrene
49	14	15	25.279	23.24	27.28	1450	0.068	a-Humulene
50	14	15	26.229	23.24	27.28	1474	0.03	g-Muurolene
51	14	15	26.397	23.24	27.28	1478	0.039	Germacrene D
52	14	15	26.945	23.24	27.28	1492	0.051	Viridiflorene
53	14	15	27.017	23.24	27.28	1494	0.639	Bicyclogermacrene
54	15	16	27.443	27.28	31.13	1504	0.04	Unknown

55	15	16	27.708	27.28	31.13	1511	0.078	g-Cadinene
56	15	16	28.089	27.28	31.13	1521	0.28	d-Cadinene
57	15	16	28.617	27.28	31.13	1535	0.019	a-Cadinene
58	15	16	30.142	27.28	31.13	1574	0.128	Spathulenol
59	15	16	30.36	27.28	31.13	1580	0.036	Caryophyllene oxide
60	16	17	32.556	31.13	34.82	1639	0.103	epi-a-Cadinol
61	16	17	33.028	31.13	34.82	1651	0.161	a-Cadinol

جدول ۴- نتایج تجزیه اجزای اسانس مرزنجوش در شرایط عدم مصرف کود شیمیایی به روشGC/MS.

No	Cn	Cn+1	Tx	RTn	RTn+1	RI	% of compound	Compound(P960314)
1	9	10	5.318	4.658	7.28	925	2.143	a-Thujene
2	9	10	5.496	4.658	7.28	932	0.792	a-Pinene
3	9	10	5.882	4.658	7.28	947	0.044	Camphene
4	9	10	6.537	4.658	7.28	972	5.13	Sabinene
5	9	10	6.644	4.658	7.28	976	0.447	b-Pinene
6	9	10	6.868	4.658	7.28	984	0.023	3-Octanone
7	9	10	7	4.658	7.28	989	1.812	Myrcene
8	9	10	7.117	4.658	7.28	994	0.016	3-Octanol
9	10	11	7.447	7.28	10.8	1005	2.116	a-Phellandrene
10	10	11	7.864	7.28	10.8	1017	13.456	a-Terpinene
11	10	11	8.087	7.28	10.8	1023	1.352	p-Cymene
12	10	11	8.224	7.28	10.8	1027	0.952	Limonene
13	10	11	8.255	7.28	10.8	1028	4.378	b-Phellandrene
14	10	11	8.316	7.28	10.8	1029	0.196	1,8-Cineole
15	10	11	8.509	7.28	10.8	1035	0.081	(Z)-b-Ocimene
16	10	11	8.738	7.28	10.8	1041	0.023	Benzene acetaldehyde
17	10	11	8.875	7.28	10.8	1045	0.139	(E)-b-Ocimene
18	10	11	9.322	7.28	10.8	1058	18.05	g-Terpinene
19	10	11	9.561	7.28	10.8	1065	1.265	cis-Sabinene hydrate
20	10	11	10.354	7.28	10.8	1087	4.8	Terpinolene
21	10	11	10.725	7.28	10.8	1098	4.452	Linalool
22	10	11	10.765	7.28	10.8	1099	1.254	trans-Sabinene hydrate
23	11	12	11.594	10.8	14.85	1120	0.668	cis-p-Menth-2-en-1-ol
24	11	12	12.3	10.8	14.85	1137	0.524	1-Terpineol
25	11	12	12.529	10.8	14.85	1143	0.006	Camphor
26	11	12	13.265	10.8	14.85	1161	0.017	Pinocarvone
27	11	12	13.403	10.8	14.85	1164	0.087	Borneol

28	11	12	13.911	10.8	14.85	1177	24.264	Terpinen-4-ol
29	11	12	14.206	10.8	14.85	1184	0.023	p-Cymen-8-ol
30	11	12	14.449	10.8	14.85	1190	4.027	a-Terpineol
31	11	12	14.612	10.8	14.85	1194	0.135	cis-Dihydro carvone
32	11	12	14.683	10.8	14.85	1196	0.169	cis-Piperitol
33	12	13	14.988	14.85	19.08	1203	0.127	trans-Dihydro carvone
34	12	13	15.11	14.85	19.08	1206	0.173	trans-Piperitol
35	12	13	15.583	14.85	19.08	1217	0.025	trans-Carveol
36	12	13	15.974	14.85	19.08	1227	0.039	Nerol
37	12	13	16.243	14.85	19.08	1233	0.016	Thymol methyl ether
38	12	13	16.63	14.85	19.08	1242	0.027	Carvacrol methyl ether
39	12	13	17.016	14.85	19.08	1251	0.392	trans-Sabinene hydrate acetate
40	12	13	17.148	14.85	19.08	1254	1.217	Linalyl acetate
41	12	13	18.388	14.85	19.08	1284	0.034	Bornyl acetate
42	12	13	18.698	14.85	19.08	1291	1.135	Thymol
43	12	13	18.998	14.85	19.08	1298	0.36	Carvacrol
44	13	14	19.084	19.08	23.24	1300	0.088	Terpinen-4-ol acetate
45	13	14	20.522	19.08	23.24	1335	0.07	d-Elemene
46	13	14	21.056	19.08	23.24	1348	0.05	a-Terpinyl acetate
47	13	14	21.706	19.08	23.24	1363	0.056	Neryl acetate
48	13	14	22.509	19.08	23.24	1382	0.111	Geranyl acetate
49	14	15	23.912	23.24	27.28	1417	1.316	(E)-Caryophyllene
50	14	15	24.689	23.24	27.28	1436	0.192	Aromadendrene
51	14	15	25.279	23.24	27.28	1450	0.068	a-Humulene
52	14	15	26.229	23.24	27.28	1474	0.03	g-Muurolene
53	14	15	26.397	23.24	27.28	1478	0.039	Germacrene D
٥٤	14	15	26.945	23.24	27.28	1492	0.051	Viridiflorene
٥٥	14	15	27.017	23.24	27.28	1494	0.639	Bicyclogermacrene
٥٦	14	15	27.184	23.24	27.28	1498	0.06	a-Muurolene
٥٧	15	16	27.443	27.28	31.13	1504	0.04	Unknown
٥٨	15	16	27.708	27.28	31.13	1511	0.078	g-Cadinene
٥٩	15	16	28.089	27.28	31.13	1521	0.28	d-Cadinene
٦٠	15	16	28.617	27.28	31.13	1535	0.019	a-Cadinene
٦١	15	16	30.142	27.28	31.13	1574	0.128	Spathulenol
٦٢	15	16	30.36	27.28	31.13	1580	0.036	Caryophyllene oxide

٦٣	16	17	32.556	31.13	34.82	1639	0.103	epi-a-Cadinol
٦٤	16	17	33.028	31.13	34.82	1651	0.161	a-Cadinol

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد کـه مـدیریت تغذیـه ای گیاه دارویی مرزنجوش اثرات قابل توجهی بر شاخصهای کمـی و کیفـی این گیاه دارد. در بین تیمارهای کودهـای مـورد مطالعـه، مصرف کود ازته و فسفاته بیشترین تاثیر را بر بهبود شاخص های رشـدی و نیـز عملکرد متده خشک گیاه اعمال کرد؛ اما میزان عملکرد کمی و کیفی اسانس تحت تاثیر تیمارهای کودی کاهش یافت. به طوری که عملکرد Terpinen-4-ol مهمترین ترکیب اسانس مرزنجوش با خاصیت ضد اکسیداتی در شرایط استفاده از کود از ۲۴.۲۳۴ درصد به ۲۲.۳۳۴ درصد کاهش یافت

منابع

اربابی، ع.ا.، قلاوند، م.، سیروس‌مهر، ع.، قنبری، ا. و فنایی، ح.ر. ۱۴۰۲. بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، آلی و تلفیقی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی سه رقم آفتابگردان. مجله دانش، کشاورزی و تولید پایدار، ۳۳(۳): ۲۷–۳۵.

اقحوانی شجری، م.، رضوانی مقدم، پ.، قربانی، ر. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۴. اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۴): ۴۸۶–۵۰۰.

خندان، ا.، آستارایی، ع.، نصیری محلاتی، م. و فتوت، ا. ۱۳۸۴. تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.). پژوهش‌های زراعی ایران، ۲(۳): ۲۵۳–۲۶۴.

درزی، م.ت.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف. و رجالی، ف. ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد مایکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۱): ۱۴۲–۱۵۵.

سفیدکن، ف. ۱۴۰۰. استخراج و شناسایی مواد مؤثره گیاهان دارویی و معطر ایران. مجله طبیعت ایران، ۶(۳): ۷–۳۵.

قوام، م. ۱۳۹۵. بررسی چگونگی ارزیابی گیاهان دارویی از نظر وجود و میزان مواد مؤثره. نخستین همایش ملی گیاهان دارویی، معطر و ادویه‌ای.

مرشدلو، م.ر.، احمدی، ح.، پیرعلی همدانی، م. و یزدانی، د. ۱۳۹۷. مروری بر گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) و خواص فارماکولوژیکی آن. نشریه گیاهان دارویی، ۴(۱۷): ۱۵–۱۵.

ممبینی، ت.، ممبینی، م. و آقایی، م. ۱۳۸۷. بررسی آثار فارماکولوژیک جنس مرزنجوش (*Origanum* spp.). نشریه گیاهان دارویی، ۸(۲۹): ۱۸–۳۵.

Ateia, E.M., Osman, Y.A.H. and Meawad, A.E.A.H. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under North Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(4): 555–565.

Krishmamoorthy, V. and Madalager, M.B. 1999. Bishop weed (*Trachyspermum ammi*): An essential crop for North Karnataka. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 21: 996–998.

Jahan, M. 2004. Evaluation of ecological aspects of intercropping of chamomile and calendula with manure. M.Sc. Thesis, Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad.

Fallahi, J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P. 2008. The effect of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile. Agriculture Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8(1): 157–168.

Effect of nitrogen and phosphate fertilizers on some quantitative and qualitative characteristics of the essential oil of the *Origanum vulgar*

Alieh sadat Rafaat haghighi[1*]
1. Fars Agricultural Jihad Organization, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: Rafaat.haghighi@yahoo.com*

Abstrac

In order to study the effect of nitrogen and phosphate chemical fertilizers on the production of essential oil and active compounds of *Origanum vulgare* essential oil, an experiment was conducted in Larestan city, located in southern Fars, during 2017 and 2018 in a randomized complete block design with four replications under field conditions.The experimental treatments included nitrogen and phosphate chemical fertilizers, each at two levels of use (150 and 50 kg/ha, respectively) and no use.The essential oil of flowering branches was extracted and measured using the water distillation method. The main components of the essential oil were identified using the GC/MS method.In the conditions of fertilizer use, three compounds d-Elemene, a-Terpinyl acetate, and a-Muurolene were removed from the total active ingredients.The percentage of active ingredients decreased in some compounds under fertilizer use conditions, and Terpinen-4-ol, the most important active ingredient of *Origanum vulgare* with antioxidant properties, decreased from 24.234% to 22.334% under fertilizer use conditions.

Keywords: *Origanum vulgare*, Chemical fertilizers, Essential oil, Terpinen.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی اثر محلول‌پاشی عصاره میکرو جلبک کلرلا ولگاریس بر ویژگی‌های رشدی نعناع سنبله‌ای (*Mentha spicata* L.)

فاطمه جمشیدی‌کیا[۱]، کرامت‌الله سعیدی[۱*]، زهرا لری‌گوئینی[۲]، بهرام حسین‌زاده سامانی[۳] و رحیم برزگر[۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- گروه فارماکوگنوزی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده علوم پایه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران

۳- گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *ka.saeedi@gmail.com*

چکیده

عصاره‌های جلبک‌ها به دلیل ترکیبات زیست فعال و تأثیر مثبت بر افزایش رشد و نمو گیاهان امروزه در بخش کشاورزی مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته‌اند. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر عصاره میکرو جلبک *Chlorella vulgaris* بر ویژگی‌های رشدی نعناع سنبله‌ای (*Mentha spicata*) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. عصاره جلبک کلرلا ولگاریس به کمک فراصوت استخراج و تیمارها شامل سه غلظت ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد عصاره جلبک و شاهد آب مقطر به صورت محلول‌پاشی برگی تا مرحله گلدهی کامل گیاه اعمال شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عصاره ۱۰۰ درصد بیشترین تأثیر را بر افزایش وزن خشک ساقه (۳۲/۱۵ گرم)، وزن‌تر و خشک برگ (۲۰۲/۱۲ و ۶۳/۸۹ گرم)، گل (۹/۰۳ و ۴/۶۸ گرم) و مجموع اندام‌های هوایی (۳۳۸/۱۶ و ۱۰۰/۷۲ گرم) داشته است. به‌طورکلی، تیمار ۱۰۰ درصد عصاره در تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها برتر بوده است. از سوی دیگر، تیمار شاهد کمترین مقدار وزن خشک و تر را در تمامی صفات از جمله وزن خشک ساقه (۲۴/۶۱ گرم)، برگ (۶۷/۱۳۹ و ۴۴/۹۶ گرم)، گل (۶/۰۲ و ۳/۲۸ گرم) و اندام‌های هوایی (۲۴۹/۱۵ و ۷۲/۸۶ گرم)، نشان داد. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که عصاره میکرو جلبک کلرلا ولگاریس می‌تواند به عنوان یک منبع کود زیستی برای افزایش رشد نعناع سنبله‌ای مؤثر باشد و پتانسیل تبدیل شدن به یک کود زیستی سازگار با محیط زیست در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد گیاهان به عنوان منبعی از مواد مغذی را دارد.

واژه‌های کلیدی: میکرو جلبک، *Chlorella vulgaris*، نعناع سنبله‌ای، کود زیستی.

مقدمه

تنوع آب و هوایی و شرایط اکولوژیک متفاوت کشور ایران سبب گردیده که یکی از بزرگ‌ترین گنجینه‌های گیاهان دارویی دنیا را دارا باشد. در این بین نعناع سنبله‌ای (*Mentha spicata* L.) از نظر دارویی و اقتصادی اهمیت بسیار بالایی دارند (امیدبیگی, ۱۳۸۴). گیاه نعناع سنبله‌ای به صورت تازه و خشک به عنوان چای و ادویه و طعم دهنده به صورت سنتی و در صنایع غذایی کاربرد فراوانی دارند (Dakshayani et al., 2021).

به منظور پاسخگویی به افزایش نیاز به گیاهان دارویی باید مدیریت و برنامه‌ریزی در تولید در نظر گرفت شود؛ اما در بررسی سطح زیر کشت برای تولید بیشتر به علت محدودیت اقلیمی و منابع از جمله آب و خاک امکان افزایش سطح زیر کشت به راحتی وجود ندارد؛ بنابراین مدیریت و برنامه‌ریزی در جهت افزایش تولید در واحد سطح معطوف شده است. در این راستا عوامل تغذیه گیاه و کود همچنان مهم‌ترین گزینه در جهان بوده و مصرف بهینه کود و تغذیه متعادل گیاه یکی از دغدغه‌های اصلی جهت افزایش عملکرد است (خرم‌دل، ۱۳۸۷).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند عصاره جلبک‌ها در کشاورزی بر رشد و گسترش بیشتر ریشه‌ها، جوانه‌زنی بهتر و سریع‌تر بذرها، به تأخیر انداختن پیری میوه‌ها و افزایش عمر پس از برداشت محصولات، افزایش مقاومت گیاهان در مقابل تنش‌های زنده و غیرزنده و

افزایش کمیت و کیفیت مواد مؤثره، مؤثر بوده‌اند (Latique *et al*., 2021; Shaaban and Abou-Zaid, 2019). میکرو جلبک کلرلا ولگاریس (*Chlorella vulgaris*) از جنس میکرو جلبک‌های سبز *Chlorella* حاوی ترکیبات مختلف از جمله اسیدآمینه ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی، پروتئین، کربوهیدرات، رنگیزه‌ها و هورمون‌ها (اکسین، سیتوکینین و جیبرلین) می‌باشد (Gurev *et al*., 2020). در این راستا، پژوهش حاضر به منظور استخراج عصاره میکرو جلبک کلرلا ولگاریس و بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی برگی عصاره مایع آن بر ویژگی رشدی گیاه دارویی نعناع سنبله‌ای اجرا شد.

مواد و روش‌ها

استخراج عصاره میکرو جلبک به کمک فراصوت

ابتدا میکرو جلبک خشک و پودر شده با آب مقطر به نسبت ۱۰: ۱ مخلوط و در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۶۰ دقیقه مخلوط شد. سپس به مدت ۷/۹ دقیقه با استفاده از دستگاه فراصوت (توان ۲۰۰ وات، فرکانس ۵٪± ۴۲ کیلوهرتز، دمای ۲۵ درجه سلسیوس) (JP-4820)، استخراج انجام شد (این روش استخراج در مطالعه قبلی نویسندگان بهینه سازی شده است). عصاره حاصل به عنوان عصاره ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد و تا زمان استفاده در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد (Jamshidi-Kia *et al*., 2024).

کشت گیاه نعناع سنبله‌ای و محلول‌پاشی عصاره میکرو جلبک

بررسی اثر محلول‌پاشی برگی عصاره‌ی میکرو جلبک تهیه شده بر ویژگی رشدی گیاه دارویی نعناع سنبله‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. تیمارها شامل محلول‌پاشی آب مقطر (شاهد) و محلول‌پاشی عصاره میکرو جلبک کلرلا ولگاریس شامل سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بودند؛ و در طی مرحله‌ی رویشی از ۴ تا ۶ برگی آغاز و به صورت هفتگی و تا زمان گلدهی کامل تیمار اعمال شد. هر یک از تیمارها در ۳ تکرار (سه بلوک) به صورت محلول‌پاشی با سم‌پاش دستی اعمال شد. به منظور جلوگیری از تبخیر محلول از سطوح اندام‌های گیاه و نیز برگ‌سوزی (برگ‌سوزی ناشی از نور خورشید)، محلول‌پاشی بعد از غروب آفتاب انجام شد. صفات مورد بررسی در مرحله گلدهی کامل اندازه‌گیری شدند.

ارزیابی ویژگی رشدی

ویژگی‌های رشدی از جمله ارتفاع بوته (با استفاده از خط‌کش) و وزن تر برگ، گل و ساقه و نیز وزن تر اندام هوایی هر بوته با ترازو (با دقت یک صدم) اندازه‌گیری شدند.

جهت اندازه‌گیری وزن خشک ساقه، برگ، گل و کل اندام هوایی هر بوته ابتدا نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده و سپس با ترازو اندازه‌گیری شدند.

آنالیز آماری

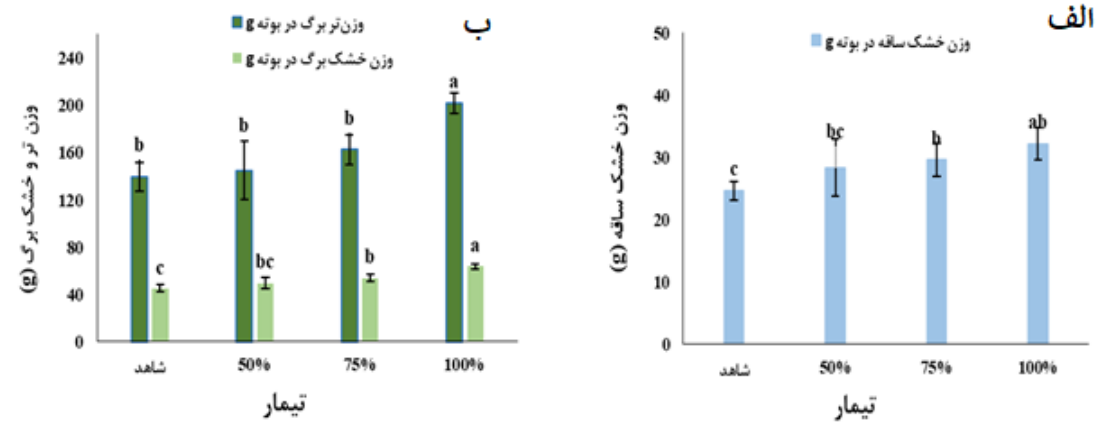
تجزیه و تحلیل آماری کلیه داده‌های به دست آمده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به وسیله نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc USA)، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و رسم نمودار توسط نرم‌افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که در بین بلوک‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. برای صفات رشدی وزن تر برگ، گل و اندام هوایی، وزن خشک ساقه، برگ و گل بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت؛ همچنین بین تیمارهای مختلف از نظر ارتفاع بوته و وزن تر ساقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

شکل ۱ الف نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عصاره میکروجلبک بر وزن خشک ساقه را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین وزن خشک ساقه از تیمار عصاره ٪ ۱۰۰ با مقدار ۳۲/۱۵ گرم در بوته به دست آمد؛ کمترین مقدار وزن خشک ساقه نیز

در تیمار شاهد با مقدار ۲۴/۶۱ گرم در بوته به دست آمد که با تیمار ٪ ۵۰ اختلاف معنی‌دار نشان نداد. همچنین بین تیمار ۷۵٪ و ٪ ۵۰ عصاره اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. شکل ۱ ب نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عصاره میکروجلبک بر وزن تر و خشک برگ را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین وزن تر و خشک برگ را تیمار عصاره ٪ ۱۰۰ با مقدار ۲۰۲/۱۲ و ۶۳/۸۹ گرم در بوته به ترتیب نشان داد؛ کمترین وزن تر و خشک برگ از تیمار شاهد با مقدار ۱۳۹/۶۷ و ۴۴/۹۶ گرم در بوته به دست آمد که با تیمار ٪ ۵۰ اختلاف معنی‌دار نشان نداد. همچنین بین تیمار ٪ ۷۵ و ٪ ۵۰ عصاره اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

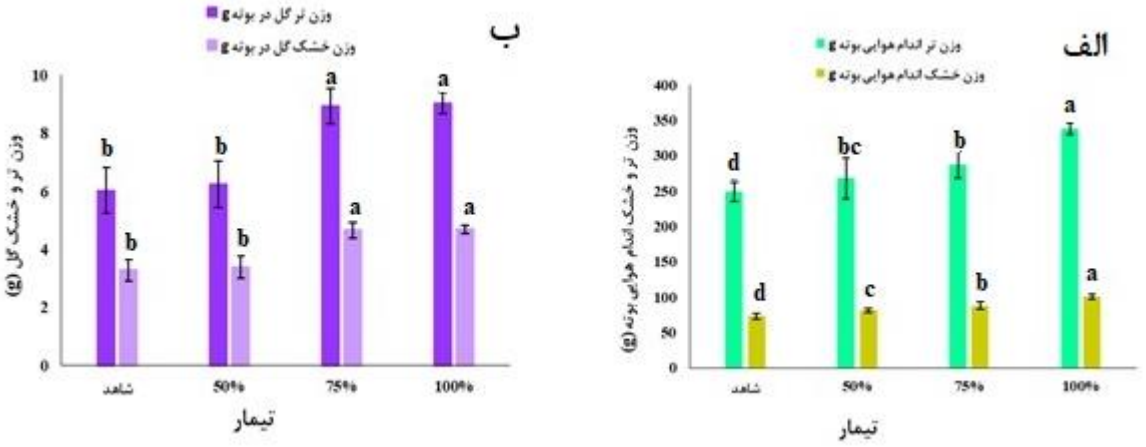


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار میکروجلبک بر وزن تر و خشک الف) ساقه؛ ب) برگ، میانگین‌های دارای حرف مشترک مطابق آزمون LSD اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال٪ ۵ ندارند.

شکل ۲ الف نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی میکروجلبک بر وزن‌تر و خشک اندام هوایی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین وزن‌تر و خشک اندام هوایی از تیمار عصاره ٪ ۱۰۰ با مقدار ۳۳۸/۱۶ و ۱۰۰/۷۲ گرم در بوته به ترتیب برای وزن‌تر و خشک بیشتر نسبت به سایر تیمارها نشان داد؛ کمترین وزن‌تر و خشک گل از تیمار شاهد با مقدار ۲۴۹/۱۵ و ۷۲/۸۶ گرم در بوته به دست آمد که با تیمار ۵۰ درصد اختلاف معنی‌دار نشان نداد. بین وزن‌تر عصاره ٪ ۷۵ و ٪۵۰ تفاوت معنی‌دار وجود نداشت و بین وزن خشک ۵۰٪ و شاهد نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

شکل ۲ ب نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی اثر محلول‌پاشی میکروجلبک بر وزن تر و خشک گل را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین وزن‌تر و خشک گل از تیمار عصاره ٪۱۰۰ به ترتیب با مقدار ۹/۰۳ و ۴/۶۸ گرم در بوته به دست آمد و کمترین وزن تر و خشک گل نیز از تیمار شاهد با مقدار ۶/۰۲ و ۳/۲۸ گرم در بوته به دست آمد که با تیمار ۵۰ درصد اختلاف معنی‌دار نشان نداد.

اثر افزایشی عصاره جلبک بر ویژگی‌های رشد گیاه را می‌توان به محتوای ترکیبات عصاره جلبک از جمله عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، هورمون‌ها، کربوهیدرات عصاره جلبک نسبت داد که نقش مؤثری در تقسیم و بزرگ شدن سلولی دارد. این امر منجر به افزایش وزن خشک گیاه می‌شود. از طرفی عصاره جلبک باعث القای فتوسنتز می‌شوند که این به نوبه خود در رشد گیاه منعکس می‌شود (Nawar and Ibraheim, 2014). عصاره جلبک متابولیسم سلولی را افزایش و پیری و تخریب کلروفیل را به تأخیر می‌اندازد. همچنین با بهبود مصرف نیتروژن، منیزیم و آهن که از اجزای ساختاری مهم کلروفیل هستند بیوسنتز کلروفیل را افزایش می‌دهد و در نتیجه باعث بهبود فتوسنتز می‌شود (Gharib *et al.*, 2024).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار میکروجلبک بر وزن تر و خشک الف) اندام هوایی بوته ب) گل، میانگین‌های دارای حرف مشترک مطابق آزمون LSD اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٪ ۵ ندارند.

منابع

امیدبیگی. ۱۳۸۴ .تولید و فرآوری گیاهان دارویی .جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۴۰ صفحه.

خرم‌دل، س. ۱۳۸۷. اثر کودهای بیولوژیک نیتروژن و فسفر بر خصوصیات کمی سیاهدانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

Gharib, F.A.E.L., Osama, K., Sattar, A.M.A. El and Ahmed, E.Z. 2024. Impact of *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis salina* and *Arthrospira platensis* as biostimulants on common bean plant growth, yield and antioxidant capacity. Scientific Reports, 14(1): 1–24.

Gurev, A., Dragancea, V. and Haritonov, S. 2020. Microalgae – non-traditional sources of nutrients and pigments for functional foods. Journal of Engineering Science, 1: 1–8.

Jamshidi-Kia, F., Saeidi, K., Lorigooini, Z., Samani, B.H. and Barzegar, R. 2024. Optimization of extraction of liquid extract from microalgae *Chlorella vulgaris* via cavitation-based techniques. Journal of Food Process Engineering, 47(8): 1–13.

Latique, S., Mrid, R.B., Kabach, I., Yasri, A., Kchikich, A., Nhiri, M., Kaoua, M.E., Allal Douira and Selmao, K. 2021. The effect of foliar application of *Ulva rigida* extract on the growth and biochemical parameters of wheat plants. E3S Web of Conferences, 234: 8.

Mahendran, G., Verma, S.K. and Rahman, L.-U. 2021. The traditional uses, phytochemistry and pharmacology of spearmint (*Mentha spicata* L.): A review. Journal of Ethnopharmacology, 278: 114266.

Nawar, D.A.S. and Ibraheim, S.K.A. 2014. Effect of algae extract and nitrogen fertilizer rates on growth and productivity of peas. Middle East Journal of Agriculture Research, 3(4): 1232–1241.

Shaaban, M.M. and Abou-Zaid, E.A.A. 2019. Growth, yield and berries quality in Red Roomy grapevines improved under different foliar application of *Spirulina* algae, zinc and boron. Middle East Journal of Agriculture Research, 8(2): 654–661.

Evaluation of the Effects of the Foliar Application of Microalgae *Chlorella vulgaris* Extract on the Growth Traits of Spearmint (*Mentha spicata* L.)

Fatemeh Jamshidi-Kia[1], Keramatollah Saeidi[1*], Zahra Lorigooini[2], Bahram Hosseinzadeh Samani[3] and Rahim Barzegar[1]

1. Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Medical Plants Research Center, Basic Health Sciences Institute, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran
3. Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Corrsponding Author: saeidi@sku.ac.ir

Abstract

Algal extracts have garnered significant attention in the agricultural sector due to their bioactive compounds and positive effects on enhancing plant growth and development. Accordingly, the present study aimed to determine the effect of the microalgae extract of *Chlorella vulgaris* on the morphological characteristics of spearmint (*Mentha spicata*) under a completely randomized block design in the research field of Shahrekord University. The *Chlorella vulgaris* algal extract was obtained using ultrasound, and treatments consisting of three concentrations of the algal extract (50%, 75%, and 100%) and distilled water control were applied as foliar sprays until the full flowering. The results indicated that the 100% extract foliar spray had the most significant impact on increasing stem dry weight (32.15 g), leaf fresh and dry weight (202.12 g and 63.89 g, respectively), flower fresh and dry weight (9.03 g and 4.68 g, respectively), and total aerial biomass fresh and dry weight (338.16 g and 100.72 g, respectively). Overall, the 100% extract treatment exhibited the highest values for all measured traits and was significantly superior to the other treatments. Conversely, the control treatment showed the lowest fresh and dry weight values across all traits, including stem dry weight (24.61 g), leaf fresh and dry weight (139.67 g and 44.96 g, respectively), flower fresh and dry weight (6.02 g and 3.28 g, respectively), and aerial biomass fresh and dry weight (249.15 g and 72.86 g, respectively). In conclusion, the findings of this research suggest that *Chlorella vulgaris* microalgae extract can be an effective biofertilizer source for enhancing the growth of spearmint and has the potential to become an environmentally friendly biofertilizer in sustainable agriculture for improving plant growth as a source of nutrients.

Keywords: *Chlorella vulgaris*, Biofertilizer, Microalgae, *Mentha spicata*.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر سطوح مختلف سوپرجاذب بر جوانه‌زنی بذر، صفات رشدی و فیزیولوژیکی دانهال‌های آنغوزه

غلامعلی امیری تاج‌آبادی[۱*]، محمدرضا پیرمرادی[۱] و اصغر رحیمی[۳]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان، ایران

۲- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *gholamali.amiri@gmail.com*

چکیده

به علت خشکسالی‌های سالیان اخیر کشور ایران با مشکلات زیادی در زمینه کشاورزی مواجه شده است. بنابراین کشت دیم گیاهان مقاوم مخصوصاً گیاهان دارویی با ارزش مورد توجه قرار گرفته است. یکی از این گیاهان، گیاه آنغوزه می‌باشد که ارزش اقتصادی و صادراتی بالایی برای کشور دارد. به دلیل کمبود بارندگی در فصل‌های زمستان و بهار گاهاً سبز شدن بذرها و رشد این گیاه در دو سال اول با مشکل مواجه می‌گردد. برای تحقیق در زمینه این مشکلات و حل آنها آزمایشی در سال ۱۴۰۱ در روستای دهووئیه شهرستان راور انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و تیمارها شامل: شاهد (بدون سوپرجاذب و سرمادهی)، ۱، ۲ و ۳ گرم سوپرجاذب و بذور سرمادهی شده بودند. بذرها به صورت کپه‌ای و در هر کپه ۵ بذر در ۱۵ آبان ماه کشت گردیدند. صفاتی که اندازه‌گیری شدند شامل تعداد بذرهای سبز شده، طول برگ‌ها، سطح برگ، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی و پرولین و کلروفیل a، b و کل بودند که در اول خرداد انجام گردید. نتایج آزمایش اول نشان داد در همه صفات به غیر از پرولین، تیمار ۳ گرم سوپر جاذب بهترین نتیجه را حاصل کرد. با توجه به قیمت نسبتاً بالای سوپرجاذب، مصرف سه گرم از این ماده برای رسیدن به نتیجه مطلوب کافی می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: سوپرجاذب، تنش خشکی، پرولین، ظرفیت زراعی، گیاه دارویی.

مقدمه

از تکنیک‌های کارآمد جهت استفاده صحیح از منابع آبی و حفظ رطوبت خاک استفاده از بعضی مواد همانند: کودهای دامی، بقایای گیاهان، کودهای کمپوست و هیدروژل‌های پلیمری نظیر سوپرجاذب است که هریک از موارد ذکر شده می‌تواند مقدارهای قابل ملاحظه‌ای از آب و رطوبت را در خود ذخیره کند که درصورت مخلوط شدن با خاک می‌تواند قابلیت افزایش حفظ و نگهداری آب در خاک شود. نکته قابل توجه این است که این مواد در هنگام کمبود آب در خاک، آب ذخیره شده در خود را آزاد کرده که در دسترس ریشه گیاهان قرار گیرد. لازم به ذکر است که پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند باعث جذب سریع و مقدار قابل ملاحضه‌ای آب در ساختمان پلیمری که در هر گرم وزن خشک خود میزان ۲۰۰ الی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب شوند (Bowman and Evans, 1991).

با توجه به تحقیقات صورت گرفته، موثر بودن پلیمرهای سوپرجاذب در شرایط کمبود آب در خاک بر روی برخی گیاهان موفقیت‌آمیز بوده است. موارد مورد استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب سال‌ها قبل جهت انجام صنایع نساجی و غذایی، تصفیه آب فاضلاب‌ها و آب آشامیدنی و همچنین در استخراج معادن گزارش شده‌است. اما در صنعت کشاورزی از پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان مخزن عناصر غذایی و همچنین به عنوان ماده افزودنی به خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. پلی اکریل آمید نوعی پلیمر سوپرجاذب است که جزو دسته موادی به حساب می‌آید جاذب آب بوده که در ترکیب با خاک باعث افزایش چشمگیری در نگهداری و جذب آب می‌باشد که این ویژگی جهت جلوگیری از کم آبی، کاهش اثرات مخرب تنش خشکی در گیاهان مورد اهمیت واقع شده است. به دلیل وجود خشکسال‌های اخیر، کاهش نزولات آسمانی و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، رویش گیاهان مرتعی با مشکلات جدی روبرو شده است لذا در این تحقیق سعی بر آن شده اثر قابلیت نگهداری آب توسط ماده سوپر جاذب بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه آنغوزه مورد بررسی قرار گیرد. در صورت اثر بخش بودن این روش گام مهمی در جهت کشت و کار این گیاه و گیاهان مشابه در مراتع کشور برداشته خواهد شد. همچنین در آزمایش دوم این تحقیق میزان رطوبت مورد نیاز موجود در خاک برای جوانه‌زنی بذر و رشد مناسب گیاه آنغوزه در سال اول مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این آزمایش هم در کشت در مراتع و هم در زمین‌های زراعی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

سوپرجاذب به علت این که موجب افزایش میزان آب ذخیره شده در خاک می‌شود، بنابراین در زمان‌هایی که بارندگی‌ها محدود است و یا آب کمی در اختیار گیاه قرار دارد با جلوگیری از هدر رفت آب موجب می‌شود که آب مورد نیاز گیاه از دسترس آن خارج نشود و گیاه بتواند در این شرایط به رشد خود ادامه دهد. اثرات سوپرجاذب‌ها در کاهش خسارات ناشی از تنش رطوبتی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی در بررسی‌های مختلفی گزارش شده‌است (طیاری و حاجی‌پور، ۱۳۹۹).

استفاده از سوپرجاذب باعث افزایش طول دوره رشد در گیاهان آنغوزه کاشته شده گردید زیرا گیاهان به مدت طولانی‌تر به رطوبت دسترسی داشتند که با نتایج شادمند و افکاری (۱۳۹۷) که نشان دادند که کاربرد سوپرجاذب موجب افزایش تحمل به تنش خشکی در ارقام مختلف لوبیا شد، مطابقت داشت. این محققان اظهار داشتند که با استفاده از سوپرجاذب می‌توان فاصله بین دوره‌های آبیاری را افزایش داد، اثرات منفی تنش خشکی را کاهش داد و همچنین مقدار کارآیی مصرف آب را بهبود داد.

با کاربرد سوپرجاذب، صفات رشدی شامل طول برگ، سطح برگ، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی افزایش یافتند. به نظر می‌رسد که مصرف سوپرجاذب در زمان مناسب باعث می‌شود که نزولات جوی در اطراف ریزوسفر ذخیره شده و با توجه به ویژگی‌های سوپرجاذب آن‌را به مرور در اختیار گیاه قرار می‌دهد لذا گیاه از حداقل رطوبت ذخیره شده با کارایی بیشتری استفاده نموده و اندام‌های هوایی با استفاده از عوامل اقلیمی مناسب در شرایط مطلوب‌تری رشد می‌کنند بنابراین اندام‌های توسعه یافته با کارایی بیشتری فتوسنتز می‌کنند و در نتیجه تجمع ماده خشک در گیاه افزایش می‌یابد که باعث افزایش سهم عملکرد اقتصادی می‌شود (بانچ شفیعی و همکاران، ۱۳۹۰).

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۴۰۱ در مرتع مجاور روستای دهوئیه واقع در بخش کوهساران شهرستان راور با مختصات "E ۱۵.۰`۰۱`°۵۷:N "۱۹.۰`۴۰`°۳۰ انجام شد. بدین منظور بذور آنغوزه در قطعه زمینی با مساحت ۱۴۰ متر مربع در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۵ تیمار کشت شدند. تعداد کرت‌ها ۱۵ عدد، ابعاد هر کرت ۳ × ۳ متر و تعداد بوته در هر کرت ۲۰ عدد بود. تیمارها شامل: شاهد (بدون سوپرجاذب و سرمادهی)، ۱، ۲ و ۳ گرم سوپرجاذب و بذور سرمادهی شده بودند. بذرها به صورت کپه‌ای و در هر کپه ۵ بذر در ۱۵ آبان ماه کشت گردیدند. مقادیر مورد نظر سوپرجاذب هر تیمار و پنج بذر در هر کپه در عمق یک سانتی‌متری قرار داده شد و روی آن‌ها با خاک پوشیده شد. فاصله کپه‌ها از هم ۶۰ سانتی‌متر بود. در تیمار سرمادهی، پس از سرمادهی بذور بدون کاربرد سوپرجاذب در ۲۵ بهمن کاشته شدند. صفاتی که اندازه‌گیری شدند شامل درصد بذرهای سبز شده، طول دوره رشد، طول برگ‌ها، سطح برگ، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی و پرولین و کلروفیل a، b و کل بودند که در اول خرداد انجام شد.

نتایج و بحث

سوپرجاذب باعث افزایش میزان آب ذخیره شده در خاک می‌شود، بنابراین در زمان‌هایی که بارندگی‌ها محدود است و یا آب کمی در اختیار گیاه قرار دارد با جلوگیری از هدر رفت آب موجب می‌شود که آب مورد نیاز گیاه از دسترس آن خارج نشود و گیاه بتواند در این شرایط به رشد خود ادامه دهد. اثرات سوپرجاذب‌ها در کاهش خسارات ناشی از تنش رطوبتی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی در بررسی‌های مختلفی گزارش شده‌است (طیاری و حاجی‌پور، ۱۳۹۹). با کاربرد سوپرجاذب، صفات رشدی شامل طول برگ، سطح برگ، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی افزایش یافتند. به نظر می‌رسد که مصرف سوپرجاذب در زمان مناسب باعث می‌شود که نزولات جوی در اطراف ریزوسفر ذخیره شده و با توجه به ویژگی‌های سوپرجاذب آن‌را به مرور در اختیار گیاه قرار می‌دهد لذا گیاه از حداقل رطوبت ذخیره شده با کارایی بیشتری استفاده نموده و اندام‌های هوایی با استفاده از عوامل اقلیمی مناسب در شرایط مطلوب‌تری رشد می‌کنند بنابراین اندام‌های توسعه یافته با کارایی بیشتری فتوسنتز می‌کنند و در نتیجه تجمع ماده خشک در گیاه افزایش می‌یابد که باعث افزایش سهم عملکرد اقتصادی می‌شود (بانچ شفیعی و همکاران، ۱۳۹۰). به دلیل اینکه سوپرجاذب در طول فصول پائیز و زمستان آب کافی در پیرامون بذرهای کاشته شده را مهیا می نماید، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و سبز شدن بذرها می‌گردد. زیرا برطرف شدن رکود بذرهای آنغوزه در اثر سرما نیاز به رطوبت دارد. همچنین سوپر جاذب باعث با تامین رطوبت کافی در طول فصل رشد، باعث افزایش دوره رشد گیاه آنغوزه گردید و این باعث افزایش عملکرد شیرابه این گیاه خواهد شد.

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف سوپرجاذب بر صفات رشدی و فیزیولوژیکی گیاه آنغوزه.

	شاهد	۱ گرم سوپرجاذب	۲ گرم سوپرجاذب	۳ گرم سوپرجاذب	بذور سرمادهی
وزن‌تر اندام هوایی (گرم)	d ۰/۱۵ ± ۰/۰۲۲	c ۰/۲۳ ± ۰/۰۲	b ۰/۲۶ ± ۰/۰۲۹	a ۰/۳۳ ± ۰/۰۳۱	d ±۱۶/۰ ۰/۰۱۹
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	d ۰/۰۳ ± ۰/۰۰۲	c۰/۰۴۸ ۰±/۰۰۳	b۰/۰۵ ± ۰/۰۰۳	a۰/۰۶ ± ۰/۰۰۴	d۰/۰۳۲ ± ۰/۰۰۱
طول برگ (سانتی‌متر)	e۵/۲ ± ۰/۱۹	c۶/۵ ± ۰/۲۳	b۷/۳ ± ۰/۲۶	a۸/۲ ± ۰/۲۱	d۵/۷۶ ± ۰/۲۲
عرض برگ (سانتی‌متر)	d ۰/۱۵ ± ۰/۰۱۷	c ۰/۱۸۳ ± ۰/۰۱۶	b ۰/۲ ± ۰/۰۱۳	a ۰/۲۲ ± ۰/۰۱۶	c ۰/۱۸۶ ± ۰/۰۱۵
سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	e۰/۸ ± ۰/۰۹	c۱/۱۹ ± ۰/۱۱	b۱/۴۸ ± ۰/۱۲	a۱/۸۶ ± ۰/۱۱	d۱/۰۷ ± ۰/۱
طول ریشه (سانتی‌متر)	d۱۷/۴۳ ± ۰/۳۶	b۲۰/۴۶ ± ۰/۲۹	b۲۰/۸۱ ± ۰/۳۲	a۲۲/۶۴ ± ۰/۳	c۱۸/۴۷ ± ۰/۳۱
وزن‌تر‌یشه (گرم)	d ۰/۳۸ ± ۰/۰۲	c ۰/۴۶ ± ۰/۰۲۷	b ۰/۵۸ ± ۰/۰۳۱	a ۰/۶۶ ± ۰/۰۳۲	d ۰/۳۷ ± ۰/۰۲۵
وزن خشک ریشه (گرم)	c ۰/۱۲۳ ± ۰/۰۱۹	b ۰/۱۴۷ ± ۰/۰۲۲	a ۰/۱۸۱ ± ۰/۰۲۳	a ۰/۱۸۵ ± ۰/۰۲۷	d ۰/۱۱۷ ± ۰/۰۱۷
پرولین (میلی گرم بر گرم وزن تر)	b۳/۷۷ ± ۰/۲۶	c۲/۹۷ ± ۰/۲۲	d۲/۷۶ ± ۰/۲۱	e۲/۶۴ ± ۰/۲۵	a۲/۸۳ ± ۰/۲۱
کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	e ۰/۷۲۵ ± ۰/۰۳۷	c ۰/۷۸۹ ± ۰/۰۴۱	b ۰/۷۹۷ ± ۰/۰۲۴	a ۰/۸۰۳۳ ± ۰/۰۳۲	d ۰/۷۳۷۳ ± ۰/۰۲۶
کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	d ۰/۴۳۹ ± ۰/۰۲۲	c ۰/۵۰۳۳ ± ۰/۰۲	b ۰/۵۴۲۷ ± ۰/۰۲۹	a ۰/۵۶۵۳ ± ۰/۰۳۷	d ۰/۴۴۴ ± ۰/۰۳۱
کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	d ۰/۲۴۳ ± ۰/۰۳۹	c ۱/۳۱ ± ۰/۰۵۶	b ۱/۳۵ ± ۰/۰۶۳	a ۱/۴۱ ± ۰/۰۴۹	d ۱/۲۴۴۷ ± ۰/۰۵۵
دوره رشد (روز)	d ۸۴ ± ۷	c ۸۷ ± ۵	b ۸۹ ± ۶	a ۹۵ ± ۵	e ۸۱ ± ۶
درصد جوانه‌زنی (درصد)	d ۳۶ ± ۹	b ۹۱ ± ۴	a ۹۹ ± ۱	a ۹۹/۳۳ ± ۰/۵	c ۹۸ ± ۱

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد هر چقدر میزان سوپر جاذب بالا رود، به دلیل خاصیت نگه داری آب بیشتر در خاک، تمام صفات رویشی و اکثر صفات فیزیولوژیکی (به غیر از پرولین) بهبود می‌یابد و به دلیل کاهش سطح تنش خشکی، پرولین کاهش می‌یابد، معمولاً گیاهان مرتعی در مخصوصاً شرایطی مانند اقلیم استان کرمان معمولاً تحت تنش خشکی قرار دارند.

منابع

طیاری، الف. و حاجی‌پور، ع. ۱۳۹۹. بررسی عملکرد مواد سوپر جاذب در افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۱۰(۴): ۱۸۱–۱۹۰.

شادمند، ح. و افکاری، الف. ۱۳۹۷. اثر کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات بیوشیمیایی و محتوای نسبی آب ارقام لوبیا تحت تنش خشکی. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۰(۳۹): ۶۱–۷۷.

بانج شفیعی، ش.، اسحاقی‌راد، ج.، علی‌جان‌پور، الف. و پاتو، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر کاربرد سوپرجاذب و دوره آبیاری بر رشد نهال‌های بنه. مجله جنگل ایران، ۴(۲): ۱۰۱–۱۱۲.

Bowman, D.C. and Evans, R.Y. 1991. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. HortScience, 26(8): 1063–1065.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Different levels of superabsorbent on seed germination, growth and physiological characteristics of Asafoetida seedlings

Gholam Ali Amiri[1], Mohammad Reza Pirmoradi[1*] and Asghar Rahimi[2]
1. Department of Horticulture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
2. Agronomy, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

[*]*Corresponding author: gholamali.amiri@gmail.com*

Abstract

Due to the droughts of recent years, Iran has faced numerous challenges in the field of agriculture. As a result, the rainfed cultivation of drought-tolerant plants—especially valuable medicinal herbs—has attracted increasing attention. One such plant is *Ferula assa-foetida* (asafoetida), which has high economic and export value for the country. However, due to low rainfall during winter and spring, seed germination and early growth of this plant are often problematic during the first two years. To investigate and address these issues, an experiment was conducted in 2022 in Dehueeyeh village, Ravar County. The experiment was laid out as a randomized complete block design (RCBD) with the following treatments: control (no superabsorbent and no stratification), 1 g, 2 g, and 3 g of superabsorbent, and stratified seeds. Seeds were sown in hill planting method, five seeds per hill, on November 6. The measured traits included number of germinated seeds, leaf length, leaf area, root length, fresh and dry weight of roots and shoots, as well as proline and chlorophyll a, b, and total chlorophyll contents. Data collection was carried out on May 22. The results showed that except for proline, the treatment with 3 g of superabsorbent yielded the best outcomes in all traits. Considering the relatively high cost of superabsorbent materials, using 3 grams appears sufficient to achieve desirable results.

Keywords: Drought Stress, Field Capacity, Medicinal Plant, Proline, Superabsorbe.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی دمبرگ‌های پیش‌رس برخی از توده‌های بومی ریواس

نرگس باسامی[۱]، آرمان بیرقدار کشکولی[۱] و محمّدتقی عبادی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
نویسنده مسئول: *mt.ebadi@modares.ac.ir*

چکیده

ریواس گیاهی با کاربردهای دارویی و غذایی است که تنها منبع تأمین آن، رویشگاه‌های طبیعی آن می‌باشد. با توجه به افزایش تقاضا و برداشت بی‌رویه این گیا، جمعیت ریواس در رویشگاه‌ها با خطر کاهش جدی مواجه شده است. بنابراین، انجام پژوهش‌هایی در زمینه اهلی‌سازی و زراعی کردن این گونه اهمیت فراوانی دارد. در این تحقیق، به منظور بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی دمبرگ‌های پیش‌رس شده، نمونه‌هایی از توده‌های بومی ریواس از چهار رویشگاه مختلف کشور شامل ارتفاعات روستای لطف‌آباد (درگز)، میرآباد (نیشابور)، شویشه (سنندج) و ناوطاق (مریوان) مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تأثیر تیمار رویشگاه‌های مختلف بر میزان ترکیبات کاروتنوئید و اگزالیک اسید در دمبرگ‌های حاصل از کشت پیش‌رس ریزوم‌ها در سطح ۱٪ و بر میزان آنتی‌اکسیدان‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. بیشترین میزان کاروتنوئید در دمبرگ‌های حاصل از رویشگاه سنندج با مقدار ۱۰۰.۵ میلیگرم بر گرم و کمترین مقدار مربوط به رویشگاه مریوان با مقدار ۷۴.۳۴ میلیگرم بر گرم ثبت شد. همچنین بیشترین میزان اگزالیک اسید به دمبرگ‌های کشت شده از ریزوم‌های جمع‌آوری شده از نیشابور (۰.۳۸۵ میلیگرم در گرم وزن خشک) و کمترین آن به دمبرگ‌های رویشگاه مریوان (۰.۱۸ میلیگرم در گرم وزن خشک) اختصاص داشت. بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز در دمبرگ‌های حاصل از رویشگاه درگز مشاهده شد و کمترین آن مربوط به رویشگاه سنندج بود. یافته‌ها نشان داد که بین رشد رویشی دمبرگ‌ها و میزان اسید اگزالیک رابطه معکوس وجود دارد؛ به‌طوری که دمبرگ‌های بلندتر حاصل از کشت پیش‌رس، اسید اگزالیک کمتری دارند. همچنین توده های مریوان (اگزالات پایین) و درگز/سنندج (آنتی‌اکسیدان بالا) به‌عنوان منابع ژنتیکی برتر برای اهلی‌سازی و توسعه کشت تجاری در مناطق مشابه شناسایی شدند.

کلمات کلیدی: آنتی اکسیدان، اسید اگزالیک، پیش‌رس کردن، ترکیبات فنولی، ریواس.

مقدمه

ایران با برخورداری از ۱۱ اقلیم مختلف و حدود ۸۰۰۰ گونه گیاهی، کشوری غنی از نظر تنوع زیستی است که کشت و زراعت این گیاهان از منظر حفظ منابع ژنتیکی و کاهش فشار بر منابع طبیعی اهمیت قابل توجهی دارد (اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۵). ریواس یکی از قدیمی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین گیاهان دارویی است که در طب سنتی کاربرد گسترده‌ای دارد و در چین به عنوان «پادشاه گیاهان» شناخته می‌شود(Kalisz *et al.*, 2020). جنس ریواس (*Rheum* L.) گیاهی چندساله از تیره Polygonaceae، بومی آسیا و شرق اروپا، که دارای ریشه‌های ضخیم، ساقه‌های راست و گل‌های کوچک سفید مایل به سبز یا قرمز ارغوانی است که در خوشه‌های منشعب و متراکم رشد می‌کند. ریواس به‌دلیل خواص دارویی در درمان اختلالات گوارشی، درد مفاصل و مشکلات مربوط به اجابت مزاج و همچنین برای کنترل دیابت، فشار خون، چاقی و مشکلات گوارشی کاربرد دارد (Pandith and Khan., 2022).

ریواس پرورش‌یافته در شرایط تاریکی که با نام ریواس پیش‌رس شناخته می‌شود، طعمی مطلوب‌تر و ترشی کمتری دارد (Pandith and Khan., 2022). پس از پایان دوره خواب و رفع نیاز سرمایی، ریشه‌ها تحت شرایط مناسب رشد داده می‌شوند و می‌توان ۲ تا ۳ مرحله برداشت ساقه انجام داد (Welbaum, 2015). ویژگی‌های بافتی، طعم و اندازه دمبرگ تا حد زیادی به رقم گیاه، مدت زمان سرمادهی، سن و شرایط رشدی ریشه‌ها در مزرعه وابسته است (Pandith and Khan., 2022). در شرق کشور، بهره‌برداران با نشاندار کردن محل بوته‌های ریواس و سنگ‌چین کردن آن، محصولی با دمبرگ‌های روشن، بافت ترد و بازارپسندی مطلوب تولید می‌کنند (بناء طرقی و همکاران،

۱۴۰۰). ساقه‌ها و دمبرگ‌های جوان این گیاه علاوه بر ارزش دارویی، غذایی مقوی به شمار می‌آیند (Tabin et al., 2022). میزان ترکیبات مختلف ریواس از جمله فنل کل و آنتی‌اکسیدان‌ها به پراکنش جغرافیایی و محل برداشت بستگی دارد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۶). شناسایی جمعیت‌های مختلف بومی و بررسی مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی آن‌ها، گامی مهم در فرآیند اهلی‌سازی این گیاهان محسوب می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۸۶).

اسید اگزالیک دومین اسید عمده موجود در دمبرگ‌های ریواس است که مقدار زیاد آن برای سلامت انسان مضر می‌باشد(Cojoaru et al., 2019). میزان اگزالات در مراحل مختلف رشد و بسته به گونه گیاه و اندام آن متفاوت است(Ha, 2012). همچنین میزان فنل کل در اندام‌های مختلف ریواس تغییر می‌کند (مکاری و همکاران، ۱۳۹۵). میزان توتال فنل و آنتی‌اکسیدان دمبرگ ریواس زراعی به رقم و فصل برداشت وابسته است(Kalisz et al., 2020). علاوه بر این، در کشت ریزازدیادی ریواس، استفاده از نور LED در مرحله اولیه رشد بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه تأثیرگذار بوده است(Wojtania et al., 2023).

هدف این تحقیق شناسایی و بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی جمعیت‌های بومی ریواس از رویشگاه‌های مختلف کشور بود تا زمینه‌های علمی برای اهلی‌سازی و توسعه کشت این گیاه ارزشمند فراهم شود. همچنین، تأثیر شرایط رشد بر ترکیبات فعال زیستی مانند کاروتنوئیدها، اسید اگزالیک و آنتی‌اکسیدان‌ها بررسی شد.

مواد و روش‌ها

ریزومهای مورد نیاز جهت انجام این بررسی از چهار رویشگاه مختلف کشور با توجه به فلور گیاهی ایران و تجارب گیاهشناسان در مناطق مورد مطالعه شامل ارتفاعات روستای لطف‌آباد (تابع درگز)، میرآباد (تابع شهرستان نیشابور)، شویشه (تابع سنندج) و ناوطاق (تابع شهرستان مریوان) برداشت شدند. ریزومهای سالم، بزرگ و تقریباً هم‌وزن انتخاب شده، پس از ضدعفونی با قارچ‌کش، به مدت دو ساعت با محلول جیبرلیک اسید با غلظت ۱۰۰۰ ppm تیمار گردیدند. سپس در گلدان‌های حاوی خاک گلخانه‌ای کشت شده و در شرایط مناسب برای پیش‌رس کردن (رطوبت حدود ۶۰ درصد، دمای ۱۳-۱۵ درجه سانتی‌گراد و بدون نور) قرار گرفتند. در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی، برداشت دمبرگ‌ها پس از باز شدن برگ‌ها انجام شد. وزن دمبرگ‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت هزارم گرم اندازه‌گیری گردید و قطر دمبرگ‌ها با کولیس ورنیه تعیین شد. سنجش فعالیت میزان کارتنوئید به روش آرنون و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH انجام گرفت. میزان اسید اگزالیک با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۲۵ نانومتر تعیین شد (علیرضایی نقندر و همکاران۱۳۹۴).



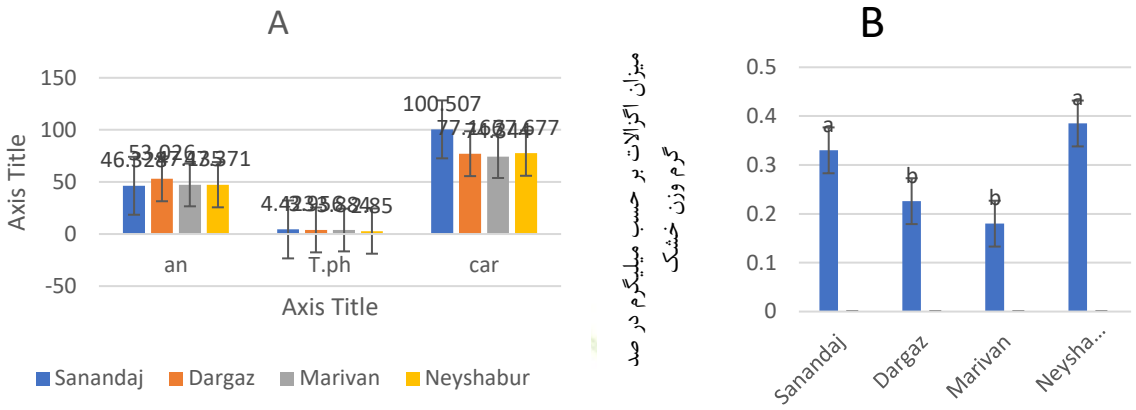
شکل ۱- تیمار و کشت ریزومهای جمع‌آوری شده از رویشگاههای کشور و برداشت و توزین دمبرگ حاصل از کشت پیش‌رس.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مربوط به رویشگاه‌های مختلف گیاه ریواس بر میزان ترکیبات کاروتنوئید و اسید اگزالیک در دمبرگ‌های حاصل از پیش‌رس کردن ریزومهای برداشت شده از این رویشگاه‌ها، در سطح احتمال ۱٪ تأثیر معنی‌دار داشتند. همچنین، تأثیر معنی‌داری بر میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۵٪ مشاهده شد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ترکیب کاروتنوئید و اسید اگزالیک در دمبرگ‌های حاصل از پیش‌رس کردن ریزومهای برداشت شده از رویشگاه‌های مختلف، در سطح معنی‌داری ۱٪ و ترکیب آنتی‌اکسیدان‌ها در سطح معنی‌داری ۵٪ تفاوت معنی‌دار داشتند. در این مطالعه، بیشترین میزان کاروتنوئید در دمبرگ‌های رویشگاه سنندج با مقدار ۱۰۰.۵ و کمترین آن در دمبرگ‌های رویشگاه مریوان با مقدار ۷۴.۳۴

ثبت شد. همچنین، بیشترین میزان اسید اگزالیک مربوط به دمبرگ‌های کشت شده از ریزوم‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه نیشابور (۰.۳۸۵) و کمترین آن مربوط به رویشگاه مریوان (۰.۱۸) بود. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز در دمبرگ‌های حاصل از رویشگاه درگز (۵۳.۰۲۶) مشاهده شد و کمترین آن در دمبرگ‌های رویشگاه سنندج (۴۶.۳۲۸) به ثبت رسید.



شکل ۲ – اثر تیمار رویشگاه‌های مختلف گیاه ریواس بر میزان ترکیبات دمبرگ در شرایط کشت پیش رس کردن: نمودار A : آنتی‌اکسیدان(an)، توتال فنل(T.ph)، کارتنوئید(car) نمودار B : اگزالات.

در این بررسی، میزان اگزالات با رشد رویشی دمبرگ رابطه معکوس داشت؛ به گونه‌ای که دمبرگ پیش‌رس حاصل از رویشگاه مریوان بیشترین طول و کمترین میزان اگزالات را نشان داد. برای رفع خواب جوانه ریزوم، از تیمار جیبرلیک اسید استفاده شد که احتمالاً عامل افزایش رشد رویشی و در نتیجه کاهش میزان اگزالات بوده است. علاوه بر این مقدار اگزالات در کشت پیش‌رس ریواس (*Rheum rhabarbarum* L.) رقم ویکتوریا نسبت به مقدار آن در کشت مزرعه‌ایی پایین بوده است. میزان محتوای فنل کل و آنتی اکسیدان دمبرگهای ریواس (*Rheum rhabarbarum* L.) تحت تاثیر نوع تغذیه و زمان برداشت قرار می گیرد(Cojocaru et al., 2020). باتوجه به نقش حفاظتی کارتنوئیدها و عدم وجود نور در این بررسی، احتمال بالا بودن میزان کارتنوئید وجود داشت. تفاوت در میزان ترکیبات فیتوشیمیایی بین جمعیت‌ها و ارقام مختلف پیش‌تر نیز در مطالعات متعددی مشاهده شده بود (Takeoka et al., 2013، قاسمی و همکاران، ۱۳۹۶؛ نورانی و همکاران، ۱۳۹۸، Kalisz et al., 2020). یافته‌ها نشان داد که بین رشد رویشی دمبرگ‌ها و میزان اسید اگزالیک رابطه معکوس وجود دارد؛ به‌طوری که دمبرگ‌های بلندتر حاصل از کشت پیش‌رس، اسید اگزالیک کمتری دارند. همچنین توده های مریوان (اگزالات پایین) و درگز/سنندج (آنتی‌اکسیدان بالا) به‌عنوان منابع ژنتیکی برتر برای اهلی‌سازی و توسعه کشت تجاری در مناطق مشابه شناسایی شدند.

منابع

اکبری‌نیا، ا.، باباخانلو، پ. و مظفریان، و. ۱۳۸۵. بررسی فلورستیکی و ویژگی‌های زیستی گیاهان دارویی استان قزوین. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۷۲: ۲۱–۳۰.

بناء طرقی، ا.، فرزادمهر، ج.، آذرخشی، م. و سنگونی، ح. ۱۴۰۰. مقایسه روش‌های بهره‌برداری پیشنهادی و سنتی در میزان تولید ریواس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، مشهد.

علیرضایی نقندر، م.، عزیزی، م.، رضازاده، ش.، رضوانی‌مقدم، پ. و نعمتی، س.ح. ۱۳۹۴. بررسی تغییرات برخی ترکیبات فیتوشیمیایی اندام هوایی و ریشه گیاه ترشک وحشی (*Rumex turcomanicus* Zerep) طی مراحل مختلف نمو گیاه. نشریه تحقیقات گیاهان دارویی ایران، ۳۱(۱): ۱۲۳–۱۳۵.

قاسمی، ق.، فتاحی، م. و علیرضالو، ا. ۱۳۹۶. مطالعه ویژگی‌های فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی ژنوتیپ‌های مختلف ریواس (*Rheum ribes* L.) جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف ایران. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ایران، ۲۸(۴): ۷۳–۸۸.

نورانی یزن‌آبادی، م.، عبادی، م.ت. و عیاری نوش‌آبادی، م. ۱۳۹۸. مقایسه خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی هفت جمعیت گیاه دارویی پای‌خر (*Tussilago farfara* L.) کشت‌شده در شرایط آب و هوایی تهران. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۳(۳): ۴۳۳–۴۴۹.

Cojocaru, A. et al. 2020. Dynamic of phenolic compounds, antioxidant activity, and yield of rhubarb under chemical, organic and biological fertilization. Plants, 9: 355.

Daryadar, M., Matevosyan, A., Roosta, H.R., Ghorbanpour, M., Stepanyan, A., Ghahramanyan, A. and Tadevosyan, A. 2024. Some parameters of hydroponic and soil rhubarb cultivated in the Ararat Valley of Armenia. Functional Foods in Health and Disease, 14(8): 564–573.

Pandith, S. and Khan, I.M. 2022. *Genus Rheum (Polygonaceae)*. CRC Press.

Takeoka, G.R., Dao, L., Harden, L., Pantoja, A. and Kuh, J.C. 2013. Antioxidant activity, phenolic and anthocyanin contents of various rhubarb (*Rheum* spp.) varieties. International Journal of Food Science & Technology, 48: 172–178.

Wojtania, A., Matysiak, B., Mieszczakowska-Frąc, M., Nowak, J.S. and Szwejda-Grzybowska, J. 2023. Responses of micropropagated rhubarb (*Rheum rhaponticum*) plantlets to different growing media and light conditions in the greenhouse. Agriculture, 13(4): 890.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Morphological and Phytochemical Characterization of Early-Forced Rhubarb in Selected Native Populations

Narges Basami[1] Arman Beyraghdar Kashkooli[1] and Mohammad-Taghi Ebadi[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Corresponding author: mt.ebadi@modares.ac.ir

Abstract

Rhubarb (*Rheum* spp.) is a plant of significant medicinal and nutritional value, currently sourced exclusively from wild populations. However, rising demand, unsustainable harvesting practices, and environmental pressures are contributing to a decline in natural populations, highlighting the necessity for domestication and cultivation efforts. This study aimed to evaluate the morphological and phytochemical characteristics of early-forced rhubarb plants. Rhizome samples were collected from four native populations located in Lotfabad (Dargaz region), Mirabad (Neyshabur region), Shuyesheh (Sanandaj region), and Navtagh (Marivan region). A completely randomized design (CRD) with three replications was employed. Analysis of variance (ANOVA) indicated that the effect of habitat was significant ($p<0.01$) for carotenoid and oxalic acid contents, and significant ($p<0.05$) for antioxidant activity in the petioles of early-forced plants. The highest carotenoid concentration (100.5 mg/g) was observed in petioles derived from the Sanandaj population, while the lowest (74.34 mg/g) was recorded in samples from Marivan. Petioles from the Neyshabur population exhibited the highest oxalic acid content (0.385 mg/100 g dry weight), whereas the Marivan samples had the lowest (0.18 mg/100 g dry weight). Antioxidant activity was highest in petioles from Dargaz and lowest in those from Sanandaj. The findings indicated an inverse relationship between the vegetative growth of petioles and the concentration of oxalic acid; specifically, longer petioles obtained from early maturing cultivars exhibited lower oxalic acid levels. Additionally, the Merivan (low oxalate) and Dargaz/Sanandaj (high antioxidant) accessions were identified as superior genetic resources for domestication and the development of commercial cultivation in similar regions.

Keywords: Antioxidant Activity, Forcing, Oxalic Acid, Phenolic Compounds, Rhubarb.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی برگی ملاتونین روی برخی شاخص‌های رشدی و محتوای ساپونین کینوآ (*Chenopodium quinoa*) رقم رحمت

محمدجواد بی‌رنگ[۱]، محمد سیاری[۱*] و سید سعید موسوی[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *m.sayyari@basu.ac.ir*

چکیده

کینوآ (*Chenopodium quinoa* L.) یک گیاه علفی یکساله، بومی رشته کوه آند و آمریکای جنوبی است که با توجه به مواد مغذی بذر این گیاه، استفاده های مختلف از پس ماندهای این گیاه و همچنین استفاده از ساپونین گیاه در مصارف صنعتی و دارویی، مورد کشت کار قرار گرفته است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی، در سه تکرار و به صورت گلدانی به منظور افزایش میزان ساپونین بذر کینوآ در دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. فاکتور اول شامل پرایمینگ بذر با ملاتونین در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ میکرومولار) به مدت ۲۴ ساعت و فاکتور دوم شامل محلول پاشی در دو سطح (صفر و محلول پاشی ۱۰۰ میکرومولار) بودند. این تحقیق به مظور ارزیابی تیمار های اعمال شده بر گیاه کینوآ جهت بررسی تغییرات برخی ویژگی های رشدی از قبیل وزن تر و خشک، وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه، طول پانیکول و محتوای ساپونین انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار ملاتونین توانست بر وزن تر و خشک، وزن هزار دانه، طول پانیکول و محتوای ساپونین بذر کینوآ تاثیر معنی دار بگذارد. بیشترین وزن تر و خشک، وزن هزار دانه به ترتیب مربوط به پرایمینگ ۵ میکرومولار و عدم محلول پاشی(۲۴۱/۳ گرم)، پرایمینگ ۵ میکرومولار و محلول پاشی (۱۱۵/۳ گرم) و پرایمینگ ۱۰میکرومولار و عدم محلول پاشی است و کمترین میزان این صفات به ترتیب در تیمارهای پرایمینگ ۱۰ میکرو مولار و محلول پاشی (۲۰۱/۰۳ گرم)، پرایمینگ صفر و محلول پاشی (۸۵/۰ گرم) و پرایمینگ ۵ میکرومولار و محلول پاشی (۳/۱۶ گرم) بود. بیشترین و کمترین میزان ساپونین بذر به ترتیب به تیمارهای پرایمینگ ۱۰ میکرومولار و محلول پاشی و پرایمینگ ۵ میکرومولار و عدم محلول پاشی مربوط بودند.

کلمات کلیدی: پرایمینگ بذر، کینوآ، محتوای ساپونین، ویژگی‌های رشدی، ملاتونین.

مقدمه

کینوآ (*Chenopodium quinoa*): کینوآ گیاهی علفی یک ساله و از خانواده اسفناجیان (chenopodiaceae) بومی رشته کوه‌های آند، با ساقه های افراشته، استوانه‌ای و محکم، تک پایه، با گل آذین پانیکول بوده، گل‌ها تک جنسی، بدون گلبرگ، برگ‌ها دارای پلی مرفیسم و سیستم ریشه‌ای عمیق و افشان است. بذور و خود این گیاه دارای بتاسیانین و بازه رنگی از سفید، قرمز تا مشکی رنگ است. میوه‌ها به صورت آکن، گرد و صاف و بذرهای آن نیز گرد، استوانه‌ای و یا بیضی شکل و کوچک هستند. امروزه این گیاه به دلایلی از قبیل مقاومت زیاد نسبت به شرایط خشکی و کم آبی، بازدهی بالا، غنی بودن از مواد مغذی و همچنین متابولیت‌های ثانویه‌ای که خاصیت درمانی به این گیاه می‌دهند مثل ساپونین‌های تری ترپنوئیدی و به خصوص استفاده‌های متنوع از پس ماندهای این گیاه در در صنایع دارویی، آرایشی بهداشتی و... در جهان شناخته تر شده است(Nickel et al. 2016).

ساپونین ها: ترکیبات ثانویه‌ای از جنس گلیکوزیدها هستند که قسمت گلیکون (قندی) آن حاوی حداقل یک زنجیره قندی است و قسمت غیر قندی (آگلیکون) آن از تری ترپن‌ها یا استروئیدها تشکیل شده است که آن‌ها را به دو دسته ساپونین‌های استروئیدی و تری ترپنوئیدی تقسیم میکند (Góral et al, 2020). از جمله خواص دارویی این ترکیبات میتوان به خاصیت ضد سرطانی، کاهنده چربی خون و ضد دیابتی آن‌ها اشاره کرد این ترکیبات دارای خاصیت کف کنندگی هستند و نام آن‌ها از (ساپو) به معنی صابون گرفته شده است

بنابر این در صنعت، به منظور تولید صابون‌ها و دیگر دترجنت‌ها برای اهداف پاک کنندگی و همچنین در صنعت دارو سازی به عنوان انتقال دهنده‌های دارویی، مورد استفاده قرار می‌گیرند (Di Gioia and Petropoulos, 2019).

ملاتونین: ملاتونین یا N-استیل-۵-متوکسی تریپتامین یک مولکول ایندول آمینی است که دارای دو حلقه ۶ و ۵ کربنه به همراه دو گروه عاملی است. این هورمون در گیاهان به تنظیم رشد، تقویت گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی، تنظیم پیری برگ، میوه دهی ورسیدن میوه و بذر، گلدهی، ریشه دهی و... اشاره کرد (Arnao and Hernández-Ruiz, 2018).

در پژوهشی که در سال ۲۰۲۲ توسط زرینگ و همکارانش، روی تاثیر پرایمینگ ملاتونین بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سه ژنوتیپ گیاه کینوا (regalona, kvl-sra2, Q37) انجام گرفت، مشاهده شد که پرایمینگ بذرها توانست بیوماس و محتوای کلی مواد مغذی هر سه ژنوتیپ کینوآ را افزایش دهد. (Zrig etal, 2022).

هدف از انجام این آزمایش، بررسی اثر ملاتونین بر بهبود ویژگی های رشدی و افزایش محتوای ساپونین کینوآ در جهت افزایش بهره وری از جنبه دارویی این گیاه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با ۲ فاکتور در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. فاکتور اول پرایمینگ بذر با ملاتونین در ۳ سطح (صفر، ۵ و ۱۰ میکرومولار) و فاکتور دوم محلول پاشی برگی ملاتونین در ۲ سطح (صفر و ۱۰۰ میکرومولار) بود. ابتدا بذرها در محلول‌های صفر، ۵ و ۱۰ میکرومولار ملاتونین به مدت ۲۴ ساعت در ظروف تیره و در دمای ۵ درجه پرایم شده و در سینی نشا با مخلوط کوکوپیت و پرلیت با نسبت ۱:۱ کاشته شدند. پس از گذشت ۳۰ روز از کاشت بذرها، ۴ عدد از نشاءهای قوی و یکسان به هریک از گلدان های مستطیلی با ابعاد ۴۵ در ۲۵ در ۲۱ سانتی متری انتقال داده شدند. گلدان‌ها در ۳ بلوک و در هر بلوک ۶ تیمار در گلخانه گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا چیده شدند. در این مرحله آبیاری و عملیات داشت به صورت منظم انجام شد. بعد از گذشت ۲۰ روز با گرم شدن هوا گلدان‌ها به هوای آزاد انتقال داده شدند. محلول پاشی ملاتونین مصادف با ورود گیاهان به مرحله خمیری شدن بذرها بود که در دو مرحله به فاصله ۱۰ روز انجام شد. زمانیکه بذور به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (باز شدن کامل پریگونیوم) و خشک شدن رسیدند، برداشت انجام شد. وزن تر و خشک اندام هوایی (بعد از ۲ هفته سایه خشک شدن). برای عصاره گیری نمونه‌ها از روش (Alvarez et al.2010)، و برای اندازه گیری محتوای ساپونین از روش کوزیول و همکاران (۱۹۹۱)، استفاده شد.

نتیجه گیری و بحث

وزن تر و خشک کل گیاه و وزن هزار دانه: اثرات ساده‌ی پرایمینگ و محلول پاشی برای وزن تر و خشک در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). اثر متقابل پرایمینگ و محلول پاشی برای وزن خشک در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی دار و برای وزن تر فاقد اختلاف معنی دار بود(جدول ۱). بالاترین میزان وزن تر و خشک به ترتیب مربوط به تیمارهای پرایمینگ ۵ میکرومولار و عدم محلول پاشی (۲۴۱/۳ گرم) و پرایمینگ ۵ میکرومولار و محلول پاشی بود که نسبت به سایر سطوح دارای اختلاف معنی دار بودند (شکل ۱). اثرات ساده‌ی تیمار ملاتونین برای وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد و اثر متقابل پرایمینگ و محلول پاشی ملاتونین در سطح ۵ درصد معنی دار شد(جدول ۱). بیشترین میزان وزن هزار دانه مربوط به تیمار پرایمینگ ۱۰ میکرومولار و عدم محلول پاشی و کمترین وزن هزار دانه مربوط بوه پرایمینگ ۵ و محلول پاشی بود. در مطالعاتی که توسط رشید و همکاران (۲۰۲۲) و صمدی و همکاران (۲۰۲۴) در مورد استفاده ملاتونین روی ویژگی های رشدی کینوآ انجام گرفت مشخص گردید که تیمار ملاتونین باعث افزایش وزن تر و خشک و همچنین وزن هزار دانه بذر کینوآ می‌شود.

وانگ و همکاران (۲۰۲۲) علت این افزایش را مصرف سوبسترای مشترک بین هورمون اکسین و ملاتونین در پی اعملا ملاتونین برون زا و در پی آن افزایش فعالیت ژیبرلین (رشد زایشی) دانست.

طول پانیکول: طبق جدول شماره ۱، اثرات ساده‌ی تیمار پرایمینگ و محلول پاشی ملاتونین و همچنین اثر متقابل استفاده آن توانست برای صفت طول پانیکول در سطح ۵ درصد معنی دار باشد. بیشترین و کمترین طول پانیکول به ترتیب به صفت‌های پرایمینگ ۵ میکرومولار و عدم محلول پاشی (۲۸/۶ سانتی متر) و پرایمینگ صفر و محلول پاشی (۲۳/۳ سانتی متر) بود(شکل۱). در پژوهشی مشخص گردید که درمورد رشد پانیکول و بازده بذر، ملاتونین توانست بیشترین اثر مثبت را روی بازده بذر، طول و وزن پانیکول گیاه بگذارد (Rashid et al, 2022).

محتوای ساپونین بذر: اثرات ساده و متقابل پرایمینگ و محلول پاشی برگی ملاتونین روی کینوآ برای محتوای ساپونین بذر هر سه در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین محتوای ساپونین بذر مربوط به تیمار پرایمینگ ۱۰ میکرومولار و محلول پاشی ملاتونین (۵/۷ میگرم در گرم) و کمترین محتوای ساپونین بذر در تیمار پرایمینگ ۵ و عدم محلول پاشی (۴/۲۷ میلی گرم در گرم) گزارش شد(شکل۱). طبق پژوهشی که توسط یانگ و همکاران (۲۰۲۱) انجام شد مشخص گردید که محلول پاشی ملاتونین، می‌تواند باعث افزایش ساپونین ریشه جنسینگ شود. این افزایش در نتیجه تحریک بیان ژن های بیوسنتز ساپونین صورت میگیرد.

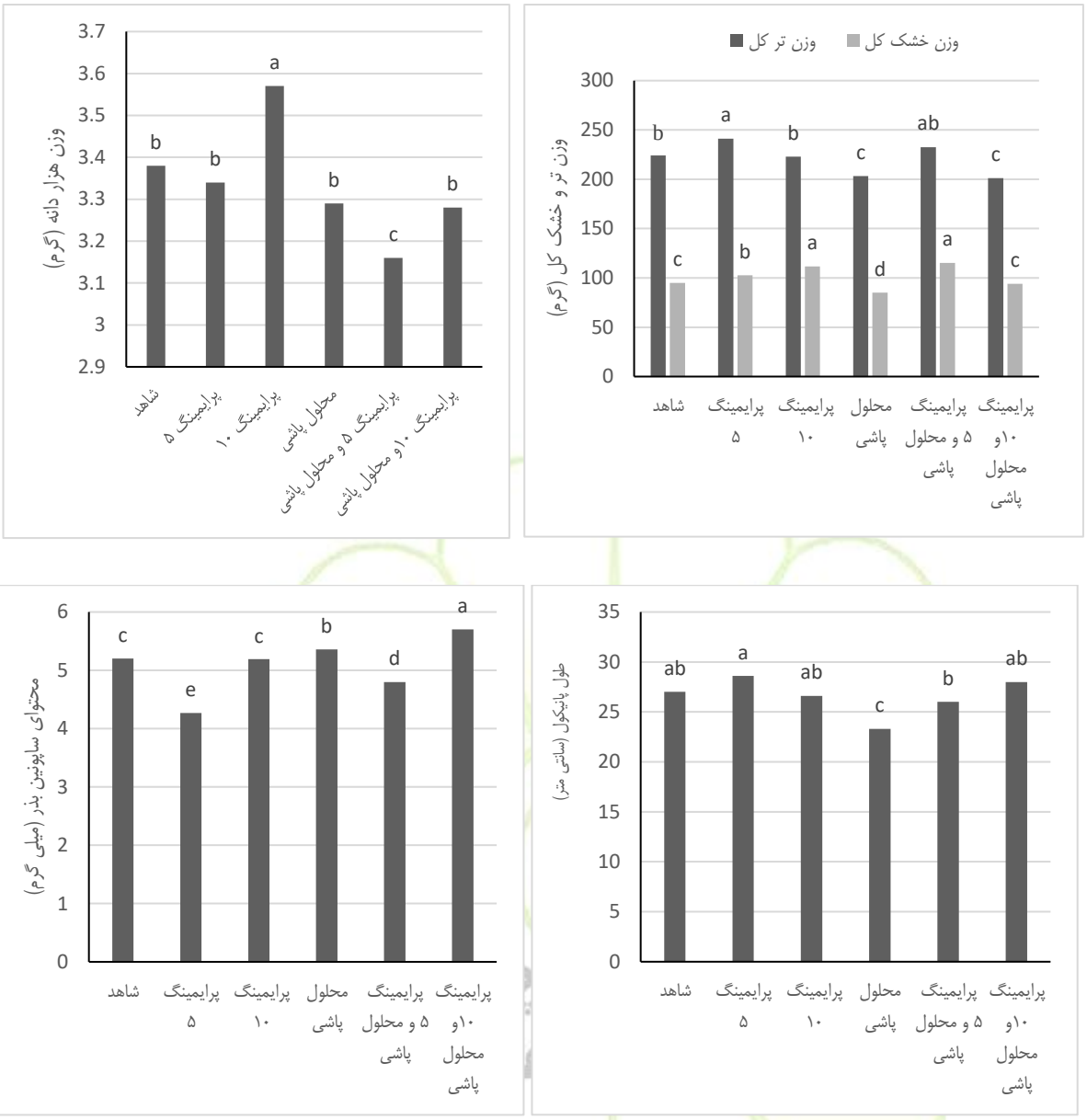
جدول ۱- جدول تجزیه واریانس اثر ملاتونین بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی کینوا.

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن تر	وزن خشک	وزن هزار دانه	طول پانیکول	محتوای ساپونین بذر
تیمار	۵	۷۵۶/۸**	۳۹۷/۲**	۰/۰۵**	۱۰/۴**	۰/۷۵**
محلول پاشی	۱	۱۳۰۰/۵**	۱۱۲/۵**	۰/۱۵**	۱۲/۵*	۰/۷۴**
پرایمینگ	۲	۱۱۶۳/۳**	۵۶۳/۷**	۰/۰۴**	۹/۳*	۱/۴**
محلول پاشی×پرایمینگ	۲	۷۸/۵**	۳۷۳/۱**	۰/۰۱*	۱۰/۵*	۰/۰۷**
خطای آزمایش	۱۲	۵۷/۷۲	۱۰/۵	۰/۰۰۳	۱/۵	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییر	-	۳/۴	۳/۲	۱/۸	۴/۶	۰/۳۸

**: دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، *: دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و ns: عدم وجود اختلاف معنی دار.

جدول ۲- جدول مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای پرایمینگ و محلول پاشی ملاتونین بر برخی از ویژگی های کمی و کیفی کینوآ.

تیمار	وزن تر(گرم)	وزن خشک (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	طول پانیکول (سانتی متر)	محتوای ساپونین بذر (میلی گرم)
محلول پاشی					
صفر	۳۲۹/۴a	۱۰۳/۱a	۳/۴۳a	۲۷/۴a	۴/۸a
۱۰۰ میکرومولار	۲۱۲/۴b	۹۸/۱b	۳/۲۴b	۲۵/۷b	۵/۳b
پرایمینگ					
صفر	۲۱۳/۶b	۹۰/۰c	۳/۳۴b	۲۵/۱b	۵/۲۸b
۵ میکرو مولار	۲۳۷/۰a	۱۰۹/۰a	۳/۲۵c	۲۷/۳۹a	۴/۵۳c
۱۰ میکرو مولار	۲۱۲/۱b	۱۰۲/۸b	۳/۴۲a	۲۷/۳a	۵/۴۵a



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و محلول پاشی ملاتونین بر صفت های وزن تر و خشک، وزن هزار دانه، طول پانیکول و محتوای ساپونین بذر. *مقادیر با حروف یکسان دارای اختلاف معنی دار نیستند.

منابع

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2018. Melatonin and its relationship to plant hormones. Annals of Botany, 121(2): 195–207.

Di Gioia, F. and Petropoulos, S.A. 2019. Phytoestrogens, phytosteroids and saponins in vegetables: Biosynthesis, functions, health effects and practical applications. In: *Advances in Food and Nutrition Research*, 90: 351–421. Academic Press.

Góral, I. and Wojciechowski, K. 2020. Surface activity and foaming properties of saponin-rich plant extracts. Advances in Colloid and Interface Science, 279: 102145.

Koziol, M.J. 1991. Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of the Science of Food and Agriculture, 54(2): 211–219.

Nickel, J., Spanier, L.P., Botelho, F.T., Gularte, M.A. and Helbig, E. 2016. Effect of different types of processing on the total phenolic compound content, antioxidant capacity, and saponin content of *Chenopodium quinoa* Willd. grains. Food Chemistry, 209: 139–143.

Samadi, M., Kazemeini, S.A., Razzaghi, F., Edalat, M., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E. and Mastinu, A. 2024. Melatonin priming manipulates antioxidant regulation and secondary metabolites production in favor of drought tolerance in *Chenopodium quinoa* Willd. South African Journal of Botany, 166: 272–286.

Yang, Q., Li, J., Ma, W., Zhang, S., Hou, S., Wang, Z. et al. 2021. Melatonin increases leaf disease resistance and saponin biosynthesis in *Panax notoginseng*. Journal of Plant Physiology, 263: 153466.

Zrig, A., Saleh, A.M., Sheteiwy, M.S., Hamouda, F., Selim, S., Abdel-Mawgoud, M. et al. 2022. Melatonin priming as a promising approach to improve biomass accumulation and the nutritional values of *Chenopodium quinoa* sprouts: A genotype-based study. Scientia Horticulturae, 301: 111088.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of seed priming and foliar spray with melatonin on some growth parameters and saponin content of quinoa (*Chenopodium quinoa*) cv. 'Rahmat'

Mohammad Javad Birang[1], Mohammad Sayyari[1*] and Seyyed Saeed Mousavi[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
**Corresponding Author: m.sayyari@basu.ac.ir*

Abstract

Chenopodium quinoa Willd. (quinoa) is an annual herbaceous plant native to the Andes and South America. Due to the high nutritional value of its seeds, the diverse uses of its by-products, and the industrial and pharmaceutical potential of its saponin content, quinoa has attracted significant agricultural and scientific interest. This study was conducted to evaluate the effects of seed priming with melatonin and foliar application on certain growth traits and seed saponin content of quinoa. The experiment was carried out as a factorial arrangement in a completely randomized block design with three replications under greenhouse conditions at Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. The first factor included seed priming with melatonin at three concentrations (0, 5, and 10 µM) for 24 hours, while the second factor was foliar application at two levels (0 and 100 µM melatonin). Traits such as fresh and dry weight, thousand-seed weight, plant height, panicle length, and seed saponin content were evaluated. The results revealed that melatonin treatments had significant effects on fresh and dry weight, thousand-seed weight, panicle length, and saponin content. The highest fresh and dry weights were observed in the 5 µM priming without foliar spray (3.241 g), the 5 µM priming with foliar spray (3.115 g), and the 10 µM priming without foliar spray. Conversely, the lowest values were recorded in the 10 µM priming with foliar spray (2.03 g), 0 µM priming with foliar spray (0.85 g), and 5 µM priming with foliar spray (3.16 g), respectively. The highest and lowest seed saponin contents were obtained from the 10 µM priming with foliar spray and 5 µM priming without foliar spray treatments, respectively.

Key words: Growth parameters, Melatonin, Saponin content, Seed priming, Quinoa.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کاربرد پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی بر ویژگی‌های رشدی، محتوی نسبی آب برگ، شاخص کلروفیل و جذب عناصر غذایی در مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) تحت تنش خشکی

محمد سعادتیان[۱]، عباس حسنی[۱*] و صمد نژادابراهیمی[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- گروه فیتوشیمی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *a.hassani@urmia.ac.ir*

چکیده

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و تولید محصول در گیاهان است. امروزه یکی از راهکارهای مدیریتی مناسب برای مقابله با شرایط تنش خشکی، استفاده از محرک‌های زیستی نظیر پروتئین‌های هیدرولیز شده با منشأ گیاهی یا جانوری می‌باشد. بر همین مبنا، به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی (به روش محلول‌پاشی (۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) و کودآبیاری (۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر) و شاهد بدون کاربرد پروتئین) تحت سطوح مختلف تنش خشکی (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بر برخی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی و میزان جذب عناصر غذایی گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis*)، یک آزمایش گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش شاخص‌های رشدی (ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن تر و خشک برگ و ساقه)، محتوی نسبی آب برگ، شاخص سبزینگی (SPAD) و میزان جذب عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) شد. استفاده از پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی موجب کاهش آثار منفی تنش خشکی گردید. به‌طوری که گیاهان تیمارشده با این پروتئین‌ها به‌ویژه در غلظت‌های ۳ میلی‌لیتر در لیتر کودآبیاری و ۴ میلی‌لیتر در لیتر محلول‌پاشی از شاخص‌های رشدی، محتوی نسبی آب برگ، شاخص سبزینگی و میزان جذب عناصر غذایی بالاتری نسبت به گیاهان شاهد برخوردار بودند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که استفاده از محرک‌های زیستی مانند پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود رشد و تغذیه گیاهان دارویی تحت شرایط تنش خشکی باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش کم‌آبی، شاخص‌های رشدی، عناصر غذایی، کلروفیل، محرک‌های زیستی.

مقدمه

خشکی یک از شایع‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و تولید محصول را در سراسر جهان به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک با محدودیت جدی مواجه ساخته است. شرایط کم‌آبی از طریق ایجاد اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، موجب کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود. علاوه بر کاهش رشد گیاه، خشکی باعث پاسخ‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی متعددی نظیر بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی، کاهش فتوسنتز و تعرق، کاهش جذب و دسترسی به عناصر غذایی، انباشت اسمولیت‌ها، ارتقاء سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی، بیان ژن‌های خاص تنشی و تغییر در مسیرهای سنتز متابولیت‌های ثانویه می‌گردد (Aslani et al., 2023). در سال‌های اخیر، استراتژی‌های متعددی توسط محققین کشاورزی و علوم گیاهی برای القاء یا افزایش تحمل به خشکی در گیاهان پیشنهاد شده‌اند. پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی، گروهی از محرک‌های زیستی هستند که حاوی اسیدهای آمینه آزاد، پپتیدها و سایر ترکیبات زیستی فعال می‌باشند و به‌عنوان روشی نوین و پایدار در تغذیه گیاهی مطرح شده‌اند. این ترکیبات با مکانیسم‌های مختلفی نظیر تقویت سیستم ریشه‌ای، افزایش جذب آب و عناصر غذایی، تنظیم تعادل هورمونی، بهبود متابولیسم کربن و نیتروژن، تحریک متابولیسم ثانویه و بهبود فعالیت میکروبی می‌توانند به بهبود رشد و نمو گیاه در شرایط تنش‌های محیطی از جمله خشکی کمک نمایند (Colla et al., 2015; du Jardin, 2015).

مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) است که به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فعال متعددی نظیر اسانس‌ها، فنل‌ها و فلاونوئیدها، در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مواد موثره این گیاه برای درمان برخی اختلالات گوارشی، از بین بردن برخی علائم یائسگی، به‌عنوان ضدتهوع، ضداسپاسم، ضدعفونی کننده و ضدالتهاب استفاده می‌شود. به‌علت توسعه کشت این گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بررسی راهکارهای افزایش مقاومت آن به خشکی ضروری به‌نظر می‌رسد (Jasicka-Misiak et al., 2018).

بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد پروتئین‌های هیدرولیز شده گیاهی بر ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و جذب عناصر غذایی در گیاه مریم‌گلی تحت شرایط تنش خشکی انجام گردید. نتایج این تحقیق می‌تواند اطلاعات ارزشمندی جهت به‌کارگیری منابع زیستی و پایدار در تولید گیاهان دارویی تحت شرایط نامساعد محیطی فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی در پنج سطح (محلول‌پاشی برگی (Fo) با غلظت‌های ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر و کود آبیاری (Fe) با غلظت‌های ۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر و شاهد بدون مصرف پروتئین) و تنش خشکی در سه سطح (۴۰ و ۷۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بودند. پس از پرکردن گلدان‌ها با خاک مورد نظر (سه قسمت خاک مزرعه+دو قسمت ماسه)، در داخل هر گلدان تعداد ۳۰ عدد بذر گیاه مریم‌گلی کاشته شد. پس از جوانه‌زنی و سبزشدن، بوته‌ها در چند مرحله تنک گردیده و نهایتاً در داخل هر گلدان هفت بوته نگهداری شد. تا مرحله هشت برگی شدن بوته‌ها، گلدان‌ها به مقدار مساوی آبیاری گردیده و از این مرحله به بعد، تیمارهای آبیاری با توزین روزانه گلدان‌ها و جبران آب مصرفی (بر اثر تبخیر و تعرق) با توجه به هر تیمار اعمال شد. تیمارهای کاربرد پروتئین همزمان با شروع تنش خشکی اعمال شده و هر هفته یک بار تا پایان آزمایش تکرار گردیدند. حدود ۲ ماه پس از اعمال تیمارهای تنش خشکی صفات رویشی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن تر و خشک برگ و ساقه، محتوی نسبی آب برگ (RWC)، شاخص سبزینگی (SPAD) و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. داده‌های بدست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده تنش خشکی و کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی بر تمام صفات مورد مطالعه به‌جز RWC معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل این دو عامل بر ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه و محتوی نیتروژن برگ معنی‌دار بود (جدول ۱).

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱)، کلیه شاخص‌های رشدی (ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن تر و خشک برگ و ساقه) با تشدید تنش خشکی کاهش یافتند. این در حالی است که تیمار پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی به‌ویژه در غلظت‌های بالاتر هر دو روش کودآبیاری و محلول‌پاشی، توانسته است از کاهش شاخص‌های رشدی جلوگیری نماید. به‌طوری که گیاهان تیمارشده با این پروتئین‌ها در تمام سطوح خشکی از صفات رشدی بالاتری نسبت به گیاهان تیمارنشده برخوردار بودند. یکی از اولین نشانه‌های تنش خشکی ایجاد تغییرات کمّی و کیفی در رشد است. در اثر کمبود آب، تورژسانس سلولی و در نتیجه رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌ها دچار کاهش می‌گردد. خشکی از طریق محدودکردن فتوسنتز (به سبب کاهش سطح برگ، بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش کلروفیل و ...)، کاهش تولید هورمون‌های محرک رشد و افزایش بازدارنده‌های رشد، کاهش جذب، انتقال و متابولیسم عناصر غذایی می‌تواند سبب کاهش رشد و عملکرد گیاهان شود (Jaleel et al., 2009). طبق نتایج پژوهش‌های مختلف، تأثیر پروتئین‌های هیدرولیز شده در بهبود شاخص‌های رشدی را می‌توان به بهبود متابولیسم کربن و نیتروژن، تعدیل فعالیت هورمونی بدلیل وجود پپتیدهای فعال زیستی، تقویت سیستم ریشه‌ای گیاه و در نتیجه بهبود جذب آب و مواد غذایی، افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی و تقویت سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی نسبت داد (du Jardin, 2015; Colla et al., 2015).

جدول ۱- اثر تنش خشکی و کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی بر برخی صفات رشدی، فیزیولوژیکی و عناصر غذایی گیاه مریم‌گلی.

تنش خشکی (%FC)	تیمار پروتئین	ارتفاع بوته (Cm)	قطر ساقه (mm)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	RWC (٪)	شاخص کلروفیل (SPAD)	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)
۱۰۰	شاهد (بدون پروتئین)	۳۰/۶۷g	۱/۸۸	۷/۹۲	۲/۶۷c	۳/۹۵def	۱/۹۳d	۷۹/۰۴	۳۲/۳	۱/۲۳gh	۰/۳۷	۲/۹
۷۰		۲۲/۲۲n	۱/۹۹	۷/۴۳	۲/۴۹cd	۲/۱۶g	۱/۲۲fg	۶۰/۴۲	۳۱/۷۳	۱/۱۸h	۰/۲۳	۲/۸۳
۴۰		۱۷/۲۲o	۲/۱۹	۶/۳۵	۱/۹۷ef	۱/۹۸g	۰/۹۶g	۵۱/۴۶	۳۱/۱۳	۰/۸۶i	۰/۱	۱/۶۴
۱۰۰	Fe1.5	۴۳/۳۳b	۱/۸۶	۱۱/۹۶	۳/۷ab	۶/۸a	۲/۹a	۸۰/۸۸	۳۴/۰۷	۱/۹۵b	۰/۴۲	۳/۶۳
۷۰		۳۵/۱۱e	۲/۲۹	۱۰	۳/۲۴c	۵/۰۱c	۲/۴c	۶۲/۹۶	۳۷/۰۳	۱/۴۱efg	۰/۲۱	۲/۸۷
۴۰		۲۷/۷۸i	۲/۳۲	۸/۲۵	۲/۶c	۲/۴۵g	۱/۴۵ef	۵۳/۷۲	۳۶/۴۷	۱/۱h	۰/۱۹	۲/۵۷
۱۰۰	Fe3	۴۷a	۲/۱۶	۱۲/۲۷	۴a	۶/۴ab	۲/۷۲ab	۷۹/۳۷	۳۵/۲۷	۲/۷۲a	۰/۴۶	۴/۲
۷۰		۳۰/۸۹f	۲/۳۶	۱۰/۲۲	۳/۵۱ab	۵/۱۵c	۲/۴۴bc	۶۵/۶۱	۳۸/۱۷	۱/۵۷de	۰/۳۲	۳/۸۷
۴۰		۲۸/۸۹h	۲/۷۹	۸/۹۴	۲/۴۲cde	۳/۳f	۱/۷de	۵۴/۶۴	۳۹/۶۳	۱/۳۴fgh	۰/۲۸	۲/۳۹
۱۰۰	Fo2	۳۶/۷۸c	۲/۱۱	۱۰/۸۵	۳/۵۳ab	۶b	۲/۴۶bc	۸۲/۱۷	۳۲/۱۳	۱/۹۱bc	۰/۴۳	۴/۱۷
۷۰		۲۷/۱۱j	۲/۳۳	۸/۸	۲/۶۷c	۴/۶۹cd	۲/۲۹c	۶۲/۳	۳۶	۱/۵۵def	۰/۳۱	۳/۵۷
۴۰		۲۵/۵۶k	۲/۴۵	۷/۵۵	۲/۱۲de	۳/۸۵ef	۱/۷۳bc	۵۶/۹	۳۷/۲۳	۱/۲۱gh	۰/۱۶	۲/۵۸
۱۰۰	Fo4	۳۶/۵d	۲/۱۱	۱۱/۷۸	۳/۷۹ab	۶/۵۶ab	۲/۸۸a	۸۰/۹۳	۳۲/۶	۲/۸۵a	۰/۴۳	۴/۵۷
۷۰		۲۴/۵۶l	۲/۲۹	۹/۹۵	۳/۴۸b	۴/۶۳cd	۲/۴۶bc	۶۲/۰۲	۳۶/۱۷	۱/۷cd	۰/۳۹	۴/۰۷
۴۰		۲۳/۷۸m	۲/۴۹	۸/۱۷	۲/۵cd	۴/۱۲de	۱/۹۳d	۵۸/۷۶	۳۸/۰۳	۱/۲۹gh	۰/۲۸	۲/۷۸
خشکی												
۱۰۰		۳۸/۸۶a	۲/۰۲b	۱۰/۹۵a	۳/۵۴a	۵/۹۴a	۲/۵۸a	۸۰/۴۷a	۳۳/۳۲b	۲/۱۳c	۰/۴۲a	۳/۸۹a
۷۰		۲۷/۹۸b	۲/۲۵ab	۹/۲۸b	۲/۹۴b	۴/۳۳b	۲/۱۶b	۶۲/۶۶b	۳۵/۸a	۱/۴۸b	۰/۲۹b	۳/۴۴b
۴۰		۲۴/۶۵c	۲/۴۴a	۷/۸۵c	۲/۱۲c	۳/۱۴c	۱/۵۵c	۵۵/۰۹c	۳۶/۴۴a	۱/۱۶a	۰/۲c	۲/۳۹c
پروتئین												
شاهد		۲۳/۳۷e	۲/۰۱b	۷/۲۳c	۲/۳۷c	۲/۶۹b	۱/۳۷c	۶۳/۶۲	۳۱/۷۲c	۱/۰۸c	۰/۲۳d	۲/۴۵c
Fe1.5		۳۵/۴۱b	۲/۱۵ab	۱۰/۰۶a	۲/۶۳bc	۴/۷۵a	۲/۲۵b	۶۵/۸۵	۳۵/۷۶b	۱/۴۸b	۰/۲۷cd	۳/۰۲bc
Fe3		۳۵/۵۹a	۲/۴۳a	۱۰/۴۷a	۳/۳۱a	۴/۹۵a	۲/۲۸ab	۶۶/۵۳	۳۷/۶۸a	۱/۸۷a	۰/۳۵ab	۳/۴۸ab
Fo2		۲۹/۸۲c	۲/۳ab	۹/۰۶b	۲/۷۷a	۴/۸۴a	۲/۱۶b	۶۷/۱۲	۳۵/۱۲b	۱/۵۵b	۰/۳bc	۳/۴۳ab

Fo4		۲۸/۲۸d	۲/۲۹ab	۹/۹۶b	۳/۲۵b	۵/۱a	۲/۴۲a	۶۷/۲۳	۳۵/۶b	۱/۹۴a	۰/۳۶a	۳/۸a
خشکی		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
پروتئین		**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
خشکی×پروتئین		**	ns	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns

Fe و Fo: به ترتیب کاربرد پروتئین بصورت کود آبیاری و کاربرد پروتئین بصورت محلول پاشی. حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، RWC با کاهش محتوی رطوبت خاک کاهش یافت. همچنین اگرچه تأثیر کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی بر RWC معنی‌دار نبود اما نتایج نشان داد گیاهان تیمار شده با این پروتئین‌ها از میزان RWC بیشتری نسبت به گیاهان تیمارنشده برخوردار بودند (جدول ۱). RWC به‌عنوان یک صفت فیزیولوژیکی باارزش، به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی وضعیت آبی گیاهان تحت تنش‌های خشکی و شوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. گزارش شده است که تیمار گیاهان با پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی به دلیل تقویت سیستم ریشه‌ای، تحریک بسته‌شدن روزنه‌ها و بهبود راندمان مصرف آب باعث حفظ مقادیر بالای RWC در شرایط تنش شده است (Colla et al., 2017).

شاخص سبزینگی (SPAD) که معرف میزان کلروفیل برگ‌ها است تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافت. در حالی‌که گیاهان مریم‌گلی تیمار شده با پروتئین‌های هیدرولیز شده در تمام سطوح خشکی از شاخص سبزینگی بالاتری برخوردار بودند (جدول ۱). کاهش رشد، عملکرد و میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در اثر تنش خشکی توسط مینایی و همکاران (۱۳۹۸) در مرزنجوش بخارایی و Aslani و همکاران (۲۰۲۳) در مریم‌گلی نیز گزارش شده است. کاهش میزان کلروفیل تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و تجزیه کلروفیل، تولید گونه‌های فعال اکسیژن تحت تنش خشکی و آسیب دیدن رنگیزه‌ها به‌وسیله آن‌ها و کاهش جذب عناصر شرکت کننده در ساختار کلروفیل باشد (Jaleel et al., 2009; Aslani et al., 2023). همچنین افزایش میزان کلروفیل ناشی از تیمار پروتئینی ممکن است بدلیل افزایش جذب عناصر شرکت کننده در ساختار کلروفیل (نظیر نیتروژن و منیزیوم) و وجود مقادیر بالایی از اسید آمینه گلوتامین (به عنوان پیش‌ماده سنتز کلروفیل) باشد (Colla et al., 2015; Rouphael et al., 2021).

نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که غلظت هر سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ در پاسخ به تشدید تنش خشکی کاهش یافت؛ در حالی‌که تیمار گیاهان مریم‌گلی با پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی در تمام سطوح خشکی منجر به افزایش محتوی عناصر یادشده گردید (جدول ۱). یکی از اثرات زیانبار تنش خشکی، اختلال در روند جذب، انتقال و تجمع عناصر غذایی است که در نهایت می‌تواند باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه شود. تحت شرایط خشکی، انتقال مواد مغذی از ریشه‌ها به شاخه‌ها به‌دلیل کاهش میزان تعرق و همچنین عدم تعادل در انتقال فعال و نفوذپذیری غشاء محدود می‌شود (da Silva *et al*., 2011). مشابه نتایج این تحقیق، Aslani و همکاران (۲۰۲۳) در مریم‌گلی باغی (*S. officinalis*) و سودایی‌زاده و منصوری (۱۳۹۳) در مریم‌گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*)، کاهش جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در اثر اعمال تنش خشکی گزارش نمودند. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که پروتئین‌های هیدرولیزشده با تقویت سیستم ریشه‌ای، تنظیم تعادل هورمونی، بهبود متابولیسم کربن و نیتروژن و بهبود فعالیت میکروبی خاک می‌توانند به بهبود جذب و انتقال عناصر غذایی در شرایط تنش‌های محیطی از جمله خشکی کمک نمایند (Colla *et al*., 2015; du Jardin, 2015). به‌طور مشابه، Rouphael و همکاران (2021) گزارش نمودند که در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) استفاده از پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی و جانوری باعث بهبود جذب و انتقال فسفر و پتاسیم در برگ‌ها و در نتیجه بهبود رشد و عملکرد فیزیولوژیکی گیاه می‌شود.

در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که کاربرد پروتئین‌های هیدرولیزشده گیاهی می‌تواند با بهبود روابط آبی گیاه، افزایش میزان کلروفیل و جذب عناصر غذایی، اثرات تنش خشکی بر گیاه مریم‌گلی را تعدیل نموده و به بهبود رشد آن کمک نماید.

منابع

سودایی‌زاده، ح. و منصوری، ف. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر تجمع ماده خشک، غلظت عناصر غذایی و قندهای محلول در گیاه دارویی مریم‌گلی لوله‌ای (*Salvia macrosiphon* Boiss.). دو فصلنامه علمی–پژوهشی خشک‌بوم، ۴(۱): ۱–۹.

مینایی، آ.، حسنی، ع.، ناظمیه، ح. و بشارت، س. ۱۳۹۸. تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی مرزنجوش بخارایی (*Origanum vulgare* subsp. *gracile*). دوماهنامه علمی–پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۵(۲): ۲۵۲–۲۶۵.

Aslani, Z., Hassani, A., Abdollahi Mandoulkani, B., Barin, M. and Maleki, R. 2023. Effect of drought stress and inoculation treatments on nutrient uptake, essential oil and expression of genes related to monoterpenes in sage (*Salvia officinalis*). Scientia Horticulturae, 309: 111610.

Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R. and Rouphael, Y. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 28–38.

Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R. and Rouphael, Y. 2017. Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and microbiome. Frontiers in Plant Science, 8: 2202.

da Silva, E.C., Nogueira, R.J.M.C., da Silva, M.A. and de Albuquerque, M.B. 2011. Drought stress and plant nutrition. Plant Stress, 5(1): 32–41.

Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196: 3–14.

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology, 11: 100–105.

Jasicka-Misiak, I., Poliwoda, A., Petecka, M., Buslovych, O., Shlyapnikov, V.A. and Wieczorek, P.P. 2018. Antioxidant phenolic compounds in *Salvia officinalis* L. and *Salvia sclarea* L. Ecological Chemistry and Engineering, 25(1): 133–142.

Rouphael, Y., Carillo, P., Cristofano, F., Cardarelli, M. and Colla, G. 2021. Effects of vegetal- versus animal-derived protein hydrolysate on sweet basil morpho-physiological and metabolic traits. Scientia Horticulturae, 284: 110123.

Effect of Vegetal Protein Hydrolysates Application on Growth Parameters, Leaf Relative Water Content, Chlorophyll Index and Nutrient Uptake in Sage (*Salvia officinalis*) Under Drought Stress

Mohammad Saadatian[1], Abbas Hassani[1*] and Samad Nejad Ebrahimi[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Department of Phytochemistry, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: a.hassani@urmia.ac.ir*

Abstract

Drought stress is one of the most important factors limiting growth and crop production in plants. Today, one of the appropriate management strategies to deal with drought stress conditions is the use of biostimulants such as vegetal or animal-derived protein hydrolysates. Accordingly, to evaluate the effect of Vegetal Protein Hydrolysates (VPHs) treatment (as foliar application at concentrations of 2 and 4 ml L^{-1}, fertigation at concentrations of 1.5 and 3 ml L^{-1}, and control) under different drought stress levels (100%, 70%, and 40% of field capacity) on some morphophysiological traits and plant nutrients uptake of Sage (*Salvia officinalis*), a pot experiment was conducted as factorial in a completely randomized design with three replications. The results showed that drought stress reduced growth parameters (plant height, stem diameter, fresh and dry weight of leaves and stems), leaf relative water content (RWC), chlorophyll index (SPAD), and nutrient absorption (nitrogen, phosphorus, and potassium). The use of VPHs reduced the negative effects of drought stress. Plants treated with these proteins, especially at concentrations of 3 ml L^{-1} of fertigation and 4 ml L^{-1} of foliar application, had higher growth parameters, RWC, chlorophyll index, and nutrient absorption rate than control plants. The results of this research indicated that utilizing biostimulants like VPHs can effectively enhance the growth and nutrition of medicinal plants facing drought stress.

Keywords: Biostimulant, Chlorophyll, Growth parameters, Plant nutrients, Water deficit stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور کارآفرینی، مدیریت بازاریابی و فروش محصولات باغبانی

شناسایی و تحلیل موانع توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان

بهروز سرابی[1*] و پریسا علیزاده[2]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: b.sarabi@uok.ac.ir

چکیده

کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی، با ارتقاء بهره‌وری، ایجاد فرصت‌های شغلی و تأثیر مثبت بر اقتصاد ملی، می‌تواند نقش قابل‌توجهی در توسعه اقتصادی استان کردستان ایفا نماید. با شناسایی و رفع موانع موجود و فراهم آوردن حمایت‌های لازم، این نوع کشت می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر در تحقق توسعه پایدار بخش کشاورزی استان و همچنین اقتصاد کلان کشور مورد بهره‌برداری قرار گیرد. با این حال، تاکنون مطالعه‌ای جامع پیرامون عوامل بازدارنده توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان انجام نشده است. هدف این تحقیق بررسی عوامل بازدارنده توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان بود. تحقیق در چارچوب کلی پژوهش‌های پیمایشی به انجام رسیده است. نمونه آماری این پژوهش شامل ۱۰۹ نفر از گلخانه‌داران واحدهای تولیدی گلخانه‌ای در شهرستان‌های استان کردستان بودند. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای بود که با مرور ادبیات موضوع و مطابق با اهداف پژوهش تهیه گردید. پرسشنامه از پنج بخش اصلی شامل عوامل اقتصادی، فنی، زیرساختی، حمایتی، موانع اداری و قانونی تاثیرگذار بر توسعه سطح زیر کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی طراحی گردید. روایی محتوایی پرسشنامه نیز از طریق نظرخواهی از کارشناسان و اساتید مرتبط با موضوع تایید شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد کـه شرایط سخت دریافت تسهیلات، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه زیاد برای زمین و تجهیزات، بالا بودن هزینه خرید نهاده‌ها، بالا بودن کارمزد تسهیلات، وجود واسطه‌گری و دلالی، عدم وجود پایانه صادرات محصول، عدم دسترسی به انبارها و سردخانه‌های مناسب، عدم دسترسی به وسایل حمل و نقل سردخانه‌دار، نبود صنایع تبدیلی و تکمیلی، نبود زمینه مناسب برای صادرات محصول، عدم وجود تعاونی‌های فروش و صادرات محصول و عدم همکاری ادارات مرتبط در صدور مجوز احداث گلخانه از مهمترین عوامل بازدارنده در توسعه واحدهای گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: استان کردستان، پرسش‌نامه، توسعه اقتصادی، عوامل بازدارنده، گلخانه.

مقدمه

مطالعات انجام‌شده در حوزه کشاورزی نشان می‌دهد که توسعه کشت گلخانه‌ای در ایران با چالش‌های متعددی در حوزه‌های اقتصادی، فنی و زیرساختی مواجه است. به عنوان نمونه، اسدی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای در استان اصفهان، عوامل اقتصادی، قوانین اداری، زیرساخت‌های فنی و ناکافی بودن حمایت‌های دولتی را به‌عنوان موانع اصلی توسعه کشت گلخانه‌ای شناسایی کردند. همچنین، غنچی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود در شهرستان ورامین، تأکید کردند که مشکلات اقتصادی، محدودیت منابع مالی و نبود حمایت‌های مؤثر دولتی از جمله عوامل بازدارنده اصلی در مسیر توسعه کشت گلخانه‌ای در این منطقه به‌شمار می‌آیند. ضعف آموزش‌های تخصصی و نبود نیروی انسانی ماهر نیز به‌عنوان عوامل محدودکننده در مطالعه صندوقی و همکاران (۱۳۹۵) مورد تأکید قرار گرفته‌اند. در حوزه پایداری اقتصادی گلخانه‌ها، رجبی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که عواملی مانند تجربه کاری، تحصیلات، مساحت گلخانه و میزان دانش فنی تأثیر مثبت بر سودآوری دارند، در حالی که رضایی میرقائد و زارع مهرجردی (۱۳۹۴) اثر سیاست‌های حمایتی از جمله تسهیلات مالی و اعتبارات دولتی را در توسعه کارآفرینی گلخانه‌ای برجسته کردند. در خصوص کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی، شریفی و همکاران (۱۳۹۰) پنج عامل اصلی شامل سطح دانش کشاورزی پایدار، نگرش به کشاورزی پایدار، توانمندی فنی و حمایت‌های دولتی را به‌عنوان مؤلفه‌های مؤثر بر پایداری این نظام کشت در جیرفت و کهنوج معرفی نمودند. با وجود این پیشینه ارزشمند در سایر مناطق کشور، در استان کردستان علی‌رغم وجود ظرفیت‌های مناسب برای توسعه کشت گلخانه‌ای، تاکنون مطالعه جامعی با تمرکز بر موانع توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی صورت نگرفته

است. از این‌رو، مطالعه حاضر با هدف شناسایی عوامل بازدارنده و ارائه راهکارهای عملی برای توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در این استان انجام شده است. یافته‌های این پژوهش می‌تواند با فراهم ساختن درک عمیق‌تری از چالش‌های موجود، به متقاضیان احداث گلخانه توت‌فرنگی در انتخاب گزینه‌های بهینه کمک کرده و برای سیاست‌گذاران و مسئولان نیز بستری مناسب جهت حمایت هدفمند، تسهیل صدور مجوزها و تخصیص مؤثر منابع مالی ایجاد نماید.

روش پژوهش

روش تحقیق پیمایشی بود و جامعه آماری پژوهش شامل ۱۰۹ نفر از گلخانه‌داران استان کردستان در نظر گرفته شدند. ابزار مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه بود که به صورت برخط، تلفنی و برخی با حضور در محل به صورت مصاحبه تکمیل گردید. پرسشنامه از پنج بخش اصلی شامل عوامل اقتصادی، فنی، زیرساختی، حمایتی، اداری و قانونی تاثیرگذار بر توسعه سطح زیر کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی طراحی گردید. گویه‌های سنجنده متغیرهای مستقل تحقیق در یک مجموعه منظم از عبارات (به صورت خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) دارای ترتیب خاص و در مقیاس لیکرت تدوین شد. روایی صوری پرسشنامه به وسیله متخصصین ترویج و آموزش کشاورزی تایید گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۱ مشخص می‌شود که پاسخ اغلب بهره‌برداران گلخانه‌ای به شرایط سخت دریافت تسهیلات، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه زیاد در زمین و تجهیزات، بالا بودن هزینه خرید نهاده‌ها و بالا بودن کارمزد تسهیلات در دامنه "زیاد" و "خیلی زیاد" قرار گرفته است. به عبارت دیگر، از دیدگاه پاسخ دهندگان، این عوامل به عنوان تاثیر گذارترین موانع اقتصادی در توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی بوده‌اند.

پاسخ اغلب بهره‌برداران گلخانه‌ای به متغیرهای مربوط به موانع فنی از جمله واسطه‌گری و دلالی، پایین بودن کیفیت نهاده‌های داخلی و عدم دسترسی به مراکز تامین نهاده در دامنه "زیاد" و "خیلی زیاد" قرار گرفته است. به عبارت دیگر، از دیدگاه پاسخ‌دهندگان این عوامل به عنوان یک نگرانی و دغدغه اصلی در توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی بوده‌اند. همچنین بیشترین فراوانی پاسخ بهره‌برداران در زمینه متغیر مربوط به شرایط اقلیمی منطقه برای کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در دامنه "متوسط" مشاهده شد.

پاسخ اغلب بهره‌برداران گلخانه‌ای به متغیرهای مربوط به بازدارنده های زیرساختی از جمله عدم وجود پایانه صادرات محصول، عدم دسترسی به انبارها و سردخانه‌های مناسب، عدم دسترسی به وسایل حمل و نقل سردخانه‌دار، نبود صنایع تبدیلی و تکمیلی در دامنه "زیاد" و "خیلی زیاد" قرار گرفته است. به عبارت دیگر، این فاکتورها به عنوان یک نقص و کمبود در توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی از سوی پاسخ‌دهندگان مطرح شده‌اند.

بر اساس اطلاعات گردآوری شده مربوط به توزیع فراوانی پاسخگویان به متغیرهای مربوط به عوامل حمایتی بازدارنده توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان، مشخص گردید که پاسخ اغلب بهره‌برداران گلخانه‌ای به متغیرهای نبود زمینه مناسب برای صادرات محصول، عدم وجود تعاونی‌های فروش و صادرات محصول، عدم همکاری شرکت‌های بیمه‌گر در پرداخت خسارت و نبود خرید تضمینی محصول توسط دولت در دامنه "زیاد" و "خیلی زیاد" قرار گرفته است. بر این اساس حمایت نهادهای دولتی جهت فراهم نمودن بستر صادرات محصول و خرید تضمینی محصول بایستی مورد توجه قرار گیرد. همچنین ترغیب بهره‌برداران به ایجاد تعاونی‌های فروش و صادرات محصول بایستی در دستور کار قرار گیرد. همکاری مناسب شرکت‌های بیمه‌گر در پرداخت زیان‌های مالی به گلخانه‌های تحت پوشش و همچنین ارائه خدمات بیشتر در زمینه خدمات بیمه‌ای هم می‌تواند در این زمینه موجب ایجاد انگیزه در گلخانه‌داران گردد.

داده‌های گردآوری‌شده مربوط به توزیع فراوانی پاسخگویان در ارتباط با متغیرهای عوامل اداری و قانونی نشان می‌دهد که بیشتر بهره‌برداران گلخانه‌ای، متغیر عدم همکاری ادارات مربوطه در صدور مجوز احداث گلخانه را در دامنه "خیلی زیاد" ارزیابی کرده‌اند. به عبارت دیگر، اکثریت پاسخ‌دهندگان از نهادهای مرتبط با صدور مجور احداث گلخانه خرسندی چندانی ندارند. همچنین حدود ۶۴ درصد از بهره‌برداران

هزینه‌های مرتبط با صدور مجوز یا پروانه تاسیس را متوسط در نظر گرفته‌اند که این مورد خوشبختانه به عنوان یک مولفه مثبت در نظر گرفته می‌شود و بهره‌برداران مجبور به پرداخت هزینه‌های بالا برای صدور مجوز و پروانه تاسیس نیستند. به علاوه اغلب پاسخ‌دهندگان، قوانین و مقررات موجود را همسو با توسعه گلخانه انتخاب نموده‌اند که به عنوان یک فاکتور مثبت و امیدوار کننده در زمینه توسعه کشت گلخانه‌ای محصول توت‌فرنگی در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱- اطلاعات گردآوری شده مربوط به درصد توزیع فراوانی پاسخگویان به متغیرهای مربوط به موانع اقتصادی، فنی، زیرساختی، حمایتی، اداری و قانونی توسعه کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی در استان کردستان.

موانع	متغیر	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
اقتصادی	شرایط سخت دریافت تسهیلات	۰	۰	۳/۳	۴۶/۷	۵۰
	نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه زیاد در زمین و تجهیزات	۰	۰	۳/۳	۵۰	۴۶/۷
	بالا بودن هزینه خرید نهاده‌ها	۰	۰	۱۰	۵۶/۷	۳۳/۳
	بالا بودن کارمزد تسهیلات	۰	۰	۶/۷	۷۶/۶	۱۶/۷
فنی	وجود واسطه‌گری و دلالی	۰	۳/۳	۳/۳	۴۶/۷	۴۶/۷
	پایین بودن کیفیت نهاده‌های داخلی	۶/۷	۰	۲۳/۳	۴۳/۳	۲۶/۷
	مناسب بودن شرایط اقلیمی منطقه برای کشت گلخانه‌ای توت‌فرنگی	۰	۰	۶۰	۲۶/۷	۱۳/۳
	عدم دسترسی به مراکز تامین نهاده	۱۰	۶/۷	۱۳/۳	۶۰	۱۰
زیرساختی	عدم وجود پایانه صادرات محصول	۱۰	۶/۶	۶/۷	۴۰	۳۶/۷
	عدم دسترسی به انبارها و سردخانه‌های مناسب	۱۳/۳	۳/۳	۲۰	۳۰	۳۳/۴
	عدم دسترسی به وسایل حمل و نقل سردخانه‌دار	۱۶/۷	۳/۳	۱۰	۴۳/۳	۲۶/۷
	نبود صنایع تبدیلی و تکمیلی	۲۰	۶/۶	۱۶/۷	۱۶/۷	۴۰
حمایتی	نبود زمینه مناسب برای صادرات محصول	۱۰	۰	۱۳/۳	۲۶/۷	۵۰
	عدم وجود تعاونی‌های فروش و صادرات محصول	۱۳/۳	۳/۳	۱۳/۳	۲۳/۴	۴۶/۷
	عدم همکاری شرکت‌های بیمه‌گر در پرداخت خسارت	۱۰	۳/۳	۱۰	۵۳/۴	۲۳/۳
	پوشش ناکافی خدمات بیمه‌ای گلخانه	۳/۳	۳/۳	۴۳/۴	۳۰	۲۰
	نبود خرید تضمینی محصول توسط دولت	۱۶/۷	۶/۷	۱۰	۳۳/۳	۳۳/۳
اداری و قانونی	عدم همکاری ادارات مرتبط در صدور مجور احداث گلخانه	۶/۷	۱۳/۳	۲۰	۲۰	۴۰
	بالا بودن هزینه صدور مجوز یا پروانه تاسیس	۶/۷	۱۶/۶	۶۳/۳	۶/۷	۶/۷
	همسو نبودن قوانین و مقررات با توسعه گلخانه	۳/۳	۴۶/۷	۳۰	۳/۳	۱۶/۷

منابع

اسدی، ع.، حسینی، س.م.، عبدالله‌زاده، غ.ح. و قره‌قانی، ا. ۱۳۸۸. تحلیل عوامل بازدارنده توسعه کشت‌های گلخانه‌ای (مطالعه موردی استان اصفهان). مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۴۰(۱): ۹۵-۱۰۵.

رجبی تهرانی، ن.، محمدی، م. و دهیوردی، س. بررسی عوامل موثر بر سودآوری واحدهای گلخانه‌ای در دشت ورامین. ۱۳۹۵. راهبردهای توسعه روستایی. ۳(۴): ۵۳۷-۵۵۴.

رضایی میرقائد، م. و زارع مهرجردی، م. ۱۳۹۴. بررسی اثرات سیاست حمایتی پرداخت‌های مستقیم و اعتبارات دولتی بر توسعه کارآفرینی واحدهای گلخانه‌ای. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۷(۴): ۱۴۳-۱۵۶.

شریفی، ا.، رضایی، ر. و برومند، ن. ۱۳۹۰. بررسی عوامل موثر بر پایداری نظام کشت گلخانه‌ای در منطقه جیرفت و کهنوج. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۲-۴۲(۱): ۱۴۳-۱۵۲.

صندوقی، ع.، یوسفی، ع. و امینی، ا.م. ۱۳۹۵. ارزیابی دانش، نگرش و عملکرد گلخانه‌داران خیار و گوجه‌فرنگی شهرستان اصفهان در تولید محصول سالم. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۷(۳): ۱۶۷-۱۵۵.

غنچی، م.، خوشنودی‌فر، ز. و ایروانی، ه. ۱۳۸۹. تحلیل مؤلفه‌های بازدارنده در توسعه واحدهای گلخانه‌ای (مطالعه موردی: شهرستان ورامین). مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی. ۳(۳): ۸۳-۹۴.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Identification and analysis of barriers to the development of strawberry greenhouse cultivation in Kurdistan province

Behrooz Sarabi[1*] and Parisa Alizadeh[2]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran
2. Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran
Corresponding Author: b.sarabi@uok.ac.ir

Abstract

Strawberry greenhouse cultivation can play a significant role in the economic development of Kurdistan Province by enhancing productivity, creating employment opportunities, and positively impacting the national economy. By identifying and eliminating existing barriers and providing the necessary support, this type of cultivation can be effectively utilized as a tool for achieving sustainable agricultural development in the province, as well as contributing to the national economy. However, to date, no comprehensive study has been conducted on the inhibiting factors affecting the development of strawberry greenhouse cultivation in Kurdistan Province. The present study aimed to investigate the obstacles hindering the expansion of strawberry greenhouse farming in this region. The research was conducted within the framework of a survey methodology. The statistical sample comprised 109 greenhouse producers from various counties within Kurdistan Province. Data collection was performed using a questionnaire developed based on a thorough literature review and aligned with the research objectives. The questionnaire consisted of five main sections addressing economic, technical, infrastructural, supportive, administrative and legal factors influencing the expansion of strawberry greenhouse cultivation. Content validity of the questionnaire was confirmed through consultation with experts and academic faculty members specializing in the subject matter. The findings revealed that the most significant barriers to the development of strawberry greenhouse units in Kurdistan Province include stringent conditions for obtaining loans, the high initial capital investment required for land and equipment, elevated input costs, high interest rates on loans, presence of intermediaries and brokers, lack of export terminals, inadequate access to suitable storage and cold chain facilities, absence of refrigerated transportation, lack of processing and complementary industries, insufficient export infrastructure, absence of cooperatives for product sales and exports, and insufficient cooperation from relevant governmental departments in issuing greenhouse construction permits.

Keywords: Economic development, Greenhouse, Inhibiting factors, Kurdistan province, Questionnaire

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تحلیل اقتصادی کاربرد بسته دانشی در مدیریت تاکداری انگور یاقوتی

بهروز حسن‌پور[1*] و بیژن کاووسی[2]

۱- بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۲- بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *hassanpourbehrooz@gmail.com*

چکیده

تاکستان‌های با رقم یاقوتی در منطقه سیستان به دلایل مختلف از جمله سنتی بودن سیستم کاشت و ضعف دانش مدیریت تاکداری باعث شده است که این تاکستان‌ها از تولید پایدار و به صرفه‌ای از نظر اقتصادی برخوردار نباشند. براساس تقویم زمانی و کاربرد یک بسته دانشی، عملیات به‌باغی در زمینه مدیریت زمستانه و بهاره از جمله هرس و تربیت، تغذیه، بهداشت باغ، کنترل تلفیقی آفات و بیماری‌ها و علف هرز، سبدگذاری برای ایجاد فاصله شاخه‌ها از سطح خاک و آبیاری با حضور مروجان پهنه و بخش خصوصی اجرا شد و تحلیل اقتصادی آن با روش بودجه‌بندی جزئی انجام پذیرفت. نتایج اجرای این طرح با قرارداد مشارکتی در تاکستان‌های انگور یاقوتی با بسته دانشی در منطقه سیستان، عملکرد محصول را از ۴ تن به ۹ تن (۱۲۵ درصد افزایش)، ضایعات محصول در تاکستان را ۵۰ درصد کاهش و منجر به افزایش درآمد خالص یا افزایش سودی معادل ۳۳۴/۸ میلیون تومان (۱۳۶/۵ درصد) در هکتار شد. همچنین از نظر اجتماعی، اجرای اینگونه طرح‌ها باعث افزایش مشارکت مردمی و خودباوری گردید و از سوی دیگر آگاهی و ضریب نفوذ دانش را در بین باغداران ارتقاء داد. از سوی دیگر اجرای این طرح، باعث ترویج کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی به روش غیر شیمیایی می شود. لذا می‌توان نتیجه گرفت اجرای موفقیت آمیز این‌گونه طرح‌ها در راستای حفظ و صیانت محیط زیست و کاهش آلودگی‌های محیطی و طبیعی می‌باشد. بنابراین استفاده از تغذیه صحیح و به موقع، کاربرد مواد آلی و همچنین کاربرد سموم در زمان مناسب و رعایت دوره کارنس، نه تنها از نظر اقتصادی توجیه پذیر بوده و برای باغداران افزایش درآمد را به ارمغان آورده است بلکه به عنوان راهکاری مناسب برای حفظ محیط زیست نیز می‌توان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: انگور یاقوتی، بودجه بندی جزئی، مدیریت دانشی، طرح مشارکتی.

مقدمه

انگور به دو روش دیم و آبی در ۱۰۰ کشور دنیا قابلیت تولید دارد و سالانه حدود ۷۲/۵ میلیون تن انگور در مساحتی بالغ بر ۶/۵ میلیون هکتار تولید می‌شود. حدود ۳۸ درصد انگور دنیا در آسیا، ۳۶ درصد در اروپا و ۱۷ درصد در آمریکا تولید می‌شود و هر سال بر این میزان افزوده می‌شود. بر اساس آمار فائو در سال ۲۰۲۳ کشورهای عمده تولید کننده انگور به ترتیب چین، ایتالیا، فرانسه، آمریکا، اسپانیا و هند بودند که این ۶ کشور بالغ بر ۶۰ درصد انگور دنیا را تولید می‌کنند. در بین محصولات باغی دنیا بیشترین ارزش افزوده اختصاص به انگور دارد به‌طوری که در سال ۲۰۲۳ ارزش تولید این محصول حدود ۷۰ میلیارد دلار برآورد شده است (FAO, 2024). در ایران نیز انگور در بین محصولات باغبانی، جایگاه ویژه‌ای دارد و تولید سالانه آن در کشور حدود ۳ میلیون تن می‌باشد که بعد از سیب و مرکبات، رتبه سوم را از نظر تولید به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۳). بدیهی است دستیابی به عملکرد مطلوب، تولید پایدار و اقتصادی از اهداف اصلی یک تاکستان خوب می‌باشد. در سال‌های گذشته تاکستان‌های با رقم یاقوتی در منطقه سیستان به دلایل مختلف از جمله سنتی بودن سیستم کاشت و ضعف دانش مدیریت تاکداری باعث شده است که این تاکستان‌ها از تولید پایدار و به صرفه‌ای از نظر اقتصادی برخوردار نباشند. هدف این پژوهش اجرای یک طرح با قرارداد مشارکتی در تاکستان‌های انگور یاقوتی با بسته دانشی در منطقه سیستان است. براساس یک تقویم زمانی و کاربرد یک بسته دانشی، عملیات به‌باغی در زمینه مدیریت زمستانه و بهاره (کاووسی و حسن پور، ۱۳۹۷) شامل هرس و تربیت با توجه به نقش به‌سزای آن در عملکرد محصول (کاووسی و همکاران، ۱۳۹۹)، تغذیه، بهداشت باغ، کنترل تلفیقی آفات و بیماری‌ها و علف

هرز، سبدگذاری برای ایجاد فاصله شاخه‌ها از سطح خاک و آبیاری با حضور مروجان پهنه و بخش خصوصی، به تحلیل اقتصادی سود و زیان آن در مقایسه با عملیات رایج در تاکستان‌های منطقه سیستان می‌پردازد. سپس اثرات اجتماعی و زیست محیطی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به منظور بررسی اقتصادی طرح مشارکتی دانشی، از روش بودجه بندی جزئی (Partial Budgeting) استفاده شد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷). بودجه‌بندی جزئی به منظور تغییر جزئی واحدکشاورزی انجام می‌گیرد. بعنوان مثال واردکردن یک تکنولوژی جدید یا روشی جدید در مزرعه یا باغ، بدون اینکه تغییر کلی در مزرعه و یا باغ ایجاد شود. در تحلیل بودجه‌بندی جزئی کلیه هزینه‌های متغیر باغها تحت پوشش طرح و باغها عرف محل (شاهد) در طول اجرای طرح محاسبه و با منافع حاصله مورد مقایسه قرار می‌گیرد و لازم نیست کل هزینه‌های احداث باغ محاسبه شود. در این پژوهش، یک تحلیل اقتصادی و اجتماعی در مورد عملیات به‌باغی به شکل مشارکتی توسط یک بسته دانشی که افزایش آگاهی باغداران را به دنبال دارد و باغداران را ملزم به اجرای آن می‌کند مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات هزینه و درآمد مربوط به پنج تاکستان انگور یاقوتی در شهرستان‌های هامون، هیرمند، زابل، نیمروز و زهک در منطقه سیستان که از لحاظ رقم و سن درختان یکنواخت بودند و تحت پوشش طرح به‌باغی با کاربرد بسته دانشی مدیریت انگور یاقوتی قرار گرفته بودند، میانگین‌گیری و بر حسب هکتار استخراج گردید و با اطلاعات هزینه و درآمد پنج تاکستان شاهد (عرف محل) در همان شهرستان‌ها بر حسب هکتار مورد مقایسه قرار گرفت. این اطلاعات در بهار سال ۱۴۰۲ جمع آوری گردید. بدیهی است انجام یک سری عملیات به‌باغی در تاکستان منافع و هزینه‌هایی را به دنبال دارد که اگر منافع بیش از هزینه‌ها باشد توجیه اقتصادی خواهد داشت. در روش بودجه‌بندی جزئی، منافع طرح عبارت از مجموع افزایش درآمدها (Bi) و کاهش هزینه‌ها (Cj) و هزینه‌های طرح عبارت از مجموع کاهش درآمدها (Bj) و افزایش هزینه‌ها (Ci) می‌باشد. در روش بودجه بندی جزئی هرگاه نامساوی (Bi+Cj>Bj+Ci) برقرار باشد، نشان می‌دهد که اجرای طرح از نظر اقتصادی سودآور بوده و دارای توجیه اقتصادی است (Tigner, 2018; Dhehibi et al., 2020).

نتایج و بحث

الف) تحلیل اقتصادی طرح مشارکتی دانش بنیان

برای محاسبه بودجه‌بندی جزئی، میانگین اطلاعات هزینه و درآمد مناطق اجرای طرح (شهرستان‌های هامون، هیرمند، زابل، نیمروز و زهک در منطقه سیستان) جمع‌آوری و نسبت به باغ‌های شاهد همان مناطق که به روش رایج، عملیات باغداری را در تاکستان انجام می‌دادند مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۱). این اطلاعات در بهار سال ۱۴۰۲ جمع آوری گردید. عملیات به باغی به دو دسته مدیریت رشد و مدیریت زمستانه تقسیم شد. هزینه عملیات به‌باغی در مدیریت رشد شامل هزینه‌های هرس سبز، محلول پاشی، کنترل آفات و بیماری‌ها، مبارزه با علف‌های هرز، آبیاری و سبدگذاری بود. هزینه عملیات به‌باغی در مدیریت زمستانه شامل هزینه‌های هرس و تربیت، تغذیه و بهداشت باغ بود. میانگین هزینه‌های مربوط به یک هکتار باغ انگور یاقوتی طرف قرارداد طرح مشارکتی دانشی در مقایسه با شاهد در جدول ۱ خلاصه شده است. میانگین مجموع هزینه‌های عملیات به‌باغی در یک هکتار در بهار سال ۱۴۰۲ به مبلغ ۳۶ میلیون تومان در مقایسه با عملیات عرف و رایج تاکستان انگور یاقوتی منطقه به مبلغ ۱۲/۶ میلیون، حدود ۱۸۶ درصد افزایش یافته است که جزئیات و ریز هزینه‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- میانگین هزینه‌های عملیات به‌باغی در تاکستان انگوریاقوتی طرف قرارداد طرح دانشی بر حسب هکتار در مقایسه با تاکستان‌های شاهد در سال ۱۴۰۲.

شرح هزینه‌ها (عملیات به‌باغی)		هزینه‌های عملیات به‌باغی تاکستان‌ها (برحسب تومان)	
		تحت قرارداد مشارکتی (C_1)	شاهد (C_2)
مدیریت زمستانه	هرس و تربیت	۶/۰۰۰/۰۰۰	۲/۰۰۰/۰۰۰
	تغذیه	۱۲/۰۰۰/۰۰۰	۴/۰۰۰/۰۰۰
	بهداشت باغ	۴/۰۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰

مدیریت فصل رشد	هرس سبز	۲/۰۰۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰
	محلول‌پاشی	۴/۰۰۰/۰۰۰	۰
	کنترل آفات و بیماری‌ها	۲/۰۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
	مبارزه با علف‌های هرز	۳/۰۰۰/۰۰۰	۲/۰۰۰/۰۰۰
	آبیاری	۲/۰۰۰/۰۰۰	۲/۰۰۰/۰۰۰
	سبدگذاری در زیر تاج بوته انگور	۱/۰۰۰/۰۰۰	۰
جمع هزینه‌ها		**۳۶/۰۰۰/۰۰۰**	**۱۲/۶۰۰/۰۰۰**

منبع: داده‌های حاصل از طرح مشارکتی دانشی، سال ۱۴۰۲.

از سوی دیگر میانگین تولید محصول، مقدار ضایعات در تاکستان و درآمدهای مربوط به فروش انگور یاقوتی درجه ۱ ، ۲ و ۳ بر حسب هکتار در مناطق اجرای طرح (شهرستان‌های هامون، هیرمند، زابل، نیمروز و زهک در منطقه سیستان) که طرف قرارداد طرح مشارکتی دانشی بودند در مقایسه با میانگین تولید محصول، مقدار ضایعات و فروش محصول درجه ۱ ، ۲ و ۳ مربوط به باغ‌های شاهد همان مناطق که به روش رایج باغداری می‌کنند در جدول ۲ خلاصه شده است. این اطلاعات و قیمت فروش محصول مربوط به سال مورد مطالعه (بهار ۱۴۰۲) می‌باشد. بر اساس جدول ۲ ، میانگین درآمد بر حسب هکتار مربوط به باغ انگور یاقوتی طرف قرارداد طرح مشارکتی دانشی به مبلغ ۵۸۰ میلیون تومان در مقایسه با میانگین درآمد باغ‌ها انگور یاقوتی عرف و رایج منطقه که ۲۴۵/۲ میلیون تومان محاسبه شده است، حدود ۱۳۶/۵ درصد افزایش یافته است.

جدول ۲- میانگین درآمدهای مربوط به تاکستان انگوریاقوتی طرف قرارداد طرح دانشی بر حسب هکتار در مقایسه با تاکستان‌های شاهد.

شرح اقلام درآمدها		درآمد حاصل از تاکستان‌ها (برحسب تومان)			
		تحت قرارداد مشارکتی (B_1)		شاهد (B_2)	
		مقدار	فروش (تومان)	مقدار	فروش (تومان)
میانگین عملکرد محصول در هکتار (kg)		۹۰۰۰	-	۴۰۰۰	-
ضایعات انگور در تاکستان (٪)		۲٪	-	۴٪	-
مقدار ضایعات محصول (kg)		۱۸۰	-	۱۶۰	-
مقدار محصول پس از کسر ضایعات (kg)		۸۸۲۰	-	۳۸۴۰	-
مقدار و درآمد حاصل از فروش محصول	محصول درجه ۱ (کیلویی ۱۰۰/۰۰۰ تومان)	۲۴۰۰	۲۴۰/۰۰۰/۰۰۰	۸۰۰	۸۰/۰۰۰/۰۰۰
	محصول درجه ۲ (کیلویی ۶۰/۰۰۰ تومان)	۵۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۲۵۰۰	۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰
	محصول درجه ۳ (کیلویی ۲۸/۲۰۰ تومان)	۱۴۲۰	۴۰/۰۰۰/۰۰۰	۵۴۰	۱۵/۲۰۰/۰۰۰
جمع درآمدها		-	۵۸۰/۰۰۰/۰۰۰	-	۲۴۵/۲۰۰/۰۰۰

بدیهی است که اجرای طرح مشارکتی دانشی در باغ‌ها باعث می‌شود که یک سری هزینه‌هایی به باغدار اضافه و یکسری هزینه‌هایی هم حذف شود. از سوی دیگر یکسری درآمدها به باغدار افزوده و ممکن است یکسری درآمدها هم حذف گردد که نتایج محاسبات اقتصادی این طرح در جدول ۳ مربوط به بودجه بندی جزئی خلاصه شده است.

جدول ۳- بودجه‌بندی جزئی طرح مشارکتی دانش‌بنیان انگوریاقوتی در تاکستان در سطح یک هکتار.

کل هزینه‌های اجرای طرح بر حسب تومان (TC)		کل درآمدهای اجرای طرح بر حسب تومان (TB)	
افزایش هزینه‌ها	کاهش درآمدها	کاهش هزینه‌ها	افزایش درآمدها

$(\Delta B_i = B_1 - B_2)$	$(\Delta C_j = C_1 - C_2)$	$(\Delta B_j = B_1 - B_2)$	$(\Delta C_i = C_1 - C_2)$
۳۳۴/۸۰۰/۰۰۰	۰	۰	۲۳/۴۰۰/۰۰۰
۳۳۴/۸۰۰/۰۰۰		۲۳/۴۰۰/۰۰۰	

نتایج جدول ۳ بر اساس روش بودجه‌بندی جزیی نشان داد که طرف چپ جدول (افزایش درآمدها و کاهش هزینه‌ها) با مقدار ۳۳۴/۸ میلیون تومان در هر هکتار بیشتر از طرف راست جدول (افزایش هزینه‌ها و کاهش درآمدها) با مقدار ۲۳/۴ میلیون تومان می‌باشد، بنابراین اجرای طرح قرارداد مشارکتی دانش بنیان در تاکستان‌های انگور یاقوتی با بسته دانشی که انجام یک سری عملیات به‌باغی را در بر دارد، کاملا توجیه اقتصادی دارد به‌طوری‌که نه تنها در هر هکتار باغ انگور در منطقه مورد مطالعه، افزایش درآمد خالص یا افزایش سودی معادل ۳۳۴/۸ میلیون تومان نصیب باغدار می‌کند بلکه موجب کاهش ۵۰ درصدی در ضایعات محصول نیز می‌شود. از آنجا که میانگین عملکرد در هکتار در طرح قرارداد مشارکتی دانش بنیان در تاکستان‌های انگور یاقوتی از ۴ تن به ۹ تن افزایش یافته است لذا می‌توان گفت اجرای الگوی کشاورزی مشارکتی دانشی تا ۱۲۵ درصد افزایش عملکرد داشته است. همچنین میانگین درآمد حاصل از فروش انگور یاقوتی در این طرح از ۲۴۵/۲ به ۵۸۰ میلیون تومان یعنی حدود ۱۳۶/۵ درصد افزایش یافته است. از سوی دیگر محصول درجه ۱ باغ‌ها تحت پوشش طرح قرارداد مشارکتی دانشی به میزان دو برابر افزایش یافته است که این میزان افزایش کیفیت محصول، در بهبود بازارپسندی و افزایش نرخ انگور نقش به‌سزایی داشته است.

ب) دستاوردهای اجتماعی و زیست محیطی:

اجرای موفقیت آمیز طرح قرارداد مشارکتی در تاکستان‌های انگور یاقوتی با بسته دانشی از نظر اجتماعی، افزایش مشارکت مردمی و خودباوری را در طرح‌های ترویجی و آموزشی را به دنبال داشته است. همچنین آگاهی و ضریب نفوذ دانش را در بین باغداران ارتقاء داد. لذا با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و کاستی‌های موجود، این پروژه باعث ایجاد انگیزه و امید در میان تاکداران گردید. از سوی دیگر از آنجا که اجرای طرح قرارداد مشارکتی در تاکستان‌های انگور یاقوتی باعث کاهش ضایعات به میزان ۵۰ درصد شده است و همچنین آفات و بیماری‌های گیاهی را به روش غیر شیمیایی کنترل می‌کند، لذا می‌توان گفت اجرای موفقیت آمیز اینگونه طرح‌ها با استفاده از تغذیه صحیح و به موقع، کاربرد مواد آلی و همچنین کاربرد سموم در زمان مناسب و رعایت دوره کارنس در راستای حفظ و صیانت محیط زیست و کاهش آلودگی‌های محیطی و طبیعی می‌باشد.

منابع

آمارنامه کشاورزی. (۱۴۰۳). جلد سوم: محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۴۰۰ صفحه.

سلطانی، غ.ر، نجفی، ب. و ترکمانی ، ج. (۱۳۸۷). مدیریت واحد کشاورزی، مرکز نشر دانشگاه شیراز، ۳۴۴ ص.

کاووسی، ب. (۱۴۰۲). مقایسه کاربرد بسته دانشی مدیریت انگور یاقوتی در باغ‌ها بهره‌برداران-کشاورزی مشارکتی دانش بنیان و عملیات رایج، در منطقه سیستان، مرکز اسناد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره فروست: ۶۵۱۶۵ مورخ ۱۴۰۲/۱۲/۲۷.

کاووسی، ب.، ک. سعیدی، و حسن پور، ب. (۱۳۹۹). اصول و نقش هرس سبز در مدیریت تاکستان. نشریه ترویجی انگور. ۲(۱): ۶-۱.

کاووسی، ب و حسن پور، ب. (۱۳۹۷). اثر زمان سرزنی شاخه و قطع آبیاری قبل از برداشت بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی انگور عسکری. مجله تولیدات گیاهی، ۴ (۱): ۸۳-۹۶.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2025. FAOSTAT, The FAO Data Portal [Online] Available at: www.fao.org/faostat/en/#home [accessed on 5 July 2025].

Tigner, R. (2018). Partial Budgeting: A Tool to Analyze Farm Business Changes, Iowa State University Extension and Outreach, Ag Decision Maker, File C1-50, August 2018, USA, Available online: www.extension.iastate.edu/agdm (accessed on 7 June 2023).

Dhehibi, B., Nejatian, A., Hilali, M. and Niane, A. (2020). Economic Assessment of Agricultural Technologies in the Arabian Peninsula: A Guide to Partial Budgeting – A Financial Management Tool. Technical guideline report, 15 p (In English & Arabic). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas – ICARDA.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Economic Analysis of the Knowledge Package Application in the Management of Yaqouti Grapes Viticulture

Behrooz Hassanpour[1]* and Bijan Kavoosi[2]
1. Economic, Social and Agricultural Extension Research Department, Fars Agricultural Research and Natural Resource and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran
2. Horticulture and Crops Research Department, Fars Agriculture Research and Natural Resource and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran
Corresponding Author: hassanpourbehrooz@gmail.com

Abstract

Vineyards with the Yaqouti variety in the Sistan region have not been able to achieve sustainable and economically viable production due to various reasons, including the traditional planting system and the lack of knowledge in viticulture management. Based on the time calendar and the application of a knowledge package, orchard operations in the field of winter and spring management, including pruning and training, nutrition, orchard hygiene, integrated pest and disease control and weeds, basketing to create a distance between branches and the soil surface, and irrigation were implemented with the presence of area promoters and the private sector, and its economic analysis was carried out using the partial budgeting method. The results of implementing this project with a partnership contract in Yaqouti grape vineyards with a knowledge package in the Sistan region increased the crop yield from 4 tons to 9 tons (125 % increase), reduced crop waste in the vineyard by 50 %, and led to an increase in net income or an increase in profit equivalent to 334.8 million Tomans (136.5 %) per hectare. Also, from a social perspective, implementing such projects increased public participation and self-confidence, and on the other hand, it improved awareness and knowledge penetration among gardeners. On the other hand, implementing this project promotes the control of plant pests and diseases using non-chemical methods. Also, from a social point of view, the implementation of such projects increased public participation and self-confidence, and on the other hand, it improved awareness and knowledge penetration among gardeners. On the other hand, the implementation of this project promotes the control of plant pests and diseases in a non-chemical way. Therefore, it can be concluded that the successful implementation of such projects is in line with the preservation and protection of the environment and the reduction of environmental and natural pollution. Therefore, the use of correct and timely nutrition, the use of organic materials, as well as the use of pesticides at the right time and the observance of the Carnes period, are not only economically justified and have brought increased income to gardeners, but can also be recommended as a suitable solution for protecting the environment.

Keywords: Knowledge management, Partial budgeting, Participatory planning, Yaqouti grapes.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

تحلیل روند قیمتی محصولات منتخب باغبانی در سطوح تولیدکننده، عمده فروشی و خرده فروشی و سهم تولید کننده از قیمت نهایی

علی برابری[1]* و امیرحسین نیک‌پندار[2]
۱- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران
۲- گروه باغبانی دانشکده فناوری کشاورزی دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *a.barabari6767@gmail.com*

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تحلیل روند انتقال قیمت در زنجیره تأمین محصولات باغبانی از سطح تولیدکننده تا خرده‌فروشی انجام شد. در این راستا، داده‌های مربوط به چند محصول منتخب شامل سیب، گلابی، آلبالو، گیلاس، آلو، هلو، شلیل و زردآلو در سال ۱۴۰۴ در سطوح مختلف بازار جمع‌آوری و شاخص‌های نسبت قیمت مصرف‌کننده به تولیدکننده (C/P) و کارایی بازار (MEI) محاسبه گردید. نتایج نشان داد که میزان فاصله قیمتی میان تولیدکننده و مصرف‌کننده نهایی، علاوه بر هزینه‌های حمل‌ونقل، انبارداری و بازاریابی، به طور قابل‌توجهی تحت‌تأثیر قدرت چانه‌زنی و میزان حاشیه سود واسطه‌ها قرار دارد. در میان محصولات بررسی‌شده، گیلاس و آلبالو با C/P پایین‌تر و MEI بالاتر، از کارایی نسبی بیشتری در انتقال قیمت برخوردار بوده و سهم تولیدکننده از ارزش نهایی محصول در آن‌ها بیشتر است. در مقابل، محصولاتی مانند سیب تابستانه و هلو به دلیل C/P بالا و کارایی پایین‌تر، بیانگر وجود ساختار بازار نامتقارن و حاشیه سود بالای واسطه‌ها هستند. یافته‌ها نشان داد که میانگین کارایی بازار در غرف میادین میوه و تره‌بار شهرداری بالاتر از خرده‌فروشی‌های سطح شهر است که این امر حاکی از نقش مثبت سازوکارهای نظارتی و شفافیت قیمتی در کاهش حاشیه بازار می‌باشد. در مجموع، نتایج پژوهش اهمیت بازنگری در مدیریت بازار محصولات باغبانی، طراحی سیاست‌های حمایتی هدفمند و بهره‌گیری از فناوری‌های داده‌محور را برای افزایش کارایی زنجیره تأمین و بهبود توزیع منافع بین تولیدکننده و مصرف‌کننده مورد تأکید قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: حاشیه بازار، تولیدکننده، قیمت، محصولات باغی، مصرف‌کننده.

مقدمه

در میان محصولات کشاورزی، برخی میوه ها به دلیل خصوصیات ویژه‌ای که دارند، مانند عرضه اندک و تقاضای بالا در برابر تغییرات قیمتی و ناپایداری ناشی از عدم امکان نگهداری طولانی‌مدت، همواره با نوسانات قیمتی روبه‌رو هستند. در عین حال، نقش حیاتی این محصولات در تأمین نیازهای اولیه مانند تضمین امنیت غذایی جامعه، سبب شده است که زنجیره تامین این محصولات در سطوح مختلف همواره در کانون توجه و حمایت سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشور قرار گیرد (Birthal et al., 2019). ایران بعنوان کشوری پهناور که دارای تنوع اقلیمی و زیستی زیادی می‌باشد خواستگاه بالقوه برخی گونه های میوه هسته دار و دانه دار به حساب می‌آید (Sharafi, 2011; Biswajit Das, 2011) . زنجیره تأمین این محصولات ظرفیت زیادی برای ایجاد ارزش در بازار های داخلی و خارجی داشته و بررسی روند ارزش‌گذاری آن‌ها از مرحله تولید تا رسیدن به خرده‌فروشی، با توجه به نحوه توزیع منافع بین تولیدکننده و مصرف‌کننده نهایی، اهمیت زیادی در برنامه های سیاست گزاران اقتصاد کشاورزی دارد (Shuai and Zhilan, 2025). بخش کشاورزی و به‌ویژه محصولات باغبانی، نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی، اشتغال‌زایی و توسعه اقتصادی ایفا می‌کند. در این میان، تحلیل روند قیمت محصولات کشاورزی در سطوح مختلف زنجیره تأمین، از تولیدکننده تا خرده‌فروشی، یکی از موضوعات کلیدی در اقتصاد کشاورزی به شمار می‌رود. این تحلیل‌ها می‌توانند اطلاعات ارزشمندی درباره رفتار بازار، انتقال قیمت و تأثیر سیاست‌های اقتصادی بر زنجیره تأمین ارائه دهند.

بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی (FAO 2023) ایران در حوزه میوه های دانه دار با تولید سالانه ۹۶۴۶۵ تن گلابی در جایگاه بیست و یکم و ۲۱۷۷۳۳۶ تن سیب در جایگاه هشتم است. همچنین در تولید میوه های هسته داری نظیر آلبالو با تولید ۱۳۵۴۵۵ در جایگاه

ششم، ۱۴۴۸۷۶ گیلاس در جایگاه پنجم، ۳۵۴۷۸۹ آلو در جایگاه ششم، ۶۱۳۹۳۰ هلو و شلیل در جایگاه ششم و تولید ۳۱۸۴۷۵ زردآلو در جایگاه سوم است. لذا با توجه به سطح تولید و ارزش غذایی میوه های دانه دار و هسته دار، رصد قیمتی آن ها از تولید تا مصرف کننده نهایی (خرده فروشی) حائز اهمیت است.

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که انتقال قیمت در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی اغلب به صورت نامتقارن انجام می‌شود. به عنوان مثال، در هند، خرده‌فروشان در زنجیره تأمین محصولاتی مانند گوجه‌فرنگی و پیاز از مزیت بیشتری نسبت به کشاورزان برخوردار بوده و ارزش گذاری در این زنجیره‌ها به صورت نامتقارن صورت گرفته است (Sharma et al., 2025). مطالعه‌ای که در چین انجام شده است، نوسانات قیمتی در زنجیره تأمین محصولات باغی را مورد بررسی قرار می‌دهد. یافته ها نشان می‌دهد که در زنجیره تأمین میوه سرخالو (لایچی)، عمده فروشان نقش اصلی را در انتقال نوسانات قیمتی ایفا می‌کنند و تاثیر این نوسانات هم بر تولید کنندگان و هم بر خرده فروشان اثرگذار است. در مقابل، در زنجیره تأمین سیب شواهد اندکی از انتقال نوسانات قیمتی و حاشیه سود بالا مشاهده شد. این نتایج بیانگر آن است که میزان حاشیه سود واسطه ها می‌تواند ارتباط مستقیمی با گونه میوه مورد ارزیابی داشته باشد(Pan and Zheng, 2023). این نتایج نشان‌دهنده وجود قدرت بازار در برخی سطوح زنجیره تأمین و ناکارآمدی در انتقال قیمت‌ها است. همچنین، عوامل دیگری مانند نوسانات قیمت، قدرت بازار بازیگران مختلف در زنجیره تأمین، و سیاست‌های اقتصادی می‌توانند بر هزینه تمام‌شده تأثیر بگذارند

با توجه به سطوح قیمتی (تولید کننده، عمده فورشی و خرده فروشی) سازمان حمایت از تولید کننده و مصرف کننده برای هر یک از سطوح، سودی را در نظر گرفته است که در حال حاضر اتفاقی که در بازار عمهد فروشی و خرده فروشی محصولات کشاورزی رخ میدهد با موازین اداری و اعلامی توسط آن سازمان، عمل نمی‌شود. بر اساس قوانین سازمان سود برای عمده فروش حداکثر ۵٪ و برای خرده فروش ۱۵ الی ۳۵٪ متغییر می‌باشد. در این پژوهش، تلاش می‌شود تا با بررسی روند قیمت برخی محصولات باغبانی در سطوح مختلف بازار از تولید کننده تا خرده فروشی در سطح مغازه های شهر و غرفه های شهرداری تهران، عوامل مؤثر بر انتقال قیمت و تأثیرات آن بر مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان شناسایی شود.

مواد و روش‌ها

بر اساس تحقیقات صورت گرفته درباره مسیر تولید تا عرضه محصولات باغی در کشور، فرایند های مختلفی برای رسیدن محصول تولید شده توسط کشاورز به مصرف کننده وجود دارد (چراغی، ۱۳۹۳). هزینه تمام‌شده محصولات کشاورزی، به‌ویژه میوه‌ها شامل مجموعه‌ای از هزینه‌ها است که در طول زنجیره تأمین از تولید تا مصرف نهایی ایجاد می‌شود. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های تولید در مزرعه (مانند کود، آب، نیروی کار)، هزینه‌های حمل‌ونقل، انبارداری، بسته‌بندی و بازاریابی است. قیمت تولیدکننده نیز در واقع مرحله‌ای است که کشاورز محصول خود را در سطح اولیه بازار عرضه می‌کند. این قیمت ضمن پوشش هزینه‌های واقعی تولید، متضمن حاشیه سود مورد انتظار نیز بوده و متأثر از شرایط بازار نیز هست (Jankovic et al., 2020). میانگین قیمت عمده‌فروشی نشان‌دهنده متوسط بهایی است که محصولات کشاورزی یا غذایی در سطح عمده‌فروشی میان تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان مبادله می‌شوند. این شاخص بر اساس حجم و ارزش معاملات محاسبه شده و منعکس‌کننده شرایط عرضه و تقاضا، هزینه‌های بازاریابی، حمل‌ونقل و همچنین تأثیرات احتمالی قدرت بازار در زنجیره تأمین است. میانگین قیمت خرده‌فروشی متوسط قیمتی است که مصرف‌کننده برای خرید کالاهای مصرفی از مغازه‌ها و فروشگاه‌های محلی در سطح شهر می‌پردازد. این قیمت‌ها تحت تأثیر عواملی مانند هزینه‌های عمده‌فروشی، هزینه‌های اضافی خرده‌فروشی (مانند اجاره و نیروی کار)، و همچنین نوسانات قیمت در بازارهای محلی قرار دارند. میانگین این ارقام بر اساس قیمت‌های ثبت‌شده در مناطق مختلف شهر محاسبه می‌شود (Płonka and Paluch, 2016; Roeger and Leibtag, 2011).

برای جمع‌آوری داده‌های قیمتی مورد ارزیابی، از منابع اطلاعاتی متنوعی استفاده شد. قیمت محصولات مورد بررسی در طی ماه های خرداد، تیر و مرداد سال ۱۴۰۴ با ارجاع به بازار، میادین میوه و تره بار، سازمان حمایت از تولیدکننده و مصرف‌کننده، عمده‌فروشان، میدان

میوه و تره بار مرکزی و تولید کنندگان جمع آوری شدند. این تنوع در منابع، امکان دستیابی به طیف وسیعی از قیمت‌ها در سطوح مختلف زنجیره تأمین (از قیمت تولید کننده تا قیمت خرده فروشی) و تحلیل دقیق حاشیه‌های بازاریابی را فراهم ساخت.

حاشیه بازار عمده‌فروشی و خرده‌فروشی به اختلاف بین قیمت فروش محصول در هر یک از این سطوح با قیمت خرید آن از سطح قبلی زنجیره تأمین اشاره دارد. حاشیه عمده‌فروشی تفاوت میان قیمت خرید محصول از تولیدکننده و قیمت فروش آن به خرده فروش است، در حالی که حاشیه خرده فروشی تفاوت میان قیمت خرید محصول از عمده فروش و قیمت پرداختی توسط مصرف‌کننده نهایی می‌باشد.

برای تحلیل ساختار قیمتی و تعیین سهم هر بخش از زنجیره تأمین، شاخص‌های مختلفی از جمله حاشیه کل، حاشیه عمده‌فروشی، حاشیه خرده‌فروشی، شاخص کارایی بازاریابی (MEI) و نسبت قیمت مصرف‌کننده به تولیدکننده (C/P) محاسبه شدند .حاشیه کل بازار (TM) به صورت اختلاف میان قیمت نهایی پرداختی توسط مصرف کننده و قیمت دریافتی تولید کننده محاسبه می‌شود $TM = P_r - P_f$. حاشیه عمده فروشی (WM) تفاوت بین قیمت فروش عمده‌فروش به خرده‌فروش و قیمت خرید از تولیدکننده است $WM = P_w - P_f$. حاشیه خرده فروشی (RM) نیز اختلاف میان قیمت فروش خرده فروش به مصرف‌کننده و قیمت خرید از عمده فروش را نشان می‌دهد $RM = P_r - P_w$. این حاشیه‌ها بازتابی از هزینه‌های بازاریابی، حمل‌ونقل، انبارداری، ضایعات، بسته‌بندی و همچنین قدرت چانه‌زنی واسطه‌ها در زنجیره تأمین هستند (Tefera, 2014). علاوه بر این، تحلیل حاشیه‌های بازاریابی می‌تواند ناکارآمدی‌ها و نابرابری‌های موجود در انتقال قیمت را آشکار کند. برای مثال، مطالعات نشان داده‌اند که در برخی موارد، انتقال قیمت‌ها از سطح عمده‌فروشی به خرده‌فروشی به صورت نامتقارن انجام می‌شود، به‌طوری‌که افزایش قیمت‌ها سریع‌تر از کاهش آن‌ها منتقل می‌شود. این پدیده می‌تواند به نفع واسطه ها و به زیان تولیدکنندگان یا مصرف‌کنندگان باشد (Alam et al., 2010; Kharin, 2015). برای ارزیابی کارایی بازاریابی، از شاخص کارایی بازاریابی (MEI) استفاده شد که از نسبت قیمت تولیدکننده به حاشیه کل به‌دست می‌آید $MEI = \frac{P_f}{TM}$. همچنین نسبت قیمت مصرف‌کننده به تولیدکننده (C/P) که نشان‌دهنده فاصله قیمتی در طول زنجیره تأمین است، از رابطه $C/P = \frac{P_r}{P_f}$ محاسبه گردید. این شاخص‌ها امکان مقایسه سهم و کارایی هر بخش از زنجیره توزیع را فراهم می‌سازند. بررسی حاشیه‌های قیمتی می‌تواند نشان دهد که چه میزان منافع افزوده محصول در هر سطح از زنجیره توزیع جذب می‌شود و چگونه منافع بین تولیدکننده و مصرف‌کننده تقسیم می‌گردد. این تحلیل‌ها می‌توانند مبنایی برای سیاست‌گذاری در راستای افزایش کارایی زنجیره تأمین و حمایت از تولیدکننده و مصرف‌کننده باشند (D'Arcy et al., 1400; Persona et al., 2019).

نتایج و بحث

داده برداری قیمت ها از سطوح مختلف بصورت میدانی و مراجع رسمی نشان داده که امکان تحلیل روند قیمتی، محاسبه حاشیه سود و بررسی میزان تقارن یا عدم تقارن سود در زنجیره تأمین را فراهم می‌کند. این اطلاعات نشان دهنده تغییرات قیمت در هر سطح بوده و بیانگر بیشترین یا کمترین نوسان قیمتی هر محصول می‌باشد. از سوی دیگر، مقایسه اختلاف بین قیمت تولیدکننده و خرده فروشی می‌تواند میزان فشار قیمتی بر مصرف کننده و کاهش سهم درآمدی تولیدکننده را روشن سازد (جدول ۱).

جدول ۱- هزینه محصولات مورد ارزیابی در مراحل مختلف انتقال قیمت از تولید تا مصرف و بررسی میزان حاشیه بازار در سال ۱۴۰۴.

نوع محصول	هزینه تمام شده	میانگین قیمت		میانگین قیمت خرده‌فروشی	میانگین قیمت خرده فروشی در غرف
		تولیدکننده	عمده‌فروشی	مغازه های سطح شهر تهران	سازمان میادین شهرداری تهران
سیب تابستانه	۲۵۱۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۸۶۰۰۰۰	۱۳۹۸۱۰۰	۹۵۰۰۰۰
گلابی	۳۲۹۰۰۰	۷۹۰۰۰۰	۹۵۰۰۰۰	۱۷۵۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰
آلبالو	۵۹۰۰۰۰	۸۱۵۰۰۰	۹۷۵۰۰۰	۱۷۱۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰
گیلاس	۵۷۳۰۰۰	۱۲۵۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	۲۰۵۰۰۰۰
آلو	۳۱۳۰۰۰	۵۲۵۰۰۰	۶۷۵۰۰۰	۱۳۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰
هلو	۳۴۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰	۱۴۲۵۰۰۰	۹۰۰۰۰۰
شلیل	۳۴۱۰۰۰	۶۵۰۰۰۰	۹۵۰۰۰۰	۱۵۲۵۰۰۰	۱۰۵۰۰۰۰

زردآلو	۴۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰	۸۲۵۰۰۰	۱۲۷۵۰۰۰	۹۵۰۰۰۰

*واحد تمامی هزینه های ذکر شده در جدول بر حسب ریال می‌باشد.

محاسبه حاشیه سود عمده فروشی و خرده فروشی کمک می‌کند تا سهم واسطه ها از ارزش افزوده محصول مشخص شود و محصولاتی که بیشترین سود واسطه‌ای دارند شناسایی گردند. به طور نمونه، بر اساس حاشیه سود محاسبه شده در هر مرحله در مورد سیب تابستانه، هزینه تمام شده تولید ۲۵۱.۰۰۰ ریال بوده، در حالی‌که میانگین قیمت خرده فروشی در سطح شهر به ۱.۳۹۸.۱۰۰ ریال رسیده است. نسبت قیمت مصرف کننده به تولید کننده (C/P) در این محصول حدود ۲.۸ برابر و شاخص کارایی بازار (MEI) معادل ۳۵.۷ درصد محاسبه شد. این ارقام نشان می‌دهد که ساختار بازار سیب تابستانه از کارایی پایین برخوردار بوده و بخش قابل‌توجهی از قیمت نهایی در اختیار واسطه‌ها قرار می‌گیرد. در مورد گیلاس، هزینه تمام‌شده تولید ۵۷۳.۰۰۰ ریال و میانگین قیمت خرده‌فروشی در سطح شهر ۲.۵۰۰.۰۰۰ ریال برآورد شده است. در این حالت، نسبت (C/P) برابر ۲.۰ و شاخص کارایی بازار ۵۰ درصد است؛ بنابراین، انتقال قیمت در زنجیره تأمین گیلاس نسبتاً کاراتر بوده و سهم تولیدکننده از ارزش نهایی محصول بیشتر است (جدول ۲).

جدول ۲- نسبت قیمت مصرف کننده به تولید کننده (C/P) و شاخص کارایی بازار (MEI) در خرده فروشی های سطح شهر تهران و غرف سازمان میادین شهرداری تهران به همراه حشایه بازار خرده فروشی و عمده فروشی در سال ۱۴۰۴.

	C/P (خرده فروشی سطح تهران)	MEI (خرده های شهر تهران)	C/P (غرف سازمان میادین شهرداری تهران)	MEI (غرف سازمان میادین شهرداری تهران)	حاشیه بازار عمده فروشی	حاشیه بازار خرده فروشی	حاشیه کل
سیب تابستانه	۲.۸	۳۵.۷٪	۱.۹	۵۲.۶٪	۳۶۰۰۰۰	۵۳۸۱۰۰	۸۹۸۱۰۰
گلابی	۲.۲	۴۵.۱٪	۱.۵	۶۵.۸٪	۱۶۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰	۹۶۰۰۰۰
آلبالو	۲.۱	۴۷.۷٪	۱.۴	۶۷.۹٪	۱۶۰۰۰۰	۷۳۵۰۰۰	۸۹۵۰۰۰
گیلاس	۲.۰	۵۰.۰٪	۱.۶	۶۱.۰٪	۳۵۰۰۰۰	۹۰۰۰۰۰	۱۲۵۰۰۰۰
آلو	۲.۴	۴۰.۴٪	۱.۵	۶۵.۶٪	۱۵۰۰۰۰	۶۲۵۰۰۰	۷۷۵۰۰۰
هلو	۲.۸	۳۵.۰٪	۱.۸	۵۵.۵٪	۳۰۰۰۰۰	۶۲۵۰۰۰	۹۲۵۰۰۰
شلیل	۲.۳	۴۲.۶٪	۱.۶	۶۱.۹٪	۳۰۰۰۰۰	۵۷۵۰۰۰	۸۷۵۰۰۰
زردآلو	۲.۱	۴۷.۰٪	۱.۵	۶۳.۱٪	۲۲۵۰۰۰	۴۵۰۰۰۰	۶۷۵۰۰۰

*محاسبه سود حاشیه بازار بر اساس داده‌های جدول شماره ۱ می‌باشد و واحد آن ها بر حسب ریال است.

تحلیل شاخص‌های C/P و MEI نشان داد که کارایی بازار در میان محصولات مختلف تفاوت قابل توجهی دارد. محصولاتی مانند گیلاس و آلبالو با نسبت C/P پایین‌تر و شاخص MEI بالاتر، از ساختار بازاری کاراتر و سهم بیشتر تولیدکننده از ارزش نهایی محصول برخوردارند. در مقابل، محصولاتی چون سیب تابستانه و هلو با نسبت C/P بالا و کارایی پایین تر، نشان دهنده نقش پررنگ واسطه ها و انتقال نامتقارن قیمت در زنجیره تأمین هستند. این یافته ها لزوم اصلاح ساختار بازاریابی و اتخاذ سیاست‌های حمایتی برای کاهش حاشیه‌های غیرضروری و افزایش شفافیت بازار را برجسته می‌سازد.

نتیجه گیری

تحلیل روند قیمت در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی، به ویژه محصولات باغی، از تولیدکننده تا خرده‌فروشی، اطلاعات ارزشمندی درباره رفتار بازار و تأثیر سیاست‌های اقتصادی ارائه می‌دهد. تفاوت قیمت میان این سطوح بازتابی از هزینه های بازاریابی، حمل و نقل، انبارداری و قدرت چانه زنی واسطه ها است. این یافته ها می‌توانند به بهبود سیاست گذاری در زنجیره تأمین و افزایش کارایی بازار کمک کنند (Alam et al., 2010). با توجه به اهمیت زنجیره تأمین در توسعه اقتصادی و امنیت غذایی، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران و محققان به طراحی و اجرای سیستم های پیشرفته تر برای نظارت بر قیمت ها و کاهش حاشیه های غیر ضروری بپردازند. به ویژه، استفاده

از فناوری های نوین مانند سیستم های داده محور بر اساس اطلاعات پایش شده از بازار می‌تواند به شفافیت بیشتر در زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها کمک کند. این رویکرد می‌تواند به بهبود وضعیت کشاورزان و مصرف‌کنندگان نهایی منجر شود و در عین حال، پایداری اقتصادی و اجتماعی را تقویت کند. با توجه به یافته های تحقیق پیشنهاد می گردد سیاست گذاران با عنایت به ماهیت محصول و میزان حاشیه بازاریابی محاسبه شده محصولات و نیز بر اساس نتایج مختلف شاخص های محاسبه شده در این تحقیق نسبت به طراحی سبد حمایتی مشخص کالایی برای مدیریت بازار محصولات باغی اقدام نمایند.

منابع

چراغی، د. ۱۳۹۳. بررسی اثر سیاست‌های اقتصادی بر تنظیم بازار سیب درختی در ایران. بررسی‌های بازرگانی. ۱۱(۶۳): ۹۹–۱۱۷.

Alam, M. J., Begum, I. A., Buysse, J., McKenzie, A. M., Wailes, E. J. and Van Huylenbroeck, G. 2010. Testing asymmetric price transmission in the vertical supply chain in de-regulated rice markets in Bangladesh. Selected Paper.

Birthal, P., Negi, A. and Joshi, P. K. 2019. Understanding causes of volatility in onion prices in India. Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies. 9(3): 255–275.

D'Arcy, P., Norman, D. and Shan, S. n.d. Costs and margins in the retail supply chain.

Das, B. 2011. Prunus diversity-early and present development: A review. International Journal of Biodiversity and Conservation. 3(14).

FAO. 2023. FAOSTAT statistical database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved September 12, 2025, from https://www.fao.org/faostat/en/.

Jankovic, I., Kovačević, V. and Jeločnik, M. 2020. Production costs and market price of wheat behavior analysis as a support for hedging strategies. Ekonomika Poljoprivrede. 67(2): 495–509.

Kharin, S. 2015. Vertical price transmission along the diary supply chain in Russia. Studies in Agricultural Economics. 117(2): 80–85.

Pan, Z. and Zheng, X. 2023. Price volatility transmission of perishable agricultural products: Evidence from China. Economic Research-Ekonomska Istraživanja.

Persona, H. L., Figueiredo, A. M. and de Aguiar, D. R. D. 2019. Análise de assimetria na transmissão de preços por meio de Modelos VEC: Aplicação à cadeia produtiva de carne bovina. Economia Aplicada. 23(4): 5–26.

Płonka, A. and Paluch, Ł. 2016. Relation between prices of food products and agriculture products as an element of assess the economic trends in Polish agriculture. SJ-Economics Scientific Journal. 22(3): 30–40.

Roeger, E. and Leibtag, E. S. 2011. Food commodity cost pass-through to food prices not uniform. Amber Waves.

Sharafi, Y. 2011. Investigation on pollen viability and longevity in Malus pumila L., Pyrus communis L., and Cydonia oblonga L., in vitro. Journal of Medicinal Plants Research. 5: 2232–2236.

Sharma, P., Meena, D. C. and Anwer, M. E. 2025. Asymmetric price transmission in perishable crops value chain: A NARDL approach. Agribusiness. 41(2): 588–611.

Shuai, Z. and Wan, Z. 2025. A study on benefit distribution of agricultural product quality governance under the perspective of digital supply chain. Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika). 71(7): 357–377.

Tefera, T. 2014. Analysis of chickpea value chain and determinants of market options choice in selected districts of Southern Ethiopia. Journal of Agricultural Science. 6(10): 26.

Analysis of Price Trends of Selected Horticultural Products at the Producer, Wholesale, and Retail Levels and the Producer's Share of the Final Price

Ali Barabari[1*] and Amirhossein Nikpendar[2]
1. Horticultural Sciences Research Institute, Karaj, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: a.barabari6767@gmail.com*

Abstract

The present study aims to analyze the price transmission process along the horticultural supply chain, from producers to retailers. For this purpose, data on several selected products including apple, pear, sour cherry, sweet cherry, plum, peach, nectarine and apricot were collected across different market levels in the year 2025 and the Consumer-to-Producer Price Ratio (C/P) and Market Efficiency Index (MEI) were calculated. The results revealed that the price gap between producers and final consumers, in addition to transportation, storage, and marketing costs, is significantly influenced by intermediaries' bargaining power and profit margins. Among the evaluated products, sweet cherry and sour cherry, with lower C/P and higher MEI, demonstrated relatively higher efficiency in price transmission and a greater producer share of the final product value. In contrast, products such as summer apple and peach exhibited higher C/P and lower efficiency, reflecting an asymmetric market structure and high intermediary profit margins. The findings showed that the average market efficiency in municipal fruit and vegetable markets was higher than that in city-level retail shops, indicating the positive role of regulatory mechanisms and price transparency in reducing market margins. Overall, the results emphasize the importance of revising the market management of horticultural products, designing targeted support policies, and utilizing data-driven technologies to enhance supply chain efficiency and improve the distribution of benefits between producers and consumers.

Keywords: Consumer, Horticultural production, Marketing margin, Price, Producer.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کرونا: کشاورزی، گل های شاخه بریده و گزینه های جایگزین

عطیه اورعی[1*]، تکتم اورعی[2] و علی تهرانی‌فر[2]
۱- گروه علوم گیاهی، گیاهان دارویی، موسسه آموزش عالی اقبال لاهوری مشهد، مشهد، ایران
۲- گروه باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: a.oraee@eqbal.ac.ir

چکیده

در برهه‌ای از زمان جمعیت جهان با عفونت ویروس جدید کرونا (SARS-CoV-2) مواجه شد که مسئول بیماری معروف به کووید-۱۹ بود. اولین موارد ابتلا در دسامبر ۲۰۱۹ در ووهان (چین) گزارش شد که آن مسئله بزرگ‌ترین مشکل بهداشت جهانی به شمار می‌رفت. همانطور که در مورد دیگر همه‌گیری‌های گذشته مانند آنفلوآنزا اسپانیایی، آنفلوآنزا آسیایی، سارس، ابولا، آنفلوآنزای خوکی و غیره، شاهد بودیم، اقدامات قرنطینه لازم تاثیرات منفی شدیدی بر فعالیت‌های بشری و در نتیجه بر اقتصاد جهانی داشته است. شاخص‌های سلامت و اقتصاد آسیب دید و انواع صنایع به نوعی تحت تأثیر قرار گرفتند. تجارت جهانی کالاها بر اثر کووید-۱۹ بین ۱۳٪ تا ۲۲٪ کاهش یافت. همانطور که انتظار می‌رفت، اثرات منفی نیز در بخش کشاورزی مشاهد شد. کشاورزی نقش حیاتی در تضمین امنیت غذایی دارد و همچنین نقش مهمی در توسعه جمعیت ایفا می‌کند. این همه‌گیری تأثیر زیادی بر کشاورزی گذاشت و منجر به خسارات اقتصادی قابل توجه و تغییرات قابل توجهی شد. همچنین، در طول همه‌گیری کووید-۱۹، با اجرای محدودیت‌های منطقه‌ای، فاصله‌گذاری اجتماعی، کار از خانه و رعایت پروتکل‌های بهداشتی سخت، تقاضا برای گل‌های شاخه‌ای به شدت کاهش یافته بود. در نتیجه، کشاورزان گل‌های شاخه‌ای با بحران مالی بی‌سابقه‌ای روبرو شدند که فعالیت اقتصادی کل منطقه روستایی که در آن ساکن بودند را مختل کرد به نحویکه تا ۹۰ درصد تولیدات گیاهی دور ریخته شد. در عین حال، اثرات غیرمستقیم این بیماری بر کشاورزی عبارتند از: الف) کاهش دوز و فرکانس مصرف کود و آفت‌کش‌ها بر روی گیاهان؛ ب) جایگزینی گل‌ها با محصولات دیگر؛ ج) کمک‌های مالی ارائه شده توسط دولت ؛ د) اجرای سیاست‌های تسهیل اعتباری؛ و و) گسترش تبلیغات از طریق رسانه‌های اجتماعی بود.

واژه‌های کلیدی: بخش کشاورزی، بیماری‌های واگیردار، چرخه غذایی، گیاهان زینتی.

مقدمه

تاثیر کرونا بر چرخه غذایی (میوه‌ها و سبزی ها)

ویروس کووید-۱۹ باعث توقف و تغییر در روند عادی زنجیره تأمین مواد غذایی شد (Velavan and Meyer, 2020). عفونت‌ها، اقدامات قرنطینه و محدودیت‌ها منجر به تأخیر در تحویل نهاده‌های کشاورزی، عدم حضور کارگران فصلی، عدم برداشت محصولات، انباشته شدن کالاها و اختلال در شبکه توزیع شد که گاهی منجر به کمبود محصولات در فروشگاه‌های مواد غذایی گردید (Singh et al., 2021). بنابراین، مشخص است که مشکلات ممکن است در مراحل مختلف زنجیره تأمین مواد غذایی ظاهر شوند و جریان منظم غذا و خدمات را از تولید اولیه تا مصرف نهایی مختل کردند (Gray et al., 2020). از جمله مشکلات، کمبود نهاده‌های کشاورزی مانند بذر، کود و سموم بود که به ویژه به محدودیت‌های تجارت جهانی بستگی داشت. با توجه به اینکه چین یکی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان اصلی کود در جهان است، قرنطینه تأثیر شدیدی بر تجارت بین‌المللی کشورهای دیگر گذاشت (Poudel et al., 2020). همچنین به دلیل محدودیت‌های حرکت کارگران فصلی و مهاجر در سراسر جهان بر نیروی کار تأثیر گذاشت. بخش‌هایی که بیشترین تأثیر را از کمبود نیروی کار دریافت نمودند، شامل باغداری، کاشت، برداشت و فرآوری محصولات کشاورزی بود (Roubic et al., 2022).

از آنجا که تولید محصولات پایه در کشورهای توسعه‌یافته به شدت مکانیزه بود، کمتر تحت تأثیر این شرایط قرار گرفت، در حالی که تولید محصولات نیازمند نیروی کار بیشتر مانند گل های شاخه بریده، میوه و سبزیجات، که به نیروی انسانی بیشتری نیاز دارند، آسیب بیشتری دیدند (Lioutas et al., 2021) به دلیل کمبود نیروی کار، برداشت چندین محصول متوقف شد که در نتیجه منجر به خسارات شدید غذایی و اقتصادی شد. برعکس، در موارد دیگر، پس از برداشت، تجمع محصولات رخ داد و کشاورزان مجبور شدند محصولات خود را برای مدت طولانی نگهداری کنند که این موضوع باعث کاهش کیفیت گیاهان و افزایش هزینه‌های تولید شد.

طبق گزارش FoodService Instituut (۲۰۲۱)، صنعت خدمات غذایی در هلند در سال ۲۰۲۰ حدود ۷/۱ میلیارد یورو ضرر دید. صنعت گردشگری ۴۱/۵ درصد از گردش مالی خود را از دست داد، در حالی که سوپرمارکت‌ها گردش مالی خود را به میزان ۱/۸ میلیارد یورو افزایش دادند. این افزایش تا حدی ممکن است به پدیده خریدهای هیجانی مصرف‌کنندگان نسبت داده شود، رفتاری که معمولاً توسط افرادی که در آستانه یا در حین وقوع فاجعه، مقادیر زیادی از محصولات را خریداری می‌کنند، نشان داده می‌شود (Loxton et al., 2021). علاوه بر این، تجارت الکترونیک نیز ممکن است در این افزایش نقش داشته باشد. مطالعه‌ای از موسسه خدمات بازار کشاورزی و مواد غذایی ایتالیا نشان داد که در ایتالیا، فروش در بازارهای محلی و خیابانی که در دوره‌های بحرانی خاصی از این بیماری تعطیل بودند، به شدت کاهش یافت، در حالی که حدود ۵۰ درصد خریدها در فروشگاه‌های بزرگ و سوپرمارکت‌ها متمرکز شد. پس از کمبود محصولاتی مانند میوه‌ها، سبزیجات و کالاهای فاسدشدنی نیز مشاهده شد. این وضعیت منجر به تغییر در الگوی خرید خانواده‌ها شد (Adams et al., 2020).

چندین مطالعه، تغییراتی در عادات غذایی و رفتار روزمره مصرف‌کنندگان نشان داده‌اند، به نحوی که فروش سبزیجات یخزده در اوج قرنطینه ۲۵ درصد افزایش یافته و پس از آن در سال بعد (۱۴/۶ درصد) بالاتر از سال قبل بود (Nicola et al., 2020). برکاله و واکارو (۲۰۲۰) گزارش دادند که مصرف میوه و سبزیجات در مراحل اولیه کووید-۱۹ کاهش یافته، اما بعدها افزایش یافته است. سیاست‌هایی که افراد را مجبور به ماندن در خانه کرد، فرصت بیشتری برای آزاد کردن وقت فراهم نمود. احساس داشتن ساعت‌های بیشتر در روز، لذت جدیدی در پخت‌وپز ایجاد کرد؛ تهیه غذا همچنین می‌تواند به عنوان فعالیتی خلاقانه برای کاهش استرس عمل کند. افزایش مثبت در فعالیت‌هایی مرتبط با تهیه و انتخاب غذاهای سالم مشاهده شده است. مردم شروع به جستجوی محصولاتی کردند با غلظت بالای مواد مغذی مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌ها که می‌توانست سیستم ایمنی بدنشان را تقویت کنند (Coulthard et al., 2021).

تاثیر کرونا بر گل های زینتی و شاخه بریده

علاوه بر بخش غذایی، تأثیر وضعیت اضطراری بر بخش زینتی نیز مشاهده شد و در طول همه‌گیری کووید-۱۹، کاهش تقاضا برای گل‌های شاخه بریده، گیاهان زینتی، درختان و گل های پیازها رخ داد (Mitra et al., 2022). محدودیت‌های پروازهای بین‌المللی و حمل‌ونقل بار، تأثیر زیادی بر حرکت مواد و خدمات در زنجیره‌های تأمین داشتند. مراسم عروسی، تشییع جنازه و سایر رویدادهای عمومی/اجتماعی در سراسر جهان متوقف یا به شدت محدود شدند، که این امر منجر به کاهش قابل توجه در تقاضا برای این محصولات شد. خسارات مالی قابل توجهی برای برخی اقلام کشاورزی لوکس و فاسدشدنی مانند گل‌های شاخه بریده وارد شد. برای مثال، روزنامه نیویورک تایمز گزارش داد که از ابتدای قرنطینه تا آوریل ۲۰۲۰، کشاورزان گل هلندی حدود ۴۰۰ میلیون گل که به دلیل فراگیری این بیماری فروخته‌نشدند را نابود کردند (Liotas et al., 2021)، یا آنها را به بیمارستان‌ها یا حتی رهگذران در خیابان‌ها اهدا کردند. بخش زینتی در سراسر جهان دارای ارزش اجتماعی-اقتصادی قوی است. در واقع، محصولات زینتی به طور مثبت بر کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارند و همچنین مزایای قابل توجهی در سلامت روان و فعالیت‌های اجتماعی دارند. در برخی موارد، فروش گیاهان خانگی افزایش یافته است، احتمالاً به این دلیل که تصور می‌شده است که این کالاها در غلبه بر استرس ناشی از قرنطینه خانگی مؤثر هستند. در نظرسنجی‌ای که در سال ۲۰۲۱ انجام شد، مصاحبه‌شوندگان اعلام کردند که انگیزه آن‌ها برای داشتن گیاهان در خانه در دوره قرنطینه به نفع افزایش گیاهان داخلی تغییر کرده است. تعداد کل شرکت‌کنندگان در پرسشنامه ۴۲۰۵ نفر بود. پاسخ‌ها از ۴۶ کشور جهان جمع‌آوری شد؛ به طور خاص، بیش‌ترین پاسخ‌ها از برزیل (۲۹.۶ درصد)، یونان (۲۳.۸ درصد)، اسپانیا (۱۹.۶ درصد) و ایتالیا (۹.۴ درصد) دریافت شد (Pérez-Urrestarazu et al., 2021).

نیاز به گیاهان زینتی و گل‌ها احتمالا کاهش نیافته است، اما در دسترس بودن آن‌ها در بازار تقریباً صفر بود. از آوریل ۲۰۲۰، فروش‌های Royal FloraHolland به طور میانگین هر هفته ۵۰ درصد نسبت به سال قبل کاهش داشت (Craig et al., 2020). با بالاترین تراکم گیاه در هر هکتار، اتحادیه اروپا یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان است، اما همچنین صادرکننده و مصرف‌کننده گل‌ها و گیاهان زینتی نیز می‌باشد. ارزش کل تولیدات حدود ۲۰ میلیارد یورو تخمین زده می‌شود که شامل ۴۴ درصد از کل تولید جهانی گل و گیاهان گلدانی است. مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده در اتحادیه اروپا، هلند، ایتالیا، آلمان، فرانسه و اسپانیا هستند (Darras et al., 2020). برآورد می‌شود که بخش زینتی اتحادیه اروپا از آغاز فراگیری حدود ۴ میلیارد یورو ضرر کرده باشد. کنیا و اتیوپی نیز تولیدکنندگان مهم گیاهان زینتی و گل‌ها، به ویژه رزها، هستند. هفتاد درصد از گل‌های شاخه بریده کنیا عمدتاً از طریق مزایده‌های هلند به اروپا فروخته می‌شود. باید توجه داشت که بیماری در حدود فروردین ۲۰۲۰، همزمان با شروع فصل بهار، آغاز شد؛ زمانی که بیشترین گردش مالی برای این بخش به دست می‌آمد. علاوه بر کاهش فروش، به دلیل بسته بودن فروشگاه‌ها و ناتوانی مردم در ترک منازلشان به دلیل محدودیت‌ها، درخواست برای گیاهان زینتی کاهش یافته است. در ایتالیا، از تاریخ ۲۲ فروردین ۲۰۲۰، مقررات جدیدی (مصوبه قانونگذاری ۲۲ مارس ۲۰۲۰) در جهت حمایت از این بخش تصویب شد که بر اساس آن تولید، حمل‌ونقل و بازاریابی «محصولات کشاورزی» همچنین فروش‌های خرده‌فروشی بذر، گیاهان زینتی و گل‌ها، گیاهان گلدانی، کود و غیره مجاز است. در تاریخ ۴ اردیبهشت ۲۰۲۰، اتحادیه اروپا بسته‌ای از اقدامات را برای حمایت از بخش غذا و کشاورزی و کاهش اثرات شیوع کووید-۱۹ اعلام کرد (Bulgari et al., 2021). در ایران نیز تولیدکنندگان گل شاخه بریده ۹۰ درصد از تولیدات خود را دور ریخته اند. صادرات گل و گیاه زینتی کشور در آن دوران عملا متوقف شده بود و هیچ محصولی از این نوع از کشور خارج نشد (خبرگزاری گار ایران، ۱۳۹۹). ایجاد موج بیکاری در کارگران گلخانه‌هایی که با بحران تولید و فروش گل و گیاهان زینتی روبرو شده‌اند. عدم برگزاری نمایشگاه‌های گل و گیاهان زینتی در سه ماهه اول سال شیوع بیماری که آسیب به فرهنگ مصرف گل و زیان اقتصادی به صنعت نمایشگاه‌ها را سبب شده و همچنین در کاهش فروش سالانه این نمایشگاه ها هم تاثیر داشته است (اعتماد انلاین، ۱۳۹۹).

روش های جایگزین برای گل‌های شاخه بریده در دوران کرونا

تحت تأثیر قرنطینه ناشی از همه‌گیری COVID-19، کشت و تجارت گل‌ها به شدت تحت تأثیر قرار گرفت. گیاهان گل‌دار در فرآیند برداشت بسیار حساس هستند و هر تأخیر غیرمنتظره‌ای ممکن است خسارت زیادی (~۵۰–۶۰٪) به کشاورزان وارد کند. در دوران قرنطینه، دسترسی به نیروی انسانی و محدودیت در حمل‌ونقل، عرضه گل به بازار را مختل کرده است. بنابراین، چند گزینه جایگزین برای کشاورزان پیشنهاد شده است، از جمله تبدیل گل‌های تزیینی (مانند آنتوریوم، استار، آمارانتوس، قرنفل، شقایق، رزماری و غیره) و دسته‌های گل (مانند مینا چمنی، آهار، زینیا، استاتیس، سرخس‌ها، اکالیپتوس، ماگنولیا و غیره) به محصولات ارزش‌افزوده از طریق فناوری‌های خشک‌کردن (kumar et al., 2024). روش‌های مختلف خشک‌سازی مانند هوای گرم، خشک‌سازی توسط نورخورشیدی، فشار خشک‌سازی، انجماد خشک، خشک‌سازی درون‌پنهان، خشک‌سازی با گلیسیرین، خشک‌سازی در مایکروویو و خشک‌سازی پلی‌استر می‌توانند در دمای اتاق (~۲۵ درجه سانتی‌گراد) برای خشک‌سازی گل‌ها استفاده شوند. این تکنیک‌های خشک‌سازی گل و برگ بسیار ساده بودند و حتی افراد بدون مهارت نیز می‌توانند آنها را اجرا کنند. علاوه بر این، این روش‌ها برای جوانان و زنان به ایجاد اشتغال خودکفا کمک نمود و درآمد بیشتری نسبت به فروش گل‌های تازه ایجاد نمود (Chakrabarty and Datta, 2021).

نتیجه‌گیری

هدف از این مرور، خلاصه کردن برخی از اثرات اصلی است که کووید-۱۹ بر بخش باغبانی جهانی است. این بررسی بر اساس تغییرات مشاهده شده تا کنون در کل سیستم تولید غذا و همچنین عادات جدید مصرف‌کنندگان انجام شده است. این رویکرد به ما امکان داد تا نقاط ضعف و فرصت‌های ناشی از بحران را برجسته کنیم. این مرور نگاهی به وضعیت قبل و بعد از بیماری دارد، داده‌های اقتصادی موجود، نمونه‌هایی از تغییرات سازمانی که تولیدکنندگان برای مقابله با اثرات منفی ویروس کرونا اتخاذ کرده‌اند و نمونه‌هایی از تغییرات در عادات غذایی مردم را گزارش می‌دهد. همچنین، تغییرات در بخش تزئینی، مرتبط با صنعت گل و لذت‌های جدید مردم مانند باغبانی و پرورش، مورد

بررسی قرار گرفتند. به دلیل نبود اطلاعات و داده‌های تثبیت‌شده، در حال حاضر امکان ارائه دیدی کامل درباره تأثیرات این بیماری بر بخش باغبانی وجود ندارد. در واقع، گزارش‌ها و اسناد از سوی نهادها و دولت‌ها هنوز در دسترس نیستند. نتیجه این مطالعه می‌تواند تفکرات و پیشنهاداتی در زمینه تدوین برنامه‌های استراتژیک کوتاه‌مدت و بلندمدت برای غلبه یا کاهش اثرات این بیماری و توسعه مقاومت زنجیره تأمین مواد غذایی ارائه دهد.

منابع

Adams, E. L., Caccavale, L. J., Smith, D. and Bean, M. K. 2020. Food insecurity, the home food environment, and parent feeding practices in the era of COVID-19. Obesity. 28: 2056–2063.

Bracale, R. and Vaccaro, C. M. 2020. Changes in food choice following restrictive measures due to COVID-19. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 30: 1423–1426.

Bulgari, R., Petrini, A., Cocetta, G., Nicoletto, C., Ertani, A., Sambo, P. and Nicola, S. 2021. The impact of COVID-19 on horticulture: Critical issues and opportunities derived from an unexpected occurrence. Horticulturae. 7(6): 124.

Chakrabarty, S. and Datta, S. K. 2021. Value addition: Dehydration of flowers and foliage and floral craft. In: Datta, S. K. and Gupta, Y. C. (Eds.), Floriculture and ornamental plants. Handbooks of crop diversity: Conservation and use of plant genetic resources. Singapore: Springer.

Coulthard, H., Sharps, M., Cunliffe, L. and van den Tol, A. 2021. Eating in the lockdown during the COVID-19 pandemic: Self-reported changes in eating behaviour, and associations with BMI, eating style, coping and health anxiety. Appetite. 161: 105082.

Craig, V. 2020. COVID-19 wilts global flower trade, even as spring weather blossoms. Available online: https://www.marketplace.org/2020/04/29/covid-19-flower-industry-springtime/ (accessed on 28 August 2020).

Darras, A. I. 2020. Implementation of sustainable practices to ornamental plant cultivation worldwide: A critical review. Agronomy. 10: 1570.

FoodService Instituut. Available online: https://fsin.nl/ (accessed on 25 February 2021).

Gray, R. S. 2020. Agriculture, transportation, and the COVID-19 crisis. Canadian Journal of Agricultural Economics. 68: 239–243.

Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2023. Efficiency of nanoemulsion of essential oils to control Botrytis cinerea on strawberry surface and prolong fruit shelf life. International Journal of Food Microbiology. 384: 109979.

Lioutas, E. D. and Charatsari, C. 2021. Enhancing the ability of agriculture to cope with major crises or disasters: What the experience of COVID-19 teaches us. Agricultural Systems. 187: 103023.

Loxton, M., Truskett, R., Scarf, B., Sindone, L., Baldry, G. and Zhao, Y. 2020. Consumer behaviour during crises: Preliminary research on how coronavirus has manifested consumer panic buying, herd mentality, changing discretionary spending and the role of the media in influencing behaviour. Journal of Risk and Financial Management. 13: 166.

Mitra, S., Dipto, M. R. A., Prodhan, M. M. H., Nahar, T., Khan, M. A. R. and Hajong, P. 2022. Does COVID-19 affect the flower growers' wellbeing, profitability, efficiency and technological shifts? An empirical study. Journal of Agriculture and Food Research. 9: 100350.

Nazari, F. and Koshesh Saba, M. 2017. Combination effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) with ajowan essential oil and silver nanoparticles on postharvest life of gerbera (Gerbera jamesonii) cut flowers. HortScience. 52(11): 1–6.

Nicola, S., Ferrante, A., Cocetta, G., Bulgari, R., Nicoletto, C., Sambo, P. and Ertani, A. 2020. Food supply and urban gardening in the time of COVID-19. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture. 77: 141–144.

Pérez-Urrestarazu, L., Kaltsidi, M. P., Nektarios, P. A., Markakis, G., Loges, V., Perini, K. and Fernández-Cañero, R. 2021. Particularities of having plants at home during the confinement due to the COVID-19 pandemic. Urban Forestry & Urban Greening. 59: 126919.

Poudel, P. B., Poudel, M. R., Gautam, A., Phuyal, S., Tiwari, C. K., Bashyal, N. and Bashyal, S. 2020. COVID-19 and its global impact on food and agriculture. Journal of Biology and Today's World. 9: 221.

Roubík, H., Lošťák, M., Ketuama, C. T., Procházka, P., Soukupová, J., Hakl, J. and Hejcman, M. 2022. Current coronavirus crisis and past pandemics—What can happen in post-COVID-19 agriculture? Sustainable Production and Consumption. 30: 752–760.

Singh, S., Kumar, R., Panchal, R. and Tiwari, M. K. 2021. Impact of COVID-19 on logistics systems and disruptions in food supply chain. International Journal of Production Research. 59: 1993–2008.

Velavan, T. P. and Meyer, C. G. 2020. The COVID-19 epidemic. Tropical Medicine & International Health. 25: 278–280.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

COVID-19: Agriculture, cut flowers, alternative options

Atiyeh Oraee[1*], Toktam Oraee[2] and Ali Tehranifar[2]
1. Department of Plant Sciences, Iqbal Lahoori Institute of Higher Education of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Department of Horticulture and Green Spaces, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, ran
Corresponding Author: a.oraee@eqbal.ac.ir

Abstract

At some point in time, the global population faced an infection caused by the novel coronavirus virus (SARS-CoV-2), which was responsible for the disease known as COVID-19. The first cases were reported in December 2019 in Wuhan, China, marking it as the world's largest public health crisis. As seen with other past pandemics such as the Spanish flu, Asian flu, SARS, Ebola, Swine flu, and others, quarantine measures had severe negative impacts on human activities and consequently on the global economy. Health and economic indicators were adversely affected, and various industries experienced disruptions in some form. International trade of goods decreased by between 13% and 22% due to COVID-19. As expected, negative effects were also observed in the agricultural sector. Agriculture plays a vital role in ensuring food security and also contributes significantly to population development. This pandemic greatly impacted agriculture, leading to substantial economic losses and notable changes and up to 90% of plant products were thrown away. Additionally, during the COVID-19 pandemic, the implementation of regional restrictions, social distancing, work-from-home policies, and strict adherence to health protocols caused a sharp decline in demand for cut flowers. As a result, flower farmers faced an unprecedented financial crisis, disrupting the economic activities of the entire rural region where they resided. Meanwhile, the indirect effects of this disease on agriculture include: a) reduction in the dosage and frequency of fertilizer and pesticide application on plants; b) substitution of flowering plants with other crops; c) financial aid provided by the government; d) implementation of credit facilitation policies; and e) expansion of advertising through social

Keywords: Floriculture, Plant propagation, Pomology, Postharvest physiology, Vegetable crops.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

چشم‌اندازهای جهانی باغبانی‌درمانی: کاربردها، مزایا و پشتوانه‌های پژوهشی

پدرام عصار[1*] و لیلا تقی پور[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران
*نویسنده مسئول: *Pedramassar@gmail.com; Pedramassar@jahromu.ac.ir*

چکیده

باغبانی‌درمانی (Horticultural Therapy, HT) رویکرد درمانی ساختارمند و مبتنی بر شواهدی است که از فعالیت‌های باغبانی تحت نظارت حرفه‌ای برای ارتقای بهزیستی جسمی، روان‌شناختی، شناختی و اجتماعی بهره می‌گیرد. این رویکرد که ریشه در سنت‌های کهن، از باغ‌های بین‌النهرین و ایرانی تا کاربردهای بالینی نوین، دارد، به مداخله‌ای پذیرفته‌شده در نظام سلامت تبدیل شده است؛ به‌ویژه از زمان احیای مجدد آن در ایالات متحده در دهه ۱۹۷۰ برای درمان کهنه‌سربازان جنگ. برخلاف مبادرت به باغبانی به شیوه عمومی و سلامت محور (Therapeutic Horticulture, TH)، باغبانی‌درمانی هدف‌محور و مبتنی بر اهداف بالینی است و فعالیت‌های مشخصی مانند مراقبت از گیاه، باغبانی گروهی و درگیری حسی را در بر می‌گیرد. در سطح جهانی، باغبانی‌درمانی به‌ویژه در ژاپن، کره و به‌طور فزاینده در بخش‌هایی از اروپا گسترش یافته است. توسعه این رویکرد با روندهای جمعیتی جهانی، به‌ویژه سالمندی جمعیت، هم‌راستا بوده و با پویش گسترده‌تر «مراقبت سبز» هم‌خوانی دارد؛ پویشی که بر مداخلات مبتنی بر طبیعت برای کاهش تنش‌های زندگی شهری تأکید دارد. پژوهش‌ها اثربخشی باغبانی‌درمانی را در گروه‌های سنی مختلف و در شرایط گوناگون سلامت روان تأیید کرده‌اند و بهبود در قدرت جسمانی، تعادل، خواب، کاهش اضطراب و افسردگی، و ارتقای خلق را نشان داده‌اند. مزایای شناختی این رویکرد نیز، به‌ویژه در سالمندان و افراد مبتلا به زوال عقل، به‌خوبی مستند شده است. باغبانی‌درمانی از سازگاری بالایی برخوردار است و در محیط‌های متنوعی، از فضاهای بالینی تا باغ‌های اجتماعی، و در بسترهای فرهنگی گوناگون اجرا می‌شود. الگوهای شرق آسیا غالباً مبانی فلسفی‌ای مانند کنفوسیوسیسم و تائوئیسم را با قالب‌های ترکیبیِ فضاهای سرپوشیده–روباز تلفیق می‌کنند. گروه‌های خاصی، از جمله زنان روستایی، پناهندگان و افراد دارای اختلالات سلامت روان، افزایش قابل توجهی در بهزیستی، حس استقلال و یکپارچگی اجتماعی نشان داده‌اند. با وجود پشتوانه قوی شواهد، بخش زیادی از پژوهش‌ها همچنان در آسیا متمرکز است که این امر نیاز به اعتبارسنجی میان‌فرهنگی گسترده‌تر و روش‌شناسی‌های استاندارد را برجسته می‌سازد. با تداوم رشد علاقه جهانی به درمان‌های مبتنی بر طبیعت، انتظار می‌رود باغبانی‌درمانی به بخشی هرچه مهم‌تر از نظام‌های سلامت عمومی، مراقبت از سالمندان و خدمات سلامت روان در سراسر جهان تبدیل شود.

واژه‌های کلیدی: باغبانی‌درمانی، باغبانی عمومی سلامت محور، درمان مبتنی بر طبیعت، مداخله در سلامت روان، مراقبت سبز.

مقدمه

باغبانی‌درمانی (Horticultural Therapy, HT) توسط انجمن آمریکایی باغبانی‌درمانی به‌صورت «مشارکت در فعالیت‌های باغبانی که به‌وسیله یک درمانگر ثبت‌شده باغبانی‌درمانی تسهیل می‌شود تا اهداف مشخصی را در چارچوب یک برنامه درمانی، توان‌بخشی یا حرفه‌آموزیِ از پیش تعیین‌شده محقق سازد» تعریف شده است (Chen et al., 2018). پیشینه آن از باغ‌های بین‌النهرین و ایرانی تا ظهور دوباره آن در ایالات متحده در دهه ۱۹۷۰ امتداد می‌یابد (Rogatka et al., 2020; Turovtseva et al., 2022). باغبانی‌درمانی به‌واسطه ماهیت ساختارمند و هدف‌محور خود از باغبانی عمومی سلامت محور (Therapeutic Horticulture, TH) متمایز می‌شود (Tredinnick-Rowe et al., 2018). فعالیت‌های رایج آن شامل مراقبت از گیاه، کارهای دستی و هنری، و باغبانی گروهی است (Chen et al., 2018). در شرق آسیا، فلسفه‌هایی مانند تائوئیسم و کنفوسیوسیسم بر برنامه‌های درمانیِ مبتنی بر فرهنگ محلی و دارای قالب ترکیبی تأثیر گذاشته‌اند (Chen et al., 2018; Lee et al., 2024).

گسترش جهانی و پذیرش باغبانی‌درمانی

باغبانی‌درمانی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ به‌گونه‌ای که ۲۵ درصد از جمعیت ژاپن، ۳۵ درصد از آمریکایی‌ها و ۴۰ درصد

از بریتانیایی‌ها برای سلامت خود با آن در تعامل هستند (Wood et al., 2016). این روند، بازتابی از ساختار جمعیتی سالمند است که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۲/۱ میلیارد نفر برسد (Lin et al., 2020). باغبانی‌درمانی پس از پذیرش اولیه در ایالات متحده، به ژاپن، کره و اروپا، به‌ویژه لهستان، گسترش یافت (Rogatka et al., 2020). در فاصله سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱، بیش از نیمی از پژوهش‌های مربوط به باغبانی‌درمانی در آسیا انجام شده‌اند؛ جایی که این رویکرد جایگاه مهمی در طرح‌های «مراقبت سبز» دارد (Wu et al., 2022). همه‌گیری کووید-۱۹ نیز مشارکت در این حوزه را افزایش داد (Altman et al., 2021) و دسترس‌پذیری و ظرفیت آن برای تنش زدایی را نمایان نمود (Turovtseva et al., 2022).

چارچوب‌های فرهنگی و روندهای منطقه‌ای در باغبانی‌درمانی

الگوهای متفاوتی از باغبانی‌درمانی در جهان وجود دارد. ژاپن و کره به دلیل ساختار جمعیتی سالمند، در پذیرش این رویکرد پیشگام هستند (Detweiler et al., 2012). اصطلاحات محلی، مانند «رفاه باغبانی» در تایوان، بازتاب‌دهنده زمینه‌های فرهنگی هر منطقه‌اند (Li et al., 2022). فلسفه‌های فرهنگی در چین، ادغام باغبانی‌درمانی در سامانه‌های درمانی را تشویق کرده‌اند (Lee et al., 2024). شکل نوین این رویکرد در انگلستان پدیدار شد و در ایالات متحده گسترش یافت و سپس در اروپا و لهستان نیز مورد پذیرش قرار گرفت (Rogatka et al., 2020). در سراسر جهان، طرح‌های مراقبت سبز با استفاده از تماس با طبیعت به مقابله با استرس ناشی از زندگی شهری می‌پردازند (Ohly et al., 2016). اگرچه ۶۰ درصد پژوهش‌های باغبانی‌درمانی در آسیا انجام می‌شود، یافته‌های حاصل نیازمند اعتبارسنجی گسترده‌تر در میان فرهنگ‌های مختلف هستند (Lee et al., 2024).

مزایای چندبُعدی باغبانی‌درمانی برای سلامت

باغبانی‌درمانی مزایای متعددی در حوزه‌های مختلف سلامت دارد (Wu et al., 2022). از نظر جسمانی، به بهبود حرکت، قدرت، کیفیت خواب، کاهش درد و فشار خون کمک می‌کند. از نظر روان‌شناختی، اضطراب و افسردگی را کاهش داده و خلق و تعادل هیجانی را بهبود می‌بخشد (Siu et al., 2020). از نظر اجتماعی، به‌ویژه در فرهنگ‌های فردگرا، اعتماد و انسجام اجتماعی را تقویت می‌کند (Spano et al., 2020). بیشترین کاهش استرس، به‌ویژه در سالمندان و مردان، با ۱۰۰ تا ۵۰۰ دقیقه درمان گزارش شده است (Lu et al., 2023). مزایای شناختی آن نیز، به‌ویژه در سالمندان، شامل افزایش تمرکز، توجه و کاهش خستگی است (Lin et al., 2020; Tu and Chiu, 2020). باغبانی‌درمانی خودکارآمدی و بهره‌وری را ارتقا می‌دهد و برای زنان روستایی (Kang et al., 2013) و افراد مبتلا به زوال عقل (Detweiler et al., 2012) نتایج مثبتی داشته است. نظام‌های مراقبت از سلامت نیز به دلیل فراگیری این روش و پیامدهای مثبت آن در روند بهبودی، به‌طور فزاینده‌ای از باغبانی‌درمانی استفاده می‌کنند (Altman et al., 2021).

کاربردهای هدفمند باغبانی‌درمانی در جمعیت‌های گوناگون

باغبانی‌درمانی برای طیف وسیعی از گروه‌های جمعیتی سودمند است. این رویکرد به‌طور معنی‌داری تنش را در سالمندان کاهش می‌دهد، از فرایند بهبودی حمایت می‌کند و در بیماران مبتلا به زوال عقل، توجه و تعادل هیجانی را بهبود می‌بخشد (Borella et al., 2023). همچنین، باغبانی‌درمانی موجب بهبود خلق و عملکرد ذهنی در افراد مبتلا به اسکیزوفرنی و افسردگی می‌شود (Zhu et al., 2016). زنان روستایی نیز از بهبود امیدواری و دسترسی به خدمات مراقبتی بهره‌مند می‌شوند (Kang et al., 2013). باغبانی‌درمانی به مدیریت انزوای اجتماعی، به‌ویژه در دوره همه‌گیری‌ها، کمک می‌کند (Turovtseva et al., 2022) و از طریق بهبود ارتباطات اجتماعی و امنیت غذایی، از ادغام پناهندگان در جامعه حمایت می‌کند (Altman et al., 2021). این رویکرد به بهبودی سریع‌تر، کامل‌تر و استقلال بلندمدت کمک می‌کند (Gonzalez et al., 2010).

اشکال، محیط‌ها و شیوه‌های باغبانی‌درمانی

باغبانی‌درمانی شامل موارد زیر است:

۱. باغبانی‌درمانی بالینی: با هدایت درمانگر و دارای اهداف ساختارمند (Chen et al., 2018).
۲. باغبانی عمومی سلامت محور: معطوف به بهزیستی عمومی و نه الزاماً مبتنی بر اهداف بالینی (Tredinnick-Rowe et al., 2018).
۳. باغبانی‌درمانی اجتماعی/اجتماع‌محور: پروژه‌های گروهی باغبانی (Briggs et al., 2022).
۴. باغبانی خانگی و اجتماعی: در فضاهای فردی یا اشتراکی (Harrison et al., 2023).
۵. مراقبت سبز: برنامه‌های گسترده‌تری که از طبیعت و حیوانات بهره می‌گیرند (Artz et al., 2017).

محیط‌های اجرایی از مراکز سرپوشیده تا باغ‌های روباز را شامل می‌شوند و در برنامه‌های آسیایی، اغلب به‌صورت ترکیبی به‌کار می‌روند (Wood et al., 2025). محیط‌های تخصصی شامل باغ‌های درمانی، حسی و شفابخش هستند (Chen et al., 2018). فعالیت‌های باغبانی-درمانی دامنه‌ای از کارهای دستی، کاشت، فعالیت‌های گروهی و آموزش را دربر می‌گیرد. البته با وجود پیامدهای مثبت قابل توجه، آگاهی عمومی نسبت به این حوزه در برخی مناطق هنوز محدود است (Chen et al., 2018).

شواهد تجربی و روندهای پژوهشی در باغبانی‌درمانی

پژوهش‌ها به‌طور گسترده از تأثیرات باغبانی‌درمانی بر سلامت روان، عملکرد شناختی و وضعیت روانی-اجتماعی حمایت می‌کنند. باغبانی اجتماع‌محور در ارتقای بهزیستی، عملکردی بهتر از باغبانی‌درمانی بالینی نشان داده است (Spano et al., 2020). آسیا به دلیل تناسب فرهنگی، بر فضای پژوهشی این حوزه غلبه دارد (Lee et al., 2024). باغبانی‌درمانی تنش را به‌طور مؤثری، به‌ویژه در سالمندان و مردان، کاهش می‌دهد (Lu et al., 2023). بهبودهای شناختی، گنجاندن این روش در نظام‌های مراقبت سلامت را توجیه می‌کنند (Tu and Chiu, 2020). مطالعات، بهبودهای مستمر در سلامت روان را در محیط‌های سرپوشیده، روباز و ترکیبی تأیید کرده‌اند (Wood et al., 2025). باغبانی‌درمانی برای گروه‌های محروم و کم‌برخوردار ارزشمند است و از بهبودی سریع و استقلال آن‌ها حمایت می‌کند (Tu, 2022). از تصاویر فضاهای سبز گرفته تا حضور در پارک‌ها، آثار آرام‌بخش باغبانی‌درمانی به‌خوبی مستند شده‌اند و این مهم بر کیفیت طراحی محیط‌های مراقبت از سلامت تأثیر گذاشته است (Starry et al., 2022). در دوره همه‌گیری کووید-۱۹، باغبانی‌درمانی موجب افزایش رضایت از زندگی، ذهن‌آگاهی، و کاهش استرس و احساس تنهایی شد (Yang et al., 2023). بااین‌حال، همچنان به طراحی مطالعات با کیفیت بالاتر و تنوع بیشتر در نمونه‌های پژوهشی نیاز است (Tu, 2022).

نتیجه‌گیری و جهت‌گیری‌های آینده

با افزایش علاقه جهانی به درمان‌های مبتنی بر طبیعت، باغبانی‌درمانی در آستانه ایفای نقشی روزافزون در بهداشت عمومی، مراقبت از سالمندان و خدمات سلامت روان قرار دارد. پژوهش‌های آینده باید بر روش‌شناسی‌های استاندارد، اعتبارسنجی میان‌فرهنگی، و ادغام در نظام‌های اصلی مراقبت سلامت تمرکز کنند تا ظرفیت درمانی و دسترس‌پذیری این رویکرد در سراسر جهان به حداکثر برسد.

منابع

Altman, G. and Patel, N. 2021. Horticultural therapy: An ancient technique in a modern world. DEV Sanskriti: Interdisciplinary International Journal. 17: 62–67.

Artz, B. and Bitler Davis, D. 2017. Green care: A review of the benefits and potential of animal-assisted care farming globally and in rural America. Animals. 7(4): 31.

Borella, E., Melendugno, A., Meneghetti, C., Murroni, V., Carbone, E., Goldin, G., Cavalli, R., Basso, A. and Pazzaglia, F. 2023. Effects of an outdoor horticultural activities program on cognitive and behavioral functioning, mood, and perceived quality of life in people with dementia: A pilot study. Frontiers in Psychology. 14: 1182136.

Briggs, R. N., Morris, P. G. and Rees, K. 2022. The effectiveness of group-based gardening interventions for improving wellbeing and reducing symptoms of mental ill-health in adults: A systematic review and meta-

analysis. Journal of Mental Health. 32: 787–804.

Chen, M., Lo, L. and Lou, S. 2018. Effects of strength-based approach horticultural therapy on primary students' resilience. Creative Education. 9: 2973–2991.

Detweiler, M. B., Sharma, T. R., Detweiler, J. G., Murphy, P. F., Lane, S., Carman, J., Chudhary, A. S., Halling, M. H. and Kim, K. Y. 2012. What is the evidence to support the use of therapeutic gardens for the elderly? Psychiatry Investigation. 9: 100–110.

Gonzalez, M. T., Hartig, T., Patil, G. G., Martinsen, E. W. and Kirkevold, M. 2010. Therapeutic horticulture in clinical depression: A prospective study of active components. Journal of Advanced Nursing. 66(9): 2002–2013.

Harrison, H., Burns, M., Darko, N. and Jones, C. 2023. Exploring the benefits of nature-based interventions in socio-economically deprived communities: A narrative review of the evidence to date. Perspectives in Public Health. 143: 156–172.

Kang, H., Min, S., Ha, Y. and Kang, J. 2013. The effects of horticultural therapy on the well-being and hope of women in rural Korea. The Journal of Nursing Care. 3: 1–6.

Lee, Y.-W., Chen, T.-T., Hsu, C.-W., Chen, M.-D., Lin, P.-Y., Huang, Y.-C., Hung, C.-F. and Chen, C.-R. 2024. Efficacy of horticultural therapy on positive, negative, and affective symptoms in individuals with schizophrenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Healthcare. 12(21): 2104.

Li, Y.-L., Li, F., Gui, Z. and Gao, W.-B. 2022. Promoting effect of horticultural therapy on college students' positive psychological quality. Frontiers in Psychology. 13: 864147.

Lin, T. Y., Huang, C. M., Hsu, H. P., Liao, J. Y., Cheng, V. Y., Wang, S. W. and Guo, J. L. 2020. Effects of a combination of three-dimensional virtual reality and hands-on horticultural therapy on institutionalized older adults' physical and mental health: Quasi-experimental design. Journal of Medical Internet Research. 22(11): e19002.

Lu, S., Liu, J., Xu, M. and Xu, F. 2023. Horticultural therapy for stress reduction: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Psychology. 14: 1086121.

Ohly, H. P., White, M. P., Wheeler, B. W., Bethel, A., Ukoumunne, O. C., Nikolaou, V. and Garside, R. 2016. Attention restoration theory: A systematic review of the attention restoration potential of exposure to natural environments. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B. 19: 305–343.

Rogatka, K. and Ziemkiewicz, K. 2020. Horticultural therapy in greenery design: Example of the "Światło" hospice in Toruń. Civil and Environmental Engineering Reports. 30: 1–22.

Siu, A. M. H., Kam, M. and Mok, I. 2020. Horticultural therapy program for people with mental illness: A mixed-method evaluation. International Journal of Environmental Research and Public Health. 17(3): 711.

Spano, G., D'Este, M., Giannico, V., Carrus, G., Elia, M., Lafortezza, R., Panno, A. and Sanesi, G. 2020. Are community gardening and horticultural interventions beneficial for psychosocial well-being? A meta-analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health. 17(10): 3584.

Starry, O., Viray, A., Park-Egan, B., Terway, A. C., Oxendahl, T. and Burdsall, T. 2022. A pilot study considering ecoroofs as therapeutic landscapes. Frontiers in Sustainable Cities. 4: 811306.

Tredinnick-Rowe, J., Taylor, T. and Tuohino, A. 2018. Public health and well-being innovation in the natural environment sector: Lessons from the UK and Finland. European Journal of Environment and Public Health. 2(2): Article 08.

Tu, H. M. 2022. Effect of horticultural therapy on mental health: A meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing. 29(4): 603–615.

Tu, H. M. and Chiu, P. Y. 2020. Meta-analysis of controlled trials testing horticultural therapy for the

improvement of cognitive function. Scientific Reports. 10: 14637.

Turovtseva, N. N., Bredikhina, Y. I., Pererva, V. and Gnilusha, N. 2022. Active garden therapy for the elderly and people with disabilities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1049: 012067.

Wood, C. J., Barton, J. and Wicks, C. L. 2025. Effectiveness of social and therapeutic horticulture for reducing symptoms of depression and anxiety: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Psychiatry. 15: 1507354.

Wood, C. J., Pretty, J. and Griffin, M. 2016. A case-control study of the health and well-being benefits of allotment gardening. Journal of Public Health (Oxford, England). 38(3): e336–e344.

Wu, Y.-T., Lee, A.-Y., Choi, N.-Y. and Park, S.-A. 2022. Psychophysiological responses of cut flower fragrances as an olfactory stimulation by measurement of electroencephalogram in adults. International Journal of Environmental Research and Public Health. 19(18): 11639.

Yang, Y., Kim, H., Kang, M., Kim, J. and Lee, J. 2023. The effectiveness of nature-based therapy for community psychological distress and well-being during COVID-19: A multi-site trial. Scientific Reports. 13: 22370.

Zhu, S., Wan, H., Lu, Z., Wu, H., Zhang, Q., Qian, X. and Ye, C. 2016. Treatment effect of antipsychotics in combination with horticultural therapy on patients with schizophrenia: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. Shanghai Archives of Psychiatry. 28(4): 195–203.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Global Perspectives on Horticultural Therapy: Applications, Benefits, and Evidence

Pedram Assar[1]* and Leila Taghipour[1]
1. Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
Corresponding Author: Pedramassar@gmail.com; Pedramassar@jahromu.ac.ir

Abstract

Horticultural Therapy (HT) is a structured, evidence-based therapeutic approach that utilizes gardening activities under professional supervision to promote physical, psychological, cognitive, and social well-being. Rooted in ancient traditions—from Mesopotamian and Persian gardens to modern clinical applications—HT has evolved into a widely accepted intervention in healthcare, particularly since its resurgence in the United States during the 1970s for treating war veterans. Unlike general therapeutic horticulture, HT is goal-oriented and clinically driven, incorporating specific activities such as plant care, group gardening, and sensory engagement. Globally, HT has gained momentum, particularly in Japan, Korea, and increasingly in parts of Europe. Its expansion parallels global demographic trends, especially population aging, and aligns with the broader "green care" movement, which emphasizes nature-based interventions for urban stress relief. Research confirms HT's effectiveness across age groups and mental health conditions, showing improvements in physical strength, balance, sleep, reduced anxiety, depression, and enhanced mood. Cognitive benefits are also well-documented, particularly among older adults and individuals with dementia. Horticultural Therapy proves highly adaptable, implemented in various settings—from clinical environments to community gardens—and across diverse cultural contexts. East Asian models often integrate philosophical underpinnings such as Confucianism and Taoism, supporting blended indoor-outdoor formats. Specific populations—including rural women, refugees, and people with mental health disorders—have shown substantial gains in well-being, autonomy, and social integration. Despite a strong evidence base, much of the research remains concentrated in Asia, highlighting the need for broader cross-cultural validation and standardized methodologies. As global interest in nature-based therapies continues to grow, HT is poised to become an increasingly integral part of public health, elder care, and mental health systems worldwide.

Keywords: General therapeutic horticulture; Green care; Horticultural therapy; Mental health intervention; Nature-based therapy.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان

فیروزه پورزرنگار [*۱]
۱- دکتری علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *firoozehpourzarnegar@gmail.com*

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان است. روش مورد استفاده در این پژوهش که یک پژوهش کاربردی است، روش میدانی می‌باشد و جامعهٔ آماری پژوهش تمامی فروشندگان محصولات کشاورزی در استان گیلان هستند که تعداد آن‌ها بر اساس جدول مورگان ۳۸۴ نفر تعیین گردید. ابزار گردآوری اطلاعات، پرسشنامه می‌باشد و به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از روش آماری توصیفی و استنباطی و نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که در بین عوامل ساختاری، طبیعی، اقتصادی، فردی و فرهنگی به‌عنوان عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان، عوامل اقتصادی با میانگین رتبه ۶/۴۵ بیشترین تأثیر و عوامل فرهنگی با میانگین رتبه ۴/۰۶ کمترین تأثیر را بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی دارند. به نظر می‌رسد نتایج این پژوهش بتواند نقش به‌سزایی در توسعه و ترویج کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تأثیر، باغبانی، کشاورزی، کارآفرینی، محصول.

مقدمه

امروزه کشورها و سازمان‌های بین‌المللی به این نتیجه رسیده‌اند که کارآفرینی تأثیری مثبت و مستقیم در بسیاری از فعالیت‌های مختلف کشورها داشته است (اقبال‌صفت رونقی و جعفری صیادی، ۱۳۹۳). مفهوم کارآفرینی در دهه‌های اخیر توجه جدی محافل علمی و سازمان‌های دولتی و خصوصی را به خود جلب نموده است. کارآفرینی، به فرایند خلق ارزش جدید از طریق یک تلاش متعهدانه با درنظر گرفتن ریسک‌های ناشی از آن اطلاق می‌شود (ابطحی و همکاران، ۱۳۸۹). کارآفرینی در نقش یک راهبرد در توسعه و شکوفایی و رشد جوامع انسانی، به جایگزینی بی‌بدیل تبدیل شده است که از طریق آن همهٔ منابع جامعه بسیج می‌شوند تا منشأ بسیاری از پیامدهای مثبت اجتماعی، اقتصادی گردند و نیاز به ابداع و خلاقیت در تمامی حوزه‌های کسب و کار، کارآفرینی را به یک ضرورت جهانی تبدیل نموده است (اقبال‌صفت رونقی و جعفری صیادی، ۱۳۹۳). مقولهٔ کارآفرینی به خاطر تأثیر آن در رشد اقتصادی و سهم بالای آن در ایجاد اشتغال و نیروی بالقوه اقتصادی در هزارهٔ سوم از اهمیت به‌سزایی برخوردار شده است و دولت‌ها سعی در توسعهٔ بنگاه‌های کوچک و متوسط اقتصادی دارند (ساعی‌ارسی و همکاران، ۱۳۹۵). توسعهٔ کارآفرینی با شاخص‌های رشد، ایجاد و نوآوری و تبیین ارتباط دارد و تحولات یا پیشرفت و در کل حرکت به‌سمت عملی‌کردن افکار و ذهنیات از ویژگی‌های شاخص آن به حساب می‌آیند (اقبال‌صفت رونقی و جعفری صیادی، ۱۳۹۳). کارآفرینی مانند هر راهبردی، مناسب برای توسعهٔ بخش کشاورزی و گذر از چالش‌های مربوط، همانند: پایداری، سودآوری و بهره‌وری مطرح است (نادری و همکاران، ۱۳۹۴). بین کارآفرینی با کسب‌وکارهای بزرگ و توسعهٔ اقتصادی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد (Xin and Park, 2024). موفقیت در کسب و کارها وابسته به در دسترس‌بودن سرمایه در شروع فعالیت‌های کارآفرینانه و استفاده از روش‌های مناسب برای هزینه‌کرد منابع مالی است (Daskin, 2016). در طی دهه‌های گذشته، توسعهٔ کارآفرینی کشاورزی، به‌عنوان یک جهت‌گیری اساسی در راستای افزایش ارزش تولیدات کشاورزی در دستور کار بیشتر کشورهای اروپایی قرار گرفته است و این کشورها تلاش کرده‌اند تا به اقتضای شرایط از جریان کارآفرینی برای تحرک‌بخشی به رشد بخش کشاورزی بهره گیرند (Gow, 2005). با توجه به اهمیت کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی در ادامه، به بررسی پیشینهٔ پژوهش پرداخته شده است که، تحقق هدف‌های هر مطالعه‌ای به میزان زیادی به کیفیت این بخش وابسته است و به بررسی مطالعات انجام شده مرتبط با پژوهش حاضر می‌پردازد: Xin و Park (2014) در پژوهشی به بررسی نقش مؤسسات و کسب‌وکارهای بزرگ در کارآفرینی پرداختند و نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که کسب‌وکارها و مؤسسات بزرگ عامل تعیین‌کننده‌ای برای

کارآفرینی در جوامع می‌باشند که ارتباط بین این مشاغل بزرگ با کارآفرینی منجر به توسعهٔ اقتصادی کشورها خواهد شد. امیرزاده مراد آبادی و ضیایی (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان «بررسی ظرفیت و عوامل مؤثر بر توسعهٔ کارآفرینی بخش کشاورزی در مناطق روستایی: مطالعه موردی، شهرستان سیرجان» اعلام داشتند که گرایش خانوارها به فعالیت‌های کارآفرینی در بخش کشاورزی مثبت است که این نقطهٔ قوتی در این مناطق روستایی قلمداد می‌شود و زمینه‌های اقتصادی و فردی بیشترین تأثیر را بر توسعهٔ کارآفرینی بخش کشاورزی دارند و حضور روستاییان و کشاورزان در روند توسعهٔ کارآفرینی مهم است که این امر صرفاً با تقویت روحیهٔ مشارکت و همکاری در قالب تعاونی‌های تولید روستایی و مراکز خدمات روستایی امکان‌پذیر است. جامه‌بزرگی و میگون‌پوری (۱۴۰۰) در مقولهٔ توسعهٔ کارآفرینی اجتماعی اعلام داشتند که بعد فردی با ایجاد انگیزه، اعتماد به‌نفس و شناسایی فرصت‌ها، بعد سازمانی با همکاری تیمی، برنامه‌ریزی و رفتار شهروندی، بعد آموزشی با کیفیت بخشی به آموزش و محتوی‌سازی مناسب، بعد کسب‌وکار با ریسک‌پذیری، خلاقیت، فرصت‌سازی و بعد پژوهشی با کیفیت بخشی به پژوهش فن‌آورانه و با خلق ارزش اجتماعی به توسعهٔ کارآفرینی کمک می‌نماید. نادری و همکاران (۱۹۳۴) در پژوهشی با عنوان «توسعهٔ کسب و کارهای کارآفرینانه: شناسایی موانع کشاورزی از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان کرمانشاه» نشان دادند که بیشترین درصد واریانس موانع توسعهٔ کسب وکارهای کارآفرینانه کشاورزی در شهرستان کرمانشاه را پنج مانع مربوط به بازار، فضا و بستر کارآفرینی، تولید، اداری و عوامل طبیعی تبیین می‌کنند. کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی به مثابهٔ موتور توسعهٔ اقتصادی در جامعه محسوب می‌شود که می‌تواند به تنوع‌بخشی اشتغال، درآمد و افزایش میزان تولیدات کشاورزی کمک کند و فرصت‌های مناسبی را برای مقابله با بیکاری، کاهش ریسک معیشتی و افزایش امنیت غذایی پایدار در جامعه فراهم کند؛ بنابراین در این پژوهش، محقق لازم دانست که آگاهی خود را نسبت به اهمیت و ضرورت موضوع نشان دهد و در نهایت خوانندگان را نسبت به محتوای ارائه شده و بررسی‌های این مطالعه حساس‌تر کند و یک پژوهش با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان» را ارائه نمود.

مواد و روش‌ها

بخش مواد و روش‌ها، روشی نظام‌مند برای حل یک مسأله تحقیقاتی از طریق جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از تکنیک‌های مختلف، ارائه تفسیر داده‌های جمع‌آوری شده و نتیجه‌گیری در مورد داده‌های پژوهش است. هدف پژوهش، بررسی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان می‌باشد و روش مورد استفاده در این پژوهش که یک پژوهش کاربردی است، روش میدانی می‌باشد. جامعهٔ آماری پژوهش تمامی فروشندگان محصولات کشاورزی در استان گیلان هستند که تعداد نمونه‌ها بر اساس جدول مورگان ۳۸۴ نفر تعیین گردید و روش نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی ساده است که در این روش هر یک از عناصر جامعهٔ آماری موردنظر برای انتخاب شدن، شانس مساوی دارند. ابزار گردآوری اطلاعات، پرسشنامه می‌باشد که به پنج عامل اصلی ساختاری، طبیعی، اقتصادی، فردی و فرهنگی پرداخته است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از آمارهای توصیفی و استنباطی ($P \leq ۰/۰۰۱$) و نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.

نتایج و بحث

نتایج ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه‌های پژوهش نشان داد که از لحاظ جنسیت بیشترین پاسخ‌دهندگان، فروشندگان مرد محصولات کشاورزی در استان گیلان می‌باشند (۶۴/۱ درصد) و کمترین پاسخ‌دهندگان، فروشندگان زن محصولات کشاورزی در استان گیلان هستند (۳۵/۹ درصد). از لحاظ وضعیت تأهل، بیشترین پاسخ‌دهندگان، متأهل (۶۵/۸ درصد) و کمترین پاسخ‌دهندگان، مجرد (۳۴/۲ درصد) می‌باشند؛ همچنین از لحاظ سن، بیشترین پاسخ‌دهندگان در محدوده سنی ۳۱ تا ۵۰ سال (۵۱/۷ درصد) و کمترین پاسخ‌دهندگان در محدوده سنی کمتر از ۳۰ سال (۲۰/۱ درصد) هستند. در جدول (۱) ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه‌های پژوهش آورده شده است.

جدول- ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه‌های پژوهش.

ویژگی		فراوانی	درصد فراوانی	نما (مد)
جنسیت	مرد	۲۴۶	۶۴/۱	مرد
	زن	۱۳۸	۳۵/۹	
تأهل	مجرد	۱۳۱	۳۴/۲	متأهل

	متأهل	۲۵۳	۶۵/۸	
سن	کمتر از ۳۰ سال	۷۷	۲۰/۱	۳۱ تا ۵۰ سال
	۳۱ تا ۵۰ سال	۱۹۹	۵۱/۷	
	بیشتر از ۵۱ سال	۱۰۸	۲۸/۲	

نتایج بدست آمده از اطلاعات توصیفی پژوهش در جدول (۲) نشان می‌دهد که در این پژوهش عوامل ساختاری، طبیعی، اقتصادی، فردی و فرهنگی به‌عنوان عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان مورد ارزیابی قرار گرفته است.

جدول- تأثیر هوش مصنوعی در آموزش فروشندگان محصولات باغی.

متغیر	میانگین	انحراف معیار
عوامل ساختاری	۴/۶۶	۰/۸۸
عوامل طبیعی	۴/۱۲	۰/۶۸
عوامل اقتصادی	۴/۹۰	۱/۲۲
عوامل فردی	۴/۰۵	۰/۷۶
عوامل فرهنگی	۳/۳۲	۰/۸۲

نتایج بدست آمده از رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان با استفاده از آزمون‌های استنباطی در جدول (۳) نشان می‌دهد که در این پژوهش با استفاده از آزمون فریدمن در سطح معناداری ($P \leq ۰/۰۰۱$) عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان مورد سنجش قرار گرفته است و رتبه اول: عوامل اقتصادی (میانگین رتبه ۶/۴۵)، رتبه دوم: عوامل ساختاری (میانگین رتبه ۵/۹۱)، رتبه سوم: عوامل فردی (میانگین رتبه ۵/۶۲)، رتبه چهارم: عوامل طبیعی (میانگین رتبه ۴/۸۰) و رتبه پنجم: عوامل فرهنگی (میانگین رتبه ۴/۰۶) تعیین و رتبه‌بندی شدند.

جدول- رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان.

متغیر	میانگین رتبه	سطح معنی‌داری
عوامل اقتصادی	۶/۴۵	۰/۰۰۱
عوامل ساختاری	۵/۹۱	
عوامل فردی	۵/۶۲	
عوامل طبیعی	۴/۸۰	
عوامل فرهنگی	۴/۰۶	

هدف از انجام این پژوهش، بررسی عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان بود. نتایج پژوهش نشان داد که عوامل اقتصادی، ساختاری، فردی، طبیعی و فرهنگی از عوامل مؤثر بر کارآفرینی در حیطهٔ محصولات کشاورزی به‌شمار می‌روند و شامل تمامی افراد یا گروه‌هایی می‌شوند که ریسک‌های حساب‌شده را برای معرفی محصولات، ایده‌ها، فناوری‌ها یا مدل‌های کسب و کار جدید که به چالش‌ها می‌پردازند و از روندهای نوظهور در کشاورزی، تولید مواد غذایی یا تجارت کشاورزی بهره می‌برند، می‌پذیرند. نتایج این پژوهش با پژوهش‌های ژین و پارک (۲۰۲۴)، داسکین (۲۰۱۶)، امیرزاده مراد آبادی و ضیایی (۱۴۰۱)، جامه‌بزرگی و میگون‌پوری (۱۴۰۰)، ساعی ارسی و همکاران (۱۳۹۴) و اقبال‌صفت رونقی و جعفری صیادی (۱۳۹۳) همخوانی دارد و در یک راستا می‌باشد.

منابع

ابطحی، سیدحسین، شریف‌زاده، فتاح و ابراهیم‌پور، حبیب. ۱۳۸۹. بررسی مفاهیم، نظریه‌ها و مدل‌های کارآفرینی اجتماعی و ارایهٔ مدل مفهومی. مدیریت فرهنگ سازمانی. ۸(۲۱): ۸۷-۱۱۰.

اقبال‌صفت رونقی، فریبا و جعفری صیادی، محمدحسن. ۱۳۹۳. بررسی عوامل مؤثر بر توسعهٔ کسب‌وکار و کارآفرینی در استان گیلان. اولین کنگرهٔ ملی زیست‌شناسی و علوم طبیعی ایران.

امیرزاده مرادآبادی، سمیرا و ضیایی، سامان. ۱۴۰۱. بررسی ظرفیت و عوامل مؤثر بر توسعهٔ کارآفرینی بخش کشاورزی در مناطق روستایی: مطالعهٔ موردی، شهرستان سیرجان. اقتصاد تولید و بازاریابی کشاورزی. ۱(۱): ۱۳۵-۱۴۸.

جامه‌بزرگی، محمدجواد و میگون‌پوری، محمدرضا. ۱۴۰۰. فرهنگ اکوسیستم کارآفرینی دانشگاهی، پیشران توسعهٔ کارآفرینی اجتماعی. مدیریت فرهنگی. ۱۴(۵۱): ۴۵-۵۷.

ساعی ارسی، ایرج، عبدی جمایران، علی، عبدی بوسجین، سعید و آران، محمدباقر. ۱۳۹۴. آموزش کارآفرینی با تأکید بر دیدگاه رفتاری در یادگیری کارآفرینانه. کنفرانس بین‌المللی علوم رفتاری و مطالعات اجتماعی.

نادری، نادر، نجف‌پور، هدا، یوسفی، زهرا و دست‌نشان، حامد. ۱۳۹۴. توسعهٔ کسب‌وکارهای کارآفرینانه: شناسایی موانع کشاورزی از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان کرمانشاه. کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی، مالزی.

Gow, N.G. 2005. Farmer entrepreneurship in New Zealand: Some observations from case studies. 15th Congress: Developing entrepreneurship abilities to feed the world in sustainable way. Campinas: 290-294.

Daskin, M. 2016. Investigating the influential factors on small and medium-sized hospitality entrepreneurs at the start-up process: A preliminary study from Ipoh/Malaysia. Journal of Entrepreneurship and Innovation Management. 5(1): 51-69.

Xin, S. and Park, T. 2024. The roles of big businesses and institutions in entrepreneurship: A cross-country panel analysis. Journal of Innovation & Knowledge. 9: 2-15.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating Factors Affecting Entrepreneurship in the Area of Agricultural Products in Guilan Province

Firoozeh Pourzarnegar[1]*
1. Horticultural Science and Engineering, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Corresponding Author: firoozehpourzarnegar@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to investigate the factors affecting entrepreneurship in the field of agricultural products in Guilan Province. The method used in this research, which is applied research, is the field method, and the statistical population of the research is all agricultural product sellers in Guilan Province, whose number was determined to be 384 based on the Morgan table. The data collection tool is a questionnaire, and descriptive and inferential statistical methods and SPSS software were used to analyze the research data. The results of the research showed that among the structural, natural, economic, individual, and cultural factors as factors affecting entrepreneurship in the field of agricultural products in Guilan Province, economic factors with an average rank of 6.45 have the greatest impact, and cultural factors with an average rank of 4.06 have the least impact on entrepreneurship in the field of agricultural products. It seems that the results of this research can play a significant role in developing and promoting entrepreneurship in the field of agricultural products in Guilan Province.

Keywords: Agriculture; Entrepreneurship; Horticulture; Impact; Product.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر تولید، بسته‌بندی، بازاریابی و صادرات گیاه دارویی زرشک (*Berberis vulgaris*)

شیما رمضانی[۱]، علیرضا کرباسی[۲] و محمد شاهین دانشمندی[۱*]

۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران

۲- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: *daneshmandi@torbath.ac.ir*

چکیده

میوه درختچه دارویی زرشک (*Berberis vulgaris*) غنی از متابولیت¬های ارزشمند بخصوص بربرین است که در صنایع غذایی و داروسازی کاربرد فراوان دارد. بر اساس آمارنامه¬های گمرک جمهوری اسلامی، ایران بزرگ¬ترین تولیدکننده و صادرکننده زرشک در جهان بوده که در سال ۱۴۰۲ بالغ بر ۸۳ هزار دلار به کشورهای مختلف از جمله هلند، کویت، کانادا، قطر، روسیه، آلمان، انگلستان، آمریکا صادرات داشته است. در این تحقیق تغییرات هشت ساله اخیر و تاثیر همه¬گیری کووید۱۹ و نوسانات ارزی بر میزان تولید و صادرات زرشک مورد ارزیابی قرار گرفت. مطالعات نشان داد بیشتر میزان صادرات برای مصرف تازه¬خوری عرضه می¬گردد در صورتی که ساخت داروها و فرآوری آن در بسته¬بندی‌های بهداشتی و اصلاح شده (به دلیل حساسیت زرشک تازه آلودگی¬های پاتوژنیک) می¬تواند علاوه بر ارز¬آوری بیشتر، امکان اشتغال¬زایی و کارآفرینی در این حوزه را نیز به همراه داشته باشد. بر اساس این بررسی مشخص شد همه¬گیری کووید۱۹ و نوسانات ارزی بر صادرات گیاه دارویی زرشک تاثیرگذار بوده است، با این حال تمامی چالش¬های موجود در تولید و بازاریابی آن را نمی¬توان متاثر از این عوامل دانست.

واژه‌های کلیدی: نوسانات ارزی، فرآوری، اشتغال‌زایی و *Berberis vulgaris*.

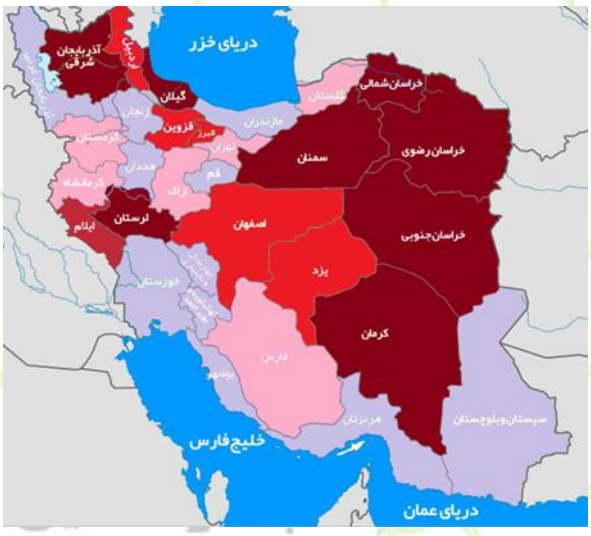
مقدمه

زرشک (*Berberis vulgaris*) درختچه باارزش و بومی ایران است که اکنون در بیش از هجده استان کشور کشت می‌گردد (شکل ۱)، این گیاه دارویی شامل دو گونه مهم *Berberis integerrima* می باشد و مهمترین مواد موثره موجود در گیاه زرشک بربرین است که یک آلکالوئیدایزوکینولین است. بربرین از خواص دارویی زیادی از جمله کاهش قند خون، کاهش کلسترول خون و کمک به بیماری های قلبی وعروقی برخوردار است (Derosa et al .,2012). ساختار شیمیایی بربرین دارای پایه چهارتایی است و از نظر تجاری برای کاربردهای بالینی به عنوان نمک هایی مانند بربرین کلرید یا بربرین سولفات آماده می شود (Birdsall etal.,1997). از مهمترین ترکیبات فعال زیستی آن می‌توان به ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها اشاره کرد که دارای خواص ویژه آنتی‌اکسیدانی هستند. بنابراین میوه‌های زرشک را به عنوان یک منبع مناسب برای استحصال ترکیبات آنتی‌اکسیدان طبیعی جهت کاربرد در فراورده‌های غذایی استفاده نمود (Awan et al.2014) با این حال مهمترین متابولیت ثانویه آن یک آلکالوئید رنگی به نام بربرین است. زرشک علاوه بر مصرف تازه‌خوری (Farhadi Chitgar et al.2017)، از میوه‌های آن به عنوان افزودنی غذایی و تهیه ژله، شربت، مربا، سس، آب میوه، افشره میوه و تولید نوشابه‌های گازدار استفاده می‌شود (Alemardan et al.2013). ماندگاری میوه‌های تازه زرشک کوتاه است و کیفیت آن حتی در دمای یخچال نیز در کمتر از ۱۰ روز از دست می‌رود (اخوان، ۱۳۹۶). لذا توجه به بسته‌بندی و همچنین فرآوری این گیاه دارویی می‌تواند باعث افزایش درآمدزای برای کشور و بخصوص کشاورزان گردد. تمرکز بر ویژگی‌های بسته‌بندی یکی از راهکارهای موثر در بازایابی است که موجب درآمدزایی پایدار محصول می‌گردد (Haderbadi.2020). تئودر لویت (1960)، در جمله‌ای بیان داشت: «هدف اصلی بازاریابی، ایجاد ارزش برای مشتریان است نه پولسازی» (and Kannan,

Kopalle, 2001). از سویی دیگر توسعه صادرات غیرنفتی یک ضرورت ملی و لذا اجرای برنامه‌های توسعه اقتصادی را که متضمن درآمدهای ارزی است، ممکن می‌سازد (Farahmand et al. 2012). لذا بسط و گسترش روابط تجاری و افزایش صادرات غیرنفتی برای ایران که بر منابع نفتی پایان‌پذیر متکی است، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است (Parmeh et al. 2010). ایران بزرگ‌ترین صادر کننده زرشک در جهان است، بر اساس آمارنامه گمرک جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۴۰۲ مبلغ ۸۳۹۴۹۲ دلار زرشک به کشورهای مختلف از جمله هلند، کویت، کانادا، قطر، روسیه، آلمان و انگلستان صادرات شده است. در این تحقیق به صادرات و همچنین بسته‌بندی و فراوری زرشک پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق بر اساس آمار و اطلاعات منتشر شده بخصوص آمارنامه¬های وزارت کشاورزی، گمرگ جمهوری اسلامی ایران، تولیدکنندگان و صادرکنندگان در بازه زمانی ۸ ساله ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲ به مطالعه وضعیت سطح زیرکشت، عملکرد، تولید، بازاریابی و صادرات به خصوص با توجه به تاثیر همه¬گیری بیماری کووید ۱۹ و تغییرات قیمت ارزهای خارجی بر این محصول دارویی پرداخته شد.



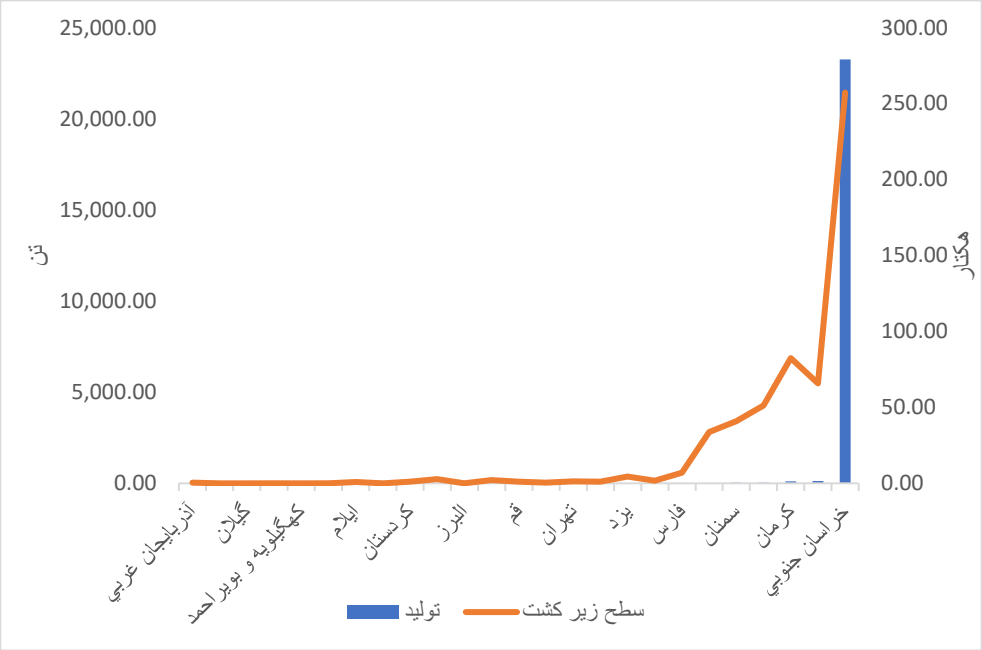
شکل۱- سطح زیر کشت گیاه دارویی زرشک به تفکیک استان.

نتایج و بحث

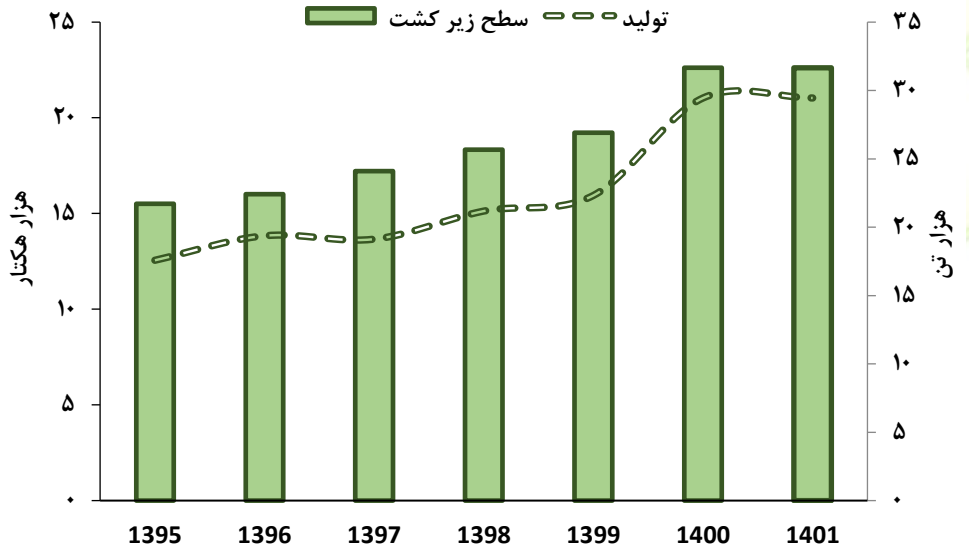
تجارت و بازاریابی زرشک

بیشترین سطح کشت زرشک به استان‌های خراسان اختصاص دارد با این حال بررسی میدانی نشان داد کشت این گیاه دارویی در استان‌هایی که دارای محدودیت آبی هستند با استقبال روبرو شده است و همین امر می‌تواند منجر به افزایش تولید محصول گردد. بر این اساس استان خراسان جنوبی، کرمان و استان خراسان رضوی به ترتیب با ۲۷۵.۲، ۶۵.۸۳ و ۸۲.۵۲ هکتار مهمترین مراکز تولید زرشک هستند (شکل ۲). نتایج نشان می‌دهد در بازه زمانی هفت ساله بین ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۱ میزان تولید و سطح زیر کشت این گیاه دارویی رو به افزایش بوده است و از ۱۹/۳۶ هزار هکتار به ۳۶/۱۱ هزار هکتار افزایش یافت (شکل ۳)، با این حال صادرات این محصول در همین مدت روند کاهشی داشته است. این احتمال وجود دارد شروع همه‌گیری کووید ۱۹ در انتهای سال ۱۳۹۸ از عوامل کاهش صادرات در سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ باشد؛ زیرا پس از آن به تدریج افزایش صادرت قابل مشاهده است (شکل ۴). در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ قیمت ریالی زرشک در برابر ارزهای خارجی کاهش نشان داد اما به طور گسترده‌ای

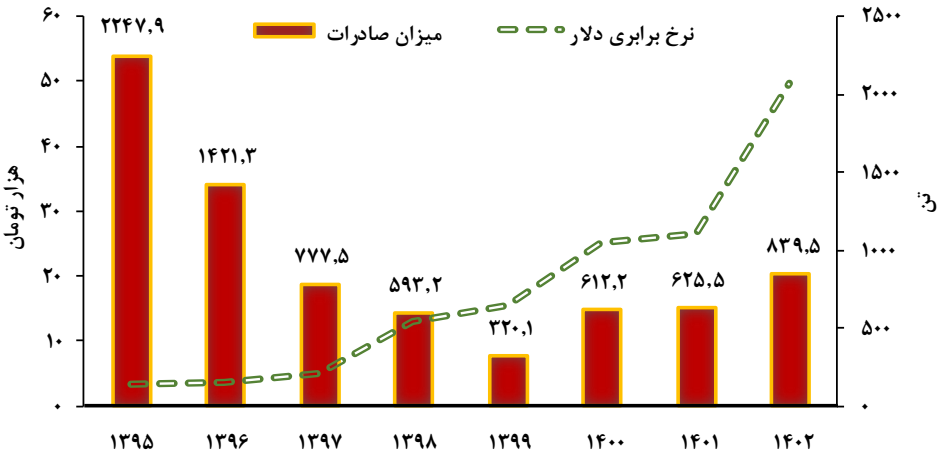
سبب افزایش صادرات آن نشد. دهقانیان و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیقات خود نشان دادند بازاریابی محصول زرشک از کارایی کافی برخوردار نیست که نوسانات تولید، عدم وجود واحدهای فراوری صنعتی و بسته‌بندی را می‌توان در خصوص دخیل دانست.



شکل۲- سطح زیر کشت و میزان تولید گیاه دارویی زرشک به تفکیک استان.



شکل۳- روند تغییرات سطح زیر کشت و میزان تولید گیاه دارویی زرشک.



شکل ۴- نوسانات ارزی و میزان صادرات گیاه دارویی زرشک.

بسته‌بندی زرشک

با توجه به این که میزان صادرات زرشک در بازار جهانی رو به افزایش است و همچنین این گیاه دارویی به صورت تازه به فروش می‌رسد توجه به بسته‌بندی آن اهمیت بالایی دارد. همچنین بسته‌بندی نادرست می‌تواند موجب تغییر رنگ ظاهری، کاهش طعم، اسیدی شدن و فساد میکروبی شود. زرشک عمدتا به صورت بسته بندی های پلاستیکی است اما بسته بندی های پلاستیکی به دلیل این که مواد گیاهی در دمای بالا در این گونه بسته‌بندی ها دچار تغییر زنگ و همچنین تغییر متابولیت های گیاهی می شود گزینه مناسبی برای استفاده در محصولات گیاهی نیستند (افراسیابی، ۱۳۸۹). اخوان و همکاران (۱۳۹۶) توانستند با تابش اشعه گاما ماندگاری میوه زرشک را افزایش دهند. Ruitund و همکاران (2019) نیز نشان دادند که تاثیر پوشش‌آلوئه ورا و بسته بندی اتمسفر اصلاح شده تحت خلا در مدت زمان نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی زرشک موثر بود. پوشش‌دهی و بسته‌بندی، افت رطوبت، آنتوسیانین، روشنی و قرمزی را کاهش داد. شمارش کلی میکروارگانسم های هوازی، تعداد کل کپک و مخمر طی دوره نگهداری در نمونه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی و بسته‌بندی نسبت به نمونه شاهد رشد کمتری داشت. ترکیب پوشش ۱۰ درصد آلوئه ورا با بسته بندی وکیوم منجر به حفظ بیشتر رنگ و آنتوسیانین گردید. بسته‌بندی خلاء یا اتمسفر اصلاح شده در صنایع غذایی، به طور وسیعی برای افزایش عمر مفید میوه‌ها و سبزی‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Wang et al.,2001). بسته‌بندی در خلاء تا حد زیادی مانع از پیشرفت واکنش های اکسیداتیو می‌شود و رشد میکرو ارگانیسم‌های هوازی که معمولا منجر به فساد مواد غذایی در طی دوره انباری می‌گردند را مهار می‌کند (Rocha et al., 2003). طی بررسی Niazmand و Yeganehzad (2020) بر اتمسفرهای اصلاح شده از نظر تأثیر بر ماندگاری زرشک تازه بسته‌بندی شده با فیلم PET/LDPE نتایج نشان داد که اکسیژن عامل اصلی پوسیدگی قارچی در بسته بندی زرشک است. به طوری که بسته‌های حاوی کیسه OS کمترین پوسیدگی قارچی و همچنین کاهش وزن را دارند. فعالیت آنتی اکسیدانی و ترکیبات زیست اکتیو شامل ترکیبات فنلی، اسکوربیک اسید و آنتوسیانین ها نیز در حضور OS نسبت به جو طبیعی بهتر حفظ شدند. بسته بندی خلاء نیز برای افزایش طول عمر زرشک تازه و حفظ کیفیت آنها مناسب بوده است. افزایش دما منجر به افزایش سرعت واکنش‌های اکسیداتیو، شیمیایی و میکروبی شده و در نتیجه ماندگاری را کاهش داده است. طی بررسی عبدالهی و همکارانش (۱۳۹۶) نیز استفاده از وکیوم یا بسته بندی با خلا تاثیر بهتری نسبت بسته بندی در شرایط اتسفر اصلاح شده در ماندگاری زرشک را نشان داد. همچنین طی بررسی بیانلوجه و همکاران (۲۰۲۴) استفاده از فیلم پلی پروپیلن کمترین تغییر رنگ و کمترین کاهش رطوبت طی ۱۲۰ روز مشاهده شد. همچنین بسته‌بندی باید به گونه‌ای باشد فرم، رنگ و شکل ظاهری بسته‌بندی نیز توجه داشت. به دلیل این که بسته‌بندی مهم‌ترین عامل ارتباط مشتری با برند یک محصول است باید به عناصر اطلاع رسانی و عناصر بصری توجه ویژه ای داشت (Venter et al.,2011). پلی اتیلن با چگالی کم به عنوان یکی از راه‌های حفظ و نگهداری

زرشک مورد بررسی قرار گرفته است که باعث حفظ خصوصیات ظاهری وطعم زرشک گردیده است (Valipoor Motlagh et al. 2013). بسته‌بندی باید اطلاعات کاملی از محصول رو به مشتری بدهد و همچنین شکل ظاهری مورد توجه مشتری باشد. طی بررسی ها انجام شده انتوسیانین موجود در زرشک خود به عنوان بخشی از فیلم‌های خوراکی برای نگهداری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Haderbadi et al., 2023; Sani et al.,2021). انتوسیانین‌های موجود در زرشک از خاصیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی بالایی برخوردار (Emamat et al., 2022)، که این خاصیت باعث افزایش ماندگاری این گیاه می‌گردد.

روش‌های خشک کردن

زرشک به دلیل داشتن میوه کوچک و آب‌دار، در زمان برداشت و خشک کردن ضایعات فراوانی دارد که اگر این میوه، با توجه به ویژگی‌های آن، با روش مناسب خشک شود، از نظر اقتصادی میزان قابل توجهی از ضایعات آن کاهش می‌یابد (سعیدی‌راد و همکاران، ۱۴۰۰). طی فرایند خشک کردن زرشک، رطوبت آن باید تا ۲۰ درصد کاهش یابد. زرشک در ایران معمولاً به روش‌های خشک کردن در آفتاب و خشک کردن در سایه انجام می‌شود. مدت زمانی که برای روش خشک کردن در سایه نیاز است، از روش خشک کردن در آفتاب بیشتر است و هرچند در روش خشک کردن در آفتاب نیاز به زمان کمتری است، اما زرشک ممکن است مورد تنش‌های محیطی قرار گیرد و این امر سبب از بین رفتن و سیاه شدن بخشی از محصول گردد که این موضوع در شرایط سایه کمتر رخ می‌دهد. استفاده از روش‌های جدید و خشک‌کن‌ها می‌تواند در کاهش ضایعات این میوه مؤثر باشد، ولی این روش‌ها هنوز به صورت وسیع مورد استفاده قرار نگرفته‌اند (Khayat et al., 2018).

نتیجه‌گیری کلی

افزایش نرخ دلار باعث کاهش صادرات جهانی زرشک گردیده است. با این وجود، با فرآوری درست و بسته‌بندی مناسب می‌توان بهره‌وری بهتری از این محصول داشت. با توجه به این‌که ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده زرشک در جهان است، اما بیشتر میزان صادرات خود را به صورت تازه و بدون فرآوری به بازار جهانی ارائه می‌دهد، در صورتی که با فرآوری آن به صورت‌های مختلف و همچنین ساخت داروها و فرآورده‌های بهداشتی و بسته‌بندی‌های اصلاح‌شده، به دلیل حساسیت زرشک تازه به قارچ‌ها و همچنین نگهداری سخت به صورت تازه، می‌توان هم ارزآوری بیشتری از این محصول دارویی برای کشور داشت و هم به دلیل فرآوری، ایجاد اشتغال و کارآفرینی را در کشور در پی خواهد داشت. همچنین خشک کردن این گیاه با روش‌های جدید باعث کاهش ضایعات و افزایش بازارپسندی این محصول می‌گردد. ساخت کپسول‌ها، دمنوش‌ها، مربا و نوشیدنی‌های زرشک می‌تواند زمینه جدیدی برای صادرات این محصول به کشورهای مختلف باشد. تنظیم حرارت داخل بسته‌بندی و محیط بیرون امکان تبادل حرارت برای تنظیم حرارت داخل بسته‌بندی وجود داشته و بر دانه‌های زرشک فشار و وزن زیاد وارد نشود. در ضمن، قرمزی و شفافیت میوه نیز حفظ و از نفوذ میکروبی جلوگیری شود.

منابع

اخوان، ح.ر.، برنجی اردستانی، س. و فاضل، م. ۱۳۹۶. اثر تابش‌دهی گاما بر ماندگاری و ویژگی‌های کیفی میوه‌ی زرشک تازه. مجله علوم، مهندسی و فناوری هسته‌ای. ۳۸(۳): ۷۳–۸۶.

سعیدی‌راد، م.ح. و مظلوم‌زاده، س.م. ۱۳۹۱. تأثیر زمان برداشت، روش‌های برداشت و خشک کردن بر خصوصیات کیفی زرشک. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۱۳(۱): ۱۰۱–۱۱۰.

زورار پرمه، م.ح.، حسینی، م.ع.، نبی‌زاده، ا. و محبی، ح.ر. ۱۳۸۸. ظرفیت‌های صادراتی و بازارهای هدف زعفران ایران. پژوهشنامه بازرگانی. ۱۳: ۵۹–۹۵.

Alemardan, A., Asadi, W., Rezaei, M., Tabrizi, L. and Mohammadi, S. 2013. Cultivation of Iranian seedless barberry (Berberis integerrima 'Bidaneh'): A medicinal shrub. Industrial Crops and Products. 50: 276–287.

Awan, M.S., Ali, S., Ali, A., Hussain, A. and Ali, M. 2014. A comparative study of barberry fruits in terms of its nutritive and medicinal contents from CKNP region, Gilgit-Baltistan, Pakistan. Journal Biodiversity Environment Science. 5: 9–17.

Birdsall, T.C. and Kelly, G.S. 1997. Berberine: Therapeutic potential of an alkaloid found in several medicinal plants. Alternative Medicine Review. 2: 94–103.

Derosa, G., Maffioli, P. and Cicero, A.F. 2012. Berberine on metabolic and cardiovascular risk factors: An analysis from preclinical evidences to clinical trials. Expert Opinion on Biological Therapy. 12(8): 1113–1124.

Farahmand, K., Daneshvar, M., Shahnoushi, N., Ghasemi, V. and Hemmati, A. 2012. Factors affecting market development of saffron using Fuzzy Delphi. Agricultural Economics. 6(3): 121–143.

Farhadi Chitgar, M., Aalami, M., Maghsoudlou, Y. and Milani, E. 2017. Comparative study on the effect of heat treatment and sonication on the quality of barberry (Berberis vulgaris) juice. Journal of Food Processing and Preservation. 41(3): e12956.

Haderbadi, G. 2020. Components affecting barberry packaging. Barberry and Jujube Extension Magazine. 1(2): 33–42.

Heydarian, A. and Shavisi, N. 2023. Multifunctional food packaging materials: Electrospun mats based on gelatin-xanthan gum containing chitin nanofibers and black barberry anthocyanins for freshness monitoring and enhancing the shelf-life quality of Pacific white shrimps. Food Packaging and Shelf Life. 40: 101219.

Khayat, M., Safi Khani, A., Jahani, A., Moradinejad, R. and Farid, A. 2018. The effect of sodium metabisulfite pretreatment and drying conditions on the properties of dried barberry. Iranian Journal of Food Science and Industry. 15(74): 181–190.

Niazmand, R. and Yeganehzad, S. 2020. Capability of oxygen-scavenger sachets and modified atmosphere packaging to extend fresh barberry shelf life. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 7: 1–14.

Rocha, A.M., Coulon, E.C. and Morais, A.M. 2003. Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes. Food Service Technology. 3(2): 81–88.

Ruitund, S., Sedaghat, N., Nasser, A., Veridi, M., Mohebi, H. and Mohabbate, S. 2019. Investigating the effect of aloe vera coating and packaging on the quality characteristics and shelf life of dried seedless barberry (Berberis vulgaris). Iranian Journal of Food Science and Industry. 15(85): 141–150.

Sani, M.A., Tavassoli, M., Hamishehkar, H. and McClements, D.J. 2021. Carbohydrate-based films containing pH-sensitive red barberry anthocyanins: Application as biodegradable smart food packaging materials. Carbohydrate Polymers. 255: 117488.

Valipoor Motlagh, N., Hamed Mosavian, M.T. and Mortazavi, S.A. 2013. Effect of polyethylene packaging modified with silver particles on the microbial, sensory and appearance of dried barberry. Packaging Technology and Science. 26(1): 39–49.

Venter, K., Van der Merwe, D., De Beer, H., Kempen, E. and Bosman, M. 2011. Consumers' perceptions of food packaging: An exploratory investigation in Potchefstroom, South Africa. International Journal of Consumer Studies. 35(3): 273–281.

Wang, L., Zhang, P. and Wang, S.J. 2001. Advances in research on theory and technology for hypobaric storage of fruit and vegetable. Storage and Process. 5: 3–6.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

An overview of the production, packaging, marketing and export of barberry (*Berberis vulgaris*)

Shima Ramezani[1], Alireza Karbasi[2] and Mohamad ShahinDaneshmandi[1*]

1. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Torbat-Haydaria, Torbat-Haydaria, Iran
2. Department of Agricultural Economics, Faculty of Agric, ulture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[*]*Corresponding Author: daneshmandi@torbath.ac.ir*

Abstract

The fruit of the barberry shrub (*Berberis vulgaris*) is rich in valuable metabolites, especially berberine the used in the food and pharmaceutical industries. Iran is the world's largest producer and exporter of barberry, with exports exceeding $83,000 to various countries such as the Netherlands, Kuwait, Canada, Qatar, Russia, Germany, England, and the US, according to Iran's Customs statistics in 2023. This study evaluates the changes over the recent eight years and the impact of the COVID-19 pandemic and currency fluctuations on barberry production and exports. Studies indicate that most exports are for fresh consumption. However, processed forms and modified packaging (due to barberry's sensitivity to pathogenic) contamination, could potentially enhance employment opportunities and entrepreneurship in this sector, alongside increased foreign currency inflow. This study shows that the COVID-19 pandemic and currency fluctuations have significantly affected barberry plant exports. However, all existing challenges in its production and marketing cannot solely be attributed to these factors.

Keywords: *Berberis vulgaris*, Currency fluctuations, Job creation, Processing

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر اهمیت دارویی و اقتصادی گیاه جهانی شاهدانه (*Cannabis sativa*)

امیرحسین باقری دونچالی[1] و سارا خراسانی‌نژاد[1*]

۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: *khorasaninejad@gau.ac.ir*

چکیده

گیاهان دارویی نقش حیاتی در سلامت و اقتصاد جوامع جهان و ایران ایفا می‌کنند. آنها منبعی برای داروهای طبیعی، توسعه پایدار و بهبود معیشت روستایی هستند. روش تحقیق حاضر مبتنی متن مروری از مهم‌ترین تحقیقات جدید بوده از منابع معتبر علمی، مقالات پژوهشی و گزارش‌های اقتصادی آورده شده‌اند. شاهدانه به تولید بیش از ۵۴۵ متابولیت ثانویه بالقوه زیست‌فعال، از جمله بیش از ۱۲۰ کانابینوئید، فلاونوئیدهای مختلف و انبوهی از ترپن‌ها معروف است و با تولید الیاف، روغن و خواص روان‌گردان و دارویی دارای کاربردهای وسیعی در صنایع مختلف دارند. شاهدانه از جمله گیاهانی می باشد که تقریبا از همه اجزای آن استفاده‌های دارویی، غذایی و صنعتی می‌شود و سهم بزرگی از بازار جهانی را به‌خود اختصاص داده است که با افزایش فرایند قانونی شدن کشت آن از یک طرف و از طرف دیگر شناخت بیش از پیش ویژگی‌های دارویی منحصربه فرد آن سبب افزایش تجارت سالانه این گیاه گردیده است به طوری‌که اندازه بازار شاهدانه در سال ۲۰۲۱، ۲۱/۳۲ بیلیون دلار بوده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۳ با نرخ رشد مرکب سالانه ۳۰ درصدی به ۲۲۶/۰۹ دلار برسد. حجم بازار طناب کنفی در سال ۲۰۲۴، ۱/۲ میلیارد دلار ارزش‌گذاری شده بود و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۳ به ۲/۵ میلیارد دلار برسد و نرخ رشد مرکب سالانه (Compound Annual Growth Rate (CAGR)) ۹ درصد را از سال ۲۰۲۶ تا ۲۰۳۳ نشان دهد. از طرف دیگر، حجم بازار مصارف دارویی شاهدانه، در سال ۲۰۲۴، ۳۳/۵ میلیارد دلار ارزیابی شده است و پیش‌بینی می‌شود که از سال ۲۰۲۶ تا ۲۰۳۳ با نرخ رشد مرکب سالانه ۹ درصد رشد کند و تا سال ۲۰۳۳ به ۷۱/۴ میلیارد دلار برسد. از آنجایی که کشور ایران یکی دارای یکی از غنی‌ترین ذخایر ژنتیکی شاهدانه در دنیا می‌باشد، چشم انداز روشنی به جهت ورود به بازار تجارت جهانی این گیاه وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: الیاف، شاهدانه (*Cannabis sativa* L.)، متابولیت ثانویه، خواص دارویی.

مقدمه

جنس شاهدانه از خانواده Cannabaceae می‌باشد که شامل حدود ۱۷۰ گونه گیاهی است. سه گونه رایج شاهدانه عبارتند از *Cannabis Indica*، *Cannabis Sativa* و *Cannabis Ruderalis* می‌باشند (Gloss, 2015). *Cannabis sativa* L. نام علمی نوعی شاهدانه و یک گیاه دیپلوئید عمدتا دوپایه (2n = 20)، یکی از اولین گیاهان اهلی‌شده است که در سراسر جهان برای اهداف مختلفی از جمله تولید الیاف، استخراج روغن و بهره‌برداری از خواص روان‌گردان و دارویی متمایز آن کشت می‌شود (Babaei et al., 2024). به طوری‌که شاهدانه معمولا بر اساس سطح کانابینوئید روانگردان یعنی دلتا-۹-تتراهیدروکانابینول (D9THC) تولید شده در گیاه طبقه‌بندی می‌شود و گیاهانی با کمتر از ۰/۳ درصد به‌عنوان الیاف و گیاهانی با ۰/۳ درصد یا بیشتر به‌عنوان شاهدانه دارویی در نظر گرفته می‌شوند (Babaei et al., 2024).

کشور ایران با داشتن تنوع اقلیمی زیاد (به دلیل تغییرات اقلیمی در حال تغییر می‌باشد) دارای تنوع گیاهی بالا (حدود ۸۰۰۰۰ گونه گیاهی) است که از این میان حدود ۲۳۰۰ گونه آن، دارویی می‌باشد. با نگاهی به آمار تجارت جهانی گیاهان دارویی مشخص است بیشترین گونه‌های گیاهی دارویی نیز در چین، هند، آمریکا و ایران وجود دارد ولی ایران سهم زیادی از بازار جهانی گیاهان دارویی ندارد؛ که با توجه

به تنوع بالای گونه‌های گیاهی دارویی و غنای دانش بومی در زمینه استفاده از درمان گیاهی از گذشته‌های دور، بسیار مستعد تولید و صادرات انواع گیاهان دارویی می‌باشد (Agrawa, 2008). ارزش بازار جهانی گیاهان دارویی ۲۳/۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۳ گزارش شده است. در سال ۲۰۱۷، بازار بالقوه گیاهان دارویی چندصد میلیارد دلار تخمین زده شده است. به طوری‌که با درنظر گرفتن کل عرضه‌کنندگان گیاهان دارویی برای مصرف غذایی و آرایشی، اندازه این بازار به یک تریلیون دلار رسیده است و سالانه ۹ تا ۱۰ درصد رشد می‌کند (Roosta et al., 2017). سازمان بهداشت جهانی پیش‌بینی کرده که تا سال ۲۰۲۵، ارزش بازار گیاهان دارویی به ۵ تریلیون دلار خواهد رسید (World Health Organization, 2011). شایان ذکر است که تقاضا برای گیاهان دارویی یک چهارم تقاضای کل بازار لوازم آرایشی و بهداشتی را در جهان تشکیل می‌دهد (Ahn, 2008).

ایران به عنوان یکی از مخازن ژنتیکی مهم شاهدانه شناخته می‌شود. فلورا ایرانیکا پراکندگی گسترده کانابیس وحشی را در مناطق مختلف ایران گزارش داده است (Rechinger, 1999). شاهدانه از جمله گیاهانی می باشد که تقریبا از همه اجزای آن استفاده های دارویی، غذایی و صنعتی می‌شود و سهم بزرگی از بازار جهانی را به خود اختصاص داده است (Global Hemp Rope Market Size, 2025) که با افزایش فرایند قانونی شدن کشت آن از یک طرف و از طرف دیگر شناخت بیش از پیش ویژگی‌های دارویی منحصربه فرد آن سبب افزایش تجارت سالانه این گیاه گردیده است به طوری‌که اندازه بازار شاهدانه در سال ۲۰۲۱، ۲۱/۳۲ بیلیون دلار بوده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۳ با نرخ رشد مرکب سالانه ۳۰ درصدی به ۲۲۶/۰۹ دلار برسد (Global Cannabis Market Size By Product, 2021). در تکمیل اهمیت این گیاه می‌توان به وجود نشریه‌های علمی اختصاصی شامل "Journal of Cannabis Research"، "Cannabis journal"، "Cannabis and Cannabinoid Research" و "Journal of Cannabis Therapeutics" اشاره کرد که به آخرین دستاوردهای علمی درخصوص شاهدانه می پردازند و خبرنامه الکترونیکی MMJDaily که به‌طور روزانه به اخبار علمی و اقتصادی در مورد این گیاه می‌پردازد.

اهمیت اقتصادی الیاف شاهدانه

حجم بازار طناب کنفی در سال ۲۰۲۴، ۱.۲ میلیارد دلار آمریکا ارزش‌گذاری شده بود و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۳ به ۲.۵ میلیارد دلار آمریکا برسد و نرخ رشد مرکب سالانه ٪۹ را از سال ۲۰۲۶ تا ۲۰۳۳ نشان دهد. بازار طناب کنفی، بخشی نوظهور است که نشان‌دهنده روند رو به رشد به سمت پایداری و مواد سازگار با محیط زیست است (Global Hemp Rope Market Size, 2025). با افزایش آگاهی از اثرات زیست‌محیطی الیاف مصنوعی سنتی، تقاضا برای جایگزین‌های طبیعی مانند کنف در حال افزایش است. پیش‌بینی می‌شود این بازار رشد قابل توجهی را تجربه کند که ناشی از عواملی مانند افزایش استفاده از کنف در کاربردهای مختلف و محیط نظارتی حمایتی است. طبق گزارش انجمن صنایع کنف، بازار کنف ایالات متحده در سال ۲۰۲۰ به ۸۲۰ میلیون دلار رسید و تولید طناب بخش قابل‌توجهی از این رشد را تشکیل می‌دهد (Global Hemp Rope Market Size, 2025).

افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به محصولات طبیعی و ارگانیک، بازار طناب کنفی را به جلو سوق می‌دهد. طناب کنفی به دلیل استحکام، دوام و زیست‌تخریب‌پذیری‌اش ارزشمند است و آن را به انتخابی ایده‌آل برای کاربردهای مختلف، از کشاورزی گرفته تا ساخت و ساز، تبدیل می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که بازار جهانی طناب کنفی از سال ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۸ با نرخ رشد مرکب سالانه تقریباً ٪۱۲ گسترش یابد، همانطور که توسط تحلیل‌های مختلف تحقیقات بازار گزارش شده است. این مسیر رشد قابل توجه، بر شناخت روزافزون کنف به عنوان یک منبع همه‌کاره تأکید دارد (Global Hemp Rope Market Size, 2025).

یکی از جنبه‌های مهم بازار طناب کنفی، فرآیند تولید است که شامل تبدیل الیاف خام کنف به طناب‌های با کیفیت بالا از طریق تکنیک‌هایی است که بر استحکام و انعطاف‌پذیری تأکید دارند. این فرآیند نه تنها عملکرد مواد را افزایش می‌دهد، بلکه با شیوه‌های پایداری

که تأثیر زیست‌محیطی را به حداقل می‌رسانند، همسو است. پذیرش روزافزون فرآیندهای تولید سازگار با محیط زیست در صنایع مختلف، جذابیت طناب‌های کنفی را بیشتر می‌کند و آنها را به انتخابی ترجیحی برای مصرف‌کنندگان و مشاغل آگاه به محیط زیست تبدیل می‌کند.

تطبیق‌پذیری طناب کنفی در کاربردهای آن در صنایع مختلف، از جمله کشاورزی، ساخت و ساز و صنایع دستی، مشهود است. در کشاورزی، طناب‌های کنفی برای بستن گیاهان، حصارکشی و کنترل فرسایش استفاده می‌شوند و از مقاومت طبیعی آنها در برابر نور UV و پوسیدگی بهره می‌برند. در صنعت ساخت و ساز، آنها برای اهداف مختلفی مانند داربست و ایمن‌سازی مصالح به کار گرفته می‌شوند. علاوه‌بر این، جامعه صنایع دستی طناب کنفی را به دلیل ویژگی‌های زیبایی شناختی و دوام آن پذیرفته است که منجربه استفاده از آن در دکوراسیون منزل و پروژه‌های DIY می‌شود. این کاربرد چندوجهی، بازار طناب کنفی را به‌عنوان یک بازیگر امیدوارکننده در صنعت گسترده‌تر کنف قرار می‌دهد و طیف وسیعی از نیازها و ترجیحات مصرف‌کننده را برآورده می‌کند (Global Hemp Rope Market Size, 2025).

اهمیت اقتصادی و ویژگی‌های دارویی شاهدانه

شاهدانه از نظر ترکیبات فیتوشیمیایی بسیار پیچیده است و بیش از ۴۸۰ نوع ترکیب شیمیایی مختلف در گیاه شاهدانه شناسایی شده است. از متابولیت های ثانویه آن می‌توان کانابینوئیدها، فلاونوئیدها، استیلبنوئیدها، ترپنوئیدها، لیگنان‌ها (فنولیک‌آمیدها و لیگنامیدها) و آلکالوئیدها اشاره کرد که از مهم‌ترین ترکیبات آن مشتقات فیتوکانابینوئیدها هستند که تتراهیدروکانابینول (THC) و کانابیدیول (CBD) فراوان‌ترین ترکیبات گیاه کانابیس هستند. CBD به‌دلیل خواص ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی، ضدتوموری، محافظت‌کننده عصبی و بالقوه ضدچاقی به‌عنوان یک عامل درمانی بالقوه در نظر گرفته می‌شود (Bielawiec et al., 2020). از طرف دیگر، حجم بازار مصارف دارویی شاهدانه، در سال ۲۰۲۴، ۳۳/۵ میلیارد دلار ارزیابی شده است و پیش‌بینی می‌شود که از سال ۲۰۲۶ تا ۲۰۳۳ با نرخ رشد مرکب سالانه ۹٪ رشد کند و تا سال ۲۰۳۳ به ۷۱/۴ میلیارد دلار برسد. بازار قانونی شاهدانه در طول دهه گذشته روندی متحول را تجربه کرده و از یک کالای عمدتاً غیرقانونی به یک صنعت رو به رشد با پتانسیل اقتصادی قابل‌توجه تبدیل شده است (Global Recreational Marijuana Market Size, 2025).

نتیجه‌گیری

باتوجه به‌تنوع جغرافیایی کشور ایران و تنوع بالای گونه‌های گیاهی دارویی، صنعت گیاهان دارویی می‌تواند در مسیر گسترش درآمدهای غیرنفتی کشور موردتوجه قرار گیرد.

منابع

اسدی، ص.، مقدم، ح.، نقدی‌بادی، ح.ع.، نقوی، م.ر. و سلامی، س.ع. ۲۰۱۹. مروری بر جنبه‌های زراعی، فیتوشیمیایی و فارماکولوژی گیاه شاهدانه (*Cannabis sativa* L.). فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی. ۱۸(۷۰): ۱–۲۰.

قادرزاده، ح. و علیزاده، پ. ۱۳۹۹. اقتصاد گیاهان دارویی و معطر با تأکید بر تولید، بازار و زنجیره ارزش داخلی و روند تقاضای جهانی. اولین همایش ملی چالش‌های فراروی تکمیل زنجیره‌ی ارزش گیاهان دارویی و معطر، ۲۵ بهمن ۱۳۹۹، ارومیه.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. آمارنامه‌های کشاورزی سال‌های ۱۳۸۹–۱۳۹۱.

Agrawal, S., 2009. Advances in Medicinal plants. Oxford Book Company. Jaipur. 302 Pages.

Ahn, K., 2017. The worldwide trend of using botanical drugs and strategies for developing global Drugs. BMB reports. 50(3): 111.

Babaei, M., Nemati, H., Arouiee, H. and Torkamaneh, D., 2024. Characterization of indigenous populations of cannabis in Iran: a morphological and phenological study. BMC Plant Biology. 24(1): 151.

Bielawiec, P., Harasim-Symbor, E. and Chabowski, A., 2020. Phytocannabinoids: useful drugs for the treatment of obesity? Special focus on cannabidiol. Frontiers in endocrinology. 11: 114.

Gloss, D. 2015. An Overview of Products and Bias in Research. Neurotherapeutics. 12(4):731-4. doi: 10.1007/s13311-015-0370-x. PMID: 26202343; PMCID: PMC4604179.

Global Cannabis Market Size. 2021

Global Hemp Rope Market Size. 2025. Report ID: 615600

Global Recreational Marijuana Market Size. 2025. ID: 330230

International Trade Centre. 2021. Available on website: https://www.trademap.org/

Rechinger K.H., 1999. Flora iranica. Vol. 175. Papilionaceae IV, Astragalus II. Flora iranica, Vol 175 Papilionaceae IV, Astragalus II.

Roosta, R.A., Moghaddasi, R. and Hosseini, S. S., 2017. Export target markets of medicinal and aromatic plants. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 7: 84-88.

World Health Organization., 2009. The use of herbal medicines in primary health care (No. SEA-HSD-322). WHO Regional Office for South-East Asia.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

An overview of the medicinal and economic importance of the global cannabis plant

Amiehosein Baghri Donchali[1] and Sarah Khorasaninejad[1*]
1. Department of Horticultural Sciences and Land Scape, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: khorasaninejad@gau.ac.ir

Abstract

Medicinal plants play a vital role in the health and economy of societies around the world and in Iran. They are a source of natural medicines, sustainable development, and improved rural livelihoods. The present research methodology is based on a review of the most important recent research, taken from reliable scientific sources, research articles, and economic reports. Cannabis is known to produce more than 545 potentially bioactive secondary metabolites, including more than 120 cannabinoids, various flavonoids, and a multitude of terpenes, and has a wide range of applications in various industries by producing fibers, oils, and psychoactive and medicinal properties. Hemp is one of the plants that almost all its components are used for medicinal, food and industrial purposes and has a large share of the global market. The increasing legalization of its cultivation on the one hand and the increasing recognition of its unique medicinal properties on the other hand have led to an increase in the annual trade of this plant, so that the size of the hemp market in 2021 was $21.32 billion and is expected to reach $226.09 by 2033 at a compound annual growth rate of 30%. The hemp rope market was valued at $1.2 billion in 2024 and is expected to reach $2.5 billion by 2033, showing a compound annual growth rate (CAGR) of 9% from 2026 to 2033. On the other hand, the market size for medicinal cannabis is estimated at $33.5 billion in 2024 and is projected to grow at a compound annual growth rate of 9% from 2026 to 2033, reaching $71.4 billion by 2033. Since Iran has one of the richest genetic reserves of cannabis in the world, there is a clear prospect for entering the global cannabis trade market.

Keywords: Cannabis (*Cannabis sativa* L.), Fibers, Medicinal properties, Secondary metabolites.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پوشش مناسب باغ و مزرعه بر بهره وری کلاس عملی دانشجویان باغبانی

مهدی حدادی‌نژاد[1*]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

*نویسنده مسئول: *m.hadadinejad@sanru.ac.ir*

چکیده

استفاده از لباس‌های مخصوص در محیط‌های حرفه‌ای و آموزشی، به ویژه در رشته‌های تخصصی مانند کشاورزی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این لباس‌ها نه‌تنها نقش اساسی در حفاظت و راحتی افراد دارند، بلکه می‌توانند بیانگر هویت و ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی نیز باشند. به دنبال طراحی لباس کار و مزرعه توسط معاونت فرهنگی اجتماعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برای دانشجویان کارشناسی رشته های دارای کارعملی در مزرعه و باغ این تحقیق بمنظور ارزیابی اثر این پوشش بر افزایش بهره وری دانشجویان در کلاس عملی درس مهارت میوه کاری اجرا شد. در پاییز ۱۴۰۳ همزمان با برگزاری سومین دوره جشنواره، نمایشگاه و کارگاه آموزشی برداشت مرکبات در دانشگاه، پوشش مزرعه و باغ در اختیار دانشجویان قرار گرفت. پوشش مورد استفاده توسط دانشجوی رشته خیاطی و براساس نظر سنجی از دانشجویان در زمینه رفع مشکلات مربوط به کار در باغ و مزرعه برای دانشجویان پسر و دختر طراحی و تولید شده بود. هر گروه دانشجویان به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و در هر گروه چهار نوع پوشش (روپوش سفید آزمایشگاه، روپوش کامل باغ و مزرعه و روپوش ناقص (با/بدون پاپوش و دست‌پوش) به تصادف در اختیار دانشجویان دختر و پسر قرار گرفت. در ادامه دانشجویان در مدت زمان مشخصی اقدام به برداشت میوه از درختان نارنج نمودند. طول زمان برداشت میوه یک شاخه یا درخت (دقیقه)، تعداد میوه برداشت شده و وزن برداشت شده (کیلوگرم) ثبت گردید. سپس شاخص های سرعت برداشت (تعداد میوه در دقیقه) و عملکرد برداشت (کیلوگرم برداشت شده در دقیقه)، برای هر نفر از دانشجویان محاسبه گردید. در نهایت داده های بدست آمده در اکسل ثبت و نمودارها رسم گردید. نتایج نشان داد استفاده از پوشش حرفه ای کامل شامل روپوش، دست پوش و پاپوش می تواند تا ۳۰ درصد بهره وری دانشجویان را در انجام یک کارعملی افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: برداشت، سلامت، سرعت، عملیات باغبانی، روپوش.

مقدمه

لباس کار و مزرعه به عنوان یکی از اجزای اساسی فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، نقش مهمی در تأمین امنیت و راحتی فعالان بخش دارد. اما این لباس‌ها، علاوه بر کارکردهای عملی، به‌تدریج به یک نماد فرهنگی و اجتماعی تبدیل شده‌اند که پذیرش و استفاده از آن‌ها می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد. در بین دانشجویان دختر، به‌ویژه آن‌هایی که در رشته‌های مرتبط با کشاورزی تحصیل می‌کنند، پذیرش لباس کار و مزرعه می‌تواند تحت تأثیر عوامل فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و حتی روان‌شناختی قرار گیرد (میرالی، ۱۳۹۷). آگاهی و آموزش نقش مهمی در افزایش پذیرش لباس کار دارد. اگر دانشجویان دختر از مزایای کاربردی و ایمنی لباس کار به‌خوبی مطلع باشند، ممکن است تمایل بیشتری به استفاده از آن نشان دهند. آموزش‌های مرتبط با اهمیت استفاده از لباس کار در حفاظت از سلامتی و افزایش کارایی می‌تواند نگرش مثبتی نسبت به این نوع پوشش ایجاد کند (دربان، ۱۳۹۷). طبق پژوهش یحیایی (۱۳۹۸)، مؤلفه‌های نظام معنایی پوشش در میان دانشجویان عبارتند از: راحتی، نظرِ دیگری، زیبایی، تمایز، اعتماد به نفس، نشانگر تفکر بودن، اعتراض، آزادی و دیده‌شدن. این امر حاکی از این است که در طراحی و برنامه‌ریزی برای ترویج و گسترش فرهنگ پوشش باید به مولفه‌های این نظام معنایی در میان مخاطبان آن (دانشجویان) توجه جدی داشت. جمشیدی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی اعلام نمودند بازطراحی لباس کار و مزرعه برای دانشجویان رشته های کشاورزی و ارائه گزینه‌هایی منطبق با فرهنگ ایرانی اسلامی در کنار روپوش‌های ساده سفید آزمایشگاهی که بسیاری از مواقع مناسب شرایط فیزیکی و آب و هوایی فعالیت‌های کشاورزی نمی‌باشد از نظر دانشجویان ضروری می باشد. دیگر محققان افزایش ایمنی، راحتی، بهبود حفاظت شخصی، در امان بودن از گزند شرایط نامناسب آب و هوایی یا محیط کار و تشخیص یکدیگر و یادگیری بهتر را از جمله نکات مورد نیاز دانشجویان ذکر نمودند (میرالی، ۱۳۹۷؛ زمزم، ۱۳۹۹؛ دربان، ۱۳۹۷؛ کلانتری و همکاران، ۱۳۹۸؛ رضوانی و

غلامی، ۱۴۰۰). صادقی (۱۳۹۴) در نهمین کنگره علوم باغبانی ایران ضمن تاکید بر لزوم بازنگری در آموزش و تحقیقات علوم باغبانی در دانشگاه های کشور، شیوه های فعلی دانشگاه ها، در زمینه آموزش دروس باغبانی را برای پرورش افراد حرفه ای و متخصصی که بتوانند در بازار کار و اقتصاد ملی و جهانی نقش داشته باشند، ناکافی دانستند.

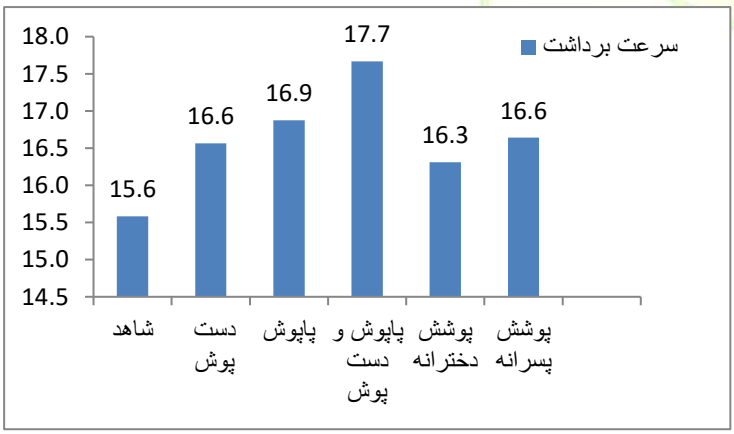
هدف از انجام این پژوهش بررسی کارآیی انواع لباس کار بر افزایش بهره‌وری در محیط کلاس عملی و کاهش هزینه‌های ناشی از حوادث و آسیب‌های جسمانی دانشجویان در زمان انجام کار در محیط های مزرعه ای و باغ می باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای دانشجویان درس مهارت میوه‌کاری اجرا شد. در پاییز ۱۴۰۳، همزمان با برگزاری سومین دوره جشنواره، نمایشگاه و کارگاه آموزشی برداشت مرکبات در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، روپوش حرفه‌ای مزرعه و باغ شامل سه قسمت روپوش، دست‌پوش و پاپوش، همراه با دستکش و قیچی سرکج (مخصوص برداشت مرکبات) در اختیار دانشجویان قرار گرفت. این روپوش قبلاً توسط دانشجوی رشته خیاطی دانشگاه علمی‌کاربردی طراحی و توسط معاونت فرهنگی اجتماعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در راستای طرح زیست عفیفانه تولید شده بود. سپس بر اساس نظرسنجی از دانشجویان در زمینه رفع مشکلات مربوط به کار در باغ و مزرعه، دانشجویان بازنگری نهایی روی آن صورت گرفته و برای دانشجویان پسر و دختر به‌صورت مجزا و به تعداد ۵۰ دست لباس تولید شده بود. هر گروه دانشجویان به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و در هر گروه چهار نوع پوشش (روپوش سفید آزمایشگاه (شاهد)، روپوش کامل باغ و مزرعه و روپوش ناقص باغ و مزرعه (با/بدون پاپوش و دست‌پوش)) به‌تصادف در اختیار دانشجویان دختر و پسر قرار گرفت. به‌طوری‌که دانشجویان بسته به لباسی که بر تن داشتند، بتوانند به‌طور کامل یا در بخشی از پوشش خود از روپوش مزرعه و باغ یا اجزای آن استفاده کنند. مثلاً دانشجویی که آستین کوتاه داشت، می‌توانست فقط دست‌پوش را به دست کند و دانشجویی که ساق برهنه داشت، می‌توانست برای جلوگیری از خراش و آسیب در ساق پا از پاپوش استفاده کند. در ادامه، دانشجویان در مدت زمان مشخصی اقدام به برداشت میوه از درختان نارنج نمودند. طول زمان برداشت میوه یک شاخه یا درخت (دقیقه) با کرنومتر توسط داور، تعداد میوه برداشت‌شده توسط شمارش داور، و وزن برداشت‌شده (کیلوگرم) با ترازوی ثابت در آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ثبت گردید. سپس شاخص‌های سرعت برداشت (تعداد میوه در دقیقه)، عملکرد برداشت (کیلوگرم برداشت‌شده در دقیقه) و برای هر نفر از دانشجویان محاسبه و داده‌های به‌دست‌آمده در اکسل ثبت و نمودارها رسم گردید.

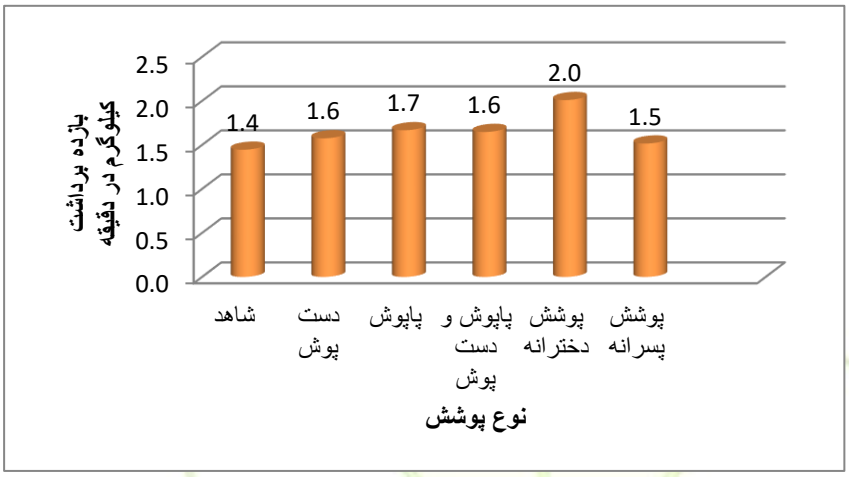
نتایج و بحث

نتایج نشان داد کمترین سرعت برداشت مربوط به دانشجویانی بوده که روپوش سفید آزمایشگاه را در زمان برداشت میوه از درخت بر تن داشتند (۱۵/۶ میوه در دقیقه). استفاده از روپوش کامل منجر به بهبود سرعت برداشت نسبت به شاهدگردید ولی بیشترین سرعت برداشت (۱۷/۷ میوه در دقیقه) مربوط به دانشجویانی بود که بسته به نیاز خود پاپوش و دست‌پوش را انتخاب و پوشیده بودند (شکل ۱).



شکل ۱- اثر انواع پوشش دانشجویان درس مهارت میوه کاری بر سرعت برداشت میوه نارنج.

نتایج نشان داد کمترین بهره وری و عملکرد برداشت مربوط به دانشجویانی بوده که روپوش سفید آزمایشگاه را در زمان برداشت میوه از درخت برتن داشتند (۱/۴ کیلوگرم در دقیقه). استفاده از پاپوش و دست‌پوش منجر به بهبود بهره‌وری عملکرد برداشت گردید ولی بیشترین عملکرد برداشت (۲ کیلوگرم در دقیقه) مربوط به دانشجویان دختری بود که روپوش کامل را پوشیده بودند (شکل ۲).



شکل ۲- اثر انواع پوشش دانشجویان درس مهارت میوه کاری بر بازده برداشت میوه نارنج.

نتایج نشان داد استفاده از پوشش حرفه‌ای کامل شامل روپوش، دست‌پوش و پاپوش می تواند تا ۳۰ درصد بهره‌وری دانشجویان را در انجام یک کار عملی افزایش دهد (شکل ۳).



شکل ۳- نتیجه استفاده دانشجویان از پوشش مناسب مزرعه و باغ بصورت کامل یا برخی اجزا شامل دست پوش، پاپوش، روپوش.

علاوه بر این نتایج و بنابر اعلام دانشجویان روپوش های جدید و مناسب کار باغ و مزرعه به دلیل طراحی جیب مناسب، اماکن تبدیل به کیف و عدم نیاز به چوب لباسی و کیف جداگانه، امکان نصب وسایل باغبانی مثل قیچی روی لباس و... از مزایای ویژه‌ای برخوردارند و امکان تبدیل به لباس حرفه ای و حتی نصب وسایل هوشمند جهت استفاده بیشتر از فناوری روز را نیز دارند.

منابع

دربان، ف. ۱۳۹۷. زیباشناسی لباس‌های محلی خراسان رضوی به‌منظور کاربرد در طراحی لباس فرم مدارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنر و معماری اردکان، اردکان، ایران.

میرالی، ص. ۱۳۹۷. عوامل مؤثر بر طراحی لباس اداری و سازمانی در ایران مطالعه موردی: زنان کارمند بانک دولتی و خصوصی استان البرز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنر و معماری اردکان.

یحیایی، سبحان. ۱۳۹۸. پوشش دختران در ارتباطات انسانی خرده‌فرهنگ‌های دانشجویی؛ مطالعه کیفی نمونه‌های کرانه‌ای مغایر با الگوی رسمی حجاب. فصلنامه مطالعات فرهنگی و ارتباطات، ۱۵(۵۷): ۱۸۹-۲۱۹.

کلانتری، عبدالحسین، همتی‌راد، فرزانه و مؤمنی، حسن. ۱۳۹۸. مطالعه جامعه‌شناختی پوشش دانشجویان: عوامل عینی و ذهنی. مطالعات زن و خانواده، ۷(۱) (پیاپی ۱۳): ۲۹-۵۰.

صادقی، ح. ۱۳۹۴. لزوم بازنگری در آموزش و تحقیقات علوم باغبانی در دانشگاه‌های کشور. نهمین کنگره علوم باغبانی ایران، اهواز، ۵-۸ بهمن ۱۳۹۴.

جمشیدی، ا.، شفیعی، ف. و فیاضی، ز. ۱۴۰۳. عوامل مؤثر بر پذیرش لباس کار و مزرعه در بین دانشجویان رشته‌های کشاورزی. طرح پژوهشی فرهنگی، معاونت فرهنگی اجتماعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of appropriate Orchard and field cover on the productivity of practical classes of horticulture students

Mehdi Hadadinejad[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[*]*Corresponding Author: m.hadadinejad@sanru.ac.ir*

Abstract

The use of special clothing is of particular importance in professional and educational environments, especially in professional fields such as agriculture. These clothes not only play a fundamental role in protecting and comforting user, but can also express cultural and social identity and values. This research performed in follow the design of orchard and farm clothing by the Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU) for undergraduate students to In order to evaluate the effect of this coating on increasing students' productivity, a pomology skills lesson. In the fall of 2024, simultaneously with the third citrus harvest festival, exhibition, and workshop at the SANRU, field and garden covers were made available to students. The covers were designed and produced based on a survey of students in the field of solving problems related to working in the garden and field for male and female students. Each group of students was considered a replication, and in each group, four types of clothing (white lab cover, complete garden and field cover, and garden and field cover (incomplete)) were randomly provided to male and female students. The students harvested sour oranges from trees within a certain period of time. Harvest duration, the number of fruits harvested, and the weight harvested were recorded, then the index of harvesting speed (number of fruits per minute) and harvesting yield (kilograms harvested per minute) were calculated for each student. The results showed using complete professional cover, can increase students' productivity in performing a practical task up to 30 percent.

Keywords: Cover, Harvest, Speed, Health, Horticultural Practices.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

رتبه‌بندی عوامل موثر بر رضایت باغداران در استفاده از بیمه محصول انار در شهرستان مهریز با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی

حسن دهقان نیری[۱]، اکرم نشاط[۱*]، احمد فتاحی اردکانی[۱]
۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
*نویسنده مسئول: aneshat@ardakan.ac.ir

چکیده

بخش کشاورزی و محصولات باغی، به دلیل ویژگی های خاص، در معرض خطرات و آسیب های غیر قابل پیش بینی و در نتیجه خسارات و مشکلات بیشماری است. مدیریت ریسک در این میان از اهمیت بسزایی برخوردار است. یکی از ابزارهای مدیریت ریسک در بخش کشاورزی، بیمه محصولات کشاورزی است. هدف مطالعه حاضرتعیین اولویت مولفه‌های اثرگذار بر رضایت‌مندی انارکاران شهرستان مهریز در استان یزد از بیمه محصول می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز از تکمیل پرسشنامه از کشاورزان انارکار خبره و پیشروی بیمه شده‌ی منتخب شهرستان مهریز به‌دست آمد. در نهایت شش شاخص اصلی از جمله؛ حق بیمه، میزان غرامت دریافتی، کیفیت خدمات دریافتی، وجه بانک کشاورزی، تعهد کشاورزان به بانک کشاورزی و میزان پاسخگویی به شکایات برای کشاورزان انار کار مهریز انتخاب شدند. جهت رتبه‌بندی عوامل مذکور از تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. بر این اساس، وزن نهایی شاخص‌ها که بیانگر اولویت کشاورزان است به‌ترتیب؛ حق بیمه، میزان غرامت دریافتی، میزان پاسخگویی به شکایات، کیفیت خدمات دریافتی، وجه بانک کشاورزی و تعهد کشاورزان به بانک کشاورزی با وزن‌های ۰/۲۳۰، ۰/۲۱۲، ۰/۱۶۰، ۰/۱۴۱ و ۰/۱۳۲ بیشترین تا کمترین اهمیت را از سوی پاسخ‌دهندگان دارند. براساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود برای ترغیب و رضایت‌مندی بیشتر کشاورزان به بیمه محصولات کشاورزی به‌ویژه انار، دریافت حق بیمه به‌صورت اقساطی صورت گیرد و به بیمه‌گذارانی که خسارت دیده‌اند، تخفیف داده شود. همچنین توصیه می‌شود برای آشنایی بیشتر کشاورزان با بیمه محصولات کشاورزی، کلاس‌های ترویجی از سوی سازمان جهاد کشاورزی برگزار شود.

واژه‌های کلیدی: انار، بیمه محصول، تحلیل سلسله مراتبی، مدیریت ریسک، مهریز.

مقدمه

بخش کشاورزی یکی از ارکان بنیادین تأمین امنیت غذایی کشور به شمار می‌آید و می‌تواند نقش بسزایی در رشد اقتصادی، اشتغال‌زایی و توسعه پایدار ایفا کند. افزایش روزافزون جمعیت، نیاز به تولید پایدار محصولات کشاورزی را ضروری ساخته است. کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌های اقتصادی، بیش از هر حوزه دیگری در معرض مخاطرات طبیعی و حوادث غیرمترقبه قرار دارد. مخاطراتی همچون خشکسالی، سیل، سرمازدگی، یخبندان، تگرگ، طوفان، آفات و بیماری‌های گیاهی و دامی، همواره معیشت کشاورزان و امنیت غذایی جامعه را تهدید می‌کنند. بیمه کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای حمایتی دولت، نقش کلیدی در کاهش آسیب‌پذیری کشاورزان و افزایش تاب‌آوری نظام تولید کشاورزی دارد. بیمه به‌عنوان یک مکانیسم انتقال ریسک، نه تنها خسارات ناشی از بلایای طبیعی را جبران می‌کند، بلکه با ایجاد اطمینان نسبی در میان تولیدکنندگان، به پایداری تولید، حفظ سرمایه‌گذاری در این بخش، و در نهایت ثبات اقتصاد روستایی کمک شایانی می‌نماید (آبیار و قدیریان، ۱۳۸۰). انار به‌عنوان یکی از محصولات استراتژیک باغی در ایران، به‌ویژه به دلیل تولید سالم و حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی، از مزیت نسبی قابل‌توجهی در بازارهای داخلی و بین‌المللی برخوردار است. کیفیت بالا، طعم منحصربه‌فرد، و انطباق با استانداردهای سلامت غذایی موجب افزایش تقاضای صادراتی این محصول شده و جایگاه ویژه‌ای را برای آن در تجارت محصولات کشاورزی ایران رقم زده است. در سطح ملی، استان‌های فارس، مرکزی، اصفهان، خراسان رضوی و یزد به‌عنوان مناطق عمده تولید انار شناخته می‌شوند. شهرستان مهریز واقع در استان یزد، به دلیل برخورداری از شرایط اقلیمی مناسب، منابع آب زیرزمینی، و دانش بومی در زمینه باغداری، از جایگاه برجسته‌ای در تولید انار برخوردار است. این شهرستان یکی از مهم‌ترین نواحی انارخیز کشور و از قطب‌های اصلی تولید این محصول در سطح منطقه خاورمیانه محسوب می‌شود. با توجه به ساختار اقتصادی شهرستان مهریز، که به‌طور عمده متکی بر فعالیت‌های

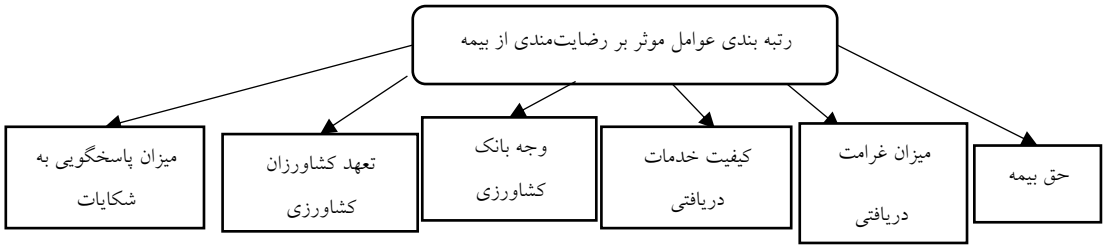
کشاورزی و به‌ویژه باغداری است، توسعه و پایداری تولید محصولات باغی از اهمیت راهبردی برخوردار است. انار، در کنار پسته و بادام، سهم عمده‌ای از سطح زیر کشت باغ‌های این شهرستان را به خود اختصاص داده و نقش تعیین‌کننده‌ای در امنیت معیشتی بهره‌برداران بخش کشاورزی ایفا می‌کند (معاونت اداره جهاد کشاورزی مهریز، ۱۳۹۷). با این حال، تولید انار در شهرستان مهریز همانند سایر مناطق کشاورزی کشور، در معرض تهدیدهای متعدد اقلیمی و زیستی قرار دارد. بنابراین به‌کارگیری ابزارهای مؤثر مدیریت ریسک به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری تولیدکنندگان، ضرورتی انکارناپذیر است. بیمه کشاورزی یکی از ابزارهای حمایتی دولت و سازوکارهای انتقال ریسک، نقش کلیدی در کاهش اثرات نامطلوب مخاطرات طبیعی، افزایش ثبات درآمدی کشاورزان، و ارتقای تاب‌آوری نظام تولید ایفا می‌کند (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۱). از جمله مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است می‌توان به پژوهش حیاتی و حفاری (۱۳۹۳) اشاره کرد که عوامل موثر بر تمایل به بیمه انارکاران شهرستان نطنز را سن، سابقه فعالیت باغداری، آگاهی از بیمه، نگرش مثبت به حق بیمه و ریسک پذیری، درآمد سالانه و عملکرد و مساحت باغ نتیجه گرفتند. امیری و همکاران (۱۴۰۳) عوامل موثر بر توسعه بیمه محصولات باغی جنوب استان کرمان را با استفاده از رگرسیون خطی بررسی کردند که عوامل اقتصادی، دانش باغدار در رابطه با بیمه محصولات باغی ، نگرش کشاورز نسبت به بیمه محصولات باغی و میزان خطرپذیری کشاورزی بیشترین تاثیر را در توسعه بیمه محصولات باغی داشتند. نتایج مطالعه سامی (۲۰۱۷)، در بررسی عوامل مؤثر بر مشارکت کشاورزان در بیمه محصولات کشاورزی در پایتخت فدرال منطقه ابوجا، نیجریه، نشان داد که متغیرهای سن، میزان تحصیلات، اندازه مزرعه، عضویت در انجمن و ارتباط با مروجان نقش خیلی کمی در مشارکت کشاورزان در طرح بیمه دارد. همچنین حدود ۰/۷۸ درصد از کشاورزان از وجود طرح بیمه آگاه بودند ولی فقط ۰/۳۵ درصد از کشاورزان در این طرح شرکت کردند. با توجه به اهمیت بیمه محصول انار و جمعبندی پژوهشهای قبلی، مطالعه حاضر با هدف بررسی وضعیت بیمه محصول انار در شهرستان مهریز و شناسایی عوامل موثر بر پذیرش بیمه و ارائه راهکارهایی برای ارتقای اثربخشی نظام بیمه کشاورزی در این منطقه انجام می‌شود. یافته‌های این پژوهش می‌تواند مبنای طراحی سیاست‌های بهینه برای حمایت از تولیدکنندگان انار و توسعه پایدار بخش کشاورزی در شهرستان مهریز قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

روش تحلیل سلسله مراتبی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است که توسط توماس ال‌ساعتی (Thomas L. Saaty)، در دهه ۱۹۷۰ پیشنهاد شد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی روشی است منعطف که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌هایی را با مشکل مواجه می‌سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (زبردست، ۱۳۸۰). این روش هنگامی‌که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست، می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد و ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به‌طور همزمان امکان‌پذیر می‌سازد. اساس این روش مقایسه‌های زوجی یا دوبه‌دویی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم‌گیری است (قدسی‌پور، ۱۳۸۴). روش تحقیق در مطالعه حاضر از نوع تحقیق پیمایشی است و جامعه مورد پژوهش کشاورزان انارکار شهرستان مهریز، کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان و کارشناسان صندوق بیمه محصولات کشاورزی هستند. به‌دلیل ماهیت پرسشنامه‌های روش AHP در این تحقیق ۲۰ پرسشنامه در بین کشاورزان خبره و کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان و کارشناسان صندوق بیمه محصولات کشاورزی توزیع شد و در نهایت بعد از حذف پرسشنامه‌های ناقص، ۱۵ پرسشنامه مورد سنجش قرار گرفت.

نتایج و بحث

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های تحقیق بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی، درخت سلسله‌مراتب تصمیم در این تحقیق شامل ۲ سطح در نظر گرفته شد که در شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل ۱- ساختار سلسله مراتب AHP.

با توجه به شکل (۱) هدف اصلی اولویت‌بندی عوامل موثر بر رضایت‌مندی کشاورزان از بیمه محصول انار است و معیارها شامل حق بیمه، میزان غرامت دریافتی، کیفیت خدمات دریافتی، متغیر وجه بانک کشاورزی، متغیر تعهد کشاورزان به بانک کشاورزی و میزان پاسخگویی به شکایات است. در این پژوهش از بررسی ارتباط متقابل معیارها بدلیل جزئی بودن آنها صرفنظر شده است و از روش AHP معمولی استفاده شده است. حق بیمه مطابق با قرارداد بیمه تعیین می‌شود و بر اساس آن بیمه‌گذار موظف به پرداخت هزینه خواهد شد و در صورت عدم پرداخت، بیمه‌گر می‌تواند اجرای تعهد را بخواهد. میزان غرامت دریافتی، میزان خسارتی است که کشاورزان در صورت خسارت محصول یا باغ خود از شرکت‌های بیمه دریافت می‌کنند. کیفیت خدمات، میزان پاسخگویی نیز هر کدام به نوعی به رفتار مسئولین شرکت‌ها و بانک کشاورزی در خصوص ارباب رجوع به‌ویژه کشاورزان اشاره دارد. معیار تعهد کشاورزان نیز اشاره به میزان مشارکت کشاورزان در بیمه محصول و پرداخت حقوق بیمه خود در قبال بیمه‌گر و بانک کشاورزی دارد. وجه بانک کشاورزی نیز به میزان مبلغ پرداختی بانک کشاورزی در زمان خسارت دارد. جهت انجام مقایسه زوجی، ماتریس ۶×۶ تشکیل و سپس با تخصیص مقادیر جدول غربال ساعتی، معیارهای مختلف دوتایی باهم مقایسه شد. برای تلفیق نظرات پاسخدهندگان، از میانگین هندسی نظرات پاسخدهندگان ارائه‌شده، استفاده شد. بعد از تلفیق نظرات خبرگان، به دلیل نرمال نبودن ماتریس، با استفاده از روش نرمالیزه کردن، ماتریس بهنجار یا نرمالیزه شده ایجاد شد و در نهایت با استفاده از ماتریس نرمالیزه شده، بردار اولویت یا همان وزن نهایی معیارها برآورد شد (جدول ۱).

جدول ۱- ماتریس بهنجار (نرمالایز) شده.

	حق بیمه	میزان غرامت دریافتی	کیفیت خدمات دریافتی	وجه بانک کشاورزی	تعهد کشاورزان به بانک کشاورزی	میزان پاسخگویی به شکایات	بردار اولویت
حق بیمه	۰/۲۳۵	۰/۳۲۶	۰/۲۰۸	۰/۱۹۹	۰/۲۵۵	۰/۱۵۹	۰/۲۳۰
غرامت دریافتی	۰/۱۳۹	۰/۱۹۷	۰/۲۰۳	۰/۱۷۲	۰/۲۲۲	۰/۳۳۸	۰/۲۱۲
کیفیت خدمات دریافتی	۰/۱۶۵	۰/۱۴۲	۰/۱۴۸	۰/۱۰۷	۰/۱۱۸	۰/۱۶۸	۰/۱۴۱
وجه بانک کشاورزی	۰/۱۴۹	۰/۱۴۱	۰/۱۷۱	۰/۱۲۵	۰/۱۴۱	۰/۰۶۵	۰/۱۳۲
تعهد کشاورزان به بانک کشاورزی	۰/۱۱۹	۰/۱۰۸	۰/۱۴۵	۰/۱۱۱	۰/۱۲۲	۰/۱۲۴	۰/۱۲۲
پاسخگویی به شکایات	۰/۲۳۵	۰/۳۲۶	۰/۲۰۵	۰/۱۹۹	۰/۲۵۵	۰/۱۵۹	۰/۱۶۰

جدول ۲- نتایج رتبه‌بندی نهایی عوامل اثرگذار بر بیمه محصول انار.

شاخص (عامل)	وزن نهایی	اولویت
حق بیمه	۰/۲۳۰	۱
میزان غرامت دریافتی	۰/۲۱۲	۲
میزان پاسخگویی به شکایات	۰/۱۶۰	۳
کیفیت خدمات دریافتی	۰/۱۴۱	۴
وجه بانک کشاورزی	۰/۱۳۲	۵
تعهد کشاورزان به بانک کشاورزی	۰/۱۲۲	۶

نتایج حاصل از روش AHP در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که به ترتیب معیارهای حق بیمه، غرامت دریافتی، پاسخگویی با شکایات، کیفیت خدمات دریافتی، وجه بانک کشاورزی و تعهد کشاورزان به بانک کشاورزی با وزن‌های ۰/۲۳۰، ۰/۲۱۲، ۰/۱۶۰، ۰/۱۴۱ و ۰/۱۳۲ دارای بیشترین اهمیت هستند. در این بین حق بیمه و غرامت دریافتی نسبت به بقیه معیارها دارای اهمیت فراوان‌تری در رضایت‌مندی کشاورزان از بیمه محصول انار هستند.

منابع

آبیار، ن و قدیریان، ح. ۱۳۸۰. بررسی عوامل موثر بر گرایش به بیمه محصول سویا در استان گلستان. مجموعه مقالات همایش بیمه کشاورزی، توسعه و امنیت سرمایه‌گذاری. بانک کشاورزی ایران. ص ۳۰۲.

امیری کچمی, س. , چوبچیان, ش. و صدیقی, ح. ۱۳۹۶. واکاوی عوامل موثر بر توسعه بیمه محصولات باغی جنوب استان کرمان .راهبردهای توسعه روستایی۴(۴). ۵۱۵-۵۳۴

حیاتی، د، و حفاری، ف. ۱۳۹۳. سازه های موثر بر تمایل به بیمه محصول انار: مطالعه موردی انارکاران شهرستان نطنز. راهبردهای توسعه روستایی، ۱(۱)، ۱۰۱-۱۱۷.

رحمتی، ا. کهنسال، ک و قربانی، م. ۱۳۹۱. برآورد میزان حق بیمه و غرامت برای دو روش جدید بیمه عملکردی و درامدی و مقایسه آن با نظام فعلی (مطالعه موردی شهرستان مشهد). هشتمین همایش دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران.

زبردست، ا.۱۳۸۰. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای. هنرهای زیبا. شماره ۱۰.

قدسی‌پور، ح. ۱۳۸۴. مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره، برنامه‌ریزی چندهدفه(روش‌های وزن‌دهی بعد از حل. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

اداره جهاد کشاورزی شهرستان مهریز. ۱۳۹۷

Sami, R. A. 2017. Determinants of Crop Farmers Participation in Agricultural Insurance in the Federal Capital Territory, Abuja, Nigeria.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating factors affecting gardeners' satisfaction in using pomegranate crop insurance in Mehriz County using an analytical hierarchy process approach

Hasan Dehghan niri[1], Akram Neshat[1*] and Ahmad Fattahi ardakani[1]
1- Agricultural Economics, Ardakan University, Ardakan, Iran
[*]*Corresponding Author: aneshat@ardakan.ac.ir*

Abstract

The agricultural and horticultural sector, due to its specific characteristics, is exposed to unpredictable risks and damages, resulting in numerous losses and problems. Risk management is of great importance in this regard. One of the risk management tools in the agricultural sector is agricultural product insurance. The aim of the present study was to determine the priority of the components affecting the satisfaction of pomegranate farmers in Mehriz city in Yazd province with crop insurance. The required information was obtained by completing a questionnaire from selected expert and progressive pomegranate farmers in Mehriz city. Finally, six main indicators, including; insurance premium, amount of compensation received, quality of services received, agricultural bank funds, farmers' commitment to the agricultural bank, and the level of responsiveness to complaints, were selected for Mehriz pomegranate farmers. Analytic hierarchy process was used to rank the aforementioned factors. Accordingly, the final weight of the indicators, which expresses the farmers' priority, is as follows: Insurance premium, amount of compensation received, response rate to complaints, quality of services received, agricultural bank funds, and farmers' commitment to agricultural bank with weights of 0.230, 0.212, 0.160, 0.141, and 0.132 have the highest to lowest importance from the respondents. Based on the results of the present study, it is suggested that in order to encourage and increase farmers' satisfaction with agricultural product insurance, especially pomegranates, insurance premiums should be paid in installments and discounts should be given to policyholders who have suffered losses. It is also recommended that extension classes be held by the Agricultural Jihad Organization to familiarize farmers with agricultural product insurance.

Keywords: Pomegranate, Crop insurance, Analytical hierarchy process, Risk management, Mehriz.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور باغبانی تزئینی و مدیریت سیما، منظر و فضای سبز شهری

کاربرد توری سایه‌بان‌های گزینش نور در تولید نشای گیاهان زینتی: اثرات بر ریزاقلیم، پاسخ‌های فیزیولوژیکی و کیفیت نشا

فرزاد نظری[۱*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *f.nazari@uok.ac.ir*

چکیده

تولید نشا یکی از مهم‌ترین مراحل در تولید گیاهان زینتی است که کیفیت آن نقش تعیین‌کننده‌ای در استقرار، رشد و عملکرد نهایی گیاه دارد. در سال‌های اخیر، استفاده از توری‌های گزینش نور به‌عنوان یکی از فناوری‌های مؤثر در مدیریت ریزاقلیم گلخانه‌ها و نهالستان‌ها، توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است. این توری‌ها علاوه بر کاهش شدت تابش خورشید، کیفیت طیفی نور، دمای محیط، دمای برگ و رطوبت نسبی را نیز تعدیل کرده و شرایط مطلوب‌تری برای رشد گیاهان جوان فراهم می‌کنند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که استفاده از توری‌های گزینش نور موجب افزایش فتوسنتز، حفظ کارایی فتوسیستم II، کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن، افزایش فعالیت سامانه آنتی‌اکسیدانی، بهبود کارایی مصرف آب، توسعه بهتر سیستم ریشه، افزایش قطر ساقه و بهبود کیفیت نشا می‌شود. همچنین انتخاب رنگ و درصد سایه‌دهی مناسب با توجه به نیاز نوری گونه‌های مختلف، نقش مهمی در موفقیت این فناوری دارد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، تولید نشا، توری‌های گزینش نور، فتوسنتز، کارایی مصرف آب، گیاهان زینتی، ریزاقلیم.

مقدمه

گیاهان زینتی به دلیل ارزش اقتصادی و زیبایی‌شناختی بالا، جایگاه ویژه‌ای در باغبانی تجاری دارند و تولید نشای سالم و یکنواخت، نخستین گام در دستیابی به محصول نهایی باکیفیت است. تولید نشا در شرایط اقلیمی گرم و خشک، به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک، یکی از حساس‌ترین مراحل تولید گیاهان زینتی محسوب می‌شود، زیرا گیاهان در این مرحله دارای سطح برگ محدود، سیستم ریشه‌ای توسعه‌نیافته و ظرفیت پایین تنظیم روابط آبی هستند. در چنین شرایطی، افزایش شدت تابش خورشید و دمای هوا موجب افزایش دمای برگ، تشدید تعرق، کاهش پتانسیل آب برگ و محدود شدن فتوسنتز خالص می‌شود. ادامه این وضعیت می‌تواند به مهار نوری، کاهش کارایی فتوسیستم II، تخریب رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نهایت افت کیفیت نشا منجر شود (Kabir et al., 2024).

توری‌های سایه‌بان با ویژگی‌های مکانیکی، فیزیکی و نوری متفاوت، به‌عنوان یک روش فیزیکی و غیرشیمیایی، امکان تعدیل شدت و کیفیت نور، دما و رطوبت اطراف گیاه را فراهم می‌کنند و از این طریق ریزاقلیم مطلوب‌تری برای رشد نشا ایجاد می‌کنند (Champaneri and Patel, 2022). در واقع توری‌های سایه‌بان های گزینش نور، علاوه بر کاهش شدت تابش، کیفیت طیفی نور را نیز تغییر می‌دهند. این توری‌ها با تغییر نسبت نور آبی، قرمز و قرمز دور، پاسخ‌های فتومورفوژنتیکی گیاه را از طریق گیرنده‌های نوری مانند فیتوکروم‌ها و کریپتوکروم‌ها تنظیم می‌کنند. در نتیجه، رشد طولی، توسعه سطح برگ، باز و بسته شدن روزنه‌ها، سنتز کلروفیل و تجمع مواد خشک تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین افزایش سهم نور پراکنده سبب نفوذ بهتر نور به قسمت‌های داخلی تاج گیاه شده و توزیع یکنواخت‌تر انرژی نوری را در برگ‌ها فراهم می‌کند که این امر موجب افزایش کارایی استفاده از نور و بهبود عملکرد فتوسنتزی گیاه می شود (Formisano et al., 2022).

هنگامی که گیاهان تحت توری سایه‌بان‌های ۳۰٪ و ۵۰٪ رشد می‌کنند، شدت نور کاهش می یابد و منجر به کاهش تولید گونه های فعال اکسیژن می‌شود. این کاهش تنش اکسایشی را کاهش می‌دهد و در نتیجه سطوح پراکسید هیدروژن و مالون دی‌آلدئید را کاهش می‌دهد.

کاهش تنش اکسایشی همچنین نیاز به فعالیت آنزیم ضد اکسایشی را کاهش می‌دهد که منجر به کاهش فعالیت پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در این شرایط سایه متوسط می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که سایه متوسط وضعیت آب گیاه را بهبود می بخشد و با کاهش دمای برگ و شدت نور، بازداری نوری را کاهش می‌دهد و محیط مطلوب تری برای فرآیندهای فیزیولوژیکی بدون ایجاد آسیب اکسایشی بیش از حد ایجاد می‌کند (Zaman et al., 2022). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که این اثرات نه تنها موجب افزایش کیفیت نشا، بلکه موجب یکنواختی رشد و کاهش خسارت ناشی از تنش گرمایی در نهالستان‌ها و گلخانه‌ها نیز می‌شود. بنابراین، توری‌های سایه‌بان تنها ابزاری برای کاهش شدت نور نیستند، بلکه به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوین مدیریت ریزاقلیم، امکان تنظیم همزمان شدت، کیفیت و توزیع نور، دمای برگ و شرایط رطوبتی را فراهم می‌کنند. از این رو، انتخاب صحیح رنگ و درصد سایه‌دهی متناسب با نیاز نوری هر گونه گیاهی، یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در تولید نشاهای با کیفیت بالا محسوب می‌شود.

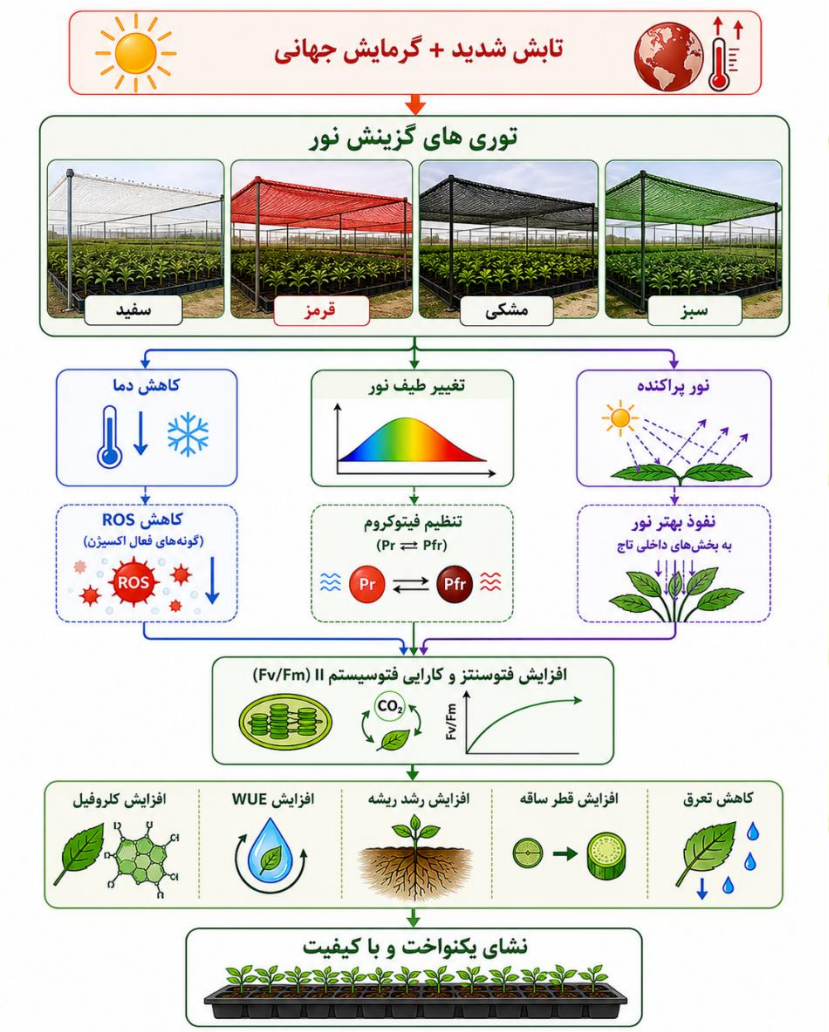
اثر توری سایه‌بان بر ریزاقلیم و فیزیولوژی نشا

تغییر اقلیم و افزایش فراوانی تنش‌های محیطی، به‌ویژه افزایش دمای هوا، امواج گرمایی، کاهش بارندگی و محدودیت منابع آب، از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی تولید گیاهان زینتی در دهه‌های اخیر محسوب می‌شوند. در بسیاری از مناطق جهان، افزایش شدت تابش خورشیدی همراه با افزایش دمای محیط، موجب کاهش کیفیت نشا، افزایش خسارت‌های فیزیولوژیکی و کاهش راندمان تولید در نهالستان‌ها و گلخانه‌ها شده است. از این رو، توسعه فناوری‌های کم‌هزینه و سازگار با محیط‌زیست برای مدیریت ریزاقلیم، به یکی از اولویت‌های اصلی پژوهش‌های علوم باغبانی تبدیل شده است (Shahak, 2008).

در میان فناوری‌های موجود، توری‌های گزینش نور به دلیل قابلیت تنظیم همزمان شدت و کیفیت طیفی نور، به‌عنوان یکی از مؤثرترین روش‌های مدیریت محیط رشد شناخته می‌شوند. برخلاف توری‌های معمولی که تنها شدت تابش را کاهش می‌دهند، توری‌های گزینش نور با تغییر نسبت نور آبی، قرمز و قرمز دور، مسیرهای تنظیم‌کننده رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (شکل ۱). این تغییرات از طریق گیرنده‌های نوری نظیر فیتوکروم‌ها، کریپتوکروم‌ها و فوتوتروپین‌ها موجب تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با فتوسنتز، توسعه کلروپلاست، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها می‌شوند. در نتیجه، گیاهان جوان ضمن حفظ ظرفیت فتوسنتزی، از رشد متعادل‌تر و کیفیت ظاهری مطلوب‌تری برخوردار خواهند شد (Formisano et al., 2022). علاوه بر کاهش شدت تابش، توری‌های سایه‌بان با تغییر سهم نور پراکنده، بر فعالیت فتوسنتزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و مورفوژنز گیاه اثر می‌گذارند. این تغییرات سبب تعدیل رشد رویشی، افزایش توسعه سطح برگ و بهبود کیفیت نشا در بسیاری از گیاهان زینتی و سبزی‌ها می‌شود. همچنین ایجاد نور پراکنده توسط برخی توری‌های رنگی موجب نفوذ بهتر نور به بخش‌های پایینی تاج گیاه شده و توزیع یکنواخت‌تر فتوسنتز در اندام‌های مختلف گیاه را فراهم می کند (Kabir et al., 2024). همچنین توری‌های سایه‌بان با کاهش شدت تابش خورشید، از افزایش بیش از حد دمای برگ و بروز پدیده مهار نوری در نشاهای جوان جلوگیری می‌کنند و شرایط نوری مناسب‌تری برای فتوسنتز پایدار فراهم می‌آورند. کاهش دما و رطوبت زیر توری همچنین سرعت تعرق را کاهش داده و کارایی مصرف آب را در نشاهای حساس به تنش خشکی بهبود می‌بخشد؛ این اثرات به‌ویژه در مراحل اولیه رشد که سیستم ریشه‌ای نشا هنوز توسعه‌نیافته است، اهمیت بیشتری دارد (Kabir et al., 2024).

از سوی دیگر، محدودیت منابع آب یکی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم برای تولید گیاهان زینتی است. توری‌های سایه‌بان با کاهش دمای برگ، کاهش تبخیر و تعرق و افزایش رطوبت نسبی محیط، موجب کاهش مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب می‌شوند. این ویژگی امکان تولید نشاهای باکیفیت را با مصرف آب کمتر فراهم کرده و نقش مهمی در توسعه سامانه‌های تولید پایدار دارد. گزارش شده است که استفاده از توری‌های سایه‌بان مناسب می‌تواند علاوه بر کاهش تنش گرمایی، راندمان مصرف آب را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد و نیاز آبی بسیاری از گونه‌های زینتی را در فصل تابستان کاهش دهد (Tezcan et al., 2023).

همچنین، استفاده از توری سایه بان‌های گزینش نور با کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن، افزایش پایداری غشاهای سلولی، حفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی، بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و افزایش کارایی فتوسیستم II موجب افزایش تجمع ماده خشک، بهبود رشد رویشی و افزایش کیفیت بازارپسندی گیاهان زینتی می‌شوند. همچنین کاهش خسارت‌های ناشی از نور و گرمای شدید، نیاز به استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد شیمیایی و دفعات آبیاری را کاهش داده و از نظر اقتصادی نیز موجب کاهش هزینه‌های تولید خواهد شد (Shahak, 2008). با توسعه فناوری‌های کشاورزی هوشمند، انتظار می‌رود در آینده نزدیک استفاده از توری‌های گزینش نور همراه با سامانه‌های هوشمند کنترل اقلیم، حسگرهای محیطی و سامانه‌های آبیاری دقیق، به یکی از ارکان اصلی تولید گیاهان زینتی در گلخانه‌ها و نهالستان‌ها تبدیل شود. این رویکرد علاوه بر افزایش بهره‌وری منابع آب و انرژی، امکان تولید نشاهای یکنواخت، سالم و با کیفیت بالا را در شرایط اقلیمی متغیر فراهم خواهد کرد. بنابراین، انتخاب رنگ مناسب توری، درصد سایه‌دهی، زمان نصب و مدیریت صحیح آن باید متناسب با نیاز نوری هر گونه گیاهی، مرحله رشدی و شرایط اقلیمی منطقه انجام شود تا بیشترین کارایی فیزیولوژیکی و اقتصادی حاصل گردد.



شکل ۱- اثر توری سایه‌بان‌های گزینش نور بر ریزاقلیم، فیزیولوژی نشا و در نهایت مورفولوژی نشاء.

اثر رنگ توری بر مورفولوژی نشا

در پژوهشی بر روی نشای کدو حلوایی، هندوانه، گوجه‌فرنگی و بادمجان، توری مشکی سبب افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه و شاخص استحکام نشا شد، در حالی که توری آبی در کدو حلوایی و هندوانه با کاهش نسبت شاخساره به ریشه و مقدار کلروفیل a/b همراه بود و قطر ساقه و کلروفیل کل را افزایش داد (Formisano et al., 2022). این یافته‌ها نشان می‌دهد که پاسخ نشا به رنگ توری وابسته به گونه گیاهی است و انتخاب رنگ مناسب می‌تواند نشایی متراکم‌تر و مقاوم‌تر تولید کند.

در سال‌های اخیر، نقش نور پراکنده در افزایش کارایی فتوسنتز مورد توجه ویژه قرار گرفته است. برخلاف نور مستقیم، نور پراکنده با نفوذ بیشتر به لایه‌های داخلی تاج گیاه، موجب توزیع یکنواخت‌تر انرژی نوری در سطح برگ‌ها می‌شود. این ویژگی باعث می‌شود برگ‌های میانی و پایینی نیز در فرآیند فتوسنتز مشارکت بیشتری داشته باشند و بهره‌وری کل تاج گیاه افزایش یابد. بسیاری از توری‌های گزینش نور مدرن با افزایش سهم نور پراکنده، علاوه بر کاهش تنش نوری، موجب بهبود رشد رویشی، افزایش سطح برگ، افزایش قطر ساقه و ارتقای کیفیت نشا شده‌اند؛ ویژگی‌هایی که در تولید تجاری گیاهان زینتی اهمیت فراوانی دارند (Formisano et al., 2022).

در نشای توپی سه رقم بنفشه دورگه (جدول ۱)، توری سایه‌بان آبی‌رنگ با ۳۰ درصد سایه‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد گل و زنده‌مانی گیاه را نسبت به توری مشکی کاهش داد و تمامی گیاهان بدون توری از بین رفتند؛ در سطح سایه‌دهی ۵۰ درصد نیز توری‌های مرواریدی و آبی‌رنگ سبب کاهش ارتفاع بوته شدند، در حالی که توری مشکی کمترین میزان شاخص سبزینگی برگ را نشان داد (Austerman et al., 2023). در گل لیسیانتوس پاکوتاه رقم ماتادور (جدول ۱)، پوشش پلی‌اتیلن معادل ۲۰ درصد سایه در مقایسه با سایه ۵۰ درصد، بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده، گل باز و قطر ساقه گل‌دهنده را به همراه داشت (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴)، و در پژوهشی دیگر بر همین گیاه، سایه‌دهی طولانی‌مدت و شدید (۶۷ تا ۸۸ درصد) با کاهش ذخیره قند محلول ناشی از جذب ناکافی نور، عملکرد ساقه گل‌دهنده و زمان گل‌دهی را به تأخیر انداخت (Lugassi-Ben-Hamo et al., 2010).

در تاج‌خروس زینتی (جدول ۱)، توری سایه‌بان پلی‌اتیلنی رنگی سبب افزایش ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک و نیز بهبود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاه شد (Khandaker et al., 2010). همچنین در تولید نهال سرو نقره‌ای، تیمارهای سایه (به‌ویژه شدت ۳۳ درصد نور مستقیم) در مقایسه با نور کامل آفتاب، سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع و شادابی نهال‌ها شد و بیشترین درصد نهال زنده در همین سطح نور به دست آمد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۵).

جدول ۱- اثر رنگ و درصد سایه‌دهی توری سایه‌بان بر ویژگی‌های نشا و نهال برخی گیاهان زینتی.

گیاه	اثر برجسته	رنگ / درصد توری	منبع
بنفشه دورگه	کاهش ارتفاع، تعداد گل و زنده‌مانی	آبی، ۳۰ درصد	Austerman et al., 2023
بنفشه دورگه	حفظ زنده‌مانی و شاخص سبزینگی پایین‌تر	مشکی، ۵۰ درصد	Austerman et al., 2023
لیسیانتوس پاکوتاه رقم ماتادور	بیشترین تعداد شاخه و گل باز	معادل ۲۰ درصد سایه	رضایی و همکاران، ۱۳۹۴
لیسیانتوس	تأخیر گل‌دهی و کاهش عملکرد ساقه گل	۶۷ تا ۸۸ درصد، طولانی‌مدت	Lugassi-Ben-Hamo et al., 2010
تاج‌خروس زینتی	افزایش ارتفاع، وزن تر/خشک و آنتی‌اکسیدان	پلی‌اتیلن رنگی	Khandaker et al., 2010

منابع

حسینی سیدمحسن؛ علی عرب علیرضا؛ اکبری نیا مسلم؛ جلالی سیدغلامعلی؛ طبری کوچکسرایی مسعود؛ علمی محمدرضا؛ و رسولی اکردی یداله (۱۳۸۵). اثر تیمارهای مختلف شدت نور بر رشد ارتفاعی، شادابی و زنده مانی نهال های سرو نقره ای (*Cupressus arizonica* Green) در نهالستان. *پژوهش و سازندگی*، ۱۹ (۳)، ۲۵-۳۱.

رضایی صدیقه، نیکبخت علی، اعتمادی نعمت اله، یوسفی مصطفی و مجیدی محمد مهدی. ۱۳۹۴. اثر انواع پوشش پلی‌اتیلنی و سایه بر شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گل لیسیانتوس پاکوتاه رقم ماتادور. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۶(۲): ۱۳۵-۱۴۴.

Austerman, P., Dunn, B.L., Singh, H., Fontanier, C. and Stanphill, S. 2023. Height control of greenhouse-grown pansy using colored shade nets. HortTechnology. 33(1): 36-43.

Champaneri, D.D. and Patel, N.K. 2022. Photo selective shade net: an effective tool to reduce the impact of global warming and pesticide residues in vegetable production: a review. Agricultural Reviews. 43(2): 135-144.

Formisano, L., Miras-Moreno, B., Ciriello, M., Zhang, L., De Pascale, S., Lucini, L. and Rouphael, Y. 2022. Between light and shading: morphological, biochemical, and metabolomics insights into the influence of blue photoselective shading on vegetable transplants. Frontiers in Plant Science. 13:890830.

Kabir, M.Y., Nambeesan, S.U. and Díaz-Pérez, J.C. 2024. Shade nets improve vegetable performance. Scientia Horticulturae. 334:113326.

Khandaker, L., Akond, A.S.M.G.M., Ali, M.B. and Oba, S. 2010. Biomass yield and accumulations of bioactive compounds in red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) grown under different colored shade polyethylene in spring season. Scientia Horticulturae. 123(3): 289-294.

Lugassi-Ben-Hamo, M., Kitron, M., Bustan, A. and Zaccai, M. 2010. Effect of shade regime on flower development, yield and quality in lisianthus. Scientia Horticulturae. 124(2): 248-253.

Shahak, Y. 2008. Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops: A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. Acta Horticulturae. 770: 161–168.

Tezcan, N.Y., Taşpınar, H. and Korkmaz, C. 2023. Effects of shade nets on the microclimate and growth of the tomato. Journal of Agricultural Sciences. 29(2): 443-454.

Zaman, S., Shen, J., Wang, S., Wang, Y., Ding, Z., Song, D., Wang, H., Ding, S., Pang, X., and Wang, M. 2022. Effects of shading nets on reactive oxygen species accumulation, photosynthetic changes, and associated physicochemical attributes in promoting cold-induced damage in *Camellia sinensis* (L.) Kuntze. Horticulturae. 8(7): 637.

Application of photoselective shade nets in ornamental plant transplant production: effects on microclimate, physiological responses, and transplant quality

Farzad Nazari[1]*

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
Corresponding author: f.nazari@uok.ac.ir

Abstract

Transplant production is one of the most critical stages in ornamental plant cultivation, as transplant quality plays a decisive role in plant establishment, subsequent growth, and overall production performance. In recent years, photoselective shade nets have attracted considerable attention as an effective technology for managing greenhouse and nursery microclimates. In addition to reducing solar radiation intensity, these nets modify light spectral quality, ambient and leaf temperatures, and relative humidity, thereby creating more favorable conditions for the growth and development of transplants. Numerous studies have demonstrated that photoselective shade nets enhance photosynthetic performance, maintain the efficiency of photosystem II (PSII), reduce the accumulation of reactive oxygen species (ROS), improve antioxidant defense mechanisms, increase water use efficiency (WUE), promote root system development, enhance stem thickness, and ultimately improve transplant quality. Furthermore, selecting appropriate net colors and shading levels according to the light requirements of different plant species is essential for maximizing the effectiveness of this technology.

Keywords: Climate change, Microclimate, Ornamental plants, Photosynthesis, Photoselective shade nets, Transplant production, Water use efficiency.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود کلروز درختان چنار به روش نوین شیمی درمانی

حمید رفیعی[۱]، علی نیکبخت[۱] و حامد عالی‌پور[۲*]
۱- گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- گروه فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *h.ali@tabrizu.ac.ir*

چکیده

درخت چنار یکی از مهمترین گونه‌های درختی موجود در فضای سبز ایران است که متاسفانه در سال‌های اخیر دچار زرد برگی و خزان زودرس شده که عمده‌ترین عامل بروز آن، کمبود آهن است. شیمی‌درمانی روشی ابتکاری برای نجات درختان نومید از درمان به روش درون‌درمانی است که سبب ایجاد واکنش سریع و شدید و بازیابی سلامت درخت می‌شود. در همین راستا، پژوهش حاضر در قالب طرح آزمایش کاملاً تصادفی، شامل ۵ تیمار و ۵ تکرار با هدف رفع مشکل زردبرگی درخت چنار اجرا گردید. تیمارها شامل ۲ منبع آهن (نانو کلات آهن، آمینو کلات آهن) در غلظت‌های (۱۰،۲ و ۲۰ درصد)، عصاره جلبک دریایی در غلظت‌های (۲،۰ و ۴ درصد)، تیمار شاهد مثبت شامل غلظت معمول تجاری مورد استفاده در مقابله با زردبرگی (آمینو کلات ۲٪) و تیمار شاهد (آب مقطر) بود. تیمارهای درون درمانی در اواسط خردادماه سال ۱۴۰۱، حجم محلول تزریقی برای هر کپسول ۸۰ میلی‌لیتر، برای هر درخت ۳ عدد کپسول و برای کلیه تیمارها ثابت اعمال گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر غالب تیمارها بر بهبود بیشتر شاخص‌ها ریخت و کالبدشناسی درختان چنار درگیر با زردبرگی نسبت به شاهد مثبت و معنادار بود. کاربرد تیمار آمینوکلات آهن ۲۰ درصد، نانوکلات آهن ۲۰ درصد و عصاره جلبک دریایی ۴ درصد، تاثیر معناداری بر افزایش محتوای رنگیزه‌های نورساختی گیاه، فلورسانس کلروفیل و تبعا افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و در نهایت افزایش محتوای کربوهیدرات در گیاهان تیمار شده نسبت به شاهد گردید. همچنین در کاربرد تیمار آمینوکلات آهن ۲۰ درصد بیشترین میزان عناصر آهن و نیتروژن، به عنوان دو عنصر مهم در ساختار کلروفیل، نسبت به شاهد مشاهده شد. در مجموع بهترین تیمارهای قابل توصیه در شیمی‌درمانی با هدف بازیابی درختان چنار به ترتیب آمینوکلات آهن ۲۰ درصد، نانوکلات آهن ۲۰ درصد و عصاره جلبک دریایی ۴ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: چنار، درون‌درمانی، زردبرگی، شیمی‌درمانی، کلات آهن، کمبود آهن.

مقدمه

کلروز درختان یکی از مشکلات اساسی پیش روی فضاهای سبز شهری می‌باشد که هر ساله موجب قطع بسیاری از درختان در سطح شهر می‌گردد و چالشی بزرگ برای مسئولان شهرداری‌ها به دنبال خواهد داشت. درختان چنار یکی از مهم‌ترین درختان موجود در فضای سبز شهری از جمله اصفهان می‌باشند که به علت رشد سریع و سایه گسترده خود مورد توجه طراحان فضای سبز قرار می‌گیرند ولی در سالیان اخیر دچار عارضه زرد برگی یا کلروز شده اند. یکی از عوامل ایجاد کلروز عدم توانایی ریشه درختان در جذب و یا انتقال آهن در خاک‌های قلیایی می‌باشد. از طرفی، تکنیک تزریق مواد غذایی به تنه درخت و یا به عبارت دیگر درون درمانی از روش‌های تغذیه موثر درختان می‌باشد که عبارت است از وارد کردن مواد غذایی، هورمون‌ها، آفت کش‌ها و آنتی بیوتیک‌ها به آوندهای گیاه تا سریعا وارد شیره گیاه شود (Berger and Laurent 2019). روش درون درمانی با فشار بالا که در این روش محلول‌های موردنظر را با فشاری بین ۴۱۳ تا ۶۸۹ کیلوپاسکال به درخت وارد می‌کند. و روش درون درمانی با فشار پایین که در این روش محلول موردنظر را با فشاری کمتر از ۴۱۳ کیلوپاسکال به درخت وارد می‌کند. از طرفی، شیمی‌درمانی روشی ابتکاری توسط درون درمانی برای نجات درختان نومید از درمان، در پایان زندگی و بازگردانی آن‌هاست. تفاوت شیمی‌درمانی با روش‌های معمول درون درمانی درخت آن است که به سبب ورود غلظت بالایی از عناصر غذایی، موجب ایجاد واکنش سریع و شدید در درخت می‌شود. در پی این واکنش شدید، درخت تلاش می‌کند تا با استفاده از منابع تغذیه‌ای وارد شده به شرایط نرمال رشد بازگردد. استفاده از منابع تغذیه‌ای با غلظت بالا به همراه آمیخته‌های فعال‌کننده رشد سبب می‌گردد تا گیاه، سازوکارهای مقابله با کمبود آهن را پایان دهد. نتایج پژوهش درون درمانی همراه با اصلاح خاک بر روی درختان چنار درگیر با زردبرگی آهن (در بستر با

میزان آهک بیش از ۸۰ درصد)، در فضای سبز اصفهان، نشان داد استفاده از تیمار درون درمانی با ترکیب منابع آهن و عصاره جلبک دریایی به‌تنهایی تأثیر معناداری بر رفع مشکل زردبرگی درختانی که شرایط سخت زردبرگی را طی سالیان طولانی داشته‌اند نشان نداد و کاربرد توأمان درون درمانی به همراه مالچ دهی، برای زدایش این مشکل بیشتر قابل توصیه است (Nikbakht et al., 2025). از طرفی با توجه به اینکه امکان عوض کردن خاک درختان مستقر شده در فضای سبز میسر نمی‌باشد لذا هدف از این پژوهش تغذیه مستقیم درختان با تزریق منابع آهن به تنه آن‌ها در جهت بهبود عارضه کلروز درختان چنار فضای سبز اصفهان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بخش میدانی پژوهش، خردادماه ۱۴۰۱ در محل فضای سبز پردیس مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان، از مراکز آموزش عالی ایران، به اجراء درآمد. آزمایش‌های مربوطه شامل سنجش شاخص‌ها در دو گروه ریخت و کالبدشناسی، در آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. این پژوهش در قالب طرح آزمایش کاملاً تصادفی، شامل ۵ تیمار و ۵ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل ۲ منبع آهن (نانو کلات آهن، آمینو کلات آهن) در غلظت‌های (۱۰،۲ و ۲۰ درصد)، عصاره جلبک دریایی، در غلظت‌های (۲،۰ و ۴ درصد)، تیمار شاهد مثبت شامل غلظت معمول تجاری مورداستفاده در مقابله با زردبرگی (آمینو کلات ۲٪) و تیمار شاهد (آب مقطر) بود. تیمارهای درون درمانی در یک نوبت در اواسط خردادماه سال ۱۴۰۱، حجم محلول تزریقی برای هر کپسول ۸۰ میلی‌لیتر، برای هر درخت ۳ عدد کپسول و برای کلیه تیمارها ثابت اعمال گردید. تیمار شاهد آب مقطر نیز به روش درون درمانی همانند تیمارهای مورداستفاده جهت یکسان‌سازی شرایط اعمال شد. در هنگام پژوهش، با هماهنگی با دستگاه نظارتی(اداره فضای سبز دانشگاه صنعتی اصفهان)، هیچگونه عملیات نگهداری، از جمله هرس وکوددهی بر روی درختان مورد آزمایش به انجام نرسید. عملیات آبیاری نیز برای تمامی درختان به صورت یکسان در دو هفته اول پس از انجام درون درمانی به صورت غرقابی و پس از آن به صورت تلفیقی از غرقابی و تحت فشار(غرقابی هر هفته یکبار و تحت فشار به صورت روزانه) در طول مدت‌زمان پژوهش انجام شد. با نگاه به مطالعات پیشین و تجربیات حاصل از پژوهش‌های گذشته، طی جلساتی پس از مشورت با متخصصین درون درمانی، تیمار آهن با غلظت بالا به‌عنوان مناسب‌ترین تیمار برای مبارزه با زردبرگی انتخاب گردید. برای مقایسه کارآمد، تیمار عصاره جلبک دریایی به‌عنوان تیمار کامل و دارای اکثر منابع لازم برای تغذیه گیاه به تیمارها اضافه گردید. همچنین در این پژوهش برای قضاوت بهتر علاوه بر تیمار شاهد، تیمار شاهد مثبت، شامل غلظت تجاری متداول مورداستفاده در برداشت زردبرگی در درختان مثمر و غیر مثمر به تیمارها اضافه گردید.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که در سال ۱۴۰۱ تأثیر تیمارها بر شاخص کیفیت ظاهری درختان معنی‌دار نبود، اما آمینوکلات آهن در برخی غلظت‌ها اثرگذار ظاهر شد (جدول ۱). در مقابل، در سال ۱۴۰۲ تیمارها به‌ویژه آمینوکلات و نانوکلات آهن ۲۰ درصد تأثیر چشمگیری بر کیفیت ظاهری داشتند و به ترتیب ۶۰ و ۵۶ درصد بهبود ایجاد کردند (شکل ۱). شاخص رنگ برگ در سال اول تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت و بیشترین بهبود (۸۶٪) با آمینوکلات آهن ۲۰ درصد حاصل شد(جدول ۲). این روند در سال ۱۴۰۲ نیز ادامه یافت و آمینوکلات آهن ۲۰ درصد مجدداً بهترین نتیجه را در بهبود رنگ سبز برگ نشان داد. بررسی محتوای کلروفیل‌ها حاکی از آن بود که آمینوکلات آهن در غلظت‌های مختلف به‌ویژه ۲۰ درصد، بیشترین تأثیر را بر افزایش کلروفیل a (تا ۹۰.۴۳٪)، کلروفیل b (تا ۴۶۳.۶٪) و کلروفیل کل (تا ۱۳۴٪) داشت (جدول ۳). از طرفی، اگرچه محتوای کربوهیدرات در سال ۱۴۰۱ تحت تأثیر معنادار تیمارها نبود، اما در سال ۱۴۰۲ آمینوکلات ۲۰ درصد موجب افزایش ۴۱.۳ درصدی آن شد (جدول ۱ و ۲). نیتروژن برگ نیز در سال ۱۴۰۲ با کاربرد آمینوکلات آهن ۲۰ درصد تا ۷۷ درصد بهبود یافت، درحالی‌که محتوای آهن برگ تحت تأثیر همین تیمار تا ۵۷ درصد افزایش نشان داد. مقایسه منابع مختلف آهن حاکی از برتری نسبی آمینوکلات آهن نسبت به نانوکلات آهن و عصاره جلبک دریایی بود. به‌طور کلی، غلظت‌های بالاتر (۲۰ درصد) نتایج بهتری نسبت به غلظت‌های پایین‌تر داشتند (داده‌ها ارائه نشده است).

جدول۱- تجزیه واریانس شاخص‌های ریخت و کالبدشناسی در سال ۱۴۰۱

شاخص‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}$)	کربوهیدارت ($mg.g^{-1}$)	شاخص آستانه رنگ برگ(سبز) (٪)	شاخص سلامت ظاهری
تیمار	۱۰	۰/۱۰۲*	۰/۱۹۰**	۰/۵۳۹**	۴/۰۶۷ ns	۲۱۰/۴۳۰**	۰/۶۶۷ ns
خطای آزمایش	۴۴	۰/۰۴۴	۰/۰۵۳	۰/۱۵۴	۳/۰۰۳	۵/۹۴	۰/۳۶۱
ضریب تغییرات		۲۲/۱۱	۳۰/۸۲	۲۵/۶۰	۴/۳۲	۵/۰۵	۱۵/۸۵

*و**،n.s به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن اثر تیمارها در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری است.

جدول۲- تجزیه واریانس شاخص های ریخت و کالبدشناسی در سال ۱۴۰۲

		شاخص‌ها					
منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}$)	کربوهیدارت ($mg.g^{-1}$)	شاخص آستانه رنگ برگ(سبز) (٪)	شاخص سلامت ظاهری
تیمار	۱۰	۰/۱۹۲*	۰/۷۶۰**	۱/۱۲۳**	۱۱۳/۸۲۳**	۱۰۶۴/۷۸۶**	۱/۰۶۸**
خطای آزمایش	۴۴	۰/۰۶۹	۰/۱۴۱	۰/۱۲۱	۱۱/۱۷۹	۲/۹۳۷	۰/۱۷۹
ضریب تغییرات		۱۸/۲۷	۲۱/۰۳	۱۴/۴۶	۷/۶۰	۳/۰۰	۱۱/۰

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن اثر تیمارها در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۳- هم‌سنجی میانگین اثربخشی تیمارهای آمینو کلات آهن، نانو کلات آهن و عصاره جلبک دریایی به روش کموتراپی بر محتوای رنگیزه‌های نورساختی درخت چنار در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲.

		شاخص‌ها					
تیمار		**کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)**		**کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)**		**کاروتنوئید ($mg.g^{-1}$)**	
		سال ۱۴۰۱	سال ۱۴۰۲	سال ۱۴۰۱	سال ۱۴۰۲	سال ۱۴۰۱	سال ۱۴۰۲
آمینو کلات	**٪۲**	۱/۲^{a}	۱/۶۱^{ab}	۰/۷۳^{ab}	۱/۷۵^{abc}	۱/۰۲^{d}	۱/۲۰^{e}
	٪۱۰	۰/۸^{cd}	۱/۳۶^{bc}	۰/۳۸^{d}	۱/۵۳^{bc}	۱/۲۵$^{a-d}$	۱/۴۸$^{b-e}$
	٪۲۰	۱/۰۴^{abc}	۱/۷۹^{a}	۱/۰۴^{a}	۲/۴۸^{a}	۱/۸۲^{ab}	۱/۹۹^{abc}
نانو کلات	**٪۲**	۱/۰۹^{ab}	۱/۳۴^{bc}	۰/۸۲^{a}	۱/۵۵^{bc}	۱/۲۲^{cd}	۱/۴۰^{de}
	٪۱۰	۰/۹۷$^{a-d}$	۱/۶۵^{ab}	۰/۵۰^{bcd}	۱/۸۸^{abc}	۱/۸۲^{ab}	۲/۰۱^{ab}
	٪۲۰	۰/۹۷$^{a-d}$	۱/۳۵^{bc}	۰/۷۲^{ab}	۲/۱۱^{ab}	۱/۸۸^{a}	۲/۱۰^{a}
عصاره جلبک	**٪۰**	۰/۸۷^{bcd}	۱/۳۴^{bc}	۰/۳۶^{d}	۱/۷۶^{abc}	۱/۲۵^{bcd}	۱/۴۱^{cde}
	٪۲	۱/۰۷^{abc}	۱/۳۴^{bc}	۰/۶۹^{abc}	۱/۷۹^{abc}	۱/۸۳^{ab}	۱/۹۸$^{a-d}$
	٪۴	۰/۸۱^{cd}	۱/۴۸^{ab}	۰/۴۲^{cd}	۱/۹۲^{abc}	۱/۶۳^{abc}	۱/۷۸$^{a-e}$
شاهد مثبت		۰/۷۴^{d}	۱/۰۳^{c}	۰/۳۶^{d}	۱/۱۰^{cd}	۱/۱۲^{cd}	۱/۲۷^{e}
شاهد		۰/۸۹^{cd}	۰/۹۴^{c}	۰/۴۱^{cd}	۰/۴۴^{d}	۱/۲۲^{cd}	۱/۱۸^{e}
میانگین		۰/۹۵	۱/۴۳	۰/۵۷	۱/۷۸	۱/۴۸	۱/۶۶
ضریب تغییر		۲۲/۱	۱۸/۲۷	۳۰/۸۳	۲۱/۰۳	۲۵/۵۵	۲۳/۶

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، طبق آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۱- مقایسه اثربخشی تیمارهای آمینو کلات آهن، نانو کلات آهن و عصاره جلبک دریایی به روش کموتراپی بر آستانه سبزی تاج‌پوش درختان چنار طی دو سال مورد آزمایش.

کمبود آهن به عنوان یکی از مهمترین عوامل ایجاد زردبرگی در درختان چنار شناخته می‌شود که با کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی و اختلال در جذب سایر عناصر غذایی همراه است. نتایج این پژوهش نشان داد که روش شیمی‌درمانی با استفاده از آمینوکلات و نانوکلات آهن در غلظت ۲۰ درصد توانست به طور معناداری وضعیت کیفی درختان را در هر دو سال مطالعه بهبود بخشد. این بهبودی به ویژه در سال دوم پژوهش (۱۴۰۲) چشمگیرتر بود، به طوری که درختان توانستند به طور کامل برگ‌های خود را بازیابی کنند و شاخص‌های کیفی به سطح مطلوبی برسند. افزایش محتوای کلروفیل a تا ۹۰ درصد، کلروفیل b تا ۴۶۳ درصد و کلروفیل کل تا ۱۳۴ درصد در تیمارهای حاوی آمینوکلات آهن ۲۰ درصد، گواهی بر نقش حیاتی آهن در سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی است. این یافته‌ها با نتایج سایر محققان از جمله کافی و نیکبخت (۱۳۸۵) که گزارش کرده بودند درون‌درمانی با منابع آهن می‌تواند محتوای کلروفیل را افزایش دهد، همخوانی دارد. همچنین، بهبود شاخص‌های کیفی در سال دوم نسبت به سال اول نشان می‌دهد که برای ارزیابی کامل اثرات شیمی‌درمانی، پایش چندساله ضروری است.

از دیگر یافته‌های مهم این پژوهش، تأثیر مثبت تیمارهای آهن بر متابولیسم کربن و نیتروژن در گیاه بود. افزایش معنادار محتوای کربوهیدرات‌ها (تا ۴۱ درصد) و نیتروژن برگ (تا ۷۷ درصد) در تیمارهای حاوی آمینوکلات آهن ۲۰ درصد، نشان‌دهنده بهبود فرآیندهای متابولیکی در گیاهان تحت تیمار است. همبستگی مثبت و معنادار بین غلظت آهن برگ و شاخص‌های کیفی مانند کلروفیل، کربوهیدرات و نیتروژن، تأییدی بر نقش کلیدی آهن در بهبود عملکرد فیزیولوژیک درختان مبتلا به کلروز است. این نتایج با یافته‌های Abadia (2011)

که نشان داده بود کمبود آهن می‌تواند متابولیسم نیتروژن را مختل کند، مطابقت دارد. همچنین، همبستگی مثبت بین نیتروژن و سلامت ظاهری درختان ($P<0/01$، $R=0/55$) نشان می‌دهد که بهبود وضعیت نیتروژن گیاه می‌تواند به بهبود کیفیت ظاهری درختان منجر شود. اگرچه برخی مطالعات مانند پژوهش آقامحمدی تأثیر معناداری از درون‌درمانی با آهن گزارش نکرده‌اند، اما نتایج این نشان می‌دهد که استفاده از غلظت بالای آمینوکلات آهن (۲۰ درصد) می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر در مدیریت زردبرگی درختان چنار مورد استفاده قرار گیرد. بهبود همزمان شاخص‌های رنگیزه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات و عناصر غذایی، گواهی بر کارایی این روش در احیای درختان دچار کلروز است.

منابع

آقامحمدی، ن. ۱۴۰۱. اثر درون درمانی همراه با اصلاح خاک بر کاهش عوارض کلروز درختان چنار در فضای سبز شهر اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Abadía, J. and López-Millán, A. F. 2011. Iron deficiency in plants: an insight from proteomic approaches. Front. Plant Sci. 2: 1-11.

Berger, C. and Laurent, F. 2019. Trunk injection of plant protection products to protect trees from pests and diseases. Crop Prot.124,104831.

Nikbakht, A., Aghamohammadi, N., Aalipour, H., Akhbarfar, G. and Fernández-Escobar, R. 2025. An integrated approach employing endotherapy accompanied with fertilization and soil mulching recovered plane trees from early leaf chlorosis in the urban landscape. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 1-17.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Recovery of chlorosis in plane trees using innovative chemotherapy methods

Hamid Rafiei[1], Ali Nikbakht[1] and Hamed Aalipour[2]*
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Department of Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
Corresponding Author: h.ali@tabrizu.ac.ir

Abstract

The plane tree (*Platanus orientalis*) is one of the most important tree species in Iran's urban green spaces, which has unfortunately been suffering from chlorosis and premature defoliation in recent years, primarily due to iron deficiency. Chemotherapy is an innovative rescue method for trees unresponsive to conventional trunk injection treatments, enabling rapid and intense recovery of tree health. This study was conducted as a completely randomized design with 5 treatments and 5 replications to address iron chlorosis in plane trees. The treatments included two iron sources (nano-chelated iron and amino-chelated iron) at concentrations of 2%, 10%, and 20%, seaweed extract at 0%, 2%, and 4%, a positive control (commercial 2% amino-chelated iron typically used for chlorosis treatment), and a negative control (distilled water). Trunk injections were administered in mid-June 2022, with each capsule containing 80 mL of solution (3 capsules per tree, consistent across all treatments). Results demonstrated that most treatments significantly improved morphological and anatomical indices in chlorotic plane trees compared to controls. The application of 20% amino-chelated iron, 20% nano-chelated iron, and 4% seaweed extract significantly increased photosynthetic pigments, chlorophyll fluorescence, photosynthetic efficiency, and consequently carbohydrate content in treated plants. The 20% amino-chelated iron treatment showed the highest levels of iron and nitrogen - two crucial elements in chlorophyll structure. In conclusion, the most effective recommended treatments for chemotherapy-based recovery of plane trees are, in order of priority: 20% amino-chelated iron, 20% nano-chelated iron, and 4% seaweed extract.

Keywords: Chemotherapy, Chlorosis, Iron chelate, Iron deficiency, Plane tree, Trunk injection.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر سطوح مختلف شوری بر ویژگی‌های رشدی چهار رقم آلسترومریا

مهرشاد ملانژاد[۱]، فاطمه حسنی جبل کندی[۱] و زهره جبارزاده[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir*

چکیده

آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) یکی از گل‌های شاخه‌بریده مهم در صنعت گلکاری جهان است که به‌دلیل ویژگی‌هایی چون گل‌آذین منحصربه‌فرد، رنگ‌های متنوع و عمر پس از برداشت زیاد، از جایگاه ویژه‌ای در بازارهای داخلی و بین‌المللی برخوردار است. شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در تولید تجاری این گیاه به‌ویژه در سیستم‌های کشت بدون خاک محسوب می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی پاسخ‌های مورفولوژیکی چهار رقم آلسترومریا شامل دو رقم پابلند (Amatista و Orange Queen) و دو رقم پاکوتاه (Inca Sweety و Dwarf Red) به سطوح مختلف تنش شوری (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی شوری و رقم، همچنین اثر متقابل آن‌ها بر تعداد برگ و گل، طول، وزن تر و وزن خشک ساقه گلدهنده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش شوری، کاهش معنی‌داری در تعداد برگ و گل، همچنین در طول و وزن ساقه گلدهنده مشاهده شد. بیشترین کاهش مربوط به سطح ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. در میان ارقام مورد بررسی، رقم Inca Sweety تحمل بیشتری نسبت به شوری نشان دادند، به‌طوری که کاهش معنی‌داری در شاخص‌های رشدی آن‌ها در سطوح پایین‌تر شوری مشاهده نشد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که شوری با ایجاد تنش‌های اسمزی، یونی و اکسیداتیو به‌طور معنی‌داری رشد رویشی و زایشی آلسترومریا را کاهش داده و شناسایی ارقام متحمل می‌تواند راهکاری مؤثر در مدیریت تولید این گیاه تحت شرایط شور باشد.

واژه‌های کلیدی: آلسترومریا، تنش، ساقه گلدهنده، کلرید سدیم.

مقدمه

آلسترومریا (*Alstroemeria hybdida*) از گیاهان زینتی محبوب در صنعت گلکاری جهانی است که به دلیل گل‌های درخشان، شکل خاص گل‌آذین، عمر پس‌ازبرداشت زیاد و قابلیت رشد در شرایط گلخانه‌ای، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این گیاه بومی آمریکای جنوبی بوده و امروزه در بسیاری از کشورهای جهان از جمله هلند، شیلی، کلمبیا و ایران به‌عنوان یک گل شاخه‌بریده تجاری کشت می‌شود. گل‌های آلسترومریا در رنگ‌های متنوع و جذاب مانند صورتی، نارنجی، زرد، سفید و ارغوانی عرضه می‌شوند (**Datta and Gupta, 2022**). شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که سبب کاهش پتانسیل آب، اختلال در تعادل تغذیه‌ای، سمیت یونی و ایجاد تنش اکسیداتیو می‌شود. کاهش رشد رویشی، ناهنجاری‌های گل‌آذین، افت کیفیت گل و کاهش عمر گلجایی از پیامدهای شایع تنش شوری در گیاهان زینتی هستند (Stavi et al., 2021). آلسترومریا نسبت به تنش‌های محیطی از جمله شوری خاک و EC محلول غذایی حساس است. تنش شوری، که ناشی از تجمع یون‌های مضری چون سدیم و کلر در محیط ریشه است، از طریق اختلال در جذب آب، عدم تعادل یونی، آسیب به فتوسنتز و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن(ROS)، رشد و کیفیت گل‌های آلسترومریا را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Finot et al., 2018; Stavi et al., 2021). این مسأله به‌ویژه در شرایط کشت بدون خاک یا استفاده از منابع آب با شوری متوسط تا زیاد، به‌عنوان چالشی اساسی در تولید تجاری این گیاه مطرح است. از این‌رو، در پژوهش حاضر، تاثیر سطوح مختلف تنش شوری بر ویژگی‌های رشدی چهار رقم آلسترومریا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش، گیاهان آلسترومریا تکثیر یافته از ریزوم‌های شرکت Royal Van Zan Ten کشور هلند از یک گلخانه تجاری خریداری شدند. در این پژوهش، دو رقم پا کوتاه Inca Sweety دارای گل‌های سفید با مرکزیت صورتی و لکه‌های سیاه و Dwarf Red دارای گل های قرمز با لکه های سیاه، همچنین دو رقم پا بلند Orange Queen با گل‌های نارنجی و لکه های تیره رنگ و Amatista

با گل های بنفش و لکه های سیاه تهیه و در گلدان با ترکیب پرلیت و کوکوپیت به نسبت یک به سه کشت شدند. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با ۲ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمارها عبارت بودند از تنش شوری در ۴ سطح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و چهار رقم آلسترومریا (دو رقم پابلند و دو رقم پاکوتاه). در طول دوره آزمایش، گلدان‌ها با محلول غذایی تغذیه شدند. لازم به ذکر است که یک ماه پس از استقرار گیاه، اعمال تیمار شوری همراه با محلول غذایی آغاز شد و تا ۶ هفته (۱/۵ ماه) ادامه داشت. به ازاء هر سه بار محلول‌دهی، یکبار آبشویی انجام گرفت. طی دوره آزمایش، دمای گلخانه در روز ۲۱-۱۸ و دمای شب نیز ۱۳-۱۰ درجه سانتی‌گراد، شدت نور ۵۰۰-۴۰۰ µmol/m2/s و رطوبت ۷۰-۶۰ درصد بود.

اندازه گیری تعداد گل و برگ: بدین منظور، از هر گلدان به طور میانگین دو ساقه گلدهنده انتخاب و تعداد برگ و گل آن‌ها شمارش و میانگین تعداد یادداشت برداری شد.

اندازه گیری طول و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده: در این پژوهش طول ساقه گلدهنده با استفاده از خط کش (با دقت ۱ میلی‌متر) از محل طوقه تا انتهایی‌ترین قسمت گیاه به عنوان شاخص طول ساقه گلدهنده اندازه‌گیری و به سانتی متر بیان گردید. برای اندازه‌گیری وزن تر ساقه گلدهنده، از هر گلدان دو ساقه انتخاب شد و بلافاصله توسط ترازوی دیجیتال (METTLER, PJ300) و با دقت ۰/۰۰۱گرم وزن شدند. برای تعیین وزن خشک ساقه، ساقه‌ها در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و سپس توسط ترازوی دیجیتالی، وزن و اعداد یادداشت برداری شد.برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی، از نرم افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

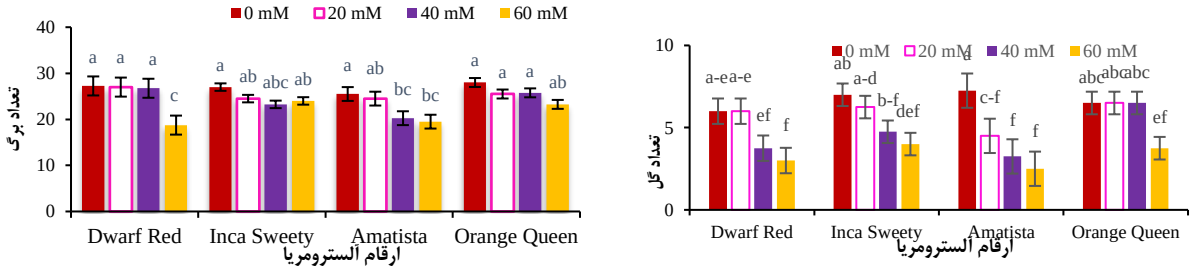
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر معنی‌داری اثرات اصلی و متقابل رقم و تنش شوری بر تعداد برگ و گل، طول و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی های مورفولوژیکی چهار رقم آلسترومریا در شرایط تنش شوری.

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	تعداد گل	طول ساقه گلدهنده	وزن تر ساقه گلدهنده	وزن خشک ساقه گلدهنده
رقم	۳	۳۰/۵۱**	۷/۲۷**	۱۷۰۰/۳۶۴**	۳۴/۱۵**	۰/۹۲**
شوری	۳	۸۹/۰۵**	۳۴/۷۲**	۱۸۶/۱۸**	۲۰/۲۸**	۱/۲۲**
رقم × شوری	۹	۱۳/۶۲**	۲/۴۳**	۸۰**	۱/۷۹**	۰/۲۸**
خطا	۴۸	۴/۰۴	۰/۸۶۴	۹/۸۲	۰/۴۷	۰/۰۴۱
ضریب تغییرات	-	۸/۲۳۷	۱۸/۲۵	۱۱/۴۲	۱۶/۱۲	۳۰/۴۲

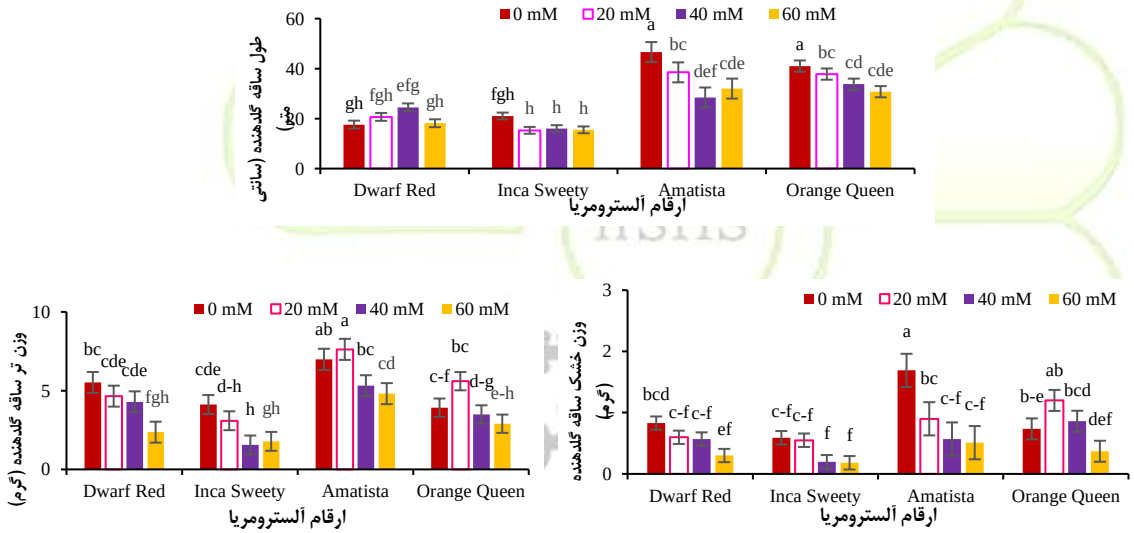
**: نشان دهنده معنی داری در سطح یک درصد.

تعداد برگ و گل: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنش شوری باعث کاهش برگ و گل‌های آلسترومریا شد و با افزایش شدت تنش، تعداد برگ و گل در ارقام، بیشتر کاهش یافت؛ طوری که بیشترین میزان کاهش در تنش شوری ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم مشاهده شد. بین ارقام مورد بررسی، رقم‌های Orange Queen و Inca Sweety مقاومت بهتری به تنش شوری نسبت به سایر ارقام نشان دادند؛ طوری که تعداد برگ در این ارقام در اثر تنش شوری کاهش نیافت. در این ارقام، تعداد گل نیز تا تنش شوری متوسط کاهش معنی‌داری نداشت؛ اما در تنش شوری شدید تعداد گل کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد (شکل۱).



شکل ۱– تاثیر تنش شوری در تعداد برگ و گل چهار رقم آلسترومریا. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین ها با آزمون توکی در سطح اختلاف یک درصد می‌باشد.

طول و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنش شوری باعث کاهش طول ساقه گلدهنده می‌شود و با افزایش شدت تنش، میزان کاهش طول ساقه بیشتر است؛ همچنین عکس العمل ارقام مختلف به تنش شوری متفاوت است. همان‌طور که در شکل ۲ نیز مشاهده می‌شود، ارقام پابلند (Amatista, Orange Queen) کاهش طول ساقه بیشتری را نسبت به ارقام پاکوتاه نشان دادند. با توجه به شکل ۲، در ارقام پاکوتاه با وجود اینکه با افزایش شدت تنش، مختصری کاهش در طول ساقه مشاهده شد ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. در این پژوهش، تنش شوری، وزن تر و خشک ساقه گلدهنده را نیز کاهش داد. در بین ارقام مورد آزمایش، رقم Inca Sweety متحمل‌تر از بقیه ارقام بود. در این شاخص‌ها نیز تنش شوری ۶۰ میلی‌مولار بیشترین تاثیر منفی را داشت.



شکل ۲– تاثیر تنش شوری در طول و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده چهار رقم آلسترومریا. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین ها با آزمون توکی در سطح اختلاف یک درصد می باشد.

همان‌طور که در پژوهش حاضر مشاهده شد، تنش شوری شاخص های رشدی گیاه آلسترومریا را کاهش داد. تنش شوری با ایجاد مجموعه‌ای از مکانیسم‌های اسمزی، یونی و اکسیداتیو، به‌طور چشمگیری تعداد برگ و گل، همچنین طول و وزن تر و خشک ساقه گلدهنده را کاهش می‌دهد. در مراحل اولیه تنش شوری، تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- در ناحیه ریزوسفر باعث کاهش پتانسیل آب محیط رشد شده و در نتیجه جذب آب را محدود کرده و تنش اسمزی را به گیاه تحمیل می‌کند. این وضعیت منجر به مهار تقسیم و گسترش سلولی شده و رشد رویشی و تشکیل گل را محدود می‌سازد. در مراحل بعدی، انباشت بیش از حد یون‌های سمی در بافت‌های گیاه به بروز سمیت یونی می‌انجامد

که عمدتاً از طریق اختلال در تعادل یونی به‌ویژه نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+، پایداری غشایی و فعالیت آنزیم‌ها صورت می‌گیرد. همزمان، تنش شوری با کاهش محتوای کلروفیل، بستن روزنه‌ها و کاهش جذب CO_2، فتوسنتز را تضعیف کرده و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای رشد و افزایش زیست‌توده کاهش می‌یابد. علاوه بر این، تنش شوری با افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن(ROS) ، موجب آسیب به ساختارهای سلولی، پیری زودرس و مهار فعالیت مریستم‌ها می‌شود (Ji et al., 2022).

در پژوهش حاضر، عکس العمل ارقام به تنش شوری هم متفاوت بود طوری که رقم Inca Sweety مقاومت بهتری به تنش شوری نسبت به سایر ارقام نشان داد. تفاوت تحمل به شوری میان ارقام مختلف یک گونه، عمدتاً ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی در کارایی مکانیسم‌های دفاعی نظیر تنظیم جذب و دفع یون‌های سمی، توانایی اسمولایت‌سازی، تعادل هورمونی، و فعالیت سامانه‌های آنتی‌اکسیدانی است. ارقام متحمل با حفظ نسبت مطلوب K^+/Na^+ ، تولید ترکیبات سازگار، مهار تولید ROS و بیان مناسب ژن‌های مرتبط با تحمل تنش، می‌توانند رشد، فتوسنتز و تولیدمثل خود را در شرایط شور بهتر حفظ کنند (Balasubramaniam et al., 2023).

منابع

Balasubramaniam, Th., Shen, N., Esaeili, N. and Zhang, H. 2023. Plants' response mechanisms to salinity stress. Plants, 12: 2253.

Datta, S.K. and Gupta, Y.C. 2022. Floriculture and ornamental plants. Springer Singapore, 893p.

Finot, V.L., Baeza, C., Ruiz, E., Toro, O. and Carrasco, P. 2018. Towards an integrative taxonomy of the genus *Alstroemeria* (Alstroemeriaceae) in Chile: A comprehensive review. In Book: Selected studies in biodiversity, Chapter 12. Pp. 229-265.

Ji, X., Tang, J. and Zhang, J. 2022. Effects of salt stress on the morphology, growth and physiological parameters of *Juglans microcarpa* L. seedlings. Plants, 11(18): 2381.

Stavi, I., Thevs, N. and Priori, S. 2021. Soil salinity and sodicity in drylands: A review of causes, effects, monitoring, and restoration measures. Frontiers in Environmental Science, 9: 712831.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Different Salinity Levels on the Growth Characteristics of Four Alstroemeria Cultivars

Mehrshad Molanezhad[1], Fatemeh Hassani Jabal-Kandi[1] and Zohreh Jabbarzadeh[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir

Abstract

Alstroemeria hybrida is one of the most important cut flowers in the global floriculture industry, appreciated for its unique inflorescence structure, wide range of colors, and long postharvest longevity. However, salinity is considered one of the major limiting factors in the commercial cultivation of this species, particularly in soilless culture systems. This study was conducted to evaluate the morphological responses of four Alstroemeria cultivars—two tall cultivars (Amatista and Orange Queen) and two dwarf cultivars (Inca Sweety and Dwarf Red)—to different salinity stress levels (0, 20, 40, and 60 mM NaCl) under greenhouse conditions. Analysis of variance revealed that the main effects of salinity and cultivar, as well as their interaction, significantly affected leaf and flower number, as well as the length, fresh weight, and dry weight of the flowering stem at the 1% level. Increasing salinity levels led to significant reductions in the number of leaves and flowers, and in stem length and weight, with the most severe declines observed at 60 mM NaCl. Among the cultivars, Inca Sweety exhibited greater tolerance to salinity, showing no significant reduction in growth traits under lower salinity levels. Overall, the results demonstrated that salinity stress, through inducing osmotic, ionic, and oxidative stress, significantly reduced both vegetative and reproductive growth in Alstroemeria. Identifying salt-tolerant cultivars can therefore be an effective strategy for managing Alstroemeria production in saline conditions.

Keywords: Alstroemeria, Flowering stem, Sodium chloride, Stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

معرفی و بررسی ۶ گونه درخت عمده کاشته شده در فضای سبز شهرهای جنوب ایران (مطالعه موردی: بندرعباس)

ملک عسکری زاده کووئی[1*] و محسن رجب‌زاده نوبخت[2]

۱- شهرداری منطقه یک بندرعباس، بندرعباس، ایران

۲- دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *Malek.askarizadeh@yahoo.com*

چکیده

فضای سبز شهری به عنوان عنصری حیاتی در بهبود کیفیت زندگی شهروندان، تاثیرات مثبت متعددی در جنبه‌های مختلف زیست محیطی، اجتماعی، روان‌شناختی و اقتصادی دارد. این فضاها شامل بوستان‌ها، باغ‌ها، بلوارها و بام‌های سبز هستند که با فراهم آوردن محلی برای استراحت، تفریح و تعاملات اجتماعی، نقش مهمی در ارتقای رفاه عمومی ایفا می‌کنند. در مجموع، فضای سبز شهری به عنوان یک استراتژی پایدار برای توسعه شهری و بهبود کیفیت زندگی، نقش غیرقابل انکاری در ایجاد شهرهای سالم‌تر و پایدارتر ایفا می‌کند. اصولا توسعه پایدار بدون در نظر گرفتن فضای سبز شهری به بیراهه رفتن می‌باشد. بندرعباس نیز در کنار سایر شهرهای ایران از این قاعده مستثنی نیست و جهت تحقق توسعه پایدار شهری در شهر بندرعباس می‌بایست فضای سبز را در تمامی محاسبات در نظر گرفت. در مطالعه پیش‌رو با هدف شناسایی و بررسی عمده‌ترین درختان کاشته شده در فضای سبز شهر بندرعباس ۶ گونه درختی با بیشترین آمار کاشت از ۶ تیره گیاهی بر اساس آمارهای موجود و مشاهدات کارشناسان سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهرداری بندرعباس در حین اجرای طرح‌های تحقیقاتی و اجرایی و بازدیدهای میدانی معرفی شده است. این مطالعه مبتنی بر شیوه مشاهده، کتابخانه‌ای و اسنادی است و از پژوهش‌ها، مقالات، گزارشات و اسناد مرتبط با موضوع فراهم گردیده‌است. بر اساس نتایج به دست آمده، گونه‌های درختی کنوکارپوس، نخل، چریش، گل ابریشم، سپستان و یاس درختی به همراه مکان کاشت آن‌ها شناسایی گردید همچنین سازگاری با شرایط آب و هوایی، عملکرد مناسب در مقابل مسئله بحران آب و سرعت رشد مناسب به عنوان دلایل اصلی اقبال سیستم مدیریتی فضای سبز شهر بندرعباس به گسترش کاشت این درختان پایش شده‌است.

واژه‌های کلیدی: بندرعباس، درخت، فضای سبز، گونه.

مقدمه

فضای سبز شهری به عنوان عنصری حیاتی در بهبود کیفیت زندگی شهروندان، تاثیرات مثبت متعددی در جنبه‌های مختلف زیست محیطی، اجتماعی، روان‌شناختی و اقتصادی دارد. این فضاها شامل بوستان‌ها، باغ‌ها، بلوارها و بام‌های سبز هستند که با فراهم آوردن محلی برای استراحت، تفریح و تعاملات اجتماعی، نقش مهمی در ارتقای رفاه عمومی ایفا می‌کنند. در مجموع، فضای سبز شهری به عنوان یک استراتژی پایدار برای توسعه شهری و بهبود کیفیت زندگی، نقش غیرقابل انکاری در ایجاد شهرهای سالم‌تر و پایدارتر ایفا می‌کند. از جمله مهم‌ترین تاثیرات زیست محیطی فضای سبز می‌توان به کاهش آلودگی هوا، تنظیم دمای محیط، کاهش اثرات جزیره گرمایی شهری و حفاظت از تنوع زیستی اشاره کرد. گیاهان با جذب دی‌اکسیدکربن و آزادسازی اکسیژن، به بهبود کیفیت هوا کمک کرده و با ایجاد سایه و افزایش رطوبت، دمای محیط را تعدیل می‌کنند. همچنین، فضای سبز می‌تواند با جذب و ذخیره آب باران، از بحران‌های آب شهری جلوگیری کند و به بهبود کیفیت منابع آبی کمک کند. در جنبه‌های اجتماعی و روان‌شناختی، فضای سبز شهری به کاهش استرس، افزایش حس آرامش و شادی کمک می‌کند و از طریق فراهم آوردن محیطی طبیعی، کیفیت زندگی شهروندان را ارتقا می‌دهد. مطالعات نشان داده‌اند که حضور در فضاهای سبز باعث کاهش هورمون های استرس و بهبود خلق و خو می‌شود. علاوه بر این، این فضاها می‌توانند به کاهش افسردگی و اضطراب و ارتقای سلامت روانی افراد کمک کنند. اصولا توسعه پایدار بدون در نظر گرفتن فضای سبز شهری به بیراهه رفتن می‌باشد(سرتیپ و همکاران، ۱۴۰۳). بندرعباس نیز در کنار سایر شهرهای ایران از این قاعده مستثنی نیست و جهت تحقق توسعه پایدار شهری در شهر بندرعباس می‌بایست فضای سبز را در تمامی محاسبات در نظر گرفت.

عباسی (۱۴۰۳) در مطالعه ای جهت بهینه سازی کاشت درختان در فضای سبز به بررسی و شناسایی درختان مثمر کاشته شده در فضای سبز شهر بیرجند پرداخته و نسبت به معرفی و بیان مزایا و معایب آن‌ها اقدام نموده است.

زارعی و عقیلی (۱۴۰۲) درختان معابر شهری گرگان را مورد شناسایی و بررسی قرار داده و کاشت درختان چنار، سپیدار، نارنج ، انواع نخلهای زینتی ، زیتون و گیاهان مقاوم به خشکی در معابر شهر گرگان به عنوان گزینه های مناسب و قابل پیشنهاد ارائه کردند.

از این رو در مطالعه حاضر درپی آنیم که با شناسایی درختانی که بیشترین آمار کاشت و حضور در فضای سبز شهر بندرعباس را دارند دلایل موفقیت این درختان را مورد بررسی قرار داده و در صورت تایید، کاشت آن در مناطق با آب و هوا و شرایط مشابه توصیه شود.

مواد و روش‌ها

مطالعه پیش‌رو در محدوده شهر بندرعباس صورت پذیرفته‌است، شهر بندرعباس در بخش مرکزی استان هرمزگان قرار دارد. در این پژوهش معرفی عمده درختان کاشته شده در فضای سبز بندرعباس بر اساس گزارشات موجود و مشاهدات کارشناسان فضای سبز سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهرداری بندرعباس در حین اجرای طرح‌های تحقیقاتی و اجرایی و بازدیدهای میدانی انجام شده‌است. محدوده مورد بررسی فضای سبز مناطق چهارگانه شهر بندرعباس طی سال ۱۴۰۳ می‌باشد. همچنین اطلاعات مربوط به فضای سبز شهر بندرعباس از گزارشات و داده‌های موجود در سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهرداری بندرعباس اخذ گردیده است. این مطالعه مبتنی بر مشاهده و شیوه کتابخانه‌ای و اسنادی است و از پژوهش‌ها، مقالات، گزارشات و اسناد مرتبط با موضوع فراهم شده است.

نتایج و بحث

۶ گونه گیاهی از ۶ خانواده به عنوان عمده درختان کاشت شده در فضای سبز شهر بندرعباس به همراه مزایا و معایب کاشت آن شناسایی شد که مشخصات این گونه‌ها بدین شرح است:

کنوکارپوس: درخت کنوکارپوس conocarpus از خانواده combretaceae است. زمان ورود درخت کنوکارپوس به ایران حدوداً ۲۰ سال پیش ارزیابی شده‌است که در طی این مدت صرفاً با کاشت همین درخت میزان سرانه سبز استان‌های جنوبی افزایش یافته‌است(Ramanjaneyulu and Chaltanya, 2023). مشاهدات حاکی از آن است که از لحاظ آماری بیشترین تعداد درخت کاشته شده در فضای سبز شهر بندرعباس است و با اختلاف در صدر جدول قرار می‌گیرد. به کم آبی، شوری و گرما بسیار مقاوم بوده و سرعت رشد فوق العاده آن سبب رغبت سیستم مدیریتی فضای سبز در جنوب کشور به کاشت این درخت شده که همین کاشت بی رویه مشکلاتی از جمله تخریب سنگ فرش معابر و آسیب به شبکه آبرسانی را به بار آورده است. در حال حاضر کاشت این درخت با توجه به تصمیمات اتخاذ شده از سوی سازمان فضای سبز با محدودیت جدی رو به رو شده و به صورت موردی و با شرایط خاص می باشد. کاشت این درخت بیشتر به صورت جنگل کاری در مناطقی که با بحران آب رو به رو بوده و امکان کاشت درختی دیگر فراهم نمی باشد توصیه می شود.

نخل: ارقام مختلف نخل خرما و نخل زینتی به ویژه در معابر و رفیوژ وسط خیابان‌های بندرعباس کاشت شده‌است. علاوه بر نخیلاتی که به صورت خودرو رشد نموده‌اند کاشت نخل خرما در قالب جابه‌جایی درختان بزرگ با ارتفاع ۳ تا ۴ متری در طول سال های ۱۳۹۷ لغایت ۱۳۹۸ در دستور کار سازمان فضای سبز شهر بندرعباس قرار گرفت و صدها نفر نخل خرما در سطح شهر کاشت شد. آلودگی پنهان این نخیلات به ویژه به آفاتی از قبیل موریانه با توجه به گستردگی پروژه کاشت این درختان مشکلات بسیاری را برای مدیریت نگهداری فضای سبز در بندرعباس ایجاد نموده‌است و با توجه به سختی مبارزه با آفت موریانه و نحوه لانه گزینی آن در درخت نخل بیم آن می رود که در آینده‌ای نه چندان دور آسیبی غیرقابل جبران به فضای سبز شهر بندرعباس وارد شود. کاشت نخل پس از بررسی آفات مربوط و داشتن شرایط نگهداری به ویژه هرس درست و به موقع با توجه به مقاومت بالا به گرما و کم آبی توصیه می‌شود.

چریش: درختی با نام علمی Azadirachta indica از خانواده Meliaceae است. چریش درختی همیشه سبز است که می‌تواند در مناطقی که دیگر درختان قادر به رشد نیستند، به خوبی توسعه یابد(نصیری سمنانی و قاسم پور، ۱۴۰۰). از درختان سازگار با آب و هوای

بندرعباس می‌باشد که قدمت استفاده از آن جهت کاشت در فضای سبز به بیش از نیم قرن می‌رسد. به وفور در دو طرف بلوارهای اصلی شهر بندرعباس به ویژه بلوار امام خمینی مشاهده می‌شود. تاجی سایه‌گستر داشته و با توجه به هوای گرم و آفتابی شهر گزینه‌ای مناسب می‌باشد. خشکی ناگهانی سرشاخه‌های درخت از معضلات پیش‌روی مدیریت فضای سبز بندرعباس است. در مجموع سازگاری بالای این گیاه با شرایط آب و هوایی جنوب و سرعت بالای رشد آن را گزینه‌ای مناسب جهت توسعه کاشت در مناطق عاری از بیماری خشکی سرشاخه نموده است.

گل ابریشم: با نام علمی Albizia lebbeck از خانواده Papilionaceae می‌باشد. درختی است به ارتفاع ۱۸ تا ۳۰ متر که تاج پوشش وسیعی دارد(Balkrishna et al., 2022). همانند چریش از گزینه‌های قدیمی کاشت در خیابان‌ها، معابر و بوستان‌های قدیمی شهر بندرعباس است. تاج‌پوشش وسیع آن و سازگاری با شرایط آب و هوایی بندرعباس از ویژگی‌های مثبت و دلیل اقبال به کاشت آن در بین کارشناسان فضای سبز می‌باشد. موضوع محدود کننده در مسیر گسترش این درخت آفت چوب‌خوار است که باعث شکستگی ناگهانی و بدون علامت شاخه‌های بزرگ و حتی سقوط درختان بزرگ می‌شود. این موضوع نکته محدود کننده در مناطق با شیوع این آفت است.

سپستان: با نام علمی *Cordia myxa L.* و از خانواده Boraginaceae می‌باشد. درختی است به ارتفاع ۹ تا ۱۲ متر که در جنگل‌های خزان‌کننده خشک و به‌طور عمده در خاک‌های آبرفتی تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا می‌روید. اندام‌های هوایی آن پوشیده از کرک و پرزهای خشن می‌باشد. این گیاه مقاوم به شوری، گرما و خشکی است و نقش مهمی در جلوگیری از فرسایش خاک ایفا می‌کند. این گونه نسبتا به کم آبی مقاوم است و بهترین رشد خود را در مناطق با بارندگی سالانه۱۰۰ تا ۱۵۰سانتیمتر دارد (Saeed et al., 2022). در بندرعباس از درخت سپستان به علت سایه‌اندازی مناسب به‌ویژه در فصول گرم و آفتابی در فضای سبز محلات، جلو درب منازل و ساختمان‌ها و بوستان‌ها به وفور استفاده شده است. همچنین این درخت در دسته درختان مثمر قرار داشته که از میوه نارس آن جهت تهیه ترشی استفاده شده و میوه رسیده آن مصارف دارویی دارد.

یاس درختی: با نام علمی *Millingtonia hortensis* L. و از خانواده Bignoniaceae می‌باشد. درختی با ارتفاع ۸ تا ۲۸ متر با برگ‌هایی به طول ۴۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و دمبرگ‌هایی حدود ۱ سانتی‌متر است. گل آذین خوشه‌ای با گل‌هایی به رنگ سفید مایل به کرم و بسیار خوشبو است. از پوست این گیاه که به درخت چوب پنبه هندی نیز معروف می‌باشد جهت تهیه چوب‌پنبه استفاده می‌شود. یاس درختی مقاوم به خشکی است. در مناطق با ارتفاع ۰ تا ۹۲۲ متر از سطح دریا یافت می‌شود. قابلیت رشد و نمو در انواع خاک و اقلیم را دارد و برای رشد مطلوب، نور کامل خورشید را ترجیح می‌دهد (عسکری‌زاده کووئی و همکاران، ۱۴۰۲) در حال حاضر در بوستان‌ها و بلوارهای شهر بندرعباس کاشته شده و به علت فرم رشد عمودی و نیز مقاومت به خشکی در برنامه توسعه کاشت حاشیه خیابان‌های شهر بندرعباس قرار داد. کاشت این درخت به ویژه در مناطق تجاری که فرم درخت مانع دید تابلو نمی‌شود، مورد استقبال قرار گرفته و سبب کاهش تعداد گزارشات قطع و هرس غیراصولی درختان توسط مغازه‌داران شده‌است.

منابع

سرتیپ، ع، عطار، م، پادیاب، س و طریقی، ا. ۱۴۰۳. فضای سبز شهری و تاثیر آن بر کیفیت زندگی شهروندان. چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست. تهران.

عباسی، ع. ۱۴۰۳. بررسی مزایا و معایب کشت درختان مثمر در فضای سبز شهری :مطالعه موردی شهر بیرجند. ششمین همایش بین‌المللی علوم کشاورزی، دامی، منابع طبیعی، گیاهان داروئی و گردشگری روستایی. مشهد.

عسکری زاده کووئی، م، ذاکری، ب و آرمان، ش. ۱۴۰۲. معرفی ۱۰ گونه گیاه زینتی سازگار جهت کاشت در فضای سبز شهری مناطق با آب و هوای خشک(مطالعه موردی: شهر بندرعباس).اولین همایش ملی راهبردهای توسعه فضای سبز در شهرهای حاشیه کویر. قم.

نصیری سمنانی، ش و قاسم پور، ن. ۱۴۰۰. مطالعه مروری بر روی خواص ترکیبات شیمیایی و زیست فناوری چریش *Azadirachta indica*. پنجمین کنفرانس بین المللی مطالعات جهانی در علوم تکنولوژی و مهندسی. تهران.

Balkrishna, A., Chauhan, M. and Dabas, A. 2022. Comprehensive insight into the phytochemical, pharmacological potential, and traditional medicinal uses of *Albizia lebbeck* (L.) Benth. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Article ID 5359669: 19.

Ramanjaneyulu, A. and Chaitanya, T. 2023. Conocarpus tree – a boon or bane? Chronicle of Bioresource Management. 7(2): 28–34.

Saeed, S. M. G., Ali, S. A., Faheem, K., Ali, R. and Giuffrè, A. M. 2022. The impact of innovative plant sources (*Cordia myxa* L.) fruit (Assyrian plum) and *Phoenix dactylifera* L. biowaste (date pit) on the physicochemical, microstructural, nutritional, and sensorial properties of gluten-free biscuits. Journal of Food. 11(15): 9-22.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Introduction and study of 6 major tree species planted in the green space of the cities of southern Iran (Case study: Bandar Abbas)

Malek Askarizadeh kovei[1*] and Mohsen Rajabzadeh Nobakht[2]
1. Municipality of Region 1, Bandar Abbas, Iran
2. Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: Malek.askarizadeh@yahoo.com*

Abstract

Urban green space, as a vital element in improving the quality of life of citizens, has numerous positive effects in various environmental, social, psychological and economic aspects. These spaces include parks, gardens, boulevards and green roofs, which play an important role in promoting public welfare by providing a place for rest, recreation and social interactions. In summary, urban green space, as a sustainable strategy for urban development and improving the quality of life, plays an undeniable role in creating healthier and more sustainable cities. Basically, sustainable development without considering urban green space is going astray. Bandar Abbas, along with other cities in Iran, is no exception to this rule, and in order to achieve sustainable urban development in Bandar Abbas, green space should be considered in all calculations. In the upcoming study, with the aim of identifying and investigating the most important trees planted in the green space of Bandar Abbas, 6 tree species with the highest planting rate from 6 plant families are introduced based on existing statistics and observations of experts from the Iranian Broadcasting Organization, Landscape and Green Space of Bandar Abbas Municipality during the implementation of research and implementation projects and field visits. This study is based on observation, library and documentary methods and has been prepared from research, articles, reports and documents related to the subject. Based on the results obtained, the tree species of Conocarpus, palm, neem,persian silk tree, Geiger tree and jasmine tree were identified along with their planting location. Also, their adaptability to climatic conditions, appropriate performance in the face of water scarcity, and appropriate growth rate were monitored as the main reasons for the green space management system of Bandar Abbas city to expand the planting of these trees.

Keywords: Bandar Abbas, Green space, Species, Tree

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مارپیچ گیاهی: ساختاری پایدار برای افزایش بهره‌وری و تنوع زیستی در فضاهای سبز شهری

کیمیا نیازی[۱] و حامد عالی پور[۱*]
۱- گروه فضای سبز دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *h.ali@tabrizu.ac.ir*

چکیده

طراحی‌های پایدار در معماری منظر نقش مهمی در ترویج تعامل انسان با طبیعت و بهره‌وری بهینه از فضاهای سبز دارند. مارپیچ گیاهی (Herb Spiral) به‌عنوان یک الگوی طراحی الهام‌گرفته از ساختارهای طبیعی، روشی کارآمد در ایجاد فضاهای سبز پایدار محسوب می‌شود. این سازه با استفاده از فرم حلزونی و تنظیمات ارتفاعی، شرایط ریزاقلیمی مناسبی برای کشت گیاهان دارویی و خوراکی با نیازهای متنوع نوری، حرارتی و رطوبتی فراهم می‌کند لذا این مارپیچ گیاهی با بهره‌گیری از ویژگی‌های خرد اقلیم، امکان کاشت گیاهان متنوع را در فضایی کوچک و با استفاده بهینه از منابع فراهم می‌کند. این مطالعه با هدف بررسی ویژگی‌های طراحی، ساخت و مدیریت بهینه مارپیچ گیاهی در محیط‌های شهری انجام شده است. روش تحقیق بر مبنای مطالعات موردی و تحلیل منابع علمی و عملی استوار است. یافته‌ها نشان می‌دهند که استفاده از جهت‌های جغرافیایی و تنظیمات ارتفاعی در طراحی مارپیچ، به ایجاد شرایط مناسب برای رشد گیاهان مختلف منجر می‌شود. همچنین، بهره‌گیری از مصالح بازیافتی، کاهش مصرف آب، افزایش تنوع زیستی و استفاده از کودهای آلی، این سازه را به یک الگوی مؤثر در توسعه پایدار فضاهای سبز شهری تبدیل کرده است. مارپیچ گیاهی علاوه بر صرفه‌جویی در فضا و منابع، فرصتی مناسب برای آموزش مفاهیم کشاورزی پایدار و تعامل انسان با طبیعت فراهم می‌کند. لذا پیشنهاد می‌شود استفاده از این سازه در طراحی فضاهای عمومی، آموزشی و کوچک شهری به‌عنوان یک راهکار کم‌هزینه، پایدار و چندکاره مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: باغبانی شهری، تنوع زیستی، طراحی پایدار، کشاورزی ارگانیک، مارپیچ گیاهی.

مقدمه

طراحی‌های پایدار در معماری منظر، نقش برجسته‌ای در ارتقای کیفیت زندگی شهری و ترویج تعامل انسان با طبیعت دارند. در سال‌های اخیر، با گسترش شهرنشینی و کاهش فضاهای سبز، نیاز به راهکارهای خلاقانه و کارآمد در طراحی فضای سبز شهری بیش از پیش احساس می‌شود. یکی از این راهکارها، استفاده از الگوهای طبیعی در طراحی فضای سبز است که ضمن جذابیت بصری، عملکرد اکولوژیکی و پایداری محیطی را نیز به همراه دارد (Biella et al., 2025).

مارپیچ گیاهی (Herb Spiral) به عنوان یکی از نمونه‌های موفق این رویکرد، ساختاری سه‌بعدی است که الهام‌بخش آن، فرم‌های مارپیچی موجود در طبیعت مانند صدف‌ها، حلزون‌ها و الگوهای رشد گیاهان است. این سازه با استفاده از اختلاف ارتفاع و جهت‌های جغرافیایی، شرایط ریزاقلیمی متنوعی ایجاد می‌کند که امکان کشت گیاهان مختلف با نیازهای نوری، حرارتی و رطوبتی متفاوت را در یک فضای کوچک فراهم می‌کند. این سیستم علاوه بر کاربری خانگی و عمومی، در حوزه‌هایی مانند باغبانی شهری، کشاورزی ارگانیک و توسعه پایدار فضاهای سبز مورد توجه قرار گرفته است (Chiriță et al., 2020).

در ادبیات علمی، مارپیچ گیاهی به عنوان بخشی از مفهوم پرماکالچر (Permaculture) مطرح شده است. بیل مولیسون، بنیانگذار این مفهوم، در کتاب معروف خود با عنوان «*Permaculture: A Designer's Manual*» که در سال ۱۹۸۸ منتشر شد، به طرح مارپیچ گیاهی به‌عنوان یک سازه کاربردی در طراحی پایدار اشاره کرده است. او در این کتاب به وجود گسترده اشکال مارپیچی در طبیعت و فرهنگ‌های اولیه پرداخته و اهمیت این الگوها را در ایجاد تعادل بین انسان و محیط‌زیست برجسته کرده است (Mollison, 1988). از آن زمان تاکنون، مارپیچ گیاهی به‌صورت گسترده در باغ‌های خانگی، فضاهای آموزشی و حتی در طراحی فضاهای عمومی شهری به کار گرفته شده است.

تا جایی که نویسندگان اطلاع دارند در داخل کشور هیچ نوع مطالعاتی درباره کاربرد مارپیچ گیاهی در فضاهای سبز شهری و کشاورزی پایدار انجام نشده است. لذا با توجه به اینکه، استفاده از این سازه باعث صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش تنوع زیستی، بهبود کیفیت خاک و افزایش تعامل انسان با طبیعت می‌شود، کاربرد این سازه در فضاهای آموزشی به عنوان ابزاری برای آموزش مفاهیم کشاورزی پایدار و اکولوژی توصیه می‌شود.

هدف کلی این پژوهش، بررسی ویژگی‌های طراحی، ساخت و نگهداری مارپیچ گیاهی در فضاهای سبز شهری است. این تحقیق با تحلیل عوامل مؤثر در طراحی و عملکرد این سازه، به دنبال ارائه الگویی کاربردی و قابل تعمیم برای استفاده از مارپیچ گیاهی در محیط‌های شهری است که ضمن ارتقاء کیفیت فضای سبز، به اصول توسعه پایدار نیز توجه کند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با رویکرد توصیفی-تحلیلی و بر اساس مطالعات اسنادی و میدانی انجام شد. داده‌ها از منابع علمی، مقالات خارجی، دستورالعمل‌های طراحی منظر و مشاهدات میدانی از فضاهای سبز شهری جمع‌آوری شدند. در این پژوهش معیارهایی شامل نحوه طراحی مارپیچ، انتخاب گیاهان بر اساس جهت‌های جغرافیایی، نوع مصالح به‌کار رفته، شیب و ارتفاع، مدیریت آب و خاک و همچنین نگهداری بلندمدت مارپیچ گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های جمع‌آوری شده به روش تحلیل محتوا مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج به‌صورت گزارشی تحلیلی ارائه شد.

عوامل فنی و اجرایی مؤثر در ساخت مارپیچ گیاهی

ساخت مارپیچ گیاهی مستلزم توجه دقیق به مجموعه‌ای از عوامل فنی، فضایی و اقلیمی است که بر پایداری، کارایی و عملکرد آن تأثیر مستقیم دارند. یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌ها، ارتفاع سازه است؛ به‌طور معمول، بسته به نوع گیاهان انتخاب‌شده و نیاز آن‌ها به نور و رطوبت، ارتفاع مارپیچ بین ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. این اختلاف ارتفاع به ایجاد نواحی با شرایط رطوبتی و دمایی متفاوت کمک می‌کند و امکان ایجاد ریزاقلیم‌های متنوع را در یک فضای کوچک فراهم می‌سازد. عرض کلی ساختار نیز باید به‌گونه‌ای طراحی شود که ضمن تأمین فضای کافی برای کاشت، دسترسی مناسب به گیاهان نیز فراهم گردد. معمولاً عرض مارپیچ بین ۱/۲ تا ۲ متر متغیر است، و عرض داخلی آن باید به‌گونه‌ای باشد که بتوان بدون آسیب به گیاهان، به تمام نقاط آن دسترسی داشت. پایه سازه نیز از اهمیت بالایی برخوردار است؛ این بخش باید استحکام کافی برای تحمل وزن خاک و گیاهان را داشته باشد. استفاده از مصالح مقاوم مانند سنگ، آجر یا چوب فرآوری‌شده متداول است. ابعاد پایه معمولاً بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر تعیین می‌شود، که با توجه به اندازه نهایی سازه و شیب زمین قابل تنظیم است. در کنار ویژگی‌های ابعادی، ویژگی‌های محیطی محل احداث نیز نقش کلیدی ایفا می‌کنند. شیب زمین باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که امکان زهکشی طبیعی آب وجود داشته باشد و از ایجاد گودال‌های آبی و پوسیدگی ریشه جلوگیری شود. جهت تابش نور خورشید، جریان باد و میزان بارش نیز باید پیش از ساخت بررسی شوند تا محل نصب مارپیچ، بیشترین بهره‌وری را از شرایط طبیعی دریافت کند.

نتایج و بحث

مارپیچ گیاهی به‌عنوان الگویی الهام‌گرفته از طبیعت، نقش مهمی در ترویج کشاورزی پایدار، افزایش تنوع زیستی و ارتقای کیفیت فضاهای سبز شهری دارد. این سازه با استفاده از تنوع ریزاقلیمی حاصل از اختلاف ارتفاع و جهت‌های جغرافیایی، شرایط مناسبی برای کشت گیاهان دارویی و خوراکی متنوع در فضایی محدود فراهم می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهند که استفاده هوشمندانه از جهات جغرافیایی در طراحی مارپیچ، امکان تطبیق نیازهای مختلف نوری، حرارتی و رطوبتی گیاهان را فراهم می‌کند. به‌طوری‌که ضلع جنوبی با بیشترین نور و گرما مناسب گیاهان آفتاب‌دوست مانند ریحان، آویشن و مرزنگوش است، در حالی‌که ضلع شمالی با شرایط خنک و مرطوب‌تر محل مناسبی برای گیاهان سایه‌دوست مانند نعناع و جعفری محسوب می‌شود (Chiriță et al., 2020; Ferguson and Lovell, 2014).

در این ساختار، انتخاب گیاهان بر اساس موقعیت مکانی در مارپیچ، علاوه بر بهینه‌سازی مصرف منابع (مانند آب و انرژی)، موجب افزایش عملکرد و سلامت گیاهان نیز می‌شود. همچنین، استفاده از مصالح بازیافتی، کاهش مصرف آب، افزایش مواد آلی خاک و کنترل طبیعی آفات، این سازه را به الگویی مؤثر در توسعه پایدار فضای سبز شهری تبدیل کرده است. این روش کشت ضمن صرفه‌جویی در فضا، فرصتی مناسب برای آموزش مفاهیم کشاورزی ارگانیک و تعامل انسان با طبیعت فراهم می‌کند.

جهت‌های جغرافیایی و تطبیق اقلیمی گیاهان در ساختارهای مارپیچی:

در طراحی مارپیچ گیاهی، توجه به جهات جغرافیایی باعث می‌شود که بتوان نیازهای نوری و حرارتی متنوع گیاهان را در یک بستر واحد تأمین کرد. این رویکرد، نوعی بهره‌برداری هوشمند از منابع طبیعی محسوب می‌شود و با اصول کشاورزی پایدار هم‌راستا است. انتخاب گیاهان براساس موقعیت مکانی در ساختار مارپیچ، نه‌تنها موجب افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف آب می‌شود، بلکه به پایداری سیستم کشت و کیفیت محصول نهایی نیز کمک می‌کند.

ضلع جنوبی در نیمکره شمالی، بیشترین دریافت نور مستقیم خورشید را در طول روز دارد. این بخش از مارپیچ، مناسب‌ترین محل برای کاشت گیاهان آفتاب‌دوست مانند ریحان، آویشن، گشنیز و رزماری است. نور فراوان این ناحیه، فرآیند فتوسنتز را به حداکثر رسانده و رشد گیاهان را تسریع می‌کند. همچنین به دلیل گرمای بیشتر، خاک این ناحیه نسبت به سایر بخش‌ها خشک‌تر است، بنابراین انتخاب گیاهانی که مقاوم به خشکی و گرما هستند توصیه می‌شود. استفاده از مالچ در این بخش برای کاهش تبخیر و حفظ رطوبت خاک مفید است.

ضلع غربی در ساعات بعدازظهر نور مستقیم خورشید دریافت می‌کند که معمولاً گرم‌تر و تندتر از نور صبحگاهی است. این ویژگی باعث می‌شود این بخش برای گیاهانی مناسب باشد که به نور متوسط تا زیاد نیاز دارند اما نسبت به گرمای بیش‌ازحد حساس نیستند. در اقلیم‌های گرم‌تر، ممکن است نیاز به سایه‌اندازی جزئی یا انتخاب گونه‌های مقاوم‌تر مانند مرزنجوش یا لیموترش وجود داشته باشد. همچنین چون نور در بازه زمانی کوتاه‌تری دریافت می‌شود، این ناحیه می‌تواند محل مناسبی برای گیاهانی باشد که نیاز نوری آن‌ها بین گیاهان سایه‌دوست و آفتاب‌دوست قرار دارد.

ضلع شمالی معمولاً کمترین میزان نور مستقیم خورشید را در طول روز دریافت می‌کند و در بیشتر ساعات در سایه قرار دارد. این ویژگی، آن را به ناحیه‌ای مناسب برای کاشت گیاهان سایه‌دوست و مقاوم به سرما مانند نعناع، جعفری، شوید و بعضی گونه‌های معطر مانند بادرنجبویه تبدیل می‌کند. دمای پایین‌تر و رطوبت بیشتر این ناحیه، محیطی مرطوب و خنک ایجاد می‌کند که در فصل تابستان نیز مانع از خشک شدن سریع خاک می‌شود. در این قسمت، زهکشی مناسب و استفاده از خاک‌های سبک‌تر برای جلوگیری از پوسیدگی ریشه اهمیت دارد.

ضلع شرقی نور ملایم صبحگاهی را دریافت می‌کند که برای گیاهان حساس به گرما و نیازمند نور ملایم بسیار مناسب است. در این بخش، گیاهان می‌توانند بدون قرارگیری در معرض تابش تند ظهر یا بعدازظهر، نور کافی برای رشد خود دریافت کنند. شرایط این ناحیه به‌ویژه برای گیاهانی مانند جعفری، گشنیز و سبزی‌های برگی سبک مناسب است که در آب‌وهوای گرم سریع‌تر پژمرده می‌شوند. نور صبحگاهی همچنین موجب تبخیر آهسته‌تر رطوبت و جلوگیری از شوک حرارتی در گیاهان می‌شود.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مارپیچ گیاهی می‌تواند در فضاهای عمومی، آموزشی و حتی در محیط‌های خانگی به‌عنوان یک عنصر طراحی زیباشناختی و عملکردی مورد استفاده قرار گیرد. این سازه ضمن افزایش جذابیت بصری فضا، با ایجاد خطوط منحنی و دینامیک، احساس حرکت و تعامل با فضا را القا می‌کند. همچنین، کاربرد مارپیچ گیاهی در تقسیم‌بندی فضاها بدون نیاز به دیوارهای مستقیم، امکان طراحی‌های نرم و هماهنگ با طبیعت را فراهم می‌کند.

در بخش مدیریت و نگهداری، رعایت اصول علمی از جمله انتخاب مکان مناسب با نور کافی، آماده‌سازی خاک غنی و زهکشی مناسب، نظام آبیاری بهینه، استفاده از مالچ، هرس منظم، کنترل آفات بدون سموم شیمیایی و محافظت از گیاهان در برابر شرایط اقلیمی

سخت، نقش کلیدی در موفقیت این سازه دارد. همچنین تمیز کردن منظم و حذف برگ‌های آسیب‌دیده به بهبود سلامت گیاهان و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر بیماری‌ها کمک می‌کند (Gissler 2023).

در مجموع، مارپیچ گیاهی به‌عنوان یک راهکار کم‌هزینه، زیست‌محیطی و چندکاره، می‌تواند در طراحی فضاهای سبز شهری و روستایی مورد توجه قرار گیرد. این سازه ضمن ایجاد ارتباط بین انسان و طبیعت، به ارتقای سلامت روانی و فیزیکی کاربران نیز کمک می‌کند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود این الگو در طراحی فضاهای عمومی شهری، مدارس، کافه‌ها و پروژه‌های آموزشی-محیط‌زیستی به‌کار گرفته شود تا ضمن افزایش تعامل انسان با طبیعت، مفاهیم کشاورزی پایدار به‌صورت عملی و ملموس منتقل شوند.

منابع

Biella, P., Bani, L., Caprio, E., Cochis, F., Dondina, O., Fiorilli, V., Genre, A., Gentili, R., Orioli, V., Ranalli, R., Tirozzi, P. and Labra, M. 2025. Biodiversity-friendly practices to support urban nature across ecosystem levels in green areas at different scales. Urban Forestry & Urban Greening, 105: 128682.

Chiriță, R., Gabriel-Ciprian, T., Alexandru, C. and Vasile, S. 2020. Preliminary studies regarding the design of a spiral of herbs. Scientific Papers Horticulture Series, 63(2): 243-248.

Ferguson, R. S. and Lovell, S. T. 2014. Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review. Agronomy for sustainable development, 34: 251-274.

Gissler, A. 2023. Ecological Principles of Permaculture. Bachelor Thesis, University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Agriculture and Technology, pp 51.

Mollison, B. 1988. Permaculture: a designer's manual. pp 576.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Herbal Spiral: A sustainable structure for enhancing productivity and biodiversity in urban landscapes

Kimia Niazi[1] and Hamed Aalipour[1*]
1. Department of Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
Corresponding Author: h.ali@tabrizu.ac.ir

Abstract

Sustainable designs in landscape architecture play a significant role in promoting human interaction with nature and optimizing the productivity of green spaces. The herb spiral (Herb Spiral), as a design pattern inspired by natural structures, is an efficient method for creating sustainable green spaces. This structure utilizes a spiral form and elevation adjustments to provide suitable microclimatic conditions for cultivating medicinal and edible plants with diverse light, thermal, and moisture requirements. By leveraging microclimate features, the herb spiral enables the cultivation of a variety of plants in a compact space while making optimal use of resources. This study aims to examine the design characteristics, construction, and optimal management of herb spirals in urban environments. The research methodology is based on case studies and the analysis of scientific and practical resources. Findings indicate that incorporating geographical orientations and elevation adjustments in the design of the spiral creates favorable conditions for the growth of various plants. Additionally, the use of recycled materials, reduced water consumption, increased biodiversity, and organic fertilizers make this structure an effective model for the sustainable development of urban green spaces. Beyond saving space and resources, the herb spiral provides an excellent opportunity for educating communities about sustainable agriculture and fostering human interaction with nature. Therefore, it is recommended that this structure be considered as a cost-effective, sustainable, and multifunctional solution for designing public spaces, educational environments, and small urban areas.

Keywords: Biodiversity, Herb spiral, Organic farming, Sustainable design, Urban horticulture

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد پیچ‌های زینتی در فضای سبز با اقلیم سرد

یاسمن شجاعی[1*] و فرزاد نظری[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *yasamansho79@gmail.com*

چکیده

پیچ‌ها (گیاهان بالارونده) به دلیل تنوع کاربردها، جذابیت زیبایی‌شناسی و فواید زیست‌محیطی، نقش مهمی در معماری منظر ایفا می‌کنند. توانایی رشد عمودی این گیاهان به آن‌ها اجازه می‌دهد تا بتوان از آنها به عنوان جدا کننده (Dividers) یا مانع (Barriers) استفاده کرد. این گیاهان می‌توانند مناظر ناخوشایند (Unsightly views) و یا درختان خشک شده در منظر را بپوشانند، یکنواختی (Monotony) یک فَنس بلند یا دیوار خالی (Blank wall) را رفع کنند. آنها می‌توانند خطوط ساختاری خشن (Harsh structural lines) را ملایم کرده و ساختار را با سایر گیاهان ترکیب کنند. در کناره‌های شیب‌دار (Steep banks) و در مناطق دیگری که استقرار چمن دشوار است، می‌توان از پیچ ها به عنوان زمین پوشش (Groundcovers) استفاده کرد. پیچ ها بر اساس سازوکار بالاروی خود به سه دسته‌ی اصلی پیچنده‌ها (Twining climbers)، پیچک‌دارها (Tendril climbers) و چسبنده‌ها (Clinging climbers) تقسیم می‌شوند. البته در گروهی دیگر از گیاهان بالارونده، مانند انواع رزهای بالارونده و گل کاغذی حالت غیر خود چسب (Non-climbing) دارند. پیچ‌های زینتی به عنوان عناصری پویا و تأثیرگذار در طراحی فضای سبز، نقش به سزایی در زیباسازی محیط‌های شهری و طبیعی ایفا می‌کنند. افزون بر موارد ذکر شده، این گیاهان با توانایی رشد عمودی، افقی یا آبشاری، می‌توانند در فضاهایی به‌کار روند که سایر گیاهان قادر به پوشش آن نیستند. استفاده از پیچ‌ها در طراحی منظر، نه تنها بعد زیبایی‌شناختی فضا را ارتقا می‌بخشد، بلکه عملکردهایی همچون افزایش حریم خصوصی، سایه‌اندازی، پنهان‌سازی مناظر نامطلوب، و حتی کمک به کنترل فرسایش خاک را نیز بر عهده دارند. برای مناطق معتدله سرد افزون بر برخی از گونه های رز، می‌توان از پیچ‌های امین الدوله، گلیسین، موچسب، پیچ برفی (پیچ بخارایی)، یاسمن زمستانه، پیچ اناری، عشقه و کلماتیس استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم سرد، پیچ‌های زینتی، دیوار پوش‌ها، فضای سبز شهری.

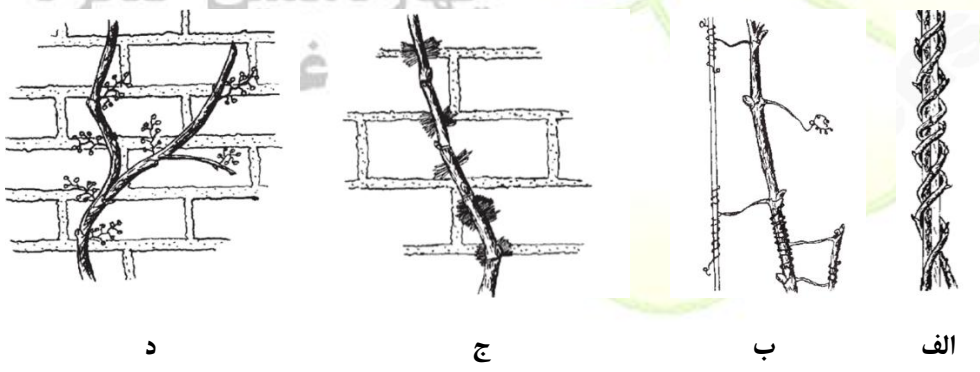
مقدمه

گیاهان بالارونده، از متنوع ترین گروه های گیاهی که در عادت رشد، عادت گلدهی، دوره گلدهی، رنگ و شکل گل، بافت و رنگ برگساره، ساقه، میوه، خزان دار، نیمه همیشه سبز یا همیشه سبز بودن، یک ساله یا چند ساله بودن تنوع بالایی دارند. از سوی دیگر، تحمل دامنه گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی و خاکی نیز جایگاه برجسته‌ای را برای کاربرد این گیاهان در طراحی های گوناگون فضای سبز به وجود آورده است. شماری از پیچ های زینتی، به دلیل رشد سریع و تحمل شرایط نامساعد محیطی، از بهترین گزینه ها برای اهداف خشک پردیسه هستند. با وجود نقش پر رنگ این گیاهان در زیبایی و عملکرد منظر، نسبتاً کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این گروه از گیاهان در زیستگاه‌های متنوعی از جمله جنگل‌ها، بیابان‌ها، نواحی بارانی و مناطق گرمسیری یافت می‌شوند، با این حال بیشترین تنوع گونه‌ای آن‌ها در نواحی نیمه‌گرمسیری و گرمسیری مشاهده می‌گردد. به‌طور تقریبی، یک‌سوم از تیره‌های گیاهی جهان شامل گونه‌هایی از پیچ‌ها هستند که نشان‌دهنده اهمیت بالای آن‌ها در اکوسیستم‌های طبیعی و طراحی منظر مصنوعی است. پیچ‌ها معمولاً دارای ساقه‌هایی بلند و انعطاف‌پذیر هستند که برای رشد عمودی نیازمند تکیه‌گاهی مناسب‌اند (Gianoli, 2004). آن‌ها با بهره‌گیری از سازوکارهایی مانند چسبندگی، پیچیدن یا چنگ زدن به سطوح، قادر به بالا رفتن از داربست‌ها، دیوارها، نرده‌ها، ستون‌ها و حتی سایر گیاهان هستند. برخی گونه‌ها مانندگل کاغذی یا رزهای بالارونده توانایی چسبیدن به تکیه‌گاه ندارند و برای صعود نیازمند هدایت دستی یا بستن به سازه‌های حمایتی هستند. پیچ‌های زینتی پتانسیل بالایی برای استفاده به‌عنوان پوشش‌های پایه‌ای و ماندگار در طراحی فضای سبز دارند و می‌توان از آن‌ها در کاربردهای متنوع بهره برد. از منظر طراحی فضای سبز، پیچ‌های زینتی نقش برجسته‌ای در توسعه عمودی فضا و بهره‌برداری حداکثری از سطوح محدود دارند.

این گیاهان قادرند در مکان‌هایی که فضای افقی کافی در دسترس نیست، به‌عنوان جداکننده یا حائل عمل کنند و درعین‌حال با ایجاد حریم خصوصی، افزایش سایه، پوشش دیوارهای نازیبا، فیلتر کردن دیدهای نامطلوب و جذب پرندگان و حشرات مفید، کیفیت محیط را ارتقا دهند (Wang et al., 2022).

انواع پیچ‌های زینتی بر اساس شیوه بالاروی

این گیاهان بر اساس سازوکار بالاروی خود به سه دسته‌ی اصلی ۱-پیچنده‌ها (Twining climbers) (شکل ۱- الف)، ۲- پیچک‌دارها (Tendril climbers) (شکل ۱-ب) و ۳- چسبنده‌ها (Clinging climbers) (شکل ۱- ج و د) تقسیم می‌شوند. البته همچنان که ذکر شد در گروهی دیگر از گیاهان بالارونده مانند انواع رزهای بالارونده و گل کاغذی حالت غیر خود چسب (Non-climbing) دارند و نیاز دارند که با دخالت انسانی و بستن به داربست یا آویختن از سازه‌ها هدایت شوند. در پیچنده‌ها با استفاده از ساقه‌های اصلی یا فرعی خود، به‌صورت مارپیچ به‌صورت ساعت‌گرد یا پادساعت‌گرد به دور تکیه‌گاه می‌پیچند و رشد عمودی می‌کنند. این گیاهان معمولاً دارای ساقه‌های چوبی و سنگین هستند و نیازمند تکیه‌گاه‌هایی محکم و بادوام‌اند. این گیاهان به‌طور مستقیم به داربست یا سیم می‌پیچند، اما در بسیاری موارد لازم است از نخ یا سیم‌های راهنما استفاده شود، چراکه بعضی ساقه‌ها به‌تنهایی قادر به صعود نیستند. از جمله گونه‌های معروف این گروه می‌توان به پیچ گلیسین (*Wisteria*)، پیچ امین‌الدوله (*Lonicera*)، کیوی (*Actinidia*) و گل ساعتی (*Passiflora*) اشاره کرد. در گروه پیچک دارها با استفاده از اندام‌هایی نخ‌مانند به‌نام پیچک (Tendril) به تکیه‌گاه می‌چسبند. پیچک‌ها ممکن است از ساقه، برگ یا زوائد گیاهی منشأ گرفته باشند و با تماس با تکیه‌گاه، به‌شکل مارپیچ منقبض شده، گیاه را بالا بکشند. این گیاهان برای صعود به تکیه‌گاه‌هایی با فاصله کم و ضخامت کم نیاز دارند، زیرا پیچک‌ها نمی‌توانند فواصل زیاد را بپیمایند تکیه‌گاه‌های مناسب برای این گروه شامل سیم، شبکه‌های ظریف، چوب یا میله‌های باریک است. از مهم‌ترین گونه‌های این گروه می توان به انگور (*Vitis*)، نیلوفر (*Ipomoea*) و کلماتیس (*Clematis*) اشاره کرد. در نوع سوم پیچ ها مانند عشقه (*Hedera*)، موچسب (*Parthenocissus*)، پیچ اناری (Bignonia) و هورتانسیای پیچ (*Hydrangea* vine) با استفاده از اندام‌های خاصی مانند ریشه‌چه‌های چسبنده یا نگهدارنده (Adhesive rootlets or holdfasts) و بالشتک یا دیسک‌های چسبنده (Adhesive disc or adhesive pad)، به سطوح می‌چسبند. این ساختارها به گیاه امکان می‌دهند که حتی به سطوح صاف مانند دیوارهای آجری، سنگی یا بتنی بچسبند. این گیاهان نباید مستقیماً بر دیوارهای اسکلت‌چوبی یا فلزی استفاده شوند، زیرا با نگه‌داشتن رطوبت، ممکن است به تخریب سازه منجر شوند (Starbuck, 2000).



الف ب ج د

شکل ۱- الف: بالارونده های دارای ساقه پیچنده، ب: بالارونده‌های دارای پیچک، ج: بالارونده های دارای ریشه چسبنده و د: بالارونده های دارای بالشتک یا دیسک (Starbuck, 2000).

کاربرد پیچ‌های زینتی در فضای سبز

پیچ‌های زینتی به عنوان عناصری پویا و تأثیرگذار در طراحی فضای سبز، نقش به سزایی در زیباسازی محیط‌های شهری و طبیعی ایفا می‌کنند. این گیاهان با توانایی رشد عمودی، افقی یا آبشاری، می‌توانند در فضاهایی به‌کار روند که سایر گیاهان قادر به پوشش آن نیستند. استفاده از پیچ‌ها در طراحی منظر، نه تنها بعد زیبایی‌شناختی فضا را ارتقا می‌بخشد، بلکه عملکردهایی همچون افزایش حریم خصوصی، سایه‌اندازی، پنهان‌سازی مناظر نامطلوب، و حتی کمک به کنترل فرسایش خاک را نیز بر عهده دارند. پیچ‌ها اغلب برای پوشاندن دیوارها، نرده‌ها و سازه‌های داربستی به‌کار می‌روند. آن‌ها می‌توانند خطوط سخت و زاویه‌دار سازه‌ها را نرم‌تر جلوه دهند و به‌خوبی با دیگر عناصر گیاهی هماهنگ شوند. کاشت این گیاهان بر روی طاق‌باغ‌ها، پرگولاها، آربورها و حتی حصارهای زنجیره‌ای فلزی، نه تنها منجر به زیبایی بصری، بلکه موجب ایجاد سایه و مرز بصری مناسب در فضاهای عمومی و خصوصی می‌شود. در مکان‌هایی با فضای محدود ،نظیر باغچه‌های کوچک شهری، پیچ‌های زینتی با اشغال حداقل فضا در سطح زمین، امکان توسعه عمودی منظر را فراهم می‌کنند (Yücel et al., 2014). آن‌ها انتخابی ایده‌آل برای پوشش دیوارهای ساده یا حصارهای بلند و یکنواخت هستند. همچنین، در مناطقی که چمن رشد مناسبی ندارد، یا خاک در معرض فرسایش است، این گیاهان می‌توانند به‌عنوان گیاهان پوششی مؤثر و متراکم مورد استفاده قرار گیرند. یکی از کاربردهای کمتر رایج پیچ‌های زینتی، کاشت آن‌ها در کنار درختان یا گیاهان بلندتر است که خود از نظر بصری چندان جذاب نیستند. با این حال، باید از گونه‌هایی استفاده شود که رشد آن‌ها کنترل‌شده باشد و بر گیاه میزبان غالب نشود. در همین راستا، گونه‌هایی چون کلماتیس – که با پیچیدن رشد می‌کند و نیاز به محیطی با ریشه‌های خنک و هوای آفتابی دارد – می‌تواند همراه مناسبی برای درختچه‌هایی مانند افرا ژاپنی باشد. پیچ‌های زینتی در طراحی منظر کاربردهای خلاقانه‌تری نیز دارند. گیاهانی مانند انگور، گل ساعتی یا کیوی، علاوه بر زیبایی، ارزش تغذیه‌ای نیز دارند و با فراهم‌سازی سایه، نقش اکولوژیکی خود را نیز ایفا می‌کنند. این گیاهان همچنین در بهبود شرایط محیطی نقش دارند. بسیاری از پیچ‌های گل‌دار با جذب گرده‌افشان‌هایی چون زنبور، پروانه یا مرغ مگس‌خوار، به حفظ تنوع زیستی در فضای سبز کمک می‌کنند. پیچک‌های متراکم نیز در فضاهای شهری، با ایجاد حریم خصوصی و کاهش آلودگی صوتی و هوا، عملکردی فراتر از جنبه تزیینی ایفا می‌کنند.کاشت آگاهانه و هدفمند پیچ‌های زینتی با در نظر گرفتن نوع تکیه‌گاه، شرایط رشد، و تناسب با دیگر عناصر منظر، می‌تواند نقش چشمگیری در ارتقاء کیفیت بصری و عملکردی فضاهای سبز ایفا کند (Poole et al., 2025).

پیچ‌های زینتی مناسب برای اقلیم سرد

۱- پیچ امین الدوله (شکل ۱-الف) با نام علمی *Lonicera japonica* گیاهی از خانواده Caprifoliaceae، بالارونده، چوبی، پررشد و همیشه‌سبز است. گل‌های این گیاه، لوله‌ای شکل، معطر و به رنگ سفید هستند که با گذشت زمان، رنگ آنها به زرد تغییر می‌یابد. دوره گل‌دهی آن طولانی بوده و از بهار تا اواخر تابستان ادامه دارد .این گیاه نسبت به سرما مقاوم است و قابلیت رشد در آفتاب کامل یا سایه‌ی سبک را دارد. در طراحی فضای سبز، از پیچ امین‌الدوله برای پوشش دیوارها، نرده‌ها، درختان، فنس‌ها و طاق‌نماها استفاده می‌شود (فرهمند، ۱۳۹۷).

۲- پیچ گلیسین (شکل ۱-ب) با نام علمی *Wisteria sinensis* از خانواده Papilionaceae، بالارونده، چوبی و خزاندار است که دارای خوشه‌های گل آویزان، معطر و بسیار زیبا در رنگ‌های آبی، بنفش، صورتی یا سفید می باشد. گل‌دهی آن از بهار آغاز شده و تا تابستان ادامه دارد. پس از گل‌دهی، میوه‌هایی به صورت غلاف‌های سبز و مخملی آویزان تولید می‌شود. پیچ گلیسین گیاهی کاملاً مقاوم بوده و قابلیت کشت در آفتاب کامل و سایه‌ی نسبی را دارد .به دلیل سهولت در تکثیر، نمایش زیبای گل‌ها در بهار و تابستان، رشد سریع، طول عمر بالا، استقرار آسان و مقاومت در برابر سرما، این گیاه برای کاشت در فضای سبز مناسب است. در طراحی فضای سبز، از پیچ گلیسین برای پوشش سقف آلاچیق‌ها، داربست‌ها، تونل‌ها، دیوارهای بلند کنار استخرها و تالاب‌ها استفاده می‌شود (Jini et al., 2022).

۳- موچسب (شکل ۱-ج) با نام علمی *Parthenocissus tricuspidata* از خانواده Vitaceae، بالارونده، چوبی، پررشد و خزاندار است که دارای دیسک‌های چسبنده می‌باشد. این گیاه دارای برگ‌های پنجه‌ای به رنگ سبز تیره است و از قدرت رشد بالایی برخوردار است و نیز می‌تواند تا ارتفاع ۲۰ متر رشد کند. این پیچ تحمل بسیار زیادی نسبت به خشکی، دمای پایین، دمای بالا و آفات و بیماری‌ها دارد. از

موچسب برای جلوگیری از فرسایش خاک در شیب‌ها و همچنین برای تثبیت شن‌ها استفاده می‌شود. برگ‌های آن در بهار تا تابستان سبز درخشان هستند و در پاییز به رنگ نارنجی تا قرمز درخشان درمی‌آیند. به دلیل توانایی چسبیدن به دیوارها، موچسب یکی از بهترین گزینه‌ها برای فضای سبز عمودی در ضلع‌های شمالی ساختمان ها به شمار می‌رود (فرهمند، ۱۳۹۷).

۴- پیچ برفی (پیچ بخارایی) (شکل ۱-د) با نام علمی *Polygonum baldschuanicum* از خانواده Polygonaceae بالارونده، چوبی، پررشد و خزاندار است که دارای شاخه‌های پیچیده و برگ‌هایی قلبی‌شکل به رنگ سبز تیره می‌باشد. در اواخر تابستان و پاییز، خوشه‌های گل سفید به‌صورت توده‌ای با ته‌رنگ صورتی ظاهر می‌شوند و در ادامه، میوه‌هایی به رنگ صورتی مایل به سفید تولید می‌کند. این گیاه در نقاط آفتابی کامل یا در سایه‌ی نسبی قابل کشت است و دامنه‌ی گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی و خاکی را تحمل می‌کند. پیچ برفی کاملاً مقاوم به سرما بوده و به دلیل نازک بودن شاخه‌ها و وزن سبک، فشاری به قیم وارد نمی‌کند. همچنین، به‌دلیل تحمل بالا در برابر شرایط نامناسب شهری مانند آلودگی، گرما، خشکی و گرد و غبار، گزینه‌ای مناسب برای کشت در فضای سبز شهری به‌شمار می‌رود.

۵- یاسمن زمستانه (شکل ۱-ه) با نام علمی *Jasminum nudiflorum* از خانواده Oleaceae درختچه‌ای باریک‌اندام با شاخه‌های کمانی تا آبشاری و برگ‌های متقابل، شانه‌ای و به رنگ سبز تیره است.گل‌های این گیاه لوله‌ای، به‌صورت تکی و به رنگ زرد هستند که پیش از ظهور برگ‌ها، در زمستان یا اوایل بهار ظاهر می‌شوند. این پیچ تا ۱۵- درجه سلسیوس به سرما مقاومت دارد و نیز قابلیت کشت در شرایط آفتابی و نیم‌سایه را دارد. یاسمن زمستانه نیاز به هرس سالیانه پس از پایان دوره گل‌دهی دارد.بهترین جلوه‌ی این گیاه زمانی حاصل می‌شود که در برابر دیوار پرورش یابد یا به‌صورت آبشاری از ارتفاع به سمت پایین هدایت شود.

۶- پیچ اناری (شکل ۱-و) با نام علمی *Campsis grandiflora* از خانواده Bignoniaceae، گیاهی بالارونده و پُررشد با برگ‌هایی شانه‌ای و به رنگ نیمه‌سبز تا سبز تیره است. گل‌های آن شیپورمانند و به رنگ نارنجی هستند که بر روی شاخه‌های سال جاری، از اواخر تابستان تا پاییز ظاهر می‌شوند. این پیچ تا ۵- درجه سلسیوس مقاوم است و در صورت کشت در هوای آزاد، این گیاه به آفتاب کامل نیاز دارد تا رشد چوب آن به‌خوبی صورت گیرد. به‌دلیل اندازه و شکل زیبای گل، تعداد بالای گل‌ها، دوره‌ی طولانی گل‌دهی و تحمل مناسب در برابر سرما و گرما، این گیاه گزینه‌ای مناسب برای استفاده در فضای سبز به‌شمار می‌رود. همچنین قابل ذکر است که استفاده از این پیچ در ترکیب با رزهای رونده پوشش زیبایی روی دیوارها ایجاد می‌کند (Jini et al., 2022).

۷- عشقه (شکل ۱-ز) نام علمی *Hedera helix* از خانواده Araliaceae، بالارونده، پُررشد خودچسب و همیشه‌سبز می باشد. مقاوم یا نیمه‌مقاوم به سرما است و در مکان‌های سایه و نیم سایه نیز قابل کشت می‌باشد. در فضای سبز، از عشقه می‌توان به‌صورت سبد آویز، گلدانی، شکل‌سازی، پوشش زمینی، پوشش تنه‌ی درختان و دیوارها استفاده کرد.

۸- کلماتیس (شکل ۱-ح) نام علمی *Clematis* spp. از خانواده Ranunculaceae، بالارونده، همیشه‌سبز یا خزاندار و نیز پر رشد و معطر می باشد. در ضلع شمالی ساختمان ها رشد خوبی دارد البته هر چند برای رشد نیاز به نور مناسب و کافی دارد. به دلیل تنوع در زمان گلدهی، طول دوره گلدهی، عادت رشد و نیز تنوع در شکل برگ ها و رنگ گلها و همچنین عطر گل ها ارزشمند است (فرهمند، ۱۳۹۷).



شکل ۱- تصویر ۸ پیچ زینتی مناسب برای اقلیم های سرد. A: پیچ امین الدوله، ب: پیچ گلیسین، ج: موچسب، د: پیچ برفی، ه: یاسمن زمستانه، و: پیچ اناری، ز: عشقه و ح: پیچ کلماتیس.

منابع

فرهمند، ه. ۱۳۹۷. گیاهان بالارونده زینتی (پیچ‌های زینتی) و درختچه‌های دیوارپوش. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۸۰ صفحه.

Gianoli, E. 2004. Evolution of a climbing habit promotes diversification in flowering plants. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. 271(1552):2011-2015.

Jini, J., Singh, S. and Saxena, A. 2022. Ornamental climbers: Mean to enhance aesthetic value of landscape designing. Indian Farmer. 9.

Poole, O., Costa, A., Kaiser-Bunbury, C.N. and Shaw, R.F. 2025. Pollinators respond positively to urban landscape enhancements using wild and ornamental flowers. Insect Conservation and Diversity. 18(1):16-28.

Starbuck, C.J. 2000. Selecting landscape plants: Ornamental vines. Virginia Cooperative Extension, Publication VCE426-608. Virginia Tech.

Wang, P., Wong, Y.H., Tan, C.Y., Li, S. and Chong, W.T. 2022. Vertical greening systems: Technological benefits, progresses and prospects. Sustainability. 14(20):12997.

Yücel, G.F. 2014. Vertical landscape design. In: Green technology applications for enterprise and academic innovation. IGI Global. pp. 276-292.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The use of ornamental vines in landscapes with cold climates

Yasaman Shojaee[1*] and Farzad Nazari[1]
1. Department of Horticultural Science, University of Kurdistan, Iran.
[*]*Corresponding Author: yasamansho79@gmail.com*

Abstract

Climbing plants are invaluable in landscape architecture for their versatility, visual appeal, and environmental benefits. Their vertical growth habit allows them to serve as natural dividers or barriers, effectively covering unsightly views, dead trees, or breaking up the monotony of tall fences and blank walls. They soften harsh structural lines, blend harmoniously with other plants, and can even function as groundcovers on steep banks or areas where grass is difficult to establish. Based on their climbing mechanisms, vines are generally classified into three groups: twining climbers, tendril climbers, and clinging climbers. However, some climbing plants like climbing roses and bougainvillea do not climb by twining or tendrils but by other means. Ornamental vines are dynamic elements in landscape design that significantly enhance both urban and natural environments. Their ability to grow vertically, horizontally, or cascade enables them to fill spaces where other plants cannot thrive. Beyond aesthetics, vines provide privacy, shade, conceal undesirable views, and help control soil erosion. For cold temperate climates, suitable options include some rose species, honeysuckle, wisteria, ampelopsis, Bukhara vine, winter jasmine, bignonia, hedera (ivy), and clematis.

Keywords: Cold climate, Ornamental vine, Urban landscape, Wall coverings.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

شناسایی آفات مهم درختان و درختچه‌های فضای سبز شهر سنندج (استان کردستان)

امین صادقی[1*]، حامد غباری[1] و مصطفی معروف‌پور[1]
۱- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *a.sadeghi@uok.ac.ir*

چکیده

اهمیت فوق العاده گیاهان موجود در پارکها و فضای سبز شهری به دلیل جذب و کاهش آلاینده‌های هوا، تعدیل شرایط جوی به ویژه دما، زیبا سازی محیط، تاثیرات عاطفی و ایجاد نشاط و شادابی در شهروندان بر کسی پوشیده نیست. در همین زمینه بررسی های انجام شده در سنندج نشان میدهد که این شهر نیز مانند بسیاری از شهرهای ایران از نظر سرانه ی فضای سبز با کمبود شدید مواجه است. اما درکنار گسترش فضای سبز تا رسیدن به استاندارد های جهانی حفظ و نگهداری فضای سبز موجود مهمترین وظیفه شهرداری می باشد. یکی از مهمترین موارد حفاظت از این سرمایه های ملی، شناسایی دقیق آفات و بیماری های گیاهان مناطق شهری و مبارزه اصولی با آنها می باشد. شناخت آفات و بیماری های خسارت زای گیاهی درختان و درختچه های غالب سطح شهر، کنترل بهتر آفات وبیماری های گیاهی را در پی دارد و باعث جلوگیری از سم پاشی های بی رویه ومشکلات زیست محیطی برای شهروندان خواهد شد. همچنین با اطلاع از عوامل بیماری زا و آفات وارداتی جدید که از مناطق دیگر کشور و یا کشورهای دیگر به سنندج وارد شده اند می توان با برنامه ریزی برای ریشه کنی، پیش گیری و یا کنترل آن ها اقدام کرد. این پژوهش در سال های ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در پارک ها و فضای سبز شهر سنندج انجام شده است. برای شناسایی آفات درختان و فضای سبز از تمام پارک ها و فضای سبز بصورت میدانی بازدید بعمل آمد. علاوه بر تهیه عکس، نمونه برداری ها از برگ و گل، شاخه، تنه گیاهان مختلف انجام شد. سپس نمونه های آفات در داخل شیشه های الکل ۷۰ درصد و کیسه های پلاستیک به آزمایشگاه حشره شناسی گروه گیاهپزشکی دانشگاه کردستان منتقل شد. پس از بررسی انجام شده ۱۳ آفت کلیدی برای فضای سبز شهر سنندج شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز، بیماری‌زایی، محیط زیست.

مقدمه

بررسی‌های فونستیک در شهرهای مختلف، تنوع بالایی از آفات را نشان داده است. در پژوهشی در فضای سبز شهر اهواز طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱، ۱۸ گونه از بندپایان به عنوان آفات مهم شناسایی شدند (زارعی و همکاران، ۱۳۹۲). در تهران نیز مطالعات روی درختان سوزنی‌برگ طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۱، ۱۰ گونه حشره را به عنوان آفات درجه اول معرفی کرد که از آن میان می‌توان به سپردار کاج (*Leucaspis pusilla*)، شته‌های کاج (*Eulachnus tuberculostemmatas*)، سوسک پوست‌خوار کاج (*Orthotomicus erosus*) شته سرو تبری (*Cinara cupressi*) اشاره کرد (عسگری و همکاران، ۱۳۸۲). سفیدبالک توت (*Aleuroclava jasmini*) یکی از مهم‌ترین آفات نوظهور در فضای سبز تهران است که از تابستان ۱۳۹۳ طغیان آن روی درختان توت گزارش شد و باعث ایجاد مزاحمت فیزیکی برای شهروندان گردید (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷). پژوهش‌ها نشان داده است که درختان زیتون نقش مهمی در حفظ جمعیت پارازیتوئیدهای این سفیدبالک در فصل خزان درختان توت ایفا می‌کنند (مهرآور و همکاران، ۱۴۰۱). بررسی نوسانات فصلی جمعیت سوسک پوست‌خوار مدیترانه‌ای (*Orthotomicus erosus*) در پارک جنگلی چیتگر تهران نشان داد که فعالیت پروازی حشرات کامل از اوایل فروردین آغاز و تا اواسط آذر ادامه دارد و دارای حداقل شش اوج پروازی در طول سال است (مؤذن و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین بررسی الگوی پراکنش زنجرک درخت چنار (*Edwardsiana iranicola*) در استان ایلام نشان داد که جمعیت این آفت دارای دو اوج جمعیتی بوده و الگوی پراکنش آن به صورت تصادفی است (عارف‌خانی و همکاران، ۱۳۹۹). گزارش‌ها حاکی از آن است که تاخیر ۳۰ ساله در انجام عملیات مقاوم‌سازی و احیای بوستان‌های جنگلی حاشیه تهران، همراه با جنگل‌کاری‌های تک‌گونه و تنش‌های محیطی مانند کم‌آبی، به طغیان آفات در سال‌های اخیر

دامن زده است (مدیرعامل سازمان بوستان‌ها و فضای سبز تهران، ۱۴۰۲). تأکید بر شناسایی دقیق گونه‌های فعال و اتخاذ روش‌های مدیریتی سازگار با شرایط اکولوژیک هر منطقه، به عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر در مطالعات اخیر مورد توجه قرار گرفته است (زارعی و همکاران، ۱۳۹۲).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال های ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در پارک ها و فضای سبز شهر سنندج انجام شده است. برای شناسایی آفات درختان و فضای سبز از تمام پارک ها و فضای سبز بصورت میدانی بازدید بعمل آمد. علاوه بر تهیه عکس، نمونه برداری ها از برگ و گل، شاخه، تنه گیاهان مختلف انجام شد. سپس نمونه های آفات در داخل شیشه‌های الکل ۷۰ درصد و کیسه های پلاستیک به آزمایشگاه حشره شناسی گروه گیاهپزشکی دانشگاه کردستان منتقل شد. پس از بررسی نمونه ها در زیر استریومیکروسکوپ براساس کلید تشخیص حشرات، اقدام به شناسایی گونه های آفات شد.

نتایج و بحث

پس از مطالعه میدانی دوسال فضای سبز و پارک های شهر سنندج ۱۳ آفات مهم در روی درختان و درختچه های فضای سبز و پارک های شهر سنندج شناسایی شد که در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- مهمترین آفات درختان و درختچه های فضای سبز شهر سنندج.

ردیف	نام آفت	نام علمی آفت	نام پارک
۱	شته سیاه اقاقیا	*Aphis craccivora*	پارک جنگلی آبیدر، پارک قانع، پارک حلزونی و دیدگاه، فضای سبز تپه روسی، پارک شهداء پارک سپیدار
۲	شته گال زای سیبی نارون	*Eriosoma lanuginosum*	پارک جنگلی آبیدر، پارک قانع، پارک حلزونی ، دیدگاه
۳	سنک گلابی	*Stephanitis pyri*	پارک کودک، پارک جنگلی آبیدر
۴	پسیل گلابی	*Psylla pyricola*	پارک کودک
۵	زنجره مو	*Cicadatra ochreata*	پارک جنگلی آبیدر، پارک کودک، پارک حلزونی و دیدگاه، پارک سپیدار، پارک شهداء فضای سبز قبرستان تایله، پارک توس نوذر
۶	سپردار واوی نارون	*Lepidosaphes conchiformis*	پارک حلزونی و دیدگاه، فضای سبز قبرستان تایله
۷	زنبور ساقه خوار رز	*Ardis brunniventris*	پارک جنگلی آبیدر، پارک کودک، پارک قانع
۸	سوسک برگخوار نارون	*Galerucella luteola*	پارک جنگلی آبیدر، پارک حلزونی و دیدگاه، پارک کودک، پارک توس نوذر، فضای سبز قبرستان تایله
۹	سوسک های پوستخوار	*Scolytus* SPP.	پارک جنگلی آبیدر، پارک حلزونی ، دیدگاه، پارک سپیدار، پارک توس نوذر
۱۰	سوسک های چوبخوار	*Buprestidae, Cerambycidae*	پارک جنگلی آبیدر، پارک حلزونی ، دیدگاه، پارک سپیدار، پارک توس نوذر، فضای سبز قبرستان تایله، پارک سپیدار
۱۱	کنه دولکه ای	*Teranychus urticae*	پارک حلزونی، پارک دیدگاه، پارک جنگلی آبیدر
۱۲	کنه گالزای گردو	*Eriophyes tristriatus*	پارک جنگلی آبیدر
۱۳	کنه گالی گلابی	*Phytoptus pyri*	پارک کودک

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که آفات مکنده (شته‌ها، پسیل، شپشک‌ها و کنه‌ها) بیشترین تنوع و پراکنش را در فضای سبز سنندج دارند که می‌تواند به دلیل شرایط اقلیمی مناسب برای این گروه از آفات و همچنین عدم مدیریت تلفیقی در کنترل آنها باشد .سوسک برگ‌خوار نارون و کرم برگ‌خوار توت نیز به عنوان آفات برگ‌خوار مهم، خسارت قابل توجهی به درختان این شهر وارد می‌کنند. از سوی دیگر،

حضور آفات چوب‌خوار و پوست‌خوار (سوسک چوب‌خوار و سوسک پوست‌خوار کاج) که عمدتاً به درختان ضعیف و تنش‌دیده حمله می‌کنند، نشان‌دهنده ضرورت توجه ویژه به تغذیه و آبیاری اصولی درختان شهری است. شناسایی دقیق این ۱۳ آفت کلیدی، گام نخست برای تدوین برنامه مدیریت تلفیقی آفات (IPM) مختص فضای سبز سنندج است.

منابع

زارعی، ح.، اسماعیلی، م.، و قهرمانی، ع. (۱۳۹۲). بررسی فونستیک آفات مهم فضای سبز شهری اهواهمایش ملی مدیریت فضای سبز شهری، تهران.

عسگری، س.، نوری، ح.، و پورجواد، ع. (۱۳۸۲). شناسایی آفات درجه اول درختان سوزنی‌برگ فضای سبز تهران. مجله تحقیقات آفات گیاهی، ۱۲(۳)، ۴۵-۶۲.

میرزایی، ح.، رضایی، م.، و نیک‌بخت، ن. (۱۳۹۷). بررسی بیولوژی و روش‌های کنترل سفیدبالک توت (*Aleuroclava jasmini*) در فضای سبز تهران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور.

مهرآور، ع.، شجاعی، م.، و تقی‌زاده، م. (۱۴۰۱). بررسی دشمنان طبیعی سفیدبالک توت و نقش درختان زیتون در حفظ جمعیت پارازیتوئیدها. فصلنامه تحقیقات آفات گیاهی، ۳۱(۱)، ۸۹-۱۰۴.

مؤذن، س.، عسگری، م.، و حسینی، س. (۱۳۹۴). وسانات فصلی جمعیت سوسک پوست‌خوار مدیترانه‌ای کاج (*Orthotomicus erosus*) در پارک جنگلی چیتگر. دوازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، کرج.

عارف‌خانی، ر.، محمدی، ن.، و کریمی، ج. (۱۳۹۹). بررسی الگوی پراکنش زنجرک درخت چنار (*Edwardsiana iranicola*) در استان ایلام. نشریه علوم گیاهان زینتی، ۶(۲)، ۱۲۵-۱۳۸.

مدیرعامل سازمان بوستان‌ها و فضای سبز شهر تهران. (۱۴۰۲). گزارش وضعیت آفات و خشکیدگی درختان تهران. سازمان بوستان‌ها و فضای سبز شهرداری تهران.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

**Identification of key pests of trees and shrubs in urban green spaces of Sanandaj City (Kurdistan Province)

min Sadeghi[1*], Hamed Ghobari[1] and Mostafa Maroufpour[1]
1. Department of Phytomedicine, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
**Corresponding author: a.sadeghi@uok.ac.ir*

Abstract

Urban green spaces, as one of the most critical biological and social infrastructures, play a vital role in improving environmental quality, climate moderation, air pollution reduction, and enhancing the mental health of citizens. Despite the paramount importance of these spaces, Sanandaj, like many other Iranian cities, faces a severe shortage of per capita green space. In this regard, the conservation and maintenance of existing green spaces, prior to quantitative expansion, are considered the primary priority of urban management. One of the most effective strategies for protecting these national assets is the precise identification of pests and plant diseases and their principled management. The present study was conducted with the aim of identifying key pests affecting trees and shrubs in the urban green spaces of Sanandaj during 2022–2023. Following field surveys across all parks and urban green areas, sampling of leaves, flowers, branches, and trunks was carried out, and specimens were transferred to the Entomology Laboratory of the University of Kurdistan. As a result, 13 key pest species were identified, including sap-feeding, leaf-feeding, wood-boring, and bark-boring pests. Based on the findings, sap-feeding pests exhibited the highest diversity and distribution, while wood-boring pests, due to their attack on weakened trees, necessitate special attention to proper nutrition and irrigation practices. This research constitutes the foundational step toward developing an Integrated Pest Management (IPM) program tailored to the climatic and ecological conditions of Sanandaj.

Keywords: Environment, Green space, Pathogenesis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر مولفه‌های انسجام‌بخش شبکه‌های بوم‌شناختی منظر شهری

سارینا معارفی[1*]، کسری کتاب‌اللهی[2]، وحید حیدرنتاج[1] و محمود کوشش‌صبا[3]

۱- گروه معماری منظر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۲- گروه طراحی صنعتی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *sarinamaarefi@gmail.com*

چکیده

گسترش شهرنشینی و توسعه زیرساخت‌های شهری، با ایجاد گسست در ساختارهای طبیعی و قطعه‌قطعه‌شدن زیستگاه‌ها، پیوستگی شبکه‌های اکولوژیک شهری را تحت تأثیر قرار داده‌است. در این شرایط، بازپیوند ساختار منظر شهری می‌تواند به‌عنوان رویکردی برای تقویت ارتباط میان لکه‌های طبیعی، کریدورهای اکولوژیک و عناصر نیمه‌طبیعی و در نتیجه ارتقای عملکرد شبکه‌های اکولوژیک مورد توجه قرار گیرد. هدف پژوهش حاضر، شناسایی و مرور مؤلفه‌های مؤثر بر شکل‌گیری شبکه‌های اکولوژیک پیوسته و تبیین نقش آن‌ها در بازپیوند ساختار منظر شهری است. این پژوهش از نظر هدف، بنیادی-کاربردی است و با استفاده از روش اسنادی و مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. داده‌ها از منابع علمی مرتبط با اکولوژی منظر، زیرساخت سبز، اتصال‌پذیری اکولوژیک و طراحی منظر شهری گردآوری و با استفاده از تحلیل محتوای کیفی بررسی شدند. یافته‌ها بر اساس الگوی لکه-کریدور-ماتریس در سه مؤلفه اصلی ساختار منظر دسته‌بندی شدند. نتایج نشان می‌دهد که ایجاد شبکه اکولوژیک کارآمد، صرفاً به افزایش مساحت فضاهای سبز وابسته نیست، بلکه نیازمند تقویت ارتباط عملکردی میان لکه‌های زیستگاهی، ارتقای کیفیت کریدورها و کاهش مقاومت ماتریس شهری است. همچنین، اراضی رهاشده، حواشی زیرساخت‌ها و فضاهای باز کم‌استفاده، در صورت برخورداری از موقعیت مناسب، می‌توانند به‌عنوان لکه‌های واسط و سنگ‌پله‌های اکولوژیک در تقویت اتصال‌پذیری شبکه مورد استفاده قرار گیرند. بر این اساس، بازپیوند منظر فرآیندی چندمقیاسی است که حفاظت از لکه‌های اصلی، ارتقای عملکرد کریدورها و افزایش نفوذپذیری ماتریس شهری را به‌صورت یکپارچه دنبال می‌کند. این رویکرد می‌تواند زمینه‌ای برای حفاظت از تنوع زیستی، تقویت خدمات اکوسیستمی و افزایش تاب‌آوری محیط‌های شهری فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: اتصال‌پذیری اکولوژیک، بازپیوند منظر، زیرساخت سبز، شبکه اکولوژیک شهری، لکه-کریدور-ماتریس.

مقدمه

کاهش پیوستگی ساختارهای طبیعی و قطعه‌قطعه‌شدن زیستگاه‌ها از پیامدهای گسترش شهرنشینی، تغییر کاربری زمین و توسعه زیرساخت‌های شهری است که می‌تواند به کاهش تنوع زیستی و تضعیف برخی کارکردهای اکولوژیک منجر شود. این گسست، علاوه بر محدود کردن جابه‌جایی گونه‌ها، ظرفیت فضاهای طبیعی و نیمه‌طبیعی برای ارائه خدمات اکوسیستمی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Croeser et al., 2024; Forman, 1995). در چنین شرایطی، مفهوم بازپیوند ساختار منظر شهری به‌عنوان رویکردی برای بازیابی یا تقویت ارتباطات از دست‌رفته میان لکه‌های طبیعی، فضاهای سبز، بسترهای آبی، اراضی باز و عناصر نیمه‌طبیعی اهمیت می‌یابد. بازپیوند، صرفاً به معنای افزایش کمّی فضای سبز نیست، بلکه بر سازمان‌دهی فضایی و عملکردی این فضاها در قالب شبکه‌ای پیوسته تأکید دارد. شبکه‌های اکولوژیک شهری از طریق برقراری پیوند میان لکه‌های زیستی، کریدورهای اکولوژیک، فضاهای واسط و عناصر کوچک اما مؤثر سبز، می‌توانند شرایط مناسب‌تری برای جابه‌جایی گونه‌ها و تداوم برخی فرایندهای اکولوژیک فراهم کنند. در عین حال، زیرساخت‌های سبز شبکه‌ای و چندعملکردی می‌توانند در مدیریت رواناب، کاهش تنش حرارتی، حمایت از تنوع زیستی و ارتقای برخی خدمات اکوسیستمی نقش داشته باشند (Forman, 1995; Forman & Godron, 1986). بااین‌حال، غلبه نگاه تزئینی و جزیره‌ای به فضاهای سبز در طرح‌های توسعه شهری، ضرورت گذار به رویکردی شبکه‌محور و ساختارمند را آشکار می‌سازد. بر این اساس، پژوهش حاضر با مرور مؤلفه‌های مؤثر بر

شکل‌گیری شبکه‌های اکولوژیک پیوسته و مؤلفه‌های پراکنده موجود در ادبیات را در قالب چارچوبی تحلیلی برای بازپیوند ساختار منظر شهری سازمان‌دهی می‌کند. به‌گونه‌ای که از سطح شناسایی عناصر منظر به سطح تبیین راهبردهای مداخله در لکه، کریدور و ماتریس می‌رسد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، بنیادی–کاربردی است که با تکیه بر روش اسنادی و مطالعات کتابخانه‌ای به انجام رسیده و با هدف شناسایی مؤلفه‌های مؤثر بر شکل‌گیری شبکه‌های اکولوژیک پیوسته در بازپیوند ساختار منظر شهری انجام شده است. داده‌ها از بررسی متون معتبر در حوزه‌های اکولوژی منظر، زیرساخت سبز، اتصال‌پذیری اکولوژیک و طراحی منظر شهری گردآوری شد. سپس، با استفاده از تحلیل محتوای کیفی، مفاهیم استخراج‌شده در قالب سه مؤلفه بنیادین ساختار منظر شامل لکه‌ها، کریدورها و ماتریس و در ابعاد عملکرد اکولوژیک و پتانسیل‌های مداخله دسته‌بندی و به‌صورت تطبیقی تحلیل شدند تا به راهبردهای عملیاتی طراحی و برنامه‌ریزی منظر تبدیل شوند.

نتایج و بحث

مرور محتوای منابع نشان می‌دهد که شکل‌گیری یک شبکه اکولوژیک پیوسته و کارآمد در محیط شهری، نیازمند بازخوانی ساختار فضایی شهر بر مبنای مدل بنیادین لکه–کریدور–ماتریس (Patch-Corridor-Matrix Model) است. در این چارچوب، الگوی فضایی منظر از تعامل لکه‌ها، کریدورها و ماتریس شکل می‌گیرد و این عناصر در تعیین جریان‌ها و فرایندهای اکولوژیک نقش دارند (Korkou et al., 2023; Jato-Espino et al., 2023). تبیین یافته‌ها در قالب این الگوی سه‌گانه، ابعاد ساختاری، عملکردی و راهبردهای مداخله در منظر شهری را به شرح زیر آشکار می‌سازد:

۱. تحلیل لکه‌ها و پدیده جزیره‌ای‌شدن

در بُعد ساختاری، هسته‌های اکولوژیک شامل پارک‌های بزرگ شهری، باغات، عرصه‌های طبیعی، پهنه‌های آبی و اراضی باز پیرامونی، در قالب لکه‌های زیستگاهی عمل می‌کنند. این لکه‌ها، به‌ویژه در صورت برخورداری از مساحت و کیفیت زیستگاهی مناسب، می‌توانند به‌عنوان هسته‌های اصلی شبکه اکولوژیک و کانون‌های تأمین زیستگاه و خدمات اکوسیستمی عمل کنند. بااین‌حال، کارآمدی این لکه‌ها تنها به مساحت آن‌ها وابسته نیست و موقعیت فضایی و میزان اتصال آن‌ها با سایر عناصر شبکه نیز اهمیت دارد. وجود لکه‌های سبز متعدد و وسیع در سطح شهر، چنانچه در انزوای فضایی قرار گیرند، می‌تواند پیوستگی شبکه را کاهش داده و حرکت گونه‌ها میان زیستگاه‌ها را محدود کند (Croeser et al., 2024; Korkou et al., 2023; Ortega et al., 2023). ازاین‌رو، در برنامه‌ریزی شبکه‌های اکولوژیک، حفاظت از لکه‌های اصلی باید هم‌زمان با تقویت ارتباط آن‌ها با سایر عناصر منظر دنبال شود.

۲. کیفیت و عملکرد کریدورها

برای برون‌رفت از انزوای لکه‌ها، کریدورهای اکولوژیک، نظیر دره‌رودها، حریم مسیل‌ها، شبکه پیاده‌راه‌های مشجر، کمربندهای سبز و نوارهای خطی حاشیه معابر، می‌توانند عناصر کلیدی در پیوند دادن لکه‌های منفصل و تسهیل جریان‌های زیستی باشند. در چارچوب نظری اکولوژی منظر، کریدورها علاوه بر نقش ارتباطی، می‌توانند به‌عنوان زیستگاه خطی و مسیر انتقال جریان‌ها در منظر عمل کنند (Korkou et al., 2023; Jato-Espino et al., 2023). بااین‌وجود، اتصال‌پذیری صرفاً یک پیوستگی کالبدی و خطی روی نقشه نیست، بلکه کارآمدی کریدورها به کیفیت و شرایط زیستگاهی آن‌ها نیز وابسته است. متغیرهایی مانند عرض مؤثر کریدور، کیفیت پوشش گیاهی، پیوستگی تاج‌پوشش، دسترسی به منابع آب و پناهگاه و میزان اختلالات انسان‌ساخت می‌توانند بر عملکرد اکولوژیک آن‌ها تأثیرگذار باشند. بنابراین ارزیابی شبکه نباید صرفاً به طول یا مساحت کریدورها تقلیل یابد و باید کیفیت و موقعیت آن‌ها در شبکه نیز مورد توجه قرار گیرد (Wang et al., 2024; Ortega et al., 2023).

۳. مهار مقاومت ماتریس شهری و ظرفیت فضاهای رهاشده

در این بستر، بافت کالبدی متراکم، بزرگراه‌ها و سطوح گسترده نفوذناپذیر، در نقش بخش‌هایی از ماتریس شهری می‌توانند حرکت گونه‌ها و پیوستگی اکولوژیک را محدود کنند. ازاین‌رو، مداخله در ماتریس از طریق رفع برخی موانع، اصلاح پوشش معابر، احیای آبراهه‌ها و ایجاد عناصر سبز پیونددهنده می‌تواند در ارتقای اتصال‌پذیری شبکه مؤثر باشد. مطالعات جدید نشان می‌دهند که جانمایی هدفمند مداخلات سبز در نقاطی که به‌عنوان موانع یا گلوگاه‌های اتصال‌پذیری شناخته می‌شوند، می‌تواند دستاوردهای اکولوژیک بیشتری نسبت به مداخلات پراکنده و فاقد اولویت فضایی ایجاد کند (Ortega et al., 2023).

از سوی دیگر، اراضی رهاشده و قهوه‌ای، حواشی زیرساخت‌ها و فضاهای باز کم‌استفاده می‌توانند در برخی شرایط ظرفیت ایفای نقش به‌عنوان سنگ‌پله‌های اکولوژیک (Stepping Stones) یا لکه‌های واسط را داشته باشند. این فضاهای کوچک، در صورت قرارگیری مناسب در شبکه، قادرند فاصله میان لکه‌های اصلی را کاهش داده و به تقویت اتصال‌پذیری کمک کنند. پژوهش‌های اخیر نیز بر اهمیت شناسایی و حفاظت هدفمند از لکه‌ها و سنگ‌پله‌های کلیدی در حفظ پایداری شبکه‌های اکولوژیک تأکید کرده‌اند (Wang et al., 2024; Xu et al., 2024). بنابراین، ارزش این فضاها را نباید صرفاً بر اساس مساحت یا قابلیت تبدیل‌شدن به فضای سبز عمومی سنجید، بلکه نقش بالقوه آن‌ها در ساختار شبکه و کیفیت زیستگاهی باید نیز مورد توجه قرار گیرد.

در مجموع، برآیند چارچوب ارائه‌شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که بازپیوند ساختار منظر شهری نیازمند گذار از فضاهای سبز منفصل و تزئینی به‌سوی زیرساخت‌های سبز پیوسته و چندعملکردی است. این رویکرد، بازپیوند منظر را فرآیندی سلسله‌مراتبی و چندمقیاسی می‌داند که حفاظت از لکه‌های کلان در مقیاس ساختاری، ارتقای کیفی کریدورها در مقیاس میانی و بهبود نفوذپذیری و اتصال‌پذیری ماتریس شهری به‌واسطه لکه‌های واسط در مقیاس خرد را تلفیق می‌کند. چنین رویکردی می‌تواند به‌طور هم‌زمان از حفاظت تنوع زیستی، تقویت خدمات اکوسیستمی، مدیریت رواناب و کاهش برخی تنش‌های محیطی شهری پشتیبانی کند (Ortega et al., 2023; Forman, 1995; Forman & Godron, 1986).

جدول ۱- چارچوب تحلیلی مولفه‌های بازپیوند ساختار منظرشهری.

مولفه ساختاری	مسئله اصلی	نقش اکولوژیک	راهبرد مداخله
لکه‌ها	انزوا و کاهش اتصال	هسته زیستگاهی و تامین خدمات اکوسیستمی	حفاظت، تقویت و اتصال لکه‌های اصلی
کریدورها	گسست و کیفیت پایین	تسهیل جابجایی و ارتباط میان لکه‌ها	ایجاد، احیا و ارتقای کیفیت کریدورهای سبز- آبی
ماتریس شهری	نفوذپذیری و موانع حرکتی	بستر غالب و تعیین‌کننده مقاومت شبکه	رفع گلوگاه‌ها و افزایش نفوذپذیری
فضاهای رهاشده و کم استفاده	گسست میان عناصر اصلی شبکه	لکه واسط و سنگ‌پله اکولوژیک	حفاظت هدفمند و مدیریت کمینه‌گرا

منابع

Croeser, T., Bekessy, S.A., Garrard, G.E., Kirk, H. and others. 2024. Nature-based solutions for urban biodiversity: Spatial targeting of retrofits can multiply ecological connectivity benefits. Landscape and Urban Planning, 251: 105169.

Forman, R.T.T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.

Forman, R.T.T. and Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York.

Jato-Espino, D., Capra-Ribeiro, F., Moscardó, V., Bartolomé del Pino, L.E., Mayor-Vitoria, F., Gallardo, L.O., Carracedo, P. and Dietrich, K. 2023. A systematic review on the ecosystem services provided by green infrastructure. Urban Forestry & Urban Greening, 86: 127998.

Korkou, M., Tarigan, A.K.M. and Hanslin, H.M. 2023. The multifunctionality concept in urban green infrastructure planning: A systematic literature review. Urban Forestry & Urban Greening, 85: 127975.

Ortega, U., Ametzaga-Arregi, I., Sertutxa, U. and Peña, L. 2023. Identifying a green infrastructure to prioritise areas for restoration to enhance the landscape connectivity and the provision of ecosystem services. Landscape Ecology, 38: 3751–3765.

Wang, X., Wen, D., Liu, P., Wei, C., Zhao, P. and Xu, N. 2024. Maintaining ecological connectivity in highly urbanized areas: Optimal strategy, key patches and protection policy. Ecological Indicators, 164: 112152.

Xu, D., Peng, J., Jiang, H., Dong, J., Liu, M., Chen, Y. and others. 2024. Incorporating barriers restoration and stepping stones establishment to enhance the connectivity of watershed ecological security patterns. Applied Geography, 170: 103347.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A Review of the Components Contributing to the Coherence of Urban Landscape Ecological Networks

Sarina maarefi[1*], Kasra Ketabollahi[2], Vahid Heydarnataj[1], Mahmoud Koushesh-Saba[2]
1. Landscape Architecture, Faculty of Art and Architecture, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
2. Department of Industrial Design, Planning, faculty of Art and Architecture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[*]Corresponding Author: sarinamaarefi@gmail.com

Abstract

The expansion of urbanization and the development of urban infrastructure have affected the connectivity of urban ecological networks by disrupting natural structures and fragmenting habitats. In this context, the reconnection of urban landscape structures can be considered an approach to strengthening the relationships among natural patches, ecological corridors, and semi-natural elements, thereby enhancing the functionality of ecological networks. The present study aims to identify and review the factors influencing the formation of connected ecological networks and to elucidate their role in reconnecting urban landscape structures. In terms of its purpose, this study is classified as basic-applied research and was conducted using documentary research and library studies. Data were collected from scientific sources related to landscape ecology, green infrastructure, ecological connectivity, and urban landscape design and were examined through qualitative content analysis. The findings were categorized into three main components of landscape structure based on the patch–corridor–matrix model. The results indicate that establishing an effective ecological network depends not merely on increasing the area of green spaces, but also on strengthening functional connectivity among habitat patches, improving corridor quality, and reducing the resistance of the urban matrix. Furthermore, vacant lands, infrastructure margins, and underutilized open spaces, when appropriately located, can serve as stepping-stone patches and intermediary habitats to enhance network connectivity. Accordingly, landscape reconnection is a multiscale process that integrates the conservation of core patches, the enhancement of corridor functionality, and the improvement of urban matrix permeability. This approach can provide a foundation for biodiversity conservation, the enhancement of ecosystem services, and increased resilience in urban environments.

Keywords: Landscape Reconnection, Urban Ecological Network, Ecological Connectivity, Patch–Corridor–Matrix, Green Infrastructure.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقایسه اثر خفته درمانی با ترکیبات رایج آهن در مقابل ترکیبات نانو ساختارآهن، بر وضعیت ظاهری درختان چنار

ستاره باغبانی[۱]، علی نیکبخت[۱*] و قاسم اخبار فر[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسئول: علی نیکبخت *anikbakht@iut.ac.ir*

چکیده

درخت چنار یکی از مهمترین گونه های درختی در فضای سبز ایران است که متاسفانه در سال های اخیر دچار مشکل زرد برگی و خزان زودرس شده که مشکلی پیچیده و چندوجهی است. محققان تا به اکنون ۲۱ علت برای ایجاد این عارضه در درختان چنار بیان کرده اند که یکی از عمده ترین عامل های بروز این مشکل، کمبود یا غیر فعال شدن آهن در برگ است. خفته درمانی، روشی ابتکاری برای نجات درختان از کلروز زود هنگام است، که درفصل خزان، با کمترین فعالیت آوندی درختان انجام می‌شود. همچنین، فراهم نمودن عناصر غذایی در محیط ریشه توسط کیک چالکود و بررسی اثرات تلفیقی تیمارهای خفته درمانی و کیک چالکود از جنبه‌های جدید این پژوهش است. در همین راستا، پژوهش حاضر در قالب ۴ تیمار بر پایه‌ی طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، با هدف ارائه راهکاری کارآمدتر و به صرفه‌تر در حفظ و احیای درختان پر اهمیت فضای سبز شهری اجرا گردید. این پژوهش شاخص های فلورسانس کلروفیل، شاخص نسبی سبزینگی ، محتوای نسبی آب برگ و میزان شاخص کیفیت ظاهری برگ ارائه شدند. نتایج مقایسه میانگین حاصل از این چهار فاکتور نشان دادند؛ درختان درون درمانی شده با منابع آهن، بیشترین رنگ برگ و کیفیت و سبزینگی برگ را نسبت به تیمار شاهد و تیمار شاهد(+)از خود نشان دادند؛که در شاخص فلورسانس کلروفیل و وضعیت ظاهری با توجه به مجموع داده های ثبت شده در طول یکسال پس از اعتمال تیمار، بالاترین امتیاز به درختان درون درمانی شده با تیمار نانوآهن۱۰٪ داده شده . همچنین نتایج داده های دیگر شاخص های اندازه گیری شده نشان از اثر مطلوب درون درمانی توسط منابع مختلف آهن را داشتند به ویژه تیمار درون درمانی آمینو آهن۱۰٪ که بیشترین میزان محتوای آب نسبی برگ و spad به ثبت رساند.

واژه‌های کلیدی: خفته درمانی، درخت چنار، کلروز.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه

فضای سبز یکی از با ارزش‌ترین ارکان زنده شهری است و از گذشته تا به امروز دارای اهمیت بالایی در افزایش کیفیت زیستی و تامین نیازهای جسمی، روحی، و رفاهی شهروندان بوده است (نافیان و همکاران، ۱۳۹۸). براساس آمار منتشر شده از سازمان پارک‌ها و فضای سبز اصفهان؛ بخش عمده فضای سبز این شهر را، درختان چنار و نارون تشکیل می‌دهد که بیانگر نقش اساسی این درختان در فضای سبز و سازگاری با شرایط محیطی منطقه است. یکی از عظیم‌ترین و کهن‌سال‌ترین درختان مورد توجه اقوام و ملل مختلف به ویژه ایرانیان، درختان چنار است. درخت چنار معمولی ایران با نام علمی *Platanus orientalis* L. از خانوادهٔ Platanaceae (صیامی و زهزاد، ۱۳۶۸)، از گونه‌های درختی پهن برگ و خزان‌کننده بومی اروپای شرقی است. حداقل و حداکثر دمای قابل تحمل درختان چنار، ۲۱- و۴۲ درجه سلسیوس است. اما گرمای شدید منجربه پدیده کلروز و در صورت ادامه‌دار شدن آن نکروز و خزان زودرس در تابستان‌های گرم می‌شود. تغییرات اقلیمی، افزایش دما و خشکسالی طی چندسال اخیر سبب کاهش وضعیت رشدی و کیفیت ظاهری درختان چنار شده است. از عارضه‌های مهم فیزیولوژیکی این درختان، زردبرگی (کلروز) و خزان زودهنگام در تابستان است که به علت‌های مختلفی همچون فرسایش

زیاد خاک ، اختلالات تغذیه ای، pH بالای خاک، آلودگی های زیست محیطی، تنش‌های زنده و غیرزنده، کاهش منابع آبی، همچنین تنش‌های مرتبط با خشکسالی مانند پتانسیل بالای تبخیر و تعرق، کاهش متوسط بارندگی، افزایش دمای خاک و هوا می‌باشد(نیکبخت و همکاران، ۲۰۲۲). یکی از عوامل محدود کننده رشد بسیاری از گیاهان کمبود عناصرریزمغذی مانند آهن و روی در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک است (کاروانه و همکاران، ۱۴۰۱). آهن به عنوان یک عنصرریزمغذی در گیاهان درنظر گرفته می‌شود، زیرا شکل فعال آن در بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی مثل سنتز کلروفیل، فتوسنتز، تنفس، پاسخ‌های استرس اکسیداتیو و جذب نیتروژن دخالت دارد. نقش مهم آهن به تبادل الکترون و تغییر ظرفیت Fe^{2+} به Fe^{3+} باز می‌گردد. این خصوصیت نقش مهمی را در بسیاری از ماکرو مولکول‌ها از جمله در ساختمان آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و زیرگروه هم (Heme) و زنجیره انتقل الکترون، بازی می‌کند. درون درمانی و یا تزریق به تنه که یکی از راهکارهای تغذیه‌ی درختان می‌باشد عبارت است از وارد کردن عناصر غذایی، آفت کش‌ها، هورمون‌ها و آنتی بیوتیک‌ها به درون آوندهای گیاه که در مدت زمان بسیار کوتاهی وارد شیره گیاه می‌شود. از مزایای تکنیک درون درمانی مواد، نسبت به محلول پاشی و یا کاربرد خاکی، می‌توان به کاهش کاربرد کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، رفع کمبود عناصری که در خاک‌های شور و قلیایی برای درختان قابل جذب نیستند، جلوگیری از آلودگی‌های محیط زیست، قابلیت استفاده در مناطق پر جمعیت شهری و در نهایت استفاده کارآمدتر از مواد شیمیایی اشاره کرد (نیکبخت، ۱۳۹۰). در پژوهشی با استفاده از سیستم با فشار پایین فرت اینجکت درختان نارون آلوده‌شده با سوسک چوب‌خوار سارتا را تیمار کرد. در این پژوهش درختانی که همراه با سم، عناصر غذایی نیز دریافت کرده بودند و در مراحل اولیه آلودگی توسط لارو بودند، کنترل فعالیت آفت به‌طور مؤثری انجام شد. طبق گزارش (کافی و نیکبخت، ۱۳۸۵) درون درمانی با منابع سولفات آهن، سیترات آمونیوم آهن یا کلات آهن به تنه درخت، در صورتی که در فصل بهار اجرا گردد، منجربه بروز واکنش عموما مثبت، در بازه زمانی بین ۲ تا ۳ هفته خواهد شد. لازم به ذکر است درختان تیمار شده درفصل تابستان بعد از گذراندن دوره گرمایی ممکن است تا سال بعد پاسخ مثبتی نشان ندهند. خفته درمانی روشی ابتکاری برای نجات درختان از کلروز زود هنگام است، که درفصل خزان، با کمترین فعالیت آوندی درختان انجام می‌شود. همچنین با بهره‌گیری از عناصر غذایی در محیط ریشه توسط کیک تغذیه همچنین بررسی اثرات تلفیقی تیمار ها از جنبه‌های جدید این پژوهش است.

این طرح بر روی درختان چنار واقع در باغ غدیر واقع درمنطقه۴ شهرداری اصفهان در قالب ۴ تیمار بر پایه‌ی طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و هر تکرار شامل یک درخت اجرا گردید. تیمارهای درون درمانی شامل دو ترکیب تغذیه ای (آمینو کلات و نانو کلات آهن و تیمار شاهد آب مقطر) در نظر گرفته شدند. تیمارهای به کار رفته در خفته درمانی در اوایل اسفند ماه سال ۱۴۰۳؛ برای هر درخت بسته به قطر درخت ۳ الی ۵ عدد کپسول (به ازای هر ۲۰ سانی متر از محیط تنه درخت یک کپسول) اعمال گردید (شکل ۱). تیمار شاهد آب مقطر نیز همانند دیگر تیمارها جهت یکسان سازی شرایط اعمال شد. تیمار درون درمانی در اواخر بهمن ماه به کمک سیستم با فشار پایین فرت اینجکت (کوردوبا، اسپانیا)، فراهم شده در شرکت فناور فرین کشت تابان (فرکشت) انجام و برای برای هر تیمار درون درمانی ترکیب مدنظر به تنه درخت تزریق شد.




شکل ۱- اعمال تیمار درون درمانی توسط کپسول‌های تزریق فرت اینجکت.

مواد و روش‌ها

مواد و روش های برخی از صفات اندازه گیری شده در پژوهش حاضر که در آزمایشگاه تخصصی علوم باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شده است به شرح زیر است:

شاخص فلورسانس کلروفیل: زمان مناسب اندازه گیری این شاخص ساعات ۸ الی ۱۱ صبح و در روزهای آفتابی است. به علت دریافت حداکثر شدت نور قابل استفاده در این ساعات، می‌توان با دقت شاخص فلورسانس کلروفیل را ارزیابی نمود. برای اندازه‌گیری این شاخص از دستگاه سنجش فلورسانس کلروفیل دستی مدل (Handytech instrument) استفاده شد.

RWC: اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ به روش Cherki و همکاران (2002) انجام شد.

شاخص نسبی سبزینگی برگ یا Spad: با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی SPAD-502 ساخت Konica Minolta (ژاپن)، این شاخص بر روی ۵ برگ از چهار نقاط مختلف در جهات مختلف جغرافیایی، (به منظور یکنواخت سازی اثر تابش نور خورشید) اندازه گیری شد. سپس میانگین خوانش‌ها به عنوان شاخص سبزینگی گزارش گردید.

ارزیابی کیفیت ظاهری: این فاکتور بدین صورت مورد اندازه گیری انجام شد که درختان پس از اعمال تیمارها به وسیله ۳ داور متخصص که اطلاعی از نوع تیمارها ندارند، بسته به میزان سبزینگی و سلامت هر درخت یک امتیاز از عدد ۱تا ۱۰داده شد و در نهایت میانگین امتیازهای هر سه نفر به عنوان شاخص کیفی، آنالیز شد. در این روش امتیاز دهی عدد ۱ به ضعیف ترین درختان و اعداد بالاتر و نزدیک به ۱۰ به درختان با وضعیت ظاهری عالی از نظر رشد رویشی و سبزینگی تعلق گرفت.

نتایج و بحث

با بررسی نتایج تجزیه واریانس دریافتیم که اثر تیمار های اعمال شده بر شاخص محتوای نسبی آب برگ و شاخص نسبی سبزینگی برگ (Spad) بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال۱٪ و شاخص فلورسانس کلروفیل و وضعیت ظاهری برگ اختلاف معنی داری نشان ندادند. (جدول۱).

به علاوه نتایج مقایسه میانگین حاصل از این چهار فاکتور نشان دادند؛ درختان درون درمانی شده با منابع آهن، بیشترین رنگ برگ و کیفیت و سبزینگی برگ را نسبت به تیمار شاهد و تیمار شاهد(+) را از خود نشان دادند؛که در شاخص فلورسانس کلروفیل و وضعیت ظاهری با توجه به مجموع داده های ثبت شده در طول یکسال پس از اعتمال تیمار، بالاترین امتیاز به درختان درون درمانی شده با تیمار نانوآهن۱۰٪ داده شده . همچنین نتایج داده های دیگر شاخص های اندازه گیری شده نشان از اثردهی مطلوب درون درمانی توسط منابع مختلف آهن را داشتند بلاخص تیمار درون درمانی آمینو آهن۱۰٪ که بیشترین میزان محتوای آب نسبی برگ و spad به ثبت رساند (جدول۲).

در مطالعه اثر (گودرزیان و همکاران (2025) کاربرد خاکی و محلول پاشی برگی عنصر آهن بر خصوصیات بیوشیمیایی گلرنگ تحت دو رژیم رطوبتی مشخص شد که با اعمال تنش خشکی میزان محتوای آب نسبی برگ کاهش می‌یابد اما با کابرد عنصر آهن محتوای نسبی آب برگ افزایش یافت (فتحی امیرخیز و همکاران،۱۳۹۰) که با نتایج آزمایش حاضر مبنی بر افزایش این شاخص با کاربرد آهن همخوانی داشت زیرا در آزمایش حاضر نیز با خفته درمانی منابع مختلف آهن به تنه درختان چنار محتوای نسبی آب برگ در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت.

جدول–: جدول تجزیه واریانس صفات مورد اندازه گیری در درختان چنار تحت تیمار خفته درمانی و چالکود کیک کود.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات

		محتوای آب نسبی	spad	فلورسانس کلروفیل Fv/Fm	سنجش ظاهری
بلوک	2	23.39**	66.44**	0.0070ns	0.143ns
تیمار	2	586.83	833.45	0.0107	0.499
خطا	4	38.16	31.21	0.0163	0.155
کل	8				
ضریب تغییرات		7.93	14.61	17.49	7.49

ns: نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار، **: معنی داری در سطح۱درصد و *: معنی داری در سطح۵ درصد.

جدول۲– مقایسه میانگین شاخص های مورد اندازه گیری با تیمار درون درمانی و چالکود کیکی کود به درختان چنار.

تیمارها	محتوای آب نسبی	spad	فلورسانس کلروفیل Fv/Fm	سنجش ظاهری
N Fe 10%	76.77ab	52.60a	0.7900 a	5.57a
Am Fe 10%	89.93a	52.70a	0.7667 a	5.51a
Control	58.61b	22.60b	0.7097 a	5.29a
Control (+)	86.18 a	25.07 b	0.6567 a	4.68 a

حروف مشابه در ستون اثر متقابل منابع آهن از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

صیامی، ع. و زهزاد، ب. ۱۳۶۸. فلور آذربایجان: درختان و درختچه‌های آذربایجان (جلد اول). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ارومیه.

کاروانه، ع.، بهشتی آل‌آقا، ع.، رنجبر، ز.، شریفی، ف. و چقازردی، ح. ۱۴۰۱. مروری بر روش‌های رفع کلروز ناشی از کمبود آهن در درختان میوه. سومین کنفرانس ملی توسعه کشاورزی، زمین سالم، تهران.

کافی، م. و نیکبخت، ع. ۱۳۸۵. بررسی روش‌های مختلف تغذیه از طریق تزریق به تنه (Trunk injection) و مصرف موضعی در خاک به منظور کنترل عارضه خزان زودرس درختان چنار (*Platanus orientalis*) در شهرستان کرج. گزارش نهایی پروژه مشترک شهرداری کرج با دانشگاه تهران.

نافیان، م.، بهمنی، م.، قهساره اردستانی، ا. و سلطانی، ع. ۱۳۹۸. ارزیابی و مدل‌سازی شبکه عصبی درختان چنار خطرآفرین فضای سبز شهری. فصلنامه علوم محیطی. ۱۸: ۷۷–۹۴.

نیکبخت، ع. ۱۳۹۰. گزارش نهایی طرح پژوهشی مشترک دانشگاه صنعتی اصفهان با شهرداری اصفهان: «بررسی کارایی روش تزریق با فشار پایین به درختان نارون جهت کنترل سوسک شاخک‌بلند سارتا در شهر اصفهان». اصفهان.

نیکبخت، م.، شیخان، م. و اخبارفر، ح. ۲۰۲۲. تأثیر منابع مختلف آهن بر بهبود رشد و وضعیت کلروز برگی چنار (*Platanus orientalis* L.)به روش تزریق تنه در فضای سبز. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱۱(۵۰): ۲۱۳–۲۳۰.

Cherki, G. H., Foursy A. and Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Enviorn. Exp. Bot*. 47: 39-50.

Goodarzian Ghahfarokhi, M. Mansurifar, S. Taghizadeh-Mehrjardi, R. Saeidi, M. Jamshidi, A. M. and Ghasemi, E. (2015). Effects of drought stress and rewatering on antioxidant systems and relative water content in different growth stages of maize (*Zea mays* L.) hybrids. Archives of Agronomy and Soil Science, 61: 493-506.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparison of the effect of dormant-therapy with common compounds versus nanostructured iron compounds on the appearance of plane trees

Setareh Baghbani1[1], Ali Nikbakht[1*] and Ghasem akhbarfar[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding author: anikbakht@iut.ac.ir

Abstract

The oriental plane tree is one of the most important tree species in the green space of Iran, which unfortunately has suffered from the problem of leaf yellowing and premature fall in recent years, which is a complex and multifaceted problem. Researchers have so far mentioned 21 causes for this condition in plane trees, one of the main causes of this problem being the deficiency or inactivation of iron in the leaves. Dormancy treatment is an innovative method for saving trees from early chlorosis, which is carried out in the fall season, with minimal vascular activity of the trees. Also, providing nutrients in the root environment by chalcogen cake and investigating the combined effects of dormancy treatment and chalcogen cake treatments are new aspects of this research. In this regard, the present study was conducted in the form of 4 treatments based on a randomized complete block design with three replications, with the aim of providing a more efficient and cost-effective solution for preserving and reviving important trees in urban green spaces. This study presented chlorophyll fluorescence indices, relative greenness index, relative leaf water content, and leaf apparent quality index. The results of comparing the averages of these four factors showed that trees treated with iron sources showed the highest leaf color, quality, and greenness compared to the control treatment and the control (+) treatment; in the chlorophyll fluorescence index and appearance, according to the total data recorded during one year after the treatment, the highest score was given to trees treated with 10% nano-iron treatment. Also, the results of other measured indicators showed the desired effectiveness of the treatment by different iron sources, especially the 10% amino iron treatment, which recorded the highest relative water content of leaves and spad.

Keywords: Chlorosis, Dormant therapy, Plane trees.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

درختچه بَنگرو (*Vitex agnus-castus* var. *pseudonegundo*)، گونه‌ای مناسب برای کاشت در فضای سبز شهری و مناطق صنعتی استان بوشهر

پرویز غلامی[1*]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

*نویسنده مسئول: *Gholami.parviz@gmail.com*

چکیده

درختچه بَنگرو (*Vitex agnus-castus* var. *pseudonegundo*) ازجمله گونه های درختچه ای گل دهنده ناحیه رویشی خلیج فارس- عمانی است که به دلیل وجود برگ های مرکب پنجه ای و گل آذین با گل های آبی رنگ، قابلیت مناسبی را برای منظر سازی کم نیاز به آب در فضای سبز شهری و همچنین مناطق آلوده صنعتی دارد. این گونه سازگار به اکوسیستم مناطق خشک به شمار می آید که از انعطاف بوم شناختی قابل توجهی به ویژه در برابر گرما، سرما، آلودگی و کم آبی برخوردار است. به همین دلیل، برای منظرسازی فضای سبز شهری و مناطق صنعتی نواحی گرم و خشک استان بوشهر توصیه می شود. با توجه به کشت این گیاه طی دو دهه اخیر در فضای سبز نشان داد، در صورتی که این درختچه در فضای سبز شهری و بین شهری کشت شود، نه تنها در برابر تنش های کم آبی بردبار است و ماندگاری قابل توجهی را در گستره فضای سبز ایجاد می کند، بلکه به دلیل انشعاب های متراکم، در مقایسه با سایر گونه های درختچه ای، از زیبایی مضاعفی برخوردار است. بنابراین هدف از این مقاله، بررسی ویژگی های گیاهشناسی، آشیان اکولوژیک و نیازهای بوم شناختی، فنولوژی گیاه، شیوه های تکثیر و ازدیاد، اهمیت گونه در منظرسازی و فضای سبز شهری و صنعتی، برای استفاده در مقیاس وسیع تر در استان بوشهر خواهیم بود.

واژه‌های کلیدی: بَنگرو، زری اسکیپ، سازگاری، استان بوشهر

مقدمه

براساس مشکلات خشکسالی و با توجه به بحران آب در دنیا و کمبود منابع آب، به خصوص درکشور ما، شناسایی و تحقیق بر روی گیاهان مقاوم به خشکی کاملاً ضروری به نظر می رسد. مسئله کمبود آب و همچنین تضاد راهبردهای توسعه پایدار در بحث توسعه فضای سبز شهری و مناطق صنعتی (توسعه فضای سبز در مقابل منابع محدود آب) موجب گردیده است، که بهره گیری از راهکارها و اصول منظرسازی کم نیاز به آب (Xeriscaping) و همچنین استفاده بهینه از منابع آبی موجود در مباحث مرتبط با طراحی پایدار منظر شهری دارای اهمیت فراوانی گردد (ناصری، ۱۳۹۵). جوامع انسانی در این شهرها دائماً در معرض تنش های محیطی از قبیل گرمایش جهانی، تغییر اقلیم، گرد و غبار، صنایع آلاینده و خشکی هوا هستند، که اگر این موارد به تبعات شهرنشینی و آلودگی های زیست محیطی اضافه شود لزوم ایجاد و توسعه فضای سبز شهری و مناطق آلوده صنعتی به ویژه با گونه های بومی و سازگار به شرایط محیطی منطقه و کم آب خواه دوچندان می شود (ربیعی صادق آبادی و همکاران، ۱۳۹۹).

استان بوشهر با توجه به شرایط آب و هوایی خشک، تابستان های گرم و خشک و میزان بارندگی متغیر و میانگین بارندگی سالانه کم بستر مناسبی برای کاشت گیاهان آبدوست و غیربومی را ندارد و با توجه به کاهش بارندگی و کمبود آبی که وجود دارد استفاده از سبک منظرسازی خشکی پسند و گیاهان بومی با میزان آب مصرفی اندک را می طلبد. از آنجایی که گونه بَنگرو از گونه هایی بوده که پراکنش مناسبی در جنوب استان بوشهر دارد، در این راستا، شناسایی و معرفی گیاهان سازگار و مقاوم به خشکی و دارای مناظر زیبا، به منظور استفاده از آنها در فضای سبز شهری و مناطق صنعتی، با توجه به بحران آب، ازجمله ضرورت‌های اجتناب ناپذیری به شمار می آید که تحقق چنین

موضوعی در راستای توسعه پایدار می باشد. به همین دلیل مطالعاتی مقدماتی در راستای معرفی اولیه این گونه سازگار، ارزشمند و زیبا برای استفاده در فضای سبز شهری و صنعتی شهرستان های جنوب استان بوشهر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

استان بوشهر از شمال به استان‌های خوزستان و کهگیلویه و بویراحمد، از شرق به استان فارس، از جنوب و غرب به خلیج فارس و از جنوب شرق به استان هرمزگان مرتبط است. استان بوشهر میان ۲۷ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. آب‌وهوای استان گرم و خشک و در نواحی ساحلی گرم و مرطوب است. حداکثر دمای مطلق آن ۵۲/۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن ۱- درجه و دمای متوسط سالانه استان ۲۵/۷ درجه می‌باشد. هوای آن ۷ ماه گرم، ۲ ماه معتدل تا سرد و ۳ ماه معتدل تا گرم می‌باشد. به‌صورت سالانه، متوسط دما بین ۲۴ تا ۲۸ درجه سانتیگراد است که بیشینه آن در تابستان به ۵۰ درجه سانتیگراد و کمترین تا حدود ۶ درجه سانتیگراد می‌رسد. متوسط بارش در استان ۲۱۷ میلی‌متر است.

این تحقیق مقدماتی در شهرستان های جنوبی استان شامل دیر، کنگان، جم و عسلویه انجام شد. در پیمایش میدانی عرصه های طبیعی مشخص گردید گونه بَنگرو در بخش هایی از جنوب استان بوشهر به صورت خودرو رویش دارد و از طرفی زیبایی گلها و گل آذین و همیشه سبز بودن نیز بر جذابیت آن افزوده است. از طرفی نیازهای رویشگاهی حاکی از آن بود که این گونه مقاوم به خشکی و کم آبی است و در خشکسالی ها مقاوم بوده است. همچنین طی بررسی در سطح شهر غالبیت، کمیت و کیفیت گونه های کاشت شده در فضای سبز شهری، پارک ها، بلوارها و شهرکهای موجود در منطقه و همچنین مناطق صنعتی از جمله پالایشگاه ها و پتروشیمی ها مورد بررسی قرار گرفت و جالب اینکه گونه فوق در فضای سبز شهری جایی کشت نشده است و تصمیم گرفته شد اقدام به کاشت آن در فضای شهر و مناطق صنعتی نمود. در این تحقیق با استفاده از منابع کتابخانه ای و سایر منابع معتبر به بررسی گونه بَنگرو پرداخته شد تا علاوه بر تشریح ویژگی های مختلف آن، به اهمیت آن در فضای سبز شهری و مناطق صنعتی پرداخته شود.

نتایج و بحث

ویژگی‌های گیاهشناسی

بَنگرو یا پنج انگشت با نام علمی *Vitex agnus-castus* var. *pseudo-negundo* متعلق به تیره نعنا یا Lamiaceae است. در برخی منابع به نام های پنج انگشت، بَنگَله، فلفل بری یا بیابانی، بَنگر، بُنجه، گُناک و فلفل دل آشوب آمده است. این گیاه به دلیل داشتن خواص کاهنده میل جنسی در زنان، به نام های درخت پاکدامنی، سته پاکدامنی و فلفل راهب نیز شهرت یافته است. این گونه در استان بوشهر به بَنگرو شهرت دارد. این گیاه درختچه ای دارای ارتفاع ۱/۵ تا ۲/۵ متر و پوشش تاجی ۲ تا ۳ متر، برگ های پنجه ای و منقسم به تعداد ۵ تا ۷ برگچه ای و اکثراً ۵ برگچه و خزان پذیر است. گل آذین گرزن پرپشت، در انتهای محور ساقه های فرعی و اصلی گیاه ظاهر می شود. گل‌ها بی پایه، فاصله‌دار و درشتی گل حدود ۳ برابر کاسه و طول جام به ۶ میلی متر می رسد. گل ها به رنگ بنفش متمایل به آبی است و گل‌ها به صورت مجتمع و مطبق روی یک پایه مشترک قرار گرفته‌اند. میوه آن شفت و میوه گیاه بادوام، کروی به قطر ۷ میلی متر و بسیار معطر است (جم زاد، ۱۳۹۱).

فنولوژی

رشد اندام‌های رویشی درختچه بَنگرو در فروردین آغاز می‌شود و اواخر فروردین گیاه پوشیده از برگ می‌شود و رویش ساقه های نورسته گیاه تا اواخر بهار ادامه دارد و برگ ها تا اوایل آذر ماه روی گیاه می‌ماند. جوانه های زایشی و غنچه ها به تدریج از اوایل اردیبهشت و خرداماه ظاهر می شود و گل آذین سنبله مانند و شکوفایی گل های آبی متمایل به بنفش رنگ گیاه از اردیبهشت و اواسط خردادماه اتفاق می افتد و تا اواخر خردادماه نیز ادامه می یابد. گل‌ها تا آخر تابستان و اوایل پاییز دوام دارند. میوه های کروی شکل و معطر گیاه از اواسط تیرماه تشکیل شده و مرحله رسیدن نهایی بذرها تا پایان مرداد ماه ادامه دارد. ریزش بذر در اواخر آبان تا آذر ماه صورت می‌گیرد. از اواخر آذر گیاه به خواب زمستانه می‌رود (بتولی، ۱۴۰۴).

پراکنش در دنیا و ایران

بَنگرو درختچه ای است که در مناطق وسیعی از اقلیم خشک و نیمه خشک جهان به طور طبیعی گسترش دارد. این گیاه علاوه بر ایران، در جنوب غربی آسیا، ترکیه، افغانستان، پاکستان، عراق، سوریه، لبنان، اردن، فلسطین، مصر و قفقاز انتشار یافته است (جم زاد، ۱۳۹۱).

بَنگرو در نواحی شمال، شمال شرق، شرق، مرکز و جنوب کشور انتشار یافته است. پراکندگی جغرافیایی آن در مناطق گرمسیری جنوب خوزستان، فارس، بوشهر، هرمزگان، بلوچستان، کویرهای مرکزی مانند یزد، کرمان، سمنان، تهران، اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد، چهار محال و بختیاری، قم، مناطق غربی مانند لرستان، همدان، کرمانشاه، کردستان تا قسمت های شرق و شمالی کشور مانند خراسان (سبزوار، میامی) و گرگان است. همچنین این گونه علاوه بر مناطق مرکزی، در نواحی مختلف البرز، در جنوب غربی ایران و بعضی نقاط جنوبی نزدیک به خلیج فارس نیز می روید (جمزاد، ۱۳۹۱).

آشیان اکولوژیک و نیازهای بوم شناختی

بَنگرو اغلب در حاشیه رودخانه های فصلی، خشکه رودها، بستر مسیل ها و دامنه اراضی آبرفتی ارتفاعات مرکزی کشور میروید. محدوده ارتفاعی درختچه زارهای بَنگرو در ناحیه رویشی ایران- تورانی، بین ۸۰۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا متغیر است. اغلب رویشگاه های طبیعی درختچه بَنگرو در منحنی همباران ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی متر در نوسان است. این گیاه فقط در گستره زمین های آبرفتی، قلوه سنگی و واریزه ای، به عنوان گیاهی شاخص در مسیل ها وجود دارد و به صورت خطی در جهت بستر رودخانه‌ها یا آبراهه‌ها توسعه می‌یابد. دامنه تحمل این گیاه نسبت به کم آبی و خشکی محیط بالا بوده، به این دلیل به عنوان عنصر درختچه ای سازگار و مقاوم در زیست بوم های بیابانی خشک استقرار می یابد. این درختچه اغلب در خاکهای لومی تا لومی-رسی و آبرفتی که دارای زهکش مناسب است، به راحتی می روید. میزان اسیدیته خاک بستر برای کاشت بَنگرو، در محدوده خنثی تا کمی شور و اغلب به دلیل نیاز نوری بالا، جزء رستنی های نورپسند تلقی شده و برای مکان های آفتابی توصیه میشود (بتولی، ۱۴۰۴).

این درختچه به صورت خودرو در مسیر آبراهه ها و حاشیه رودخانه های فصلی و در دره ها، مکان های مرطوب، بیشتر در خاک های شنی، آبرفتی خشک، مناطق صخره ای در نزدیکی دریا، همچنین بر روی دامنه هایی با سنگ آهکی و در مکان های آفتابی و گرم و گودال ها رشد می کند. این گیاه بومی مناطق خشک و نیمه خشک مدیترانه ای و آسیای غربی است و در مناطق گرم و معتدل استوایی یافت می شود. رویشگاه های طبیعی این گیاه اغلب در حاشیه رودخانه های نواحی رویشی ایرانی- تورانی و خلیج فارس- عمانی متمرکز شده اند (بتولی، ۱۴۰۴).

شیوه های تکثیر و ازدیاد

به طورکلی ازدیاد درختچه بَنگرو در گستره اراضی آبرفتی کشور در شرایط مساعد و رطوبت کافی خاک، از طریق پراکنش بذر و در شرایط خزانه تولید و تکثیر، به شیوه قلمه انجام می شود.

میوه ها و یا بذرهای بَنگرو کروی شکل و تیره رنگ بوده و دارای قطر ۲ تا ۲/۵ میلی متر است. وزن هزار دانه بذرهای گیاه بَنگرو را بین ۱۸ تا ۲۲/۲ گرم است. بذرها دارای پوست محکم بوده که بدون تیمار، به راحتی جوانه نمی زنند. بَنگرو گیاهی درختچه ای است که از طریق بذر در گُستره اراضی با خاک های لومی، رسی و قلوه سنگی ازدیاد می یابد. بذرها دارای پوست سخت بوده، به این دلیل به راحتی جوانه نمی زنند. نتایج نشان داده که تیمار خراش و سولفوریک اسید، درصد جوانه زنی بذرها را افزایش می دهد. افزون بر این، نتایج حاصل از تکثیر این گیاه از طریق بذر نشان داد که تیمار سرمادهی ۶۰ روزه بیشترین میزان درصد جوانه زنی و اثر معنی داری بر رفع خواب گیاه بَنگرو داشته و کمترین تعداد روز تا جوانه زنی را موجب شد. به طوری که بیشترین موفقیت در ریشه زایی قلمه های خشبی و نیمه خشبی گیاه بَنگرو، در تیمار با IBA با غلظت ۵۰۰۰ پی پی ام به دست آمد. بهترین شیوه تکثیر این گیاه از طریق قلمه های خشبی است (بتولی، ۱۴۰۴).

بَنگرو از طریق قلمه به سهولت تکثیر می‌گردد. قلمه‌ها را می‌توان به طور مستقیم در عرصه کاشت در این صورت پس از کاشت به مدت ۵ ماه باید آبیاری گردند. در صورت کاشت قلمه ها در گلخانه و خزانه، لازم است آنها را پس از پنجه زدن به زمین اصلی منتقل نمایند. قلمه‌ها را می‌توان از رویشگاه‌های طبیعی در اسفند تهیه و پس از ریشه‌دار شدن، در آبان سال بعد در بستر آبراه‌ها و رودخانه‌ها و یا نقاط آبگیر مسیر جاده‌ها و اتوبان‌ها به فاصله ۵ متر از یکدیگر و یا در حاشیه رودخانه‌ها حفظ حاشیه رودخانه به طور متراکم کشت نمود. این گیاه از طریق جنسی قابل تکثیر بوده و بذرها را در بهار و پاییز در شرایطی که میانگین دما ۱۲-۶ درجه سانتیگراد باشد می‌توان در گلدان کشت نمود. قلمه های چوبی و خشبی ساقه این درختچه، به ویژه در اواسط پائیز تا اوایل زمستان، امکان تکثیر این گیاه را فراهم می کند. قلمه های خشبی درختچه های جوان تا میان سال در مقایسه با پایه های به شدت چوبی شده کهنسال، از موفقیت بیشتری برخوردارند. قلمه های ناحیه میانی ساقه ها نسبت به قلمه های چوبی سخت قسمت های تحتانی ساقه ها، نتیجه بهتری را داشته است. مناسب ترین زمان تهیه قلمه و کاشت آن در خزانه و یا شاسی سرد، اواسط پائیز است. بنابراین توصیه می گردد قلمه هایی به طول بین ۲۵ تا ۳۰ سانتی متر و ضخامت نیم تا ۲/۵ سانتیمتر انتخاب شوند (بتولی، ۱۴۰۴).

آفات شایع درختچه بَنگرو

مینوز برگی، تنها به عنوان آفت با درجه اهمیت اقتصادی کم تا متوسط از این گیاه گزارش شده است که تأثیر قابل توجهی در روند رشد و استقرار بَنگرو نداشته است (فراشیانی و همکاران، ۱۴۰۳). لاروهای آفت از پارانشیم سبز رنگ برگ تغذیه می کنند. در زمستان معمولاً در زیر برگ های خشک و پناهگاه های دیگر به سر می برند. حشرات کامل تخم های خود را در سطح زیرین برگ و در داخل پارانشیم قرار می دهند. سپس لارو از پارانشیم سبز رنگ برگ تغذیه می نماید. در اثر تغذیه لارو سطح سبزینه برگی کاهش می یابد. پس از آن، لارو خود را به حاشیه برگ می رساند و یک محفظه شفیرگی درست می کند و تبدیل به شفیره می شود. سپس از محفظه شفیرگی به صورت حشره کامل خارج می شود. در اثر تغذیه لاروها، روی برگ لکه های قهوه ای رنگ بزرگ دیده می شود که سرانجام لکه ها خشک می شوند. بهترین شیوه مبارزه با این آفت، از طریق حذف و جمع آوری برگ های خزان شده و خشک و معدوم کردن آنها و پابیل کردن اطراف گیاه در فصل پاییز و زمستان به منظور از بین بردن جمعیت زمستان گذران لارو است (فراشیانی و همکاران، ۱۴۰۳). زردشدگی و ریزش موقتی برگ ها نیز در شرایط مواجهه با تنش کم آبی، به ویژه در پایه هایی که دچار کمبود شدید رطوبت می شوند، نیز مشاهده شده است.

سایر کاربردها

از بَنگرو در طب سنتی ایرانی استفاده های بسیاری شده و خواص دارویی متعددی برای آن ذکر شده که می توان به ضدالتهاب، مقوی، مُدر، کاهنده شهوت، اشتهاآور، مخدر، بادشکن و ضدنفخ بودن آن اشاره کرد. این درختچه یکی از مهمترین گیاهانی است که در طی گیاهی برای درمان های هورمونی زنانه به کار رفته و تنظیم کننده هورمونی است. عصاره میوه آن سبب تحریک غده هیپوفیز می شود. میوه بَنگرو در ازدیاد شیر، بهبود عوارض پس از عمل هیسترکتومی و دوران یائسگی، رفع قاعدگی نامنظم، رفع عدم تعادل هورمون زنانه، بهبود برخی ناراحتی های گوارشی و فیبروز رحم مؤثر است. این گیاه دارای خواص ضد آکنه، ضد سرطانی، پایین آورنده سطح کلسترول خون است. همچنین این گونه غنی از ترکیبات زیست فعال با قابلیت ضداکسایشی و ضدقارچی است و از آن به عنوان نگهدارنده طبیعی برای افزایش عمر انبارمانی محصولات کشاورزی می توان استفاده نمود (رحمتی جنیدآباد و علیزاده بهبهانی، ۲۰۲۱).

اهمیت در منظرسازی و فضای سبز

بَنگرو گونه ای است خوش منظر، با برگ‌های زیبا و گل‌های بنفش زیبا و بذرهای معطر. زیبایی بَنگرو، به دلیل برگ‌ها و گل‌های زیبای آن است. برگ‌ها دارای ۵ برگچه بوده که به صورت پنجه دست از دم برگ خارج می‌شوند. سطح فوقانی پهنک برگ، سبز تیره و سطح تحتانی آن خاکستری است. کرک های سطح برگ، سفید رنگ می‌باشد. گل آذین، گرزن پرپشت، به رنگ آبی مایل به بنفش و صورتی می‌باشد. گل ها به صورت گل آذین پانیکول انتهایی، به رنگ آبی متمایل به بنفش که دو بار در طول فصل رویش شکوفا می شوند. برگ های مرکب و گل آذین بَنگرو زیبایی ویژه‌ای را در فضای سبز شهری به نمایش می گذارد (شکل). بَنگرو درختچه ای بردبار در برابر گرما، خشکی و کم آبی است. انشعاب های هوایی این گیاه، ایستا و افراشته، شاخه ها متعدد و دارای برگ های مرکب پنجه ای است. دوام برگ

ها تا اواسط فصل پائیز روی گیاه باقی می ماند. از اواخر بهار به بعد، گل های آبی رنگ متمایل به بنفش این درختچه شکوفا شده و ماه های تیر و مرداد منظره برگ ها و گل آذین مشاهده می شود (بتولی، ۱۴۰۴).

بَنگرو در طول بهار، تابستان و پاییز با برگ‌ها و گل‌های خود منظر زیبایی را ایجاد می‌نماید و عطر ملایم آن فضای رویشگاه را در طول سه فصل اول سال عطرآگین می‌نماید. درختچه بَنگرو را می‌توان به صورت گروهی در داخل چمن و یا ردیفی در حاشیه معابر و پارک‌ها و همچنین مخلوط با اسپیره، یاس زرد و به ژاپنی در حاشیه چمن کشت نمود. این گونه هر چند رویشگاه اصلی آن مناطق گرم و مرطوب جنوب کشور می‌باشد اما توانمندی استقرار در مناطق خشک و نیمه خشک کشور را داشته و در تمامی مناطق کشور قابلیت کاربرد در فضای سبز را داراست. به این دلیل، از این عنصر درختچه ای به منظور طراحی منظر در بوستان های محله ای، پارک های جنگلی و حتی به عنوان بادشکن بیولوژیک در حاشیه شهرها و اراضی کشاورزی می توان استفاده کرد (بتولی، ۱۴۰۴).

بَنگرو گیاهی با نیاز آبی پائین بوده و در صورت استقرار، به شش تا هفت دوره آبیاری در طول سال نیاز دارد (بتولی، ۱۴۰۴) برگ های مرکب پنجه ای بَنگرو تا اواسط پائیز روی این درختچه باقی مانده و مناظر زیبایی را در طول فصول بهار و تابستان تا پائیز ایجاد می کند. بنابراین فرم رویشی این درختچه، مناظر جذاب و چشم نوازی را در گستره فضای سبز شهری ایجاد می کند (شکل ۱). نتایج حاصل از کاشت این درختچه در فضای سبز شهری نشان داده، بردباری این درختچه در مقایسه با اغلب گونه های درختچه ای مانند خرزهره، ترون، سرو خزنده و شمشاد بالاتر بوده و در برابر تنش خشکی و کم آبی تحمل بیشتری از خود نشان داده است. استفاده از این درختچه برای منظرسازی حاشیه جاده های ورودی و خروجی شهرها توصیه می گردد. افزون بر این، به دلیل توانمندی در ایجاد انشعاب های متراکم، انبوه و فشرده، این گونه درختچه هرس پذیر را می توان در جزایر میانی بلوارها، پارک ها و بوستان های درون شهری و فضای سبز پیرامون خیابان ها، به عنوان درختچه سازگار و خوش منظر برای زیباسازی فضای شهری استفاده کرد.



شکل ۱- خصوصیات ظاهری بَنگرو با نام علمی *Vitex agnus-castus* var. *pseudo-negundo*.

همچنین از این گیاه درختچه ای، برای منظرسازی فضای سبز پارک های جنگلی، تفرجگاه ها و اقامتگاه های جاده های بین شهری، می توان بهره گرفت. بدیهی است به دلیل بردباری این درختچه در برابر تنش های محیطی مانند گرما و خشکی، از این عنصر درختچه ای برای منظرسازی چشم اندازهای درون شهری (مانند فضای سبز حاشیه خیابان ها و میدان ها) و پیرامون شهری و فضای سبز مناطق آلوده صنعتی مانند پتروشیمی و پالایشگاه های منطقه عسلویه و کنگان می توان استفاده نمود (بتولی، ۱۴۰۴).

با توجه به اینکه در سال های اخیر، بحران آب و پراکنش نامناسب بارندگی در کشور و استان بوشهر، استفاده از سبک منظرسازی طبیعی و زری اسکیپ و همچنین انتخاب گونه های بومی برای فضای سبز شهری را الزام آور کرده است و همچنین استقرار صنایع آلاینده نفت، گاز و پتروشیمی های مختلف در جنوب استان بوشهر باعث آلودگی های فراوانی شده است، لزوم استفاده از گونه های درختچه ای

بومی برای ایجاد فضای سبز شهری را ضروری نموده است. با توجه به تشریح ویژگی های مختلف گونه بَنگرو از جمله همیشه سبز بودن، تاج پوشش فراوان و گلها و گل آذین های زیبا و خوش رنگ و بوی خوب، نیاز آبی بسیار پایین و نیازهای بوم شناختی سازگار با منطقه، نشان دهنده شرایط مناسب گونه بَنگرو برای سازگاری با خصوصیات منطقه و گسترش بیش از پیش آن در فضای سبز و چشم انداز شهری و صنعتی به ویژه در جنوب استان بوشهر است.

منابع

بتولی، ح. ۱۴۰۴. معرفی درختچه پنج انگشت (*Vitex agnus-castus* var. *pseudo-negundo* Hausskn) برای کشت در فضای سبز شهرهای مناطق گرم و خشک کشور. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور. ۴۰ صفحه.

جم زاد، ز. ۱۳۹۱. فلور ایران: تیره نعنا (Lamiaceae). مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع. ۱۰۶۶ صفحه.

ربیعی صادق آبادی، م.، نوری، ا. و دیهیم¬فرد، ر. ۱۳۹۹. انتخاب گونه های گیاهی مناسب برای فضای سبز شهرهای نیمه خشک با تأکید بر تغییر اقلیم (مورد مطالعه: شهر تهران). علوم محیطی، ۱۸ (۱): ۲۱۹-۲۳۶.

فراشیانی، م. ا.، فراهانی، س.، زرقانی، ا. و رجبی مظهر، ع.ر. ۱۴۰۳. گزارش خاتمه یافته طرح پایش آفات و بیماریها و روشهای کنترل آنها در باغ گیاهشناسی ملی ایران و باغهای اقماری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. ۲۶۳ صفحه.

کنشلو، ه. ۱۳۹۴. جنگل کاری در مناطق خشک، جلد سوم: معرفی گونه‌های مناسب ناحیه صحارا- سندی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل¬ها و مراتع کشور. ۴۲۰ صفحه.

ناصری، ح.ر. ۱۳۹۵. بهینه سازی مصرف آب در فضای سبز شهری با رهیافت منظرسازی کم نیاز به آب (Xeriscaping). انتشارات مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران. ۱۳۸ صفحه.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Vitex agnus-castus var. *pseudonegundo*: A species suitable for planting in urban green spaces and industrial areas of Bushehr province

Parviz Gholami[1*]
1. Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran
[*]*Corresponding Author: Gholami.parviz@gmail.com*

Abstract

Vitex agnus-castus var. *pseudonegundo* is a flowering shrub native to the phytogeographical region of the Persian Gulf–Omani zone. Characterised by its palmate compound leaves and blue inflorescences, this species demonstrates strong potential for use in low-water urban landscaping and areas exposed to industrial pollution. As an ecologically adaptable plant suited to arid environments, it exhibits remarkable resilience to heat, cold, drought, and environmental contaminants. Consequently, it is strongly recommended for urban and industrial green space development in the hot and dry regions of Bushehr Province. Observations over the past two decades regarding its cultivation in urban landscapes indicate that, when planted across urban and peri-urban green spaces, the shrub not only displays high drought tolerance and long-term survivability but also offers superior aesthetic value due to its dense branching habit, outperforming many other shrub species in visual appeal. Accordingly, this article aims to examine the species' botanical characteristics, ecological niche, and environmental requirements, as well as its phenology, propagation techniques, and significance in urban and industrial landscaping, with the ultimate goal of promoting its broader application across Bushehr Province.

Keywords: Adaptation, Bushehr Province, *Vitex agnus-castus*, Xeriscape.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ترتیب و طول دوره گلدهی برخی از درختان مثمر و غیر مثمر آنموفیل در فضای سبز شهری تهران

عاطفه عساکره[1*] و کاظم ارزانی[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *a.asakereh@modares.ac.ir*

چکیده

درختان شهری فواید فراوانی برای شهروندان به ارمغان می‌آورند، اما آلرژی‌زایی گرده می‌تواند مشکلات بهداشتی را تشدید کند. گیاهان آنموفیل که انتشار گرده آنها عمدتاً به وسیله باد صورت می‌گیرد، از نظر آلرژی‌زایی اهمیت بالاتری دارند. این پژوهش به بررسی ویژگی‌های گرده‌ای و دوره‌های گلدهی گونه‌های آنموفیل در پارک لاله، یکی از آلوده‌ترین مناطق شهر تهران، می‌پردازد. گونه‌های مورد بررسی شامل سرو، چنار، نارون، زبان‌گنجشک، بید و ... هستند. بررسی دانه گرده درختان نشان می‌دهد که تولید دانه گرده در این گیاهان بسیار زیاد است و هر چه طول دوره گلدهی طولانی‌تر باشد شهروندان بیشتر در معرض دانه گرده گیاهان قرار می‌گیرند و برای افراد مبتلا به آلرژی، مشکلاتی ایجاد می‌شود. همانطور که در این پژوهش نشان می‌دهد، طول دوره گلدهی گیاهان متفاوت است و از اسفند تا بهار ادامه می یابد، که این مدت به عوامل مختلفی از جمله تغییرات آب و هوایی بستگی دارد و در میکروکلیمای مختلف و با توجه به ارقام گیاهی مختلف تفاوت دارد. سروها دارای طول دوره گلدهی و تولید دانه گرده نسبتاً طولانی هستند که منجر به افزایش سطح در معرض قرارگیری شهروندان در مقابل گرده‌ها می‌شود. با توجه به اهمیت فضای سبز شهری و تأثیر آن بر کیفیت زندگی، طول دوره گلدهی گیاهان در طراحی این فضاها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین در برنامه‌ریزی فضای سبز شهری باید اولویت به گونه‌هایی با دوره گلدهی کوتاه‌تر و گرده‌زایی کمتر داده شود و از ترکیب‌های رویشی با رنگ‌آمیزی زنده و زیبا بهره گرفته شود، تا اثرات نامطلوب بر سلامت عمومی کاهش یابد. طراحی منظر با رویکرد حساس به آلرژی می‌تواند به ایجاد محیطی سالم‌تر و فراگیرتر در شهرها کمک کند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به تدوین راهبردهایی برای انتخاب گونه‌های کم‌التهاب و مدیریت فصلی فضای سبز شهری منجر شود تا سلامت عمومی و کیفیت زندگی شهرنشینان ارتقاء یابد.

واژه‌های کلیدی: آلرژی، پارک لاله، درختان آنموفیل، دوره گلدهی، فضای سبز شهری.

مقدمه

با گسترش شهرنشینی و افزایش نیاز به فضاهای سبز شهری، نقش پارک‌ها در حفظ شادابی و پویایی ساکنان و نیز در ایجاد میکروکلیما و تعدیل دمای شهری به‌شدت پررنگ شده است (عساکره و ارزانی، ۱-۱۴۰۲). درختان شهری فواید فراوانی برای شهروندان به ارمغان می‌آورند، اما آلرژی‌زایی گرده می‌تواند مشکلات بهداشتی را تشدید کند. بر اساس گزارش‌های معتبر، آلرژی به گرده تا حدود ۴۰ درصد از جمعیت اروپا را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با تغییرات اقلیمی و طولانی شدن فصل گرده، این معضل احتمالاً شدت می‌یابد (Calatayud and Cariñanos, 2024). گیاهان آنموفیل که باد محرک گرده‌افشانی آنها است، به‌عنوان منبع اصلی گرده در پوشش گیاهی شهری شناخته می‌شوند. این فرآیند آنموفیلی با توجه به تنوع گونه‌ای مخروطی و تغییرات محیطی می‌تواند شدیدتر شود (Cariñanos et al., 2019). گیاهان تحت تأثیر نوسانات کوتاه مدت محیطی ممکن است زمان آغاز، شدت و طول دوره گلدهی خود را تغییر دهند. تغییرات آب و هوایی و تجمع سرما می‌تواند نمو جوانه و تاریخ گلدهی را از سالی به سال دیگر دگرگون سازد. زمان یکی از مراحل گلدهی می تواند بر سایر مراحل تأثیر گذارد. برای مثال تاخیر در آغاز گلدهی می‌تواند زمان میوه‌دهی و برداشت را نیز به تأخیر بیندازد (Anderson et al., 2005). با این که زمان گلدهی به‌طور ژنتیکی تعیین می‌شود، عوامل محیطی و اکولوژیکی نقش مهمی در تعیین تاریخ دقیق آن ایفا می‌کنند و نمی‌توان تاریخ دقیق گلدهی را به‌طور قطعی از روی ژنتیک پیشبینی کرد. بنابراین شناخت دقیق عوامل مؤثر بر تاریخ گلدهی از اهمیت بالایی برخوردار است تا بتوان تخمین‌های دقیقی از تاریخ‌های گلدهی ارائه داد (صادقی و همکاران، ۱۴۰۲). گرده‌های Cupressaceae در ماه‌های سرد سال

فراوان‌ترین گرده‌های فضای سبز شهری هستند و تقریباً تنها گرده‌های آلرژی‌زای آن زمان محسوب می‌شوند که شیوع بالایی در هوا دارند. پس از این خانواده، گرده‌های Populus نیز در برخی مناطق مانند مادرید شایع است و معمولاً از نوامبر آغاز شده و تا پایان مارس یا اوایل آوریل ادامه می‌یابد (Chico-Fernández and Ayuga-Téllez, 2022). در شهرها پتانسیل آلرژی‌زایی گیاهان را هنگام انتخاب آنها برای فضای سبز شهری در نظر نگرفته‌اند و انتخاب معمولاً بر مبنای معیارهای دیگری همچون انعطاف‌پذیری به شرایط محلی، سهولت نگهداری و رشد، در دسترس بودن در خزانه‌های محلی، ارزش‌های زیبایی‌شناختی و همچنین پتانسیل‌های کاهش آلودگی هوا، تثبیت کربن و انتشار ترکیبات آلی فرار بیوژنیک (BVOCs) انجام می‌شود (Calatayud and Cariñanos, 2024). پارک لاله در منطقه ۶ تهران با مساحت ۳۵ هکتار، بر اساس داده‌های مربوط به آلودگی هوای شهر تهران، یکی از مناطق آلوده شهر محسوب می‌شود و به‌طور فزاینده‌ای مورد استفاده شهروندان قرار می‌گیرد. این پارک شامل درختانی از قبیل چنار، سرو، کاج و اقاقیا و ...و همچنین مناطقی برای کشت درختان مثمر است (عساکره و ارزانی، ۱۴۰۲-۲). هدف از پژوهش حاضر بررسی دانه گرده و طول دوره گلدهی درختان آنموفیل این پارک است تا در تحقیقات آتی به ارزیابی و مدیریت آلودگی‌های احتمالی در دانه‌های گرده پرداخته و راهبردهای طراحی و مدیریت فضای سبز شهری را با رویکرد سلامت محور ارائه دهد.

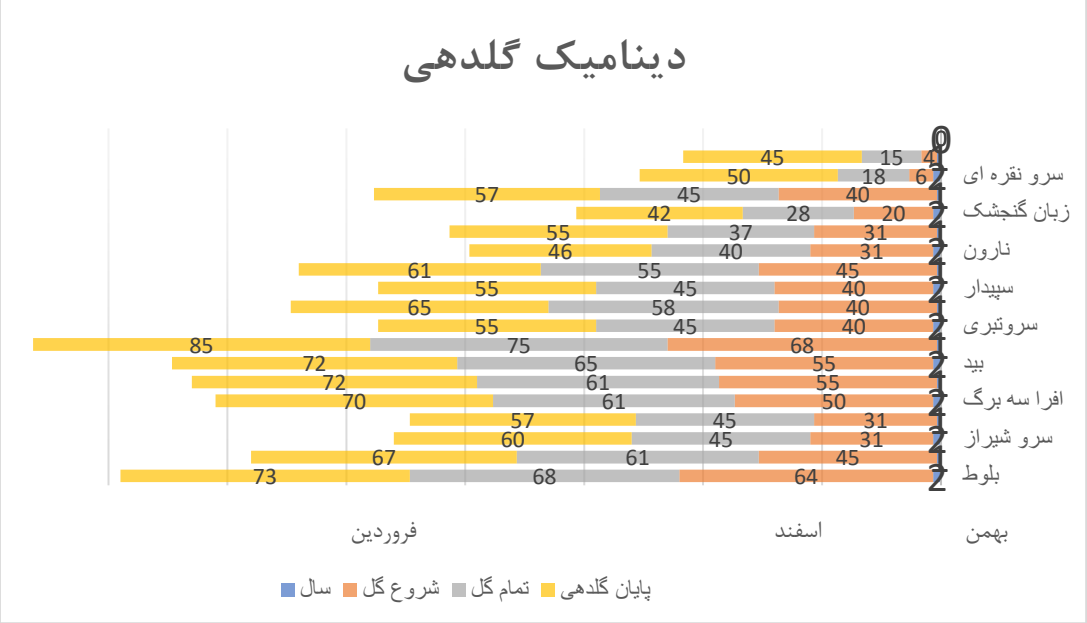
مواد و روش‌ها

پس از یک بررسی مقدماتی ۲ ساله در مناطق مختلف شهر تهران و بر اساس داده های هواشناسی، پارک لاله تهران جهت پژوهش بر روی درختان آنموفیل انتخاب شد (عساکره و ارزانی، ۱۴۰۲-۲). طول دوره گلدهی درختان آنموفیل و خصوصیات برگریز یا همیشه سبز درختان در پارک لاله تهران در دو سال ۱۴۰۲-۱۴۰۳ و ۱۴۰۳-۱۴۰۴ بررسی شد. با توجه به پراکندگی گسترده دانه گرده گیاهان آنموفیل، زمان گلدهی این گیاهان از زمستان تا بهار بررسی و جهت تعیین زمان گلدهی، هنگامی که ۱۰٪ از گلها باز شدند به عنوان شروع گلدهی و هنگامی که ۸۰ ٪ گلها باز شدند به عنوان مرحله تمام گل و پایان گلدهی مصادف با ریزش ۹۰٪ گلبرگها در نظر گرفته شد (Dehghani, 2010).

نتایج و بحث

در نتیجه شیوه‌های پراکنش دانه‌های گرده در گیاهان آنموفیل به ویژه در فضاهای سبز شهری می‌تواند به بلند بودن دوره گلدهی و تولید بیش از حد گرده منجر شود، که این امر یکی از عوامل اصلی آلرژی است. در فضای سبز شهری انواع مختلفی از سروها وجود دارند و دوره انتشار گرده در این گونه‌ها طولانی است و حجم تولید گرده بالا به‌عنوان یکی از عوامل مهم ایجاد آلرژی شناخته می‌شود. واکنش‌های نامطلوب ناشی از انتشار گرده‌های آلرژی‌زا در طول فصل گلدهی گیاهان، یکی از آسیب‌های عمده اکوسیستم‌های شهری است که رفاه ساکنان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Cariñanos et al., 2019) درختان چنار به‌دلیل ارائه خدمات اکوسیستمی، به‌طور گسترده در مناطق شهری به کار می‌روند. با این حال، عملکرد آنها همچنین می‌تواند دارای پیامدهای منفی یا آسیب‌های مرتبط مانند انتشار ترکیبات آلی فرار بیوژنیک (BVOCs) و آلرژن‌ها باشد (Cariñanos et al., 2020). در پارک‌ها، درختان چنار، زیتون و نارون به فراوانی کشت می‌شوند و همانطور که در نمودار ۱ نشان داده شده است، در پارک لاله نیز سرو، چنار و نارون وجود دارند. سروها زودتر از همه گیاهان در زمستان شروع به تولید دانه گرده کرده و دوره گلدهی آنها تا فروردین ماه ادامه می‌یابد. نارون و زبان‌گنجشک کوتاه‌ترین دوره‌های گلدهی را دارند. گونه‌های مختلف بید دارای طول دوره گلدهی نسبتا طولانی هستند. گیاهان بر پایه میکروکلیمای واقع شده در هر محل، زمان‌های گلدهی متفاوتی دارند. به‌طور کلی درختان چنار در طول فصل نوروز که شهروندان از فضای سبز استفاده می‌کنند، دانه‌های گرده زیادی دارند. هر چه طول دوره گلدهی طولانی‌تر باشد، به‌ویژه در فروردین ماه که شهروندان در پارک‌ها حضور بیشتری دارند، احتمال قرارگیری در معرض گرده‌های آلرژن افزایش می‌یابد. دانه‌های گرده به‌عنوان اصلی‌ترین ذرات بیولوژیک آلرژی‌زا در هوای شهری مطرح‌اند و به افزایش حساسیت فصلی کمک می‌کنند که می‌تواند منجر به التهاب ریوی، قرمزی چشم، اگزما و واکنش‌های گوارشی و آسم شود. در پژوهشی که آلرژی‌زایی دانه گرده ابریشم مصری را که دوره گلدهی بلندمدت از اردیبهشت تا آبان دارد بررسی کرده‌اند، نتیجه گرفته شد که آلرژی‌زایی آن به اندازه‌ای نیست که تحریک شدید سیستم ایمنی را به همراه داشته باشد، بنابراین کاشت این گونه در فضای سبز بلامانع است (زنگنه ناصری و همکاران، ۱۳۸۸). گلدهی می‌تواند در مناطق گرمتر زودتر آغاز شود و در نتیجه دوره کلی گلدهی گیاهان داخل شهر طولانی‌تر می‌شود.

گلدهی درختان پدیده‌ای است که هم می‌تواند کیفیت منظره شهری را بهبود بخشد و هم با اثرات منفی بر سلامت انسان ناشی از قرارگیری طولانی‌تر افراد آلرژیک در معرض گرده‌های هوا همراه باشد. بنابراین، توجه کردن به ابزارهای برنامه‌ریزی و مدیریت منظر، ویژگی‌های محیطی مرتبط با توسعه فصلی درختان، برای فضاهای سبز شهری مفید خواهد بود. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ارزیابی حساسیت‌زایی مرتبط با درختان شهری و فضاهای شهری راهبردهای تازه‌ای را در طراحی و برنامه‌ریزی فضاهای سبز شهری ارائه می‌کند و با انتخاب گیاهانی که حساسیت‌زایی کمتری دارند، فضاهای سبز شهری می‌تواند به فضاهایی سالم‌تر برای عموم تبدیل شود (Cariñanos et al., 2019). بر پایه پژوهش‌های اخیر، گیاهانی که طول دوره گلدهی کوتاه‌تری دارند و دارای قسمت‌های رویشی زیباتر هستند می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای طراحی فضای سبز شهری باشند. توجه به این نکته نه تنها زیبایی و جذابیت فضاهای سبز را افزایش می‌دهد، بلکه بهبود کیفیت هوای شهر و کاهش مشکلات بهداشتی مرتبط در بین ساکنان را نیز به دنبال دارد. به‌ویژه در شهرهای پرجمعیت که آلودگی هوا و مسائل بهداشتی به چالش‌های جدی تبدیل شده‌اند، انتخاب دقیق گیاهان می‌تواند تأثیرات مثبتی بر سلامت عمومی و روحیه شهروندان داشته باشد.



نمودار ۱- طول دوره گلدهی درختان پارک لاله در دو سال ۱۴۰۲-۱۴۰۳ و ۱۴۰۳- ۱۴۰۴(مبدا تاریخ ۱۴۰۳/۱۱/۱ است).

نام گیاه	سرو نقره ای		زبان گنجشک		نارون		سپیدار		سروتبری		بید		افرا سه برگ		سرو شیراز		بلوط		چنار		افرا پر گ چناری		لاوسون		کاج		توت
سال	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۲
شروع گل	۱۴۰۳/۱۱/۴	۱۴۰۳/۱۱/۶	۱۴۰۲/۱۲/۱۰	۱۴۰۳/۱۱/۲۰	۱۴۰۲/۱۲/۱	۱۴۰۳/۱۲/۱	۱۴۰۲/۱۲/۱۵	۱۴۰۳/۱۲/۱۰	۱۴۰۲/۱۲/۱۰	۱۴۰۳/۱۲/۱۰	۱۴۰۳/۱/۸	۱۴۰۳/۱۲/۲۵	۱۴۰۲/۱۲/۲۵	۱۴۰۳/۱۲/۲۰	۱۴۰۲/۱۲/۱	۱۴۰۳/۱۲/۲۰	۱۴۰۴/۱/۰۴	۱۴۰۲/۱۲/۲۵	۱۴۰۳/۱/۱	۱۴۰۴/۱/۰۵	۱۴۰۴/۱/۵	۱۴۰۳/۱/۱	۱۴۰۴/۱/۰	۱۴۰۲/۱۲/۲۵	۱۴۰۴/۱/۱۲	۱۴۰۳/۱/۳	۱۴۰۴/۱/۰۸
تمام گل	۱۴۰۱/۱۱/۱۵	۱۴۰۱/۱۱/۱۸	۱۴۰۱/۱۲/۱۵	۱۴۰۱/۱۱/۲۸	۱۴۰۲/۱۲/۲۷	۱۴۰۱/۱۲/۱۰	۱۴۰۱/۱۲/۲۵	۱۴۰۱/۱۲/۱۵	۱۴۰۱/۱۲/۲۸	۱۴۰۱/۱۲/۱۵	۱۴۰۳/۱/۱۵	۱۴۰۰/۱/۰۵	۱۴۰۳/۱/۱	۱۴۰۱/۱۲/۱۵	۱۴۰۱/۱۲/۱۵	۱۴۰۳/۱/۱	۱۴۰۰/۱/۰۸	۱۴۰۳/۱/۱	۱۴۰۳/۱/۱	۱۴۰۰/۱/۱۱	۱۴۰۳/۱/۸	۱۴۰۰/۱/۱۶	۱۴۰۳/۱/۷	۱۴۰۰/۱/۱۵	۱۴۰۰/۱/۲۵	۱۴۰۳/۱/۸	۱۴۰۰/۱/۱۲
پایان گل	۱۴۰۱/۱۲/۱۵	۱۴۰۱/۱۲/۲۰	۱۴۰۱/۱۲/۲۷	۱۴۰۱/۱۲/۱۲	۱۴۰۱/۱۲/۲۵	۱۴۰۱/۱۲/۱۶	۱۴۰۳/۱/۱	۱۴۰۱/۱۲/۲۵	۱۴۰۳/۱/۱۵	۱۴۰۱/۱۲/۳۰	۱۴۰۴/۱/۱۲	۱۴۰۳/۱/۲۵	۱۴۰۱/۱۲/۳۰	۱۴۰۴/۱/۱	۱۴۰۱/۱۲/۲۷	۱۴۰۳/۱/۱۲	۱۴۰۱/۱۰/۱۳	۱۴۰۳/۱/۷	۱۴۰۳/۱/۲۰	۱۴۰۱/۱۰/۱۶	۱۴۰۳/۱/۱۵	۱۴۰۱/۱۲/۳۰	۱۴۰۳/۱/۱۴	۱۴۰۱/۱۲/۳۰	۱۴۰۳/۱/۱۵	۱۴۰۱/۱۲/۳۰	۱۴۰۱/۱۲/۳۲

جدول۱- طول دوره گلدهی درختان پارک لاله در دو سال ۱۴۰۲-۱۴۰۳ و ۱۴۰۳- ۱۴۰۴.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت آزمایشگاه درختان میوه گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس شروع و در حال انجام است که بدینوسیله از حمایت‌های انجام شده، قدردانی می‌شود. از آقای مهندس احسان انتظاری سرپرست محترم فضای سبز دانشگاه صنعتی شریف جهت کمک و حمایت‌های همه جانبه ایشان کمال سپاسگزاری را دارد.

منابع

عساکره، ع. و ارزانی، ک. ۱۴۰۲–۱. نقش استفاده از درختان میوه در فضای سبز شهری تهران. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی ایران. ۸۵۲–۸۴۸.

عساکره، ع. و ارزانی، ک. ۱۴۰۲–۲. بررسی میزان آلودگی هوای محیط کشت درختان میوه در فضای سبز مناطق مختلف شهر تهران. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی ایران. ۸۶۲–۸۶۶.

زنگنه ناصری، م.، مجد، ا. و تجدد، گ. ۱۳۸۸. بررسی آلرژی‌زایی دانه‌های گرده ابریشم مصری (*Caesalpinia gilliesii*) از تیره حبوبات .(*Leguminosae*) مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. ۱۹(۱/۷۴): ۷۵–۸۲.

صادقی، ف.، ارزانی، ک. و پیری، س. ۱۴۰۲. مطالعه دینامیک گل و میوه‌دهی برخی از درختان میوه دانه‌دار و هسته‌دار در استان زنجان. ۲۴(۱): ۱۳۹–۱۵۶.

دهقانی، ب. ۱۳۸۹. بررسی ویژگی‌های رویشی، گل‌دهی و میوه ارقام (KS6، KS7، KS8، KS11، KS12 و KS13) گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd) در شرایط اقلیمی تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

Anderson, D. P., Nordheim, E. V., Moermond, T. C., Gone Bi, Z. B. and Boesch, C. 2005. Factors influencing tree phenology in Tai National Park. Cote d'Ivoire. Biotropica. 37(4): 631–640.

Cariñanos, P., Grilo, F., Pinho, P., Casares-Porcel, M., Branquinho, C., Acil, N., ... and Vilhar, U. 2019. Estimation of the allergenic potential of urban trees and urban parks: Towards the healthy design of urban green spaces of the future. International Journal of Environmental Research and Public Health. 16(8): 1357.

Cariñanos, P., Ruiz-Peñuela, S., Valle, A. M. and de la Guardia, C. D. 2020. Assessing pollination disservices of urban street-trees. The case of London-plane tree (*Platanus × hispanica* Mill. ex Münchh). Science of the Total Environment. 737: 139722.

Calatayud, V. and Cariñanos, P. 2024. Mapping pollen allergenicity from urban trees in Valencia. A tool for green infrastructure planning. Environmental Research. 252: 118823.

Chico-Fernández, J. and Ayuga-Téllez, E. 2022. Analysis of pollen concentrations from various tree pollen types and their interrelation with different airborne pollutants in the Madrid region (Spain). Sustainability. 14(9): 5259.

The order and duration of flowering period of some fruitful and non-fruitful anemophilous trees in the urban green space of Tehran.

Atefeh Asakereh[1*] and Kazem Arzani[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: a.asakereh@modares.ac.ir*

Abstract

Urban trees bring numerous benefits to citizens, but their allergenicity can pose health challenges. Anemophilous plants, whose pollen is dispersed by wind, tend to increase allergen exposure. This study examines the pollen characteristics and flowering periods of anemophilous species in Laleh Park, one of the polluted areas within Tehran's metropolitan regions. The species investigated include Cupressus, Platanus, Ulmus, Fraxinus, Salix and others, willow, and others. Pollen grain analysis indicates that pollen grains are abundant in these plants, and the longer the flowering period, the greater the exposure to plant pollen, thereby causing problems for individuals with allergies. The study shows that flowering periods vary and extend from late winter into early spring, with this duration influenced by factors such as climate change, microclimates, and plant varieties. Cypress trees have relatively long flowering and pollen production periods, which increases exposure to pollen. Given the importance of urban green space quality and its impact on life, the duration of flowering in these plants is a design consideration for urban landscapes. Consequently, urban green spaces should preferentially use species with shorter flowering periods and implement visual-appealing, vegetative combinations to minimize undesirable health impacts and to support health outcomes.

Keywords: Allergy, Laleh Park, Anemophilous trees, Flowering period, Urban green space.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی کارکرد ریشه چمن فستوکا تحت تأثیر آب‌های نامتعارف و باکتری‌های محرک رشد در دیوارهای سبز خارجی

منصوره جوزای[۱]، حسین زارعی[۱*]، سارا خراسانی‌نژاد[۱] و تقی میری[۲]
۱- علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه بیرمنگهام، B152TT، انگلستان
*نویسنده مسئول: *hosszarei@yahoo.co.uk*

چکیده

با توجه به اهمیت توسعه فضاهای سبز عمودی در محیط‌های شهری و چالش‌های موجود در تأمین منابع آبی سالم، استفاده از آب‌های نامتعارف و باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) به‌عنوان راهکاری پایدار مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر آب‌های نامتعارف (نظیر فاضلاب تصفیه‌شده) و تلقیح باکتری‌های محرک رشد بر کارکرد ریشه چمن فستوکا (*Festuca ovina glauca*)، در سیستم دیوار سبز خارجی انجام شد. در این پژوهش، آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی فروردین‌ماه تا آذرماه سال ۱۴۰۱ انجام شد. فاکتور اصلی تیمارهای آب‌های بازیافتی شامل سه سطح (آب خاکستری، پساب فاضلاب ناحیه کشف‌رود و آب لوله‌کشی شهری (شاهد) و فاکتور فرعی سویه‌های مختلف باکتری در چهار سطح به‌صورت ترکیبی از باکتری‌های مختلف شامل ترکیب B1 (*Psedoumonas flucrecens+ Azosporillum Liposferum+ Thiobacillus thioparus+ Aztobactor chorococcum*)، ترکیب B2 (*Paenibacillus polymyxa+ Pseudomonas fildensis+ Bacillus subtilis+ Achromobacter xylosoxidans+ Bacillus licheniformis*)، ترکیب B3 (*Pseudomonas putida+ Acidithiobacillus ferrooxidans+ Bacillus velezensis+ Bacillus subtilis+ Bacillus methylotrophicus+ Mcrobacterium testaceum*) و سطح شاهد بدون کاربرد باکتری بود. نتایج نشان داد که استفاده از آب‌های نامتعارف به‌ویژه در صورت ترکیب با باکتری‌های محرک رشد، موجب بهبود جذب عناصر غذایی از طریق افزایش قطر ریشه، سطح و حجم ریشه، گردید. در مجموع، تلفیق منابع آب جایگزین و کاربرد زیستی PGPR می‌تواند به‌عنوان راهکاری پایدار برای افزایش عملکرد چمن‌ها در دیوارهای سبز خارجی مطرح شود.

واژه‌های کلیدی: پایداری زیست‌محیطی، جذب عناصر غذایی، دیوارهای زیستی، سیستم ریشه، صرفه‌جویی در منابع آب، فیزیولوژی چمن.

مقدمه

در سال‌های اخیر، رشد جمعیت شهری و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی، نیاز به توسعه فضاهای سبز شهری را بیش از پیش آشکار ساخته است. یکی از راهکارهای نوین برای ارتقاء کیفیت محیط شهری، بهره‌گیری از دیوارهای سبز به‌ویژه در فضاهای محدود و عمودی می‌باشد. این سیستم‌ها نه تنها به بهبود کیفیت هوا و تعدیل دمای محیط کمک می‌کنند، بلکه نقش مؤثری در زیباسازی شهر و افزایش تنوع زیستی ایفا می‌نمایند (Mirzabaev et al., 2022).

با این حال، بهره‌برداری گسترده از دیوارهای سبز با چالش‌هایی از جمله مصرف بالای آب و محدودیت در تأمین منابع آبی سالم روبروست. در این راستا، استفاده از آب‌های نامتعارف نظیر فاضلاب تصفیه‌شده، پساب‌های خانگی و آب‌های خاکستری به‌عنوان منابع

جایگزین، توجه پژوهشگران و مدیران شهری را به خود جلب کرده است. اما استفاده از این منابع نیازمند بررسی دقیق تأثیر آن‌ها بر رشد و سلامت گیاهان زینتی مورد استفاده در دیوارهای سبز می‌باشد (Jozay et al., 2024a).

از سوی دیگر، باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) با توانایی‌هایی همچون تثبیت نیتروژن، تولید هورمون‌های رشد، افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود مقاومت گیاه در برابر تنش‌ها، به‌عنوان ابزاری کارآمد در افزایش بهره‌وری سیستم‌های سبز شهری مطرح شده‌اند (Rosa et al., 2022). ترکیب این عوامل زیستی با منابع آبی جایگزین می‌تواند راهکاری پایدار برای کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی و ارتقاء کارایی سیستم‌های آبیاری در فضای سبز عمودی باشد . این مطالعه می‌تواند راهگشای توسعه پایدارتر دیوارهای سبز و ارتقاء کیفیت فضای سبز شهری با استفاده از منابع زیستی و بازیافتی باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت سیستم اجرایی مدولار دیوار سبز خارجی در استان خراسان رضوی و شهر مشهد، در بلوار پیامبر اعظم بر دیوار نمای یکی از ساختمان‌های یک طبقه واقع در سردخانه پیرشا طی دو سال و در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. در واقع محل دقیق آزمایش روی دیواری به طول ۱۸ متر در محوطه بیرونی سردخانه پیرشا واقع در شمال شهر مشهد (ارتفاع از سطح دریا ۹۹۵ متر، مختصات جغرافیایی، ۳۶ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی، ۵۹ درجه و ۳۶ درجه شرقی) بود. فاکتور اصلی کیفیت آب آبیاری به‌صورت تیمارهای آب‌های بازیافتی شامل (آب خاکستری جمع‌آوری شده از آب باران و سینک دوقلو مخصوص آبکشی و شستشوی میوه و سبزی، پساب فاضلاب خام از ناحیه کشف‌رود و آب لوله‌کشی شهری (شاهد) در نظر گرفته شد. فاکتور اصلی در سه مخزن تانک اصلی جمع و به‌صورت آبیاری قطره‌ای به گیاه اعمال شد و میزان آبیاری در حد ۸۰٪ ظرفیت زراعی خاک مورد استفاده بوده است که بر اساس دبی قطره چکان‌ها تنظیم گردید (Jozay et al., 2024b). فاکتور فرعی سویه‌های مختلف باکتری زیستی در چهار سطح و به‌صورت تلقیح در بستر کشت در چهار طرف ریشه گیاه (دور محیط ریشه) اعمال گردید و برای هر گیاه ۲۰ سی‌سی استفاده شد. طول ریشه با خط‌کش با دقت یک میلی‌متر، تعداد ریشه‌ها با شمارش، قطر ریشه با کولیس دیجیتال، سطح ریشه با استفاده از اسکنر و نرم‌افزار تحلیل تصویر (روش دیجیتال) و حجم ریشه از طریق اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم مشخصی از آب با دقت ۰/۱ میلی‌لیتر در استوانه مدرج در پایان هر آزمایش محاسبه شد (اخوان و همکاران، ۱۳۹۱).

نتایج و بحث

در این پژوهش، به بررسی تعامل میان منابع آبی نامتعارف و باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و ریشه‌ای چمن فستوکا در دیوارهای سبز خارجی پرداخته شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، استفاده از باکتری‌های محرک رشد موجب تفاوت معنی‌داری در صفت طول ریشه نشد. با این حال، اثر ساده باکتری بر تمامی صفات ریشه چمن فستوکا به‌جز قطر ریشه در سطح اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار بود. همچنین، اثر ساده تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر هیچ‌یک از صفات ریشه نداشت. در عین حال، اثر متقابل آبیاری و باکتری بر تمامی صفات ـ به استثنای سطح ریشه در سطح اطمینان حداقل ۹۵٪ معنی‌دار گزارش شد. (جدول ۱).

جدول ۱ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف نوع آب آبیاری و نوع باکتری بر صفات ریشه چمن فستوکا.

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر ریشه	سطح ریشه	حجم ریشه
بلوک	۲	۰/۰۳	۱۷۷/۴۱	۱۱/۸۶
آبیاری	۲	۰/۰۳^{ns}	۱۶۵۹/۶۲^{ns}	۵۶/۶۹^{ns}
خطای عامل اصلی	۴	۰/۰۱	۶۹۴/۵۳	۲۹/۷۷
باکتری	۳	۰/۰۳^{ns}	۵۵۰۴/۴۱**	۳۸۲/۲۵**
آبیاری× باکتری	۶	۰/۰۶*	۱۱۳۸/۵*	۷۶/۵۸**
خطا عامل فرعی	۱۸	۰/۰۱	۲۹۲/۰۶	۱۶/۸۰

^{ns}، * و ** به‌ترتیب نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

روند تغییرات صفات ریشه با کاربرد باکتری B1 و آبیاری چمن فستوکا با هر سه نوع آب مانند هم می‌باشد و تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر افزایش قطر و سطح ریشه دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد کاربرد سویه‌های باکتری در پساب فاضلاب شهری و ترکیب باکتری B2 در آب خاکستری به‌طور همزمان بیشترین حجم ریشه را ایجاد کرد. در حالیکه عدم کاربرد باکتری و آبیاری گیاهان با آب شهری نسبت به سایر تیمارها کمترین حجم ریشه را به‌خود اختصاص داد (جدول۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل انواع آب آبیاری و سویه‌های باکتری بر صفات ریشه چمن فستوکا.

نوع آب آبیاری	نوع باکتری	قطر ریشه (میلی‌متر)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)
آب خاکستری	B1	۰/۶۷a±۰/۰۵	۱۲۱/۰۵bc±۱۱/۵۵	۲۲/۰۰bcd±۲/۸۲
	B2	۰/۲۲b±۰/۰۰	۱۳۶/۲۵abc±۲۰/۷۴	۴۰/۰۰a±۲/۱۶
	B3	۰/۲۹ab±۰/۰۳	۱۱۶/۳۹bc±۴/۱۶	۲۲/۰۰bcd±۲/۸۲
	B0	۰/۳۲ab±۰/۰۵	۹۷/۷۹c±۳/۴۱	۱۶/۰۰cd±۱/۵۲
پساب فاضلاب شهری	B1	۰/۲۴b±۰/۰۹	۱۵۴/۳۲ab±۱۴/۵۰	۲۹/۶۶ab±۰/۷۲
	B2	۰/۲۸ab±۰/۰۱	۱۸۲/۲۱a±۲/۹۸	۲۸/۳۳abc±۳/۱۳
	B3	۰/۲۷ab±۰/۰۵	۱۱۲/۸۶bc±۴/۱۳	۲۹/۶۶ab±۰/۷۲
	B0	۰/۳۱ab±۰/۰۴	۹۲/۶۶c±۵/۴۵	۱۷/۶۶bcd±۱/۶۵
آب شهری	B1	۰/۳۷ab±۰/۱۵	۱۵۰/۰۸ab±۳/۵۰	۲۵/۰۰bcd±۱/۶۹
	B2	۰/۴۷ab±۰/۰۶	۱۱۵/۵۰bc±۷/۸۸	۲۵/۳۳bcd±۱/۶۵
	B3	۰/۴۶ab±۰/۰۴	۹۰/۸۶c±۱/۴۳	۲۵/۰۰bcd±۱/۶۹
	B0	۰/۲۰b±۰/۰۱	۹۶/۴۵c±۰/۵۸	۱۳/۰۰d±۱/۴۱

حروف لاتین کوچک متفاوت در هر ستون جدول، نشان دهنده اختلاف معنادار بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال حداقل ۵ درصد است. داده‌ها نشان‌دهنده ± ۱خطای استاندارد (SE).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، افزایش تعداد ریشه‌های جانبی و ریشه‌های مویین باعث اضافه شدن سطوح ریشه برای جذب مواد مغذی و آب می‌شود. جذب بیشتر آب و مواد مغذی توسط ریشه‌های تلقیح شده باعث بهبود وضعیت آبی گیاهان می‌شود که به نوبه خود می‌تواند عامل اصلی افزایش رشد گیاه باشد (Etesami and Maheshwari, 2018). Tanaka و همکاران (۲۰۰۶) افزایش زیست‌توده را مرتبط با افزایش صفات رشدی ریشه گزارش کردند و مکانیسم آن را این‌گونه شرح دادند که سیتوکینین از ریشه‌ها گرفته شده‌اند و در محل ریشه‌ها بیوسنتز می‌شوند. در آزمایش فعلی، نتایج بیانگر این بود که طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، قطر ریشه، در گیاهان مورد مطالعه زمانی‌که بستر کشت با سویه‌های باکتری تلقیح شدند افزایش یافتند و این یافته‌ها با نتایج محققان مذکور همسو بود. این امر نشان می‌دهد که نقش هم‌افزایی باکتری‌های محرک رشد در افزایش تحمل گیاه به تنش‌های ناشی از کیفیت آب، به ویژه در گونه‌های حساس‌تر، قابل توجه است. نتایج حاصل از این پژوهش، تأکیدی بر ضرورت استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید در سیستم‌های سبز شهری به‌ویژه دیوارهای سبز خارجی دارد، جایی که محدودیت منابع آب سالم و افزایش تنش‌های محیطی چالشی جدی برای پایداری این سیستم‌ها محسوب می‌شود. انتخاب گونه‌های گیاهی مقاوم همراه با استفاده هدفمند از تیمارهای زیستی می‌تواند به‌عنوان راهکاری پایدار برای حفظ کیفیت پوشش سبز شهری مطرح گردد.

منابع

اخوان، س.، شعبان‌پور، م.، اصفهانی، م. ۱۳۹۱. اثر تراکم خاک و بافت خاک بر رشدریشه و اندام هوایی گندم. مجله آب و خاک. ۲۶(۳): ۷۳۵-۷۲۷.

Etesami, H. and Maheshwari, D. K. 2018. Use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth-promoting traits in stress agriculture: Action mechanisms and future prospects. Ecotoxicology and Environmental Safety. 156: 225–246.

Jozay, M., Zarei, H., Khorasaninejad, S. and Miri, T. 2024a. The impact of plant growth-promoting bacteria on the functional and thermodynamic traits of *Aptenia cordifolia* and *Carpobrotus edulis* under recycled water irrigation in external green wall conditions. Agricultural Water Management. 306: 109198.

Jozay, M., Zarei, H., Khorasaninejad, S. and Miri, T. 2024b. Exploring the impact of plant growth-promoting bacteria in alleviating stress on *Aptenia cordifolia* subjected to irrigation with recycled water in multifunctional external green walls. BMC Plant Biology. 24(1): 802.

Mirzabaev, A., Sacande, M. and Motlagh, F. 2022. Economic efficiency and targeting of the African Great Green Wall. Nature Sustainability. 5: 17–25.

Rosa, P. A. L., Galindo, F. S., Oliveira, C. E. d. S., Jalal, A., Mortinho, E. S., Fernandes, G. C., Marega, E. M. R., Buzetti, S. and Teixeira Filho, M. C. M. 2022. Inoculation with plant growth-promoting bacteria to reduce phosphate fertilization requirement and enhance technological quality and yield of sugarcane. Microorganisms. 10: 192.

Tanaka, M., Takei, K., Kojima, M., Sakakibara, H. and Mori, H. 2006. Auxin controls local cytokinin biosynthesis in the nodal stem in apical dominance. Plant Journal. 45: 1028–1036.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Root Performance of *Festuca ovina* under the Influence of Non-Conventional Water and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in External Green Walls

Mansoure Jozay[1], Hossein Zarei[1*], Sara Khorasaninejad[1] and Taghi Miri[2]
1. Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. School of Chemical Engineering, University of Birmingham, B15 2TT, United Kingdom
[*]*Corresponding Author: hosszarei@yahoo.co.uk*

Abstract

Considering the growing importance of vertical green spaces in urban environments and the challenges in securing safe water resources, the use of non-conventional water and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) has gained attention as a sustainable solution. This study aimed to investigate the effect of non-conventional waters (such as treated wastewater) and PGPR inoculation on the root performance of *Festuca ovina* glauca in an external green wall system. The experiment was conducted using a split-plot design based on a randomized complete block design with three replications, from April to December 2022. The main factor included three irrigation water sources (grey water, waste water of Kashfroud area and urban water (control)), while the sub-factor comprised four bacterial treatments: B1 (*Pseudomonas fluorescens* + *Azospirillum lipoferum* + *Thiobacillus thioparus* + *Azotobacter chroococcum*), B2 (*Paenibacillus polymyxa* + *Pseudomonas fildensis* + *Bacillus subtilis* + *Achromobacter xylosoxidans* + *Bacillus licheniformis*), B3 (*Pseudomonas putida* + *Acidithiobacillus ferrooxidans* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus methylotrophicus* + *Microbacterium testaceum*), Control (no bacterial application). The results showed that non-conventional water, particularly when combined with PGPR, significantly enhanced nutrient uptake by increasing root diameter, root surface area, and root volume. Overall, the integration of alternative water sources and biological PGPR application presents a sustainable approach to enhancing grass performance in outdoor green walls.

Keywords: Environmental sustainability, Grass physiology, Living walls, Nutrient uptake, Root system, Water conservation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه تنوع و ساختار ژنتیکی جمعیت‌های *Dionysia cespitosa* در ایران با استفاده از صفات مورفولوژیکی و توالی یابی ناحیه ITS ژن rDNA

محمد امین فتح‌اللهی دهکردی[1*]، بهروز شیران[1]، مسعود عابدیان[1] و امین زراعتکار[2]

۱- گروه اصلاح و نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بیختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *aminfathollahi39@gmail.com*

چکیده

گونه *D. cespitosa* از سرده عروس سنگ با نام علمی *Dionysia*، متعلق به خانواده پامچالیان (Primulaceae)، یکی از گونه‌های صخره‌زی بومی ایران با پراکنش گسترده در مناطق زاگرس است که به سه زیر گونه ssp. *bolivari*، ssp. *cespitosa*، ssp. *isophylla* تقسیم بندی شده است. این پژوهش با هدف بررسی تنوع و ساختار ژنتیکی هفت جمعیت این گونه در استان‌های چهارمحال و بختیاری و اصفهان انجام شد .تنوع ژنتیکی این گونه با استفاده از توالی‌یابی ناحیه ITS و بررسی صفات کمی مورفولوژیکی انجام گردید. نتایج آنالیز مولکولی نشان داد، گونه *D. cespitosa* از دو مخزن ژنتیکی (k=2) تشکیل شده است. نتایج نشان داد که اکثر جمعیت‌ها به یک مخزن ژنتیکی تعلق دارند، اما جمعیت‌های ۴ و ۶ به دو مخزن ژنتیکی وابسته‌اند که احتمالاً ناشی از اختلاط ژنتیکی (admixture genetic) با گونه‌های دیگر *Dionysia* است. علاوه بر این نتایج تجزیه واریانس مولکولی AMOVA حاکی از آن بود که ۶۳/۲۷٪ تنوع ژنتیکی درون جمعیتی و ۳۶/۷۳٪ تنوع بین جمعیتی است که نشان دهنده‌ی تنوع بالای درون جمعیتی به دلیل عوامل محیطی یا رانش ژنتیکی به دلیل دگرگشن بودن این گونه است. آنالیز تجزیه واریانس ANOVA نیز تفاوت معنی‌دار صفات مورفولوژیکی را تأیید کرد که نشان دهنده‌ی اهمیت بالای صفات انتخابی مورد نظر است. از این رو با توجه به اینکه این گونه درمعرض خطر انقراض است و تنوع ژنتیکی بالایی دارد و این مطالعه، به‌عنوان اولین بررسی ژنتیکی در سطح جمعیت‌های *D. cespitosa*، اطلاعات ارزشمندی برای درک روابط تکاملی و تدوین استراتژی‌های حفاظتی در برابر تهدیدات زیست‌محیطی ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، ساختار جمعیتی، ناحیه ITS، نشانگر مورفولوژیکی، عروس سنگ.

مقدمه

گیاه عروس سنگ با نام علمی *Dionysia* از خانواده پامچالیان است که اولین با توسط Fenzel در سال ۱۸۴۳ کشف شد. سرده *Dionysia* به طور انحصاری به ناحیه ایرانوتورانی تعلق دارد و به طور عمده در کوه‌های نسبتا مرتفع تا مرتفع فلات ایران (محدوده *Florica Iranica*) یافت می‌شود. تا به امروز حدود ۶۴ گونه از سرده‌ی *Dionysia* یافت شده است. مهم‌ترین رویشگاه‌های این سرده در ایران استان‌های فارس، چهارمحال و بختیاری، اصفهان و لرستان هستند. فرم گونه‌ها به صورت بالشتکی است که در فصل بهار با جام‌های زرد، بنفش، صورتی و ندرتا سفید شکوفا می‌شوند. این سرده اغلب در زیستگاه‌های صخره‌ای و کوهستانی رشد می‌کنند و به دلیل تنوع بالا در مناطق خشک و کوهستانی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. مطالعات قبلی روی جنس *Dionysia* عمدتا بر شناسایی گونه جدید و بررسی‌های مورفولوژیکی گونه‌های گزارش شده است. مهم‌ترین مطالعه جامعه توسط Lidén (2007) انجام شد که در این مطالعه به بررسی تاکسونومیکی گونه‌هایی که تا آن زمان گزارش پرداخته شد. گونه *Dionysia cespitosa* به عنوان یک گونه بومی ایران شناخته می‌شود و به دلیل پراکنش گسترده در زاگرس، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هرچند گونه‌های عروس سنگ کمتر دچار زیر تقسیمات زیرگونه‌ایی شده‌اند، اما گونه *D. cespitosa* به سه زیرگونه ssp. *bolivari*، ssp. *cespitosa*، ssp. *isophylla* تقسیم بندی گردید. بررسی تنوع و ساختار ژنتیکی در سطح جمعیت می‌تواند به درک بهتر روابط تکاملی و سازگاری‌های اکولوژیکی این گونه کمک کند. این اطلاعات

همچنین برای تدوین استراتژی‌های حفاظتی، به ویژه در برابر تهدیداتی مانند تغیرات تخریب زیستگاه ضروری است. بررسی تنوع ژنتیکی را می‌توان با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی انجام داد. نشانگرهای مورفولوژیکی به صفات قابل بصری در اندام‌های رویش و زایشی در گیاه اشاره می‌کند که می‌توان به وسیله این نشانگر به تاریخچه تکاملی گیاهان پی‌برد. اما با استفاده از نشانگرهای مولکولی می‌توان با بررسی ترتیب نوکلئوتیدها در توالی‌یابی DNA تغیرات ژنتیکی موجود در گونه‌های گیاهی را بررسی کرد. یکی از بهترین نشانگرهای مولکولی که اطلاعات جامع‌تری نسبت به سایر نشانگرها ارائه می دهد، ناحیه رونوشت بردار داخلی (ITS) ژن هسته‌ای (rDNA) است. ناحیه رونوشت بردار داخلی یکی از پرکاربردترین نواحی DNA برای بررسی سیستماتیک گیاهان در سطح گونه است. مطالعات نشان داده است ناحیه‌ی ITS به دلیل این که از والدین پدری و مادری به ارث می‌رسند نسبت به توالی‌های ژنوم کلروپلاستی که از یک والد به ارث می‌رسند، برای بررسی‌های فیلوژنتیک موثرتر هستند. ناحیه‌ی ITS، توالی‌هایی مناسب جهت بررسی روابط فیلوژنتیک به حساب می آیند. DNA ریبوزومی از واحدهای تکراری پشت سر هم تشکیل شده که هر واحد شامل سه زیر واحد ۲۸S، ۵/۸S و ۱۸S می‌باشد که بین ناحیه‌ی ۵/۸S و ۱۸S ناحیه‌ی ITS1 و بین ناحیه‌ی ۵/۸S و ۲۸S ناحیه‌ی ITS2 وجود دارد. ناحیه‌های ITS1 و ITS2 به همراه ناحیه‌ی ژنی ۵/۸S طولی حدود ۷۰۰bp دارد. ناحیه‌ی ITS ترجمه نمی شود به همین دلیل کمتر تحت فشار عملکردی است و سرعت بالای تکاملی آن، این ناحیه را برای بررسی روابط فیلوژنتیکی مناسب کرده است (Álvarez & Wendel, 2003). هدف این پژهش بررسی تنوع و ساختار ژنتیکی هفت جمعیت از گونه *D. cespitosa* است، که نخستین مطالعه در رابطه با بررسی ژنتیکی گونه‌های سرده *Dionysia* در سطح جمعیت در دنیا است.

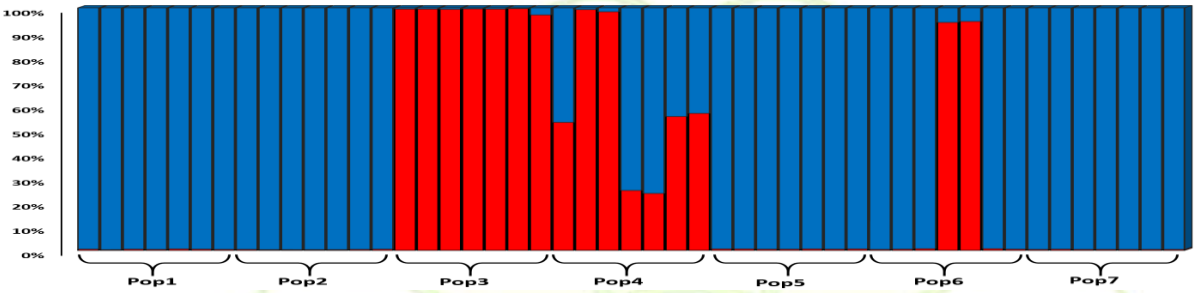
مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی ۴۹ نمونه از هفت جمعیت *D. cespitosa* در استان‌های چهار محال و بختیاری و اصفهان انجام شد. جمعیت‌ها شامل ssp. *bolivari* (جمعیت ۱، ۲، ۳و ۴) ، ssp. *cespitosa* (جمعیت ۵ و ۶) و ssp. *isophylla* (جمعیت ۷) هستند. نمونه برداری در سال ۱۴۰۳ در فصل بهار، صورت گرفت. فاصله جمع آوری نمونه‌ها از هم در هر جمعیت برای بررسی مولکولی و مورفولوژیکی حداقل ۵۰ متر بود. نمونه‌های مولکولی به آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه شهرکرد انتقال داده شدند و نمونه‌های هرباریومی به مرکز تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری بخش مرتع و جنگل انتقال داده شدند. DNA ژنومی با روش CTAB از بافت برگ استخراج شد و کیفیت و کمیت DNA استخراج شده به وسیله الکتروفورز ژل آگارز ۱/۲ درصد و اسپکتروفتومتر مورد بررسی قرار گرفت. ناحیه ITS با استفاده از پرایمرهای C26A (GTTTCTTTTCCTCCGCT) و N-nc18s10 (AGGAGAAGCGTAACAAG) تکثیر و توالی- یابی شد. توالی‌ها در GenBank با شماره‌های PQ409179 تا PQ409227 ثبت شدند. تحلیل ساختار ژنتیکی جمعیت‌ها با استفاده از نرم افزار STRUCTURE (v2.3.4) انجام شد (Li and Liu, 2018). تجزیه واریانس مولکولی (AMOVA) یکی از روش‌های قدرتمند برای بررسی تنوع ژنتیکی در سطوح مختلف جمعیت‌ها است و برای محاسبه میزان تمایز ژنتیکی بین و درون جمعیت‌ها به کار می‌رود. در این مطالعه، AMOVA بر اساس روش Pairwise Differences و با استفاده از نرم‌افزار Arlequin 3.5 انجام گردید (Excoffier and Lischer, 2010). به منظور بررسی موفولوژیکی ۶ صفت کمی با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز تجزیه واریانس (ANOVA) با روش طرح کاملاتصادفی انجام گردید تا صفات کمی که دارای تفاوت معنی داری بین جمعیت‌ها هستند مشخص گردد. صفات کمی شامل: ۱- ارتفاع گیاه ۲- طول برگ ۳- طول برگه ۴- طول دمگل آذین ۵-طول دم گل ۶- طول خامه.

نتایج و بحث

عمده جمعیت‌ها به یک مخزن ژنتیکی تعلق دارند (جمعیت ۱، ۲، ۵، ۷) که با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند (شکل ۱). .به جز جمعیت ۱ و ۲ سایر جمعیت‌های متعلق به این مخزن ژنتیکی با هیچ گونه‌ی دیگری از سرده‌ی *Dionysia* همزیستی ندارند. جمعیت ۳ متعلق به مخزن ژنتیکی دوم تعلق دارد که با رنگ آبی نمایش داده‌شده است و با گونه‌های دیگر سرده *Dionysia* رشد نمی‌کند. اما نتایج نشان دادند جمعیت ۴ و ۶ متعلق به دو مخزن ژنتیکی (آبی و قرمز) هستند که در جمعیت ۴ می‌تواند به دلیل اختلال ژنتیکی با گونه‌های *D. bakhtiarica* و *D. revoluta* باشد که همراستا با نتایج Younesi و همکاران (2017) بود که

نشان داد در برخی جمعیت‌ها که با سایر گونه‌های *Dionysia* همزیستی دارند، اختلال ژنتیکی وجود دارد. هم چنین نتایج AMOVA نشان داد (جدول ۱) واریانس بین جمعیت‌ها ۳۶/۷۳% از واریانس کل را شامل می‌شود، درحالی که واریانس درون جمعیت‌ها ۶۳/۲۷ درصد از کل واریانس ژنتیکی را به خود اختصاص داده، که نشان می‌دهد بیش‌تر تنوع ژنتیکی در درون جمعیت‌ها وجود دارد که می‌تواند ناشی از عوامل محیطی نظیر شرایط زیست محیطی یا رانش ژنتیکی در درون جمعیت‌ها باشد. نتایج این مطالعه با یافته‌های Younesi و همکاران (2017) همخوانی دارد که نشان دادند تنوع درون جمعیتی گونه‌های *D. revoluta* بیش‌تر از تنوع بین جمعیتی است. بعلاوه نتایج نشان می‌دهد که گونه‌های مختلف *Dionysia* از طریق دگرگوشنی و جریان ژنی، نقش کلیدی در شکل‌دهی به ساختار درون جمعیتی ایفا می‌کنند. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) تمام صفات کمی در سطح احتمال ۱٪=α اختلاف معنی داری دارند (جدول ۴-۸). این نتایج نشان دهنده‌ی وجود تنوع مورفولوژیکی قابل توجه میان جمعیت‌های مورد مطالعه است. این یافته‌ها با نتایج Geber و Griffen (2003) هم‌سو هستند، که نشان دادند صفات مربوط با رشد معمولاً به دلیل تطابق با محیط، انعطاف پذیری بیش‌تری دارند.



شکل ۱- ساختار ژنتیکی هفت جمعیت *D. cespitosa* در دو خوشه ژنتیکی (k=2).

جدول ۱- نتایج حاصل از واریانس مولکولی (AMOVA) هفت جمعیت گونه *D. cespitosa*.

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean Squares	Percentage of Variation
Among Populations	6	9.61	1.6	36.73
Within Populations	42	13.28	0.31	63.27
Total	48	22.89		100

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه واریانس (ANOVA) برای ۶ صفت کمی در گونه *D. cespitosa*.

		میانگین مربعات				
منابع تغییر	درجه ازادی	ارتفاع گیاه	طول برگ	طول برگه	طول دمگل آذین	طول دمگل	طول خامه
نمونه	۴۸	۸۵۵/۲۲**	۳/۱۳**	۷/۷۶**	۱۳۳/۷**	۷/۷۱**	۷۴/۳۲**
خطا	۹۸	۱۸/۳۶	۰/۶۲	۰/۶۸	۱۰/۵۸	۱/۱۸	۸/۳۸
ضریب تغیرات		۸/۲۹	۱۳/۹۰	۱۱/۴۹	۲۷/۸۷	۳۰	۱۷/۰۲

منابع

Álvarez, I. and Wendel, J. F. 2003. Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. Molecular Phylogenetics and Evolution. 29(3): 417–434.

Excoffier, L. and Lischer, H. E. 2010. Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. Molecular Ecology Resources. 10(3): 564–567.

Geber, M. A. and Griffen, L. R. 2003. Inheritance and natural selection on functional traits. International Journal of Plant Sciences. 164(S3): S21–S42.

Li, Y. L. and Liu, J. X. 2018. StructureSelector: A web-based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods. Molecular Ecology Resources. 18(1): 176–177.

Lidén, M. 2007. The genus *Dionysia* (Primulaceae), a synopsis and five new species. Willdenowia. 37(1): 37–63.

Lidén, M. and Mehregan, I. 2023. *Dionysia* (Primulaceae): The cushion primroses. Acta Universitatis Upsaliensis.

Murray, M. and Thompson, W. 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. Nucleic Acids Research. 8(19): 4321–4326.

Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-DelBarrio, J. C., Guirao-Rico, S., Librado, P., Ramos-Onsins, S. E. and Sánchez-Gracia, A. 2017. DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. Molecular Biology and Evolution. 34(12): 3299–3302.

Younesi, S., Assadi, M., Nejadsattari, T. and Mehregan, I. 2017. Morphology and assessment of genetic structure and diversity of *Dionysia revoluta* (Primulaceae) in Iran. Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 18(3): 1173–1178.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Study of Genetic Diversity and Population Structure of *Dionysia cespitosa* in Iran with Using Morphological Traits and ITS region of rDNA gene

Mohammadamin Fathollahi Dehkordi[1*], Behrouz Shiran[1], Masoud Abedian-Chermahini[1] and , Amin Zeraaatkar[2]

1. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Shahrekord, Iran

[*]Corresponding Author: aminfathollahi39@gmail.com

Abstract

Dionysia cespitosa, a rock-dwelling species of the *Dionysia* genus within the Primulaceae family, is an endemic plant of Iran with a wide distribution in the Zagros region, classified into three subspecies: *ssp. bolivari*, *ssp. cespitosa*, and *ssp. isophylla*. This study aimed to investigate the genetic diversity and structure of seven populations of this species in Chaharmahal and Bakhtiari and Isfahan provinces. Genetic diversity was assessed through sequencing of the Internal Transcribed Spacer (ITS) region and analysis of quantitative morphological traits. Molecular analysis revealed that *D. cespitosa* comprises two genetic clusters (K=2). Results indicated that most populations belong to a single genetic cluster, while populations 4 and 6 are associated with both clusters, likely due to genetic admixture with other *Dionysia* species. Furthermore, Analysis of Molecular Variance (AMOVA) showed that 63.27% of genetic variation is within populations, and 36.73% is between populations, reflecting high intra-population diversity attributed to environmental factors or genetic drift due to the species' outcrossing nature. Analysis of Variance (ANOVA) confirmed significant differences in morphological traits, highlighting the importance of the selected traits. Given the species' endangered status and high genetic diversity, this study, as the first genetic investigation at the population level for *D. cespitosa*, provides valuable insights into evolutionary relationships and informs conservation strategies to mitigate environmental threats.

Key words: Dionysia, Genetic diversity, ITS region, Morphological marker.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر محلول‌پاشی ملاتونین و اسید آسکوربیک بر رنگیزه‌های گیاهی گل همیشه‌بهار در شرایط گلخانه‌ای

بهار علینقی لنگری[1*]، وحید رضا صفاری[1]، صفورا سعادتی[1] و علی اکبر مقصودی مود[2]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۲- گروه ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: *bahar.alinaghi79@agr.uk.ac.ir*

چکیده

گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)، علاوه بر کاربردهای دارویی، غذایی و زینتی، یکی از گل‌های فصلی و پرمصرف در طراحی فضای سبز ایران است. ملاتونین که به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد (شبه هورمون) گیاهی شناخته می‌شود، نقش کلیدی در بهبود فرآیندهای زیستی از جمله فتوسنتز و افزایش راندمان فعالیت‌های گیاهان ایفا می‌کند. از سوی دیگر، اسید آسکوربیک (ویتامین C) به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی، در حفاظت از سلول‌های گیاهی و افزایش پایداری رنگیزه‌ها نقش مهمی دارد. هدف اصلی این پژوهش، بررسی اثرات متقابل ملاتونین و اسید آسکوربیک بر میزان رنگیزه‌های گیاهی از جمله کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید در گل همیشه‌بهار رقم اصفهانی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و در شرایط کنترل شده گلخانه‌ای در پاییز ۱۴۰۳ اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل ملاتونین (۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار) و اسید آسکوربیک (۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بودند، که در دو مرحله ۶- ۸ برگی و دو هفته پس از آن محلول‌پاشی شدند. نتایج نشان داد که استفاده از تمامی تیمارها منجر به افزایش معنادار رنگیزه‌های گیاهی نسبت به شاهد شد. به طور ویژه اثر متقابل محلول‌پاشی ملاتونین با غلظت ۱۰۰ میکرومولار و اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، بیشترین تأثیر را بر افزایش محتوای رنگیزه‌های کلروفیلی داشت به گونه‌ای که مقادیر کلروفیل a، b و کل به ترتیب ۱۱۴/۲۲ درصد، ۱۱۵/۴۶ درصد، ۱۱۴/۸۴ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان دادند. همچنین، ترکیب ملاتونین با غلظت ۱۵۰ میکرومولار و اسید آسکوربیک ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، بیشترین افزایش را در میزان رنگیزه کاروتنوئید داشت و موجب افزایش ۱۳۸/۱۷ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد.

کلمات کلیدی: اسید آسکوربیک، رنگیزه‌های فتوسنتزی، ملاتونین، همیشه‌بهار.

مقدمه

گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)، یک گیاه علفی یک ساله از خانواده Asteraceae است، که منشأ آن جنوب اروپا و مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد و در سراسر جهان کشت می‌شود. این گیاه به دلیل توانایی سازگاری بالا با شرایط مختلف محیطی و قابلیت رشد در انواع خاک، به طور گسترده در مناطق نیمه‌گرمسیری پرورش داده می‌شود و به عنوان گیاهی زینتی و دارویی فضاهای سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Azizi et al., 2024). اثرات مثبت تیمار ملاتونین در افزایش رنگیزه‌های گیاهی احتمالاً به واسطه حفظ عملکرد بهینه فرآیندهای فتوسنتزی و پایداری ساختارهای داخلی کلروپلاست‌ها رخ می‌دهد (Eisa *et al.*, 2023). در گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* L.)، ملاتونین موجب افزایش پارامترهای فتوسنتزی شد (Sheikhalipour et al., 2024). در مطالعه‌ای دیگر، تأثیر مثبت ملاتونین بر رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه رزماری تأیید شده است (Morsi *et al.*, 2018). اسید آسکوربیک یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم است که قادر به واکنش با گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد و خنثی‌سازی آن‌ها می‌باشد. سطح بالای آسکوربات درون‌زا برای حفظ تعادل سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاهان و محافظت از آن‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو ضروری است. همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی اسید آسکوربیک موجب افزایش غلظت ترکیبات شیمیایی مانند رنگیزه‌ها در گیاهان می‌شود (Rawia, 2010). هدف این پژوهش بررسی تأثیر

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

ملاتونین به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد (شبه هورمون) در غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار همراه با اسید آسکوربیک به‌عنوان آنتی‌اکسیدان در غلظت‌های صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، بر محتوای رنگیزه‌های گل همیشه‌بهار می‌باشد.

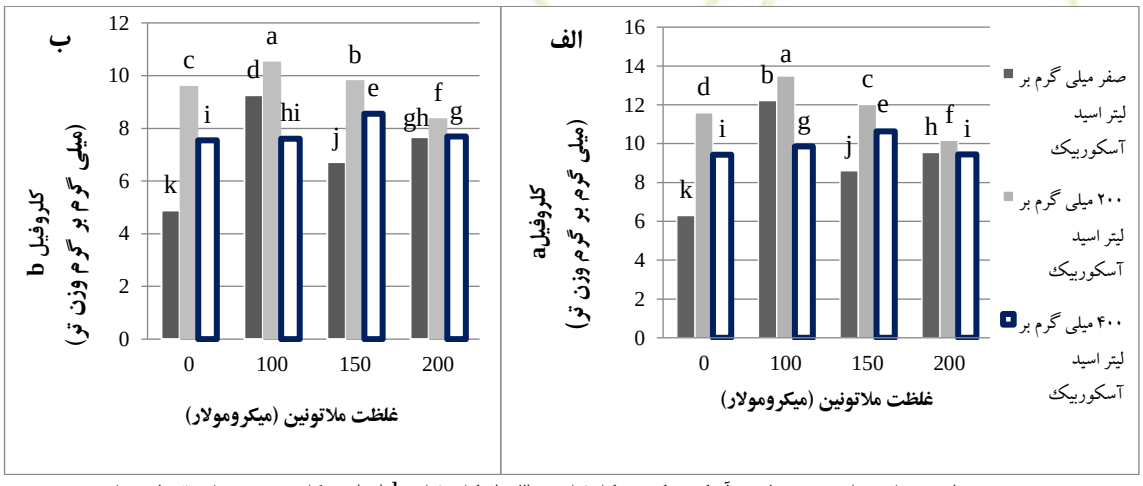
مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز ۱۴۰۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان بر روی گل همیشه‌بهار رقم اصفهانی انجام شد. گیاهان در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و در بستر خاکی متشکل از ماسه، خاک رس و کود پوسیده دامی با نسبت به ترتیب (۲: ۱: ۱) کشت شدند. تیمارهای مورد بررسی شامل ملاتونین در غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار و اسید آسکوربیک در غلظت‌های صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود، که طی دو مرحله محلول‌پاشی برگی، در مرحله ۶- ۸ برگی و دو هفته پس از آن انجام گرفت. اندازه‌گیری رنگیزه‌های گیاهی ده روز پس از آخرین محلول‌پاشی، با استفاده از روش Lichtenthaler و همکاران (1987) انجام گرفت. داده‌ها سپس با استفاده از نرم‌افزار SAS و آزمون LSD تحلیل و نمودارها در Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

کلروفیل a و کلروفیل b

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تمامی تیمارها میزان کلروفیل **a** را نسبت به شاهد افزایش دادند. بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار ترکیبی ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید آسکوربیک و کمترین آن به گیاه شاهد اختصاص داشت. به طوری که این تیمار موجب افزایش ۱۱۴/۲۲ درصدی نسبت به شاهد شد (نمودار ۱ الف). همچنین، در مورد کلروفیل b بیشترین و کمترین میزان تولید این رنگیزه کلروفیلی به ترتیب به تیمار ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید آسکوربیک و گیاه شاهد تعلق داشت. این تیمار باعث افزایش ۱۱۵/۴۶ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد (نمودار ۱ ب). این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است، به عنوان مثال، در مطالعه‌ای روی گل بنفشه، بیشترین میزان کلروفیل با تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار گزارش شد، که نشان‌دهنده تحریک بیوسنتز رنگدانه‌ها است (اسکندری چراتی، ۱۴۰۳). مطالعات پیشین در گل رز مینیاتوری (*Rosa chinensis*) نیز نشان داد که کاربرد ملاتونین و اسید آسکوربیک بیشترین تأثیر را بر صفات فتوسنتزی دارد (سادات میرطاهری و همکاران، ۱۴۰۰).

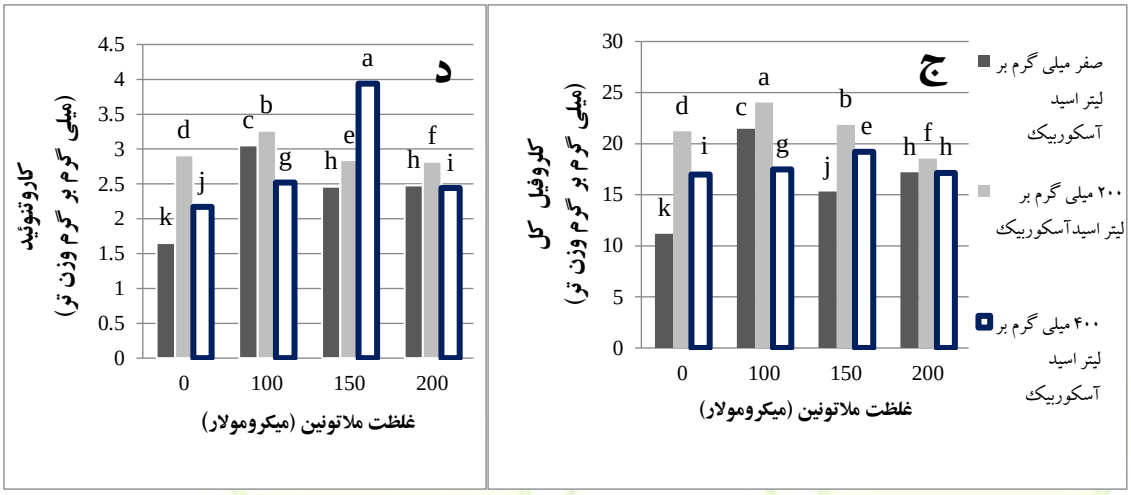


نمودار ۱- تاثیر ملاتونین و اسید آسکوربیک بر کلرفیل a (الف)، کلروفیل b (ب) در گل همیشه‌بهار رقم اصفهانی.

کلروفیل کل و کاروتنوئید

کلروفیل کل در تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار همراه با اسید آسکوربیک ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، بیشترین و کمترین آن در

گیاه شاهد مشاهده شد. به طوری که این تیمار ۱۱۴/۸۴ درصد افزایش این صفت نسبت به شاهد را باعث شد (نمودار ۲ ج). در خصوص رنگیزه کاروتنوئید، بیشترین میزان مربوط به تیمار ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار همراه با اسید آسکوربیک ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین این صفت مربوط به شاهد بود. این تیمار موجب افزایش ۱۳۸/۱۷ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد (نمودار ۲ د). در گیاه ذرت کاربرد اسید آسکوربیک با غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب افزایش فعالیت کلروفیل و کاروتنوئید شد (Billah et al., 2017). علاوه بر این، در گیاه آلاله (*Ranunculus asiaticus* L.)، تیمار ملاتونین منجر به افزایش چشمگیر رنگدانه‌های فتوسنتزی شده است که این اثر ناشی از حفاظت ساختار کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشد (Eisa et al., 2023). در بررسی‌ها در گیاه نخود فرنگی نشان داده شد که اسید آسکوربیک در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تأثیر مثبتی بر توسعه و افزایش رنگیزه‌های گیاهی دارد (Kumar et al., 2017).



نمودار ۲– تاثیر ملاتونین و اسید آسکوربیک بر کلروفیل کل (ج) و کارتنوئید (د) در گل همیشه‌بهار رقم اصفهانی.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که ترکیب ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار و اسید آسکوربیک ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به طور معناداری کلروفیل a، b و کل را افزایش داد و بیشترین افزایش رنگیزه کاروتنوئید با ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار و اسید آسکوربیک ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. این یافته‌ها بیانگر تاثیر هم‌افزای ملاتونین و اسید آسکوربیک در تقویت بیوسنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی است.

منابع

اسکندری چراتی، س.، کریمی، م. و قربانعلی‌زاده، ف. ۱۴۰۳. تأثیر تنش آب شور و تیمار ملاتونین بر گلدهی و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه بنفشه. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۸(۳): ۴۶۵–۴۷۶.

سادات میرطاهری، ح.، کلاته‌جاری، س.، متشرع‌زاده، ب. و فاتحی، ف. ۱۴۰۰. بررسی اثر اسید آسکوربیک و ملاتونین بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و تحمل به شوری در رز مینیاتوری. تحقیقات آب و خاک ایران. ۵(۳): ۶۵۲–۶۶۵.

Azizi, A., Bagnazari, M. and Mohammadi, M. 2024. Seaweed and phosphate-solubilizing bacteria biofertilizers ameliorate physicochemical traits and essential oil content of (*Calendula officinalis* L.) under drought stress. Scientia Horticulturae. 328: 112653.

Billah, M., Rohman, M., Neelima, H. and Shalim, U. 2017. Exogenous ascorbic acid improved tolerance in maize (*Zea mays* L.) by increasing antioxidant activity under salinity stress. African Journal of Agricultural Research. 12(17): 1437–1446.

Eisa, E. A., Honfi, P., Tilly-Mándy, A. and Mirmazloum, I. 2023. Exogenous melatonin application induced morpho-physiological and biochemical regulations conferring salt tolerance in (*Ranunculus asiaticus* L.). Horticulturae. 9: 228.

Kumar Nagda, J., Nishant, A. B., Deepmala, K., Akhouri, H. and Dinesh, K. 2017. Mitigating effect of foliar applied ascorbic acid on morpho-physiological, biochemical changes and yield attributes induced by salt stress in *Vigna radiata*. Department of Plant Physiology, Institute of Agricultural Sciences, Banaras Hindu University, Varanasi-221-005 (U.P.), India. 112–116.

Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350–382.

Morsi, M. M., Abdelmigid, H. M. and Aljoudi, N. G. S. 2018. Exogenous salicylic acid ameliorates the adverse effects of salt stress on antioxidant system in (*Rosmarinus officinalis* L.). Egyptian Journal of Botany. 58(2): 249–263.

Rawia, A., Lobna, S., Taha, S. and Soad, M. M. I. 2010. Physiological properties studies on essential oil of *Jasminium grandiflorum* L. as affected by some vitamins. Ozean Journal of Applied Science. 3: 87–96.

Sheikhalipour, M., Kulak, M., Mohammadi, S., Esmaielpour, A., Nouraein, M., Tzekikocak, M., Farajzadeh, S. M., Gohari, Gh., Fotopoulos, V. and Vita, F. 2024. Application of either melatonin or sodium nitroprusside regulates the antioxidant status, and the morpho-physiological attributes and essential oil production in sage (*Salvia officinalis* L.) under salinity stress. Scientia Horticulturae. 323: 112526.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the interaction effect of melatonin and ascorbic acid on the pigments of marigold (*Calendulaofficinalis* L.) plants in greenhouse conditions

Bahar Alinaghi Langari[1*], Vahid Reza Saffari [1], Safoora Saadati[1] and Ali Akbar Maghsoudi Moud[2]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2. Department of Plant genetic Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[*]Corresponding author: bahar.alinaghi79@agr.uk.ac.ir

Abstract

Marigold (*Calendula officinalis* L.) in addition to its medicinal, food and ornamental uses, is also one of the most widely used seasonal flowers in green place in Iran. Melatonin, known as a plant growth regulator (phytohormone mimic), plays a key role in improving biological processes such as photosynthesis and enhancing the efficiency of plant activities. On the other hand, ascorbic acid (vitamin C) acts as a strong antioxidant, protects plant cells and increases the stability of pigments. Main goal of this study was to investigate the interaction effects of melatonin and ascorbic acid on the levels of plant pigments including chlorophyll a, b and total and carotenoids in Isfahani marigold. The experiment was conducted in a completely randomized design based on factorial arrangement with three replications and under controlled greenhouse conditions in autumn 2025. Treatments included melatonin: 0, 100, 150 and 200 µM and ascorbic acid: 0, 200, 400 mg/l. They were sprayed and applied in two stages of 6–8 leaves and repeated two weeks later. Results showed the use of all treatments significantly increased the levels of plant pigments compared to the control. In particular way, Interaction of foliar spraying of melatonin at a concentration of 100 µM and ascorbic acid at a concentration of 200 mg/l had the greatest effect on increasing the content of chlorophyll pigments (a, b and total). These traits increased by 114/22%, 115/46%, 114/84% compared to the control. Additionally, Combination of 150 µM melatonin and 400 mg/l ascorbic acid had the highest increase in the amount of carotenoid pigments. This trait increased by 138/17% compared to the control.

Keywords: Ascorbic acid, Marigold, Melatonin, Photosynthetic pigments.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر دوره‌های مختلف سرمادهی سوخ مادری سوسن دورگه (*Lilium LA 'Nashvil'*) بر شاخص‌های سوخک‌زایی و رشد بعدی سوخک‌ها

سهیلا غزالی[۱] و مسعود قاسمی قهساره[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *sohiela70.gb@gmail.com*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر مدت زمان‌های مختلف سرمادهی (صفر، ۲، ۴ و ۶ هفته) سوخ‌های سوسن دورگه LA رقم 'Nashvil' پیش از فلس‌برداری بر شاخص‌های سوخک‌زایی و رشد رویشی سوخک‌های حاصل انجام شد. صفاتی نظیر درصد سوخک‌زایی، میانگین تعداد سوخک روی هرفلس، قطر و وزن تر سوخک‌ها، درصد برگ‌زایی، تعداد، طول و عرض برگ، و درصد پوسیدگی فلس بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمار ۶ هفته سرمادهی سوخ‌ها پیش از برداشت قلمه فلس در مقایسه با سایر تیمارها، منجر به بهبود معنی‌دار در تمامی شاخص‌های مورد بررسی گردید. درصد سوخک‌زایی، وزن تر، قطر سوخک و درصد برگ‌زایی در این تیمار بالاتر از سایر تیمارها بود و پوسیدگی فلس‌ها به صفر رسید. همچنین تیمارهای با مدت‌زمان کمتر، عملکرد متوسط و تیمار شاهد ضعیف‌ترین عملکرد را از خود نشان داد. در مجموع، بر اساس نتایج این آزمایش تیمار سرمادهی شش‌هفته‌ای به عنوان تیمار بهینه جهت افزایش کیفیت و کمیت سوخک‌ها پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: باززایی سوخک، برگزایی،تکثیر رویشی، لیلیوم.

مقدمه

گل سوسن (*Lilium* spp.) از جمله مهم‌ترین گیاهان زینتی سوخ‌دار به شمار می‌رود که در طول ۵۰ سال گذشته، به یکی از مهم‌ترین گل‌های زینتی در جهان تبدیل شده است (Van Tuyl et al., 2018). تکثیر سوسن با بذر، یا سوخ‌های دختری، ساقه‌ای و هوایی (Bulbils) و کشت فلس (Scaling) امکان پذیر است که تکثیر با فلس مقرون‌به‌صرفه‌ترین و سریع‌ترین روش در تولید سوخ در مقیاس بزرگ است (Matsuo et al., 1989; Grassotti, 1996; Tang et al, 2020). در طی این روش تکثیر سوخ‌ها بسیار مستعد ابتلا به بیماری‌های مختلف، به ویژه بیماری‌های ویروسی هستند که کیفیت سوخ، گیاه و گل را کاهش می‌دهد. بنابراین بسیار مهم است که دوره تولید سوخ از افزونه تا سوخ قابل فروش کوتاه شود (Grassotti, 1996).

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، ساکارز و همچنین عوامل محیطی مختلف نقش مهمی در اندازه سوخک و سرعت تکثیر دارند (Maesato et al. 1994, Kim and De Hertogh 1997, Lian et al. 2003). پس از تولید سوخک جوانه زدن و رشد موفقیت آمیز آنها یک موضوع کلیدی برای تولید سوخ است. همچنین مرحله نموی سوخک، اندازه سوخک و درجه خواب سه عامل مهم موثر بر رشد سوخک‌ها هستند (Langens-Gerrits et al., 2003). بنابراین شناخت شرایط محیطی که باعث تحریک سوخک‌زایی و بهبود رشد بعدی و افزایش اندازه سوخک‌ها شود در موفقیت تکثیر این گیاه بسیار اهمیت دارد.

در مورد کنترل دمایی انگیزش تشکیل ژوخه، ریزوم یا پداژه در ژئوفیت‌های زینتی اطلاعات کمی در دسترس است. بررسی تأثیر تیمار دمایی (۲۲ درجه سلسیوس و به دنبال آن یک تیمار سرما (صفر ، ۳ و ۵ درجه سلسیوس) به مدت ۱۴ یا ۱۱ هفته) بر سوخک‌های فلسی لیلیوم از نظر تعداد، اندازه و عادت رشد بعدی نشان داد تیمار ۲۲ درجه سلسیوس سبز شدن را به تاخیر انداخت و تولید تعداد زیادی سوخک‌های

کوچک را باعث شد. سه هفته در دمای ۲۲ درجه سلسیوس همرا با ۵ یا ۸ هفته در دمای صفر درجه باعث بهبود سوخک‌زایی هم از نظر تعداد و هم از نظر وزن گردید (Grassotti, 1996).

بیشتر ژنوتیپ‌های سوسن برای رفع خفتگی فیزیولوژیکی به یک دوره‌ی چند هفته‌ای سرمادهی در دمای پایین (۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد) نیاز دارند (Langens-Gerrits et al., 2001; Streck, 2002). در این دوره، بافت برای جوانه‌زدن و همچنین برای رشد بعدی سوخ آماده می‌شود. بسیاری از مطالعات تبدیل کربوهیدرات‌ها و تغییرات هورمون‌ها و آنزیم‌های مرتبط را در طول ایجاد خفتگی گزارش کرده‌اند (Djilianov et al., 1994; Xu et al., 2006; Liu et al., 2014). بررسی اثر دما بر جوانه‌زنی، زمان سبز شدن برگ و رشد بعدی سوخک‌های خفته و غیرخفته سوسن حاصل قطعات فلس نشان داده که دمای پایین نه تنها بر تعداد سوخک‌های جوانه زده بلکه بر زمان سبز شدن نیز تأثیر گذاشت (Langens-Gerrits et al. 2003). بر اساس اطلاعات ما، در مطالعاتی که تاکنون انجام شده اثر تیمار سرمادهی بر رشد سوخک‌ها پس از تشکیل آنها بررسی شده است اما در این آزمایش به منظور روشن شدن اثر سرمادهی سوخ‌های مادری سوسن پس از برداشت و پیش از جدا کردن فلس‌ها بر سوخک‌زایی و رشد رویشی بعدی سوخک‌های حاصل از قلمه‌های فلسی جدا شده از آنها، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار سرمادهی (شامل صفر ۲، ۴ و ۶ هفته) و سه بلوک و هر بلوک شامل ۳۰ فلس اجرا گردید. برای این منظور از سوخ‌های سوسن رقم 'Nashvil' (دورگه LA) پس از برداشت گل در تابستان استفاده شد. سوخ‌ها پس از برداشت، شستشو و گندزدایی با قارچ‌کش کاربندازیم به غلظت ۲ گرم در لیتر، به سردخانه با دمای ثابت ۴ درجه سلسیوس منتقل شدند. تیمارهای سرمایی شامل دوره‌های صفر، ۲، ۴ و ۶ هفته بودند. پس از اعمال تیمارها فلس‌های سالم دو ردیف بیرونی را جدا و با کاربندازیم (۲ گرم در لیتر) گندزدایی و به گونه‌ای که دوسوم فلس‌ها درون بستر باشد، به‌صورت ردیفی در بستری از آمیخته کوکوپیت و پرلیت مرطوب (نسبت ۳۰:۷۰) کشت و پس از آبیاری با پوشش پلاستیک شفاف پوشانده شدند و در گلخانه با دمای (۲±۲۳ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. در صورت نیاز نمونه‌ها آبیاری شدند. سه ماه پس از کاشت فلس‌ها، صفات تعداد سوخک، قطر سوخک، وزن تر سوخک، تعداد برگ، طول و عرض برگ اندازه‌گیری و شاخص‌های درصد سوخک‌زایی، درصد برگ‌زایی، درصد پوسیدگی فلس‌ها محاسبه و ثبت شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای سرمادهی بر کلیه صفات مورد بررسی از جمله درصد سوخک‌زایی و میانگین تعداد سوخک‌ها روی هر فلس، وزن تر و قطر سوخک‌ها، درصد برگزایی سوخک‌ها، و تعداد برگ، طول و عرض برگ، و درصد پوسیدگی فلس‌ها در سطح احتمال ۱٪ ($P < 0.01$) معنی‌دار بود (داده‌ها آورده نشده است). بیشترین درصد سوخک‌زایی (۹۵/۸۳٪) در تیمار شش هفته سرمادهی(6W) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (۵۵/۸۳٪) افزایش چشمگیری داشت (جدول ۲). همچنین، میانگین تعداد سوخک‌ها در هر فلس در تیمار 6W به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود (۲/۴۴ عدد در مقابل ۱/۲۷ عدد در شاهد). تیمار ۶ W منجر به تولید سوخک‌هایی با بیشترین وزن تر (420/18 گرم) و قطر (۶/۷۸ میلی‌متر) گردید در حالی که تیمار شاهد کمترین مقادیر را داشت (جدول ۲). درصد برگ‌زایی در تیمار شش هفته سرمادهی (6W)٪۵۶ بود که نسبت به شاهد (۳۸/۷۵٪) افزایش قابل توجهی داشت. این تیمار همچنین بالاترین مقادیر را در میانگین تعداد برگ در سوخک (۱/۱۵ عدد)، طول برگ (۹/۲۷ سانتی‌متر) و عرض برگ (۱/۳۷ سانتی‌متر) نشان داد (جدول ۱). این یافته‌ها مؤید آن است که تیمار سرمای طولانی‌تر با افزایش رشد رویشی، قابلیت فتوسنتزی گیاهچه‌ها را نیز بهبود می‌دهد که در مراحل بعدی رشد و توسعه نقش مهمی ایفا می‌کند. پوسیدگی فلس که یکی از عوامل محدودکننده در تولید سوخک است، در تیمار 6W به صفر کاهش یافت. در مقابل، تیمار شاهد با بیش از ۲۷٪ پوسیدگی بیشترین پوسیدگی را داشت (جدول ۱). این نتایج نشان می‌دهد

که سرمادهی، علاوه بر بهبود شاخص‌های رشد، در حفظ سلامت فلس‌ها در طول مدت سوخک‌زایی از طریق کاهش تنش‌های زیستی مؤثر بوده است.

جدول ۱- اثر دوره‌های مختلف سرمادهی سوخ مادری سوسن رقم Nashvil (LA) بر شاخص‌های سوخک‌زایی و رشد رویشی سوخک‌ها.

Treatments	Bulblet regeneration (%)	Bulblet No.	Bulblet Fresh W.	Bulblet Diameter	Leaf production (%)	Leaf no	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Scale Decay percentage
control	55.83b	1.28b	232c	4.85c	38.7b	1.11a	5.15b	0.85c	27.5a
2W	62.5b	1.34b	285.49cb	5.33b	21.0c	0.68b	5.32b	0.93c	23.7b
4W	63.33b	1.28b	379.28ab	5.77b	26.0c	0.58b	4.30b	1.12b	23.33b
6W	95.83a	2.44a	420.18a	6.78a	56.0a	1.15a	9.27a	1.37a	0c

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که سرمادهی به‌ویژه در مدت شش هفته (6W) تأثیر مثبت و معنی‌داری بر همه شاخص‌های مورد بررسی داشته است. همچنین تنها تیماری بود که پوسیدگی فلس در آن مشاهده نشد. از نظر فیزیولوژیکی، شش هفته سرمادهی موجب شکست مؤثر خواب فیزیولوژیکی، فعال‌سازی رشد رویشی و تحریک سوخک‌زایی شد. این اثرات با افزایش سطح برگ همراه بود که تقویت فتوسنتز، تجمع مواد ذخیره‌ای و بهبود سلامت عمومی سوخ‌ها را به دنبال خواهد داشت. در مقابل، تیمارهای 2W و 4W و نتایج متوسط نشان دادند و بهتر از شاهد بودند. نتایج این آزمایش با نتایج Langens-Gerrits و همکاران (2003) همسو است. آنها نشان دادند دمای پایین نه تنها بر تعداد سوخک‌های جوانه زده بلکه بر زمان سبز شدن نیز تأثیر گذاشت. هر چه مدت زمان نگهداری در دمای سرد طولانی تر بود، سبز شدن برگ سریعتر و یکنواخت تر بود.

تیمار سرمایی در بافت افزون بر تحریک سوخک‌زایی، جوانه‌زنی (رفع خفتگی) و رشد بعدی سوخک را نیز بهبود داده است. پژوهشگران پیشتر نشان داده‌اند که دو فرایند جوانه‌زنی و رشد بعدی سوخک مستقل است. Langens-Gerrits و همکاران (2003) نشان دادند که دمای پایین باعث تحریک رشد در سوخک‌های غیرخفته شده در حالی که این سوخک‌ها بدون تیمار دمای پایین نیز جوانه زدند. همچنین سبز شدن سریع با یک تیمار کوتاه (۲۴ ساعت) با جیبرلین تحریک شد (Niimi et al., 1988) اما سوخ‌های تیمار شده با جیبرلین پس از سبز شدن رشد نکرده‌اند (Gerrits et al. 1992). گزارش شده است که نگهداری در دمای پایین منجر به افزایش فعالیت طیف وسیعی از آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته، از جمله آلفا آمیلاز، ایزوآمیلاز، بتا آمیلاز، آلفاگلوکوزیداز و فسفریلاز می‌شود (Shin et al., 2002). بنابراین از نتایج آزمایش ما و دیگر پژوهشگران می‌توان نتیجه گرفت که سرمادهی با افزایش جیبرلین و تجزیه نشاسته به قند به ترتیب باعث رفع خفتگی و رشد بعدی سوخک‌ها شده است.

تیمارسرمایی همچنین با افزایش درصد برگزایی و اندازه برگ‌ها همراه بود اما از نظر تعداد برگ روی هر سوخک روند مشخصی که بیانگر اثر سرما باشد مشاهده نشد. Langens-Gerrits و همکاران (2003) گزارش دادند که سوخک‌های سرما دیده به مدت شش هفته رشد بلندتر از سوخک‌های سرما دیده به مدت چهار هفته داشتند. اما تشکیل زیست توده برگ مشابه بود که نتایج ما با آنها همسو است. افزایش رشد برگ می‌تواند به افزایش جیبرلین و قندهای محلول مرتبط باشد. اثر تحریک‌کننده دمای پایین به دلیل بسیج سریع ذخایر کربوهیدرات مورد نیاز برای حفظ رشد بعدی برگ و همچنین کوتاه شدن زمان قبل از رویش است (Langens-Gerrits et al., 2003). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بخشی از رشد سوخک به فتوسنتز بیشتر ناشی از سطح برگ بیشتر باشد. نتایج ما بر خلاف سایر پژوهشگران نشان می‌دهد که به جای اعمال تیمار سرمایی روی سوخک‌های تشکیل شده، سرمادهی را می‌توان روی سوخ مادری و پیش از قرار دادن فلس آنها در بستر تکثیر اعمال کرد. همچنین نشان می‌دهد تغییرات فیزیولوژیکی رخ داده در اثر سرما (اعم از شکستن خفتگی و تجزیه نشاسته به قندهای محلول و ...) پایدار بوده و بر رشد بعدی سوخک‌هایی که بعدا تشکیل می‌شوند موثر خواهد بود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که سرمادهی سوخ‌های مادری به مدت شش هفته به‌طور معنی‌داری موجب بهبود همه شاخص‌های مرتبط سوخک‌زایی و رشد بعدی آنها نسبت به دوره‌های کوتاه‌تر سرمادهی شود. با این حال لازم است برای تعیین بهترین نتیجه، دوره‌های سرمادهی بیشتر مورد آزمایش قرار گیرد. یافته‌ها نشان می‌دهد که افزایش مدت زمان سرمادهی منجر به افزایش معنی‌دار در سوخک‌زایی و رشد رویشی سوخک‌ها می‌شود. از سوی دیگر، کاهش درصد پوسیدگی فلس‌ها با افزایش دوره سرمادهی همراه بود که می‌تواند ناشی از آغازش زودتر و رشد سریع‌تر سوخک‌ها پیش از فعال شدن عوامل پوسیدن باشد.

منابع

Djilianov, D., Gerrits, M. M., Ivanova, A., van Onckelen, H. A. and de Klerk, G. J. M. 1994. ABA content and sensitivity during the development of dormancy in lily bulblets regenerated in vitro. Physiologia Plantarum. 91(4): 639–644.

Grassotti, A. 1996. The effects of scale incubation temperature treatments on number and growth of regenerated bulblets, to reduce production time of commercial lily bulbs. In VII International Symposium on Flowerbulbs 430: 221–226.

Kim, K. W. and De Hertogh, A. A. 1997. Tissue culture of ornamental flowering bulbs (geophytes). Horticultural Reviews. 18: 87–169.

Langens-Gerrits, M. M., Miller, W. B., Croes, A. F. and De Klerk, G. J. 2003. Effect of low temperature on dormancy breaking and growth after planting in lily bulblets regenerated in vitro. Plant Growth Regulation. 40: 267–275.

Langens-Gerrits, M. M., Nashimoto, S., Croes, A. F. and De Klerk, G. J. 2001. Development of dormancy in different lily genotypes regenerated in vitro. Plant Growth Regulation. 34: 215–222.

Lian, M. L., Chakrabarty, D. and Paek, K. Y. 2003. Bulblet formation from bulbscale segments of *Lilium* using bioreactor system. Biologia Plantarum. 46: 199–203.

Liu, X., Wang, Q., Gu, J. and Lü, Y. 2014. Vernalization of Oriental hybrid lily 'Sorbonne': Changes in physiology, metabolic activity and molecular mechanism. Molecular Biology Reports. 41: 6619–6634.

Maesato, K., Sharada, K., Fukui, H., Hara, T. and Sarma, K. S. 1994. In vitro bulblet regeneration from bulbscale explants of *Lilium japonicum* Thunb. Effect of plant growth regulators and culture environment. Journal of Horticultural Science. 69(2): 289–297.

Matsuo, E., Matsuzawa, M., Sakata, Y. and Arisumi, K. 1989. Asexual propagation of variegated *Lilium longiflorum* 'Chotaro'. Scientia Horticulturae. 39(4): 349–354.

Niimi, Y., Endo, Y. and Arisaka, E. 1988. Effects of chilling- and GA3-treatments on breaking dormancy in *Lilium rubellum* Baker bulblets cultured in vitro. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 57(2): 250–257.

Shin, K. S., Chakrabarty, D. and Paek, K. Y. 2002. Sprouting rate, change of carbohydrate contents and related enzymes during cold treatment of lily bulblets regenerated in vitro. Scientia Horticulturae. 96(1–4): 195–204.

Streck, N. A. 2002. A generalized vernalization response function for lily (*Lilium* spp.). Revista Brasileira de Agrometeorologia. 10(2): 221–228.

Tang, N., Ju, X., Hu, Y., Jia, R. and Tang, D. 2020. Effects of temperature and plant growth regulators on the scale propagation of *Lilium davidii* var. unicolor. HortScience. 55(6): 870–875.

Van Tuyl, J. M., Arens, P., Shahin, A., Marasek-Ciołakowska, A., Barba-Gonzalez, R., Kim, H. T. and Lim, K. B. 2018. *Lilium*. In: Van Huylenbroeck, J. (ed.) Ornamental Crops. Handbook of Plant Breeding, vol. 11. Springer, Cham: 481–512.

Xu, R. Y., Niimi, Y. and Han, D. S. 2006. Changes in endogenous abscisic acid and soluble sugars levels during dormancy-release in bulbs of *Lilium rubellum*. Scientia Horticulturae. 111(1): 68–72

.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of different periods of cold treatments of Lilium LA 'Nashvil' mother bulbs on bulblet regeneration and subsequent growth

Soheyla ghazali[1] and Masoud Ghasemi Ghehsareh[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Abstract

This study aimed to investigate the effect of different durations (0, 2, 4, and 6 weeks) cold treatment of LA hybrid lily 'Nashvil' bulbs, before scale harvesting on the bulblet regeneration and vegetative growth indices of the resulting bulblet. Traits such as bulblet regeneration percentage, average number of bulblets per scale, diameter and fresh weight of bulblets, percentage of leaf formation, number, length, and width of leaves, and percentage of scale decay were investigated. The results showed that the 6-week cold treatment of bulbs before scale cutting harvesting resulted in significant improvement in all the indices studied compared to other treatments. Bulblet formation percentage, fresh weight, bulblet diameter, and percentage of leaf formation in this treatment were higher than other treatments, and scale decay reached zero. Also, treatments with shorter duration showed average yield, and the control treatment showed the weakest yield. Overall, based on the results of this experiment, a six-week cold treatment is recommended as the optimal treatment to increase the quality and quantity of tubers.

Key words: Bulb regeneration, Leaf development, *Lilium*, Vsegetative propagation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تغییرات اقلیمی بر فضاهای سبز در مناظر فرهنگی تاریخی ایران

نعمت‌اله اعتمادی[1*]، نجمه زمانی[1]، مائده ایزدی[1] و حبیب قائدی[1]
۱- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *etemadin@iut.ac.ir*

چکیده

تغییرات اقلیمی یکی از چالش‌های جدی زیست‌محیطی قرن حاضر است که آثار آن در ابعاد گوناگون زندگی انسانی نمایان شده است. فضاهای سبز مناظر فرهنگی تاریخی، به‌ویژه باغ‌های ایرانی به‌عنوان بخشی از میراث فرهنگی و طبیعی کشور، در برابر این تغییرات آسیب‌پذیرند. این مقاله با هدف بررسی اثرهای تغییرات اقلیمی بر فضاهای سبز مناظر فرهنگی تاریخی ایران و ارائه راهکارهای مقابله با آن، به تحلیل عوامل تهدیدکننده، پیامدهای اکولوژیک و راهکارهای حفاظتی مبتنی بر تاب‌آوری منظر می‌پردازد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تغییر در الگوهای بارندگی، افزایش دما، کاهش منابع آبی و افزایش آفات و بیماری‌ها از جمله عوامل تهدیدکننده این فضاها هستند. در پایان، راهکارهایی چون استفاده از گونه‌های مقاوم، اصلاح سیستم‌های آبیاری، و پایش محیطی به‌عنوان راهبردهای حفاظتی پیشنهاد می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: باغ ایرانی، تاب‌آوری منظر، تغییرات اقلیمی، فضاهای سبز تاریخی، میراث فرهنگی، منظر فرهنگی تاریخی.

مقدمه

فضاهای سبز مناظر فرهنگی، حاصل تعامل انسان و طبیعت هستند. یونسکو، این مناظر را به سه نوع طبقه‌بندی می‌کند: مناظری که عمداً توسط انسان‌ها طراحی و ایجاد شده‌اند، مناظری که به صورت طبیعی تکامل یافته‌اند و مناظر فرهنگی مرتبط یا وابسته. علاوه بر این، عناصر این مناظر در دو بعد ملموس و ناملموس تعریف می‌شوند که منعکس کننده رابطه پویا بین مردم و محیط اطرافشان است. ۱- یک منظر فرهنگی تعریف شده ممکن است در یک زمان خاص توسط یک شخص یا یک گروه خاص طراحی و ایجاد شده باشد که قابل تشخیص‌ترین نوع مناظر فرهنگی است. ۲- منظر فرهنگی تکامل یافته، در طول یک دوره زمانی طولانی به صورت طبیعی تکامل می یابد ویا هنوز هم به آرامی در حال تکامل می باشد. ۳- مناظر فرهنگی وابسته ممکن است شامل منظری باشد که به جای شواهد فرهنگی مادی، که ناچیز یا حتی صفر باشند، دارای پیوندهای قوی مذهبی، هنری یا فرهنگی از قبیل سازه ها، فضاها، محوطه‌های تاریخی با عناصر طبیعی باشد. مناظر فرهنگی از تنوع زیستی حمایت می‌کنند و بستری برای آموزش و تفریح فراهم می کند، بنابراین نقش مهمی در حفظ میراث فرهنگی و ترویج توسعه پایدار ایفا می‌کنند. بنابراین، مناظر فرهنگی می‌توانند با وجود عوامل تنش‌زای محیطی و اجتماعی-اقتصادی، به افزایش تاب‌آوری جامعه کمک کنند (Unesco, 2021).

تاب‌آوری به یک هدف حیاتی برای شهرها در مواجهه با تغییرات اقلیمی تبدیل شده است. یک سیستم یا سازمان تاب‌آور می‌تواند به سرعت به وضعیت اولیه خود قبل از وقوع فاجعه یا حتی بهتر از آن بازگردد. با این حال، تاب‌آوری تعاریف متعددی دارد که مربوط به توانایی سیستم برای آماده شدن برای اثرهای نامطلوب، جذب، مقاومت، سازگاری و بازیابی سریع از رویدادهای مخرب است. برای ساختن یک شهر تاب‌آور، باید از ویژگی‌های اساسی تاب‌آوری اطمینان حاصل شود تا یک سیستم بتواند به سرعت واکنش نشان دهد و از خرابی یا از کارافتادگی که ممکن است به دلیل اختلال خارجی رخ دهد، جلوگیری کند. داوسون و همکاران (۲۰۱۱) رابطه بین تغییرات اقلیمی و مناظر فرهنگی را بررسی کردند و بر ضرورت راهکارهای مدیریت تطبیقی برای افزایش تاب‌آوری تأکید کردند. آکتورک و دستگردی (۲۰۲۱) نیز بر اهمیت عوامل اجتماعی، اکولوژیکی و فرهنگی در درک آسیب‌پذیری و تاب‌آوری مناظر فرهنگی تأکید کردند. آنها همچنین چارچوبی برای ارزیابی و تطبیق مناظر فرهنگی با تغییرات اقلیمی پیشنهاد کردند (اسدی و بابایی، ۱۴۰۰).

با این حال، در سال‌های اخیر، روند رو به افزایش تغییرات اقلیمی، کارکرد زیست‌محیطی، زیبایی‌شناختی و حتی اقتصادی این فضاها را تهدید کرده است. در این مقاله، تلاش می‌شود با نگاهی تحلیلی، تأثیر این تغییرات بر فضاهای سبز مناظر فرهنگی ایران بررسی شده و راهکارهایی مبتنی بر رویکردهای نوین حفاظت ارائه شود.

مواد و روش‌ها

تغییرات اقلیمی و پیامدهای آن برای فضای سبز مناظر فرهنگی

در حال حاضر، مناظر فرهنگی با چالش‌های متعددی از جمله توسعه شهری و شهرنشینی، تغییر در کاربری زمینها، جایگزینی گونه های گیاهی بومی با گونه های غیربومی دیگر، عدم آگاهی در مورد مناظر فرهنگی، تغییرات اقلیمی، بلایای طبیعی و عدم حفظ این مناظر روبرو هستند. محققان تأکید کرده‌اند که تغییرات اقلیمی که با رویدادهای شدید آب و هوایی مانند خشکسالی، سیل ناگهانی و مشخص می‌شود، می‌تواند به مناظر فرهنگی آسیب برساند (IPCC, 2021).

تغییرات اقلیمی برای شهرهای تاریخی و مناظر فرهنگی چالش‌های عمده‌ای به همراه دارد که بر حفاظت از بناها و میراث فرهنگی تأثیر می‌گذارد. برخی از این مشکلات عبارتند از:

افزایش دما و تغییرات شدید آب و هوایی: افزایش دما و نوسانات شدید دما می‌تواند به تخریب مصالح ساختمانی تاریخی منجر شود. مواد طبیعی مانند سنگ، چوب و آجر در معرض تغییرات دما دچار انقباض و انبساط می‌شوند که این مسئله می‌تواند منجر به ترک‌خوردگی، شکستگی یا فروپاشی ساختار بناها شود. همچنین با توجه به تغییرات آب و هوایی، گیاهان و پوشش گیاهی که در طراحی منظر تاریخی نقش دارند نیز می‌توانند آسیب ببینند. شرایط خشکسالی یا بارش شدید می‌تواند باعث فرسایش خاک و تخریب فضای سبز شود.

افزایش بارش‌ها و سیلاب‌ها: افزایش بارندگی و وقوع سیلاب‌ها در اثر تغییرات اقلیمی می‌تواند به تخریب بناهای تاریخی منجر شود. در برخی موارد، نفوذ آب به داخل ساختمان‌ها باعث فرسایش و فساد مواد ساختاری می‌شود. علاوه بر این، سیلاب‌ها می‌توانند سیستم‌های زهکشی تاریخی که برای مدیریت آب طراحی شده‌اند را مختل کنند. از سوی دیگر، سیستم‌های آبیاری یا قنات‌های تاریخی که برای کنترل منابع آبی طراحی شده‌اند، در معرض خطر سیلاب‌ها و تغییرات در الگوهای بارش قرار دارند. این مسائل می‌توانند به از بین رفتن فضاهای فرهنگی و منظرهای تاریخی مرتبط با منابع آب و فضاهای سبز منجر شوند (جهانشاهلو، ۱۳۹۸).

خشکسالی و کمبود منابع آبی:خشکسالی و کمبود منابع آبی اثرهای شدیدی بر بناهای تاریخی دارند. برخی از این بناها به آب و رطوبت برای حفظ ساختار و مصالح خود نیاز دارند. کمبود آب می‌تواند باعث ترک‌خوردگی یا فرسایش آنها شود. علاوه بر این، فضای سبز و باغ‌های تاریخی که بخش مهمی از منظر فرهنگی هستند، در برابر کمبود آب آسیب می‌بینند. باغ‌های تاریخی و فضاهای سبز که در طراحی منظرهای فرهنگی به کار رفته‌اند، نیاز به مدیریت دقیق منابع آبی دارند. در شرایط خشکسالی، این فضاها ممکن است تخریب شوند یا قابلیت جذب بازدیدکنندگان را از دست بدهند.

تغییرات در الگوهای باد و طوفان‌ها: طوفان‌های شدید و بادهای شدید می‌توانند به تخریب بناهای تاریخی منجر شوند. به‌ویژه در بناهای با پوشش‌های سبک‌تر یا مصالح شکننده، آسیب‌های جدی می‌تواند به‌وجود آید. طوفان‌ها می‌توانند سقف‌ها، نماها و تزئینات ساختمان‌ها را از بین ببرند. در منظرهای فرهنگی، به‌ویژه در مناطق ساحلی یا مناطقی با پوشش گیاهی حساس، طوفان‌ها می‌توانند خسارت‌های جبران‌ناپذیری وارد کنند. به‌ویژه در شهرهای تاریخی که دارای فضاهای باز یا باغ‌های بزرگ هستند، طوفان‌ها می‌توانند باعث آسیب دیدگی و یا نابودی پوشش گیاهی و عناصر طبیعی ارزشمند شوند.

افزایش آلودگی و تغییرات در کیفیت هوا: آلودگی هوا می‌تواند اثرهای مخربی بر روی مصالح بناهای تاریخی مانند سنگ، آجر و فلزات بگذارد. ترکیبات شیمیایی موجود در هوای آلوده می‌توانند باعث تجزیه سریع‌تر مواد ساختمانی شوند و نقوش یا رنگ‌های تاریخی را از بین ببرند.آلودگی هوا همچنین می‌تواند بر گیاهان و پوشش گیاهی در مناظر فرهنگی تأثیر منفی بگذارد. این تغییرات می‌تواند به کاهش تنوع زیستی و آسیب به زیستگاه‌های طبیعی در فضاهای تاریخی منجر شود (Ahani and Dastgheib, 2019).

تغییرات در رفتار گردشگران و فشار بر منابع: افزایش رویدادهای شدید اقلیمی، مانند گرمای شدید یا سیلاب‌ها، می‌تواند باعث تغییر در الگوهای بازدید گردشگران و فشار بر منابع تاریخی شود. این امر می‌تواند به فرسایش بیشتر بناها و فضاهای فرهنگی منجر شود. تجمع

زیاد گردشگران در فضاهای تاریخی در شرایط خاص آب و هوایی می‌تواند به فرسایش فیزیکی و کاهش کیفیت این فضاها منجر شود. این مسئله نیاز به مدیریت دقیق و پایدار منابع و فضاهای فرهنگی را به شدت افزایش می‌دهد.

فضاهای سبز مناظر فرهنگی ایران؛ ساختار و اهمیت

فضاهای سبز تاریخی بخشی جدایی‌ناپذیر از هویت فرهنگی و زیست‌محیطی هر سرزمین‌اند. در ایران، باغ‌های تاریخی نظیر باغ فین کاشان، باغ شازده ماهان، باغ دولت‌آباد یزد و ده‌ها نمونه دیگر، نه‌تنها به‌عنوان آثار هنری در ساختار طراحی منظر شناخته می‌شوند، بلکه به‌عنوان اکوسیستم‌هایی پویا و زنده در ساختار شهری ایفای نقش می‌کنند. این فضاها بر پایه اصول اقلیم‌گرایی سنتی، با استفاده از فناوری‌های بومی مانند قنات، درختکاری و تعادل آب و گیاه شکل گرفته‌اند.

فضاهای سبز تاریخی ایران عمدتاً متکی بر نظام طراحی باغ ایرانی هستند. ساختار هندسی، تقارن، آب‌راهه‌های مرکزی، گونه‌های گیاهی بومی و سایه‌انداز، و تلفیق معماری و طبیعت، از ویژگی‌های اصلی این فضاهاست. این باغ‌ها در دل اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران، با استفاده از نظام‌های پیچیده بهره‌برداری از آب، چون قنات‌ها و استخرهای مرکزی، توسعه یافته‌اند. افزون بر زیبایی بصری، این فضاها کارکردهای متعددی همچون تنظیم دما، ارتقای کیفیت هوا، تولید اکسیژن، و حفظ تنوع زیستی را نیز بر عهده دارند (Mohammed et al., 2022).

نمونه‌هایی از تأثیر تغییر اقلیم بر باغ‌های تاریخی ایران

باغ فین کاشان: افت کیفیت آب قنات منبع اصلی باغ و افزایش دمای تابستان موجب خشکیدگی بخشی از درختان شده است.

باغ شازده ماهان کرمان: کاهش آورد آب قنوات و بارندگی، باغ را وابسته به منابع آب پمپی کرده است.

باغ دولت‌آباد یزد: افزایش دمای هوا به بیش از آستانه تحمل برخی گونه‌ها نظیر سرو و چنار منجر شده است.

این تحولات نشان می‌دهد که زیرساخت‌های تاریخی تأمین آب و گونه‌های گیاهی سنتی دیگر به‌تنهایی قادر به پاسخ‌گویی به نیازهای اقلیمی جدید نیستند (Mozaffari et al., 2020).

نتایج و بحث

برای حفظ و احیای فضاهای سبز تاریخی ایران در برابر تغییرات اقلیمی، می‌توان راهبردهای زیر را مطرح کرد:

۱) استفاده از گونه‌های بومی و مقاوم به تنش آبی و حرارتی با توجه به اصول طراحی منظر در مناظر فرهنگی تاریخی و استانداردهای بین المللی

۲) نوسازی و بهینه‌سازی شبکه‌های آبیاری سنتی با سیستم‌های هوشمند با در نظرگیری استانداردها و محدودیت ها در این مناظر برای جلوگیری از تاثیر بر هویت فرهنگی و تاریخی مناظر و زیبایی بصری فضاها

۳) پایش مستمر اکولوژیکی با استفاده از فناوری‌های سنجش از دور و حسگرهای محیطی

۴) مستندسازی و طراحی برنامه مدیریت حفاظتی ویژه برای هر منظر بر اساس اقلیم منطقه‌ای

۵) توانمندسازی نیروی انسانی متخصص در حوزه مدیریت منظر و تغییرات اقلیمی

فضاهای سبز تاریخی ایران به‌عنوان ترکیبی از هنر، دانش بومی و طبیعت، سرمایه‌هایی بی‌بدیل در تاریخ و فرهنگ ایرانی محسوب می‌شوند. در شرایط کنونی که تغییرات اقلیمی چالشی جدی برای بقاء این فضاها ایجاد کرده، اتخاذ رویکردی علمی، چندرشته‌ای و آینده‌نگر

ضروری است. تنها در صورت برنامه‌ریزی هوشمند و اجرای طرح‌های تاب‌آور، می‌توان به حفظ و انتقال این میراث ارزشمند به نسل‌های آینده امیدوار بود (Mozaffari et al., 2020).

منابع

جهانشاهلو، م. ۱۳۹۸. اقلیم و طراحی منظر. انتشارات دانشگاه تهران.

اسدی، م. و بابایی، ن. ۱۴۰۰. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر باغ‌های تاریخی ایران. فصلنامه محیط‌شناسی ایران. ۹(۴): ۸۱-۹۳.

Ahani, H. and Dastgheib, A. 2019. Resilience in Iranian historical gardens under climate change stress. Landscape Research.

IPCC. 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Mohammed, M., Al-Humaiqani, M. and Al-Ghamdi, S. G. 2022. The built environment resilience qualities to climate change impact: Concepts, frameworks, and directions for future research. Sustainable Cities and Society. 80: 103797.

Mozaffari, S., Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2020. Smart irrigation in heritage landscapes: A case of Persian gardens. Journal of Environmental Management. 52(11): 1–6.

The Persian Garden. 2011. https://whc.unesco.org/en/list/1372.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The impacts of climate change on Iran's historical and cultural landscapes

Nematollah Etemadi[1*], Najmeh Zamani[1], Maedeh Izadi[1] and Habib Ghaedi[1]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[*]*Corresponding Author: etemadin@iut.ac.ir*

Abstract

Climate change is one of the serious environmental challenges of the current century, its impacts have been manifested in various aspects of human life. Historical green spaces and cultural landscapes, particularly Iranian gardens, are integral to the country's cultural and natural heritage and vulnerable to these changes. This article aims to evaluate the effects of climate change on Iran's historical green spaces and provide effective solutions to combat it based on analyzing the threatening factors, ecological consequences, and conservation strategies. The results of the research indicate that changes in rainfall patterns, increasing temperatures, declining water resources, and increasing pests and diseases are some of the most significant threats. Finally, solutions such as planting native and resistant species, improving irrigation systems, and environmental monitoring are proposed as conservation strategies.

Keywords: Climate change, Cultural heritage, Cultural landscapes, Historical landscape, Iranian gardens, Landscape resilience.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه آمیخته چند جنس سبز فرش در شرایط آب و هوایی کرمان

محمد نیکبان[1*]، وحیدرضا صفاری[1] و همایون فرهمند[2]
۱- بخش باغبانی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- بخش باغبانی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *nikbanmohammad@gmail.com*

چکیده

برای دستیابی به سبز فرشی سالم و زیبا، باید از گونه‌ها و آمیخته‌های بذری مناسب برای هر ناحیه استفاده شود تا جلوه سبز آن پایدار بماند. هر کدام از چمن‌ها به‌صورت جداگانه دارای ویژگی‌هایی هستند که می‌تواند کاشت آن‌ها را توجیه کند اما به‌دلیل معایبی که تک کشت این چمن‌ها دارند، توصیه نمی‌شود برای مثال تک کشت چایر حدود پنج ماه از سال در اثر سردی هوا در خفتگی است و رنگ آن زرد می‌شود. بنابراین در این پژوهش برای تعیین آمیخته بذری مناسب جهت کاشت در شرایط آب و هوایی کرمان، بذر چمن فریژ کنتاکی، چمانواش، چاوی و چایر به‌صورت جداگانه و نیز به‌صورت آمیخته در نسبت‌های مختلف، مورد ارزیابی شد و در پایان بهترین آمیخته بذری برای این ناحیه معرفی گردید. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار که هر تیمـــار دارای ۴ تکـــرار بود، انجام شد. تجزیه‌های آماری تمامی داده‌ها با نرم افزار SAS انجام شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ با یکدیگر مقایسه شدند. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل؛ کیفیت ظاهری، مقدار کلروفیل، میانگین عمق ریشه دهی، وزن تر و خشک رو شاخساره، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک زیر شاخساره، وزن تر و خشک کل و تراکم پنجه‌ها، بوده است. در پایان مشخص شد که آمیخته بذری فریژ کنتاکی و چایر با دارا بودن بیشترین تعداد پنجه، کیفیت ظاهری، وزن تر و خشک رو شاخساره، وزن تر ریشه، وزن تر و خشک زیر شاخساره، وزن تر و خشک کل، بهترین آمیخته بذری برای این ناحیه و نواحی مشابه محل انجام پژوهش است.

واژه‌های کلیدی: آمیخته بذری، چاوی، چایر، چمن‌واش، فریژ کنتاکی.

مقدمه

چمن‌ها به‌گروه بزرگی از گیاهان به‌نام گیاهان تک لپه (Monocotyledones) تعلق دارند. تک لپه‌ای‌ها گیاهان گلداری هستند، که در بذر خود، دارای یک برگ بذری یا لپه هستند (Salehi-Salimi, 2015). چمن‌ها از نظر فصل رشد فعال خود، به دو گروه چمن‌های فصل گرم و فصل سرد تقسیم می‌شوند (Beard, 1973). چندین تفاوت دیگر نیز بین این دو دسته وجود دارد که سبب تفاوت‌هایی در مدیریت آن‌ها می‌شود. یکی از آن‌ها عمق ریشه‌دهی است که مشخص شده‌است. سبز فرش‌های فصل گرم عمق ریشه‌دهی بیشتری نسبت به سبز فرش‌های فصل سرد دارند (Creations, 2012). یکی از بهترین راه ها برای داشتن سبز فرش مناسب در طول فصول مختلف سال، استفاده از آمیخته‌های بذری است که البته باید نوع چمن‌هایی که با هم آمیخته می‌شوند و درصد آمیختگی آن‌ها برای هر نوع شرایط اقلیمی به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. هدف از انجام این پژوهش تعیین بهترین آمیخته بذری مناسب با اقلیم کرمان و مناطق مشابه است. گزارش‌های زیادی از مقایسه و گزینش بین جنس‌های مختلف چمن برای تعیین پاخوری و رنگ، موجود است. در یک پژوهش، که از آمیختن چمن‌های فصل سرد با چمن گرمسیری چایر بود، بهترین قدرت پاخوری را نشان‌داد (Dunn et al., 1994). در مطالعه‌ای چهار نوع چمن چاوی Barball، فریژکنتاکی Merion، چمانواش Shadow و چایر معمول (با منشأ کالیفرنیایی) به‌صورت جداگانه و نیز در آمیخته‌های بذری با نسبت وزنی ۱:۱ و ۱:۱:۱:۱ و نیز دو نوع چمن اسپورت BAR11 (Barenbrug Co.) و MM (Mommersteeg (Co.) را بررسی کردند و در پایان آمیخته بذری فریژ کنتاکی و چایر معمولی را با بالاترین تراکم پنجه‌ها و رشد ریشه و میزان کلروفیل برای کشت در شیراز توصیه نمودند (Khosh-Khui and Salehi, 2004). در پژوهشی دیگر نیز آمیخته‌ای از چمن سردسیری فریژکنتاکی و گرمسیری چایر به‌نسبت 60% P و 40% C آمیخته مناسب کشت شیراز معرفی گردید. استفاده از آمیخته‌ها و ترکیب‌های بذری با گسترده کردن دامنه ژنتیکی،

موجب افزایش احتمال مقاومت به‌آفات، بیماری‌ها و شرایط محیطی می‌گردد (Salehi and Akbari, 2020). در این پژوهش کشت جنس‌های سبز فرش فریژکنتاکی، چاوی، چمانواش و چایر معمولی به‌صورت جداگانه و آمیخته‌های بذری آن‌ها در نسبت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و در پایان بهترین نسبت آمیخته‌های بذری برای منطقه کرمان و مناطق مشابه معرفی شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش دارای ۱۲ تیمار شامل بذر چمن‌های چایر معمولی، فریژکنتاکی، چمانواش بلند و چاوی چند ساله به‌صورت جداگانه و نیز با نسبت‌های مختلف باهم آمیخته شده و مورد مقایسه قرار گرفتند. در این آزمایش بذر چمن چایر معمولی با علامت اختصاری C، فریژکنتاکی P، چمانواش بلند F و چاوی چند ساله L نمایش داده‌شد. انجام آزمایش در مجموعه تولید گل و گیاه سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری کرمان واقع در شهر کرمان با مختصات جغرافیایی شامل: ۱۷۵۴ متر ارتفاع از سطح دریا و °۲۹ و °۵۹ طول شرقی و °۵۵ و °۲۵ نیمکره شمالی صورت گرفت. میانگین بیشترین دما در این منطقه °C۲۴ میانگین کمترین دما °C ۹.۵ و میانگین بارندگی (بارش) سالانه ۱۴۰ میلی متر می‌باشد. آزمایش در فروردین ۱۳۹۰ آغاز و در اسفند ۱۳۹۰ پایان یافت. هرقطعه آزمایش ۴ متر مربع (1×4m) مساحت داشت. این پژوهش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تجزیه آماری تمام داده‌ها با نرم افزار SAS انجام گردید و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

هر کدام از چمن‌ها به‌صورت جداگانه دارای ویژگی‌هایی هستند که می‌تواند کاشت آن‌ها را توجیه کند، ولی به‌دلیل معایبی که کشت این چمن‌ها به‌صورت جداگانه دارند، تک کشت آن‌ها توصیه نمی‌شود. برای نمونه، کشت چایر به‌صورت جداگانه باعث می‌شود که این چمن در حدود ۵ ماه از سال را در اثر سردی هوا در خفتگی به‌سر برد و رنگ آن زرد شود. از سوی دیگر، تک کشت چمن‌های سردسیری در مواجهه با گرمای زیاد تابستان، باعث خفتگی آن‌ها می‌شود در نتیجه رشد کم شده و علف‌های هرز برآن‌ها غلبه می‌کنند. به‌نظر می‌رسد که آمیخته‌ای از چمن‌های سردسیری و گرمسیری در این منطقه و مناطق مشابه به‌دلیل سرسبزی و رشد همیشگی در طول سال، بهترین گزینه باشد. نتایج نشان داد، آمیخته چاوی معمولی(C) دارای 50% +50% فریژکنتاکی(P) در میان دیگر آمیخته‌ها با دارا بودن بیشترین تعداد پنجه، وزن تر ریشه، وزن تر و خشک روشاخساره، وزن تر و خشک زیر شاخساره و مقدار کلروفیل پس از تابستان و زمستان و وزن تر و خشک کل، مناسبترین و مطلوب‌ترین آمیخته بذری برای این ناحیه و نواحی مشابه باشد. به‌دلیل تعداد زیاد جداول نتایج، جدول(۱) مربوط به‌مقدار کلروفیل این آمیخته برای نمونه آورده شده‌است.

جدول ۱- اثر زمان برداشت و تیمارهای مختلف به‌کاررفته برمقدار کلروفیل در ۱۰۰ سانتی متر مربع.

شماره	تیمار					میانگین		تابستان		زمستان	
	Poa	Lolium	Festuca	Cynodon							
1	100%					†4.8	C	6.89	cd	2.72	a
2		100%				4.7	C	8.05	ab	1.35	d
3			100%			3.42	F	5.81	f	1.03	e
4				100%		3.88	EF	7.13	c	0.63	f
5	30%	60%	10%			5.02	B	7.63	b	2.42	ab
6	10%	20%	70%			4.57	CD	7.21	bc	1.93	c
7		50%		50%		5.09	B	8.21	a	1.97	c
8	60%	20%		20%		3.96	E	6.27	e	1.65	d
9	50%			50%		5.55	A	8.43	a	2.68	a
10			50%	50%		4.29	D	6.81	cd	1.77	cd

3.92	E	6.72	d	1.12	e	25%	25%	25%	25%	11
4.33	D	6.49	de	2.17	b	20%	40%	10%	30%	12

منابع

سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران. ۱۳۸۴. اصول چمن‌کاری. انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران.

صالحی، ح. و اکبری، م. ۱۳۹۹. مبانی مدیریت سبزفرش (چمن). انتشارات دانشگاه شیراز (مرکز نشر دانشگاه شیراز). ۶۸۴ ص.

صالحی‌سلیمی، م. ح. ۱۳۹۴. چمن (شناسایی، کاشت و نگه‌داری). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۸ ص.

فلاحیان، ا. ۱۳۸۰. چمن، فناوری، احداث و نگهداری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۸۶ ص.

کریشنز، ن. ا. ۱۳۹۱. اصول مدیریت چمن (ترجمه دکتر علی نیکبخت، مهندس ابراهیم کیانی و دکتر نعمت‌الله اعتمادی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۴۷ ص. (سال ۱۹۴۹).

نادری، د. و کافی، م. ۱۳۸۴. چمن‌ها، کاشت و نگهداری برای داشتن فرشی زیبا. انتشارات ندای ضحی. ۱۷۱ ص.

Beard, J. B. 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, U.S.A. 704 p.

Bread, A. D. 2004. Blending Kentucky bluegrass cultivars of different quality performance levels. Crop Science. 44: 561–566.

Dunn, J. H., Minner, D. D., Fresenburg, B. F. and Bughrara, S. S. 1994. Bermudagrass and cool-season turfgrass mixtures: Response to simulated traffic. Agronomy Journal. 86: 10–16.

Salehi, H. and Khosh-Khui, M. 2004. Turfgrass monoculture, cool-cool, and cool-warm season seed mixture establishment and growth responses. HortScience. 39: 1732–1735.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparison of Green Lawn Seed Mixtures in the Climatic Conditions of Kerman

Mohammad Nikban[1*], Vahidreza Saffari[1] and Homayoun Farahmand[2]
1. Department of Horticulture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2. Department of Horticulture, Shiraz University, Shiraz, Iran
**Corresponding Author: nikbanmohammad@gmail.com*

Abstract

To achieve a healthy and beautiful carpet of green, appropriate seed varieties and mixtures should be used for each area so that its green appearance remains stable. Each grass has its own characteristics that can justify planting it, but due to the disadvantages of monoculture of these grasses, it is not recommended. For example, monoculture of *Cynodon* dactylon is dormant for about five months of the year due to the cold weather and its color turns yellow. Therefore, in this study, to determine the appropriate seed mixture for planting in the climatic conditions of Kerman, The seeds of *Poa* pratensis, *Lolium* perenne, *Festuca* arundinacea and *Cynodon* dactylon. were evaluated individually and as mixtures in different proportions, and in the end, the best seed mixture for this area was introduced. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 12 treatments, each treatment having 4 replications. Statistical analyses of all data were performed using SAS software and the mean data were compared with each other using Duncan's test at the 5% level. The measured characteristics included; appearance quality, chlorophyll content, average rooting depth, fresh and dry weight of shoot tops, fresh and dry weight of roots, fresh and dry weight of shoots below, total fresh and dry weight and tiller density. In the end, it was determined that the Kentucky Frieze and Chair seed mixture, with the highest number of tillers, appearance quality, fresh and dry weight of shoot tops, fresh weight of roots, fresh and dry weight of shoots below, and total fresh and dry weight, was the best seed mixture for this area and similar areas where the research was conducted.

Keywords: *Cynodon* dactylon, *Festuca* arundinacea, *Lolium* perenne, *Poa* pratensis, seed mixtures.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پارک جیبی (مطالعه موردی: بویه شهر گرگان) از منظر شهروندان قبل از اصلاح آن

مهرداد بابااربیع[1*] و آتوسا دانیائی[2]
۱- گروه مهندسی کشاورزی، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- دکتری باغبانی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی پارک جیبی بویه پنجم در شهر گرگان از جنبه‌های علمی، عملی و اجتماعی انجام شد .مسئله اصلی تحقیق، بررسی میزان رضایتمندی شهروندان از شاخص‌های کلیدی چون مکان‌یابی، مبلمان، روشنایی و ایمنی وسایل بود. روش مطالعه توصیفی –تحلیلی و کاربردی بود و داده‌ها از طریق پیمایش میدانی با ۶۰ پرسشنامه گردآوری شد. نتایج نشان داد مکان‌یابی پارک مطلوب است، اما رضایت از مبلمان شهری و روشنایی پایین‌تر از حد متوسط بوده و کمبود تجهیزات رفاهی محسوس است .به طور کلی، میانگین رضایتمندی از مبلمان ۹۶/۱ و از روشنایی کم‌تر از ۳ (از ۵) بود که بیانگر نارضایتی محسوب می‌شود. پیشنهاد می‌شود با بهبود روشنایی، نصب آبخوری و مبلمان مدولار و متنوع، و طراحی فضاهای چندمنظوره، امنیت و کیفیت تجربه کاربری ارتقا یابد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کیفی، پارک جیبی، فضای سبز شهری، گرگان، مشارکت شهروندی.

مقدمه

فضای سبز به عنوان جزئی جدایی‌ناپذیر از ساختار شهری و یکی از ارکان خدمات شهری، نقش حیاتی در پاسخگویی به نیازهای اجتماعی و اکولوژیکی شهروندان ایفا می‌کند (Pickett et al., 2016; Hou et al., 2022). در این میان، پارک‌های جیبی به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. این فضاهای کوچک مقیاس که عمدتاً به دلیل محدودیت‌های فیزیکی قابلیت استفاده برای کاربری‌های بزرگ‌مقیاس را ندارند، در صورت عدم مدیریت صحیح می‌توانند به کانون‌های ناهنجاری‌های اجتماعی تبدیل شوند (سعیدنیا، ۱۳۷۹). پارک‌های جیبی که در مجاورت بلوک‌های مسکونی واقع شده‌اند، کارکردی مشابه پاتوق‌های شهری با رویکرد فضای سبز دارند. طراحی این پارک‌ها به دلیل محدودیت مساحت و ضرورت بازدهی بالا، از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است. مطالعات متعدد از جمله پژوهش ابراهیم‌پور و همکاران (۱۴۰۳) در مشهد نشان داده‌اند که ایجاد این پارک‌ها می‌تواند تا ۷۵ درصد بر افزایش تعاملات اجتماعی تأثیرگذار باشد. همچنین احدنژاد روشتی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای در زنجان به این نتیجه رسیدند که توسعه پارک‌های جیبی با مشارکت شهروندان می‌تواند به عنوان راهکاری مؤثر برای جبران کمبود فضای سبز محله‌ای عمل کند. این پژوهش با هدف ارزیابی جامع پارک جیبی بویه پنجم شهر گرگان از ابعاد علمی، عملی و اجتماعی انجام شده است.

روش تحقیق

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی با رویکرد کاربردی است که با روش پیمایشی و از طریق توزیع ۶۰ پرسشنامه در محل پارک جیبی بویه پنجم گرگان انجام شده است. هفت شاخص اصلی شامل: مکان‌یابی پارک، مبلمان شهری، جانمایی مبلمان، رنگ‌آمیزی فضایی، بافت گیاهی، سیستم روشنایی و سلامت وسایل بازی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفته‌اند.

نتایج و بحث

بررسی میزان رضایتمندی مراجعه‌کنندگان نشان می‌دهد که ۴۶/۷ درصد از کاربران از وضعیت مبلمان پارک ناراضی هستند و سطح رضایت خود را «خیلی کم» ارزیابی کرده‌اند (جدول ۱). مشاهدات میدانی مؤید این موضوع است که پارک فاقد سطل زباله و آبخوری است، این کمبودها موجب شده است کاربران به ویژه کودکان مجبور به استفاده از سطل زباله معابر مجاور شوند که این امر به دلایل متعددی از جمله کاهش ایمنی کودکان و خروج آنان از محدوده پارک نامطلوب است. همچنین نبود آبخوری باعث شده والدین پس از ترک موقت پارک برای رفع تشنگی کودکان، تمایلی به بازگشت نداشته باشند.

جدول ۱- توزیع فراوانی نظر پاسخگویان در خصوص وضعیت شاخص‌های پارک بویه پنجم (بر اساس درصد).

شاخص‌ها	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
مکان‌یابی پارک	۱۰	۳/۳	۳۰	۴۳/۳	۱۳/۳
مبلمان	۴۶/۷	۲۶/۷	۱۶/۷	۳/۳	۶/۷
جانمایی مبلمان	۳/۳	۲۳/۳	۱۶/۷	۴۰	۱۶/۷
رنگ	۳۰	۱۳/۳	۴۰	۱۶/۷	۰
بافت گیاهی	۳۳/۳	۲۳/۳	۲۳/۳	۱۰	۱۰
روشنایی	۳۶/۷	۳۶/۷	۱۳/۳	۳/۳	۱۰
سالم بودن وسایل بازی	۱۶/۷	۱۳/۳	۴۶/۷	۱۰	۱۳/۳

میانگین رضایتمندی از مبلمان پارک ۱/۹۶ از ۵ است که پایین‌تر از حد متوسط (۳) می‌باشد. این آمار نشان‌دهنده نارضایتی قابل توجه مراجعه‌کنندگان از وضعیت مبلمان است.

در مورد وسایل بازی، میانگین رضایتمندی ۲/۹ از ۵ حاکی از رضایت نسبی کاربران است. با این حال، استفاده مکرر کودکان از تجهیزاتی مانند تاب موجب فرسودگی زودرس این وسایل شده است. نکته مثبت این که کلیه والدین از ایمنی وسایل بازی رضایت داشته‌اند که نشان‌دهنده رعایت استانداردهای ایمنی در طراحی است.

۴۰ درصد از کاربران از رنگ‌آمیزی فضای پارک رضایت متوسط داشته‌اند. به نظر می‌رسد استفاده از رنگ‌های متنوع‌تر در طراحی وسایل بازی و کف‌پوش می‌تواند به ارتقای کیفیت بصری فضا کمک کند.

در زمینه مکان‌یابی، اکثریت مراجعه‌کنندگان از موقعیت پارک رضایت داشته‌اند و این پارک برای ساکنان مجاور ایجاد مزاحمت نکرده است. اما مهم‌ترین چالش پارک، عدم وجود سیستم روشنایی مناسب است که استفاده شبانه از آن را غیرممکن ساخته و به طور خاص بر حضور بانوان و کودکان در ساعات عصر تأثیر منفی گذاشته است.

نتیجه‌گیری

پارک‌های جیبی به عنوان فضاهای عمومی در مقیاس محله‌ای، ظرفیت بالایی در تأمین نیازهای روحی و روانی ساکنان دارند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد پارک جیبی بویه پنجم گرگان اگرچه تا حدودی توانسته رضایت ساکنان محله را جلب کند، اما در برخی جنبه‌های عملکردی با کاستی‌هایی مواجه است. بر این اساس، پیشنهادات زیر برای بهبود کیفیت و کارکرد این پارک ارائه می‌شود:

۱- بهسازی دسترسی‌ها:

- طراحی ورودی‌های مناسب برای افراد دارای معلولیت و ناتوانی‌های حرکتی
- ایجاد رمپ و مسیرهای هموار برای تسهیل تردد سالمندان

۲- تأمین روشنایی:

اجرای پروژه نورپردازی مناسب به منظور افزایش ساعات استفاده از پارک و ارتقای امنیت شبانه و در نتیجه کاهش ناهنجاری‌های اجتماعی.

۳- تجهیزات و مبلمان:

- نصب آبخوری‌های بهداشتی
- طراحی و استقرار وسایل ورزشی ویژه میانسالان و سالمندان
- ترمیم و بهسازی وسایل بازی موجود
- جانمایی هوشمندانه مبلمان به عنوان نقاط جذب اجتماع

۴- طراحی فضایی:

- به‌کارگیری رنگ‌های شاد و متنوع در عناصر پارک
- ایجاد فضاهای چندمنظوره برای گروه‌های سنی مختلف

این اقدامات می‌تواند به ارتقای کیفیت محیطی پارک، افزایش تعاملات اجتماعی و بهبود تجربه کاربری تمام گروه‌های سنی منجر شود. پیشنهاد می‌شود مدیران شهری با مشارکت کارشناسان و ساکنان محله، برنامه‌ریزی لازم برای اجرای این پیشنهادات را در اولویت قرار دهند.

منابع

ابراهیم‌پور، م.، منصوری عاطفت، ع.، موسوی، س. ز. و وحیدی مطلق، س. ۱۴۰۳. تحلیلی بر نقش پارک‌های جیبی در افزایش تعاملات اجتماعی بین شهروندان مشهد. کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، هنر، طراحی صنعتی، ساخت و فناوری مبتنی بر حکمت، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

احدنژاد روشتی، م.، حیدری، م. و عزیزی، ص. ۱۳۹۸. ارزیابی توسعه پارک‌های جیبی با رویکرد مشارکت شهروندان در محلات شهری (مطالعه موردی: محلات زیباشهر و امیرکبیر شهر زنجان). دو فصلنامه جغرافیای اجتماعی شهری. ۶(۲): ۳۹-۵۴.

سعیدنیا، ا. ۱۳۷۹. فضای سبز شهری. تهران: مرکز برنامه‌ریزی شهری.

Hou, J., Wang, Y., Zhou, D. and Gao, Z. 2022. Environmental effects from pocket park design according to district planning patterns—Cases from Xi'an, China. Atmosphere. 13: 300.

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Childers, D. L., McDonnell, M. J. and Zhou, W. 2016. Evolution and future of urban ecological science: Ecology in, of, and for the city. Ecosystem Health and Sustainability. 2: 1229.

Evaluation of Pocket Park (Case Study: Buyeh, Gorgan) from the Citizens' Perspective Before Its Modification

Mehrdad Babarabie[1*] and Atoosa Danyaei[2]

1. Department of Agriculture, Minab Higher Education Complex, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
2. Horticultural Sciences, National University of Skills, Tehran, Iran

Corresponding author: mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir

Abstract

This research aimed to evaluate the fifth Boyeh pocket park in Gorgan city from scientific, practical and social aspects. The main research question was to investigate the level of citizens' satisfaction with key indicators such as location, furniture, lighting and safety of equipment. The study method was descriptive-analytical and applied, and data were collected through a field survey with 60 questionnaires. The results showed that the location of the park is desirable, but satisfaction with urban furniture and lighting is below average and there is a noticeable lack of amenities. In general, the average satisfaction with furniture was 1.96 and with lighting was less than 3 (out of 5), which is considered dissatisfaction. It is suggested that by improving lighting, installing modular and diverse drinking fountains and furniture, and designing multipurpose spaces, security and quality of user experience can be improved.

Keywords: Citizen participation, Gorgan, Green space, Pocket park, Quality assessment, Urban.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

جمع‌آوری گونه‌های بلوط از شهرهای مختلف و کشت آن برای تولید نهال مناسب برای کشت در بوستان کوهسار منطقه ۵ تهران

زهرا شهبانی[۱*]، مسعود نوابی[۲] و محمد شکاری خانقاه[۱]
۱- اداره فضای سبز شهرداری منطقه ۵، تهران، ایران
۲- معاونت خدمات شهری منطقه ۵، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *zahrashahbani2020@gmail.com*

چکیده

جنس بلوط یکی از مهمترین گونه‌های گیاهان چوبی در نیمکره شمالی است. بلوط سبب حفظ تنوع زیستی در سطح زمین و زیر آن می‌شود. از فایده‌های بلوط می‌توان به مواردی مانند تولید الوار با کیفیت، هیزم، تانن برای تهیه چرم، رنگ‌های طبیعی، سایه‌گستر بودن و عمر طولانی، زیستگاه حیات وحش، غذای برخی جانوران با تغذیه از برگ و میوه و حتی غذای انسان‌ها (استفاده از میوه بلوط در بخش‌هایی از آسیا)، اشاره نمود. تنه و شاخه‌های بلوط بالغ از رشد اپی‌فیت‌های غیرآوندی (مانند خزه‌ها) و آوندی (مانند ارکیده‌ها) پشتیبانی می‌کند. گونه‌های خزاندار بلوط دارای تحمل نسبی به خشکی هستند که به‌دلیل ریشه‌های نفوذ پذیر عمیق و کنترل قوی روزنه‌های آنهاست که مانع از دست دادن آب در هنگام تعرق می‌شود. به‌دلیل کاهش جمعیت بلوط در اثر عواملی مانند سفت و فشرده شدن خاک جنگل‌ها، حضور دام، آتش سوزی، آفات، راه سازی و تخریب، این پژوهش در مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز شهرداری منطقه ۵ تهران انجام شد، تا با کشت این درختان مقاوم در بوستان کوهسار، علاوه بر توسعه فضای سبز و جلوگیری از فرسایش خاک، به بقای گونه‌های جانوری و چرخه اکوسیستم کمک شود. برای این منظور در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳ بذرهای بلوط از شهرهای قائم شهر، یاسوج، تهران، کرج و تبریز جمع‌آوری شد. این گونه‌ها شامل *Quercus castaneifolia* C.A.Mey.، *Quercus brantii* L. ، *Quercus ilex* L. و *Quercuspetraea* M. بودند. پس از جوانه زنی، گیاهان به بستر حاوی نسبت مساوی خاک زراعی و ماسه شسته منتقل شدند. از آنجا که بلوط گیاهی کند رشد است، چند ماه پس از انتقال گیاهان به بستر کشت جدید، تغذیه با کودهای آلی مانند هیومیک اسید، کودهای زیستی و نیز کود نانو انجام شد. از میان ۱۷۰۰ بذر جمع آوری شده، ۱۰۰۰ دانهال تولید گردید. دانهال‌ها در زمستان ۱۴۰۳ در بوستان کوهسار منطقه ۵ کشت شدند.

واژه های کلیدی: بذر، تحمل به خشکی، دانهال، فضای سبز، گونه‌های بلوط.

مقدمه

جنس بلوط یکی از مهمترین گونه‌های گیاهان چوبی در بسیاری از مناطق نیمکره شمالی است (Nixon, 2002) . بلوط سبب حفظ تنوع زیستی در سطح زمین و زیر آن شده و توسط پستانداران (مانند گوزن، میمون، جوندگان، سنجاب پرنده و خرس)، پرندگان (مانند دارکوب)، بسیاری از حشرات و مورچه‌هایی که بقایای پوسته بلوط را تجزیه می‌کنند، اپی‌فیت‌های گوناگون مانند گلسنگ‌ها، خزه‌ها و سرخس‌ها استفاده می‌شود. از فایده‌های این درختان می‌توان به مواردی مانند الوار با کیفیت، هیزم، تانن برای تهیه چرم، رنگ‌های طبیعی، سایه‌گستر بودن و عمر طولانی، زیستگاه حیات وحش، غذا برای برخی جانوران با تغذیه از برگ و میوه آن و حتی غذای انسان‌ها (میوه بلوط هنوز در بخش‌هایی از آسیا خورده می‌شود) اشاره نمود (Nixon, 2009). در مقایسه با سایر جنگل‌ها مانند کاج، جنگل‌های بلوط با تنوع گونه‌ای بالاتر، خاکبرگ بیشتری تولید می‌کنند و سبب حاصلخیزی خاک می‌شوند (Shrestha, 2003). تنه و شاخه‌های درختان بلوط بالغ از رشد اپی‌فیت‌های غیرآوندی (مانند خزه‌ها) و آوندی (مانند ارکیده‌ها) پشتیبانی می‌کند (Bargali et al ., 2015). در میان نهاندانگان چوبی، گونه‌های خزاندار

بلوط دارای تحمل نسبی به خشکی هستند که به‌دلیل ریشه‌های نفوذ پذیر عمیق و کنترل قوی روزنه‌های آنهاست که مانع از دست دادن آب در هنگام تعرق می‌شود (Bose et al., 2021).

درک دقیق چگونگی تغییر توزیع گونه‌های درختی با توجه به تغییر شرایط محیطی، در اعمال استراتژی‌های حفاظتی در جنگل‌های خزان‌دار مناطق معتدل ضروری است (Asadi et al., 2025). با توجه به موارد بیان شده و نیز به‌دلیل کاهش جمعیت بلوط که از گونه‌های مناسب کشور ایران می‌باشد (در اثر عواملی مانند سفت و فشرده شدن خاک جنگل‌ها، حضور دام، آتش سوزی، آفات، تخریب و ساخت و ساز) این پژوهش انجام شد تا با کشت این درختان مقاوم، علاوه بر توسعه فضای سبز و جلوگیری از فرسایش خاک، به بقای گونه‌های جانوری و چرخه اکوسیستم کمک شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز شهرداری منطقه ۵ تهران و در طول سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳ انجام شد. برای این منظور بذرهای رسیده و بالغ بلوط در فصل پاییز از شهرهای قائم شهر، یاسوج، تهران، کرج و تبریز جمع آوری شدند (شکل ۱). گونه‌های جمع آوری شده شامل *Quercus castaneifolia* C.A.Mey. یا بلوط بلندمازو، *Quercus brantii* L. یا بلوط ایرانی، *Quercus ilex* L. یا بلوط همیشه سبز و *Quercus petraea* M. یا بلوط سفید بودند. به‌دلیل آن که بذرهای بلوط ریکالسیترنت هستند (Tantray et al., 2017) بلافاصله پس از جمع آوری در بستر ماسه کشت و در هوای آزاد جهت رفع نیاز سرمایی قرار گرفتند. قبل از کشت، بذرها شستشو شده و بذرهایی که روی آب قرار گرفتند یا شکسته بودند جدا شدند. سایر بذرها با قارچکش کاربندازیم نیم در هزار به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و سپس کشت شدند. شروع این پژوهش با بررسی جوانه‌زنی بذرهای بلندمازوی جمع آوری شده از شهر کرج بود و در سال بعد از سایر شهرهای نامبرده شده نیز بذرها جمع آوری و کشت شدند (شکل ۲). پس از جوانه‌زنی وقتی دانهال‌ها به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر رسیدند به بستر حاوی نسبت مساوی خاک زراعی و ماسه شسته منتقل شدند. از آنجا که بلوط گیاهی کند رشد است، چند ماه پس از انتقال گیاهان به بستر کشت جدید، تغذیه انجام شد. انجام تغذیه با کودهای آلی مانند هیومیک اسید، کودهای زیستی و نیز کود نانو بود که در مراحل مختلف انجام شد.



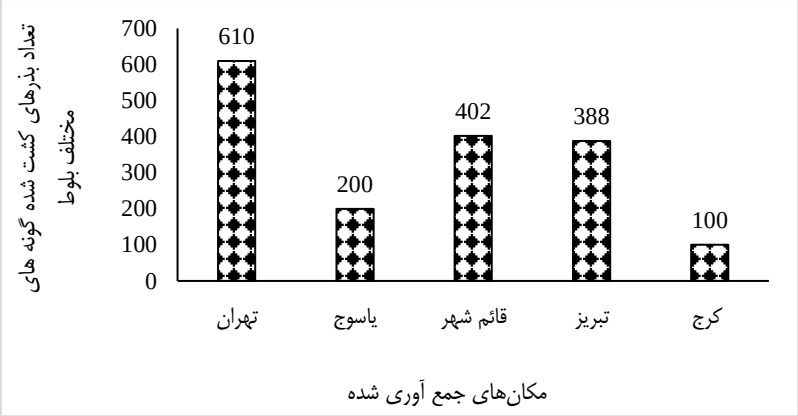
شکل ۱- محل جمع‌آوری بذرهای بلوط از شهرهای مختلف کشور



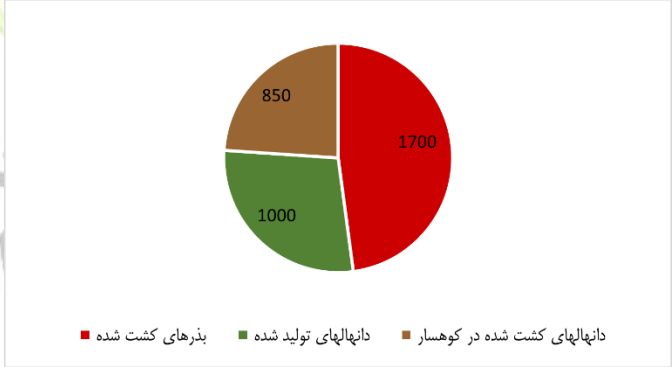
شکل ۲- بذرهای بلوط جمع‌آوری شده و کشت آن‌ها.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد از ۱۷۰۰ بذر جمع آوری شده از شهرهای مختلف، که به تفکیک تعداد در (شکل ۳) مشخص شده است، ۱۰۰۰ عدد آن به دانهال سالم و قوی منجر شد. از میان دانهال‌های تولید شده در فصل زمستان ۱۴۰۳، ۸۵۰ عدد آن پس از لیبل‌گذاری در بوستان کوهسار که یکی از بوستان‌های بزرگ و مهم شهرداری منطقه ۵ تهران می‌باشد کشت گردید (شکل ۴). این دانهال‌ها که از گونه‌های مختلف بودند در بخش‌های مختلف این بوستان مورد کشت قرار گرفتند. در سال‌های بعد قصد داریم میزان رشد این نهال‌ها را در شرایط این بوستان بررسی کنیم. در پژوهشی مشخص شد در مناطق پراکنش بلوط بلندمازو، جمعیت این گونه با کاهش چشمگیر روبرو بوده است (مهرنیا و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به اهمیت درخت بلوط از نظر جلوگیری از فرسایش خاک، طول عمر طولانی، سایه گستر بودن، تحمل نسبی به خشکی، زیبایی برخی گونه‌ها مانند بلوط بلند مازو در فضای سبز، جلوگیری از انقراض جمعیت گونه‌های بلوط و حفظ تنوع زیستی با سایر جانداران و کمک به سلامت محیط زیست، انجام طرح‌هایی مانند این پژوهش قابل توصیه می‌باشد



شکل ۳- بذرهای کشت شده بلوط به تفکیک تعداد بذر جمع آوری شده از شهرهای مختلف.



شکل ۴- تعداد بذرهای کشت شده، دانهال‌های کشت شده در کوهسار و دانهال‌های تولید شده.

منابع

مهرنیا، م.، اسدی، م. و مرادی، ا. ۱۴۰۱. جایگاه حفاظتی بلندمازو *Quercus castaneifolia* در ایران. طبیعت ایران. ۷(۵): ۱۳۷–۱۴۶.

Asadi, H., Jalilvand, H., Tafazoli, M. and Hosseini, S. F. 2025. Modeling habitat suitability of *Quercus castaneifolia* in the Hyrcanian forest: A comprehensive integration of environmental factors for conservation insights. Biodiversity and Conservation. 34(1): 315–334.

Bargali, K., Joshi, B., Bargali, S. S. and Singh, S. P. 2015. Oaks and the biodiversity they sustain. International Oaks. 26: 65–76.

Bose, A. K., Scherrer, D., Camarero, J. J., Ziche, D., Babst, F., Bigler, C. and Rigling, A. 2021. Climate sensitivity and drought seasonality determine post-drought growth recovery of *Quercus petraea* and *Quercus robur* in Europe. Science of the Total Environment. 784: 147222.

Nixon, K. C. 2002. The oak (*Quercus*) biodiversity of California and adjacent regions. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.

Shrestha, B. B. 2003. *Quercus semecarpifolia* Sm. in the Himalayan region: Ecology, exploitation and threats. Himalayan Journal of Sciences. 2: 126–128.

Tantray, Y. R., Wani, M. S. and Hussain, A. 2017. Genus *Quercus*: An overview. International Journal of Advance Research in Science and Engineering. 6(8): 1880–1886.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Collecting and cultivating Oak species from different cities to produce suitable seedlings for planting in the Kohsar Park, District 5. Tehran

Zahra Shahbani[1*], Masoud Navabi[2] and Mohammad Shekari Khanghah[1]
1. Landscape Department of District 5, Tehran, Iran
2. Deputy of Municipal Services- District 5, Tehran, Iran
Corresponding Author: Zahrashahbani2020@gmail.com

Abstract

The genus *Quercus* is one of the most important woody plant species in the Northern Hemisphere. Oaks maintain biodiversity above and below ground. Oak Benefits are included: the production of timber, firewood, tannins for leather, natural dyes, shade and longevity, wildlife habitat, food for some animals that feed on leaves and fruit, and even food for humans (acorns are used in parts of Asia). The trunk and branches of mature oaks support the growth of nonvascular (such as bryophytes)) and vascular (such as orchids) epiphytes. Deciduous oak species are relatively drought tolerant, due to their deep-penetrating, roots and strong stomatal control that prevents water loss through transpiration. Since the decline in the oak population due to factors such as compaction of forest soil, the presence of livestock, fires, pests, road construction and destruction, this research was conducted at the Landscape Research, Education and Consulting Center of Tehran Municipality District 5, in order to help the survival of animal species and the ecosystem cycle by planting these resistant trees in the Koohsar Park, in addition to developing landscape and preventing soil erosion. For this purpose, oak seeds were collected from the cities of Ghaemshahr, Yasuj, Tehran, Karaj and Tabriz between 2010 and 2014. These species included *Quercus castaneifolia* C.A.Mey. *Q. branti* L. *Q. ilex* L. and *Q. petraea* M. After germination, the plants were transferred to a substrate containing equal proportions of soil and washed sand. Since oak is a slow-growing plant, a few months after transferring the plants to the new substrate, nutrition by organic fertilizers such as humic acid, biofertilizers and also nano fertilizer was done. Out of 1700 seeds collected, 1000 seedlings were produced. The seedlings were planted in the winter of 2025 in the Kohsar Park, District 5.

Keywords: Drought tolerance, Landscape, Oak species, Seedlings, Seeds.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور تغییر اقلیم:

فرصت‌ها و چالش‌ها

مطالعات میدانی، فرصت‌ها و چالش‌های توسعه کشت آووکادو در ایران

مالک قاسمی[1*]، ابراهیم عابدی قشلاقی[1] و مهسا هاشمی سجادی[1]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *malekgh45@gmail.com*

چکیده

بی‌شک ورود هر محصول نوظهور به کشور در صورتی که از اصول علمی میوه‌کاری بهره‌مند باشد، می‌تواند منشاء تحول اقتصادی، اجتماعی و در صورتی که بدون رعایت اصول علمی باشد، سبب بروز مشکلات فراوان از جمله ورود آفات و بیماری‌های نوظهور شود. از مزایای کشت آووکادو در ایران می‌توان بازار جدید و کم‌رقابت. فرصت برندسازی و بازاریابی خوب، ارزش اقتصادی زیاد، تقاضای جهانی زیاد و امکان صادرات به کشورهای همسایه، مقاومت نسبی به برخی تنش‌ها (بدلیل تنوع ژنتیکی فراوان، برخی ارقام آووکادو از جمله ارقام گواتمالایی و وست ایندین تحمل خوبی به گرما و خشکی دارند و برخی دیگر مانند ارقام مکزیکی به سرما تحمل مناسبی دارند)، افزایش تقاضا به خاطر خواص تغذیه‌ای و دارویی سازگاری با برخی مناطق ایران از جمله شمال کشور (گیلان، مازندران، گلستان)، استان فارس، کرمان و حتی جنوب کشور در میکروکلیماهای خاص با سرما و گرمای قابل‌تحمل)، طول عمر اقتصادی خوب (درخت آووکادو در صورت مراقبت خوب، می‌تواند ده‌ها سال باردهی اقتصادی داشته باشد) و نیاز کمتر به سموم (در شرایط بدون بیماری جدی) در بیشتر مناطق ایران اشاره کرد . چالش‌های مهم توسعه کاشت آووکادو شامل حساسیت به یخبندان و خشکی شدید، شرایط غرقاب و بیماری فایتوفتورا، ریزش شدید میوه و گل در زمان کمبود رطوبت نسبی هوا در زمان گل است، بنابراین انتخاب رقم متناسب با اقلیم ضروری است. این میوه نیاز به خاک با زهکش خوب و عمیق دارد. خاک سنگین یا باتلاقی مشکل‌ساز است. همچنین آووکادو نیاز به گرده‌افشانی متقاطع دارد (باید ارقام نوع A و B با هم کاشته شوند).

واژه‌های کلیدی: رقم، تنش، سازگاری، مکان سنجی، میکرو کلیما.

مقدمه

در حال حاضر آووکادو بطور گسترده‌ای در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان پراکنده شده و در کشورهای مختلف به روش‌های گوناگونی مورد مصرف قرار می‌گیرد. تولید جهانی آووکادو حدود ۳/۵ میلیون تن است که حدود بیست درصد آن صادر می‌شود. نیازهای اقلیمی آووکادو با ویژگی‌های آب و هوایی خاستگاه آن مطابقت داشته و بطور کلی به عنوان گیاهی نیمه‌گرمسیری شناخته می‌شود.

اولین بار تعداد ارقام پیوندی اصلاح شده آووکادو توسط شادروان آقای اولیایی در اواخر دهه شصت وارد ایران شد. ارقام وارداتی شامل هس، مکزیکولا، پینکرتون و رید ، از ارقام گلدهی تیپ A و رقم‌های زوتانو، بیکن و فورته از تیپ B بود. با تنوع آب وهوای گوناگون در شمال ایران نیاز است ارقام متحمل به سرما شناسایی شده وارد گردد. همچنین بارندگی‌های بلند مدت در برخی مواقع می‌تواند سبب شیوع بیماری های قارچی خاکزاد شود. لذا وارد کردن پایه‌های متحمل می‌تواند راهگشا باشد. درختان آووکادو ۴ تا ۶ سال پس از کشت شروع به باردهی اقتصادی می‌کنند و در سن ۱۲ تا ۱۴ سالگی به حداکثر باروری می‌رسند. تراکم کشت از ۲۰۰ اصله در هکتار در باغداری سنتی تا ۲۵۰۰ اصله در هکتار در باغداری متراکم متغیر است. عمر اقتصادی درختان آووکادو ۲۵ تا ۳۰سال است که البته با مدیریت مناسب تغذیه و آبیاری و همچنین انجام هرس سالیانه قابل افزایش است. لازم است از نهال‌های پیوندی استفاده شود تا محصول تولیدی از کیفیت مورد نظر برخوردار بوده و بازارپسندی لازم را داشته باشد. میزان عملکرد متوسط آووکادو ۱۰ تا ۲۰ تن در هکتار است ولی با مدیریت صحیح این میزان را تا۳۰ تن در هکتار می‌توان افزایش داد. ضمنا این درخت تا رسیدن به سن باردهی مطلوب کمی نیازمند زمان بوده و باید صبور بود. در پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه‌گرمسیری، شناسایی ارقام موجود در کشور، مکان‌یابی و تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده و شناسایی

عوامل محدود کننده کشت آووکادو را در دستور کار قرار دارد. الگو برداری از سابقه کشت مرکبات و سایر میوه‌های نیمه گرمسیری برای شرایط مشابه، با رعایت ملاحظاتی تا حدی قابل تعمیم است (حیاتبخش و قاسمی ۱۳۹۵).

چالش‌های کشت آووکادو در ایران

سرما: منطقه مورد نظر کشت این محصول باید در جایی باشد که محل نشست سرما نباشد. دامنه‌های شیبدار تا ارتفاع ۱۵ متر دامنه جنوبی البرز بهترین مکان کشت هستند، زیرا در صورت برودت، هوای سرد منتقل شده و صدمه به حداقل می‌رسد. **صدمه باد:** از آنجایی که شاخه‌های آووکادو ترد و شکننده و ریشه‌های آن سطحی است، وزش باد می‌تواند خسارت زیادی به این درخت وارد کند، به همین خاطر کاشت درختان بادشکن از ضروریات احداث باغ تجاری این محصول است (Chen et al., 2018, Platt 2002) **پوسیدگی طوقه و ریشه:** از آنجائی که آووکادو به پوسیدگی‌های ریشه حساسیت زیادی دارد، لذا زهکش مناسب از اهمیت زیادی برخوردار بوده و اگر سطح ایستابی بالاتر از عمق یک متری باشد موجب اضمحلال درخت خواهد شد (Ben Yaacov and Michelson. 1995). **بافت و اسیدیته خاک:** کلروز ناشی از قلیائیت خاک و آب سبب زردی و ریزش برگ در آووکادو می‌شود. مقدار پ‌هاش مناسب بستر کشت باید حدود ۵ تا ۷ باشد. درصورتیکه خاک سنگین باشد، زهکش مناسب از اهمیت زیادی برخوردار می‌شود. اغلب ارقام به تنش آبی و نیز زیادی رطوبت ناشی از زهکشی ضعیف خاک حساس هستند. **ریزش گل و میوه:** از آنجایی که ریشه‌های آووکادو کم عمق هستند، خشکی طولانی مدت در زمان‌های بحرانی گل‌دهی و تشکیل میوه باعث ریزش شدید گل و میوه‌چه‌ها خواهد شد. مالچ پای درختان در این خصوص بسیارموثر خواهد بود. **دما:** بهترین دما برای رشد این محصول برابر ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد است. گرمای بیش از این حد باعث کاهش فتوسنتز شده و عملکرد کاهش می‌یابد. اگر در زمان گل‌دهی دمای هوا در روز کمتر از ۱۷ و شب هنگام کمتر از ۱۲ باشد گل‌ها آسیب دیده درصد تشکیل میوه کاهش شدیدی خواهد داشت. از طرف دیگر اگر در این دوران هوای روز و شب به ترتیب گرم‌تر از ۳۳ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد شود رشد لوله گرده و نمو جنین تضعیف خواهد شد که سبب کاهش محصول می‌شود. **رطوبت نسبی:** آووکادو به‌ویژه در دوره گل‌دهی و تشکیل میوه طالب هوایی با رطوبت نسبی بالاتر از ۵۰٪ است (Schaffer et al., 2024). **شناسنامه نداشتن و عدم کیفیت نهال تولیدی:** اغلب آووکادو موجود در ایران به‌شکل غیر رسمی و عمدتا همراه مسافر، و بذری وارد کشور شده و توسط تولیدکنندگان نهال بدون توجه به اصالت و سلامت آن تکثیر و در اختیار متقاضی قرار می‌گیرد. عدم توجه به اصالت رقم و حساسیت‌های احتمالی ارقام از یک طرف و عدم توجه به تیپ گلدهی که لازمه تولید اقتصادی است، می‌تواند در آینده تولید آووکادو مشکلات جدی ایجاد کند. **برداشت پیش از موقع:** عدم آگاهی تولیدکنندگان میوه از زمان مناسب برداشت و همچنین پیشگیری از سرقت محصول، سبب شده تا میوه خارج از فصل و نامرغوب بدست مصرف‌کننده داخلی و در آینده مشتریان خارجی رسیده و برند محصول ایرانی را زیر سوال ببرد. **عدم قابلیت نگهداری بلند مدت محصول:** این محصول فرازگرا بوده و مدت نگهداری آن پس از برداشت زیاد نیست. لذا آماده کردن تعدای از سردخانه‌های منطقه با آتمسفر کنترل شده، جهت نگهداری آووکادو ضرورت دارد. **گرده‌افشانی و تشکیل میوه:** به علت طرز رشد گل‌ها و عدم همزمانی رسیدن دانه‌گرده و مادگی گل‌های یک درخت نمی‌توانند خودشان را تلقیح کنند بلکه بایستی توسط گل‌های درختان دیگر یا مجاور گرده‌افشانی شوند. باد به تنهائی نمی‌تواند سبب انتقال دانه گرده شود اما زنبورها می‌توانند در انتقال دانه گرده از گلی به گل دیگر بسیار موُثر باشند. برای همین منظور لازم است در زمان شکوفایی گل‌ها حداقل دو تا سه کندوی زنبور عسل در هر هکتار از باغ آووکادو مستقر شود (Bower and Cuting, 1988). آووکادو عادت گل‌دهی بی‌نظیری دارد که به دایکوگامی یا پروتوژنی معروف است که سبب دگرگشنی در آن می‌شود. بر اساس این پدیده، هر یک از رقم‌های موجود در یکی از دو گروه مکمل A یا B قرار می‌گیرد. در یک زمان، تقریبا تمام گل‌های یک درخت فقط مادگی فعال بوده و گل‌های درخت همگی نقش ماده را ایفا می‌کنند اما همین گل‌ها در زمانی دیگر نقش نر داشته و تنها پرچم‌های آنها فعالیت دارد. در خیلی از کشورها ارقامی به عنوان گرده‌دهنده باعث افزایش درصد تشکیل میوه می‌شوند. متعاقب گرده‌افشانی میزان قابل ملاحظه‌ای از میوه‌ها دچار ریزش می‌شوند که می‌تواند ناشی از استرس حرارتی، رطوبتی و ضعف گرده‌افشانی و یا رشد رویشی بیش از حد باشد که سبب فقر کربوهیدراتی میوه‌ها و تشدید رقابت برای جذب مواد بین آنها می‌شود. با عنایت به رفتار خاص گل‌دهی در آووکادو لازم است برای تولید محصول کافی همواره ارقام این دو تیپ در مجاورت هم قرار داشته باشند تا گرده‌افشانی و تلقیح مناسب انجام شده و میوه کافی تشکیل شود(Schaffer et al., 2024). در شمال ایران که ارقام ، هس، لم هس، رید و پینکرتون (از تیپ A)، زوتانو، بیکن و فورته(از تیپ B) فراوانی بالاتری دارند لازم است نقشه کاشت به گونه‌ای طراحی شود که کارایی گرده‌افشانی در حداکثر بوده و بتوان محصول فراوانی از این ارقام تجاری برداشت کرد. آووکادو از نظر تحمل به

شوری نیز در گروه درختان حساس طبقه‌بندی می‌شود (Bender et al., 2010). در بین نژادهای مختلف آووکادو ارقام نژاد وست ایندین و نژاد مکزیکی به ترتیب دارای تحمل بیشتری به بارندگی‌های تابستانی و تنش آبی (خشکی هوا) هستند (Silva et al., 2002).

فرصت‌های کشت آووکادو در ایران

از مزایای کشت آووکادو در ایران: ۱-میوه جدیدی است بازار جدید و کم‌رقابت داشته، تولید داخلی محدود دارد ، کشت آووکادو در مراحل اولیه بوده، واردات آن ممنوع و تولید صنعتی آن گسترده نیست. ۲- فرصت برندسازی. باغداران می‌توانند با کیفیت بالا و بسته‌بندی مناسب، برند قوی ساخته و بازار خوبی پیدا کنند. ۳- ارزش اقتصادی بالا. قیمت آووکادو در بازار ایران نسبت به میوه‌های رایج دیگر بالاتر است. ۴- تقاضای جهانی زیاد و امکان صادرات به کشورهای همسایه. مانند حوزه خلیج فارس، عراق، و روسیه. ۵-مقاومت نسبی به برخی تنش‌ها. بدلیل تنوع ژنتیکی فراوان، برخی ارقام آووکادو از جمله ارقام گواتمالایی و وست ایندین تحمل خوبی به گرما و خشکی دارند و برخی دیگر مانند ارقام مکزیکی تحمل مناسبی به سرما دارند. ۶- افزایش تقاضا به خاطر خواص تغذیه‌ای و بهداشتی. آووکادو سرشار از چربی‌های مفید، فیبر، و ویتامین‌هاست و در رژیم‌های غذایی سالم، دیابت، بیماری‌های قلبی، و تناسب اندام بسیار توصیه می‌شود. با آشنا شدن مردم به این خواص، تقاضا در حال افزایش است. ۷- سازگاری با برخی مناطق ایران. برخی مناطق شمال کشور (گیلان، مازندران، گلستان)، استان فارس، کرمان، و حتی جنوب کشور در میکروکلیماهای خاص با سرما و گرمای قابل‌تحمل، برای ارقام مناسب، قابلیت کشت دارند. ۸- طول عمر اقتصادی خوب. درخت آووکادو در صورت مراقبت خوب، می‌تواند ده‌ها سال باردهی اقتصادی داشته باشد. ۹- نیاز کمتر به سموم (در شرایط بدون بیماری جدی) در بیشتر مناطق ایران، آووکادو هنوز با بیماری‌ها و آفات جدی درگیر نیست. بنابراین مصرف سموم پایین‌تر است.

نتیجه‌گیری

بدیهی است که بهترین باردهی آووکادو محدود به ناحیه محدودی است که عملا بین عرض‌های جغرافیایی ۲۳/۵ درجه شمالی و جنوبی قرار دارد. با این وصف در استان‌های شمالی کشور در میکرو کلیماهایی که خطر سرمازدگی احتمال کمتری دارد در محدوده آمل تا چابکسر، کشت ارقام هیبرید نیمه گرمسیری مکزیکی و گواتمالایی مانند هس، لم هس، پینکرتون، مکزیکولا و رید از گروه A و زوتانو، بیکن و فورته از گروه B در مناطق شیبدار کوهپایه قابل توصیه است. لازم به ذکر است بدلیل حساسیت بیشتر به سرما در ارقامی مانند هس و لم هس بایستی در مراقبت از سرمازدگی آن‌ها دقت بیشتری شود. همچنین به دلیل تحمل به شوری و گرما در ارقامی مانند وست‌ایندین و ارقام گواتمالایی احتمال موفقیت کشت در ارتفاعات مناطق جنوبی از جمله دزفول در استان خوزستان و نراب در کرمان که دارای خصوصیات اقلیمی مذکور باشند متصور است. بدلیل پیشگیری از ورود بیماری‌های قرنطینه‌ای از جمله سان‌بلاچ، از واردات بدون ضابطه ارقام، پرهیز جدی شود. همچنین از تکثیر ارقام متفرقه بدون شناسنامه که میزان باردهی، کیفیت محصول و حساسیت به تنش‌های زنده و غیر زنده آن‌ها بررسی نشده‌است اکیدا خودداری شود. در صورتی که توسعه این محصول حساب‌شده و بر مبنای اصول علمی و تجربی باشد، با تغییر تدریجی الگوی کشت در مناطق مستعد، می‌تواند در اقتصاد باغداران محترم منشاء تحول باشد.

منابع

حیاتبخش، ع. و قاسمی، م. ۱۳۹۵. کشت و پرورش آووکادو. موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.۲۴ صفحه.

Ben-Yaacov, A. and Michelson, E. 1995. Avocado rootstocks. Horticultural Reviews. 17: 381–429.

Bender, G., Crowley, D. and Arpaia, M. L. 2010. The search for salinity tolerance in avocado: An update on a frozen rootstock trial. Topics in Subtropics Newsletter. 8(3): 5–6.

Bower, J. P. and Cutting, J. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. Horticultural Reviews. 10: 229–271.

Chen, H., Morrell, P. L., Ashworth, V. E. T. M., De La Cruz, M. and Clegg, M. T. 2009. Tracing the geographic origins of major avocado cultivars. Journal of Heredity. 100(1): 56–65.

Platt, R. G. 1972–1973. California Avocado Society Yearbook.

Hofshi, R. and Arpaia, M. L. 2002. California Avocado Society Yearbook.

Schaffer, B., Wolstenholme, M. N. and Whiley, A. W. 2024. The avocado: Botany, production and uses. CABI, Boston, USA.

Silva, D., Lovatt, C. and Bergh, B. O. 2002. Avocados. In: Pittenger, D. R. (Ed.), California Master Gardener Handbook. Publication 3382. University of California Agriculture and Natural Sciences Communication Services, Oakland, CA.

Smith, K. A. 2013. Why the avocado should have gone the way of the dodo. Smithsonian Magazine.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Field studies, opportunities and challenges of developing avocado cultivation in Iran

Malek Ghasemi*[1], Mahsa Hashemi sajadi[1] and Ebrahim Abedi Gheshlaghi[1]
1. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
Corresponding Author malekgh45@gmail.com

Abstract

The introduction of any new product into the country, if it benefits from scientific principles of fruit growing, can be the source of economic and social transformation. And if it is done without observing scientific principles, it can cause many problems, including the introduction of new pests and diseases. Among the advantages of avocado cultivation in Iran: New and less competitive market. Good branding and marketing opportunities. High economic value, high global demand and the possibility of exporting to neighboring countries. Relative resistance to some stresses (due to abundant genetic diversity, some avocado varieties, including Guatemalan and West Indian varieties, have good tolerance to heat and drought, and others, such as Mexican varieties, have good tolerance to cold). Increased demand for nutritional and medicinal properties. Adaptation to some regions of Iran, including the north of the country (Guilan, Mazandaran, Golestan), Fars, Kerman and even the south of the country in specific microclimates with tolerable cold and heat. Good economic lifespan. (Avocado trees can bear economic fruit for decades if well cared for). Less need for pesticides (in conditions without serious disease). In most parts of Iran, avocados are not yet plagued by the serious diseases and pests that they face in commercial producing countries. Major challenges: Avocados are sensitive to extreme cold and drought, waterlogging conditions and phytophthora disease, and severe fruit and flower drop during periods of low relative humidity during flowering, so choosing a variety appropriate to the climate is essential. This fruit requires well-drained, deep soil. Heavy or boggy soil is problematic. Avocados also require cross-pollination (type A and B varieties should be planted together).

Keywords: Adaptation, Cultivar, Microclimate, Site Selection, Stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی نقش تغذیه در کاهش اثرات سوء تنش‌های محیطی بر خصوصیات کیفیت روغن زیتون

رضا غلامی[1*]، نوراله معلمی[1]، اسمعیل خالقی[1] و سید منصور سیدنژاد[2]

۱- گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲- گروه زیست شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *rezagtk@yahoo.com*

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بُر بر کیفیت روغن میوه زیتون رقم کایلت در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۷در باغ زیتون دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفت. درختان طی چهار مرحله، یک هفته قبل از تمام گل، دو هفته بعد از تمام گل، مرحله سخت شدن هسته و مرحله تجمع و سنتز روغن، با آب مقطر یا شاهد(T_0)، ترکیب سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک از هر کدام ۱ گرم در لیتر (T_1) و ترکیب ۲ گرم در لیتر از هر کدام آنها (T_2) محلول‌پاشی شدند. بین تیمارهای محلول‌پاشی از نظر میزان درصد روغن میوه، میزان اسید اولئیک، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و همچنین از نظر میزان اسیدیته، ارزش پراکسید، میزان ضریب‌های جذب خاموشی K_{270} و K_{232} و میزان فنل کل روغن اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده گردیدْ، ولی محلول‌پاشی بر میزان عدی یدی موثر نبود. نتایج نشان داد تیمار T_2 = 2 gr/lit K Zn B بیشترین تاثیر مثبت در بهبود کیفیت روغن میوه رقم کایلت نسبت به‌سایر تیمارها داشت. همچنین بیشترین درصد روغن میوه (۲۲.۳۲) درصد وزن خشک و کمترین میزان اسیدیته روغن (۱.۵۳ درصد اسید اولئیک) به تیمار T_1 تعلق داشت. بعلاوه بیشترین میزان اسید اولئیک، (۵۸.۱۹٪)، بیشترین میزان فنل کل روغن (۱۱۸.۷۳ میلیگرم گالئیک اسید برکیلوگرم روغن) و بالاترین نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک (۵.۶۲) و همچنین کمترین میزان ارزش پراکسید و ضریب جذب خاموشی K_{232} و K_{270} به تیمار T_2 اختصاص داشت. بنابراین جهت مقابله با اثرات سوء تغییرات اقلیمی، محلول‌پاشی برگی در طی رشد میوه می‌تواند روشی کارآمد در مدیریت باغ و تغذیه زیتون با افزایش میزان اسید اولئیک و پلی‌فنل کل روغن و کاهش میزان اسیدیته، ارزش پراکسید و ضریب‌های جذب خاموشی منجربه بهبود کیفیت روغن میوه زیتون گردد.

واژه‌های کلیدی: تنش محیطی، صفات کیفی ، عناصر غذایی، کیفیت روغن، محلولپاشی

مقدمه

امروزه تغییر اقلیم یکی از چالش‌های مهم زیست محیطی بوده که با پدیده گرم شدن زمین، خشکسالی، سیل و تغییرات وسیع در وضعیت آب و هوا منجر به کاهش بهره‌وری محصولات باغی گردیده است. اگرچه خاستگاه اصلی درخت همیشه سبز زیتون حوزه مدیترانه می‌باشد، ولی در سال‌های اخیر پرورش آن به‌دلیل ارزش غذایی بالای میوه و روغن، در بعضی مناطق جهان به‌خصوص ایران، توسعه یافته‌است که در فصل تابستان اغلب در معرض کمبود آب همراه با درجه حرارت بالا و شدت نور زیاد قرار می‌گیرد. اگرچه این درخت بخوبی با شرایط سخت سازگار است، اما در شرایط تنش، منابع انرژی آن در مکانیسم‌های دفاعی استفاده شده و رشد گیاه و بهره‌وری آن کاهش می‌یابد، استفاده از تکنیک‌هایی مثل تغذیه گیاهی صحیح در حفظ و صرف‌جویی در مصرف آب و بهبود مقاومت گیاه به تغییرات اقلیمی و تنش‌های محیطی در تولید محصولات کشاورزی بسیار مهم و اساسی است. ویژگی‌های کمّی و کیفی روغن زیتون تحت اثر عوامل محیطی و همچنین مدیریت باغ قرار دارد (Gholami et al, 2025). مهمترین ترکیب تجمع یافته در میوه زیتون، روغن است،که غنی از منبع اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد و در تغذیه سالم انسان نقش محوری دارد. ترکیب اسیدچرب روغن یک معیاری از نسبت‌های هر یک از اسیدهای چرب در روغن است و نوع و درصد ترکیبات اسیدهای چرب روغن زیتون از عوامل مهم تعیین کننده ارزش کیفی و اقتصادی روغن محسوب می‌شود، ارزش پراکسید معیار مهمی در خصوصیات کیفی زیتون است و با مقدار اسیدهای چرب غیراشباع و درجه اشباع اسیدهای چرب موجود در روغن زیتون در ارتباط است و در طعم روغن هم نقش دارد (Desouky et al., 2016). همچنین تعیین ضریب جذب ویژه در ناحیه ماورای بنفش برای ارزیابی مرحله اکسیداسیون روغن زیتون نیاز می‌باشد. شاخص K_{232} مربوطبه اکسیداسیون اولیه

روغن و نشانه پیوستگی اسیدهای چرب با حلقه‌های اشباع نشده است، درحالی‌که شاخص K_{270} نشانه وجود ترکیبات کربونیلیک (آلدئیدها و کتون‌ها) در روغن زیتون و مربوط به اکسیداسیون ترکیبات ثانویه است، بعلاوه غلظت ترکیبات فنلی به‌خاطر این‌که فنل‌ها از آنتی‌اکسیدان‌های قوی در روغن هستند که سیستم بیولوژیکی را در مقابل رادیکال‌های اکسیژن حفاظت می‌نماید و باعث پایداری و ماندگاری روغن در برابر اکسیداسیون می‌گردد، یک شاخص مهم در ارزیابی کیفیت روغن زیتون است(Thanaa et al,2019) ، از طرفی عدد یدی معیاری برای تعیین پیوندهای دوگانه در چربی می‌باشد و عدد یدی میزان غیراشباعی روغن را نشان می‌دهد و یک شاخص برای تعیین زوال روغن می‌باشد. همچنین اسیدیته یک شاخص کیفی زیتون است که با میزان اسیدهای چرب آزاد ارتباط مستقیم دارد، زیرا اسیدهای چرب آزاد بسیار مستعد به اکسیداسیون هستند و در پایداری و زمان ماندگاری روغن، میزان اسیدهای چرب آزاد نقش دارد (Desouky et al., 2016). دما مهمترین عامل محیطی است که در سنتز و ترکیب اسیدهای چرب در میوه موثر می‌باشد و برخی پژوهش‌گران معتقدند که میزان اسید اولئیک و اسید پالمتیک روغن میوه زیتون در مناطق گرم نسبت به مناطق معتدله به‌ترتیب کمتر و بیشتر می‌گردد و وجود تابستان‌های طولانی و بسیار گرم و خشک، سبب کاهش اسیدهای چرب غیراشباع و در نتیجه موجب کاهش کیفیت روغن می‌شود. علاوه‌بر شرایط اقلیمی، وضعیت عناصر غذایی موجود در درخت زیتون نقش اساسی در تولید میوه و روغن بازی می‌کند، در این راستا مشخص شده که پتاسیم و عناصر غذایی کم‌مصرف بُر و روی از طریق تاثیر در ساخت و متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نیز تنظیم فعالیت‌های آنزیمی موثر در سنتز اسیدهای چرب، ساختار مواد آلی و بهبود فتوسنتز، نقش کلیدی در کیفیت و ترکیب روغن زیتون دارند(Saadati et al., 2013) . بنابراین تغییر در کربوهیدرات‌های میوه زیتون از طریق تغذیه برگی با عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف می‌توانند با تاثیر بر منابع پیش‌ساز روغن در تشکیل روغن زیتون به‌عنوان یک عامل موثر در بیوسنتز روغن باشند، درحقیقت بعضی مطالعات گزارش نموده‌اند که تغذیه برگی به‌خصوص با عناصر غذایی پتاسیم، بُر و روی به‌تنهایی یا توام با هم، می‌توانند کیفیت روغن زیتون را تغییر دهند و تاثیر معنی‌داری در بهبود کیفی و میزان روغن میوه زیتون داشته باشند (Desouky et al., 2009).

Thanaa و همکاران (2019) طی تحقیقی نشان دادند که خصوصیات کیفی روغن و ترکیب اسیدهای چرب در درختان زیتون محلول‌پاشی شده با سولفات پتاسیم در مقایسه با درختان شاهد تغییر می‌یابد و در درختان محلول‌پاشی شده با سولفات پتاسیم نسبت به درختان تیمار نشده میزان عدد یدی، اسیدیته، ارزش پراکسید و میزان ضریب جذب در طول موج‌های ۲۳۲ و ۲۷۰ نامتر کاهش و از طرفی میزان اسید اولئیک، نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید، میزان درصد روغن و میزان پلی‌فنل کل روغن افزایش یافت. بنابراین هدف از مطالعه حاضر کسب تجربه علمی توام، با عمل مقابله با تغییرات اقلیمی با تغییر مدیریت باغ و معرفی تکنیک جدید مقابله با تغییرات محیطی باکاربرد برگی عناصر غذایی پتاسیم، روی و بُر جهت کاهش اثرات تنش محیطی درجه حرارت محل رشد بر سنتز و تجمع روغن و بهبود کیفیت روغن تولیدی از طریق نقش و تاثیر این عناصر غذایی در متابولیسم روغن است، تا بتوان با محلول‌پاشی برگی، اثرات سوء شرایط آب و هوایی نامساعد محیطی بخصوص دمای بالا را در کیفیت روغن تولیدی زیتون رقم کایلت را کاهش داد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بُر بر خصوصیات کیفی روغن میوه زیتون در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در باغ زیتون۱.۵ هکتاری دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در حاشیه غربی رودخانه کارون بر روی۹ اصله درختان میوه زیتون بارور ۱۳ ساله رقم کایلت با آرایش کاشت مستطیلی و با فواصل کاشت ۶*۵ متر انجام شد.

تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش به همراه توبین ۲۰ به‌عنوان مویان به‌شرح زیر بودند:

T_0=محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد) (0 gr/lit K Zn B).

T_1=محلول‌پاشی با ترکیبی از ۱ گرم در لیتر از هر کدام سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک (1 gr/lit K Zn B) .

T_2= محلول‌پاشی با ترکیبی از ۲ گرم در لیتر از هر کدام سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک (2 gr/lit K Zn B).

در این تحقیق محلول‌پاشی طی چهار نوبت شامل یک هفته قبل از بازشدن کامل گل‌ها (نیمه‌دوم اسفند ماه) دو هفته بعد از بازشدن کامل گل‌ها (نیم اول فروردین ماه)، در مرحله سخت شدن هسته‌ها (نیم اول خرداد ماه) و در مرحله سنتز و تجمع روغن(نیمه

اول تیر ماه)انجام گرفت. نمونه‌های میوه برداشت شده، بلافاصله به آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه خوارزمی تهران منتقل شدند. برای تعیین درصد روغن میوه از روش سوکسله و با حلال هگزان و از دستگاه روتاری استفاده شد و درصد روغن از طریق اختلاف وزن، محاسبه و بر حسب درصد وزن خشک بیان گردید (AOCS, 1993). به‌منظور ارزیابی و تعیین ترکیب اسیدهای چرب روغن از روش کروماتوگرافی گازی استفاده شد. برای تعیین اسیدیته از روش تیتراسیون با معرف فنل‌فتالئین با پتاس استفاده گردید(AOCS, 2009). اسیدیته روغن بدین‌صورت تعیین می‌شود که در صد گرم ماده چرب، چند گرم اسید چرب آزاد وجود دارد. و درصد اسید چرب بر میزان اسید اولئیک گزارش گردید و برای اندازه‌گیری عدد پراکسید از روش استاندارد شماره ۴۱۷۹ ایران استفاده شد.جهت تعیین ضریب خاموشی ویژه نمونه‌های روغن زیتون از روش شورای بین‌المللی روغن زیتون کد ۲۰، شماره ۱۹، (۲۰۱۰) استفاده شد. بدین‌وسیله، ابتدا ۰.۲۵ گرم روغن در یک ارلن تا حجم ۲۵ میلی‌لیتر توسط سیکلوهگزان خالص رقیق گردید. سپس با استفاده از ورتکس به‌مدت ۳۰ ثانیه محلول هموژنیزه شد و میزان جذب محلول هموژن شده با استفاده از یک کووت کوارتزی در طول موج‌های ۲۳۲ و ۲۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. سیکلوهگزان خالص به‌عنوان شاهد استفاده شد. از روش هانوس برای تعیین عدد یدی استفاده گردید (AOAC,1998) و میزان پلی‌فنل‌های کل روغن به‌روش فولین سیلکاچو اندازه‌گیری شد. و میزان پلی‌فنل کل بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن محاسبه شد(Viorica-Mirela., et al., 2007). داده‌ها با استفاده از نر افزار SAS و Excel تجزیه و تحلیل و ارزیابی شدند و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به تجزیه واریانس خصوصیات کیفی روغن زیتون مشخص شد محلول‌پاشی بر میزان درصد روغن میوه، میزان اسید اولئیک، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئنیک، میزان پلی‌فنل کل روغن، درصد اسیدیته ، ارزش پراکسید و ضریب‌های جذب خاموشی K232 و K270 روغن معنی‌دار بود. نتایج نشان داد محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک باعث افزایش معنی‌دار در میزان درصد روغن، میزان اسید اولئیک و نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک روغن نسبت به درختان شاهد (T0) گردید، ولی اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک (T_1و T_2) وجود نداشت و بیشترین میزان درصد روغن میوه (۲۲.۳۲ درصد) در تیمار محلول‌پاشی T_1 و کمترین میزان درصد روغن به میزان ۲۰.۵۹ درصد مربوطبه تیمار شاهد بود. همچنین بالاترین نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک (۵.۶۲) و بیشترین میزان اولئیک اسید (۵۹.۱۹ درصد) مربوطبه تیمار محلول‌پاشی T_2 و کمترین آن‌ها به‌ترتیب با نسبت ۴.۴۴ و ۵۵.۴۶ درصد به‌نمونه درختان شاهد تیمار (T_0) تعلق داشت (جدول۱). براساس نظر شورای بین‌المللی زیتون (IOOC)، میزان مجاز اسید اولئیک بین ۵۵ تا ۸۳ درصد و مقدار اسید لینولئیک بین ۳.۵ تا ۲۱ درصد از کل اسیدهای چرب روغن زیتون می‌باشد. نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک به صورت یک شاخص برای پایداری اکسیداسیون روغن زیتون می‌باشد. در روغن زیتون هرچه نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک بالاتر باشد، بیان‌گر کیفیت بالاتر آن می‌باشد. در این تحقیق اگرچه کاربرد برگی سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک، باعث افزایش کیفیت روغن زیتون رقم کایلت از طریق افزایش میزان اسید اولئیک نسبت به درختان تیمار شاهد (T_0 = 0 gr/lit K Zn B) گردید، ولی درمجموع میزان درصد اسید اولئیک بدست آمده از نمونه‌ها، باتوجه به شرایط محیطی نامساعد منطقه به‌خصوص ارتفاع پایین محل و دمای بالا در زمان تجمع و ذخیره‌سازی روغن، پایین و کمتر از ۵۵.۴۶ درصد بود، که پایین بودن اسید اولئیک از نشانه‌های مهم تاثیر مناطق گرم و ارتفاع پایین می‌باشد.

نتایج نشان داد در تیمار محلول‌پاشی با تیمار غذایی T_1 نسبت به تیمار شاهد (T_0) اسیدیته روغن روند کاهشی نشان داد، ولی با افزایش غلظت محلول‌پاشی از تیمار T_1 به T_2 میزان اسیدیته روغن افزایش یافت (جدول ۱). روغن‌های ممتاز زیتون، معمولا اسیدیته روغن و ارزش پراکسید پایین‌تر و میزان پلی‌فنل و اسید اولئیک بیشتری دارند و طبق استاندارد بین‌المللی زیتون اسیدیته روغن بکر بر حسب درصد اسید اولئیک، نباید بیشتر از ۲ درصد باشد. با تامین عناصر غذایی پتاسیم، بُر و روی و رفع کمبود این عناصر غذایی با محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد و نمو میوه، شرایط برای بهبود کیفیت روغن میوه با کاهش درصد اسیدیته روغن ایده‌آل می‌شود، که علت کاهش در میزان اسیدیته روغن درختان محلول‌پاشی شده با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک را می‌توان به تاثیر این عناصر غذایی در افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع نسبت داد. میزان عدد یدی در درختان محلول‌پاشی شده با پتاسیم، روی و بُر نسبت به درختان شاهد (T_0) کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود. بود (جدول۱). نتایج نشان داد که عدد یدی به‌دست آمده از تمام نمونه‌ها

در محدوده استاندارد (۷۵ تا ۹۴) قرار داشتند. کاهش در عدد یدی ممکن است به‌سبب میزان کم اسیدهای چرب چند غیراشباع باشد و عدد یدی بالاتر به‌دلیل پایین بودن میزان اسید اولئیک و بالاتر بودن میزان اسید لینولئیک آن نمونه‌ها باشد. نتایج نشان داد بین سه تیمار محلول‌پاشی در خصوصیات کیفی روغن ارزش پراکسید و ضریب جذب خاموشی در طول موج‌های ۲۳۲ و ۲۷۲ نانومتر اختلاف معنی‌داری وجود داشت و محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک سبب کاهش معنی‌دار این سه خصوصیات روغن گردید (جدول۱). میزان ضریب‌های جذب خاموشی K_{232} و K_{270} برای تمام روغن‌های مصرف شده با محدوده‌ای برای روغن زیتون K_{232}<۲/۵ و ۰/۲۲ >K_{270} بوسیله انجمن بین‌المللی زیتون گزارش شده است. بالابودن ارزش پراکسید به‌دلیل وجود اسیدهای چرب اشباع بالا در روغن میوه در مناطق گرم می‌باشد و با اسیدهای چرب آزاد ارتباط مستقیم دارد. همچنین نتایج نشان داد میزان پلی‌فنل کل روغن میوه درختان زیتون رقم کایلت محلول‌پاشی شده با ترکیبی از سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در مقایسه با روغن حاصل از میوه درختان شاهد (T_0)، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین تاثیر محلول‌پاشی بر افزایش میزان پلی‌فنل کل روغن به‌میزان ۲۸.۴۰ میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن به درختان زیتون محلول‌پاشی شده با تیمار T_2 در مقایسه با درختان شاهد (T_0) مربوط بود. این افزایش در میزان پلی‌فنل کل می‌تواند ناشی‌از تاثیر عناصر غذایی مورد استفاده در فعالیت‌های آنزیمی باشد و همچنین دمای محل رشد درختان با تغییر در فعالیت‌های آنزیمی میزان پلی‌فنل کل روغن را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

در تایید یافته‌های این تحقیق، (Desouky et al., 2016) نشان دادند که درختان زیتون محلول‌پاشی شده با سولفات روی در مقایسه با درختان شاهد، کاهش معنی‌داری در میزان ارزش پراکسید و درصد اسیدیته روغن داشتند. بعلاوه، (Desouky et al., 2009) با محلول‌پاشی درختان سه رقم زیتون آربگوئنا، بوتیلان و کرونایکی با اسید بوریک و کلسیم طی دو مرحله در زمان تمام گل و ۱۵ روز بعد از مرحله تمام گل گزارش نمودند که در هر سه رقم مورد مطالعه روغن حاصل از میوه درختان محلول‌پاشی شده با اسید بوریک و کلسیم نسبت به درختان تیمار نشده میزان اسید اولئیک بیشتر و درصد اسیدیته، میزان پراکسید و ضریب‌های جذب خاموشی، K_{270} و K_{232} روغن پایین‌تری داشتند که این بیان‌گر اثرات مثبت محلول‌پاشی در کیفیت روغن زیتون می‌باشد. در مطابقت با نتایج این تحقیق (Thanaa et al,2019) گزارش کردند که محلول‌پاشی درختان زیتون با سولفات پتاسیم باعث کاهش معنی‌دار عدد یدی و میزان جذب روغن در طول موج‌های ۲۳۲ و ۲۷۰ نانومتر و افزایش ۱ تا ۳ درصدی میزان اسید اولئیک نسبت به درختان تیمار نشده گردید. همچنین Saadati و همکاران (2013) نشان دادند که درختان زیتون محلول‌پاشی شده با اسید بوریک، سولفات روی و ترکیبی از این دو عنصر غذایی در مقایسه با درختان تیمار نشده (شاهد)، بالاترین غلظت پلی‌فنل کل، بالاترین نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک، بیشترین درصد روغن و بیشترین میزان اسید اولئیک را دارند. نتایج این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی برگی درختان میوه زیتون رقم کایلت، به‌خصوص با تیمار T_2 (۲ گرم در لیتر از هر کدام سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک به‌همراه مویان) در مراحل بحرانی رشد میوه می‌تواند با کاهش اسیدیته، عدد یدی، ارزش پراکسید و میزان ضریب‌های جذب خاموشی K_{270} و K_{232} روغن و با افزایش اسید اولئیک، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و درصد روغن و میزان پلی‌فنل کل روغن استخراج شده از درختان محلول‌پاشی شده در مقایسه با درختان شاهد (T_0)، سبب بهبود کیفی روغن میوه گردد. نتایج مشخص نمود که بهترین تاثیر محلول‌پاشی در بهبود کیفیت روغن در درختان محلول‌پاشی شده با تیمار T_2 مشاهده گردید که میزان اسید اولئیک به میزان ۲/۷۳ درصد و میزان پلی فنی کل روغن به میزان ۲۸.۴۰ میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن و نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک به میزان ۱.۱۸ نسبت به درختان تیمار شاهد (T_0) افزایش یافت و ارزش پراکسید و ضریب جذب خاموشی K_{270} و K_{232} کاهش یافت، که این تغییرات می‌تواند ناشی از تاثیر محلول‌پاشی برگی سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در واکنش‌های متابولیکی بنیادی در بافت‌های گیاهی و دخالت در فعالیت آنزیم‌های دخیل در تبدیل اسید اولئیک به اسید لینولئیک مثل آنزیم دی‌ساچوراز، به‌خصوص در مرحله سنتز و تجمع روغن و تاثیر در میزان فعالیت‌های آنزیمی مثل فعالیت آنزیم‌های لیپواکسیژناز و کاهش اکسیداسیون اسیدهای چرب باشد. محلول‌پاشی احتمالاً به‌دلیل دخالت پتاسیم در کاهش مصرف آب و افزایش تولید کربوهیدرات‌ها و بهبود تولید ترکیب‌های فنلی، مشارکت عنصر روی به‌عنوان کوفاکتور در ساختمان بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و همچنین نقش بُر در تنظیم وظایف بیوشیمی از طریق تاثیر در فعالیت‌های آنزیمی در بهبود کیفی روغن زیتون رقم کایلت در شرایط نامساعدمحیطی نقش دارند. از این‌رو می‌توان بیان نمود با تامین عناصر غذایی پتاسیم، بُر و روی و رفع کمبود این عناصر غذایی با محلول‌پاشی برگی در مراحل مختلف رشد و نمو میوه، با بالا بردن تحمل درختان محلول‌پاشی شده به تنش‌های محیطی سبب پایداری مطلوب روغن تولیدی در درختان محلول‌پاشی شده با عناصر غذایی

می‌گردد و احتمالا تنش‌های محیطی مثل دمای بالا و کمبود عناصر غذایی بوسیله دماهای بالاتر تابستان تحریک می‌شوند و این تحقیق، اهمیت مدیریت صحیح تغذیه درختان زیتون رقم کایلت با بالاترین کیفیت برای تغذیه انسان و سلامتی آن را تایید می‌نماید.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر خصوصیات کیفی روغن زیتون رقم کایلت

تیمارهای مختلف محلول‌پاشی			خصوصیات کیفی روغن
T_2 (2 gr/Lit K Zn B)	T_1 (1 gr/Lit K Zn B)	T_0 (Control)	
21.71^{b}	22.32^{ab}	20.59^{c}	روغن میوه (درصد وزن خشک)
58.19^{a}	57.25^{a}	55.46^{b}	اسید اولئیک (C۱۸:۱)%
5.62^{a}	5.13^{a}	4.44^{b}	نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک (C18:1/C18:2)
1.81^{a}	1.53^{c}	1.76^{ab}	میزان اسیدیته کل (درصد اسید اولئیک)
7.50^{c}	8.20^{b}	8.82^{a}	ارزش پراکسید (میلی‌اکی والان اکسیژن در کیلوگرم)
0.41^{c}	0.48^{b}	0.56^{a}	ضریب جذب خاموشی K232
0.43^{c}	0.47^{b}	0.89^{a}	ضریب جذب خاموشی K270
77.01^{a}	76.96^{a}	77.71^{a}	عدد یدی(گرم ید جذب شده در ۱۰۰ گرم)
118.73^{a}	110.10^{b}	90.33^{c}	میزان پلی فنل کل (میلی‌گرم گالئیک اسید در کیلوگرم روغن)

* در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

منابع

استاندارد: اندازه‌گیری عدد پراکسید در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی استاندارد شماره ۴۱۷۹.

AOAC International. 1998. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edition, 4th revision, AOAC International, Gaithersburg, USA.

AOCS. 2009. Official methods and recommended practices of the AOCS, 6th edition, American Oil Chemists' Society, Champaign, IL.

AOCS. 1993. Officinal methods and recommended practices of the American oil chemists, Society, 4th. Edn. (ed .D. firestone), American Oil Chemists Society, Champaign, IL.(AOCS Aa 4-38).

Desouky, I.M., Laila, F.H. and Esraa, M.M.F. 2016. Effect of Spraying Kalamata and Picual Olive Trees with GA3 and ZnSO4 on Fruit Oil Content and Oil Properties. Coden (USA), IJCRGG, Vol.9, No.06 pp78-85.

Desouky, I. M., Laila, F., Haggag, M. M., El-Migeed, M., Kishk, Y.F.M. and El-Hady, E.S. 2009. Effect of boron and calcium nutrients sprays on fruit set, oil content and oil quality of some olive oil cultivars. World Journal of Agricultural Sciences, 5 (2): 180-185.

Gholami R., Arji I., Fahadi Hoveizeh N. 2025. Investigating the state of flowering and fruit formation of some Olive cultivars under the stress of low irrigation and salicylic acid foliar application. agrotechniques in industrial crops 5(1): 27-33. 10.22126/ATIC.2024.9776.1121.

International Olive Council, COI/T.20/Doc. No 19/Rev. 3. 2010. Method of analysis spectrophotomètric investigation in the ultraviolet, 2010.

Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, M.H.and Seyed nejad, S. M. 2013. Effect of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening. Scientia Horticulturae, 164, 30-34.

Thanaa, S.M.M., Enaam, Sh.A.M. and El-Sharony, T.F. 2017. Influence of foliar application with potassium and magnesium on growth, yield and oil quality of "Koroneiki" olive trees. American Journal of Food Technology, 12(3):209-220.2017.

Viorica-Mirela, P., Poiana, A.M. and Moigradean, D. 2007. Antioxidant properties evaluation for some Kernel fruits oils comparatively with vegetable traditional oil. Bulletin USA MV-CN, 63, 2007.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the role of nutrition in reducing the adverse effects of environmental stresses on the qualitative characteristics of Olive oil

Reza Gholami[*1], Noorollah Moallemi[1], Esmaeil Khaleghi[1] and Seyed Mansoor Seyednejad[2]
1. of horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Plant Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
**Corresponding Author: rezagtk@yahoo.com*

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of foliar spraying of Potassium, Boron and Zinc on the fatty acid Quality properties oil of olive, "Caillet" cultivar, in the olive orchard of of Shahid Chamran University of Ahvaz in 2016. The research was performed in a randomized complete block design with three replications. Spray treatments were included T0 (Distilled water as control), T1 (1 g/l potassium sulfate + 1 g/l boric acid + 1 g/l zinc sulfate) and T2 (2 g/l potassium sulfate + 2 g/l boric acid +2 g/l zinc sulfate). The results indicated that had a significant difference among treatments spraying fruit oil percentage, oleic acid, oleic acid / linoleic acid ratio and also acidity, peroxide value and K232 and K270 silicon adsorption coefficients, but spraying no effect on . Iodine number. The results indicated T2 had the most positive effect on improving the quality of oil compared to other treatments, in the "Caillet" variety. Also, the highest oil percentage (22.32%) and Lowest oil acidity (1.53% oleic acid) belonged to T1 treatment. In addition, the highest oleic acid content (58.19%) and the highest ratio of oleic acid to linoleic acid (5.62) and highest amount of polyphenol total and also lowest peroxide value and K232 and K270 silicon adsorption coefficients were attributed to T2. Therefore, to combat the adverse effects of climate change, the spraying of the leaves of olive fruit trees, during fruit growth and development can be an efficient method in orchard management and olive nutrition by increasing the amount of oleic acid and Total polyphenols in the oil and reducing the acidity, peroxide value and K232 and K270 silicon adsorption coefficients, leading to improved olive fruit oil quality.

Keywords: Environmental stress, Food elements, Oil quality, Qualitative attributes, Spraying

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش تغذیه و عوامل به‌باغی در کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما رقم خاصی

محمدرضا پورقیومی*[۱]، یعقوبعلی کرمی[۲]، رحمان یوسفی[۱]، محبت علیزاده[۳] و لادن خشوعی[۴]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی، آموزش و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۳-مسئول ترویج مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان بهبهان، ایران

۴- کارشناس مروج مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان بهبهان- مرکز دودانگه، ایران

*نویسنده مسئول: *mpourghayoumi@gmail.com*

چکیده

در سال‌های اخیر، عارضه خشکیدگی و پژمردگی خوشه خرما در رقم خاصی به یکی از معضلات جدی نخل‌داران در شهرستان بهبهان تبدیل شده است. افزایش دما، کاهش رطوبت نسبی و وزش بادهای گرم در مرحله تبدیل خارک به رطب تاثیر چشمگیری بر بروز این عارضه دارد. به منظور مدیریت این عارضه این پژوهش طی دو سال متوالی در منطقه دودانگه واقع در شهرستان بهبهان روی ۲۰ اصله خرما رقم خاصی با سن تقریبی ۳۰ سال اجرا شد. با توجه به اینکه این پروژه به صورت تحقیقی ترویجی اجرا گردید اثربخشی کاربرد برخی از نتایج تحقیقاتی در مدیریت کاهش عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما در مقایسه با روش‌های رایج نخلکاران در شهرستان بهبهان مورد بررسی قرار گرفت. در درختان تیمار، کود مصرفی، عملیات تنک خوشه، تنظیم نسبت برگ به‌خوشه و پوشش دهی خوشه بر اساس یافته های تحقیقاتی و در تیمار شاهد بر اساس عرف منطقه انجام شد. نتایج نشان داد تغذیه و عملیات به باغی موجب کاهش عارضه خشکیدگی و پژمردگی خوشه خرما از ۴/۶۵ درصد به ۰/۵۵ درصد شد و صفات کمی میوه شامل طول، قطر، وزن و حجم میوه در درختان تیمار نسبت به درختان شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: پژمردگی خوشه، کیفیت میوه، تغذیه، عملیات به باغی

مقدمه

عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما در تمامی استان‌های خرماخیز شامل کرمان، فارس، بوشهر، سیستان و بلوچستان و خوزستان روی ارقام تجاری خرما گزارش شده است. برخی از ارقام خرما به این عارضه حساسیت بیشتری دارند. رقم خاصی در منطقه بهبهان جزو ارقام حساس به این عارضه می باشد به طوری که در باغاتی که به صورت سنتی پرورش می یابند و تغذیه بهینه و عملیات به باغی در آن ها به خوبی صورت نمی‌گیرد شدت خسارت بالاتر است. تحلیل داده‌های هواشناسی حاکی از آن است که در طول دوره‌های بحرانی زمان وقوع این عارضه، شاخص‌های جوی به‌صورت معناداری تغییر می‌کند: دمای هوا به سطوح خطرناک بالای ۴۳ درجه سانتی‌گراد صعود کرده، درحالی‌که رطوبت نسبی به کمتر از ۲۵ درصد سقوط می‌کند (راه‌خدایی و پژمان، ۱۳۸۶، کردوانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ محمدی و مقتدری، ۱۳۸۴). این وضعیت اغلب با جریان‌های هوای گرم و خشک تشدید می‌شود که به‌عنوان یک فاکتور تشدید کننده، ابعاد بروز این عارضه را تشدید می‌کند (پژمان و همکاران، ۱۳۸۱). بررسی‌های آزمایشگاهی انجام‌شده روی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از مناطق آلوده، تاکنون حضور عوامل بیماری‌زای باکتریایی، ویروسی، ویروئیدی یا شبه مایکوپلاسمایی را به عنوان نقش پاتوژنیک آنها در بروز علائم پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما تأیید نکرده است. علائم بارز این عارضه شامل پژمردگی و خشکیدگی ناگهانی میوه‌ها در مرحله تبدیل خارک به رطب و بروز نوار قهوه‌ای روی محور اصلی خوشه است. پژوهش‌های متعددی به بررسی عوامل مؤثر در بروز و کنترل عارضه خشکیدگی خوشه خرما پرداخته‌اند. مطابق با پژوهش‌های انجام شده، مدیریت آبیاری، هرس و تنک خوشه، پوشش دهی خوشه و تغذیه بهینه در کاهش خسارت عارضه خشکیدگی و پژمردگی خوشه خرما موثر بوده است (Izadi and Aslmoshtaghi,2015; Panahi et al., 2023، راه‌خدایی و پژمان، ۱۳۸۶). هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثربخشی کاربرد تلفیقی روش‌های موثر در مدیریت کاهش عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای رقم خاصی در شهرستان بهبهان است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی ۲ سال متوالی (۱۴۰۲ و ۱۴۰۳) در یک نخلستان واقع در منطقه دودانگه از توابع شهرستان بهبهان با هدف مدیریت عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما رقم خاصی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در مرحله اول پژوهش، نمونه‌برداری از خاک نخلستان به‌منظور تعیین وضعیت تغذیه‌ای و برنامه‌ریزی دقیق برای اعمال تیمارهای کودی صورت گرفت. از میان نخل‌های موجود، تعداد ۲۰ اصله نخل با شرایط سنی مشابه (حدود ۳۰ سال) و ویژگی‌های رویشی همگن انتخاب شدند. این نخل‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند که گروه اول به‌عنوان شاهد با مدیریت مرسوم نخلستان و گروه دوم به‌عنوان تیمار با برنامه تغذیه‌ای بهینه مورد بررسی قرار گرفتند. برای گروه تیمار، در اسفندماه مقدار ۷۵۰ گرم سوپر فسفات تریپل، ۶۰۰ گرم سولفات پتاسیم، ۸۰۰ گرم سولفات آمونیوم، ۳۰۰ گرم سولفات روی و ۳۰۰ گرم سولفات منگنز به ازای هر درخت به روش چالکود در محدوده سایه‌انداز درخت مصرف شد. در خردادماه نیز مقدار ۸۰۰ گرم سولفات آمونیوم به ازای هر درخت به همان روش اضافه گردید. در بخش محلول‌پاشی، در خردادماه عناصر میکرو با غلظت ۱/۵ در هزار بر روی شاخ و برگ و خوشه‌ها محلول‌پاشی شد. یک هفته پس از آن، محلول‌پاشی با کود کلسیم با غلظت ۴ در هزار منحصراً بر روی خوشه‌ها انجام گرفت و یک هفته بعد نیز محلول‌پاشی با کود پتاسیمی (سولوپتاس) با غلظت ۴ در هزار بر روی شاخ و برگ و خوشه‌ها اجرا شد. در بخش مدیریت به‌باغی، نسبت برگ به خوشه تنظیم گردید و عملیات تنک کردن خوشه‌ها شامل هرس یک سوم انتهای خوشه‌چه‌ها در زمان تلقیح انجام شد. در نیمه تیرماه، خوشه‌ها با پارچه نخی متقال پوشانده شدند که انتهای آن‌ها برای تهویه مناسب باز گذاشته شد. این پوشش‌ها در هفته اول شهریورماه به منظور پیشگیری از ایجاد ترشیدگی میوه‌ها برداشته شدند. تمامی این تیمارها در هر دو سال اجرای پژوهش به صورت کاملاً یکسان تکرار گردیدند. در نهایت در مهرماه میوه‌ها برداشت شد و درصد پژمردگی میوه‌ها ثبت گردید. همچنین صفات کمی میوه‌ها در آزمایشگاه تحقیقاتی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری مورد سنجش و ارزیابی دقیق قرار گرفت. تجزیه واریانس با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام گردید و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مطابق با جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، تیمارهای تغذیه‌ای و به‌باغی انجام شده تاثیر معنی‌داری بر درصد خشکیدگی میوه خرما رقم خاصی در سطح ۵ درصد و بر صفات طول میوه، قطر میوه، وزن میوه و حجم میوه در سطح ۱ درصد داشته‌اند. صفات درصد خشکیدگی میوه طول میوه، وزن میوه و حجم میوه تحت تاثیر سال آزمایش قرار گرفتند، اما برهمکنش سال و تیمار بر هیچ کدام از صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری نداشت (جدول۱). مطابق با جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲)، تغذیه و عملیات به باغی موجب کاهش عارضه خشکیدگی و پژمردگی خوشه خرما از ۴/۶۵ درصد به ۰/۵۵ درصد شد و صفات کمی میوه شامل طول، قطر، وزن و حجم میوه در درختان تیمار نسبت به درختان شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). این یافته‌ها با مطالعات متعددی که بر اهمیت تغذیه متعادل درختان خرما تأکید داشته‌اند، همخوانی دارد (صمدی و همکاران، ۱۳۹۰؛ روستا، ۱۳۸۲). به‌ویژه نقش عناصری مانند پتاسیم در تنظیم فشار اسمزی و کلسیم در استحکام دیواره سلولی میوه‌ها در کاهش بروز این عارضه تاثیرگذار است. مقایسه نتایج بین دو سال اجرای آزمایش نشان‌دهنده تأثیر شرایط محیطی بر برخی صفات مورد بررسی است. افزایش معنی‌دار درصد خشکیدگی در سال ۱۴۰۳ احتمالاً می‌تواند ناشی از تنش‌های محیطی مانند افزایش دما یا کاهش رطوبت باشد که این موضوع نیاز به بررسی‌های دقیق‌تر اقلیمی دارد. نکته حائز اهمیت در این پژوهش، عدم معنی‌داری اثر متقابل سال و تیمار بر کلیه صفات مورد بررسی است. این نتیجه نشان می‌دهد که اثرات مثبت تیمارهای اعمال شده مستقل از شرایط محیطی سالانه بوده و به‌صورت پایدار ظاهر شده‌اند. چنین نتیجه‌ای از جنبه کاربردی بسیار ارزشمند است، چرا که نشان می‌دهد برنامه مدیریتی پیشنهادی در شرایط اقلیمی مختلف قابلیت اجرا و اثرگذاری دارد. ثبات عملکرد این تیمارها می‌تواند آن را به‌عنوان یک راهکار قابل اعتماد برای باغداران مطرح کند. در تبیین مکانیسم‌های اثر تیمارها می‌توان به نقش چندجانبه عناصر غذایی مختلف اشاره کرد. پتاسیم با بهبود کیفیت میوه و افزایش مقاومت به تنش‌ها، و عناصر کم‌مصرف مانند روی و منگنز با فعال‌سازی سیستم آنزیمی درخت، همگی در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی محصول نقش داشته‌اند. از سوی دیگر، عملیات به‌باغی مانند تنک کردن خوشه‌ها و تنظیم نسبت برگ به خوشه با کاهش رقابت میوه‌ها در جذب آب و مواد غذایی باعث افزایش اندازه میوه و کیفیت محصول و ایجاد شرایط مطلوب برای رشد میوه، می‌گردد. پوشش خوشه‌ها اثرات زیان‌بار بادهای گرم را کاهش می‌دهد و با کاهش دمای میوه‌ها، خسارت عارضه پژمردگی میوه‌ها را کاهش

می‌دهد (پژمان و همکاران، ۱۳۸۳). به‌طور کلی مدیریت یکپارچه تغذیه‌ای و به‌باغی می‌تواند راهکاری مؤثر برای کاهش خسارت عارضه خشکیدگی و پژمردگی خوشه خرما و بهبود کیفیت میوه خرما باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد خشکیدگی و صفات کمی میوه خرما رقم خاصی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد خشکیدگی میوه	طول میوه	قطر میوه	وزن میوه	حجم میوه
تیمار	۱	۳/۴۲*	۰/۴۸۲**	۰/۱۲**	۱۹/۲۳**	۱۱/۳۹**
سال	۱	۳/۶۷*	۰/۲۸۵**	۰/۱۰ns	۲/۲۵*	۳/۳۹**
تیمار × سال	۱	۰/۰۰۱۳ns	۰/۰۲۹۷ns	۰/۰۰۰۲ns	۰/۰۶۱ns	۲/۲۳ns
خطا	۳۶	۰/۵۱	۰/۰۱۸	۱۶	۰/۳۹	۰/۵۰
کل	۳۹					
ضریب تغییرات		۳۱/۴۵	۳/۷۲	۳/۱	۸/۲۵	۱۰/۶۱

* و ** معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و ns: عدم معنی داری.

جدول ۲- اثر تیمار مدیریت تلفیقی تغذیه و عوامل به باغی بر درصد خشکیدگی و صفات کمی میوه خرما رقم خاصی

	درصد خشکیدگی میوه	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	وزن میوه (گرم)	حجم میوه (cm^3)
تیمار	۰/۵۵b	۳/۶۹a	۲/۱۹a	۸/۲۷a	۷/۲۳a
شاهد	۴/۶۵a	۳/۴۷b	۲/۰۸b	۶/۸۹b	۶/۱۶b

در هر ستون اعداد با حروف متفاوت از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار هستند

منابع

راهخدایی، ا . و پژمان، ح. ۱۳۸۶. اثر دما و رطوبت نسبی هوا بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای مضافتی درناحیه جیرفت. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۸(۳): ۱۶۴ – ۱۴۹.

پژمان، ح.، کریمی پور فرد، هـ .، روشن سروستانی، و. و درینی، ع. ۱۳۸۱. بررسی اثر عوامل آب و هوایی بر روی عارضه پژمردگی خوشه خرما. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. انتشارات موسسه تحقیقات خرما و میوه های گرمسیری کشور. اهواز، ۲۶ص.

پژمان، ح.، روشن سروستانی، و. و راهخدایی، ا. ۱۳۸۳. اثرهای انواع مختلف تنک و پوشش بر عارضه پژمردگی و پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمای مضافتی در ناحیه جیرفت. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۵(۴): ۲۱۵-۲۳۰.

روستا، م .ج. ۱۳۸۲. تأثیر محلولپاشی با سولفات پتاسیم و کلرور کلسیم بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما رقم مضافتی. مجله خاک و اب. ۱۷(۲): ۱۲۳-۱۳۰.

صمدی، ع.، استوارزاده، ح.، سپهر، ا. و محمدی مبارکه، س. ض. ۱۴۰۰. تاثیر تغذیه بر عارضه خشکیدگی خوشه و ویژگیهای فیزیکی و فیزیولوژیکی میوه خرما. هفدهمین کنگره علوم خاک ایران.

کردوانی، پ.، عزتیان، و. و امانادی، ن. ۱۳۹۲. بررسی اثرات فراسنج های اقلیمی، تابش فرابنفش و ازن بر میزان پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرمایی مضافتی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون مؤلفه اصلی (بررسی موردی شهرستان جیرفت). فصلنامه جغرافیایی سرزمین. ۳۷ (۱۰): ۱-۱۴.

محمدی، ح. و مقتدری، ق. ۱۳۸۴. ارتباط پارامترهای اقلیمی و عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. مجله بیابان. ۱۰(۲): ۳۳۹-۳۴۸.

Panahi, P., Damankeshan, B. and Asaadi, M. 2023. Evaluation of Amino Chelate Applications that Reduce Symptoms of Date Palm Bunch Fading Disorder. International Journal of Horticultural Science and Technology. 10 (1): 69-76.

Izadi, M. and Aslmoshtaghi, E. 2015. Orchard Management for Decreasing Date Palm Bunch Fading Disorder. International Journal of Horticultural Science and Technology. 2 (1): 27-32.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The role of nutrition and horticultural practices in reducing bunch shriveling disorder in 'Khassi' date cultivar

Mohammadreza Pourghayoumi*[1], Yaghoubali Karami[2], Rahman Yousefi[1], Mahabbat Alizadeh[3] and Ladan Khashoei[4]

1. Date Palm and Tropical Fruit Research center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
2. Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran
3. Head of Extension, Behbahan Agricultural Jihad Management, Iran
4. Extension Expert, Behbahan Agricultural Jihad Management - Dodangeh Center, Iran

**Corresponding Author: mpourghayoumi@gmail.com*

Abstract

In recent years, the bunch shriveling and wilting disorder in 'Khassi' date cultivar has become a serious problem for date growers in Behbahan region. Increased temperature, decreased relative humidity, and hot winds during the Khalal to Rutab stage have a significant impact on the occurrence of this disorder. To manage this disorder, this research was conducted for two consecutive years in the Dodangeh region of Behbahan region on 20 date palm trees of 'Khassi' cultivar with an approximate age of 30 years. Considering that this project was implemented as a research-extension project, the effectiveness of applying some research findings in managing the reduction of bunch wilting and shriveling disorder was investigated in comparison with the common methods of date growers in Behbahan region. In the treated trees, fertilizer application, bunch thinning, adjusting the leaf-to-bunch ratio, and bunch covering were performed based on research findings, while in the control treatment, it was done based on local practices. The results showed that nutrition and horticultural practices reduced the bunch shriveling and wilting disorder from 4.65% to 0.55%, and the quantitative fruit characteristics, including fruit length, diameter, weight, and volume, significantly increased in the treated trees compared to the control trees.

Keywords: Bunch wilting, Fruit quality, Horticultural practices, Nutrition

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تعیین تاثیر روش‌های مختلف در بستن محل پیوند و پیوندک در افزایش گیرایی پیوند سرشاخه درختان گردو

امیر اسماعیل مصفا*[1] و اصغر سلیمانی
۱- بنیان‌گذار و مدیر عامل مجموعه باغات مصفا، تهران، ایران
۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
نویسنده مسئول: *aemosaffa@gmail.com*

چکیده

در حال حاضر اغلب باغ های گردو در کشور حاصل درختان بذری هستند که دارای عمل‌کرد پائین بوده و تنوع بسیار زیادی در محصول تولیدی دارند که امکان رقابت با محصول حاصل از درختان اصلاح شده را ندارند. به منظور پیدا کردن روشی مناسب جهت سرشاخه کارای درختان بالغ گردو، آزمایشی به صورت فاکتوریل با سه عامل تیمار پایه جهت بستن محل پیوند (در چهار سطح)، تیمار پیوندک (در دو سطح بستن پیوندک با پارافیلم و استفاده از چسب باغبانی) و شاخه پرستار (در دو سطح با شاخه پرستار و بدون شاخه پرستار) بر روی درختان ۲۰ ساله گردو در اوایل فروردین ماه انجام شد،گیرایی پیوند ها یک ماه پس از پیوند زدن و میزان پیوند های زنده مانده در پایان فصل رشد محاسبه شد. نتایج به دست آمده نشان داد که در بین تیمار های پایه، بیشترین میزان گیرایی و زنده مانی پیوند ها در تیمار استفاده از چسب برزنتی به دست آمد (به ترتیب با میانگین های ۹۶/۹ و ۷۸/۱ ٪)، کمترین میزان گیرایی و درصد زنده ماندن پیوند در تیمار استفاده از چسب باغبانی و بستن با نوار پلاستیکی به دست آمد (به ترتیب با میانگین های ۶۰/۹ و ۴۳/۹ ٪). بستن محل پیوند با استفاده از پارافیلم نیز میزان گیرایی و زنده مانی بالاتری (به ترتیب ۷۷/۲ و ۵۸/۲ ٪) نسبت به استفاده از چسب باغبانی نشان دادند. وجود یا عدم وجود شاخه پرستا تاثیر چندانی بر روی گیرایی پیوند نداشت ولی درصد زنده مانی در درختانی که شاخه پرستار داشتند (۶۰/۲ ٪) بسیار بیشتر از درختان بدون شاخه پرستار (۲۶ ٪) بود.

واژه‌های کلیدی: گردو، درختان بذری، سرشاخه کاری، گیرایی پیوند، زنده‌مانی پیوند

مقدمه

باغ های گردوی سنتی کشور متاثر از معضلات و مشکلات بسیاری هستند که برروی میزان بهره وری و کیفیت محصول تاثیرات بسیار مخربی دارند. از جمله غیر یکنواختی محصول درختان گردو که فراوری محصولات را با چالش مواجه کرده و از موانع جدی مکانیزاسیون برداشت و پس از برداشت در این بخش است. با تغییرات اقلیمی که در سال های اخیر شدت گرفته است تقریبا تمامی مناطق گردوخیز کشور با تناوب بسیار بالا نسبت به گذشته از سرمای بهاره متاثر شده و هرساله باغ داران بخش مهمی از محصولات خود را از دست می دهند. از سایر مشکلات می توان به کیفیت پایین بسیاری از ژنوتیپ های بومی و کم بار بودن آن ها اشاره کرد (Hassani et al., 2020; Soleimani et al., 2023). با توجه به معرفی ارقام جدید پربار با کیفیت بالای میوه و مغز و متحمل به یخبندان های دیررس بهاره از یک طرف و رشد روز افزون هزینه های باغ داری و نیز اهمیت باقی ماندن در بازار جهانی این محصول مهم اقتصادی از طرف دیگر ، توجه به افزایش بهره وری و اصلاح باغات گردوی کشور در سال های اخیر اقبال فراوانی یافته است (سلیمانی و همکاران، ۱۴۰۳). در صورتی که درختان بومی موجود قابلیت پیوند داشته باشند، با تعویض تاج آن ها با گونه های برتر گردو می توان به سرعت و با هزینه بسیار قابل قبول باغات را اصلاح کرد. از این رو پروتکل های گوناگون پیوند تاجی و یافتن روش های برتر، موثرتر، کم هزینه تر و سریع تر آن اهمیت فراوانی دارد (Ercan et al., 2017). در دنیا تحقیقات محدودی در زمینه سرشاخه کاری و روش‌های مناسب برای درختان گردو صورت گرفته است .امروزه مطالعه در زمینه مجموعه عملیاتی که بتواند به موفقیت در گیرایی پیوند کمک کند از جمله بهبود روش¬های سرشاخه کاری، شرایط اقلیمی، تعیین زمان برش، نوع پوشش دهی و غیره مورد توجه محققان قرار گرفته است (Ercan, et al. 2017). در این تحقیق به منظور یافتن روش های

سریع و کارآمد برای اصلاح باغات گردو، نحوه و لوازم بسته بندی محل پیوند، پیوندک و تاثیر شاخه پرستار بر گیرایی پیوند درختان گردو از طریق سرشاخه‌کاری به روش پیوند تاجی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین روش‌های مناسب بستن محل پیوند و پیوندک در سرشاخه کاری درختان گردو جهت افزایش میزان موفقیت پیوند و افزایش سرعت کار و کاهش آلودگی محل پیوند، آزمایشی در اوایل فروردین در روستای سیمین دشت از توابع شهرستان فیروزکوه واقع در استان تهران ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متر از سطح دریا بر روی درختان گردوی بذری ۲۰ ساله انجام گرفت. بسته به قطر و شکل درختان برخی از پیوندها برروی تنه اصلی و بیش تر آن ها برروی بازوها صورت گرفت. حدود ۱۰ روز پیش از سرشاخه کاری، برش‌های بازوهای موردنظر برای پیوند بر روی درختان برای خروج آب اضافی باقی مانده در آوند ها انجام گرفت و شکاف هایی در تنه ایجاد شد. بسته به قطر بازوها تعداد ۱ تا ۴ پیوندک گردوی رقم چندلر با روش استاندارد پیوند تاجی نصب گردید. طول هر پیوندک حداقل ۲۰ سانتی متر با قطر ۳-۱ سانتی متر بوده و برروی هر پیوندک حداقل دو جوانه در قسمت بالای پیوند در نظر گرفته شد که شامل جوانه اصلی و جوانه پشتیبان بود. پیوندک های مورد استفاده در این تحقیق از ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر متعلق به موسسه تحقیقات علوم باغبانی تهیه شدند.

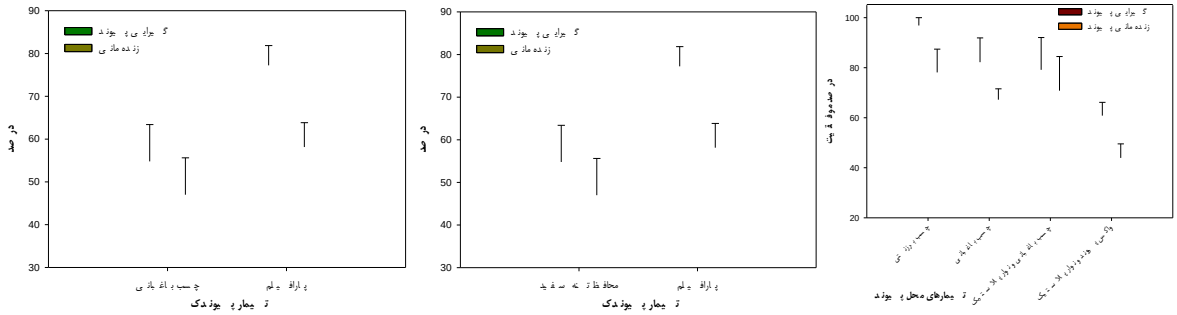
هدف اصلی در این تحقیق یافتن اثر نحوه بسته بندی محل پیوند و پیوندک و نیز شاخه پرستار در گیرایی و مانایی پیوند در نظر گرفته شد. به این منظور تمام بازوها کد گذاری شد هرگاه شکل درخت امکان پیوند برروی چند بازو را فراهم می کرد بر روی بازوهای مختلف روش های گوناگون تیمار به کار گرفته شد تا نتیجه قابل اعتماد تری از اثر تیمار به دست آید. تیمارهای مورد استفاده برای پوشاندن محل پیوند شامل ۱- بستن محل پیوند با واکس مخصوص پیوند با نام Agriflor-Ctuktaa تهیه شده از کشور سوئیس و نوار پلاستیکی، ۲- پوشاندن محل پیوند با چسب باغبانی، ۳- چسب باغبانی و پوشاندن با نوار پلاستیکی و ۴- بستن محل با چسب برزنتی نقره ای رنگ (جهت انعکاس نور) بود. تیمارهای مورد استفاده برای پوشاندن پیوندک، شامل استفاده از محافظ تنه رنگ سفید و نوار پارافیلم بود. لازم به ذکر است که این نخستین استفاده از نوار برزنتی و پارافیلم برای پیوند تاجی گردو به شمار می رود. بستن پارافیلم به راحتی و سرعت انجام پذیر است و تمامی طول پیوندک پس از نصب برروی پایه در پوششی از حداقل دو لایه پارافیلم کشیده شده قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از از دست دادن رطوبت از انتهای پیوندک این ناحیه با دقت توسط چند لایه پارافیلم پوشانده شد. برای محافظت در برابر نور آفتاب بازوهای پیوند شده با رنگ سفید محافظ تنه پوشیده شدند. آزمایش مورد استفاده فاکتوریل با ۴ عامل تیمار محل پیوند، ۲ عامل تیمار پیوندک و دو عامل شاخه پرستار با سه تکرار و دو درخت در هر واحد آزمایشی و مجموع ۳۸۴ پیوند سرشاخه انجام شد. پیوند درختان در طول حداکثر یک هفته انجام شد و برای پی گیری وضعیت پیوند ها در چند نوبت از تمام بازوهای کدگذاری شده عکس برداری انجام شد سپس حدود ۴۰ روز بعد از سرشاخه کاری، محاسبه درصد گیرایی پیوند از طریق شمارش تعداد پیوندهای موفق به کل پیوندهای هر تکرار انجام شده و در آبان همان سال نیز درصد زنده مانی نهال ها محاسبه و تجزیه و تحلیل داده ها انجام شد. تا مقایسه نتایج به طرز روشن تری صورت پذیرد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده نشان دادند که در میان تیمار های مربوط به بستن محل پیوند روش استفاده از چسب برزنتی با میانگین گیرایی ۹۶/۹ درصد به طرز مشهودی نتایج بهتری به همراه داشت. استفاده از تیمار واکس پیوند و نوار پلاستیکی برای بستن پیوند با میانگین ۶۰/۹ درصد کمترین میزان گیرایی پیوند را نشان دادند. جدا از نتایج بهتربرای چسب برزنتی در گیرایی پیوند سهولت و سرعت استفاده از این تیمار برای بستن محل پیوند از نکات مثبت این روش است. استفاده از پارافیلم برای پوشاندن پیوندک در مقایسه با رنگ آمیزی با چسب سفید محافظ تنه نیز اثر بسیار مثبتی در گیرایی پیوند به همراه داشت: ۷۷ درصد در مقایسه با ۵۵ درصد. پارافیلم به دلیل حفظ رطوبت پیوندک و ایجاد محیطی شبیه به گل خانه برای جوانه تاثیر چشم گیری بر گیرایی پیوند دارد. به علاوه بستن آن آسان است و جوانه هنگام رشد به راحتی پوسته پارافیلم را پاره کرده بدون هیچ مشکلی رشد می کند. استفاده از شاخه پرستار تاثیر معنی‌داری درگیرایی پیوند نداشت (شکل ۱).

نتایج حاصل از مطالعه زنده مانی شاخه های پیوندی در پااین فصل رشد نیز نشان داد که که تیمار چسب برزنتی برای بستن محل پیوند با میانگین ۷۸/۱ درصد، در مقایسه سایر تیمارهای چسب باغبانی و نوار پلاستیکی، چسب باغبانی و واکس مخصوص پیوند با نوار پلاستیکی به با ۷۰/۸، ۶۷/۲ و ۴۳/۹ درصد زنده مانی، بیشترین میزان زنده مانی شاخه های پیوندی را نشان داد. تیمار پارافیلم با میانگین زنده مانی ۵۸/۱ درصد، زنده مانی بالاتری را در مقایسه با رنگ آمیزی پیوندک با رنگ سفید محافظ تنه با میانگین زنده مانی ۴۷ درصد

نشان داد. وجود شاخه پرستار تاثیر معنی داری در زنده مانی پیوندک داشت به طوری که درختان باشاخه پرستار با زنده مانی ۶۰/۲ درصد بیشتر از درختان فاقد شاخه پرستار با زنده مانی ۲۶ درصد بودند (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه اثرات تیمار های محل پیوند (راست) تیمار پیوندک (وسط) و شاخه پرستار (چپ) بر میزان گیرایی پیوند سرشاخه گردو

نتایج بررسی های انجام شده توسط سایر محققان بر روی میزان گیرایی پیوند سرشاخه گردو با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد (Rezaee and Vahdati 2008; Akyüz, et al., 2016). در طول فصل رشد تعدادی از پیوندهای موفق به دلایل مختلفی از قبیل گیرایی ناقص محل پیوند از بین می روند و در نهایت پیوندهای کاملا موفق در پایان فصل رشد قابل اندازه گیری است (Soleimani et al., 2010) که در این تحقیق در همه روش های مورد استفاده میزان از بین رفتن پیوندها در طول فصل رشد در محدوده نرمال (۷۸/۱- ۴۳/۹ درصد) قرار داشت. استفاده از پوشش چسب برزنتی در مقایسه با سایر روش های مورد استفاده نتایج بهتری را داشته است. پوشش های محل پیوند باید شرایط مناسب برای گیرایی پیوند را تامین نمایند این شرایط شامل موارد مختلفی از قبیل جلوگیری از تامین رطوبت کافی، اکسیژن کافی و جلوگیری از تجمع آب اضافی در محل پیوند می باشد (Soleimani et al., 2010; Rezaee and Vahdati 2008; Vahdati et al., 2022). استفاده از ترکیبات واکس پیوند و نوار پلاستیکی به نظر می رسد که مشکلاتی در تهویه داشته و مانع از رسیدن اکسیژن کافی به محل پیوند می‌گردد به علاوه تجمع شیرابه در زیر نوار پلاستیکی گاهی رخ می داد. استفاده از چسب باغبانی به تنهایی توان تامین رطوبت کافی برای محل پیوند را نداشت و کمبود رطوبت در محل پیوند قابل مشاهده بود.

در مقایسه پوشش‌های پارافیلم و رنگ سفید لاتکس (رنگ چسب‌دار)، کاربرد پارافیلم نتایج بهتری در گیرایی (۷۷٪ در برابر ۵۵٪) و زنده‌مانی (۵۸/۱٪ در برابر ۴۷٪) نشان داد. پارافیلم ماده‌ای پلاستیکی کشسان و شفاف است که می‌تواند اطراف پیوندک را کاملاً بپوشاند و رطوبت را در محل پیوند حفظ کند، بدون اینکه نیاز به جدا کردن دستی آن باشد. رطوبت مطلوب پیوندک گردو یکی از مهم ترین فاکتورها در گیرایی پیوند می باشد استفاده از پارافیلم باعث می‌شود در طول فرایند گیرایی پیوند که هیچ منبع تامین رطوبت برای پیوندک وجود ندارد، رطوبت پیوندک به خوبی حفظ شده و کالوس راحت‌تر شکل گرفته و آسیب‌های ناشی از خشکی کاهش یابد (Soleimani et al., 2010). رنگ سفید لاتکس ممکن است در آب و هوای گرم خشک (مانند بهار آفتابی ایران) به تدریج ترک برداشته یا تبخیر را افزایش دهد، که در شرایط اقلیم خشک میزان موفقیت را کاهش می‌دهد.

در مورد شاخه‌های پرستار، نتایج نشان داد که حضور آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر گیرایی اولیه پیوند نداشت، اما زنده‌مانی شاخه‌های پیوندی را در پایان فصل رشد به طور قابل‌توجهی بهبود بخشید (۶۰/۲ ٪ در مقابل ۲۶٪ در درختان بدون شاخه پرستار). این یافته با توصیه‌های عملی در مورد سرشاخه کاری درختان میوه همخوانی دارد، جایی که شاخه‌های پرستار برای تأمین انرژی، هورمونها، سایه اندازی روی پیوندک و کاهش استرس درخت در طول دوره استقرار پیوندها حفظ می‌شوند (Soleimani et al., 2010; Vahdati et al., 2022). شاخه‌های پرستار احتمالاً با فراهم کردن ظرفیت فتوسنتزی اضافی و حفظ جریان مواد مغذی، به درخت کمک می‌کنند تا انرژی لازم برای رشد پیوندهای جدید را تأمین کند. این امر به‌ویژه در سرشاخه کاری درختان بالغ، که در آن بخش قابل‌توجهی از تاج درخت بریده می‌شود، اهمیت دارد.

با توجه به اقلیم ایران که اغلب در فصول مناسب پیوند خشک و با نوسانات دمایی قابل توجه است، حفظ رطوبت مناسب در محل پیوند برای افزایش گیرایی حیاتی است. پوشش‌هایی مانند چسب برزنتی یا پارافیلم می‌توانند به‌سرعت تبخیر را کاهش داده و ضمن ایجاد

تهویه مناسب، شانس موفقیت را افزایش دهند. همچنین نگهداری شاخه پرستار تا زمان حصول رشد کافی پیوندک توصیه می‌شود، و سپس شاخه‌های اضافی پس از دستیابی به موفقیت پیوند حذف گردند.

منابع

سلیمانی، ا.، علی حوری، م.، دستجردی، ر.، حسنی، د.، حاجی وند، ش. ۱۴۰۳. بهره وری آب در گردو و راهبردهای ارتقا آن. انتشارات موسسه تحقیقات علوم باغبانی. کرج. ۸۰ ص.

Ercan, E., Akyüz, B., Öztürk, A. and Serdar, Ü. 2017. Cevizde çeşit değiştirme aşısı: Kabuk altı (Çoban) aşı. Bahçe. 46: 307–312.

Hassani, D., Sarikhani, S., Dastjerdi, R., Mahmoudi, R., Soleimani, A. and Vahdati, K. 2020. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran. Scientia Horticulturae. 270: 109369.

Karadeniz, T. 2013. Walnut top-working and its importance for Bosnia and Herzegovina. Proceedings of the 24th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 25–28 September 2013. 475–478.

Rezaee, R. and Vahdati, K. 2008. Introducing a simple and efficient procedure for topworking Persian walnut trees. Journal of American Pomological Society. 62: 21–26.

Soleimani, A., Rabiei, V. and Hassani, D. 2010. Effect of different techniques on walnut (J. regia L.) grafting. Journal of Food, Agriculture & Environment. 8(2): 544–546.

Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D., Mozaffari, M. R. and Dastjerdi, R. 2023. Yield-related traits in some Persian walnut cultivars: Analysis of genetic and genotype × environment interaction. Advances in Horticultural Science. 37(4): 367–376.

Vahdati, K., Sadeghi-Majd, R., Sestras, A. F., Licea-Moreno, R. J., Peixe, A. and Sestras, R. E. 2022. Clonal propagation of walnuts (Juglans spp.): A review on evolution from traditional techniques to application of biotechnology. Plants. 11(22): 3040.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Determining the Effect of Different Methods for Sealing the Graft Union and Scion on Improving the Success Rate of Top Grafting in Walnut Trees

Amir Esmaeil Mosaffa[*1] and Asghar Soleimani[2]
1. Founder and CEO of Mosaffa Orchards, Tehran, Iran
2. Temperate Fruits Research Centr, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: aemosaffa@gmail.com*

Abstract

Most of walnut orchards in the country consist of seedling trees, which exhibit low yield and significant variability in the crop, rendering them uncompetitive with the output of selected cultivars. To identify an effective method for top-working mature walnut trees, a factorial experiment was conducted with three factors: treatments for securing the graft union (1- selaning with specialized grafting wax (Agriflor-Ctuktaa), 2-sealnig tree wound sealer only , 3-use tree wound sealer and wrapping with plastic tape 4- Sealing the graft union with silver-colored duct tape.), scion treatment (two levels: wrapping the scion with Parafilm or using horticultural glue), and nurse branch (two levels: with or without a nurse branch). The experiment was performed on 20-year-old walnut trees in early April. Graft success was assessed one month after grafting, and the survival rate of grafts was calculated at the end of the growing season. The results indicated that among the base treatments, the highest graft success and survival rates were achieved with the use of duct tape (averaging 96.9% and 78.1%, respectively). The lowest graft success and survival rates were observed with the use of horticultural wax with plastic tape wrapping (averaging 60.9% and 43.9%, respectively). Wrapping the scion with Parafilm also resulted in higher graft success and survival rates (77.2% and 58.2%, respectively) compared to tree wound sealer. The presence or absence of a nurse branch had minimal impact on graft take, but the survival rate was significantly higher in trees with a nurse branch (60.2%) compared to those without (26%).

Keywords: Graft success, Seed-originated trees, Survival rates, Top-working, Walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات نامطلوب اقلیمی و اقدامات بهسازی برای درختان بادام منطقه سامان

صاحب سودائی مشائی*[۱]

۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، چهارمحال و بختیاری، ایران

*نویسنده مسئول *soodaie@sku.ac.ir*

چکیده

منطقه سامان (شمال شرقی چهارمحال و بختیاری) منطقه‌ای است که به طور سنتی در حال رشد و توسعه کاشت درختان بادام (*Prunus dulcis*) است. با این حال، تغییرات اقلیمی ممکن است به طور قابل توجهی شرایط رشد فعلی را تغییر دهد و پایداری را تهدید کند. تغییرات اقلیمی یکی از نوظهورترین چالش‌های محیطی است که با افزایش دمای جهانی، تغییر در رژیم‌های بارش و افزایش فراوانی و شدت رویدادهای شدید اقلیمی می‌باشد. اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی در سراسر جهان تجربه می‌شود و انتظار می‌رود در دهه‌های آینده تشدید شود. میوه‌های بادام به دلیل علاقه اقتصادی و تغذیه‌ای که به گسترش آن در جهان کمک می‌کند، بسیار مورد توجه است. بادام، علیرغم اینکه نسبتاً در برابر خشکسالی و گرما مقاوم است، در برابر تغییرات اقلیمی نیز آسیب‌پذیر است، به ویژه تولید آن، که به شدت به محتوای آب خاک و دمای هوا بستگی دارد. این پژوهش اثرات تغییرات اقلیمی بر کشت بادام را شرح می‌دهد و جدیدترین مطالعات در مورد این موضوع را بررسی کرده و یک تجزیه و تحلیل جامع از راهبردهای سازگاری احتمالی را انجام داده، که ممکن است برای تولیدکنندگان بادام و سایر ذینفعان فعال در این زنجیره ارزش مرتبط باشد. اگرچه ممکن است تولید بادام در آینده به خطر بیفتد، گزینه‌های سازگاری کافی برای کاهش تلفات آینده عملکرد و کیفیت و تضمین پایداری آن پیشنهاد شده است.

واژگان کلیدی: اقدامات عملی، آب و هوا، تغییرات اقلیمی، خاک، کشت بادام.

مقدمه

درخت بادام (*Prunus dulcis*) یکی از اولین درختان کشت شده در دنیای قدیم بود. این گونه بومی مناطق گرم و خشک جنوب شرقی آسیا و دامنه‌های کوهستانی آسیای مرکزی است (Mushtaq et al.,2015). این بادام شیرین خوراکی است و علاقه اقتصادی و تغذیه‌ای زیاد این گونه از بادام، به تکثیر آن در سراسر جهان کمک کرده است (Homet-Gutiérrez et al., 2015). این گونه از بادام، در سراسر جهان از نظر تولید و توزیع بسیار اهمیت دارد. در سال ۲۰۲۱ میلادی تولید جهانی بادام تقریباً ۳/۹ میلیون تن بود (FAOSTAT, 2023). قاره آمریکا بیشترین تولید بادام (۲/۲۳ میلیون تن) را دارد، و پس از آن آسیا (۰/۶۳ میلیون تن)، اروپا (۰/۵ میلیون تن)، آفریقا (۰/۳۴ میلیون تن) و اقیانوسیه (۰/۲۸ میلیون تن) هستند. در مقابل، بزرگترین تولیدکننده برحسب سطح زیرکشت اروپا (۸۸۰ هزار هکتار)، پس از آن آمریکا (۵۴۴ هزار هکتار)، آفریقا (۵۳۱ هزار هکتار)، آسیا (۲۷۷ هزار هکتار) و اقیانوسیه (۵۱ هزار هکتار) هستند (FAOSTAT, 2023). با توجه به اطلاعات به دست آمده توسط فائو (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد)، تولید بادام از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۲۱ با روند خطی ۴/۹ هزار تن در سال افزایش یافت. به موازات آن، سطح زیرکشت آن نیز با روند خطی ۲/۱ هزار هکتار در سال در حال افزایش است (FAOSTAT, 2023). ایران با تولید سالانه بالغ بر ۲۰۰ هزار تن انواع بادام در رتبه پنجم جهان قرار دارد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰)، در کشور ما هم، استان چهارمحال بختیاری در رتبه نخست تولید بادام قرار دارد. بادام دارای ارزش غذایی فراوانی است و حتی پوست بادام دارای ترکیبات ارزشمندی مانند لیگنین و پلی‌ساکاریدها است (Carroll et al., 2009). اقلیم یک عامل تعیین‌کننده برای توسعه درخت بادام است. زمستان‌های کوتاه و خنک با بارش‌های متوسط و به دنبال آن تابستان‌های طولانی، گرم و خشک، مساعدترین شرایط اقلیمی برای رشد درختان بادام است. با این حال، تغییرات اقلیمی می‌تواند اثرات مضری بر توسعه و تولید آن داشته باشد. طی دهه‌های گذشته، در مناطق کشت درخت بادام افزایش کلی دما همراه با کاهش بارندگی و افزایش فراوانی وقوع یخبندان‌های بهاره وجود داشته است که به طور قابل توجهی هم افزایش یافته و رشد فیزیولوژیکی بادام را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Lobell and Field, 2011; Freitas et al., 2023). در

سیستم‌های آبی، نیازهای آبی بادام بین ۸۰۰۰ تا ۱۳۵۰۰ متر مکعب در هکتار بسته به شیوه‌های کشت (مانند پایه، سیستم هرس، ساختار باغ بادام) و ویژگی‌های رقم متفاوت است (Gutiérrez-Gordillo et al., 2019).

افزایش قابل توجه دمای منطقه‌ای پیش‌بینی می‌شود و این تغییرات ممکن است بر مراحل خواب بادام تأثیر بگذارد و رشد و تکامل فیزیولوژیکی را به خطر بیندازد (Santos et al. 2017). در صورتی که الزامات سرمایشی برآورده نشود، ممکن است با تاخیر در جوانه زدن و رشد محصول ظاهر شود، گرده افشانی جزئی و رشد میوه ممکن است تهدید شود (Egea et al. 2003). برای فاز اجباری، دماهای گرمتر می‌تواند منجر به پیشرفت‌های فنولوژیکی، بلوغ نامتعادل میوه، افزایش شرایط تنش، ایجاد اختلال در تولید میوه و تأثیرات رشد شکوفه شود (Fraga and Santos 2021). علاوه بر این، دمای بالاتر در طول فصل رشد نیز ممکن است دفعات وقوع یخبندان اواخر بهاره را افزایش دهد که می‌تواند به گل‌ها آسیب برساند. گیلامون و همکاران (Guillamón et al., 2022) نشان دادند که یخبندان‌های دیررس می‌تواند ۳۱ تا ۴۰ درصد از گلدهی هر دو گونه خیلی زودرس و زودرس را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به اهمیت بادام برای اقتصاد کشور، مطالعات در مورد اثرات نامطلوب اقلیمی در درخت بادام محدود است و مطالعه حاضر با هدف پر کردن این شکاف دانشی انجام شده است. اهداف این پژوهش، برای توصیف ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه و پیشنهاد اقدامات تطبیقی برای کاهش خطر تغییرات اقلیمی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۴۴۲۱ کیلومتر مربع وسعت معادل یک درصد از کل وسعت ایران، منطقه مورد مطالعه می‌باشد. این استان از جمله مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران محسوب می‌شود و بین ۳۱ درجه ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی گرینویچ قرار دارد. با توجه به اختلاف ارتفاع در سطح استان، زمان و مکان بارندگی‌ها از شرایط یکسانی پیروی نمی‌نمایند و به این لحاظ میانگین بلندمدت سالانه بارندگی در سطح استان نوسانی از ۲۵۰ تا ۱۴۹۱ میلی‌متر را دارد و در ارتفاعات مجارو کوهرنگ میزان سالانه بارندگی ر حدود ۱۸۰۰ میلی‌متر برآورد می‌شود. شهرستان سامان با ۳ درصد مساحت استان به وسعت ۴۷۶ کیلومتر مربع یا تعداد ۲ بخش و ۲۳ روستا می‌باشد. درجه روزهای رشد لازم محصول بادام برای گذر از هر مرحله فنولوژی در مراحل مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- درجه –روز مورد نیاز هر یک از مراحل فنولوژی بادام (سیدعبداللهی، ۱۳۹۸)

مراحل فنولوژی	میزان درجه – روز (GDD)
پیدایش جوانه	۱۵۳
شگفتن جوانه	۱۴۱
گل دادن و تشکیل میوه	۲۰۵
رشد میوه	۱۵۴۹
رسیدن میوه	۱۶۷۶

آب و هوا یک عامل تعیین‌کننده برای توسعه درخت بادام است. زمستان‌های کوتاه و خنک با بارش‌های متوسط و به دنبال آن تابستان‌های طولانی، گرم و خشک، مساعدترین شرایط اقلیمی برای رشد درختان بادام است. حتی بیشتر، وقوع حالت‌های مختلف فنولوژیکی مستلزم آن است که دمای هوا و در دسترس بودن آب خاک با نیازهای گونه مطابقت داشته باشد. با این حال، تغییرات اقلیمی می‌تواند اثرات مضری بر توسعه و تولید آن داشته باشد. در دهه‌های گذشته، در مناطق کشت درخت بادام، که معمولاً دارای آب و هوای گرم معتدل مدیترانه‌ای هستند، افزایش کلی دما همراه با کاهش بارندگی و افزایش دفعات وقوع یخبندان‌های بهاره وجود داشته است که ممکن است به طور قابل‌توجهی بر رشد بادام و رشد فیزیولوژیکی تأثیر بگذارد (Freitas et al., 2023). بر اساس برخی مطالعات، یخبندان بهاره می‌تواند ۴۰ درصد از مرحله گلدهی واریته‌های خیلی زودرس تا زودرس را تحت تأثیر قرار دهد. اطلاعات مربوط به داده‌های هواشناسی، سطح باغ بادام و عملکرد در منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شد.

جدول ۲: اطلاعات اقلیمی و عملکرد بادام در منطقه سامان استان چهار محال و بختیاری برای دوره ۵ ساله (سایت سازمان جهاد کشاورزی استان)

سال زراعی	متوسط دمای سالانه (سانتیگراد)		متوسط بارندگی سالانه (mm)	سطح کشت بادام (هکتار)	درصد از کل باغات	درخت بارده (هکتار)	درخت غیربارده (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم درهکتار)	کل تولید (تن)
	حداقل	حداکثر							
۹۸-۹۷	-۸/۸	۳۸/۰	۴۲۴/۶	۹۴۷۰	۶۷/۹	۸۱۲۰	۱۳۵۰	۹۴۸	۷۶۹۱
۹۹-۹۸	-۱۲/۴	۳۷/۸	۲۸۲/۳	۹۰۰۱	۶۵/۸	۸۰۰۱	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰۲
۴۰۰-۹۹	-۶/۹	۳۸/۶	۱۸۸/۹	۹۰۴۱	۶۵/۸	۸۳۰۱	۷۴۰	۱۳۰۰	۱۰۷۹۲
۴۰۱-۴۰۰	-۱۱/۱	۳۷/۹	۳۰۳/۷	۹۱۹۳	۶۴/۴	۸۵۲۳	۶۷۰	۱۲۰۰	۱۰۲۲۷
۴۰۲-۴۰۱	-۱۷/۱	۳۷/۰	۳۸۵/۴	۹۱۲۰	۶۵/۰	۸۵۶۰	۵۶۰	۲۰۵۰	۱۷۵۴۰

همانطور که نشان داده می‌شود، الگوهای اقلیمی در حال تغییر هستند و انتظار می‌رود این تغییرات با افزایش دما در آینده، کاهش بارندگی و افزایش فراوانی وقوع رویدادهای شدید اقلیمی (بارندگی شدید، خشکسالی یا موج گرما) قوی‌تر باشد و می‌تواند با تغییر ویژگی‌های گونه‌ای و ساختاری، اختلالاتی در سطح اکوسیستم ایجاد کند. بنابراین، تغییرات در چرخه‌های فیزیولوژیکی و تولید مثلی درخت ممکن است رخ دهد، مانند زمان‌بندی تاخیری و یا پیشرفته فنولوژیکی، تغییرات کیفیت میوه و کاهش در تولید. ارزیابی تأثیر تغییرات اقلیمی و اقدامات سازگاری مرتبط نه تنها برای ذینفعان، بلکه برای هدایت تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران در برنامه‌ریزی‌شان مفید است.

نتیجه‌گیری کلی

عملکرد بالای بادام در واحد سطح ناشی از برخورداری منطقه‌ی تولید از خاک و اقلیم مطلوب، دسترسی به ارقام و پایه‌های مناسب فراهم‌سازی شرایط مطلوب برای دگرگرده‌افشانی، بهره‌گیری از مکانیسم مدیریت متمرکز باغداری، باغداری و به خصوص برداشت مکانیزه، تأمین شرایط مطلوب تغذیه و آبیاری و در نهایت برخورداری از یک مکانیسم بازاریابی توسعه یافته باشد که می‌تواند عملکرد بادام را تا ۵/۲ تن در هکتار در آمریکا افزایش دهد در حالیکه متوسط عملکرد بادام در ایران حدود ۱/۳ تن در هکتار است. سودآور بودن بادام برای کشاورزان در گرو زودباردهی درختان در سال سوم با محصول قابل برداشت، طول عمر زیاد درختان ۵۰ تا ۶۰ سال، سهولت برداشت، حمل و نقل و نگهداری مناسب، بازار جهانی خوب و اشتغال‌زایی و مقاوم بودن ارقام به تنش‌های خشکی به عنوان چالش جهانی می‌باشد. بیش از ۶۰ درصد افزایش تولید بادام مربوط به مدیریت گرده افشانی است که متوسط درصد تشکیل میوه بادام در ایران حدود ۹- ۱۲ درصد است درحالیکه در آمریکا ۳۰- ۳۵ درصد و در استرالیا ۲۷-۳۰ درصد است (ایمانی، ۱۳۹۹).

وقوع گلدهی مستقیماً تحت تأثیر شرایط اقلیمی، بویژه دمای هوا و وقوع یخبندان‌های بهاره است. در ابتدای این مرحله دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در ۳۰ دقیقه مضر است و دمای ۲ و ۰/۵ درجه سانتیگراد به ترتیب برای گل‌ها و میوه‌ها مخرب است (Martínez-Gómez et al., 2017). در دماهای کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد و بالای ۳۵ درجه سانتیگراد، درختان تحت تنش هستند و رشد رویشی ممکن است قطع شود.

تغییر اقلیم یک عامل تعیین‌کننده در بخش کشاورزی از نظر تولید مواد غذایی، تنوع زیست محیطی، رشد جمعیت و پایداری اقتصادی است. افزایش دما، همراه با کاهش بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق، عوامل تعیین‌کننده رویدادهای خشکسالی و امواج گرما هستند که بیشتر در مناطق نیمه خشک تکرار می‌شوند. در منطقه مورد مطالعه باعث قطع درختان در اثر عدم کفایت و دانش کافی برای مقابله با تأثیرات تغییرات اقلیمی شده است (شکل ۱). برای آینده، درک تکامل تأثیرات تغییر اقلیم ضروری است و برای این کار، چندین روش و ابزار توسعه یافته است. پیش‌بینی‌های اقلیمی یکی از این ابزارها هستند که از درک شرایط آب و هوایی احتمالی آینده و وقوع رویدادهای شدید پشتیبانی می‌کنند و به توسعه اقدامات سازگاری برای کوتاه‌مدت و بلندمدت کمک می‌کنند. با توجه به تغییرات اقلیمی، امواج گرما، خشکسالی و رویدادهای بارندگی شدید بیشتر و شدیدتر می‌شوند (Liu rt al., 2020).



شکل ۱- وضعیت نرمال رشد درخت بادام (چپ) و قطع درختان بادام در اثر خشکسالی و تغییر اقلیم منطقه سامان.

روش‌های سازگاری کوتاه‌مدت با هدف مقابله با تهدیدات خاص را می‌توان به عنوان محافظت اولیه در برابر تغییرات اقلیمی در نظر گرفت. تکنیک‌های انطباق کوتاه‌مدت، مانند مداخلات باغ‌های میوه که می‌توانند ظرف یک یا دو سال اجرا شوند، نیاز به تعدیل شیوه‌های مدیریت تولیدکننده دارند. یکی از راه‌حل‌ها، افزایش و یا حفظ دردسترس بودن آب و بهره‌وری استفاده از آن است. یکی از رایج‌ترین روش‌ها، کم‌آبیاری (DI)، کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI) و کم‌آبیاری پایدار (SDI) است که آب کمتری را نسبت به نیاز درخت مصرف می‌کند و نیاز آبی را تا ۱۳۰۰ الی ۶۵۰۰ مترمکعب در هکتار کاهش دهد (González-Zamora et al., 2021). پایداری خاک یک عامل تعیین‌کننده برای زنده ماندن هر محصول است. در اروپا، کاهش بهره‌وری کشاورزی به دلیل فرسایش خاک حدود ۰/۴۳ درصد در سال است. بنابراین، یافتن اقداماتی برای حفظ کیفیت خاک و در موارد جدی‌تر، احیای شرایط خاک یک اولویت است. راهبردهای مدیریت خاک (SMS)، مانند گیاهان پوششی، مالچ‌پاشی، افزایش کربن خاک ممکن است کیفیت خاک را در سطوح فیزیکی (مانند محتوای آب موجود و چگالی ظاهری)، شیمیایی (pH، عناصر غذایی، و هدایت الکتریکی) و بیولوژیکی (تنوع زیستی و جمعیت میکروارگانیسم‌ها) بهبود بخشد و ویژگی‌های بهتری از مغز بادام ارائه دهد (Cárceles Rodríguez et al., 2023). حساسیت درخت بادام به تغییرات اقلیمی کشاورزان را بر آن داشته تا شیوه‌های فرهنگی خود را تغییر دهند و طیف وسیعی از راهبردهای فنی را برای کاهش اثرات آن اتخاذ کنند. تغییرات در مدیریت محصول، مانند اصلاح تاریخ‌های هرس و سیستم‌های آموزشی، به پتانسیل کاهش تأثیر تغییرات اقلیمی بر پایداری و بهره‌وری باغ‌ها اشاره دارد. مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات در تراکم گیاه، فاصله، روش‌های هرس و کاربرد مالچ ممکن است تولید در واحد حجم آب مصرفی را افزایش دهد.

طیف وسیعی از آفات و بیماری‌ها ممکن است بر سلامت درختان بادام تأثیر بگذارد. جستجوی مداوم برای راه‌حل‌های آگرواکولوژیکی که بتواند حضور آنها را مهار کند یا تأثیرات آنها را کاهش دهد یک اولویت است. راهبرد بعدی محافظت باغ بادام در برابر آب و هوای شدید است مثل رویدادهای یخبندان یا سرمای زودرس بهاره که تأثیر بیشتری در مراحل فنولوژیکی، به ویژه در گلدهی دارند و تغییراتی در رشد جوانه‌های گل، فعالیت گرده‌افشان، کیفیت و ساختار هسته و عملکرد را می‌توانند بوجود بیاورند. راهبردهای کوتاه‌مدت از طریق بخاری‌ها یا فن‌های حرکت هوا، آبیاری به روش اسپری، رطوبت خاک و پوشش زمین برای کاهش اثرات یخبندان استفاده شده است (Thomas, 2019)، محرک‌های زیستی برای افزایش تحمل محصول به خشکی تحت سناریوهای کمبود آب استفاده می‌شوند.

از راهبردهای بلند مدت می‌توان به بهبود ژنتیکی و انتخاب واریته مناسب، جابجایی به مناطق مناسب‌تر اقلیمی، اجرای سیاست‌ها و مقررات بلندمدت برای حمایت از تولید پایدار و سازگاری با تغییرات اقلیمی اشاره کرد. امروزه اهمیت اقتصادی و اجتماعی محصول بادام مبتنی بر تلاش مستمر در جهت انتخاب و اصلاح ژنتیکی است. به طور موثر، اصلاح ارقام تجاری پایدار اغلب بر بهینه‌سازی محصول در برابر اثرات تغییرات اقلیمی و بهینه‌سازی کارایی گیاه از نظر عملکرد، کیفیت دانه و مقاومت در برابر چندین آفت و بیماری اصلی متمرکز است. همکاری بین سیستم‌های سیاسی، نهادها، انجمن‌ها و تولیدکنندگان یک اولویت برای موفقیت این اقدام است. علاوه بر این، پروژه‌های علمی برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های تولید بادام و ترویج اقدامات سازگاری برای کمک به پایداری آنها باید توسعه یابند. برای

اطمینان از پایداری زنجیره‌های ارزش بادام، کشاورزان باید در برخی از این راهبردها سرمایه‌گذاری کنند که به‌طور مناسب توسط سیاست‌های دولتی حمایت و تشویق می‌شوند.

منابع

احمدی، م.، فلاحی خوشجی، م.، مفاخری، ا. (۱۳۹۶). پیش‌بینی تغییرات تقویم زراعی جو دیم (*Hordeum vulgare* L.) در سال‌های ۲۰۳۰- ۲۰۱۱ استان لرستان با استفاده از مدل‌های ریزمقیاس کننده LARS-WG و گردش عمومی HadCM3، مجله بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۲): ۴۸۹-۴۷۵.

ایمانی، ع. (۱۳۹۹). مقایسه تکنولوژی باغبانی بادام در ایران با سایر کشورها، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۱۲، ص. ۶۴.

سیدعبداللهی، م.، علیجانی، ب.، عزیزی، ق. و اسدیان، ف. ۱۳۹۸. اثر تغییر اقلیم بر فنولوژی بادام در استان چهار محال و بختیاری، مجله مخاطرات محیط زیست، ۸ (۲۳): ۴۱-۶۱.

Cárceles Rodríguez, B. C., Durán Zuazo, V. H., Herencia Galán, J. F., Lipan, L., Soriano, M., Hernández, F., Sendra, E., Carbonell-Barrachina, Á. A., Ruiz, B. G. and García-Tejero, I. F. 2023. Soil management strategies in organic almond orchards: Implications for soil rehabilitation and nut quality. Agronomy. 13: 749.

Carroll, E., Sparks, T., Donnelly, A. and Cooney, T. 2009. Irish phenological observations from the early 20th century reveal a strong response to temperature. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy. 109: 116–126.

Egea, J., Ortega, E., Martínez-Gómez, P. and Dicenta, F. 2003. Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. Environmental and Experimental Botany. 50: 79–85.

FAOSTAT. 2023. FAOSTAT statistical database. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fraga, H. and Santos, J. A. 2021. Assessment of climate change impacts on chilling and forcing for the main fresh fruit regions in Portugal. Frontiers in Plant Science. 12: 689121.

Freitas, T. R., Santos, J. A., Silva, A. P., Fonseca, A. and Fraga, H. 2023. Evaluation of historical and future thermal conditions for almond trees in north-eastern Portugal. Climatic Change. 176: 89.

González-Zamora, J. E., Gutiérrez-Jiménez, S., Ruiz-Aranda, C., Rebollo-Valera, M. and Rodríguez-Morales, J. M. 2021. Deficit water irrigation in an almond orchard can reduce pest damage. Agronomy. 11: 2486.

Guillamón, J. G., Egea, J., Mañas, F., Egea, J. A. and Dicenta, F. 2022. Risk of extreme early frosts in almond. Horticulturae. 8: 687.

Gutiérrez-Gordillo, S., García-Tejero, I. F., García-Escalera, A., Galindo, P., Arco, M. D. C. and Zuazo, V. H. D. 2019. Approach to yield response of young almond trees to deficit irrigation and biostimulant applications. Horticulturae. 5: 38.

Homet-Gutiérrez, P., Schupp, E. W. and Gómez, J. M. 2015. Naturalization of almond trees (*Prunus dulcis*) in semi-arid regions of the Western Mediterranean. Journal of Arid Environments. 113: 108–113.

Liu, Y., Chen, J., Pan, T., Liu, Y., Zhang, Y., Ge, Q., Ciais, P. and Penuelas, J. 2020. Global socioeconomic risk of precipitation extremes under climate change. Earth's Future. 8: e2019EF001331.

Lobell, D. B. and Field, C. B. 2011. California perennial crops in a changing climate. Climatic Change. 109: 317–333.

Martínez-Gómez, P., Prudencio, A. S., Gradziel, T. M. and Dicenta, F. 2017. The delay of flowering time in almond: A review of the combined effect of adaptation, mutation and breeding. Euphytica. 213: 197.

Mushtaq, A., Khaliq, M., Saeed, A., Azeem, M., Ghania, W. and Ben, J. 2015. Almond (*Prunus amygdalus* L.): A review on health benefits, nutritional value and therapeutic applications. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences. 8: 103–106.

Santos, J. A., Costa, R. and Fraga, H. 2017. Climate change impacts on thermal growing conditions of main fruit species in Portugal. Climatic Change. 140: 273–286.

Thomas, D. 2019. Managing Almond Production in a Variable and Changing Climate. Hort Innovation, Sydney, Australia. ISBN 978-0-7341-4521-5.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Assessment of Adverse Climatic Impacts and Mitigation Strategies for Almond Cultivation in the Saman Region

Saheb Soodaie Mashaie[*1]
1. Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Chaharmahal and Bakhtiari, Iran;
**Corresponding author e-mail soodaie@sku.ac.ir*

Abstract

The Saman region, located in the northeast of Chaharmahal and Bakhtiari, has a long-standing tradition of cultivating and developing almond (Prunus dulcis) plantations. However, climate change poses a significant threat to current growing conditions and the sustainability of these orchards. As one of the most pressing environmental challenges, climate change is characterized by rising global temperatures, shifts in precipitation patterns, and an increased frequency and severity of extreme weather events. Its impacts on agriculture are being experienced worldwide and are predicted to intensify over the coming decades. Almonds are of considerable economic and nutritional importance, contributing to their global proliferation. Although almonds are relatively resilient to drought and heat, they remain vulnerable to climate change, particularly because their production is highly dependent on soil moisture and air temperature. This study examines the effects of climate change on almond cultivation, reviews recent research in this area, and provides a comprehensive analysis of potential adaptation strategies relevant to almond growers and other stakeholders within this supply chain. While future almond yields and quality may be at risk, this research proposes adaptive measures to mitigate potential losses and promote the sustainability of almond production in the face of climate change.

Keywords: Almond cultivation, Climate, Climate change, Practical measures, Soil

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اهمیت غربال‌گری ارقام تحت کشت توت‌فرنگی در سیستم کشت مینی‌تونل

امیرحسین باقری دونچالی[۱] و سارا خراسانی‌نژاد[۱*]
۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *khorasaninejad@gau.ac.ir*

چکیده

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*) به‌دلیل مزیت‌های نسبی فراوان، از مهم‌ترین میوه‌های دانه ریز در دنیا به‌شمار می‌رود و در حال حاضر در ۷۷ کشور دنیا به‌طور تجاری کشت و کار می‌شود. این میوه نوبرانه، جذاب و خوش طعم سرشار از انواع ویتأمین‌ها و مواد معدنی است. در ایران توت‌فرنگی به طور عمده در فضای آزاد کشت می‌شود و در ۱۶ استان کشور، تولید توت‌فرنگی در فضای باز رایج است. تحقیقات مربوط به انتقال ژن و به‌نژادی توت‌فرنگی توسط بسیاری از دانشگاه ها و مؤسسات تحقیقاتی در حال انجام است، اما تعداد کمی از ارقام اصلاحی، تجاری شده‌اند. در ایران ارقام پاروس (Paros)، ونتانا (Ventana) و کردستان نیز از دیگر ارقام مناسب برای کشت در فضای باز هستند. برخی ارقام مانند پاروس و کاماروسا (Comorosa) هم در فضای باز و هم در شرایط گلخانه تولید اقتصادی دارند. در حالی‌که امروزه، در مناطق شمالی کشور (استان‌های مازندران و گلستان) که درصد بالایی تولید توت‌فرنگی کشور را به خود اختصاص داده‌اند، درخصوص رقم مناسب، هرساله به ارقام مختلف روی آورده و همین باعث شده تا هرساله نهاده اصلی یعنی نشا در استان تامین نشده و قیمت‌ها دارای نوسانات زیاد باشد. باتوجه به سیستم کشت مینی‌تونل در این مناطق، نیاز می‌باشد با بررسی ارقام کاندید تحت شرایط و روش‌های کشت، تغذیه و نگهداری غالب در این مناطق، رقم مناسب و تجاری را معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: ارقام، توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa*)، شمال کشور، مینی‌تونل

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa*) ($2n = 8x = 56$) از خانواده‌ی رزاسه است (Chen et al., 2011; Tuna et al., 2001). توت‌فرنگی دارای ساقه‌ای به دو شکل خوابیده و ایستاده است. نوع ایستاده ارتفاعی در حدود ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر دارد و در انتها به گل ختم می‌شود. توت‌فرنگی برگ‌های سه برگچه‌ای دندانه‌دار و گل‌های نر ماده و منظم دارد. مجموعه سر و جام و نافه‌ی گل آن در قسمت قاعده به یکدیگر پیوسته بوده و نوعی پیاله‌ی کم عمق بوجود می‌آورد (Ghahreman, 2002). توت‌فرنگی به دلیل مزیت‌های نسبی فراوان، از مهم‌ترین میوه‌های دانه ریز در دنیا به‌شمار می‌رود و در حال حاضر در ۷۷ کشور دنیا به طور تجاری کشت و کار می‌شود. این میوه نوبرانه، جذاب و خوش طعم سرشار از انواع ویتأمین‌ها و مواد معدنی است که شاید بتوان گفت مهم‌ترین آنها الاجیک‌اسید است که دارای خواص ضدباکتریایی و ضدویروسی و خواص ضدسرطانی می‌باشد (da Silva Pinto). این اثرات به دلیل اینست که این میوه منبع غنی از ویتامین و ترکیبات فنلی بوده و از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی به‌دلیل وجود آنتوسیانین و ویتامین ث می‌باشد که از اکسیداسیون لیپوپروتئین‌های سبک در سلول‌های بدن انسان جلوگیری کرده و در نتیجه از فعالیت رادیکال‌های آزاد و کاهش قدرت حافظه جلوگیری می‌کند (Chen et al., 2011). ارزش غذایی فوق‌العاده توت‌فرنگی و افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان در حوزه سلامت، باعث شده است تا مصرف سرانه توت‌فرنگی در دنیا به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته، رشد فزاینده‌ای داشته باشد و به پنج کیلوگرم در سال برسد (Simpson, 2018).

سطح زیر کشت توت فرنگی در ایران و دنیا

در ایران توت‌فرنگی به‌طور عمده در فضای آزاد کشت می‌شود و در ۱۶ استان کشور، تولید توت‌فرنگی در فضای باز رایج است. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۷، میانگین عملکرد در واحد سطح در فضای باز معادل ۱۱/۳ تن در هکتار می‌باشد (کرمی و سرسیفی، ۱۳۹۹). که تقریبا ۵۷ درصد تولید توت‌فرنگی کشور با بیش از ۳ هزار و ۹۰۰ هکتار سطح زیر کشت و متوسط ۱۶ تن در استان

کردستان است و پس از آن مازندران، گلستان و گیلان به ترتیب در کشور بیشترین تولید توت‌فرنگی را دادند و این در حالی است که در مجموع تولید سالانه توت‌فرنگی در کشور ۱۲۰هزار تن است. همچنین متوسط تولید توت فرنگی در دنیا ۲۲تن می‌باشد (برومندی، ۱۴۰۲). بر اساس گزارش‌های فائو، تولید جهانی توت‌فرنگی در سال ۲۰۲۱ از ۹/۱۸ میلیون تن فراتر رفت. آسیا بزرگترین تولیدکننده قاره (۴/۵۳ میلیون تن) است و پس از آن آمریکا (۲/۱۸ میلیون تن)، اروپا (۱/۷۶ میلیون تن)، آفریقا (۶۳۴/۲۹ هزار تن) و اقیانوسیه (۶۰/۳۱ هزار تن) قرار دارند (FAO, 2023). ایران از لحاظ سطح زیرکشت توت فرنگی در رتبه ۱۸ اما از نظر عملکرد در واحد سطح، در رتبه سی و نهم دنیا قرار دارد (FAO, 2023).

ارقام تجاری توت‌فرنگی

تحقیقات مربوط به انتقال ژن و به‌نژادی توت‌فرنگی توسط بسیاری از دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی در حال انجام است و تاکنون بیش از ۹۰ رقم توت‌فرنگی از دهه ۱۹۵۰ اصلاح شده‌اند (Zhang et al., 2016)، اما تعداد کمی از ارقام اصلاحی، تجاری شده‌اند. مهم‌ترین ارقام مورد کشت در کالیفرنیا به‌ترتیب عبارتند از مونتری (Monterey)، سن‌آندریاس (San Andreas)، فرونتراس (Fronteras) و کابریلو (Cabrillo). رقم مونتری در سال ۲۰۰۸ در دانشگاه کالیفرنیا اصلاح شده است. طعمی بسیار عالی دارد و شیرینی خاص آن در مقایسه با سایر ارقام منحصربه فرد است. این رقم در سال ۲۰۱۷ حدود ۲۵ درصد از کل سطح زیرکشت توت‌فرنگی ایالت کالیفرنیا را به‌خود اختصاص داد. رقمی روزخنثی شبیه دیامنت اما عملکرد بیش‌تری دارد و کیفیت میوه آن بهتر است. همچنین مقاومت بهتری به بیماری‌ها دارد (Shaw and Larson, 2009). رقم سن‌آندریاس در سال ۲۰۰۹ در دانشگاه کالیفرنیا اصلاح و معرفی شد. رقمی نسبتاً روز خنثی و بسیار شبیه به رقم آلبیون است. مقاومت خوبی به بیماری‌ها دارد. این رقم به دلیل زودرسی و کیفیت بالای میوه به همراه پایین بودن نیاز سرمایی آن، برای نواحی جنوبی کشور مناسب است. عملکرد و بازار پسندی این رقم بیش‌تر از ارقام دیامنت و آلبیون است (Shaw and Larson, 2009). در کشورهای حوزه مدیترانه، تولید بر پایه ارقامی است که نیاز سرمایی پایینی دارند و در اواخر زمستان و اوایل بهار به‌صورت طولانی مدت محصول می دهند. عموما محصول اواخر فصل برداشت جهت فرآوری و صنایع تبدیلی استفاده می‌شود (Kafkas, 2016).

در ایران ارقام پاروس (Paros)، ونتانا (Ventana) و کردستان نیز از دیگر ارقام مناسب برای کشت در فضای باز هستند. برخی ارقام مانند پاروس و کاماروسا (Comorosa) هم در فضای باز و هم در شرایط گلخانه تولید اقتصادی دارند و ارقامی مانند گاویوتا (Gaviota) به خاک‌های آهکی بسیارحساس هستند و فقط در شرایط گلخانه عملکرد مطلوبی دارند (کرمی، ۱۳۹۵).

شرایط اکولوژیکی مورد نیاز توت‌فرنگی

توت‌فرنگی همانند سایر محصولات، مورد حمله تعداد زیادی از آفات و بیماری‌ها و همچنین در رقابت با علف‌های هرز مختلف قرار می‌گیرد، که شدت و تراکم آن در مناطق مختلف به گونه خسارت‌زا، عوامل محیطی و سیستم کاشت و مدیریت توت‌فرنگی بستگی دارد. گونه‌های مختلفی از شته‌ها، زنجرک‌ها، تریپس‌ها، سفیدبالک، شپشک‌ها وسنک‌ها از مهم‌ترین حشرات مکنده و خسارت‌زا در توت‌فرنگی هستند. از میان کنه‌ها نیز کنه دونقطه‌ای و کنه سیکلامن از آفات مهم توت‌فرنگی در ایران محسوب می‌شوند. با وجود مشاهده فعالیت آفات مختلف در مزارع توت‌فرنگی، تاکنون گزارشی از خسارت آن‌ها منتشر نشده است و تنها گزارش مکتوب از وجود آفات خسارت‌زا مربوط به کنه سیکلامن است (Kamangar et al., 2017). بیماری‌های ریشه‌ای و پوسیدگی قارچی میوه مانند کپک خاکستری و آنتراکنوز از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا در توت‌فرنگی هستند. بیماری آنتراکنوز توت‌فرنگی، برای نخستین‌بار از مزارع توت‌فرنگی استان کردستان گزارش شده است (ایوبی و سلیمانی، ۱۳۹۲). در مزارع استان‌های شمالی نیز بوتریتس، ورتیسیلیوم، لکه برگی و فایتوفترا، سفیدک و بلایت مشاهده شده است (مشاهده‌ای).

علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت مزارع توت‌فرنگی به‌ویژه در فضای باز به‌شمار می‌رود و در صورت عدم برنامه صحیح، بیش‌ترین هزینه کارگری را به خود اختصاص می‌دهد. در مزارع آلوده چهار تا پنج بار وجین دستی توسط کشاورزان انجام می‌گیرد.

علف‌های هرز ممکن است با رقابت در جذب آب، مواد معدنی و نور، افزایش شدت بیماری‌ها، نماتدها و حشرات و نیز کاهش کیفیت میوه، رشد و تولید توت‌فرنگی را تحت‌تأثیر قرار دهند. در سیستم‌های کشت مکانیزه به‌دلیل استفاده از مالچ پلاستیکی، مشکل علف‌های هرز تا حدود زیادی رفع شده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۳).

توت‌فرنگی به‌دلیل سیستم ریشه کم عمق خود، هم تحمل کمی در برابر تنش خشکی و هم به شرایط غرقابی بسیار حساس است، بنابراین مدیریت آبیاری توت‌فرنگی از اهمیت زیادی برخوردار است به نحوی که با مدیریت بهینه آبیاری همراه با تغذیه متعادل، افزایش قابل ملاحظه عملکرد اتفاق خواهد افتاد. البته ارقام توت‌فرنگی از منظر تحمل به تنش‌های رطوبتی تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند. بهترین سیستم آبیاری برای پرورش توت‌فرنگی، استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای است. سیستم آبیاری قطره‌ای علاوه‌بر اینکه راندمان بیش‌تری نسبت به آبیاری نشتی و بارانی دارد، توسعه بسیاری از بیماری‌ها و علف‌های هرز در سیستم قطره‌ای کم‌تر از سایر شیوه‌های آبیاری است .یکی از روش های مناسب مدیریت تغذیه در تولید توت‌فرنگی، کاربرد رژیم مناسب کودهای محلول همراه با آب آبیاری است که ضمن تعادل در رشد رویشی، میزان محصول تولیدی را به حد مطلوب افزایش خواهد داد. مناسب‌ترین بافت خاک برای کشت توت‌فرنگی خاک‌های نسبتاً سبک و غنی از مواد آلی است. مصرف کودهای آلی در کشت توت‌فرنگی بسیار مهم است. زمان کوددهی با توجه به فیزیولوژی رشد توت‌فرنگی و نحوه تأثیر آن بر رشد رویشی یا زایشی از اهمیت خاصی برخوردار است. کوددهی مناسب به عوامل متعددی از وضعیت حاصلخیزی خاک، سیستم کاشت، شرایط آب و هوایی، رقم و نوع کود مصرفی بستگی دارد به طوری‌که میزان کود مصرفی برای توت‌فرنگی در شرایط مزرعه مستلزم برنامه کودی ویژه است (کرمی و سرسیفی، ۱۳۹۹).

در حال حاضر بسیاری از عملیات کاشت و داشت مانند آماده‌سازی زمین، ضدعفونی خاک، نصب مالچ پلاستیکی، نصب سیستم آبیاری قطره‌ای،کاشت نشا، مدیریت تغذیه و کنترل تلفیقی آفات و بیماری‌ها با ادوات مکانیزه انجام می‌شود (کرمی و سرسیفی، ۱۳۹۹). تونل‌های پلاستیکی در مقایسه با سازه و تجهیزات گلخانه‌ای هزینه بسیار کم‌تری داشته و با هدف زودرسی محصول و جلوگیری از خسارات ناشی از بارندگی و سرمازدگی بهاره احداث می‌شوند. کاربرد تونل‌های پلاستیکی در تمام دنیا به‌ویژه درمناطقی که زمستان معتدلی دارند برای تسریع در رسیدن میوه مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از مینی‌تونل‌ها در نواحی سرد شمال، به‌خوبی توسعه یافته است (Dara, 2019). کاربرد مینی تونل‌های پلاستیکی دارای مزیت‌هایی به شرح، محافظت محصول در برابر شرایط نامساعد محیطی و درنتیجه افزایش کیفیت و بازارپسندی محصول؛ کاهش شیوع بیماری‌هایی مانند آنتراکنوز و پوسیدگی میوه با محافظت محصول در برابر بارندگی؛ تولید میوه‌های بزرگ‌تر و عملکرد بیش‌تر در مقایسه با فضای بیرون به دلیل شرایط محیطی بهتر؛ توسعه دامنه تولید و طول دوره برداشت ارقام روزخنثی در زیر مینی‌تونل‌ها رانر کم‌تری تولید می‌کنند که موجب صرفه‌جویی در وقت و هزینه حذف رانر می‌شود (Orde et al., 2018). امروزه، در مناطق شمالی کشور که درصد بالایی تولید توت‌فرنگی کشور را به خود اختصاص داده‌اند، درخصوص رقم مناسب، هرساله به ارقام مختلف روی آورده و همین باعث شده تا هرساله نهاده اصلی یعنی نشا در استان تامین نشده و قیمت‌ها دارای نوسانات زیاد باشد. لذا با بررسی ارقام کاندید در نظر است تا با اعمال روش‌های کشت، تغذیه و نگهداری غالب در این مناطق بتوان مناسب و تجاری‌ترین رقم را معرفی نمود.

نتیجه‌گیری

باتوجه کشت کاماروسا در سال های قبل و افزایش کشت سابرینا در سال ۱۴۰۳، معرفی مونتری و آلبیون به کشاورزان و به‌دلیل عدم بررسی همزمان ارقام تجاری، در مناطق شمالی، هرساله تغییر رقم تحت کشت اتفاق می‌افتد که به گونه‌ای که روی تنظیم بازار از حیث تولید نشای موردنیاز اثرگذار بوده و بعضا در برخی سال‌ها نشای مورد نیاز به میزان لازم وجود ندارد. از طرف دیگر، نیاز است تا با شناخت ذایقه بازار، بهترین رقم مورد توجه قرارگیرد.

منابع

ایوبی، ن. و سلیمانی م. ج. ۱۳۹۲ . وقوع بیماری آنتراکنوز توت فرنگی ناشی از *Colletotrichum acutatum* در کردستان. اولین کنگره قارچشناسی ایران دانشگاه گیلان ۱۳-۱۲ شهریور.۸۱-۹۲.

کرمی، ف . ۱۳۹۵. غربال‌گری برخی ارقام توت‌فرنگی در پاسخ به درجه حرارت‌های پایین بر اساس برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی. رساله دکتری. گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان. ۲۸۹ صفحه.

کرمی، ف . و سرسیفی، م. ۱۳۹۹. مجموعه نشریات تجارب دنیا در بخش کشاورزی و منابع طبیعی؛ مقایسه تولید توت‌فرنگی در ایران با سایر کشورها (شماره ۱۵). مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی. ۵۹ صفحه.

مرادی، ب.، بهرامی‌کمانگر، س. و م. ذوالفقاری، ۱۳۹۳، آفتاب‌دهی روشی غیرشیمیایی و زیست‌محیطی جهت کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی مزارع توت‌فرنگی استان کردستان، دومین همایش ملی آلودگی‌های محیط زیست و توسعه پایدار، سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج.

Chen, F., Liu, H., Yang, H., Lai, S., Cheng, S., Xin, Y., Yang, B., Hou, H., Yao, Y., Zhang, S., Bu, G. and Deng, Y. 2011. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) under calcium chloride treatment. Food Chemistry. 126: 450–459.

da Silva Pinto, M., Lajolo, F. M. and Genovese, M. I. 2008. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (Fragaria × ananassa Duch.). Food Chemistry. 107(4): 1629–1635.

Dara, S. K. 2019. A sustainable way of producing strawberries using the new IPM model. E-Journal of Entomology and Biologicals.

FAO. 2019. Statistical Yearbook 2018: World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ghahreman, A. 2002. Basic Plant Biology. 2nd ed. Tehran University Press, Tehran.

Kafkas, E. 2016. Strawberry growing in Turkey: Current status and future prospects. In: VIII International Strawberry Symposium. 1156: 903–908.

Kamangar, S., Van Vaerenbergh, J., Kamangar, S. and Maes, M. 2017. First report of angular leaf spot on strawberry caused by Xanthomonas fragariae in Iran. Plant Disease. 101: 1031.

Orde, K., Sideman, B., Pritts, M. and Demchak, K. 2018. Low Tunnel Strawberry Production Guide. University of New Hampshire Cooperative Extension Publication.

Shaw, D. V. and Larson, K. D. 2009. U.S. Patent Application No. 12/011,256.

Simpson, D. 2018. The economic importance of strawberry crops. In: The Genomes of Rosaceous Berries and Their Wild Relatives. Springer, Cham, pp. 1–7.

Tuna, M., Vogel, K. P., Arumuganathan, K. and Gill, K. S. 2001. DNA content and ploidy determination of bromegrass germplasm accessions by flow cytometry. Crop Science. 41(5): 1629–1634.

Zhang, Y., Wang, G., Dong, J., Zhong, C., Chang, L. and Zhang, H. 2016. The current progress in strawberry breeding in China. In: VIII International Strawberry Symposium. 1156: 7–12.

The importance of screening strawberry cultivars grown in the mini-tunnel cultivation system

Amiehosein Baghri Doonchali[1] and Sarah Khorasaninejad[1*]
1. Department of Horticultural Sciences and Land Scape, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: khorasaninejad@gau.ac.ir

Abstract

Strawberry (*Fragaria ×ananassa*) is one of the most important small-seeded fruits in the world due to its many comparative advantages and is currently commercially cultivated in 77 countries. This attractive, tasty and nutritious fruit is rich in vitamins and minerals. In Iran, strawberries are mainly grown outdoors, and outdoor strawberry production is common in 16 provinces of the country. Research on gene transfer and strawberry breeding is being conducted by many universities and research institutes, but few improved cultivars have been commercialized. In Iran, Paros, Ventana and Kurdistan cultivars are also suitable for outdoor cultivation. Some cultivars such as Paros and Comorosa are economically productive both outdoors and in greenhouse conditions. While today, in the northern regions of the country (Mazandaran and Golestan provinces), which account for a high percentage of the country's strawberry production, different varieties have been used every year in terms of suitable varieties, which has caused the main input, namely seedlings, not to be supplied in the province every year and prices to fluctuate greatly. Considering the mini-tunnel cultivation system in these regions, it is necessary to introduce suitable and commercial varieties by examining candidate varieties under the prevailing cultivation, nutrition and maintenance conditions and methods in these regions.

Keywords: Mini-tunnel, North of the country, Strawberry (*Fragaria ×ananassa*), Varieties.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

راهبردهای مدیریتی حفاظت خاک و اراضی کشاورزی

سروش سرفرازی*[۱]
۱- بخش شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد داراب، ایران
*نویسنده مسئول: *Sorosarf@gmail.com*

چکیده

خاک به عنوان یک ماده معدنی مهم و حیاتی در جهان به شمار می رود، تا آنجا که در دهه های اخیر افزایش چشمگیر جمعیت کره زمین، توجه واستفاده بشر را بیش از پیش بیشتر کرده هست. از عوامل مهم چالش برانگیز و تاثیر گذار در این گام عوامل طبیعی مانند سیل، باد، تغییرات اقلیمی، فرسایش، و عملیات غیر طبیعی؛ تغییر غیر اصولی کاربری اراضی، چرای دام، بهره برداری بی رویه، پسماند های شهری و کارخانجات، سیاست گذاری های نامعقول، کافی نبودن اطلاعات کشاورزان، عدم استفاده از تکنولوژی های پیشرفته، به کارگیری علف کش ها و کود های شیمیایی اشاره کرد. بنابراین حفظ و پایداری خاک و خصوصیات کمی و کیفی آن، کشاورزی پایدار، امنیت و سلامت غذایی، از جمله دغدغه ها و معضلات دولت های کشورها از گذشته تا به امروز بوده است. حال این سوال مطرح است که چه راهبردهای مدیریتی موثر می توان در جهت رسیدن به هدف حفاظت خاک و اراضی کشاورزی انجام داد؟ از قبیل اقدامات عملی: کاهش استفاده علف کش هاوکود های شیمیایی، آگاهی بخشی کشاورزان، همکاری های بین المللی کشورهای پیشرو در امر حفاظت خاک ، مدیریت آبیاری و حفظ پوشش گیاهی، کنترل ساخت و سازها، که در مجموع مانع از فرسایش خاک وازدست رفتن این ماده ارزشمند می شود.

واژگان کلیدی: حفاظت خاک، کشاورزی پایدار، پوشش گیاهی،امنیت غذایی.

مقدمه

خاک به عنوان یک ماده ی با ارزش و مهم حیاتی برای تمام موجودات محسوب می شود. خاک به دلیل پتانسیل ویژه ای که دارد نظیر تامین آینده امنیت غذایی، حفظ زیست بوم های گیاهی، جانوری، اکوسیستم ها، توسعه برنامه های عمرانی از ارزش بالایی برخوردار می باشد. از زمان های دور تا به امروز جمعیت کره زمین با رشد فزاینده روبرو بوده است . به منظور افزایش ظرفیت تولیدی و ثبات تولید محصولات کشاورزی، ایجاد تغییر و تحول، اهمیت این موضوع بشر را به طور خواسته یا نخواسته در جهت برآورده کردن نیاز های اساسی خود نسبت به این ماده شدیدا تحت تاثیر خود قرار داده است. طبق پیش بینی های به عمل آمده انتظار می رود تا سی سال آینده با تغییرات اقلیمی شدید، افزایش ساخت و سازها، فعالیت های عمرانی و رسیدن جمعیت کره زمین به ۹/۵ میلیارد روبرو هستیم، که از مهم ترین چالش های بارز می توان به تامین آب غذا و حفاظت خاک است فشار مضاعف بر بخش کشاورزی ،کمبود غذا، کاهش پوشش های گیاهی و زیست بوم هااشاره نمود (Aiahah et al., 1992).

از مهم‌ترین واصلی ترین مشکلات در بخش کشاورزی از بین رفتن این طلای سیاه است که روز به روز درحال شدت گرفتن است. از عوامل طبیعی و غیر طبیعی که منجر به پیامدهای اکولوژکی گستره در این زمینه: تغییر کاربری زمین، جنگل تراشی، سوزاندن زیست توده وآلودگی اتمسفر، تبدیل اکوسیستم های طبیعی و بکر به بخش کشاورزی و عدم تنوع کشت که منجر به کاهش هوموس خاک می شود. تغییر کاربری زمین های طبیعی و دست نخورده و تبدیل آن به کشت و زرع یا برنامه های عمرانی خصوصیات ژئوفیزیکی آن را تحت تاثیر قرار داده است. در قرن های گذشته، حدود۳۰ درصداز زمین ها و مراتع جنگلی متاسفانه توسط چرای بی رویه دام از بین رفته است و همین امر سبب هدر رفتن کربن آلی، تخریب ساختمان خاک و افزایش چگالی ظاهری گردیده است (Li et al., 2007).

تراکم و نوع پوشش گیاهی و مواد آلی در فرسایش خاک موثر اند و خاک پوشیده از گیاهان متراکم، حداکثر مقاومت در برابر جریان آب دارد. اصولا زمین های دارای مواد آلی حاصل از پوشش گیاهی مانع از فرسایش شدید توسط باران های شدید یا باد می شوند (Sharma et al., 2011).

استفاده از سموم و کود های معدنی ظاهرا سریع ترین و مطمئن ترین را برای تامین حاصل خیزی خاک به شمار می رود، اما هزینه های زیاد مصرف این کود ها، آلودگی و تخریب محیط زیست و خاک در نتیجه مصرف بالای آنها، موجب ترغیب بخش کشاورزی به استفاده از ضایعات گیاهی و غذایی قابل تجدید موجود(آلی و بیولوژیکی) به همراه کاربرد مناسب مواد معدنی می گردد (Toorzadeh Hadad et al., 2014).

خاک

سطحی ترین لایه زمین و محل رویش پوشش گیاهی، انواع درختان و گیاهان می باشد. لایه سطحی زمین متشکل از منابع و مواد معدنی طبیعی که بستر مناسب کشت برای گیاهان را فراهم می کند، در طی سالیان متمادی دستخوش تغییرات زیادی می شود. تخریب خاک از مهم ترین اشکال تخریب گسترده در زیست بوم های زمین و از جدی ترین مشکلات اراضی کشاورزی و منابع طبیعی است (Davenport et al., 2003) با این حال، کیفیت خاک در سرتاسر جهان روبه زوال هست، که عواقب زیادی برای معیشت روستایی و اقتصاد دارد. به طور مثال تخمین زده شده است که فرسایش خاک سالانه ۸ میلیارد دلار در سطح جهانی هزینه بر می دارد.

خاک، نقش اساسی و مهمی در تامین امنیت غذایی کشاورزان، خدمات اکوسیستم، تطبیق تغییرات اقلیمی و کاهش اثرات آن، کاهش فقر و توسعه پایدار، سرمایه گذاری در این حوزه، تغییرات زیست محیطی جهانی و تکامل بشر روی زمین ایفا می نماید، به همین دلیل باید به گونه ای صحیح با آن رفتار گردد.

فرسایش خاک

فرسایش به طور طبیعی یک فرایند جغرافیایی می باشد که همواره برروی سطح زمین اتفاق می افتد کیفی و کمی بودن این فرایند به دست بشر بوده است و تاثیرات نا مطلوبی بروی خصوصیات مورفولوژیکی خاک گذاشته است.

به طور کلی فرسایش را به دو نوع طبیعی و تسریعی می توان تقسیم بندی کرد؛ فرسایش طبیعی که حاصل فرایند های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بوده، اما فرسایش تسریعی به وجود آمده توسط فعالیت های انسانی است مانند جاده سازی، استخراج معدن، و دیگر فعالیت ها می باشد. چنانچه فرسایش تسریعی بیشتر از فرسایش طبیعی و به دست طبیعت باشد می تواند دارای آثار منفی باشد. متاسفانه کشور ایران از نظر حجم فرسایش خاک دارای رتبه دوم است(Daigh et al., 2014) فرسایش خاک در کشور ایران به دلیل قرار گرفتن موقعیت استراتژیک دارای تنوع اقلیمی فراوان و شکل های گوناگونی هست. تاثیر دوری و نزدیکی به دریا را می توان از مقایسه باران های بسیار و پوشش گیاهی انبوه در سواحل دریای خزر و بیابان های خشک و نیمه خشک نواحی جنوبی کشور لمس نمود یا تاثیر ناهمواری ها و رشته کوه ها از عواملی است که در ایجاد تنوع اقلیمی تاثیر چشم گیری داشته است. بنابراین تبعات فرسایش خاک در جغرافیای مختلف، متفاوت است. در مناطق جنگلی به منظور شهر سازی، ایجاد محل اقامت، شرکت ها یا سازمان های بخش مربوطه بدون مجوز یا با مجوز شروع به تخریب مراتع و درختان می کنند که تبعات آن می تواند افزایش سرعت رواناب، کاهش حاصل خیزی خاک، شست و شوی املاح سطحی خاک، و دیگر پیامد ها در پی داشته باشد.

عوامل موثر بر فرسایش

رشد جمعیت: افزایش سریع جمعیت نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی و افزایش سطح کشت محصولات غذایی کشاورزی دارد. تامین بیشتر غذا ضمن حفاظت منابع زیستی برای آیندگان تنها در سایه بهره برداری مناسب و بهینه از خاک ، برنامه ریزی و مدیریت دقیق، اصولی، جامع و صحیح در جهت افزایش بهینه بهره وری محصولات زمین های کشاورزی میسر می باشد. بر این اساس تهیه نقشه تغییرات مکانی ویژگی های خاک، مرحله کلیدی در کاربرد کشاورزی دقیق است که بر اساس آن نهاده های کشت به صورت نظام دار برنامه ریزی، مدیریت و مصرف می‌گردد (Wuepper et al., 2020).

۱- شیب تند زمین‌های کشاورزی

شیب زمین یکی از پارامتر های اساسی در مطالعه فرسایش است، شیب در میزان و شکل فرسایش دامنه ها اثر مستقیم می گذارد و طور بسیار معنا داری بر میزان رواناب موثر بوده و با افزایش درصد شیب زمین رواناب ناشی از بارندگی افزایش پیدا می کند. در شیب های کمتر اثر عوامل ژئومورفیک شروع به فعالیت نمی کنند، مثلا برای کوه ها، حرکات توده ای، لغزش... وجود حداقل شیب ضروری است. البته شیب دامنه موقعی در تشدید مورفودینامیک محیط اثر خواهد گذاشت که زمین فاقد پوشش گیاهی باشد. در قسمت های بالایی دامنه و اراضی با وجود شیب بالا، چون پوشش گیاهی به حالت متراکم است، به میزان قابل توجهی از اثر فرسایش می‌کاهد (Eze et al., 2020). راهبردهای کاهش اثرات منفی شیب زمین:

۱-۱- کشت در جهت خلاف شیب و با ایجاد نوارهایی که مانع از حرکت سریع آب می شود.

۱-۲- کشت روی خطوط تراز در زمین هایی با شیب کم تا متوسط مناسب است و با ایجاد تراس های کوچک، از حرکت آب و خاک جلوگیری می کند.

۱-۳- مدیریت حفظ پوشش گیاهی: پوشش های گیاهی روی سطح خاک علاوه بر افزایش جذب و نفوذ پذیری موجب کاهش رواناب می شود.

۱-۴- جایگزینی روش های آبیاری نوین علمی و فنی ، پیشرفته، مکانیزه، مدرنیزه، با روش های قدیمی (Mostazo et al., 2023).

۱-۵- ایجاد تراس های(سکوبندی) به صورت مصنوعی که سطح زمین به صورت پله در می‌آید.

۱-۶- احداث بندها، استخرها، دیوارهای حائل به صورت سنگی یا بتنی موجب کاهش سرعت آب و جلوگیری از سیلاب می شود.

۲- عدم مدیریت صحیح مصرف کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی

در کشاورزی نوین، مدیریت صحیح مصرف کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های دستیابی به تولید پایدار و افزایش بهره‌وری در واحد سطح به شمار می‌رود. با توجه به محدودیت منابع زمین و افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به تولید مواد غذایی، دستیابی به عملکرد بالا و حفظ کیفیت محصولات، مستلزم استفاده هدفمند و اصولی از نهاده‌های کشاورزی است. با این حال، مصرف بی‌رویه و نامتوازن کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، به‌ویژه در صورت نبود برنامه مدیریتی مناسب و انجام‌نشدن آزمون‌های خاک، می‌تواند پیامدهای نامطلوب متعددی به همراه داشته باشد.

در ایران، سالانه هزینه‌های قابل‌توجهی برای تأمین و واردات کودهای شیمیایی صرف می‌شود؛ با این حال، مصرف نامناسب این نهاده‌ها می‌تواند موجب تخریب منابع خاک، کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، آسیب به جمعیت میکروبی و جانداران مفید خاک، تهدید سلامت انسان و نسل‌های آینده، تجمع نیترات و فلزات سنگین در خاک و محصولات، آلودگی هوا، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، تشدید گرمایش جهانی و اسیدی‌شدن بارش‌ها شود (Rajbanshi et al., 2023). همچنین، استفاده نادرست از آفت‌کش‌های شیمیایی می‌تواند موجب کاهش تنوع زیستی، از بین رفتن دشمنان طبیعی آفات و ایجاد مقاومت در جمعیت آفات شود. بنابراین، مدیریت صحیح مقدار، زمان و نحوه مصرف این نهاده‌ها برای کاهش پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی آن‌ها ضروری است.

بهره‌گیری از روش‌هایی که ضمن حفظ سلامت خاک و منابع طبیعی، موجب افزایش بهره‌وری و پایداری تولیدات کشاورزی شوند، اهمیت ویژه‌ای دارد. استفاده از ظرفیت زیستی خاک، شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های مفید، یکی از راهکارهای امیدبخش در توسعه کشاورزی پایدار است. در این راستا، استفاده از کودهای زیستی حاوی میکروارگانیسم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌تواند به بهبود دسترسی گیاه به عناصر غذایی کمک کند. این میکروارگانیسم‌ها از طریق فعالیت‌های زیستی و تولید

آنزیم‌ها و ترکیبات مختلف، عناصر غذایی موجود در خاک را به شکل‌های قابل‌جذب برای گیاه تبدیل کرده و در نتیجه، می‌توانند نیاز به مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند (Song et al., 2023).

۳- چرای دام و تخریب مراتع

چرای بی‌رویه دام یکی از چالش‌های جدی مراتع و پوشش‌های گیاهی است که سالانه موجب تخریب کمی و کیفی آن‌ها می‌شود، به‌گونه‌ای که تعداد واحدهای دامی متکی به مرتع، بیش از سه برابر ظرفیت چرای مراتع کشور است. همچنین، پژوهش‌های متعددی در این زمینه انجام شده است که نشان می‌دهد تخریب مراتع توسط دام‌ها موجب فشرده‌شدن خاک، کاهش نفوذپذیری آب و کاهش حاصلخیزی خاک در اثر رشد ضعیف گیاهان می‌شود. از جمله راهکارهای کارآمد می‌توان به آموزش دامداران در جهت حفاظت خاک، کاهش تعداد دام متناسب با ظرفیت مراتع و مدیریت صحیح چرای دام اشاره نمود.

۴- شور شدن و افزایش املاح زمین‌های کشاورزی

تحقیقات زیادی بر روی جنبه‌های مختلف شوری و سدیمی‌بودن خاک و اثر افزایش نمک و سدیم بر خواص، رفتار و حاصل‌دهی خاک‌ها صورت گرفته است.

بدین صورت که عنصر سدیم سرعت تشکیل سله و تخریب ساختمان خاک را افزایش می‌دهد که به‌نوبه‌خود موجب کاهش نفوذپذیری، افزایش روان‌آب و در نهایت افزایش پتانسیل فرسایش خاک می‌گردد. بااین‌حال، اثر سدیم بر سایش‌پذیری خاک و انتقال رسوب حاصله، کمتر مورد بررسی قرار گرفته است (Odhiambo et al., 2010).

راهکارهای کاهش شوری خاک

۴-۱- انتخاب کود مناسب و متناسب با نوع خاک برای حفظ عملکرد در باغات و مزارع.

۴-۲- استفاده از مالچ یا خاک‌پوش مانند باقی‌مانده‌ی علف‌ها و پسماندهای گیاهی و آلی.

۴-۳- کشت گیاهان مقاوم به شرایط شوری و کم‌آبی مانند نخل، زیتون، بید، سدر و...

۴-۴- استفاده از اصلاح‌کننده‌ها مانند اسید سولفوریک و یا اسید هیومیک، گچ، به کاهش شوری خاک کمک می‌کنند.

این تحقیق و پژوهش گردآوری‌شده نشان داد حفاظت خاک تأثیر مستقیم و غیرمستقیمی بر روی گیاهان، موجودات و اکوسیستم می‌گذارد. پوشش موجود در سطح خاک و بقایای گیاهی یکی از فاکتورهای مهمی است که در افزایش حفاظت خاک نقش مهمی دارد. از مهم‌ترین عوامل داشتن کشاورزی پایدار، سرمایه‌گذاری در مدیریت پایدار زمین، امنیت غذایی، استفاده از الگوهای کشت نوین، افزایش حاصلخیزی خاک، مدیریت منابع آب و زمین می‌باشد.

نتیجه‌گیری

خاک از جمله عناصر تشکیل‌دهنده کره زمین و پایه و اساس امنیت غذایی و حیات موجودات زنده می‌باشد. حفاظت از منابع خاک و آب در جهت استفاده همیشگی و پایدار از آن‌ها بسیار دارای اهمیت است. جهت جلوگیری و هدررفت آن، داشتن برنامه‌ریزی هدفمند و داشتن راهبردهای کاربردی در سطوح مختلف منطقه‌ای، کشوری و بین‌المللی، جهت بقای نسل، واجب و امری ضروری است. کشور پهناور ایران با داشتن ناهمواری‌ها و شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی، شرایط و بستر فرسایش خاک را مستعد ساخته است. عوامل و فعالیت‌های انسانی، ضعف مدیریت و برنامه‌های اصولی، عدم سیاست‌گذاری و رویکرد حفاظتی توسط دولت‌های کشورها، عدم درک و آگاهی و آموزش کافی کشاورزان توسط انجمن‌های مربوطه و سیاست‌گذاران از عوامل تشدیدکننده در کاهش بهبود وضعیت حفاظت خاک هستند. در این مقاله عمده‌ترین و مهم‌ترین عوامل طبیعی و غیرطبیعی مؤثر در فرسایش، پیامدها و راهکارها به‌اختصار نقد، بررسی و گفته شد.

منابع

کاظمی‌پشت‌مساری، ح.، طهماسبی‌سروستانی، ز.، کامکار، ب.، شتایی، ش. و صادقی، س. ۲۰۱۲. ارزیابی روش‌های زمین‌آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی پرمصرف اولیه در برخی اراضی کشاورزی استان گلستان. دانش آب و خاک. ۲۲(۱): ۲۰۱-۲۲۰.

نورزاده حداد، م. و بایبوردی، ا. ۲۰۱۴. پهنه‌بندی غلظت عناصر کم‌مصرف برای مدیریت کوددهی در برخی اراضی کشاورزی شمال‌غرب ایران با استفاده از روش‌های زمین‌آماری. مدیریت خاک. ۳(۱): ۱۱-۱۹.

Aishah, A. W., Zauyah, S., Anuar, A. R. and Fauziah, C. I. 2010. Spatial variability of selected chemical characteristics of paddy soils in Sawah Sempadan, Selangor, Malaysia. Malaysian Journal of Soil Science. 14: 27–39.

Ahmad, W., Shah, Z., Jamal, M. and Shah, K. A. 2014. Recovery of organic fertility in degraded soil through fertilization and crop rotation. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 13: 92–99.

Daigh, A. L., Helmers, M. J., Kladivko, E., Zhou, X., Goeken, R., Cavadini, J., Barker, D. and Sawyer, J. 2014. Soil water during the drought of 2012 as affected by rye cover crops in fields in Iowa and Indiana. Journal of Soil and Water Conservation. 69(6): 564–573.

Davenport, T. E. 2003. The watershed project management guide. Lewis Publishers, London.

Estrany, J. et al. 2010. An investigation of soil erosion and redistribution in a Mediterranean lowland agricultural catchment using cesium. International Journal of Sediment Research. 25: 1–16.

Eze, S., Dougill, A. J., Banwart, S. A., Hermans, T. D. G., Ligowe, I. S. and Thierfelder, C. 2020. Impacts of conservation agriculture on soil structure and hydraulic properties of Malawian agricultural systems. Soil and Tillage Research. 201: 104639.

Li, X. G., Wang, Z. F., Ma, Q. F. and Li, F. M. 2007. Crop cultivation and intensive grazing affect organic C pools and aggregate stability in arid grassland soil. Soil and Tillage Research. 95(1): 172–181.

Mostazo, P., Amador, C. A. and Asensio, C. 2023. Soil erosion modeling and monitoring. Agriculture. 13: 447.

Odhiambo, O., Ogola, J. B. O. and Madzivhandila, T. 2010. Effect of green manure legume-maize rotation on maize grain yield and weed infestation levels. African Journal of Agricultural Research. 5(8): 618–625.

Rajbanshi, J., Das, Sh. and Paul, R. 2023. Quantification of the effects of conservation practices on surface runoff and soil erosion in croplands and their trade-off: A meta-analysis. Science of the Total Environment. 864: 161015.

Sharma, P., Shukla, M. K. and Mexal, J. G. 2011. Spatial variability of soil properties in agricultural fields of Southern New Mexico. Soil Science. 176(6): 288–302.

Song, Sh., Yu, D. and Li, X. 2023. Impacts of changes in climate and landscape pattern on soil conservation services in a dryland landscape. Catena. 222: 106869.

United States Department of Agriculture. 2011. Natural Resources Conservation Service (NRCS).

Wuepper, D., Borrelli, P. and Finger, R. 2020. Countries and the global rate of soil erosion. Nature Sustainability. 3(1): 51–55.

Management strategies for protecting soil and agricultural lands

Soroush Sarfarazi[*1]
1. Department of Chemistry, Soil Fertility and Plant Nutrition, Islamic Azad University, Darab Branch, Iran
[*]*Corresponding Author: Sorosarf@gmail.com*

Abstract

Soil is considered an important and vital mineral in the world, to the extent that in recent decades, the significant increase in the world's population has increased the attention and use of humans more than ever. Among the important challenging factors and the impact on this step are natural factors such as floods, winds, climate change, erosion, and unnatural operations; unprincipled land use changes, livestock grazing, excessive harvesting, waste Urbanization and factories, unreasonable policies, insufficient information for farmers, lack of use of advanced technologies, use of herbicides and chemical fertilizers. Therefore, the preservation and sustainability of soil and its quantitative and qualitative characteristics, sustainable agriculture, food security and health, have been among the concerns and problems of governments from the past to the present. Now the question arises as to what effective management strategies What can be done to achieve the goal of protecting soil and agricultural lands? Such as practical measures: reducing the use of herbicides and chemical fertilizers, raising awareness among farmers, international cooperation between leading countries in soil protection, irrigation management and maintaining vegetation, and controlling construction, which together prevent soil erosion and the loss of this valuable material.

Keywords: Food security, Soil conservation, Sustainable agriculture, Vegetation cover.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور به نژادی، زیست فناوری و کشت بافت گیاهی

سخنرانی کلیدی

ترکیب‌پذیری لاین‌های برتر طالبی از نظر صفات کمی و کیفی میوه

علی نجف دولابی[۱]، محمود لطفی[۱]، حسین رامشینی[۲*] و مریم بابایی[۱]
۱- گروه باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
۲- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
*نویسنده مسئول: *ramshini_h@ut.ac.ir*

چکیده

اگرچه ارقام بومی طالبی از کیفیت و بازارپسندی مطلوبی برخوردارند، اما پایین بودن عملکرد و حساسیت آن‌ها به بیماری‌های قارچی و ویروسی، موجب استقبال کشاورزان از بذور ارقام هیبرید وارداتی شده است که این امر سبب افزایش هزینه‌های تولید و خروج ارز از کشور می‌شود. در این برنامه پس از مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف، رقم کره‌ای گینسن ماکوا و هیبرید تجاری گالیا به‌عنوان والد اصلاحی انتخاب و با طالبی سمسوری تلاقی داده شدند و نتاج آن‌ها به روش شجره‌ای مورد ارزیابی و خودگشنی قرارگرفتند. تلاقی میان ۱۲ لاین منتخب از نسل ششم انجام شد. در بهار سال ۱۴۰۰ تعداد ۴۲ هیبرید در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار ۱۰ بوته به همراه چهار رقم والد سمسوری، ساوه، گالیا و جانا به‌عنوان شاهد کشت شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد در صفات طول میوه، عرض میوه، قطر حفره، قطر گوشت، قطر پوست، میزان مواد جامد محلول، وزن میوه و زودرسی در سطح ۰/۰۱ تفاوت معنی دار بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد و در صفات تعداد میوه در واحد بوته و عملکرد اختلاف معنی داری بین هیبریدها مشاهده نشد. در این پژوهش پس از ارزیابی هیبریدها و مقایسه با والدین ایرانی و خارجی در نهایت هیبریدهایی معرفی شدند که از نظر مقاومت به بیماری، میزان شیرینی و ضخامت گوشت نسبت به والدین سمسوری و ساوه برتری نشان دادند و قطر حفره بذری کمتری نسبت به سمسوری داشتند؛ ولی از نظر دو صفت مشبک و خطدار بودن که دو صفت مهم بوده و بازارپسندی را بالا می‌برند شبیه والد سمسوری بودند.

واژه‌های کلیدی: تلاقی، قابلیت ترکیب‌پذیری، لاین خالص، هتروزیس، هیبرید.

مقدمه

طالبی و خربزه (*Cucumis melo* L.; Cucurbitaceae; 2n=2x=24) از مهم‌ترین محصولات جالیزی هستند که تولید و مصرف آن‌ها سابقه طولانی در اغلب نقاط کشور ما دارد. ایران یکی از مراکز ثانویه تنوع و اهلی شدن گیاه طالبی گزارش شده‌است (Robinson and Decker 1997, Raghami et al., 2014) و توده‌های بومی زیادی از دیرباز در مناطق مختلف کشور کشت می‌شدند. برخی از این توده‌ها مانند طالبی سمسوری به دلیل صفات کیفی میوه (بافت گوشت نرم و آبدار، رنگ گوشت سبز، پوست خطدار و مشبک و عطر و طعم مناسب) و سازگاری و بازار پسندی مطلوبی که دارد در سطح وسیعی کشت می‌گردد. بااین وجود پایین بودن عملکرد و حساسیت آن به بیماری‌های قارچی و ویروسی موجب شد تا طی دهه اخیر شاهد استقبال کشاورزان از بذور ارقام هیبرید وارداتی باشیم. ادامه این روند ضمن ایجاد وابستگی و خروج مبالغ قابل توجه ارز از کشور، باعث افزایش هزینه تولید برای کشاورزان شده و درعین‌حال ممکن است از سازگاری و کیفیت مطلوب بازار داخلی برخوردار نباشند؛ لذا ضروریست باتلاقی ارقام موجود و معرفی رقم‌های هیبرید داخلی با صفات مطلوب و مقاوم به بیماری‌ها، بذر مورد نیاز جامعه کشاورزی تامین شود. برای این منظور یک برنامه هدفمند اصلاح طالبی از سال ۱۳۹۵ در پردیس ابوریحان دانشگاه تهران آغاز شده‌است. در این برنامه پس از مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف، رقم کره‌ای گینسن ماکوا و هیبرید تجاری گالیا به‌عنوان والد اصلاحی انتخاب و با طالبی سمسوری تلاقی داده شدند.

اگرچه رقم گینسن ماکوا (Ginsen Makuwa) از لحاظ شکل و کیفیت میوه مطلوب بازار نمی‌باشد؛ ولی به علت دارابودن برخی صفات مطلوب از جمله کلروفیل بالا (Pitrat et al., 2008)، مقاومت به بیماری ویروسی (Kenigsbuch and Cohen 1990) می‌تواند به‌عنوان یک منبع مناسب مورداستفاده قرارگیرد. هیبرید گالیا نیز صفات رشدی مناسبی دارد و ویژگی‌های میوه آن به طالبی سمسموری نزدیک است. پس از تشکیل دو جمعیت اصلاحی بزرگ، طی شش نسل، ژنوتیپ‌های برتر در هرکدام، از نظر شکل و کیفیت میوه، سازگاری به گرما و کنه و مقاومت به بیماری به‌صورت شجره‌ای مورد گزینش قرار گرفتند.

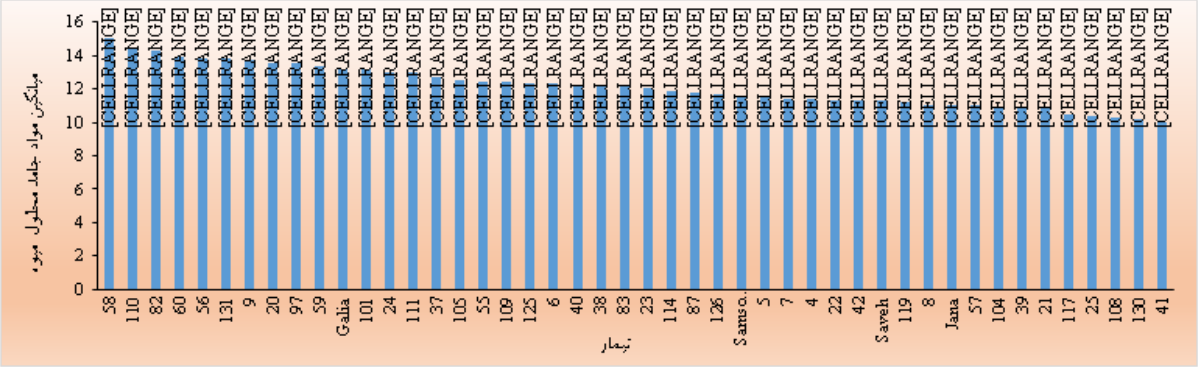
هدف از انجام این پژوهش، برآورد ترکیب‌پذیری و پارامترهای ژنتیکی مرتبط نظیر هتروزیس میان لاین‌های به دست آمده و معرفی برترین هیبریدها جهت آزمون پایداری و سازگاری و در نهایت معرفی رقم هیبرید مناسب به کشاورزان می‌باشد. در واقع از پیش‌نیازهای تولید و معرفی یک رقم طالبی هیبرید، عملکرد بالا، زودرسی، همرسی، شیرینی، شکل مناسب، خط و شبکه خوب، مقاومت به ویروس‌ها و بیماری‌های گیاهی می‌باشد (Pitrat, 2008b; Zalapa et al., 2008).

مواد و روش‌ها

این پژوهش به بررسی اصلاح ژنتیکی طالبی در دانشگاه تهران پرداخته است. این برنامه اصلاحی از سال ۱۳۹۵ با مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف آغاز شد. در مرحله اول، دو رقم گینسن ماکوا و هیبرید گالیا به‌عنوان والد انتخاب شده و با طالبی سمسوری تلاقی داده شدند. پس از چندین نسل خالص‌سازی، هشت لاین مادری و چهار لاین پدری برتر انتخاب شدند. در سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۹، این لاین‌ها در گلخانه کشت شدند و بذر هیبرید با تلاقی بین آنها تولید شد. در نهایت در بهار ۱۴۰۰ تعداد ۴۲ ژنوتیپ هیبرید به همراه ارقام شاهد سمسوری، ساوه، گالیا و جانادر مزرعه آزمایشی بررسی شدند. ارزیابی‌ها به دو دسته پارامتریک که شامل طول و عرض میوه، قطر گوشت، قطر حفره بذری، قطر پوست میوه، میزان مواد جامد محلول وزن تک میوه (تعداد بوته‌ها/ مجموع وزن میوه‌های بوته)، تعداد بوته باقی‌مانده، عملکرد در واحد بوته، روز تا رسیدگی و ناپارامتریک که خود به دودسته صفات اسمی شامل رنگ گوشت و پوست میوه و صفات رتبه‌ای شامل شبکه پوست، خط پوست، سفتی میوه، بافت گوشت میوه، تیپ رشدی بوته، سایه‌اندازی بوته، یکنواختی بوته، آلودگی به ویروس CYSDV، آلودگی به ویروس موزاییکی، بوته‌میری، آلودگی به کنه، آلودگی به سایر آفات، آفتاب‌سوختگی، ترک‌خوردگی، سهولت جداشدن میوه از بوته بودند. در نهایت، نتایج مزرعه‌ای و آزمایشگاهی با نرم‌افزارهای آماری مورد تحلیل قرار گرفتند تا ژنوتیپ‌های مناسب برای تولید تجاری مشخص شوند.

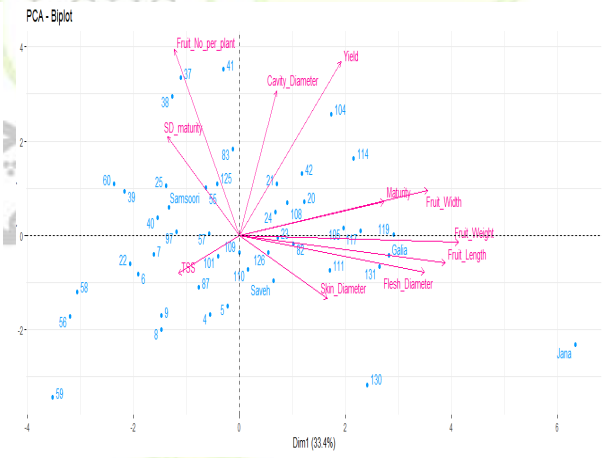
نتایج و بحث

طبق جدول تجزیه واریانس، صفات بین تیمارها در سطح یک درصد به‌جز سه صفت تعداد میوه، عملکرد و همزمان‌رسی معنی‌دار شدند و در بین بلوک‌ها تفاوت معنی‌داری در بین صفت‌ها به‌جز دو صفت طول میوه و زودرسی مشاهده نشد. میزان شیرینی میوه طالبی همبستگی بالایی با میزان مواد جامد محلول در گیاه طالبی دارد(Hardenburg et al.,1954). طبق شکل ۱ بین تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشته ولی تفاوت معنی‌داری میان بلوک‌ها مشاهده نشد. تیمار ۵۸ دارای بیشترین وتیمار ۴۱ دارای کمترین میزان مواد جامد محلول است. در این صفت بیشتر ارقام هیبرید دارای شاخص بیش از ۱۲ درصد مواد جامد محلول بودند درحالی‌که ارقام شاهد ساوه و سمسوری به ترتیب دارای ۱۱/۲۸ و ۱۱/۶۱ درصد مواد جامد محلول بودند که نشان‌دهنده بهبود شیرینی ارقام هیبرید نسبت به والدین ایرانی خود هستند.

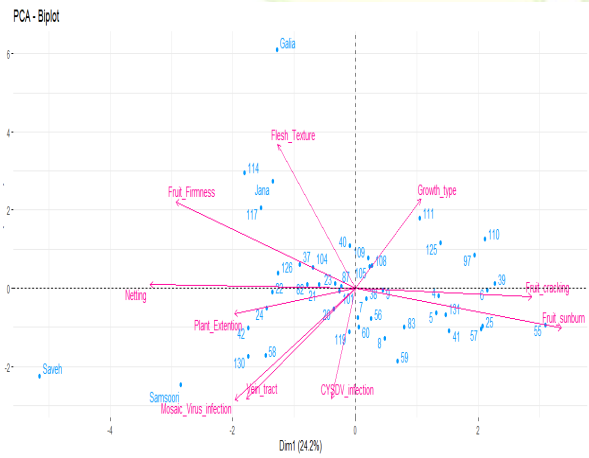


شکل ۱- میانگین مواد جامد محلول میوه هیبریدهای آزمایشی و ارقام شاهد.

تجزیه به مولفه‌های اصلی یک تکنیک آماری برای کاهش ابعاد یکسری داده و نمایش بهتر وضعیت ژنوتیپ‌ها نسبت به هم است. برای صفات کمی طبق شکل ۲ هیبریدهای شماره ۵۸، ۵۶، ۵۹ بیشترین میزان مواد جامد محلول بودند درحالی‌که رقم شاهد سمسوری و هیبریدهای ۱۰۴، ۱۱۴ دارای کمترین میزان مواد جامد محلول بودند. هیبریدهای ۱۱۴، ۱۰۴ دارای بیشترین میزان عملکرد و هیبرید شماره ۵۹ دارای کمترین میزان عملکرد بودند. هیبریدهای ۳۷ و ۴۱ دارای بیشترین قطر حفره مرکزی و هیبریدهای شماره ۹ و ۵۹ و شاهد جانا و سمسوری دارای قطر حفره مرکزی کم بودند. هیبریدهای ۱۰۵ و ۱۳۱ دارای میوه‌هایی با طول و عرض بالا و هیبریدهای ۵۹، ۷ و شاهد سمسوری دارای ابعاد کوچکتری بودند. در صفت تعداد میوه هیبریدهای ۳۷،۳۸ و ۴۱ بیشترین تعداد را در بوته به خود اختصاص دادند. هیبریدهای ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۱۹، ۱۱۱، ۱۰۵، گالیا و جانا از نظر صفات وزن میوه، طول و عرض میوه، ضخامت گوشت و پوست میوه بهترین نتیجه را داشتند. برای صفات کیفی طبق شکل ۳ خط و شبکه روی پوست هیبرید های ۳۷ و ۲۴ و از نظر بافت گوشت، سفتی میوه، ترک خوردگی و آفتاب سوختگی هیبریدهای ۱۱۴ و ۱۱۷ و شاهدهای گالیا و جانا و از لحاظ مقاومت به بیماری‌های ویروسی و قارچی هیبریدهای شماره ۹۷، ۲۰، ۱۰۸ و ۱۱۴ بهترین عملکرد را از خود نشان دادند.



شکل ۲- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات کمی



شکل ۳- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات کیفی

منابع

Hardenburg, R.E., Wright, R.C., Rose, D.H., Watada, A.E., Whiteman, T.M. and Wang, C.Y. 1954. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks (Issue 66). US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.

Kenigsbuch, D. and Cohen, Y. 1990. The inheritance of gynoecy in muskmelon. Genome, 33(3): 317–320.

Pitrat, M. 2008. Melon. In: Vegetables I, pp. 283–315. Springer.

Pitrat, M., Melon, J.P. and Nuez, F. 2008. Handbook of Plant Breeding. Springer, New York.

Raghami, M. et al. 2014. Combining and heterosis in Iranian melon and cantaloupe masses through diallel cross.

Robinson, R.W. and Decker-Walters, D.S. 1997. Cucurbits. CAB International, Wallingford.

Zalapa, J.E., Staub, J.E. and McCreight, J.D. 2008. Variance component analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. Euphytica, 162(1): 129–143.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Combining Ability Analysis of Cantaloup Lines Considering Fruit Related Traits

Ali Najafdoulabi[1], Mahmoud Lotfi[1], Hossein Ramshini[2*] and Maryam Babaei[1]
1. Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Aburaihan campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran
2. Department of Horticulture, Aburaihan campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran
Corresponding Author: ramshini_h@ut.ac.ir

Abstract

Melon (*Cucumis melo* L.) is one of the important and economic species of the cucurbit family in Iran. Although native cultivars have good quality and marketability, due to their low yield and sensitivity to fungal and viral diseases, farmers have welcomed the seeds of imported hybrid cultivars, which causes increased production costs and currency outflow from the country. For this purpose, a targeted cantaloupe breeding program was started in 2016 at Aburihan Campus, University of Tehran. In this program, after studying different genotypes, the Korean cultivar Ginsen Makwa and the commercial hybrid Galia were selected as breeding parents and crossed with Samsoori cantaloupe and their progeny were evaluated and identified by genealogical method. From 110 crossings between 22 selected lines from the sixth generation, for the initial evaluation of the combinability, 110 crossings resulted in the production of seeds, and after the evaluations, 100 of them were selected and seeded. In the spring of 2021, 42 genotypes were cultivated in the form of a randomized complete block design with three replications and 10 plants in each replication along with the four parent cultivars Samsoori, Saveh, Galia and Jana as controls. This research aims to evaluate and select traits related to plant growth, the degree of uniformity of plants, fruit shape, the number of fruits per plant and the degree of infection of plants with viral and fungal diseases during the growing season and other quantitative and qualitative traits after processing and harvesting the fruits were done. The results of analysis of variance showed that there is a significant difference between genotypes in the traits of fruit length, fruit width, cavity diameter, flesh diameter, skin diameter, amount of soluble solids, fruit weight and precociousness at the level of P=0.01 but in the traits of the number of fruits per plant and yield was not observed between hybrids. In this research, after evaluating the hybrids and comparing them with Iranian and foreign parents, finally, hybrids were introduced that showed superiority in terms of disease resistance, sweetness and meat thickness compared to Samsoori and Saveh parents and had a smaller seed cavity diameter than Samsoori, but in terms of the two traits of mesh and line, which are two important traits and increase marketability, they were similar to Samsoori parent.

Keywords: Combining Ability, Crossing, Inbred Line, Heterosis, Hybrid.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

بررسی چالش‌ها و راهکارهای کاهش ناهنجاری‌های زایشی در نهال‌های حاصل از کشت بافت خرما در کشور

حمید زرگری[1*]

۱- گروه علوم باغبانی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *zargarihamid@yahoo.com*

چکیده

تکنیک کشت‌بافت در سطح تجاری جهت تکثیر برخی گونه‌های خانواده نخیلات از جمله نخل خرما مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به توزیع زیاد نهال‌های کشت‌بافتی در سطح مناطق خرماخیز کشور، صرف هزینه‌های بسیار گزاف در طی روند کاشت و داشت، نهال‌های کشت‌بافت خرما و انتظار نخلداران جهت دستیابی به محصول فراوان و تجاری در کشور بررسی روش‌های بهبود میوه‌نشینی در نهال‌های کشت‌بافتی بسیار حائز اهمیت است. همچنین، ظهور هر گونه ناهنجاری‌های زایشی در درختان می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری به اقتصاد وارد کند و معیشت جامعه نخل‌داران و امنیت غذایی کشور را به خطر بیندازد. کشت‌بافت جایگزین پایداری برای تکثیر سنتی است که با تولید گیاهان ژنتیکی پایدار که با شرایط مزرعه سازگارتر هستند، شکاف عرضه و تقاضا را به‌طور مؤثر برطرف می‌کند. امروزه، توسعه روش‌های تکثیر از طریق کشت‌بافت، امکان تکثیر سریع نخل خرما را در مقیاس وسیع فراهم کرده است. به دلیل تولید بالای میوه‌های پارتنوکارپی یا ریزش زیاد میوه در برخی از ارقام نخل خرمای کشت‌بافتی در مقایسه با درختان خرمای پاجوشی، منجر به عملکرد نامناسب و ضررهای اقتصادی برای باغداران می‌شود. لذا طی ۲۲ سال گذشته طرح‌های تحقیقاتی مختلفی در مراکز و ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی و منابع-طبیعی و مناطق‌خرماخیز کشور برروی ارقام کشت‌بافتی خلاص، ابونارنجا، کوش زباد، فردماده، ابومعان، نبات‌سیف، اشرسی، برحی، مجول، زاهدی، پیارم و هلالی به اجرا درآمده است. این تحقیق نتایج ۱۵طرح تحقیقاتی در رابطه با ارزیابی سازگاری ارقام و ناهنجاری‌های زایشی ارقام خرمای حاصل از کشت‌بافت در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و کشور می‌باشد. نتایج بررسی‌های به‌عمل آمده، وجود ناهنجاری‌های زایشی از قبیل تأخیر در گلدهی، عدم‌میوه‌نشینی و تشکیل میوه‌های پارتنوکارپی(بی‌بذر) در نهال‌های حاصل از کشت‌بافت خرما تأیید می‌نماید. بین ارقام مختلف نخل خرما از نظر تعداد و میزان ناهنجاری‌ها تفاوهایی وجود دارد. این مقاله، چالش‌ها و راهکارهایی را برای کاهش ناهنجاری‌های زایشی در کشت ارقام تجاری خرما حاصل از کشت‌بافت در کشور، بر اساس نتایج به‌دست آمده، ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: نخل خرما، کشت‌بافت، سازگاری،صفات میوه، ناهنجاری زایشی.

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) یکی از محصولات میوه‌ای با ارزش اقتصادی بالا است (Al-Mayahi, 2024) و همچنین یک محصول حیاتی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است(Mervat, 2024). این محصول به حفاظت از محیط زیست، پایداری کشاورزی و امنیت غذایی در مناطق خشک جهان با منابع آبی محدود کمک می‌کند (Dhaouadi et al., 2021). خرما به عنوان طلای شیرین که میوه درخت امید و زندگی نیز نامیده می‌شود، نقش مهمی در تغذیه مردم در هنگام بروز قحطی‌های منطقه‌ای داشته است. ۵۳درصد از خاک ایران مستعد کشت و پرورش نخل خرما است. این درخت به‌طور سنتی توسط پاجوش یا بذر تکثیر می‌شود، از سوی دیگر، به دلیل هتروزیگوت‌بودن، گیاهچه‌های تولیدشده از بذر یکسان نیستند و از نظر کیفیت از گیاه مادری پایین‌تر هستند و تقریباً ۵۰درصد نر هستند. تکثیر از طریق پاجوش بهترین روش است، اما تعداد پاجوش کافی وجود ندارد. تکثیر رویشی نخل خرما با استفاده از پاجوش و تکنیک کشت‌بافت (یک تکنیک مدرن) عموماً در پروتکل تکثیر اقتصادی استفاده می‌شود (Elaziem and Mahfouz 2023). مشکلات زیادی در

تکثیر نخل خرما با تکنیک کشت‌بافت وجود دارد. این درحالی است که گلدهی غیرطبیعی و میوه‌نشینی کم در نخل‌های کشت‌بافتی یکی از مشکلات عمومی آنها محسوب می‌شود.

کنترل گرده‌افشانی و لقاح در نخل خرما برای رشد و نمو و تولید میوه‌هایی با کیفیت بالا بسیار مهم است. گل میوه خرما از سه‌برچه جداگانه تشکیل شده است. با این حال، فقط یک برچه تک به میوه تبدیل می‌شود، در حالی که دو برچه دیگر از بین می‌روند (شکل۱). اگر گرده‌افشانی ناکافی باشد، گل‌های بارورنشده ممکن است به میوه‌های پارتنوکارپی (بی‌بذر) سه‌قلو و چندبرچه‌ای توخالی و فاقد بذر که هیچ‌گونه ارزش تجاری ندارند، تبدیل شوند (شکل۲).



شکل ۱- گل میوه خرما.



شکل ۲- میوه‌های پارتنوکارپی سه‌قلو و چندبرچه‌ای توخالی و فاقد بذر.

با وجود مزایای متعدد تکثیر کشت‌بافت نخل خرما، این فناوری همچنین برخی مشکلات را در رشد و عملکرد درختان ناشی از کشت‌بافت ایجاد کرده است (Mohammadi et al., 2017). نتایج مطالعه Awad (۲۰۰۶) نشان داد که یکی از مهم ترین نقاط ضعف تکنیک‌های کشت‌بافت می‌تواند ظهور گیاهان نامطلوب ناشی از تنوع سوماکلونال مانند باروری ضعیف و تأخیر در زمان گلدهی باشد. در بررسی دیگری، انواع ناهنجاری در میان درختان تکثیرشده کشت‌بافت گزارش شده است که درختان حاصل از کشت‌بافت در مقایسه با درختان حاصل از پاجوش گل‌های اولیه بسیار بیشتری را نشان دادند، اما افزایش تعداد میوه‌های بدون بذر یا از طرف دیگر درصد بالایی از میوه‌های پارتنوکارپ مشاهده شد (Abd-Elhaleem et al.,2020). پژوهش‌های انجام‌یافته، نشان می‌دهند که گل‌های غیرطبیعی و درصد کم تشکیل میوه، به‌ویژه در گیاهان کشت‌بافت در رقم برحی، در عربستان سعودی رایج است که تعداد زیادی از گیاهان کشت‌بافتی به‌طور متوسط بیش از ۶۰ درصد گل و میوه‌های غیرطبیعی در هر درخت تولید می‌کنند که باعث تشکیل میوه کم می‌شود و این یک ضرر اقتصادی زیادی برای کشاورزان محسوب می‌شود (Shair et al.,2016). براساس مشاهدات Djerbi(۲۰۰۰)، این پدیده همچنین در برخی مناطق عربستان در رقم «برحی» و تا حد کمتری در ارقام «خلاص» و«دگلت‌نور» وجود دارد.

تنوع ارقام خرما در ایران بسیار زیاد است و در حدود ۴۰۰رقم تخمین زده شده است. اکنون در مقطعی از زمان هستیم که باید بر مبنای کمیت و کیفیت محصول و احتیاجات کشور به ارقام مختلف برای مصارف داخلی و صادرات، کشت بعضی از ارقام توسعه و بعضی دیگر کاهش و یا متوقف گردد. با توجه به اهمیت و نقش صادرات خرما ایجاب می‌نماید که در کنار ارقام بومی کشور، ارقام تجاری خرمای خارجی نیز در شرایط آب و هوایی مناطق‌خرماخیز کشت گردد تا بتوان در آینده چنانچه رقم یا ارقامی که از نظر صادرات مهم بوده و از خود سازگاری نشان بدهند را برای توسعه نخیلات به باغداران معرفی نمود. در این آزمایش‌ها ارزیابی سازگاری و همچنین ناهنجاری‌های زایشی نهال‌های حاصل از کشت‌بافت ارقام خلاص، ابونارنجا، کوش‌زباد، فرد ماده، ابومعان، نبات‌سیف، هلالی، اشرسی، برحی، مجول، زاهدی و پیارم مورد ارزیابی قرارگرفتند.

مواد و روش‌ها

این مقاله شامل نتایج آزمایش‌های مختلف برروی ارقام خرمای کشت‌بافت شامل خلاص، ابونارنجا، کوش‌زباد، فردماده، ابومعان، نبات‌سیف، اشرسی، برحی، مجول، زاهدی و پیارم در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی کشور وابسته به سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و مناطق‌خرماخیز کشور استان‌های (فارس، بوشهر، سیستان و بلوچستان، کرمان و هرمزگان) می‌باشد. این ارقام در قالب طرح‌های ارزیابی سازگاری و ناهنجاری‌های زایشی به‌طور جداگانه در مناطق‌خرماخیز کشور انجام شده است. این آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای مختلف و در چهار تکرار برروی درختان ده ساله اجرا گردید. تکثیر همه ارقام به جزء پیارم و برحی از طریق روش‌های کشت‌بافت مستقیم انجام شد. کلیه مراقبت‌های به‌باغی شامل آبیاری، سم‌پاشی، وجین علف‌های هرز پای درختان، هرس، کوددهی و گرده‌افشانی به‌طور یکنواخت برای کلیه‌ی درختان آزمایشی اجرا شد. در این آزمایش‌ها، سازگاری ارقام، خواص کمی و کیفی میوه مورد ارزیابی قرارگرفت.

نتایج و بحث

نتایج میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه ارقام مورد بررسی به ترتیب در جداول ۱و۲ و شکل‌های ۴و ۳ آمده است. با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش LSD جدول (۱) رقم مجول بیشترین طول و قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه، وزن و حجم میوه به خود اختصاص داده است. پس از آن رقم ابونارنجا بیشترین طول میوه، وزن میوه و حجم میوه به خود اختصاص داد و در جایگاه دوم قرار گرفت. ارقام زاهدی، ابونارنجا و برحی به ترتیب بالاترین درصد تشکیل میوه را نشان داده‌اند (شکل۳).

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های صفات فیزیکی میوه خرمای حاصل از کشت‌بافت.

رقم	طول میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	نسبت طول به قطرمیوه	وزن میوه (گرم)	حجم میوه سانتی‌مترمکعب
نبات‌سیف	۳۱^{b}	۲۳^{a}	۱/۳۶^{c}	۸^{b}	۹^{a}
هلالی	۳۲^{b}	۲۴^{a}	۱/۳۶^{c}	۱۰^{a}	۱۰^{a}
برحی	۲۸^{c}	۲۲^{a}	۱/۲۷^{b}	۷^{b}	۷^{c}
زاهدی	۳۱^{b}	۲۰^{b}	۱/۵۵^{b}	۷/۵۰^{b}	۷^{c}
خلاص	۳۵^{a}	۲۳^{a}	۱/۷۰^{b}	۷^{b}	۹^{a}
ابونارنجا	۴۱^{a}	۲۰^{b}	۱/۹۸^{a}	۱۱/۵۰^{a}	۱۰^{a}
کوش‌زباد	۳۷^{a}	۲۰^{b}	۱/۸۰^{a}	۷^{b}	۷^{b}
فرد ماده	۳۳^{b}	۱۹^{c}	۱/۷۵^{a}	۶^{c}	۶^{c}
ابومعان	۳۷^{a}	۲۲^{a}	۱/۶۰^{b}	۸^{b}	۱۰^{a}
اشرسی	۳۴^{b}	۲۱^{b}	۱/۵۰^{b}	۶^{c}	۸^{b}
پیارم	۴۰^{a}	۲۰^{b}	۲/۰۰^{a}	۱۰/۵۰^{a}	۸/۵۰^{a}
مجول	۴۵^{a}	۲۰^{b}	۲/۲۵^{a}	۱۲^{a}	۱۲^{a}

پژوهش‌های صورت گرفته توسط Al-Ghamdi and Al -Kahtani(۱۹۹۳) نشان داد که خصوصیات فیزیکی میوه ارقام «دگلت‌نور»، «مجول»، «زاهدی» و «توری» حاصل از کشت‌بافت و پاجوش شامل طول، قطر، شکل، حجم، رنگ، سفتی بذر و همچنین نسبت میوه به ابعاد و نسبت بذر به گوشت در مرحله حبابوک، کمیری، رطب و تمار مشابه بودند. همچنین گزارش شده است که نخل خرمای پاجوشی رقم برحی گرده‌افشانی‌شده با دانه‌های گرده Khikri adi در ویژگی‌های طول میوه، قطر میوه، وزن میوه، حجم میوه، وزن دانه، وزن گوشت به‌طور معنی‌داری نسبت به Ghanamy Akhtar در مرحله حبابوک برتری داشتند (Abeed et al., 2020)، در حالی که در مرحله کیمری، نخل خرمای پاجوشی رقم برحی گرده‌افشانی‌شده با دانه‌های گرده Ghanamy Akhtar در ویژگی‌های مورد مطالعه نظیر طول میوه، قطر میوه، وزن میوه، سفتی میوه و درصد رطوبت میوه بهترین بود. در مرحله خلال(خارک) نتایج حاکی از آن بود که دانه گرده Ghanamy Akhtar موجب افزایش کیفیت ویژگی‌های فیزیکی(طول میوه، وزن میوه، وزن گوشت، سفتی میوه) میوه رقم کشت‌بافتی خرمای برحی گردید (Abeed et al., 2020).

با توجه به نتایج جدول (۲) بالاترین درصد مواد جامدمحلول را خرمای مجول به خود اختصاص داده است و با ارقام ابومعان، خلاص، زاهدی و فردماده در یک سطح آماری قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. نتایج نشان داد که ارقام پیارم و زاهدی اسیدیته بالاتری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی به خود اختصاص داده‌اند. از نظر نسبت مواد جامدمحلول به اسیدیته‌کل رقم خلاص

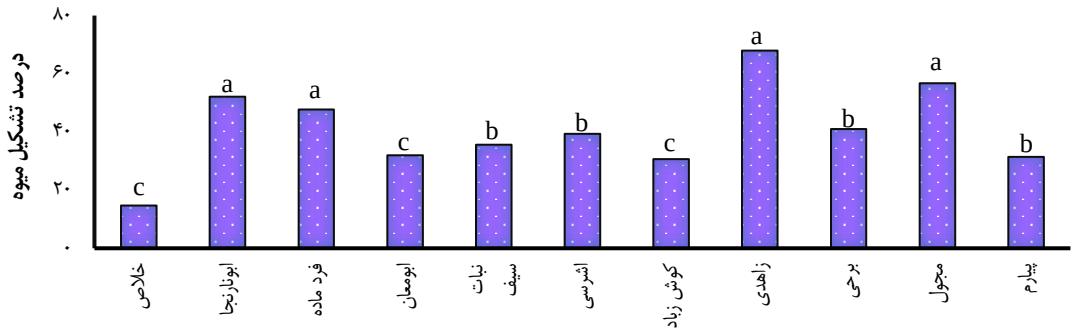
بالاترین نسبت را نشان داد و سپس ارقام ابومعان، مجول، هلالی و ابونارنجا قرار گرفتند. درصد رطوبت در رقم برحی در بالاترین سطح آزمون LSD قرار گرفت و رقم نباتسیف در جایگاه بعدی قرار گرفت.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات شیمیایی میوه خرمای حاصل از کشت‌بافت.

رقم	مواد جامد محلول (TSS)	اسیدیته کل (TA)	نسبت TSS/TA	درصد رطوبت
نباتسیف	۵۵^{b}	۰/۲۶۰^{b}	۲۱۱^{b}	۱۹^{a}
ابومعان	۶۴^{a}	۰/۲۶۰^{b}	۲۴۶^{a}	۹^{c}
هلالی	۵۹^{b}	۰/۲۵۰^{b}	۲۳۶^{a}	۱۵^{b}
برحی	۴۸^{c}	۰/۲۶۰^{b}	۱۸۴^{c}	۲۰^{a}
زاهدی	۶۱^{a}	۰/۳۰۰^{a}	۲۰۲^{c}	۱۰^{c}
خلاص	۶۳^{a}	۰/۲۱۰^{b}	۳۰۰^{a}	۱۰^{c}
ابونارنجا	۵۹^{b}	۰/۲۵۰^{b}	۲۳۶^{a}	۱۲^{b}
کوش زباد	۵۵^{b}	۰/۲۸۰^{b}	۱۹۶^{b}	۱۷^{b}
فرد ماده	۶۰^{a}	۰/۲۶۰^{b}	۲۳۰^{b}	۱۱^{c}
پیارم	۵۸^{b}	۰/۳۷۰^{a}	۹۸^{c}	۱۳^{b}
مجول	۶۸^{a}	۰/۲۸۰^{b}	۲۴۲^{a}	۱۷^{b}

گزارش شده است که تفاوت صفات شیمیایی بین میوه خرمای حاصل از پاجوش و کشت‌بافت در ارقام مشابه توسط Al-Ghamdi and Al -Kahtani(۱۹۹۳) مورد مطالعه قرار گرفته است. خصوصیات پنج رقم «دگلت‌نور»، «مجول»، «زاهدی»، «توری» و«Bou Sthamni» شامل رطوبت، ماده خشک، موادجامد محلول‌کل، مقدار پروتئین، خاکستر، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، غلظت رنگدانه، رنگ، تانن و فیبر بود. میوه ارقام تکثیرشده از طریق کشت‌بافت و پاجوش، در اکثر خصوصیات شیمیایی با یکدیگر مشابهت داشتند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD استنباط می‌گردد که رقم زاهدی، بیشترین درصد تشکیل میوه را نشان داد و با ارقام مجول، فرد ماده و ابونارنجا در یک سطح آماری قراردارند و اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. کمترین درصد تشکیل میوه به ترتیب در اقام خلاص، ابومعان و کوش زباد مشاهده شد(شکل۳).



شکل ۳. مقایسه میانگین درصد تشکیل میوه برخی ارقام خرمای حاصل از کشت‌بافت. ستون‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند در سطح پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته‌اند.

در پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد که وجود ناهنجاری‌های زایشی مانند کاهش درصد تشکیل میوه‌طبیعی و افزایش درصد میوه پارتنوکارپ(بی‌بذر) در درختان کشت‌بافتی ارقام خلاص، ابومعان و کوش زباد بیشتر از سایر ارقام مورد بررسی بود. در بیشتر ارقام تکثیرشده به روش کشت‌بافت، تنوع ژنتیکی مشاهده می‌شود که می‌توان آنها را به تغییرات مرفولوژیکی رویشی و زایشی تقسیم نمود. حادترین مشکل در ارتباط با ارقام خرمای تکثیرشده به روش کشت‌بافت که تاکنون گزارش شده و بسیاری از نخل‌کاران را در گیاهچه‌های خرمای کشت‌بافتی مردد و نگران ساخته است، تشکیل میوه‌های غیرطبیعی و پارتنوکارپی است که در برخی ارقام خرمای تکثیرشده کشت‌بافتی گزارش شده است (شکل۴).

برخی از این تغییرات حالت اپی‌ژنتیک داشته که در زمان تولید به روش کشت‌بافت اتفاق می‌افتند و امکان برگشت به حالت طبیعی با گذشت زمان وجود دارد. Cohen و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در میان نخل خرمای حاصل از کشت‌بافت درختانی با تشکیل میوه کم متداول است. بیشتر گل‌ها در چنین درختانی به میوه‌های پارتنوکارپ(بی‌بذر) تبدیل می‌شوند که دارای سه برچه هستند. در موارد شدید برچه‌ها غیرطبیعی شکل می‌گیرند. سایر ناهنجاری‌های گل شامل خامه و کلاله می‌باشد. ناهنجاری‌ها در درختان بزرگتر کاهش می‌یابد، تقریباً ۵۰درصد درختان در مدت ۱۰ سال بعد از کاشت به حالت طبیعی بر می‌گردند. با وجود گرده‌افشانی طبیعی به دلایل نامعلومی، بسیاری از گل‌ها روی درختان غیرطبیعی، باعث اختلال در کشیدگی لوله گرده شده و رشد آن محدود و یا مناطقی در نزدیکی اتصال آن به خامه است که رشد مستقیم لوله‌های گرده متوقف‌شده و لوله‌ها در جهات مختلف رشد می‌کنند و یا رشد کاملاً متوقف می‌شود. این پدیده که به‌صورت محلی به عنوان« شیز» شناخته می‌شود، اگرچه این پدیده در سایر ارقام نخل خرما نیز مشاهده شده است، اما بروز آن در رقم«برحی» جدی‌تر است که اغلب به ۵۹-۸۶ درصد می‌رسد (Shair et al.,2016).

تشکیل میوه‌های پارتنوکارپی (بی‌بذر) در ارقام حاصل از کشت‌بافت نیاز به مطالعه بیشتر دارد. ممکن است این درختان نیاز به گرده بیشتری نسبت به درختان حاصل از پاجوش داشته باشند تا درصد تشکیل میوه افزایش یابد. شواهدی موجود است که طی چند سال گذشته، چندین محقق برای شناسایی ماهیت و دلایل احتمالی این مشکل، پدیده را بررسی وگزارش کردند که ممکن است سطح تشکیل میوه کم به دلیل گرده‌افشانی ناکافی و ناهنجاری‌های موجود در مادگی گل‌ها باشد (Shair et al., 2016). همچنین ممکن است که تشکیل میوه پارتنوکارپ (بی‌بذر) در اثر ناسازگاری دانه گرده با رقم خرمای ماده باشد که احتمالاً در اثر میزان رشد لوله گرده و مقدار اکسین آن که باعث تحریک سنتز مقدار اکسین تخمدان می‌شود، مرتبط باشد (Iqbal et al., 2008).



شکل ۴- تشکیل میوه‌های غیرطبیعی و پارتنوکارپی(بی‌بذر) ارقام خرمای پیارم، خلاص و برحی حاصل از کشت‌بافت.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که کشت رقم مجول و زاهدی حاصل از کشت‌بافت در بیشتر مناطق‌خرماخیز کشور می‌توان انجام داد. کشت رقم برحی در مناطقی که سرمای دیررس بهاره وجود ندارد، به‌خصوص در استان خوزستان و فارس توصیه می‌گردد. کشت رقم ابونارنجا، فرد و پیارم در استان فارس و کشت رقم ابومعان، ابونارنجا و کوش‌زباد در بعضی از مناطق استان سیستان و بلوچستان توصیه می‌گردد. کشت ارقام نبات‌سیف، خلاص با توجه به تشکیل میوه پایین توسعه نمی‌شود.

در واقع ارقام کشت‌بافتی خرما دارای فنوتیپ متفاوت همچون تشکیل میوه‌های چندبرچه‌ای و پارتنوکارپ بودند. وجود ناهنجاری‌های زایشی از قبیل تأخیر در فاز گلدهی، عدم‌میوه‌نشینی و تشکیل میوه‌های فاقد بذر در نهال‌های حاصل از کشت‌بافت ارقام مختلف خرما به‌خصوص ارقام برحی و پیارم حاصل از کشت‌بافت بیشتر از سایر ارقام مورد بررسی، مشاهده گردید (شکل۴). اثرات شرایط آب و هوایی بر نوع و شدت ناهنجاری‌ها، اثرات شرایط آزمایشگاهی شامل محیط کشت و نوع و میزان مواد مورد استفاده، مواد مادری، طول مدت کشت، تعداد زیرکشت‌ها، پرسنل و شرایط درون آزمایشگاه بر نوع و شدت ناهنجاری‌ها تأثیرگذار هستند. همچنین شرایط مدیریت به‌باغی شامل نحوه و محل کشت، تغذیه، آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها، نوع گرده، نحوه گرده‌افشانی، نوع خاک نیز بر شدت ناهنجاری‌ها تأثیر دارد. تأثیر سن بر نوع و شدت ناهنجاری‌ها، شرایط هورمونی نهال‌های کشت‌بافت و نوع پوشش گل‌آذین بر میزان میوه‌نشینی نهال‌های کشت‌بافت تأثیر مستقیم دارد.

به‌طور کلی در توسعه ارقام خارجی نباید از کشت ارقام داخلی کشور غافل شد. همچنین بایستی از اظهارنظرهای غیرکارشناسی و مشاهده‌ای در رابطه با توسعه ارقام مختلف خرما به خصوص ارقام حاصل از کشت‌بافت خودداری گردد و باغداران با مراجعه و مشاوره با مراکز تحقیقات کشاورزی و مدیریت جهاد کشاورزی منطقه خود اقدام به کشت نمایند.

منابع

Abd-Elhaleem, S.A., Abd El-Latif, F.M., El-Badawy, H.E.M., AbdAlla, B.M. and El-Gioushy, S.F. 2020. Study of failure of fertilization in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Barhi cv. Plant Archives, 20(2): 2363–2368.

Abeed, N.A.A., Taain, D.A. and Hamza, H.A. 2020. Influence of pollen source in some qualitative characteristics of date palm fruits propagated by offshoots and tissue culture techniques. Journal of Physics: Conference Series, 1660(1): 012002.

Al-Mayahi, A.M.W. 2024. Effect of ancymidol and phloroglucinol on the number and the quality of shoots in the micropropagation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Journal of Horticultural Research, 32: 47–56.

Al-Ghamdi, A.S. and Al-Kahtani, M.S. 1993. True-to-type date palm (*Phoenix dactylifera* L.) produced through tissue culture techniques 7. Fruit mineral content. Proceedings of the Third Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia, Al-Hassa, 1: 55–65.

Awad, M.A. 2006. Fruit set and abnormal fruit set in tissue culture-derived date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Nabat Saif as affected by pollinator type and pollination density. Acta Horticulturae, 736: 441–448.

Cohen, Y., Korchinsky, R. and Tripler, E. 2004. Flower abnormalities cause abnormal fruit setting in tissue culture-propagated date palm (*Phoenix dactylifera* L.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 79(6): 1007–1013.

Djerbi, M. 2000. Abnormal fruiting of the date palm derived from tissue culture. In: Proceedings of the Date Palm International Symposium, Windhoek, Namibia, 22–25.

Dhaouadi, L., Besser, H., Karbout, N., Al-Omran, A., Wassar, F. and Wahba, M.S. et al. 2021. Irrigation water management for sustainable cultivation of date palm. Applied Water Science, 11: 1–19.

Elaziem, A. and Mahfouz, T. 2023. In vitro propagation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) "Lakramat" date palms in Aswan Governorate. Egyptian International Journal of Palms, 3(1): 1–20.

Iqbal, M., Ghaffar, A. and Munir, M. 2008. Effect of different date male pollinizers on fruit characteristics and yield index of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars Zahidi and Dhakki. Pakistan Journal of Agricultural Research (Pakistan), 21: 79–85.

Mervat, M.M. 2024. In vitro comparison of silver nanoparticles (AgNPs) and silver nitrate as growth enhancers and contamination reducers in tissue culture of date palm (cv. Sewi) on the germination stage. Egyptian International Journal of Palms, 4(2): 48–68.

Mohammadi, N., Rastgoo, S. and Izadi, M. 2017. The strong effect of pollen source and pollination time on fruit set and the yield of tissue culture-derived date palm (*Phoenix dactylifera* L.) trees cv. Barhee. Scientia Horticulturae, 224: 343–350.

Shair, O.H., Askari, E. and Khan, P.R. 2016. Genetic and anatomical analysis of normal and abnormal flowers of date palm cultivar 'Barhy' derived from offshoot and tissue culture. Pakistan Journal of Botany, 48(3): 1061–1065.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the challenges and solutions for reducing reproductive abnormalities in seedlings obtained from date tissue culture in the country

Hamid Zargari[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars, Iranian Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: zargarihamid@yahoo.com*

Abstract

Tissue culture techniques have been used commercially to propagate certain species of the palm family, including the date palm. Due to the widespread distribution of tissue culture seedlings in the regions where date palms are grown and the high costs of planting and maintaining these seedlings, it is essential to explore methods for improving fruit set in tissue culture seedlings. Palm growers have high expectations for abundant and commercially viable yields, making this investigation crucial. Also, Reproductive abnormalities in trees can cause significant damage to the economy, jeopardizing the livelihoods of the Palm tree community and the country's food security. Tissue culture provides a sustainable alternative to traditional propagation, effectively bridging the gap between supply and demand by producing genetically stable plants that are more adaptable to field conditions. Today, advancements in tissue culture techniques have facilitated the large-scale propagation of date palms. High production of parthenocarpic fruits and high fruit drop in certain tissue culture date palm cultivars, compared to offshoot date palm trees, leads to poor yields and economic losses for gardeners. Therefore, over the past 22 years, various research projects have been conducted in agricultural and natural resources research centers, as well as in date palm growing regions of the country. These projects have focused on tissue culture cultivars, including Khalas, Abu Naranja, Kush Zabad, Fardmadeh, Abu Ma'an, Nabat Seif, Ashrasi, Barhi, Medjool, Zahedi, Piaroom, and Hilali. This research focuses on 15 projects that assessed the compatibility of date cultivars and identified reproductive abnormalities in those developed through tissue culture. The studies were carried out at the Agricultural and Natural Resources Research and Education Center in Fars Province, as well as across the country. The results of the studies confirm the presence of reproductive abnormalities such as delayed flowering, failure to set fruit, and the formation of parthenocarpic (seedless) fruits in seedlings obtained from date tissue culture. There are differences among various date palm cultivars regarding the number and extent of abnormalities. This article presents challenges and solutions for reducing reproductive abnormalities in cultivating commercial date cultivars obtained from tissue culture in the country, based on the results obtained.

Keywords: Compliance, Congenital abnormality, Date palm, Fruit traits, Reproductive abnormality, Tissue culture.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

تنوع زیستی تمشک سیاه (*Rubus* spp.) در ایران؛ گزارشی از طرح جامع جمع‌آوری، ارزیابی و بهره‌برداری از ذخایر ژنتیکی تمشک سیاه در ایران

علی قرقانی[1*]
۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *agharghani@shirazu.ac.ir*

چکیده

ایران با داشتن ۸ گونه و تعدادی هیبرید بین گونه ای یکی از مراکز تنوع تمشک سیاه در جهان است. این ذخایر ژنتیکی ارزشمند دارای ویژگی های باغبانی ارزشمندی هستند که می تواند در برنامه های اصلاحی آینده مورد استفاده قرار گیرد. برنامه پژوهشی جامعی در دانشگاه شیراز به منظور جمع آوری، ارزیابی، و بهره برداری از این ذخایر ژنتیکی در حال انجام است که در این مقاله نتایج مهم آن که حاصل بیش از یک دهه تلاش است ارائه خواهد شد. بر مبنای نتایج حاصل از ارزیابی بیش از ۸۰ ژنوتیپ متعلق به ۵ گونه مختلف، تنوع ژنتیکی بسیار بالایی در صفات باغبانی مهم مثل شاخص های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین صفات کمی و کیفی میوه در بین تمشک های ایران وجود دارد. بررسی روابط ژنتیکی این نمونه ها آنها را به دو کلاستر اصلی و تعدادی گروه فرعی در هر کلاستر تقسیم نمود که بر مبنای گونه و نزدیکی جغرافیایی قابل تفسیر بود.میزان نیاز سرمایی و گرمایی ژنوتیپ های بررسی شده از گونه های مختلف بین ۵۰۰ -۳۰۰ ساعت سرمادهی و ۷۶۶۸ - ۴۸۲۴ درجه ساعت متغیربود. میزان مقاومت به سرما درگونه های *Rubus sanctus*، *R. persicus* و *R. hirtus*، به‌ترتیب ۳۳/۵-، ۳۲/۷- و ۱۸/۸- بود. به منظور ارتقای صفات کمی و کیفی میوه، با بهره گیری از یک پروتکل درون شیشه ای، القای چندگانی در تعدادی از گونه ها انجام شد. برای اولین بار در جهان یک ژنوتیپ هشتگان تمشک در شرایط القای آزمایشگاهی تولید شد. نتایج نشان داد که گیاهان چندگان شاخص سبزینگی، تعداد گل در خوشه، وزن میوه و خاصیت آنتی اکسیدانی میوه بالاتری در مقایسه با گیاهان دوگان داشتند. البته چندگانی تاثیر معنی داری بر باروری گونه های تمشک نداشت.

واژه‌های کلیدی: تمشک سیاه، چندگانی، ذخایر ژنتیکی، میوه کاری، نشانگر مولکولی.

مقدمه

جنس تمشک (*Rubus*) بسیار متنوع بوده و در سراسر جهان به جز مناطق بیابانی، یافت می‌شوند، هرچند پراکنش اصلی آنها در نیمکره شمالی است. تمشک سیاه (*Rubus* spp.)، تمشک فرنگی، (*R. idaeus* L.)، و تمشک فرنگی سیاه، (*R. occidentalis* L.) گونه‌های تجاری این جنس هستند (Graham and Brennan, 2018).این میوه سرشار از فیبر و مواد آنتی اکسیدان به ویژه ترکیبات فنولی و رنگدانه های آنتوسیانین و الاجیک اسید، ویتامین C، ویتامین E، کارتنوئیدها، لینولئیک اسید و عناصری همچون منیزیوم، کلسیم، پتاسیم و... است.به همین دلیل در سال های اخیر تحقیقات گسترده ایدر جهت شناسایی و بهره گیری از ذخایر ژنتیکی آن در جهت اصلاح ارقام با ارزش میوه کاری و تغذیه ای بالا درسراسر دنیا در جریان می باشد (Lee et al., 2018).

در ایران تاکنون هشت گونه و تعدادی هیبرید بین گونه ای تمشک سیاه شناسایی شده است که عمدتاً در نوار ساحلی شمال کشور گسترش دارند. البته برخی گونه ها به خصوص *Rubus sanctus* و تا حدودی *R. Caesius* از گسترش وسیع‌تری برخوردار بوده و علاوه بر شمال کشور در استان‌های غربی، جنوب غربی و حتی جنوبی مثل استان فارس و خوزستان گسترش دارد (خاتم ساز، ۱۳۷۱). تمامی گونه های تمشک ایرانی از نوع تمشک سیاه (بلک بری) هستند و قبل از شروع مطالعه کنونی، به جزء بررسی های گیاهشناسی که در مورد آن نیز اتفاق نظر وجوددارد، تقریبا هیچگونه مطالعه ایبر روی آنها به ویژه از دید باغبانی وجود نداشت. این در حالی است که با توجه به تنوع

گونه های موجود و همچنین پراکنش بسیار وسیع برخی گونه ها در سراسر کشور، از مناطق بسیار سرد و مرطوب در غرب و شمال ایران تا مناطق بسیار گرم و خشک در جنوب ایران، انتظار می رود که پتانسیل های ژنتیکی، میوه کاری و تغذیه ای بسیاربالایی در بین جمعیت هایاین گیاه ارزشمند وجود داشته باشد.لذا اولین مطالعه جامع این محصول در ایران، به منظور شناسایی تنوع ژنتیکی و همچنین روابط ژنتیکی گونه های موجود، با بکارگیری همزمان صفات مورفولوژیک و نشانگرهای مولکولی، مد نظر قرار گرفت. نیاز سرمایی و گرمایی، مقاومت به سرما، صفات باغبانی مهم و ارزش غذایی ژرم‌پلاسم جمع‌آوری شده نیز مورد ارزیابی قرار گرفت تا با شناسایی انواع برتر، ضمن گسترش کشت و کار از آنها در برنامه های اصلاحی برای توسعه ارقام جدید استفاده شود. همچنین از القاء چندگانی به عنوان یک روش سریع و مؤثر برای توسعه ارقام جدید استفاده شد.

مواد و روش‌ها

مسافرت‌های طولانی برای جمع‌آوری نمونه‌های تمشک از سراسر رویشگاه‌های آن در کشور برنامه‌ریزی شد. نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده (پاجوش‌ها) پس از کشت در گلدان به مدت چند ماه در گلخانه نگهداری و نهایتا به زمین اصلی منتقل و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شد (Gharaghani et al., 2011). تنوع ژنتیکی و همچنین روابط بین ۸۰ ژنوتیپ تمشک از ۵ گونه مختلف با استفاده از ۱۰ نشانگر مولکولی ISSR، ۱۶ خصوصیات مورفولوژیکی (Garazhian et al., 2020) و ۷ صفت بیوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفت (Garazhian et al., 2022). همچنین مقاومت به سرما به روش سرمادهی تدریجی در فریزر برنامه ریزی شده و نیاز سرمایی و گرمایی با روش تجمع واحدهای سرمایی و گرمایی در برخی از ژنوتیپ‌ها مورد بررسی قرار گرفتند (گاراژیان و همکاران، ۱۳۹۷). پروتکل تکثیر درون شیشه ای تمشک با ارزیابی محیط کشت های پایه مختلف و ریزنمونه های متفاوت توسعه داده شد (Sabooni et al., 2022 c). با توجه به اندازه میوه نسبتا کوچک تمشک‌های وحشی نسبت به ارقام تجاری، به منظور ارتقای صفات کمی و کیفی میوه القای چندگانی در پنج گونه تمشک‌سیاه شامل *Rubus sanctus*، *R. hirtus*، *R. persicus* و *R. caecious* در شرایط درون شیشه‌ای با استفاده از محیط کشت Murashige و Skoog حاوی غلظت‌های مختلف اوریزالینیا کلشی‌سین انجام شد. با شمارش کروموزوم و بررسی فلوسایتومتری گیاهان 6x،4x،3x و 8x شناسایی شدند (Sabboni et al., 2022 a; Sabooni etal., 2020 c). در سه گونه تمشک‌سیاه با سطح پلوئیدی متفاوت، یعنی *R. caesius* (2x, 4x)، *R. persicus* (2x, 4x, 8x) و *R. Hirtus* (2x, 4x)، صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فیتوهورمونی مورد ارزیابی قرار گرفتند (Saboni et al., 2022 b). با توجه به تنوع آزمایشات انجام شده و داده‌های برداشت شده از نرم افزارهای آماری مناسب برای هر آنالیز استفاده شد که ذکر جزئیات آنها مقدور نیست.

نتایج و بحث

تنوع و روابط ژنتیکی

نتایج نشان داد که صفات عملکرد، اجزای عملکرد و تراکم خار بالاترین تنوع ژنتیکی را داشتند. کمترین تنوع ژنتیکی در صفات فنولوژیکی مثل تاریخ گلدهی و زمان رسیدن و بعد از آن در صفات رویشی مثل طول شاخه، طول برگ و عرض برگ مشاهده شد. صفات شیمایی میوه از این نظر حدواسط بودند (جدول ۱). بررسی ویژگی‌های بیوشیمیایی نشان داد که تمشک‌های ایران دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی بوده و این ویژگی با برخی خصوصیات بیوشیمیایی دیگر مانند آسکوربیک اسید، آنتوسیانین، فنول‌کل، مواد محلول کل و همچنین وزن حبه همبستگی مثبت داشت. تنوع ژنتیکی مشاهده شده نوید این را می‌دهد که با بهره‌گیری بهینه از آنها در برنامه های اصلاحی می‌توان ارقام تجاری باکیفیت و سازگار با اقلیم ایران اصلاح نمود و برخی از ژنوتیپ‌های برگزیده حتی امکان معرفی مستقیم به عنوان رقم تجاری را دارند (Garazhian, 2022).

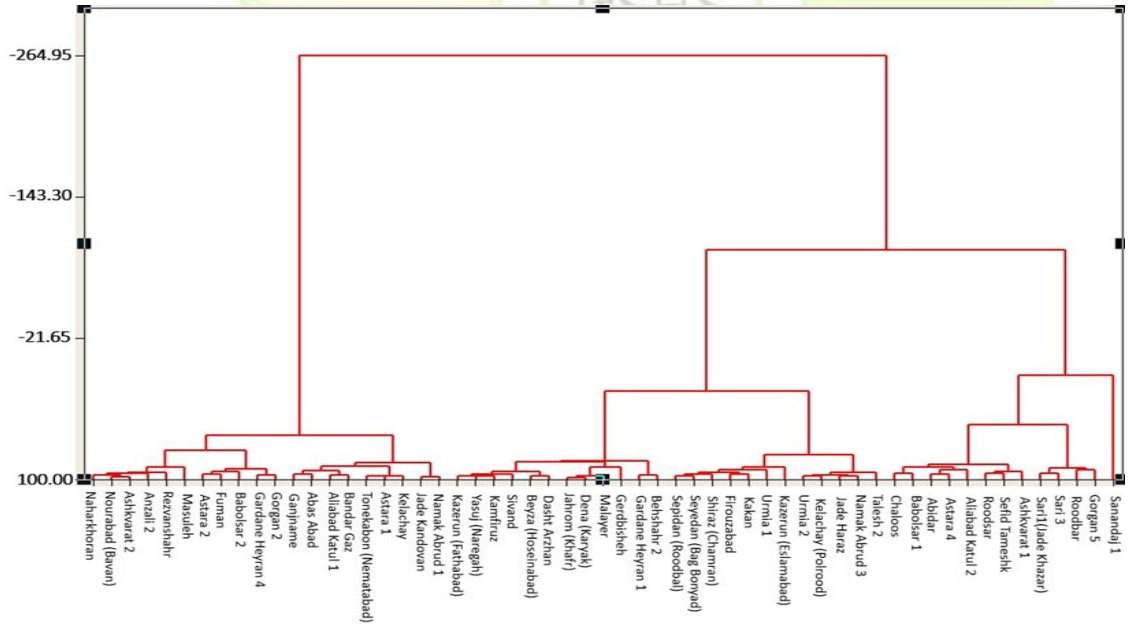
جدول ۱- آمار توصیفی صفات اندازه گیری شده در ژنوتیپ های تمشک بررسی شده.

[Traits	Mean	Std. error	Max	Min	Std. dev.	Diversity Index*
Cane length (cm)	۱۲۳/۷۱	۱/۳۵	۱۹۷/۰۰	۷۳/۰۰	۲۰/۷۸	۱۶/۷۹
Leaf length (mm)	۵۰/۰۰	۰/۵۰	۹۴/۲۰	۳۰/۲۰	۸/۱۰	۱۶/۱۱
Leaf width (mm)	۴۴/۵۰	۰/۴۰	۵۹/۴۰	۲۸/۲۰	۶/۱۰	۱۳/۷۴

Internodes length (mm)	۴۲/۷۰	۰/۵۰	۸۵/۶۰	۳۰/۰۰	۷/۹۰	۱۸/۴۹
Spine density (No. in 1 cm of cane)	۱/۲۱	۰/۰۴	۴/۴۵	۰/۴۰	۶/۴۹	۵۳/۵۴
Flowering date	–	–	August 1th	May14th	–	–
Number of inflorescences	۳۶/۵۰	۱/۰۱	۷۵/۰۰	۱۷/۵۰	۱۳/۲۱	۳۶/۱۸
Fruits/ inflorescences	۷/۴۹	۰/۱۹	۱۶/۰۰	۳/۰۰	۲/۴۴	۳۲/۵۱
Ripening date	–	–	August 24th	May 30th	–	–
Number of drupelets/Fruit	۲۰/۰۵	۰/۵۱	۳۶/۰۰	۵/۵۰	۶/۶۸	۳۳/۳۲
Fruit width (mm)	۱۱/۷۰	۰/۱۰	۱۵/۵۰	۵/۳۰	۱/۶۰	۱۴/۰۶
Fruit length (mm)	۱۱/۹۰	۰/۱۰	۱۶/۲۰	۶/۵۰	۱/۸۰	۱۴/۸۰
Fruit weight (g)	۰/۸۲	۰/۰۲	۱/۳۳	۰/۱۴	۰/۲۵	۳۰/۲۵
Yield (g)	۲۳۳/۹۰	۱۱/۲۰	۹۴۴/۷۰	۱۶/۸۰	۱۴۶/۳۰	۶۲/۵۷
Antioxidant (%)	۶۵/۰۲	۱/۲۲	۸۹/۱۵	۳۹/۸۷	۱۳/۰۵	۲۰/۰۷
Anthocyanin (mg/100 g)	۱۱۷/۶۷	۲/۱۷	۱۴۶/۱۸	۷۹/۸۱	۲۳/۱۸	۱۹/۷۰
TSS (°Brix)	۱۱/۷۵	۰/۲۳	۱۸/۳۳	۷/۶۷	۲/۴۴	۲۰/۷۷
Phenol (mg/100 g)	۱۱۹/۸۸	۰/۵۵	۱۳۰/۳۳	۱۰۸/۳۳	۵/۸۲	۴/۸۶
Titrateable acid (%)	۰۰/۵۸	۰/۱۱	۰/۸۵	۰/۳۶	۰/۱۲	۲۰/۴۸
Ascorbic acid (mg/100 g)	۱۶/۱۴	۰/۲۷	۲۱/۵۹	۹/۴۰	۲/۸۵	۱۷/۶۸

*Diversity Index = (Std. dev./Mean)×100, Std. dev. = Std. error×√n, n = (79 for vegetative traits and 57 for reproductive traits).

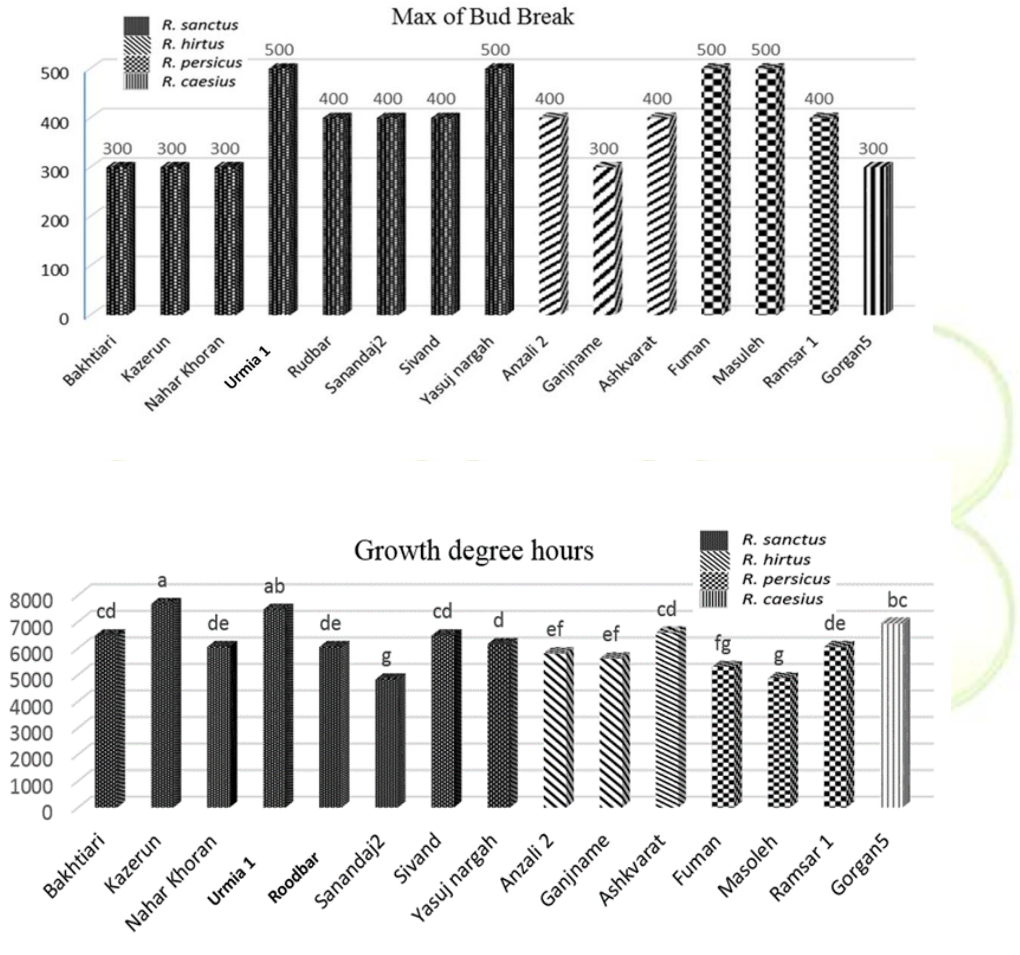
آنالیز کلاستر بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی و مولکولی ژنوتیپ‌ها را به ترتیب به دو گروه اصلی و تعدادی گروه فرعی در هرکدام تقسیم‌بندی کرد که الگوی گروه بندی در درجه اول بر اساس گونه‌ها و سپس پراکندگی جغرافیایی منشا آنها بود (شکل ۱). البته در موارد معدودی ژنوتیپ های متلق به یک گونه ولی جمع آوری شده از مناطق مختلف در مجاورت هم قرار گرفتند که می‌تواند به دلیل جابجایی احتمالی مواد گیاهی به خصوص از شمال ایران به سایر مناطق باشد (Garazhian, 2022; Gharaghani et al., 2014).



شکل ۱– دندروگرام درختی روابط ژنتیگی ژنوتیپ های تمشک بر مبنای صفات اندازه گیری شده

نیاز سرمایی و گرمایی و مقاومت به سرما

میزان نیاز سرمایی و گرمایی در بین ۱۵ ژنوتیپ مورد بررسی از گونه‌های مختلف به ترتیب ۳۰۰ تا ۵۰۰ ساعت سرمادهی و ۴۸۲۴ تا ۷۶۶۸ درجه ساعت بود (شکل ۲). همچنین نتایج بررسی میزان مقاومت به سرما نشان داد که میزان LT_{50} به صورت معنی‌داری در بین گونه ها متفاوت بود. میزان مقاومت به سرما در گونه‌های *Rubus sanctus* ،*R. persicus* و *R. Hirtus* به ترتیب ۳۳/۵- ، ۳۲/۷- و ۱۸/۸- بود. محتوای نشاسته، کربوهیدرات‌های محلول و پرولین اثر معنی‌داری در مقاومت به سرما دارند. ژنوتیپ‌هایی که نیاز سرمایی بالاتری داشتند مقاوت به سرمای بالاتری نیز نشان دادند. برخی از خصوصیات مورفولوژیکی مانند طول شاخه و تعداد گره رابطه مستقیم با مقاومت به سرما داشتند. نتایج همچنین نشان دادکه ارتفاع و میزان بارندگی رویشگاه اصلی ژنوتیپ‌ها با مقاومت به سرماه مبستگی منفی داشت. با توجه به تنوع مشاهده شده در نیاز سرمایی و گرمایی و مقاومت به سرما در بین گونه های مختلف تمشک امکان توسعه ارقام برای اقلیم‌های مختلف وجود خواهد (گاراژیان و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۲- نیاز سرمایی (نمودار بالا) و گرمایی (نمودار پایین) ۱۵ ژنوتیپ برگزیده تمشک از چهار گونه مختلف.

القای چندگانی

نتایج القای چندگانی نشان داد که گیاهان چندگان در بسیاری از صفات رویشی و زایشی با گیاهان مادری دوگان تفاوت داشتند. به عنوان مثال گیاهان چندگان شاخص سبزینگی، تعداد گل در خوشه و وزن میوه بیشتری در مقایسه با گیاهان دوگان داشتند. همچنین تولید برخی فیتوکمیکال‌ها به طور قابل‌توجهی در گیاهان چندگان نسبت به دوگان افزایش یافت. چندگانی تاثیر معنی‌داری بر باروری گونه های تمشک نداشت (جدول ۲). ژنوتیپ هشتگان توسعه یافته از گونه *Rubus persicus* دارای ویژگی های بسیار برجسته‌ی نسبت به والد

دوگان خود بود و امکان معرفی به عنوان یک رقم جدید را خواهد داشت (شکل ۳). القای چندگانی به عنوان یک ابزار اصلاحی سریع و کارامد در ارتقای صفات باغبانی تمشک به خصوص در مورد صفات کمی و کیفی میوه به اثبات رسید و کارامدی این روش در سطوح پلوئیدی بالاتر بیشتر بود (Sabooni et al., 2022b).



شکل ۳– تصاویر ژنوتیپ هشتگان گونه *Rubus persicus* در مزرعه. در تصویر سمت راست ردیف کشت سمت چپ ژنوتیپ هشتگان و ردیف کشت سمت راست ژنوتیپ مادری دوگان است که فرم رشد افراشته و همچنین رشد بیشتر ژنوتیپ هشتگان کاملا نمایان است. تصاویر وسط و سمت چپ هم به ترتیب خوشه گل و خوشه میوه ژنوتیپ هشتگان را نشان می دهد.

جدول ۲– مقایسه میانگین ویژگی های مورفولوزیکی و بیوشیمیایی برگ، گل و میوه در گیاهان دوگان و چندگان گونه های تمشک.

گیاه	شاخص سبزینگی	تعداد خوشه گل در گیاه	تعداد گل در خوشه	تعداد میوه در خوشه	وزن میوه (g)	مواد جامد محلول میوه (°Brix)	آنتو سیانین (mg L-1)	فنول (mg of GAE L-1)	خاصیت آنتی اکسیدانی (٪)	درصد دانه گرده زنده	درصد جوانه زنی بذر
R. persicus 2x	۳۶/۵b*	۱۰/۰a	۶/۰*ab	۲/۴b	۰/۶b	۱۲/۰a	۳۹/۱b	۱۷۵/۷b	۶۰/۳b	۴۴/۷a	۶۰/۰a
R persicus 4x	۴۲/۵b	۳/۰b	۴/۳b	۴/۷a	۰/۹b	۱۳/۲a	۶۸/۸a	۱۵۵/۴c	۷۲/۲ab	۴۷/۱a	۵۰/۰b
R. persicus 8x	۵۴/۲a	۸/۰a	۷/۰a	۵/۷a	۱/۸a	۱۰/۸a	۴۱/۰b	۲۲۲/۷a	۸۵/۷a	۴۱/۱a	۵۰/۰b
R. caesius 2x	۲۴/۹a	۶/۶a	۶/۶b	۵/۵a	۰/۵b	۱۹/۰a	۶۴/۶a	۲۳۶/۰a	۷۴/۷a	۵۹/۷a	۵۰/۰a
R. caesius 4x	۲۴/۲a	۵/۰a	۹/۰a	۳/۲b	۰/۷a	۲۲/۰a	۸۸/۷a	۱۹۹/۴b	۶۴/۹b	۵۰/۵a	۵۰/۰a
R. sanctus 2x	۲۵/۶b	۲/۳b	۴/۰b	۳/۳a	۰/۶b	۱۶/۴a	۲۹/۱b	۲۳۳/۳a	۶۶/۸a	۳۲/۰a	۴۰/۰a
R. sanctus 4x	۲۸/۱a	۸/۳a	۸/۳a	۴/۳a	۰/۸a	۱۶/۴a	۶۲/۲a	۱۷۴/۷b	۵۸/۸b	۲۳/۳a	۴۰/۰a

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

منابع

خاتم‌ساز، م. ۱۳۷۱. فلور ایران (خانواده رزاسه). انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع ایران، تهران، ایران.

گاراژیان، م.، عشقی، س. و قرقانی، ع. ۱۳۹۷. نیاز سرمایی و گرمایی و همبستگی آنها با شرایط محیطی در نژادگان‌های تمشک سیاه بومی ایران. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۹(۱): ۶۱۲–۶۱۵.

Garazhian, M., Gharaghani, A. and Eshghi, S. 2020. Genetic diversity and interrelationships of fruit biochemicals and antioxidant activity in Iranian wild blackberry species. Scientific Reports, 10: 18983.

Garazhian, M., Gharaghani, A. and Eshghi, S. 2022. Genetic diversity and relationships of Iranian blackberry species (*Rubus* spp. L.) using inter-simple sequence repeats (ISSR) markers and multivariate statistical analysis based on morphological characteristics. International Journal of Horticultural Science and Technology, 9: 375–392.

Gharaghani, A., Eshghi, S., Momeni, S.H.A. and Keshavarz, Z. 2011. Establishment of first collection of Iranian *Rubus* germplasm and preliminary study of genetic diversity, pomological potential and nutritional value of the accessions. Abstract book of 'XIII Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics', Warsaw, Poland, September 2011, p. 137.

Gharaghani, A., Momeni, S.H.A. and Eshghi, S. 2014. Comparing fruit quantitative and chemical properties of wild blackberry (*Rubus sanctus* Schreb.) genotypes from north and south of Iran. Acta Horticulturae, 1074: 59–66.

Graham, J. and Brennan, R. (eds.) 2018. Raspberry: Breeding, Challenges and Advances. Springer.

Lee, J. 2018. Blackberry fruit quality components, composition, and potential health benefits. In: Blackberries and Their Hybrids, pp. 49–62.

Sabooni, N., Gharaghani, A., Jowkar, A. and Eshghi, S. 2022a. Successful polyploidy induction and detection in blackberry species by using an in vitro protocol. Scientia Horticulturae, 295: 110850.

Sabooni, N. and Gharaghani, A. 2022b. Induced polyploidy deeply influences reproductive life cycle and related phytochemical and phytohormonal activities in blackberry species. Frontiers in Plant Science, 13: 938284.

Sabooni, N., Shekafandeh, A. and Gharaghani, A. 2022c. Tissue culture of *Rubus* sp. by different methods and assessment of genetic fidelity of regenerated plants using RAPD. Agriculturae Conspectus Scientificus, 87(3): 223–230.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Biodiversity of blackberry (*Rubus* spp.) in Iran; A report of comprehensive project on collection, evaluation, and utilization of blackberry's genetic resources in Iran

Ali Gharaghani[1*]
1. Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: agharghani@shirazu.ac.ir*

Abstract

Iran is one of the centers of diversity for blackberry in the world, with 8 species and numbers of interspecific hybrids. These valuable genetic resources have valuable horticultural characteristics that can be used in future breeding programs. A comprehensive research program is underway at Shiraz University to collect, evaluate, conserve, and utilize these genetic resources. This article presents important results of more than a decade of effort. Based on the results of the evaluation of more than 80 genotypes belonging to 5 different species, there is a very high genetic diversity in important horticultural traits such as growth indices, yield and yield components, and quantitative and qualitative fruit traits among Iranian blackberries. The genetic relationships evaluation of these accessions divided them into two main clusters and a number of subgroups within each cluster, which can be interpreted based on species and geographical proximity. The cold and heat requirements of the studied genotypes of different species varied between 300-500 hours of chilling and 4824–7668 degree hours. The cold resistance of *Rubus sanctus*, *R. persicus* and *R. hirtus* species was -33.5, -32.7 and -18.8, respectively. To enhance fruit quantitative and qualitative attributes, polyploidy induction was performed in a number of species using an in vitro protocol. For the first time in the world, an octoploid blackberry genotype was produced under laboratory conditions. The results showed that polyploid plants had higher greenness index, number of flowers per cluster, fruit weight and fruit antioxidant properties compared to their diploid counterparts; however, polyploidy induction had no significant effect on the fertility of blackberry species.

Keywords: Blackberry, Genetic resources, Molecular marker, Polyploidy, Pomology.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

به‌نژادی و بیوتکنولوژی گل شیپوری (*Zantedeschia* spp): دستاوردها و چشم اندازها

پژمان آزادی[۱،۲*] و حسن عابدینی آبکسری[۳]

۱- بخش تحقیقات مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- بخش کشت بافت پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران
۳- گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *azadip22@gmail.com*

چکیده

گل شیپوری گلدانی، یکی از گیاهان زینتی پرطرفدار و زیبا با ارقام متنوع و طیف رنگی گسترده است که در سراسر جهان پرورش و تجارت می‌شود. در ایران، به دلیل فقدان دانش فنی تکثیر این گل مهم گلدانی، سالانه هزینه‌های گزافی صرف واردات غده‌های آن از کشورهای پیشرو در تولید، نظیر هلند می‌شود. تکثیر انبوه و کشت تجاری این گیاه، با توجه به شرایط فیزیولوژیک خاص آن، نیازمند دانش فنی بالایی است. به‌کارگیری تکنیک‌هایی نظیر اصلاح، دورگ‌گیری و روش‌های بیوتکنولوژی (مولکولی) جهت تولید ژنوتیپ‌های جدید و تکثیر انبوه، از جمله مهارت‌های ضروری در تولید این گیاه زینتی است. تسلط بر این فنون و پیاده‌سازی آن‌ها در عرصه تجاری، دستاوردهای ارزشمندی به همراه خواهد داشت. در مجموعه پژوهش‌های حاضر، فرآیندهای به‌نژادی از طریق دورگ‌گیری، ریزازدیادی، تولید ژنوتیپ‌های جدید از طریق موتاسیون، سازگاری گیاهان کشت بافتی، و همچنین بررسی تکنیک‌های نوین کشت، کار و تغذیه استاندارد گل شیپوری مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن در این مقاله ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: ارقام جدید، تولید تجاری، کشت بافت، ، گل شیپوری، گلخانه‌داری مدرن.

مقدمه

گل شیپوری گلدانی در سال‌های اخیر به یکی از پرتقاضاترین گل‌های زینتی در سطح جهان تبدیل شده است (Xuan et al., 2023). با این حال، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، به دلیل فقدان دانش فنی تکثیر، سالانه هزینه‌های ارزی فراوانی صرف واردات غده‌های این گیاه از کشورهای پیشرو می‌شود. در حال حاضر، تکثیر تجاری گل شیپوری عمدتاً از طریق تقسیم غده انجام می‌پذیرد (Chandel et al., 2023). این روش، علاوه بر نیاز به مهارت و دانش فنی بالا، در صورت بروز خطا می‌تواند منجر به شیوع بیماری پوسیدگی نرم غده و تحمیل خسارات اقتصادی سنگین به تولیدکنندگان شود (Guttman et al., 2021).

کشت درون‌شیشه‌ای (ریزازدیادی) تکنیک دیگری برای تولید این گیاه در مقیاس کلان و تجاری است؛ اما تولید تجاری از این طریق با چالش‌های فراوانی همراه بوده و نیازمند دانش فنی بسیار بالایی است. از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو در تولید این محصول از طریق کشت بافت، می‌توان به باززایی، تکثیر انبوه، سازگاری، رشد غده‌های حاصل از کشت بافت و رسیدن آن‌ها به بلوغ تجاری پس از سازگاری اشاره کرد. افزون بر این، به دلیل طولانی بودن فرآیند تولید از مرحله کشت بافت تا بلوغ تجاری غده، اجرای راهکارهایی نظیر فراهم‌سازی شرایط محیطی و بستر کاشت بهینه، تغذیه اختصاصی، فورسینگ، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و به‌کارگیری روش‌های نوین کشت و کار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در کنار فاکتورهای کشت و تولید، به‌نژادی از طریق عوامل جهش‌زا و انتقال ژن، یکی از برنامه‌های اصلاحی مهم برای تولید و معرفی ارقام جدید گل شیپوری محسوب می‌شود (Janowska and Kuehny, 2022). همچنین اصلاح کلاسیک که شامل انتخاب گیاهان برتر مبتنی بر گرده‌افشانی کنترل‌شده و تولید بذر است، مهم‌ترین ابزار برای توسعه واریته‌های جدید در گیاهان زینتی به شمار می‌رود. به طور

مثال، اصلاح‌کنندگان هلندی هر ساله با تکیه بر این دانش، واریته‌های جدیدی از گل شیپوری را تولید و به بازار جهانی عرضه می‌کنند. با توجه به تنوع رنگی بالا و دگرگشن بودن این گیاه زینتی، تولید ارقام جدید با خصوصیات ظاهری متمایز از طریق تلاقی‌های موفق، کاملاً امکان‌پذیر است. سپس می‌توان ژنوتیپ‌های برتر را از طریق ریزازدیادی و کشت بافت، به تولید انبوه رساند. البته موفقیت در تمامی این مراحل، مشروط به برخورداری از تجربه و دانش کافی در زمینه کشت و کار و تولید، از مرحله بذر تا رسیدن به غده بالغ است. با توجه به فیزیولوژی پیچیده این گیاه، کسب این دانش و تجربه، سودآوری بالایی را در تولید تجاری این محصول و گیاهان مشابه به همراه خواهد داشت. بنابراین، کسب دانش و تجربه در زمینه‌های مطرح‌شده، نه تنها می‌تواند سودآوری تجاری بالایی برای کشور به همراه داشته باشد، بلکه به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر در برنامه‌های اصلاحی، مولکولی و ژنتیکی جهت حفظ و تولید گیاهان جهش‌یافته و تراریخته عمل خواهد کرد (Teixeira da Silva and Kulus, 2014).

مواد و روش‌ها

بر همین اساس، پژوهشی با هدف بومی‌سازی دانش فنی کشت و کار تجاری گیاه زینتی شیپوری در کشور طراحی و اجرا شد. این پژوهش شامل فرآیندهای به‌نژادی از طریق دورگ‌گیری، تولید گیاه با تکنیک کشت بافت و ریزازدیادی، ایجاد ژنوتیپ‌های جدید از طریق موتاسیون و انتقال ژن، سازگاری گیاهان کشت بافتی، و همچنین بررسی تکنیک‌های نوین کشت، کار و تغذیه استاندارد گل شیپوری بود.

پژوهش حاضر در قالب یک طرح جامع، از سال ۱۳۹۴ آغاز و در بازه زمانی چندساله اجرا شد. ماده گیاهی مورد استفاده در این تحقیق، شامل غده‌های ارقام متنوع گیاه زینتی شیپوری بود که از کشور هلند وارد و پس از آماده‌سازی، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

پیش از آغاز آزمایش‌ها، کلیه پروتکل‌های استاندارد در زمینه تکثیر، کشت و کار و اصلاح این گیاه جمع‌آوری و بومی‌سازی شدند. بر این اساس، طرح پژوهشی در چندین محور اصلی طراحی و اجرا گردید که عبارت بودند از:

به‌نژادی از طریق دورگ‌گیری و کشت بذرهای حاصل از تلاقی‌ها؛
تولید گیاه از طریق تکنیک کشت بافت و ریزازدیادی؛
تولید ژنوتیپ‌های جدید از طریق موتاسیون و انتقال ژن؛
سازگاری (Acclimatization) گیاهان حاصل از کشت بافتی؛
نگهداری و انبارداری غده‌ها و همچنین ثبت و حفظ ریزغده‌های تشکیل‌شده؛ و

کشت و کار گیاهان در بسترهای آلی و غیرآلی (هیدروپونیک) همراه با تغذیه فرموله‌شده (بر اساس مرحله رشدی گیاه و با استفاده از نرم‌افزار تخصصی تغذیه و آنالیز آب آبیاری).

در نهایت، کلیه نتایج حاصل از این پژوهش، از جمله گیاهان حاصل از موتاسیون و انتقال ژن، از طریق مشاهده دقیق، ثبت صفات مورفولوژیک و تجزیه و تحلیل آماری مورد ارزیابی قرار گرفتند. این ارزیابی‌ها پس از چند سال تکرار آزمایش‌ها و کشت‌های متوالی انجام شد تا در نهایت، بهینه‌ترین پروتکل تجاری جهت تولید و کشت و کار گیاه شیپوری تدوین و ارائه گردد.

نتایج و بحث

بین ۱۳ رقم گیاه شیپوری که به عنوان والدین انتخاب شدند، حدود ۱۰۰ تلاقی انجام شد و ۷ هزار بذر تولید شدند. کلیه بذرهای تولید شده با درج کد مشخص و مرتبط با تلاقی، کشت و کار شدند. مراحله تولید بذر تا رسیدن به غده بالغ ۳ سال زمان برد. در این مدت غده‌ها هر ساله کشت و کار شدند و بعد از رسیدن به رکود، بسته‌بندی شده با کد مشخص در انبار کنترل شده نگهدارای شدند. پروتکل باززایی غیرمستقیم گیاه شیپوری بر روی چند رقم زینتی بصورت موفقیت‌آمیز تا مرحله گلدهی کامل گیاه بدست آمد (Abedini-Aboksari et al. 2026). در بررسی انتقال ژن کالوس‌ها به آنتی‌بیوتیک کانامایسین، غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌عنوان آستانه تحمل در نظر گرفته شد. نتایج بررسی مقاومت به کانامایسین نشان داد که بیشترین درصد کالوس مقاوم به کانامایسین در محیط MS – (KH2PO4,CaCl2,

NH4NO3, KNO3, Mg SO4, micro elements, Na2EDTA, FeSO4 به ترتیب ۸۰ و ۷۳/۲۳ درصد در رقم اورانیا و سان‌کلاب به دست آمده باززایی موفقیت امیز با درصد ۶ داشتند. پس از آنکه آزمون تراریختی توسط تست آنتی‌بیوتیک کانامایسین انجام شد، گیاهان زنده و به ظاهر تراریخت، تحت آزمون هیستوشیمیایی GUS بررسی شدند. این آزمون درصد و فراوانی تراریختی را در بین گیاهچه‌های حاصل از باززایی ریز نمونه‌های آلوده شده با اگروباکتریوم نشان داد. نتایج این بررسی وجود و ظهور رنگ آبی را در ریزنمونه‌های تراریخت احتمالی رقم اورانیاو رقم سان‌کلاب مورد بررسی در این آزمایش نشان داد. بعد از تشخیص تراریختی و محاسبه درصد تراریختی توسط آزمون هیستوشیمیایی GUS، از آزمایش پی‌سی‌آر جهت اطمینان از تراریختی گیاهچه‌ها استفاده شد. ایجاد باند با اندازه حدود ۶۰۰ bp بر روی ژل الکتروفورز، حضور ژن گزارشگر GUS را در گیاهان تراریخته. بر اساس نتایج بدست آمده زمان مناسب و طبیعی برای برداشت غده و شروع رکود اوایل مرداد ماه است و بهترین دما برای رکود دمای ۱۲ تا ۱۴ درجه سانتی گرداد به مدت ۶۰ روز بود. البته نتایج نشان داد، با کنترل شرایط محیطی، تغییر در آبیاری، تغذیه گیاه و کاربرد هورمون‌های گیاهی امکان تاخیر در زمان رکود در گیاه وجود دارد و می‌توان گیاه را وادار به رشد بیشتر کرد. همچنین می‌توان زمان کاشت را در گیاه تغییر داد. مورد بعد تهیه بستر کاشت استاندارد بود. به علت دسترسی پیت ماس در اروپا، این ماده، بستر کاشت استاندارد گیاه شیپوری در کشور هلند است. ولی به علت دسترسی کم و هزینه تمام شده بالای مصرف این بستر کاشت در ایران و وضعیت اقتصادی موجود، مقرون به صرف نیست. بررسی‌های ما نشان داد، بستر کاشت کوکوپیت به همراه پرلیت با درصد ترکیب مشخص و زهکشی مناسب در کنار تغذیه استاندارد، می‌تواتند عملکردی مشابه با مصرف پیت ماس داشته باشد. چالش روبروی بعدی، برنامه غذایی، مقدار ای سی برنامه غذایی و دفعات تکرار برنامه غذایی بود، که با توجه به نوع بستر کاشت، مرحله رشد و هدف از تغذیه (رشد غده، رویشی، گلدهی) متفاوت است. علاوه بر این مصرف کودهای فرموله شده استاندارد هزینه کمتر و عملکرد بهتری را به همراه داشت. در شرایط کشت بافت مشخص شد ارقام مختلف پاسخ‌های متفاوتی به محیط کشت بافت یکسان نشان می‌دهند و درصد موفقیت در بین ارقام مختلف با یک پروتکل مشخص متفاوت خواهد بود. با بررسی‌های انجام شده بدست آوردیم گیاه شیپوری با وجود یک باززایی و پرآوری موفق نیاز به تشکیل ریز غده در محیط کشت بافت دارد و عدم تشکیل ریز غده به فرم مناسب با توجه به باززایی و پرآوری موفق در محیط کشت بافت، حتی سازگاری موفق در مراحل بعد از سازگاری با رسیدن به رکود طبیعی گیاه یا غده‌ای نخواهیم داشت. بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات ما در این زمینه مشخص شد، کاربرد هورمون اختصاصی رشد غده مانند پاکلوبوترازول (۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) . سایکوسل (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، با غلظت‌های استاندارد، امکان درصد تولید ریزغده و بقا گیاه را افزایش خواهد داد (Abedini-Aboksari et al. 2025). و کاربرد هورمون‌هایی مانند جیبرلین (۱ میلی گرم بر لیتر)، بنزیل آدنین (۲ میلی گرم بر لیتر) و سایکوسل (۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) بر روی گلدهی غده‌های نابالغ و رفع رکود همچنین مشخص شد، ارقام مختلف پاسخ‌های متفاوتی به تولید غده و سازگاری موفق نشان می‌دهند که، این مسئله را می‌توان با کاربرد هورمون‌های مشخص جلو انداخت. با بررسی‌های انجام شده مشخص شد، با استفاده از هورمون‌های تخصصی پس از تشکیل ریزغده‌ها، امکان کاهش دوره رشد با استفاده از هورمون‌ها امکان‌پذیر است. این دوره در گیاه شیپوری ۴ سال زمان می‌برد که، انجام این امر منجر به کاهش هزینه و سودآوری بیشتری می‌شود. نتایج ما نشان داد با کاربرد هورمون‌های تخصصی امکان گلدهی در گیاهان جوان‌تر وجود دارد. این مسئله در تولید گیاهان سایز کوچک و یا گلدهی زودتر از موعد بدون کاهش کیفت گیاه برای گیاه شیپوری امکان‌پذیر است. با توجه به تجارت و تقاضای بالای گیاهان سایز کوچک در سال‌های اخیر در دنیا و گلدهی خارج از زمان اصلی در گیاه، جهت تهیه یک فورسینگ استاندارد، با بررسی سایر موارد، کشت و کاری برای این گیاه امکان‌پذیر خواهد بود. با بررسی‌های دقیق‌تر و بدست آورن پرتکل تولید و کشت و کار تجاری این گیاه با برنامه مشخص، نتاج حاصل از دورگیری تحت کشت و کار قرارگرفتند و با توجه به رنگ اسپات در گیاهان والدین (۱۳ رقم)، بیش از ۱۰۰ نوع طیف رنگی مختلف در نتاج مشاهده شد که، برخی از این ژنوتیپ‌ها ویژگی ظاهری منحصر به فردی داشتند. همچنین برای یک طیف رنگی مشخص، به طور مثال رنگ زرد، نزدیک به ۱۰۰ ژنوتیپ با رنگ اسپات زرد، ولی حالات مختلف برگ، ظاهرگل و سایر خصوصیات رشدی متفاوت به دست آمد که، خزانه ژنی ارزشمندی برای برنامه‌های اصلاحی آینده با اهداف مختلف خواهد بود. با توجه به بدست آوردن پروتکل کشت بافت گیاه شیپوری، نتاج‌های امید بخش انتخاب شده وارد سیکل تولید انبوه از طریق کشت بافت خواهد شد. همچنین با توجه به بدست آوردن پروتکل استاندارد برای کیله مراحل تولید، تکثیر و کشت و کار این گیاه زینتی امکان پژوهش‌های بیشتر مانند اصلاح از طریق موتاسیون و انتقال ژن در این گیاه فراهم خواهد شد که، تکثیر

و تولید درون شیشه‌ای، مراحل سازگاری و کشت و کار گیاه، جزء جدایی ناپذیر این تحقیقات خواهند بود. بر اساس گزارشات انجام گرفته، محققین زیادی بیان کردند، تولید تجاری گل شیپوری نیازمند دانش فنی و مهارت بالایی است و استفاده از یک دستور العمل استاندارد در تولید گیاه می‌تواند بسیار مثمرثمر باشد (Hyoung et al., 2017). عدم رعایت و توجه به نیازهای فیزیولوژیک، محیطی و کشت و کاری گیاه ممکن است، خسارت فراوانی در تولید گیاه به همراه داشته باشد (Guttman, et al., 2021). علاوه بر این، تکنیک کشت بافت را روشی موثر برای تکثیر گیاهان غده‌ای با اهداف مختلف تجاری و اصلاحی معرفی شد (Koech et al., 2005). بنابراین تکثیر و تولید تجاری گیاه شیپوری به روش ریزازدیادی ارزشمند بوده و صرفه اقتصادی دارد (Zhang et al., 2011). همچنین محققین در پژوهشی گزارش کردند که،گیاهان کشت بافتی که ریزغده مناسبی نداشته باشند یا تشکیل غده در آنها صورت نگرفته باشد، شانس چندانی در مراحل انتقال و سازگاری برای ادامه بقاء ندارند. استفاد از ترکیباتی در مراحل نهایی واکشت و بعد از انتقال گیاهچه جهت سازگاری به منظور تولید ریز غده باکیفیت، ضروری به نظر می‌رسد (Chen et al., 2000). علاوه بر این مهارت در کشت بافت موفق برای یک گیاه، روش مناسب برای باززایی گیاهان تراریخته، جهش یافته، اصلاح شده و در خطر انقراض ارزشمند است (Luo et al. 2009). در گزارش سایر پژوهشگران بیان شد تولید ژنوتیپ‌های جدید در گیاهان حاصل از تلاقی در صورت حفظ، کسب دانش تکثیر و در اختیار داشتن دانش فنی از طریف ازدیاد انبوه می‌تواند ابزار قدرتمندی برای تنوع و رقابت در بازار تجاری آن گیاه زینتی باشد (Kumar and Dorga, 2020).

بر اساس نتایج بدست آماده و اطلاعات کاربردی ارزشمند در ارتباط با کشت و کار و تولید تجاری گل شیپوری گلدانی با دانش فنی بالا، رعایت دقیق پروتکل تجاری این گیاه زینتی منجر به تولید انبوه این گیاه با کیفیت جهانی، درون کشور و کاهش هزینه صرف شده

جهت تهیه غده‌هایی این گیاه زینتی ارزشمند از منابع تولید کننده خواهد شد. همچنین با تولید انبوه، سودآوری بالایی در تولید این گیاه زینتی به همراه خواهد داشت.

منابع

Abedini-Aboksari, H., Zeinalabedini, M., Nalousi, A.M., Hashemidehkordi, E. and Azadi, P. 2026. Micropropagation and flowering of calla lily via proliferative basal cluster: Enhancement by fipexide. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 164: 69.

Abedini-Aboksari, H., Azadi, P., Azimi, M.H., Kalatejari, S. and Borzouei, A. 2025. Paclobutrazol and sucrose boost tuber size and survival rate of micropropagated *Zantedeschia* spp. Scientific Reports, 15: 28902.

Chen, J.J., Liu, M.C. and Ho, Y.H. 2000. Size of in vitro plantlets affects subsequent tuber production of acclimated calla lily. HortScience, 35: 290–292.

Chandel, A., Thakur, M., Rakwal, A. and Chauhan, S. 2023. Exogenous applications of gibberellic acid modulate the growth, flowering and longevity of calla lily Bhavya Bhargava. Heliyon, 9(5): e16319.

Gutman, Y., Raj Joshi, J., Chriker, N., Khadka, N., Kleiman, M., Rezni, N., Wei, Z., Kerem, Z. and Yedidia, I. 2021. Ecological adaptations influence the susceptibility of plants in the genus *Zantedeschia* to soft rot *Pectobacterium* spp. Horticulture Research, 8: 13.

Hyoung, S.P., Jong, K.N. and Chan, S.C. 2017. Induction of multiple shoots and roots of calla lily 'Black Star' through in vitro propagation. Journal of the Korean Society of International Agriculture, 9(3): 303–307.

Koech, A.A., Isutsa, D.K. and Wu, Q. 2005. Explants, hormones and sucrose influence in vitro shoot regeneration and rooting of calla lily (*Zantedeschia albomaculata* L. Spreng.) 'Black Magic'. Journal of Agriculture, Science and Technology, 7: 53–66.

Kumar, S., Kashyap, M. and Sharma, D.R. 2005. In vitro regeneration and bulblet growth from lily bulbscale explants as affected by retardants, sucrose and irradiance. Plant Biology, 49: 629–632.

Luo, J.P., Wawrosch, C. and Kopp, B. 2009. Enhanced micropropagation of *Dendrobium huoshanense* C.Z. Tang et S.J. Cheng through protocorm-like bodies: The effects of cytokinins, carbohydrate source and cold pretreatment. Scientia Horticulturae, 123: 258–262.

Teixeira da Silva, J.A. and Kulus, D. 2014. Chrysanthemum biotechnology: Discoveries from the recent literature. Folia Horticulturae, 26(2): 67–77.

Xuan, S., Xue, W., Bijaya, H.S., Yin, J., Di, W., Rongxin, G., Guojun, Z., Wenting, X. and Zunzheng, W. 2023. Tissue culture of calla lily (*Zantedeschia spreng.*): An updated review on the present scenario and future prospects. International Journal of Experimental Botany, 92(8): 2413–2428.

Zhang, X., Wu, Q., Li, X., Zheng, S., Wang, S., Guo, L., Zhang, L. and Custers, J. 2011. Haploid plant production in *Zantedeschia aethiopica* 'Hong Gan' using anther culture. Scientia Horticulturae, 129: 335–343.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Breeding and biotechnology of calla lily (*Zantedeschia* spp.): Achievements and future perspectives

Pejman Azadi[1,2*] and Hassan Abedini-Aboksari[3]

1. Department of Genetic Engineering and Biosafety, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Karaj, Iran
2. Tissue Culture Department, Ornamental Plants Research Center (OPRC) of Mahallat, Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran
3. Deptarment of Horticultural Sciences and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Corresponding Author: azadip22@gmail.com

Abstract

The calla lily (*Zantedeschia* spp.) is a highly popular ornamental plant worldwide, valued for its diverse cultivars and vibrant color palette. In Iran, however, the lack of domestic technical expertise in the propagation and cultivation of this crop has led to significant financial expenditures on importing tubers from leading producing countries. Due to the specific physiological characteristics of the calla lily, its commercial production requires advanced technical knowledge. Implementing specialized techniques—such as classical, mutation, and molecular breeding for developing new genotypes, alongside optimized hydroponic nutrition, application of plant growth regulators, and forcing protocols—is essential for achieving high yield and quality. Mastering these skills and integrating them into commercial production not only reduces cultivation costs but also ensures high economic profitability for the domestic ornamental plant industry.

Keywords: Commercial production, Cultivation protocol, Modern cultivation, New cultivars, Ornamental plant.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سخنرانی کلیدی

عارضه دانه سفید شدن میوه‌های انار: مطالعه بافت شناسی، متابولومیکس و ترانسکریپتومیکس

مهدی رضائی[1*]، پرویز حیدری[2] و استفان ریم[3]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود ، ایران

۲- گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود ، ایران

۳- مؤسسه تحقیقات اصلاح نباتات برای محصولات میوهای، یوهان هاینریش فون تونن مؤسسه (JKI)، درسدن، آلمان

*نویسنده مسئول: *mhrezaeu@shahroodut.ac.ir*

چکیده

با توجه به تغییرات آب و هوایی اخیر، عارضه دانه سفید شدن میوه‌های انار به یکی از چالش‌های جدی در تولید انار در ایران تبدیل شده است. هدف این پژوهش بررسی جنبه‌های بافت‌شناسی، متابولومیکس و ترانسکریپتومیکس این عارضه در چهار رقم انار با درجات متفاوت سفید شدگی بود. نتایج بافت‌شناسی نشان داد که شدت عارضه بر اساس موقعیت دانه متفاوت است و می‌توان آن را از حالت خفیف تا شدید دسته‌بندی کرد. علاوه بر این، در بخش داخلی پوسته سخت دانه‌های مبتلا، سیاه شدگی قابل توجهی مشاهده شد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی تراکم سلولی کاهش یافته و تخریب لایه‌های داخلی ساختار سخت دانه را تایید کردند. تحلیل متابولومیکس با LC-MSشناسایی ۶۱۷ متابولیت با دامنه جرم مولکولی ۶۰ تا ۹۹۸ را نشان داد که میزان بسیاری از این ترکیبات در نمونه‌های سفید شده کاهش یافته بود. مسیرهای متابولیکی مرتبط با بیوسنتز آرژنین، اسیدهای آمینه نظیر گلوتامات، اسپارتات، آلانین، تریپتوفان، متابولیسم پورین، گلوتاتیون و کربوکسیلات‌ها به عنوان مسیرهای درگیر در این عارضه شناخته شدند. آنالیز ترانسکریپتومیکس بیان ژن‌های مرتبط با تخریب مسیر آرژنین و ساخت آنتوسیانین مانندPAL ، ATD1و Actin را در نمونه‌های مختلف نشان داد که کاهش بیان آنها موجب تضعیف پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی و تشدید آسیب‌های اکسیداتیو می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهند که عارضه دانه سفید شدنانار پدیده بسیار پیچیده ای است که مسیر های بیوسنتزی اصلی گیاه را تحت تاثیر قرار می دهد و ارتباط نزدیکی با زنده بودن جنین و بافت های اطراف ان دارد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، بافت‌شناسی ، ترانسکریپتومیکس، دانه سفید شدن، متابولومیکس.

مقدمه

انار (*Punica granatum*) از میوه‌های مهم مناطق نیمه‌گرمسیری با خواص آنتی‌اکسیدانی بالا است که در کشورهایی مانند ایران، ترکیه، هند و اسپانیا کشت می‌شود (Yilmaz et al., 2021). در سال‌های اخیر، تغییرات آب‌وهوایی باعث افزایش ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی در انار از جمله سفید شدن آریل (Aril Paleness) شده که کیفیت میوه و بازارپسندی آن را کاهش داده است (Tabar et al., 2009). این عارضه علیرغم ظاهر سالم میوه، مصرف تازه‌خوری و فرآوری را مختل می‌کند و راهکارهای کنونی برای کنترل آن ناکارآمد بوده‌اند (Asadi et al., 2019; Jahani et al., 2024). مطالعه آناتومیکی، متابولوم و ترانس‌کریپتوم می‌تواند مکانیسم‌های مولکولی این پدیده را روشن کند. متابولوم‌شناسی به شناسایی ترکیبات شیمیایی دخیل در پاسخ به استرس‌های محیطی کمک می‌کند (Chele et al., 2021)، درحالی‌که ترانس‌کریپتومیکس ژن‌های کلیدی مرتبط با متابولیسم را آشکار می‌سازد (Liu et al., 2020). این پژوهش برای نخستین بار با ترکیب این دو روش، به دنبال شناسایی عوامل موثر در سفیدشدگی آریل انار است.

مواد و روش‌ها

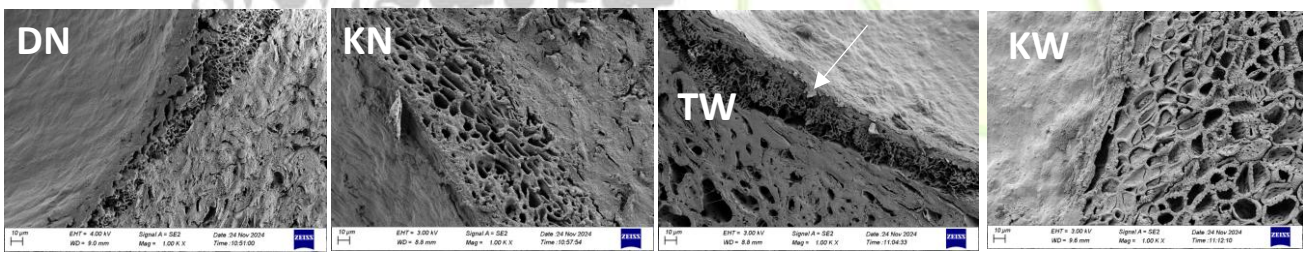
در این پژوهش، نمونه‌های انار از دو باغ در میامی و یک باغ در طرود (شهرستان شاهرود) شامل نمونه‌های نرمال (رقم دماوند DN و رقم کاشمر KN) و نمونه‌های دارای ناهنجاری آریل سفید (رقم کاشمر KW و رقم طرود TW) در زمان رسیدگی کامل جمع‌آوری شدند.

از هر رقم ۱۲ تا ۲۵ میوه از سه درخت مختلف به‌صورت تصادفی انتخاب و بخشی از آن‌ها در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای آماده‌سازی نمونه‌ها، آریل‌ها پس از شستشو و جداسازی، تحت فشار مکانیکی آبگیری شدند و آب میوه پس از فیلتراسیون در فریزر ۸۰- درجه ذخیره گردید. همچنین نمونه‌هایی برای انالیز متابولیت ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دستگاه فریز درایر خشک شدند. بررسی‌های مورفولوژیکی شامل تست تترازولیوم، جوانه زنی بذر و تصویربرداری SEM با میکروسکوپ الکترونی روبشی پس از پوشش طلا انجام شد. آنالیز FTIR برای شناسایی ترکیبات شیمیایی آب میوه و آنالیز LC-MS با کروماتوگرافی مایع و طیف‌سنجی جرمی جهت شناسایی متابولیت‌ها به کار رفت. داده‌های حاصل با نرم‌افزار Mzmine پردازش شدند. متابولیت‌های با تغییرات معنادار (VIP ≥ ۱ و | Log2FC| > ۱.۵) با نرم‌افزار Metaboanalyst تحلیل شدند و شبکه‌های متابولیکی و ون دیاگرام‌ها ترسیم گردیدند. برای تحلیل مسیرهای بیولوژیکی، از پایگاه‌های PlantCyc و STRING استفاده شد و بیان ژن‌های کلیدی با استخراج RNA، سنتز cDNA و Real-Time PCR بررسی گردید.

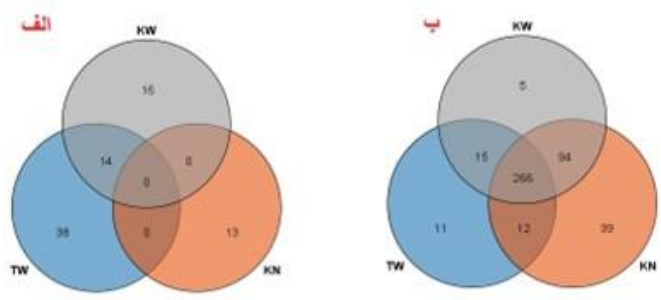
نتایج و بحث

برای بررسی عارضه سفیدشدگی آریل های انار، ابتدا بافت های آریل انارها با درجات مختلف حاوی عارضه سفیدشدگی از لحاظ ساختار و بافت ها ارزیابی شدند. این ارزیابی شامل تهیه برش های عرضی برای ارزیابی مستقیم بافت ها در زیر بینی کولار بود. پس از مشخص شدن میزان تغییرات رنگ بافت در پوسته داخلی بذر از آنها عکس SEM تهیه و مورد انالیز قرار گرفت. سپس پیوند های شمیایی و ترکیبات آب میوه چهار میوه لنار با روش های FTIR و LC-MS مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان ترکیبات و پیوند های شیمیایی ارقام دارای عارضه نسبت به رقم سالم و فاقد عارضه مقایسه گردید. در نهایت مهمترین مسیرهای متابولیتی که در این عارضه دخیل هستند مشخص گردید و از لحاظ ژن های دخیل در ان مورد بررسی قرار گرفت.

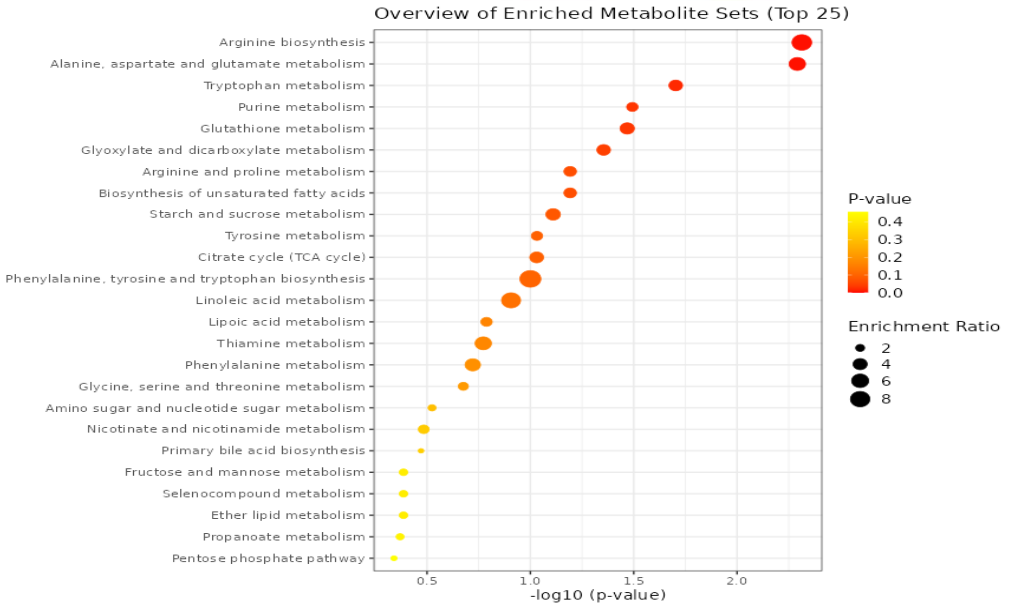
نتایج نشان داد که بافت دانه‌های انار در تمام نمونه‌ها دارای جنین سالم بود، اما در نمونه‌های TW از منطقه طرود، سیاه‌شدگی در پوسته بذر مشاهده شد. تصاویر SEM تخریب سلولی و کاهش تراکم بافتی را در نواحی آسیب‌دیده تأیید کرد. آنالیز FTIR کاهش شدت پیک‌های مربوط به ترکیبات فنلی (۳۴۰۰-۳۲۵۰ cm^{-1}) و کربونیل (۱۶۰۰ cm^{-1}) را در نمونه‌های دارای عارضه نشان داد که حاکی از کاهش کیفیت آنتی‌اکسیدانی بود. در آنالیز LC-MS، 617 متابولیت شناسایی شد که رقم نرمال (DN) با ۵۸۷ متابولیت، غنای بیشتری نسبت به ارقام دارای عارضه (TW: 284، KW: 174، KN: 135) داشت. ترکیباتی مانند سیانیدین و دلفینیدین در DN به وفور یافت شدند. نمودارهای ون کاهش ۲۶۶ متابولیت مشترک در ارقام دارای عارضه را نشان دادند که عمدتاً مربوط به مسیرهای آرژینین بیوسنتز، متابولیسم گلوتاتیون و چرخه TCA بودند. این اختلالات متابولیکی می‌تواند منجر به کاهش انرژی، اختلال در سیستم آنتی‌اکسیدانی و نهایتاً بروز عارضه سفیدشدگی شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد سفیدشدگی آریل با اختلال در متابولیسم اولیه و ثانویه همراه است.



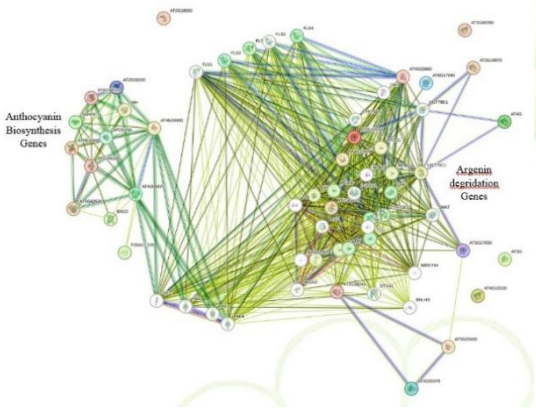
شکل ۱- تصویر SEM از ناحیه ناحیه تغییر رنگ داده پوسته بذر. نشانگر: تخریب سلولی در ناحیه اتصال سلول های اسکروئیدی دیواره بذر و پوسته داخلیو جداشدگی پوسته داخلی از سلول دیواره. DN: رقم دماوند بدون عارضه، KN: رقم کاشمر بدون عارضه، KW: رقم کاشمر با عارضه، TW: رقم طرود با عارضه.



شکل ۲– نمودار وِن متابولیت‌های در گروه‌های مختلف آب میوه انار (KN،KW و TW) نسبت به رقم DN .سمت راستUpregulation و سمت چپ Down regulation. DN: رقم دماوند بدون عارضه، KN: رقم کاشمر با کمی عارضه، KW: رقم کاشمر با عارضه، TW: رقم طرود با عارضه.



شکل ۳– آنالیز مسیر downregulation متابولیت‌های درگیر در عارضه سفید شدگی انار.



شکل ۴–مدلسازی شبکه تعاملی ژن‌های مرتبط با مسیرهای بیوسنتز آنتوسیانین و تخریب آرژینین در *Arabidopsis thaliana* با استفاده از پایگاه داده STRING.

منابع

Asadi, E., Ghehsareh, A.M., Moghadam, E.G., Hodaji, M. and Zabihi, H. 2019. Improving of pomegranate aril paleness disorder through application of Fe and Zn elements. Indian Journal of Horticulture, 76(2): 279–288.

Chele, K.H., Tinte, M.M., Piater, L.A., Dubery, I.A. and Tugizimana, F. 2021. Soil salinity, a serious environmental issue and plant responses: A metabolomics perspective. Metabolites, 11(11): 724.

Jahani, M., Sayyari Zohan, M., Moradinezhad, F., Mirzaee, M.R. and Khayyat, M. 2024. Effectiveness of potassium spraying on mitigation of aril paleness disorder in different pomegranate cultivars. Journal of Plant Nutrition, 47(18): 3024–3034.

Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2023. Efficiency of nanoemulsion of essential oils to control *Botrytis cinerea* on strawberry surface and prolong fruit shelf life. International Journal of Food Microbiology, 384: 109979.

Liu, L., Wang, B., Liu, D., Zou, C., Wu, P., Wang, Z., Wang, Y. and Li, C. 2020. Transcriptomic and metabolomic analyses reveal mechanisms of adaptation to salinity in which carbon and nitrogen metabolism is altered in sugar beet roots. BMC Plant Biology, 20(1): 1–21.

Tabar, M., et al. 2009. Aril paleness disorder in pomegranate: A review.

Yilmaz, C., Rezaei, M. and Sarkhosh, A. 2021. Environmental requirements and site selection. In: CABI, Botany, Production and Uses.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Aril Paleness in Pomegranate: A Histological, Metabolomics and Transcriptomics Study

Mehdi Rezaei[1*] Parviz Heidari[2] and Stefanie Reim[3]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

2. Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

3. Institute for Breeding Research on Fruit Crops, JKI, Dresden, Germany

Corresponding Author: mhrezaeu@shahroodut.ac.ir

Abstract

In the recent climatic changes, aril paleness disorder has emerged as a serious challenge in pomegranate production in Iran. This study investigated the histological, metabolomic, and transcriptomic aspects of the disorder across four pomegranate cultivars with varying degrees of symptom severity. Histological analysis revealed that disorder intensity varies depending on seed position and can be classified from mild to severe. Notably, significant browning was observed in the inner layers of the hard seed coat in affected samples. Scanning electron microscopy confirmed reduced cell density and structural degradation in these tissues. Metabolomic profiling via LC-MS identified 617 metabolites (60–998 Da molecular mass range), with many compounds showing reduced levels in affected samples. Key metabolic pathways involved included arginine biosynthesis and metabolism of glutamate, aspartate, alanine, tryptophan, purine, glutathione, and carboxylates. Transcriptomic analysis demonstrated altered expression of genes related to arginine degradation and anthocyanin biosynthesis (e.g., PAL, ATD1, Actin). Downregulation of these genes appears to weaken antioxidant responses and exacerbate oxidative damage. The findings demonstrate that pomegranate aril paleness disorder is a highly complex phenomenon that significantly affects the plant's primary biosynthetic pathways and shows a close association with embryo viability and the health of surrounding tissues.

Keywords: Anthocyanin, Aril Paleness Disorder, Histology, Metabolomics, Transcriptomics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تشخیص زودهنگام ناسازگاری پیوند در برخی از ارقام و پایه‌های پاکوتاه و نیمه‌پاکوتاه گیلاس

ابراهیم گنجی مقدم[1*] و آرزو جلالی[1]
۱- موسسه تحقیقات علوم باغبانی ایران، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: *eganji31568@gmail.com*

چکیده

ناسازگاری پایه و پیوندک یکی از مشکلات درختان میوه است. این مطالعه با هدف بررسی امکان پیش‌بینی ناسازگاری پیوندگیلاس و مقایسه میزان فنل کل، پراکسیداز و نشاسته در پیوندهای سازگار و ناسازگار در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول پیوندک در چهار سطح (بینگ، تکدانه، سیاه مشهد و عدلی)، فاکتور دوم پایه در چهار سطح (گیزلا- ۵، گیزلا- ۶ (شاهد سازگار)، محلب- ۱۶۸ و جی‌اف-۳۰۵ (شاهد ناسازگار)) بود. نتایج آزمایش ادغام کالوس نشان داد بیشترین و کمترین درصد گیرایی پیوند، به ترتیب در رقم سیاه مشهد روی پایه گیزلا-۶ و عدلی روی پایه جی‌اف- ۳۰۵ بود. بیشترین میزان فنل کل در پیوند، ارقام گیلاس روی پایه جی‌اف- ۳۰۵ و کمترین میزان فنل در پیوند، رقم عدلی روی پایه گیزلا-۶و عدلی روی پایه محلب-۱۶۸ بود. بیشترین و کمترین میزان فعالیت پراکسیداز به ترتیب در پیوند ارقام گیلاس روی جی‌اف-۳۰۵ و ارقام گیلاسروی پایه گیزلا- ۶مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان نشاسته در پیوند رقم سیاه مشهد روی پایه گیزلا-۵ و عدلی روی پایه جی‌اف- ۳۰۵ بود. به طور کلی میزان فنل کل و پراکسیداز در محل پیوند، ارقام گیلاس روی پایه ناسازگار جی‌اف- ۳۰۵ نسبت به پایه سازگار گیزلا-۶ بیشتر بود. بنابراین به نظر می‌رسد می‌توان از سنجش ترکیبات فنلی و پراکسیداز برای انجام پیش غربالگری پیوندهای ناسازگار استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: پایه، فعالیت پراکسیداز، گیلاس، میزان نشاسته، ناسازگاری.

مقدمه

اگر چه که اغلب پیوندهای موفق به همان گونه تعلق دارند اما پیوندهایی از دیگر گونه ها و جنس ها برای استفاده از ویژگی های مفید آنها نیز معمول است که این مساله باعث مشکلاتی از قبیل ناسازگاری پیوند در بین درختان می شود. ناسازگاری بعلل متفاوتی همچون تفاوت های ژنتیکی، عدم اتصال بافت های آوندی، ویروس های گیاهی، حضور تنظیم کننده های رشد، پراکسیدازها و مواد فنولی در موفقیت پیوند تاثیر می گذارد که ممکن است گاهی به خاطر عدم موفقیت در گیرایی جوانه پس از پیوند جوانه روی پایه و یا به علت مرگ سریع آنها پس از شروع رشد جوانه باشد. با توجه به اینکه مطالعات زیادی در رابطه با مکانسیم ناسازگاری پیوند و روش‌های پیش بینی آن در درختان گیلاس انجام نشده است تکنیک‌های مورد نیاز برای درک بهتر این مکانسیم لازم و ضروری است. امروزه از روش هایی همچون تکنیک های کشت بافت، مطالعات هیستولوژیکی، آنالیز ایزو آنزیم ها و آنالیز فنول ها به منظور امکان بررسی پیش بینی ناسازگاری در درختان پیوند شده استفاده میشود. علی رغم تلاش زیاد تاکنون عامل یا عوامل ایجاد کننده ناسازگاری در درختان گیلاس شناخته نشده است.

مطالعات پوریکا و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که در شاخه های درختان سیب، گلابی، آلو، گیلاس، زردآلو و هلو فنول های متفاوتی وجود دارد که میزان آن به درجه رشد شاخه ها بستگی دارد. ترکیبات پلی فنولی نقش مهمی در شکل گیری پیوند، از طریق تاثیر بر روی پروسه لیگنینی شدن و رسوب پروتئین ایفا می کنند. رودریگویز و همکاران (۲۰۱۷) به مطالعه ناسازگاری پیوند در گونه پرونوس با کاهش شاخص SPAD پرداختند. نتایج نشان داد که مقادیر SPAD برای پایه های میروبالان ۲۶۲۴ و میروبالان ۲۹ سی در سه واریته به طور معنی داری پایین بود که با مرگ سه درخت به دلیل ناسازگاری پیوند همرا بود.

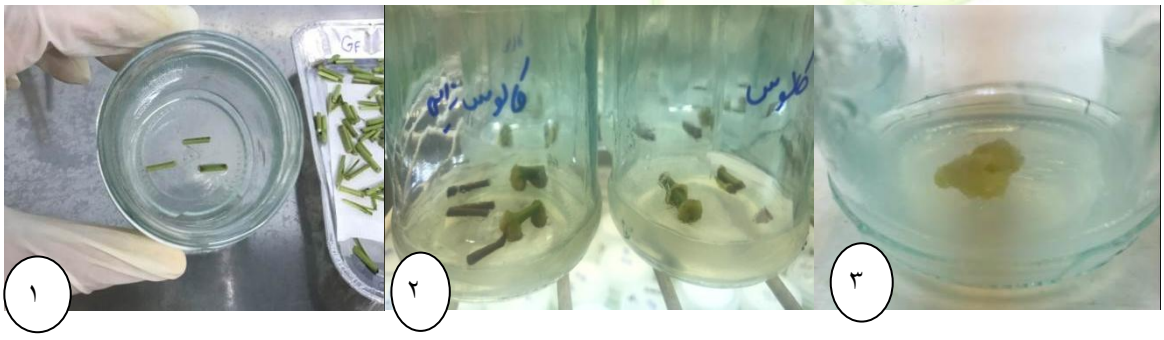
روش های پیش بینی ناسازگاری پیوند توسط محققین زیادی مورد بررسی قرار گرفته است از جمله بررسی فعالیت ایزوزیم پراکسیداز و ترکیبات فنلی در پرونوس (رودریگز و همکاران، ۲۰۰۱) و پیوند گلابی- به (موساچی و همکاران، ۲۰۰۰)، مطالعات درون شیشه ای پیوندهای گیلاس بر روی آلبالو نشان دهنده تجمع پرونین در آوند آبکش بالای محل پیوندهای ناسازگار است. در روش های پیش بینی

ناسازگاری پیوند به روش کشت درون شیشه ای ۱۵ روز بعد از استقرار پیوند، استقرار مجدد آوندی بررسی شد.. در پیوندهای ناسازگار، ارتباط پیوند برقرار میشود اما اتصال آوند چوب و آبکش وجود نداشت (پیگنانی و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعه پیوند درون شیشه ای رقم سیاه مشهد با تکیه بر روش پیوند و اندازه پیوندک نتایج نشان داد بالاترین درصد موفقیت پیوند از قسمتshoot Apexبا اندازه پیوندک بلندتر از ۶ میلیمتر بود (امیری، ۲۰۱۸). گنجی مقدم و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی امکان پیش بینی ناسازگاری برخی از ارقام تجاری آلو روی پایه های آلو و زردآلو نقش فنول ها در ناسازگاری پیوند را مورد بررسی قرار دادند. مقایسه اختلاف محتوی فنول در پایین و محل اتصال پیوند نشان می دهد که ترکیبات فنولی در محل اتصال پیوند در ارقام پیوند شده روی پایه میروبالان کاهش یافته است در حالی که در ارقام سانتارزا، قطره طلا، لارودا، استنلی، درگزی، بخارا، شمس و سیمکا روی پایه زردآلو افزایش یافته است.

مواد و روش تحقیق

این مطالعه در بخش تحقیقات علوم زراعی باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در آزمایشگاه کشت بافت گروه باغبانی انجام گرفت. در این تحقیق از ارقام تجاری "بینگ"، "عدلی"، "تکدانه" و "سیاه مشهد" (تهیه شده از باغ مادری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی واقع در گلمکان استفاده شد، این ارقام جزء ارقام تجاری و دارای سطح زیر کشت گسترده در ایران می‌باشد که به عنوان پیوندک استفاده گردیدند و از پایه‌های رویشی گیلاس "گیزلا- ۶" (شاهد سازگار)، "گیزلا- ۵"، "محلب- ۱۶۸" و جی‌اف- ۳۰۵" (شاهد ناسازگار) به عنوان پایه استفاده گردید. از آزمایش فاکتوریل دو فاکتوره در قالب طرح کاملا تصادفی با۱۶ تیمار، فاکتور اول پایه در ۴ سطح و فاکتور دوم، رقم در ۴ سطح هر تیمار ۴ تکرار و هر تکرار شامل ۳ نمونه بود.

نمونه‌های گیاهی در خرداد ماه از باغ مادری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. ضدعفونی ریزنمونه‌های مورداستفاده دراین آزمایش شامل جوانه‌های انتهایی و جوانه های جانبی بودند. پس از جداسازی کلیه برگ‌ها، شاخه‌ها به قطعات ۱/۵ سانتی‌متری تقسیم شدند و با مایع شوینده شستشو و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در زیر آب جاری قرار گرفتند. ریز نمونه‌های میانگره (به طول ۱ سانتی‌متر) با استفاده از الکل ۷۰٪ به مدت ۱ دقیقه سپس سه مرتبه شستشو با آب مقطر استریل، در مرحله بعد استفاده از هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ برای ۱۰ دقیقه و پس از سه بار شستشو با آب مقطر استریل ضدعفونی شدند ودر محیط کشت MS حاوی عناصر ماکرو و میکرو، ویتامین‌ها و ۶ گرم در لیتر آگار برای جامد شدن محیط کشت و ۳۰ گرم ساکارز در هر لیتر با غلظت‌های مختلف تنظیم کننده رشد (BAPو 2,4-D) به عنوان محیط کشت پایه مورد استفاده قرار گرفت. پی‌اچ محیط کشت روی ۵/۷ تنظیم شد. سپس محیط کشت‌ها در دمای ۱۲۱ و فشار ۱/۲ اتمسفر به مدت ۱۵دقیقه اتوکلاو شدند. تمام مراحل کشت زیر هود و شرایط استریل انجام شد. پروسه کالوس‌زایی ریز نمونه‌ها پس از ۷-۱۰ روز آغاز گردید. تعداد ۱۸ ریز نمونه در هر تیمار (۶ پتری دیش در هر کدام ۳ ریز نمونه) و تعداد کل ۱۰ تیمار و ۱۸۰ ریز نمونه در مرحله کالوس‌زایی استفاده شد. بعد از تولید کالوس در پایه و پیوندک، کالوس‌ها به محیط کشت جدید حاوی ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر توفوردی و ۱ میلی‌گرم در لیتر کینتین منتقل شدند و در کنار یکدیگر قرار داده شدند تا در صورت وجود سازگاریبا یکدیگر ادغام شوند(شکل-۱).



شکل ۱- استقرار ریز نمونه درون محیط کشت جهت کالوس‌زایی. ۲: شروع فرایند کالوس‌زایی بعد از ۷-۱۰ روز. ۳- رشد کالوس بعد از ۳ هفته

اندازه گیری فنل کل

جهت اندازه‌گیری ترکیبات فنل کل از معرف فولین سیکالتو به روش(سینگلتون و همکاران، ۱۹۹۹) استفاده شد. برای تهیه عصاره به نمونه تازه از بافت گیاهی (محل پیوند) ۱ میلی‌لیتر محلول متانول/آب (v:v ۸۰:۲۰) اضافه و به طور کامل له شد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در شرایط بدون نور روی شیکر قرار داده و بعد آن ازکاغذ صافی عبور دادهو عصاره‌ی استخراج شده برای انجام مراحل بعدی آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. ۲۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده با ۱/۱۶ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین به محلول اضافه شد. پس از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم۲۰٪ اضافه و پس از همزدن به مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. نتایج به صورت میلی‌گرم هم ارز گالیک اسید بر۱۰۰ گرم وزن تازه محاسبه گردید.

اندازه گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز

استخراج عصاره آنزیمی: برای تهیه عصاره آنزیمی ابتدا لازم است که محلول‌های ۰/۸ مولار کلرید پتاسیمو بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار (pH=7) به طور جداگانه تهیه شود. سپس از هر کدام از این محلول‌ها حجم معینی بر داشته و با هم مخلوط می‌شوند (۵۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۸ مولار کلرید پتاسیم به اضافه ۵۰ میلی‌لیتر از محلول بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار). از محلول‌های تهیه شده برای استخراج عصاره آنزیمی استفاده شد. ۰/۱ گرم بافت تازه (محل پیوند) با ۱۰ میلی‌لیتر از محلول مذکور در هاون چینی خوب ساییده و مخلوط حاصل را با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ کرده و مایع فوقانی به عنوان عصاره آنزیمی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور حفظ فعالیت آنزیم کلیه مراحل استخراج آنزیم در ظرف یخ انجام گرفت.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم: به عصاره آنزیمی، ۳ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار و ۵۰ میکرولیتر مایع گایاکول خالص با فرمول شیمیایی ($C_7H_8O_2$)، و سپس ۵۰ میکرولیتر هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ۳٪ اضافه شد و بلافاصله تغییرات در جذب نوری در طول موج ۴۳۶ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در فواصل زمانی ۱۵ ثانیه به مدت ۳ دقیقه ثبت گردید. بعد از اضافه کردن آب اکسیژنه و ترکیب گایاکول محلول به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای در آمد. برای محاسبه فعالیت آنزیم پراکسیداز، آخرین عدد جذبی را از اولین عدد جذبی خوانده شده کم کرده و بر ۳ تقسیم می‌کنیم(پل و همکاران، ۱۹۹۷).

تعیین میزان تجمع نشاسته

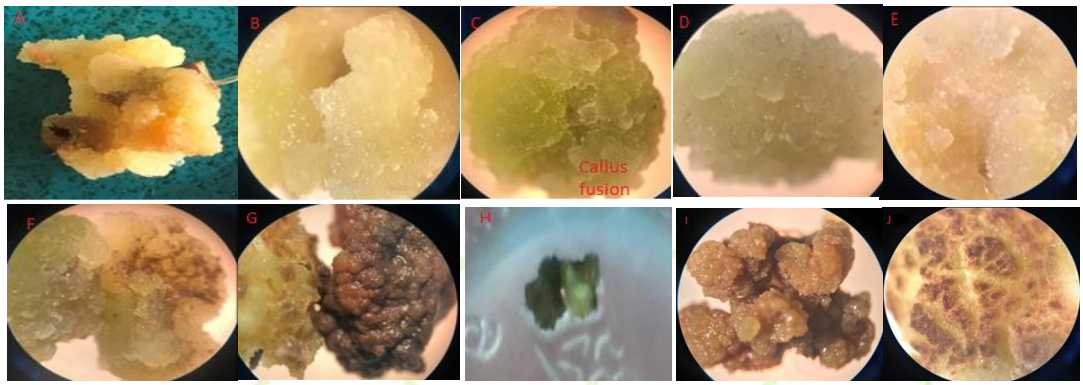
ریز نمونه را در اتانول ۸۰٪ به حالت یکنواخت در آورده و به حجم ۱۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم و به مدت ۴۸ ساعت شیکر می نماییم، مخلوط سانتریفیوژ شده و بخش زیری با اتانول ۸۰٪ چندین مرتبه شستشو می‌شود. سپس ۲ میلی‌لیتر آب مقطر و ۵ میلی لیتر اسید پرکلریدریک ۵۲٪به نمونه‌ها اضافه شد و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای صفر درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از سانتریفیوژ کردن بخش رویی را نگهداری می‌کنیم. ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول رویی را با آب دیونیزه به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده و به آن ۴ میلی لیتر معرف آنترون افزوده در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۸ دقیقه قرار می‌دهیم. سپس لوله‌ها به سرعت سرد شده و شدت رنگ را به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر قرائت می‌شود. از معرف آنترون به عنوان شاهد استفاده شد(هیج و همکاران، ۱۹۶۲).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد و نمودارها توسط نرم افزار Excel ترسیم شدند.

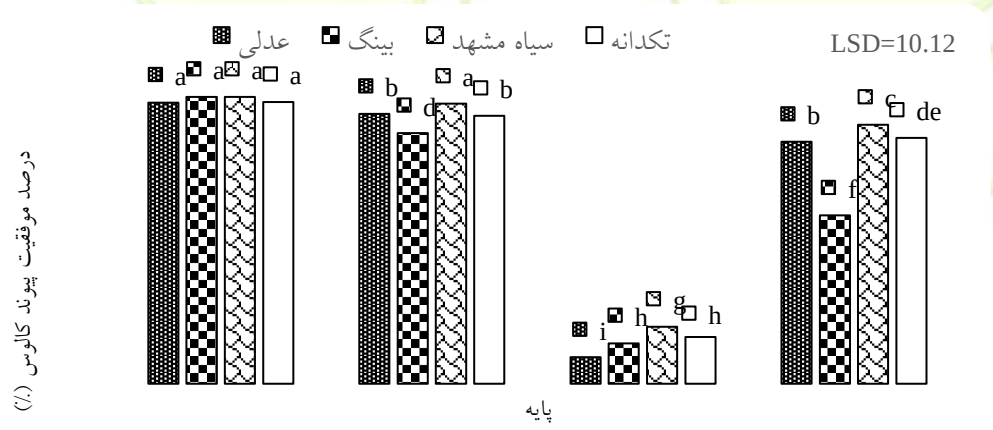
نتایج و بحث

بعد از القاء کالوس، کالوس‌های تولید شـده‌ی پایه و پیوندک جهت ادغام با یکدیگر در محیط کشـت MS حاوی هورمون کینتین و توفوردی قرار گرفتند. بعد از گذشت ۴ هفته ادغام کالوس‌ها بررسی شد. از هفته دوم به بعد با رشد کالوس‌ها، اتصال بین دو کالوس پایه و پیوندک شکل گرفت. در پیوندهای ناسازگار بافت کالوس به صورت بی نظم و در پیوندهای سازگار بافت کالوس یکدست و منظم بود. در پیوندهای ناسازگار تجمع ترکیبات فنلی در سطح سلول های واکوئل ها و محل پیوند مشاهده شد اما در پیوندهای سازگار میزان فنل بسیار جزئی فقط در اطراف سلول ها مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲- a,b,c,d,e :پیوندهای سازگار در آزمایش ادغام کالوس. F,g, h,i : پیوندهای ناسازگار. J : تجمع فنل در پیوند ناسازگار.

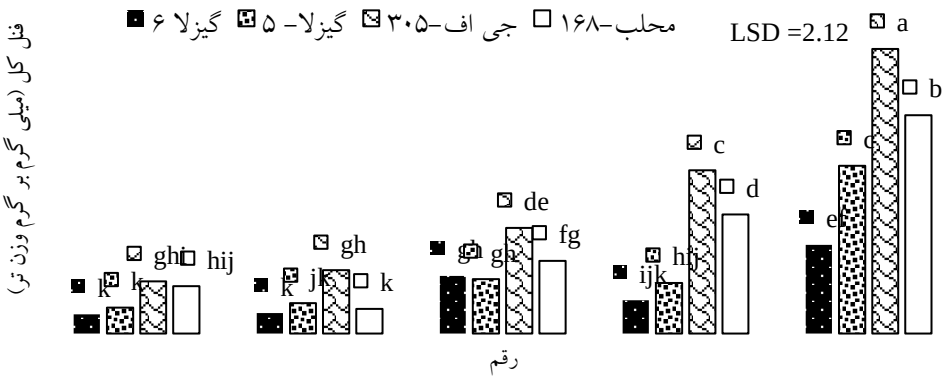
نتایج اثر متقابل پایه و رقم بر درصد موفقیت پیوند در آزمایش ادغام کالوس نشـان داد، بیشـترین موفقیتپیوند رقم سیاه مشـهد روی پایه گیزلا-۶ با میانگین ۹۲/۳۳ درصد بود که با پیوند ارقام بینگ، تکدانه عدلی روی پایه گیزلا-۶ اختلاف معنی‌داری نداشت، در واقع ارقام روی پایه سـازگار بالاترین درصـد موفقیت پیوند را داشـتند. کمترین درصـد موفقیت، پیوند رقم عدلی روی پایه جی اف-۳۰۵با میانگین ۸/۵ درصد بود(شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل پایه و رقم گیلاس بر درصد موفقیت پیوند در آزمایش ادغام کالوس.

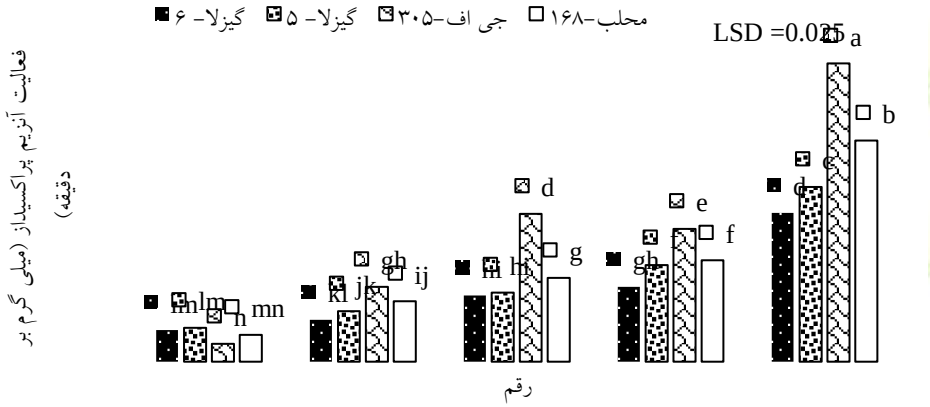
نتایج اثر متقابل رقم و پایه بر میزان فنل کل در آزمایش ادغام کالوس‌ها نشـان داد که بین ارقام تفاوت معنی‌داری در سـطح احتمال ۱ درصـد وجود دارد. بیشـترین میزان فنل کل در پیوند رقم تکدانه روی پایه جی‌اف- ۳۰۵ با میانگین ۲۸/۷۶ میلی‌گرم گالیک اسـید بر گرم وزن تازه بود. کمترین میزان فنل کل در پیوند رقم عدلی روی پایه گیزلا-۶ با میانگین ۲/۰۵ و روی پایه محلب-۱۶۸ با میانگین ۲/۵ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن تازه بود. در همه ارقام کاربرد پایه گیزلا-۶ باعث کاهش میزان فنل کل گردیده است. به طور کلی میزان فنل کل در پیوندهای صورت گرفته روی پایه گیزلا-۶ (شاهد سازگار) نسبت به پایه‌های گیزلا ۵، محلب-۱۶۸ و جی اف-۳۰۵ کمتر بود در

نتیجه پایه گیزلا-۶ و گیزلا- ۵ از سازگاری خوبی با ارقام گیلاس برخوردارند، پایه محلب-۱۶۸ نیمه سازگار و پایه جی‌اف- ۳۰۵ ناسازگار با ارقام گیلاس است(شکل ۴).



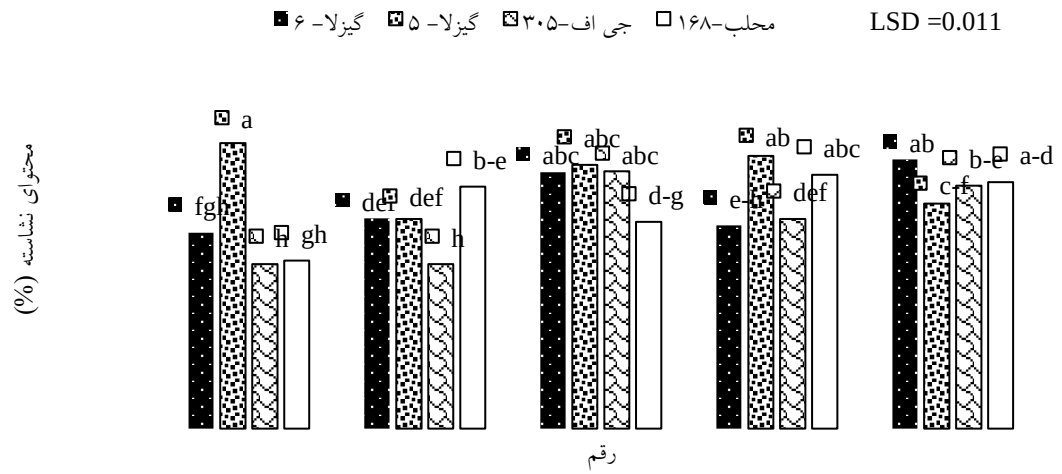
شکل ۴- اثر متقابل پایه و رقم گیلاس بر میزان فنل کل در آزمایش ادغام کالوس.

نتایج اثر متقابل پایه و رقم بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در آزمایش ادغام کالوس نشان داد که میزان فعالیت پراکسیداز روی پایه جی‌اف-۳۰۵ (شاهد ناسازگار) نسبت به سایر پایه‌ها بیشتر بود. بیشترین و کمترین میزان پراکسیداز به ترتیب در پیوند رقم تکدانه روی پایه جی‌اف-۳۰۵ با میانگین ۰/۷۵۴ میلی‌گرم بر دقیقه و رقم عدلی روی پایه گیزلا-۶ با میانگین ۰/۱۰۵ میلی‌گرم بر دقیقه بود. پایه گیزلا-۶ به طور معنی‌داری میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز را کاهش داده است(شکل ۵).



شکل ۵- اثر متقابل پایه و رقم گیلاس بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در آزمایش ادغام کالوس.

نتایج اثر متقابل پایه و رقم بر میزان تجمع نشاسته در آزمایش ادغام کالوس نشان داد بیشترین و کمترین میزان نشاسته در پیوند رقم سیاه مشهد روی پایه گیزلا- ۵ با میانگین ۰/۱ درصد و رقم عدلی روی پایه جی‌اف-۳۰۵ با میانگین ۰/۰۶ درصد بود. از نظر میزان نشاسته بین پایه و ارقام اختلاف معنی‌داری وجود داشت اما رابطه معنی‌داری بین پایه سازگار (گیزلا-۶) و ناسازگار (جی اف-۳۰۵) وجود نداشت (شکل 6).



شکل ۶-اثر متقابل پایه و رقم گیلاس بر میزان تجمع نشاسته در آزمایش ادغام کالوس.

نتیجه گیری نهایی

استفاده از تکنیک ادغام کالوس‌ها روشی سریع برای پیش‌بینی سازگاری یا ناسازگاری پیوند است. در پیوندهای سازگار کالوس پایه و پیوندک بعد از حدود ۳ هفته کاملا در یکدیگر ادغام شـده اما اگر پیوند ناسـازگار باشـد کالوس‌ها با یکدیگر ادغام نمی‌شـوند و از یکدیگر به راحتی جدا می‌شوند.

منابع

گنجی مقدم، ا. و گنابادی، ع. ۱۳۸۷. راهنمای پایه‌های درختان میوه (ترجمه). انتشارات غلامی، ص ۱۹۱.

Amiri, H., Mousawi, M. and Torahi, A. 2018. The effect of various factors on browning of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) explants in vitro. Plant Production, 18(1): 33–45.

Hedge, J.E. and Hofreiter, B.T. 1962. Determination of starch. In: Methods in Carbohydrate Chemistry (Whistler, R.L. and BeMiller, J.N., eds.), Vol. 17, Academic Press, New York, pp. 17–22.

Piagnani, M.C., Prinsi, B. and Bassi, D. 2006. Experimental approaches to in vitro grafting in *Prunus armeniaca* and *P. spinosa*. Advances in Horticultural Science, 20(3): 224–230.

Polle, A., Eiblmeier, M., Sheppard, L. and Murray, M. 1997. Responses of antioxidative enzymes to elevated CO_2 in leaves of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings grown under a range of nutrient regimes. Plant, Cell and Environment, 20: 1317–1321.

Porika, H.K., Nimbolkar, B., Rajashekar, B. and Firoz Hussain, S. 2016. Graft compatibility-incompatibility in fruit crops, mechanism and determination technique. The Asian Journal of Horticulture: 252–260.

Rodrigues das Neves, T., Alex Mayer, N. and Ueno, B. 2017. Graft incompatibility in *Prunus* spp. preceded by SPAD index reduction. Ciências Agrárias, Londrina, 38(3): 635–648.

Rodrigues, A.C., Machado, L.B., Diniz, A.C., Fachinello, J.C. and de Luces Fortes, G.R. 2001. Evaluation of the graft compatibility in *Prunus* sp. Revista Brasileira de Fruticultura, 23(2): 455–464.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152–178.

Early diagnosis graft incompatibility in some of cultivars and dwarf and semi dwarf sweet cherry rootstock

Ebrahim Ghanji Moghadam[1*] and Arezuo Jalali[1]
1- Horticultural Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Center of Razavi Khorasan, Mashhad, Iran
Corresponding Author: eganji31568@gmail.com

Abstract

Scion-rootstock incompatibility is one of the most problems in fruit trees. The study evaluated predicts sweet cherry compatibility/incompatibility by in vitro internode association technique. Two factorial experiments was laid out in completely randomized design (CRD) with three replications. Treatment including the first factor, four levels of sweet cherry cultivars (Bing, Takdaneh, Siah Mashhad, and Adli) and the second factor, four levels of rootstocks (Gisela-5, Gisela-6, Mahaleb (M-168), and GF-305). Results showed that there were significant differences on total phenolic content, peroxidase, and starch content. GF-305 (incompatible) rootstock had the lowest success rate of grafts on all cultivars, while Gisela-6 rootstock showed the highest success rate of grafts on Siah Mashhad and Bing cultivars. The results showed that in incompatible grafts, an increase in total phenol content and peroxidase activity and a decrease in grafts' success rate was observed. The degree of compatibility was significantly and positively correlated with grafts success rate while significantly and negatively correlated with total phenol content and peroxidase activity. No clear trend was observed regarding starch content and graft success rate. Therefore, our finding leads to the conclusion that phenolic compounds (mostly) and peroxidase activity can be used to pre-screen for incompatible grafts.

Keywords: Incompatibility, Rootstock, Sweet cherry, Starch content, Peroxidase activity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهینه‌سازی تولید حداکثری تروپان آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین در ریشه‌های موئین بذرالبنج مشبک در شرایط بیوراکتور

احد هدایتی[1*]، رضا حسین‌زاده[1]، الناز نوروزی پاکزاد[1]، سیاوش همتی[1]، راحله طهماسبی[2]، محمد قشلاقی[1]، علیرضا امیر صادقی[2]، بهمن حسینی[3] و رامین ملکی[2]

۱- گروه پژوهشی تولید متابولیت‌های ثانویه در سامانه‌های زیستی، جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی، ارومیه، ایران
۲- گروه پژوهشی شیمی تجزیه، جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی، ارومیه، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *a.hedayati@urmia.ac.ir*

چکیده

رویکرد جهانی به استفاده از گیاهان دارویی و ترکیب‌های طبیعی در صنعت داروسازی، آرایشی-بهداشتی و غذایی نیاز مبرم به تحقیقات پایه‌ای و کاربردی وسیعی را در این زمینه نمایان می‌سازد ولی در مقابل عوامل متعددی موجب محدودیت منابع در تأمین ترکیبات شیمیایی می‌گردد. از اینرو، نیاز به روش‌های جایگزین برای تولید دائمی و مطمئن مواد موثره گیاهی در طول سال بیشتر احساس می‌شود. یکی از موارد، استفاده از فناوری کشت بافت گیاهی و تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهی در شرایط درون شیشه‌ای است. تولید متابولیت ثانویه گیاهی با خصوصیات دارویی در شرایط آزمایشگاهی، فواید زیادی در مقایسه با استخراج این ترکیبات از گیاهان، تحت شرایط طبیعی دارد. از جمله ابزارهایی که برای کشت وسیع سلول‌های گیاهی به کار رفته‌اند، بیوراکتورها هستند. در این پژوهش، پس از کشت و جوانه زنی بذور گیاه دارویی بذرالبنج، ریزنمونه‌های مورد نظر جهت القاء ریشه‌های موئین تهیه و پس از بدست آمدن ریشه‌های موئین، از بیوراکتور نوع بالونی جهت تولید توده زیستی ریشه‌های مویین گیاه دارویی بذرالبج مشبک استفاده شد. همچنین در این پژوهش، تاثیر محرک‌های مختلف شامل، عصاره مخمر (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، کیتوسان (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)، نانو ذرات سیلسیوم دی اکسید (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نانو ذرات نقره (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر میزان ترکیبات دارویی ذکر شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین میزان وزن تر (۲۹۲ گرم) و وزن خشک (۱۷/۸۸ گرم) در ریشه های تیمار شده با محرک نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید بدست آمد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان هیوسیامین (۲۳۳/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماده تر) و اسکوپولامین (۵۹/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماده تر) در نتیجه تیمار با نانو ذرات سیلس حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: آگروباکتریوم رایزوژنز، ریزنمونه، ریشه موئین، محرک، نانو ذرات.

مقدمه

بذرالبنج مشبک با نام علمی *Hyoscyamus reticulatus* L گیاهی از تیره سیب زمینی (Solanaceae) است که در مناطق جنوب غرب آسیا، ایران، ترکیه و مصر پراکنش دارد. این گیاه منبع غنی از آلکالوئیدهای تروپانی به ویژه اسکوپولامین و هیوسیامین است که به دلیل پیچیدگی فرمولاسیون و هزینه بالای سنتز آزمایشگاهی، معمولاً از طریق استخراج از گیاهان تولید می‌شوند (Moharrami et al., 2017). به دلیل اهمیت اقتصادی و افزایش تقاضا برای تولید متابولیت‌های ثانویه، محققین به دنبال راهکارهایی برای افزایش تولید این ترکیبات از لحاظ کیفی و کمی هستندکشت بافت گیاهی یکی از مهمترین تکنیک‌های تولید صنعتی متابولیت‌های ثانویه است. زیرا پتانسیل تولید این مواد در شرایط طبیعی بسیار محدود می‌باشد. امروزه زیست فناوری بعنوان ابزاری نوین برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی بکار گرفته می‌شود که از طریق ازدیاد در شرایط درون شیشه ای (*in vitro*) انجام می‌گیرد. ریشه های موئین به وسیله انتقال T-DNA (Transfer DNA) از پلاسمید باکتری *Agrobactrium rhizogenes* به بافت‌های میزبان القا می‌شود که در نتیجه، ویژگی سنتز هورمون اکسین توسط ژن‌هایی که به وسیله باکتری کد می‌شود به میزبان سرایت می‌کند. (Guillon et al., 2006).

استفاده از محرک‌ها یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه است. محرک‌ها عوامل زنده یا غیر زنده‌ای هستند که موجب تغییرات فیزیولوژیکی در موجود زنده می‌شوند. اصطلاح محرک اشاره به مواد شیمیایی حاصل از منابع مختلف زنده و غیر زنده بخصوص عوامل فیزیکی دارد که می‌تواند موجب تحریک تجمع متابولیت ثانویه شود.

عوامل مختلفی مانند غلظت محرک، سن سلول‌ها، نوع محیط کشت، زمان افزودن محرک به محیط کشت و مدت زمانی‌که محیط کشت در معرض محرک قرار می‌گیرد، بر تولید متابولیت‌های ثانویه تأثیر می‌گذارد. بیوراکتور به دستگاه یا سیستمی اطلاق می‌شود که محیطی مناسب شامل آب، مواد مغذی و اکسیژن لازم برای رشد یک موجود زنده را فراهم می‌کند (Adelberg and Fári, 2010). بیوراکتورها عموماً محیط‌های استریل و مستقلی هستند که شامل سیستم‌های ورودی و خروجی مایع و هوا هستند و برای بهینه‌سازی و نظارت بر شرایط کشت طراحی شده‌اند. در پژوهشی تاثیر غلظت‌های مختلف نانو ذرات اکسید روی بر تولید تروپان آلکالوئیدها درریشه‌های موئین بذرالبنج کشت شده در بیوراکتور مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بیشترین میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در ریشه‌های موئین تیمار شده با ۷۵ میلی گرم بر لیتر نانوذرات به مدت ۷۲ ساعت بدست آمد (Alizadeh et al., 2025). در تحقیق دیگری تاثیر غلظت‌های مختلف نانو اکسید آهن بر میزان آتروپین و اسکوپولامین در کشت ریشه‌های موئین شابیزک مورد بررسی قرار گرفت و مطابق نتایج غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر این محرک باعث افزایش بیش از ۵۰ برابری اسکوپولامین نسبت به تیمار شاهد گردید (Sepehri et al., 2022). با توجه به این که تولید سریع و بالای متابولیت‌های ثانویه از طریق روش‌های شیمیایی عمدتاً پرهزینه، مشکل و یا غیرممکن می‌باشد و نیز به دلیل اهمیت اقتصادی این متابولیت‌ها و تولید اندک آن‌ها در گیاهان دارویی، استفاده از راهکارهایی مثل کشت ریشه‌های موئین در بیوراکتور و استفاده از محرک‌های غیرزیستی تولید این متابولیت‌ها را بهبود می بخشد. بنابراین، هدف از این پژوهش بهینه‌سازی شرایط تولید زیست توده و همچنین ارزیابی تأثیر محرک‌های عصاره مخمر، کیتوسان، نانوذرات نقره، تیتانیوم دی اکسید و سیلیسم دی اکسید بر میزان آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین در بیوراکتور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه، ضدعفونی و کشت بذور

بذرهای گیاه بذرالبنج مورد استفاده در این پژوهش از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و پس از برطرف کردن خواب بذر در محیط کشت MS کشت گردید. جهت ضدعفونی بذور، از اتانول ۷۰ درصد هیپوکلریت سدیم ۲/۵ استفاده شد و در انتها در محیط کشت MS جامد کشت گردید. بذور کشت شده به منظور جوانه زنی به اتاق رشد با دمای ۲۵ درجهی سانتیگراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند.

تلقیح با آگروباکتریوم رایزوژنز جهت ایجاد ریشه‌های موئین

به منظور تلقیح ریزنمونه‌های گیاهی، دو هفته پس از جوانه‌زنی، کوتیلدون‌ها در زیر هود لامینار از گیاهچه‌های مادری استریل جدا شده و داخل پتری دیش استریل قرار گرفتند و پس از ایجاد زخم‌هایی در سطح زیرین نمونه‌ها به مدت ۳ دقیقه درون سوسپانسیون سویه A13 باکتری آگروباکتریوم غوطه‌ور شدند. سپس ریزنمونه‌های تلقیح شده به محیط کشتMS جامد (محیط هم‌کشتی ریزنمونه با باکتری) منتقل و به مدت ۴۸ ساعت، داخل انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی نگهداری و پس از این مدت با آب مقطر حاوی آنتی بیوتیک سفوتاکسیم شستشو داده شدند. ۱۶ روز پس از تلقیح ریزنمونه‌های کوتیلدونی با آگروباکتریوم رایزوژنز، به تدریج ریشه‌های موئین ظاهر شدند.

کشت ریشه‌های موئین در بیوراکتور و تیمار با محرک‌های زیستی و غیر زیستی

بیوراکتور مورد استفاده در این آزمایش از نوع بالونی هوا بالابر با ظرفیت ۵ لیتر بود. ۳ گرم ریشه موئین کشت شده در ارلن برداشت و در بیوراکتور حاوی ۳ لیتر محیط MS مایع کشت شد. محرک‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل عصاره مخمر (با غلظت بهینه ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، کیتوسان (با غلظت بهینه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید (با غلظت بهینه ۱۰ میلی‌گرم در لیتر)،

نانوذرات سیلیس (با غلظت بهینه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نانو ذرات نقره (با غلظت بهینه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند که در روز ۲۱ ام بعد از کشت، محرک‌ها به محیط کشت ریشه های موئین رشد کرده اضافه شده و یک هفته بعد ریشه‌های موئین از بیوراکتور برداشت شده و بعد از شستشو با آب مقطر و حذف رطوبت اضافی با کاغذ صافی، ریشه‌ها با ترازو توزین شد. سپس ریشه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق، ۲۵ درجه سانتیگراد هوا خشک شده و وزن خشک ریشه‌ها اندازه‌گیری شد.

استخراج تروپان آلکالوئیدها و آنالیز با دستگاه HPLC

استخراج تروپان آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین از ریشه‌های موئین تیمار شده با محرک‌های مختلف به روش Kamada و همکاران (۱۹۸۶) با اندکی تغییر انجام شد. به‌منظور سنجش کیفی و کمی میزان تروپان آلکالوئیدها نیز از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، مدل Agilent 1100-USA با آشکارساز آرایه دیودی در طول موج ۲۱۵ نانومتر استفاده شد. میزان دو آلکالوئید هیوسیامین و اسکوپولامین بر اساس سطح زیر منحنی بدست آمده با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد. منحنی استاندارد نیز بر اساس سطح زیر منحنی دو ترکیب هیوسیامین و اسکوپولامین با خلوص HPLC (شرکت سیگما) در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر رسم گردید.

نتایج و بحث

تاثیر محرک‌های زیستی و غیر زیستی بر وزن تر و خشک ریشه‌های موئین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع محرک در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان وزن تر و خشک ریشه‌های موئین تیمار شده داشت. بیشترین میزان وزن تر (۲۹۲ گرم) و وزن خشک (۱۷/۸۸ گرم) در ریشه های تیمار شده با محرک نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید بدست آمد در حالیکه، کمترین میزان وزن تر (۲۲۰ گرم) و وزن خشک (۱۳/۲ گرم) مربوط به تیمار نانو ذرات نقره بود. نانو ذره تیتانیوم دی اکسید منبع مناسبی از عناصر غذایی ضروری برای گیاهان به‌شمار می‌رود که سبب افزایش زیست توده گیاهی از طریق افزایش فعالیت‌های متابولیکی می‌گردد. نانو ذره تیتانیوم دی اکسید از طریق تأثیر بر متابولیسم نیتروژن، بوسیله القاء فعالیت آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و گلوتامات دهیدروژناز به واسطه‌ی جذب نیترات، سبب بهبود رشد شده و در نتیجه باعث افزایش وزن تر، وزن خشک در گیاهان می‌گردد (Palmqvist et al., 2015).

تاثیر محرک‌های زیستی و غیر زیستی بر میزان تولید تروپان آلکالوئیدها

جدول تجزیه واریانس نشان داد که نوع محرک در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان تروپان آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین ریشه‌های موئین تیمار شده داشت نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان هیوسیامین (۲۳۳/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماده تر) و اسکوپولامین (۵۹/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماده تر) در نتیجه تیمار با نانو ذرات سیلس حاصل گردید. لازم به ذکر است که میزان هیوسیامین در ریشه‌های موئین بذرالبنج مشبک در اثر تیمار با نانو ذرات سیلس ۲۰/۶۲ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین، میزان اسکوپولامین در اثر تیمار با نانو ذرات سیلس در ریشه‌های موئین بذرالبنج ۵/۹ برابر در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش نشان داد. محرک‌ها علاوه بر پاسخ‌های دفاعی، توانایی القاء تجمع متابولیت‌های ثانویه مانند تروپان آلکالوئیدها را دارند. آلکالوئیدها به‌طور معمول در بخش‌های درون سلولی و معمولاً در واکوئل قرار گرفته‌اند. بنابراین تولید بسیاری از آن‌ها به خاطر ظرفیت واکوئل محدود شده است. یکی از راه‌کارهای نفوذپذیر کردن غشای سلولی استفاده از محرک‌ها به خصوص نانو ذرات به دلیل اندازه خاص آن‌ها است. با توجه به اینکه تروپان آلکالوئیدها عمدتاً در ریشه سنتز و سپس به اندام‌های هوایی منتقل می‌شوند و سنتز بیشتر آنزیم‌های مسیر بیوسنتزی این دسته از آلکالوئیدها در سلول‌های جوان ریشه رخ می‌دهد. امروزه تلاش برای تولید تروپان آلکالوئیدها مخصوصاً اسکوپولامین در سیستم‌های کشت ریشه‌های موئین متمرکز شده است. بنابراین با کشت ریشه موئین به صورت مصنوعی میتوان به تولید انبوه و تجاری آن‌ها پرداخت. (Rao and Ravishankar, 2002).

منابع

Adelberg, J. and Fári, M.G. 2010. Applied physiology and practical bioreactors for plant propagation. Propagation of Ornamental Plants, 10: 205–219.

Alizadeh, S., Hosseini, B., Hemmati, S. and Tahmasebi, R. 2025. The high production of tropane alkaloids in hairy roots of *Hyoscyamus reticulatus* L. elicited by ZnO NPs in a bioreactor condition. Scientific Reports, 15: 17218.

Guillon, S., Trémouillaux-Guiller, J., Pati, P.K., Rideau, M. and Gantet, P. 2006. Harnessing the potential of hairy roots: dawn of a new era. Trends in Biotechnology, 24(9): 403–409.

Kamada, H., Okamura, N., Satake, M., Harada, H. and Shimomura, K. 1986. Alkaloid production by hairy root cultures in *Atropa belladonna*. Plant Cell Reports, 5(4): 239–242.

Moharrami, F., Hosseini, B., Sharafi, A. and Farjaminezhad, M. 2017. Enhanced production of hyoscyamine and scopolamine from genetically transformed root culture of *Hyoscyamus reticulatus* L. elicited by iron oxide nanoparticles. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 53(2): 104–111.

Palmqvist, N.G.M., Bejai, S., Meijer, J., Seisenbaeva, G.A. and Kessler, V.G. 2015. Nano titania aided clustering and adhesion of beneficial bacteria to plant roots to enhance crop growth and stress management. Scientific Reports, 5: 1–12.

Rao, S.R. and Ravishankar, G.A. 2002. Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advances, 20(2): 101–153.

Sepehri, E., Hosseini, B. and Hedayati, A. 2022. The effect of iron oxide nano-particles on the production of tropane alkaloids, *h6h* gene expression and antioxidant enzyme activity in *Atropa belladonna* hairy roots. Russian Journal of Plant Physiology, 69(6): 122.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Optimization of Maximal Production of Tropane Alkaloids Hyoscyamine and Scopolamine in Hairy Roots of *Hyoscyamus reticulatus* (Henbane) under Bioreactor Conditions

Ahad Hedayati[1*], Reza Hosseinzadeh[1], Elnaz Nourozi[1], Syavash Hemmaty[1], Rahele Tahmasebi[1], Mohammad Gheshlaghi[1], Alireza Amiesadeghi[1], Bahman Hosseini[2] and Ramin Maleki[1]

1. Academic Center for Education, Culture, and Research (ACECR), West Azarbayjan Branch, Urmia, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

[*]*Corresponding Author: a.hedayati@urmia.ac.ir*

Abstract

The global approach to utilizing medicinal plants and natural compounds in the pharmaceutical, cosmetic, and food industries highlights the critical need for extensive basic and applied research in this field. However, numerous factors limit the resources available for supplying chemical compounds. Consequently, the need for alternative methods to ensure the permanent and reliable production of plant-derived active compounds year-round becomes increasingly evident. One such technique involves using plant tissue culture technology and producing plant secondary metabolites under in vitro conditions. Producing plant secondary metabolites with medicinal properties under laboratory conditions offers significant advantages compared to extracting these compounds from plants grown under natural conditions. Bioreactors are among the tools employed for the large-scale cultivation of plant cells. In this study, after culturing and germinating seeds of the medicinal plant henbane (*Hyoscyamus reticulatus*), the desired explant segments were prepared to induce hairy roots. Following the establishment of hairy roots, a balloon-type bioreactor was used to produce the hairy root biomass of *H. reticulatus*. Furthermore, this research investigated the effects of various elicitors—including yeast extract (250 mg/L), chitosan (100 mg/L), titanium dioxide nanoparticles (TiO_2 NPs, 10 mg/L), silicon dioxide nanoparticles (SiO_2 NPs, 100 mg/L), and silver nanoparticles (Ag NPs, 100 mg/L)—on the levels of the aforementioned medicinal compounds. The results indicated that the highest fresh weight (292 g) and dry weight (17.88 g) of the hairy roots were obtained from the treatment with the TiO_2 NPs elicitor. Mean comparison results showed that the highest levels of hyoscyamine (233.49 mg kg^{-1} FW) and scopolamine (59.71 mg kg^{-1} FW) were achieved as a result of treatment with SiO_2 NPs.

Keywords: *Agrobacterium rhizogenes*, Elicitor, Explant, Hairy Root, Nano Particle.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

خالص‌سازی و اصلاح توده بومی شلغم نائین با آزمون نتاج ناتنی

عماد شاه منصوری[1*]، زهرا عباسی[1] و ریحانه اسماعیلی[2]
۱- بخش زراعی -باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: *shahman43@yahoo.com*

چکیده

توده‌های بومی شلغم موجود در کشور ایران، علی‌رغم دارا بودن صفات مطلوب کیفی، تنوع و سازگاری با مناطق تولید، به علت غیریکنواختی در صفات ظاهری و عدم توان رقابت با ارقام وارداتی به‌سرعت درحال فراموشی هستند. به منظور ارتقا عملکرد بازارپسند و افزایش خلوص رنگ در توده بومی شلغم نائین، این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ در مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان اجرا شد. روش اصلاحی "گزینش با بررسی نتاج خانواده‌های ناتنی" بود. ابتدا جمعیت مرجع تحت عنوان "نائین ۳ " در مقایسه باسایر نمونه‌ها انتخاب شد. از این جمعیت ریشه‌های مطلوب از نظر شکل و اندازه گزینش و از نظر رنگ به دو گروه سفید و بنفش تقسیم شدند. در سال بعد، در دو مزرعه ایزوله اقدام به بذرگیری جداگانه از هر تک بوته شد. با انتخاب بین ۱ تا ۴ ریشه مطلوب از هر خانواده ناتنی منتخب و بالک کردن و تولید بذر آزادگرده‌افشان از آنها در دو ایزوله، دو جمعیت بهبود یافته نائین۱و نائین۲ ایجاد شد که در یک آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار با توده اولیه، دو رقم خارجی وسه توده بومی مقایسه شد. نتایج پیشرفت معنی‌دار دو جمعیت بهبود یافته نایین ۱و۲ از نظر خلوص رنگ و عملکرد بازارپسند نسبت به جمعیت اولیه را نشان داد. رنگ ۹۹ درصد از ریشه‌های جمعیت بهبود یافته نایین(۱) سفید بود، درحالی که فراوانی این صفت در توده اولیه ۶۹درصد بود. رنگ ۸۵ درصد از ریشه های جمعیت بهبودیافته نایین(۲) بنفش بود، در صورتی که در توده اولیه فراوانی این صفت حدود ۱۵ درصد بود. عملکرد بازارپسندجمعیت بهبودیافته نایین(۱) و (۲) به ترتیب ۱۹ و ۹ درصدنسبت به عملکرد بازارپسند توده اولیه افزایش پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: آزمون نتاج، براسیکا راپا، توده بومی، رنگ غده.

مقدمه

شلغم *Brassica rapa* L. با نام انگلیسی Turnip گیاهی دو ساله از تیره Cruciferae است. توجه به توده های بومی شلغم که اکثرا در معرض خطر فراموشی، انقراض، اختلاط و فرسایش ژنتیکی قرار دارند و هنوز در سطوح بسیار محدود کشت و کار می شوند فزونی یافته و در بسیاری از نقاط جهان روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. (عبدالرزاق۲۰۲۱) اهداف مختلفی مانند تنوع بخشی به رژیم غذائی، مزه و طعم ویژه و ارزش های منحصر به فرد تغذیه ای و درمانی خاص و یا بهره‌گیری از صفات خاص در پروژه‌های به‌نژادی مورد استفاده و پژوهش قرار می‌گیرند(گرانت، ۱۹۸۲).

نوعی توده بومی شلغم به نام *Bavarian turnip* در آلمان مورد توجه قرار گرفته که در سطح کمتر از یک هکتار توسط چند خانواده برای عرضه به بازارهای محلی پرورش می یابد. این توده بومی به همراه توده بومی شناخته شده‌تر دیگر به نام تلتوور "Teltower" برای ترویج سیستم های ارگانیک و تولید محصول سالم کاندید هستند(رینر، ۲۰۰۵). در تحقیقی دیگر (یلدریم، ۲۰۱۰)برای بررسی تنوع ژنتیکی و ارتباط بین ۱۱ نمونه شلغم بومی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف شرق آناتولی ترکیه، از روش AFLP استفاده شد ولی ارتباط نتایج مارکر مولکولی با یافته های مورفولوژی گزارش نشد.

تلاش به‌نژادگران برای اصلاح صفاتی مانند شکل و رنگ ظاهر ریشه و رنگ گوشت، زودرس بودن، تحمل به خشکی، بهبود مقاومت در برابر بیماری‌ها، گسترش تنوع ژنتیکی و صفات کیفی مرتبط با دانه را هدف قرار داده است و صفات کمی مانند طول ریشه، قطر

و وزن تر نیز برای بهبود محصول مورد توجه هستند. تخمین وراثت پذیری از ۰٪ برای ماده خشک تا ۲۶٪ برای قطر ریشه متغیر بود (خلف الله ۲۰۱۴).

از آنجائی که به هنگام معرفی و ثبت ارقام جدید و همچنین به لحاظ پذیرش بازار مصـــرف، یکنواختی ظاهری در صـــفاتی همچون رنگ ریشه و شکل محصول ، به عنوان صفات مرتبط با بازار پسندی اهمیت زیادی دارد، لذا پروژه حاضر با هدف اصلاح و بهبود ژنتیکی و معرفی جمعیت(های) یکنواخت و متمایز از توده بومی شلغم نائین اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایسـتگاه کبوترآباد واقع در ۳۰ کیلومتری شـرق اصـفهان به مدت ۳ سـال (۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱)اجرا شـد. به منظور تعیین توده اولیه برتر بذر شش جمعیت از توده بومی شلغم نائین به همراه یک جمعیت از توده یزد، چهارجمعیت از توده اردستان، و دورقم خارجی مقایسه شدند. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش و حداکثر شباهت با تیپ ایده آل و مشهور توده بومی شلغم نائین، جمعیت شماره (۳) نائین به عنوان توده برتر و جمعیت پایه اصـــلاحی تعیین شـــد. پس از برداشـــت کامل کرت مربوط به این جمعیت، غده های مطلوب از نظر شکل و اندازه به دو گروه سفید (۱۷۷ عدد) و بنفش (۷۱ عدد) تقسیم و در دو مکان ایزوله کاشته شد. در اواخر خرداد ماه سال بعد بذر تک بوته ها به طور جداگانه تحت عنوان خانوادههای ناتنی جمعآوری و ذخیره شد. در هشتم شهریور ماه همان سال در خطوط جداگانه به طول ۲ متر و با فاصله ۳۰ سانتی متربه صورت اگومنت به همراه یک رقم خارجی و توده اولیه (نائین ۳) به عنوان شاهد کاشته شد.

بر اســاس نتایج این مرحله اقدام به انتخاب ۱ تا ۴ غده مطلوب از هر یک از خانوادههای برتر از گروه ســفید (۶۰ عدد)و گروه بنفش (۲۶ عدد)شد و برای تشکیل جمعیت سیکل دوم بالک شده و در دوایزوله کاشته شدند. بذر بوته ها به صورت بالک از هر یک از دو ایزوله تحت عنوان جمعیت بهبود یافته ۱ و جمعیت بهبود یافته ۲ برداشـت و به منظور بررسـی میزان پیشـرفت در صـفات دارای اهمیت شـامل یکنواختی رنگ و فرم غده و هچنین عملکرد کل و عملکرد بازار پســند در مقایســه با دو رقم خارجی، توده اولیه (نایین۳) وســه توده بومی شلغم که در برخی از مناطق شرق اصفهان کشت و کار می‌شوند در یک طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار کاشته شدند.

نتایج و بحث

بر اساس صفات اندازه گیری شده و مقایسه بین هر خانواده با دو خط شاهد مربوطه در اول و آخر هر ۱۰ خانواده، از گروه سفید ۶۰ خانواده و از گروه بنفش ۲۶ خانواده انتخاب شـد. خانواده هایی که به لحاظ ناخالصـی رنگ و یا میزان عملکرد، رشـد رویشـی و یا افات و بیماری ها دچار مشکلات جدی بودند مانند ژنوتیپ های ۵،۱۲،۲۲،۲۴ و... (جمعا ۲۰ خانواده از گروه سفید) به کلی حذف شدند.

از نظرصفت درصد غده سفید یکدست، جمعیت بهبودیافته(۱) بیشترین درصد غده سفید (۹۹/۳۳ درصد) و رقم کانیون بدون غده سفید مشخص شد. جمعیت های نایین ۳ و ورزنه در مرحله بعد بترتیب ۶۹/۳۳ و ۶۳/۳۳ درصد غده سفید را دارا بودند. رقم آریزونا و جمعیت بهبود یافته ۲ نیز با مقادیر ۸/۶۷ درصد و ۵ درصد غده سفید بترتیب در رده پایین از نظر این صفت قرار داشتند. صفت درصد غده بنفش یکدست نیز دربین ژنوتیپ‌ها تنوع زیای را نشان داد. به‌طوریکه ارقام کانیون و آریزونا و جمعیت بهبود یافته۱ فاقد غده بنفش بودند. جمعیت بهبود یافته ۲ با ۸۵/۶۷ درصد بیشترین میزان این رنگ را در بین نمونه ها دارا بود.

از نظر عملکرد بازارپســـند ژنوتیپ ها در دامنه ۳۳/۱۷ تا ۴۹/۷۰ تن در هکتار بودند. دو جمعیت بهبود یافته ۱ و ۲ حداکثر میزان عملکرد بازار پسند را دارا بودند و توده اردستان و و رقم کاتیون کمترین مقادیر این صفت را دارا بودند. نتایج این تحقیق با نتایج آزمایشی که در کشور مصر برای بهنژادی یک توده بومی به نام "بالادی"، انجام شده هم خوانی دارد به طوری که وزن محصول ریشه نسبت به جمعیت اولیه با استفاده از روش اصلاحی گزینش توده ای در سال اول ۲۲٪ و در گزینش توده ای سال دوم ۳۵٪ افزایش یافت(خلف الله، ۲۰۱۴). به علت آگاهی مصـرف کنندگان به اهمیت و خواص ورود سـبزیجات رنگی در رژیم غذائی منجمله ریشـه‌های حاوی آنتوسـیانین (یوستپه، ۲۰۲۱)، جمعیت بهبود یافته شماره دو به‌عنوان یک رقم شلغم که به طور یک‌دست به رنگ بنفش باشد و به طور طبیعی از منابع ژنتیکی داخل کشور استخراج شده را می‌توان امید بخش دانست.

منابع

Abdel-Razzak, H.S. 2021. Turnip (*Brassica rapa* var. *rapa* L.) Breeding. In: J.M. Al-Khayri et al. (eds.), Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops. Springer Nature Switzerland AG.

Grant, I. and Harney, P.M. 1982. Inheritance of yield and other quantitative characters in *Brassica napus* var. *napobrassica*. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 24(4): 459–465.

Khalf-Allah, A.M., Abdel-Razzak, H.S., Feleafel, M.N. and Harfoush, E.A. 2014. Efficiency of selection breeding programs to improve yield and root quality of turnip. International Journal of Vegetable Science, 20(4): 354–365.

Reiner, L., Gladis, T., Amon, H. and Emmerling-Skala, A. 2005. The 'Bavarian Turnip' a rediscovered local vegetable variety of *Brassica rapa* L. em. Metzg. var. *rapa*. Genetic Resources and Crop Evolution.

Yildirim, E. and Ercisli, S. 2010. Genetic relationships among turnip (*Brassica rapa* var. *rapa*) genotypes. Genetics and Molecular Research, 9(2): 987–993.

Yucetepe, A. 2021. Valorization of peel wastes of purple turnip (*Brassica rapa* L.). European Journal of Science and Technology: 152–157.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Purification and improvement of the Nain turnip local population with halfsib progeny test

Ali Emad Shahmansouri[1*], Zahra Abasi[1] and Reihaneh Esmae Ebrahimi[2]
1. Horticultural Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[*]Corresponding author: *shahman43@yahoo.com*

Abstract

The native populations of turnips in Iran-despite having favorable qualitative traits, diversity and compatibility with production areas-are rapidly being forgotten due to non-uniformity in appearance and inability to compete with improved and imported cultivars. In order to improve the marketable performance and increase the color purity in the "Nain turnip" landrace, this research was carried out during the years 2020 to 2023 at the Agricultural Research Center of Isfahan. The breeding method was selection by the progeny test of halfsib families. First, to select the breeding reference population, the seeds of 6 populations from the Nain turnip landrace were planted and a population belonging to the Nain landrace, named "Nain 3" was selected in comparison with other samples. From this population, the desired roots were selected in terms of shape and size, and in terms of color, they were divided into two groups, white and purple, and in the following year, in two isolate sites, seeds were collected separately from each individual plant. For the next cycle, by selecting between 1 to 4 desirable roots from each selected family and bulking them, open-pollinated seeds from them in two isolates, two improved populations, Nain 1 and Nain 2 were created. In a randomized complete block design consisting of the original population (Nain 3), two improved populations (Nain 1 and Nain 2), 2 cultivars and 3 other landraces were compared. The results indicate a significant progress of two improved populations 1 and 2 in terms of color purity and marketable performance compared to the initial population. The color of 99% of the roots of the improved population (1) was white, while the frequency of this trait in the original population was 69%. The color of 85% of the roots of the improved population (2) was purple, while the frequency of this trait in the original population was about 15%. The marketable yield of the improved population (1) and (2) increased by 19 and 9 percent, respectively, compared to the marketable yield of the initial population.

Keywords: *Brassica rapa*, Landrace, Progeny test, Tuber color.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تعیین دوز مناسب تابش گاما برای جهش‌زایی درون شیشه‌ای و القاء پاکوتاهی در پایه آلوی میروبالان (*Prunus cerasifera*)

اسماعیل نظامی[1*]، فرزانه داودآبادی فراهانی[2] و ابوالفضل جوکار[1]
۱- پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران
* نویسنده مسئول: *enezami@aeoi.org.ir*

چکیده

به‌نژادی پایه‌های درختان میوه سازگار به اقلیم ایران از اهمیت بالایی برخوردار است. پایه های میروبالان یکی از مهمترین پایه‌هایی است که در ایران برای درخت آلو (*Prunus cerasifera* Ehrh.) مورد استفاده قرار گرفته است، اما مهمترین مشکل این درخت رشد رویشی بالا و ارتفاع زیاد آن است. بر این اساس یک برنامه به‌نژادی از طریق موتاسیون طراحی گردید. جوانه‌های انتهایی شاخساره‌های پایه آلو میروبالان پس از استقرار در محیط کشت درشیشه، در معرض تابش اشعه گاما با دوزهای ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ گری قرار گرفتند. حداکثر تعداد نوساقه (۷/۲) در تیمار ۲۰ گری گاما و بلندترین نوساقه (با طول ۰/۹۱ و ۰/۸۳ سانتی‌متر) به ترتیب در تیمارهای ۱۰ و ۳۰ گری مشاهده شدند. همچنین بالاترین درصد زنده‌مانی (۱۰۰٪) در تیمارهای ۱۰ تا ۳۰ گری ثبت گردید. با افزایش دوزهای تابش اشعه گاما (از ۴۰ به ۶۰ گری)، تعداد نوساقه، طول شاخساره و درصد زنده‌مانی کاهش نشان داد. بنابراین تیمار ۵۶ گری به عنوان مناسبترین دوز تابش گاما برای جهش‌زایی درون شیشه‌ای و القاء پاکوتاهی در پایه آلوی میروبالان معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اشعه گاما، القاء پاکوتاهی، پایه آلو میروبالان، جهش‌زایی درون شیشه‌ای، *Prunus cerasifera*.

مقدمه

جنس پرونوس (*Prunus*) شامل بیش از ۴۰۰ گونه است که برای تولید میوه‌های تازه و خشکبار مورد کشت قرار گرفته‌اند. از گونه‌های مهم این جنس گونه آلو (*Prunus cerasifera* Ehrh.) می‌باشد، که در ایران از درخت پر رشد میروبالان (Myrobalan) بطور گسترده به عنوان پایه آلو استفاده شده است (آران و همکاران، ۱۳۹۰). بطور کلی انتظار می‌رود پایه‌های پرونوس ویژگی‌های مطلوبی از قبیل محصول‌دهی خوب، تحمل نسبی به تنشهای محیطی مانند خشکی و شوری، سازگاری به خاکهای مرطوب، تحمل نسبی به کلروز آهن، همچنین مقاومت نسبی به بیماری پوسیدگی ریشه داشته باشند. از دیگر خصوصیات مورد انتظار پایه‌ها می‌توان به توسعه ریشه قوی، تحمل بالا به جابجایی و سهولت در انتقال نهال به‌دلیل پتانسیل بالای ریشه‌زایی اشاره کرد (بلندی و همکاران، ۱۳۹۵: مومن پور و ایمانی، ۱۳۹۸: خورشیدی، ۱۴۰۰). در سالهای اخیر به دلایل مختلف از جمله یکنواخت سازی درختان و نقش مهمی که در باغداری مدرن و تجاری و تسریع در تولید محصول دارد، استفاده از پایه‌های رویشی به جای پایه‌های بذری در حال گسترش است (نصراله پور مقدم، ۱۳۹۹). پایه‌های درختان تأثیر مهمی در کنترل میزان رشد رویشی، زودرسی، میزان عملکرد و مقاومت در برابر بیماری‌ها، و بطور کلی نقش ویژه‌ای در مدیریت باغداری دارند (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۶). امروزه به منظور دستیابی به درختان با اندازه‌های کوچک قابل مدیریت که زودباره بوده و تولید منظم و با کیفیت داشته باشند، روش‌های کاشت متراکم مورد نیاز است. بنابراین جایگزین کردن پایه‌های پاکوتاه بجای پایه‌های پر رشد مرسوم جهت تولید گسترده و مکانیزه میوه‌ها ضروری می‌باشد (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۸).

یکی از روش‌های مهم به‌نژادی درختان میوه، استفاده از موتاسیون است. اثربخشی جهش‌زایی القایی در معرفی بسیاری از ویژگی‌های مفید و مهم از نظر اقتصادی-کشاورزی، بدون ایجاد اختلال در نیازهای صنعت میوه و مصرف‌کنندگان، بخوبی به اثبات رسیده است. مکانیسم‌های ترمیم و نوترکیبی DNA سلول‌های پرتودهی شده، ترکیبات ژنی کاملاً جدیدی را با تنوع جهشی بالا فراهم می‌کند، در

حالی که با اســتفاده از به‌نژادی کلاســیک، تولید تنوع ژنتیکی جدید تا حد زیادی به تغییرات موجود در ژن‌های والدین محدود می‌شــود (قاســمی ســلوکلوئی و همکاران، ۱۴۰۲؛ Nezami *et al.*, 2025). از پرتوهای فرابنفش، ایکس، گاما، بتا و نوترون‌های ســریع به عنوان عامل‌های جهش‌زای مبتنی بر فناوری هسته‌ای توسط بسیاری از پژوهشگران استفاده شده است. پرتو گاما به دلیل حذف کروموزومی زیاد و بازسازی و نوترکیبی مجدد کروموزوم، جهش‌های ژنتیکی بسیار خوبی ایجاد می‌کند و به همین دلیل به طورگسترده برای به‌نژادی رقم‌های میوه‌های باغبانی از طریق جهش به کار رفته اســت و یک روش ســاده و کم هزینه‌ای تلقی می‌شــود (Jain, 2010; Ehrenberg *et al.*, 1952)، همچنین دو روش پرتودهی (کند و سریع) با پرتو ایکس و گاما نیز وجود دارد که این پرتوها را منحصر به فرد می‌سازد. در پرتودهی کند، مواد گیاهی با ســرعت و دوز کم، اما مدت طولانی پرتو داده می‌شــوند که این امر به بقای زیاد، اما کم بودن فراوانی جهش بر اســاس دوز انباشته پرتو می‌انجامد. در پرتودهی سریع، مواد گیاهی برای مدتی کوتاهتر زیر تابش قرار می‌گیرند، که بقای آن را کم کرده، اما فراوانی جهش بیشتری را ایجاد می‌کند (قاسمی سلوکلوئی و همکاران، ۱۴۰۲؛ Sanada and Amano, 1998)

بر اساس یافته‌های گال (۱۹۷۷)، قبل از شروع هرگونه آزمایش به‌نژادی جهش در مقیاس بزرگ، دوز مناسب تابش یونیزه کننده بر اساس دوز کشنده متوسط (LD_{50})، از طریق پاسخ فیتومورفولوژیکی ماده تابش دیده، در مقایسه با شاهد در اولین چرخه رویشی پس از تیمار (M_1V_1) باید بررســی و تعیین گردد. اگرچه دوز با ۵۰٪ مرگ و میر (LD_{50}) معمولاً به عنوان احتمال بهینه تولید جهش‌های پایدار برای بهبود ژنتیکی در نظر گرفته شــده اســت (پردیری، ۲۰۰۱)، در آزمایشــی اســتفاده از محدوده دوز (LD_{25}، LD_{50} و LD_{75}) در ارزیابی حساسیت پرتویی بافت‌های آزمایشگاهی انجیر و انگور به عنوان عامل حیاتی برای تشخیص دوز مناسب برای جهش‌زایی مکرر در شرایط آزمایشــگاهی به کار گرفته شــده اســت (Ghasemi-Soloklui *et al.*, 2023; Ghasemi-Soloklui *et al.*, 2025). در طی یک مطالعه پردیری و گاتی (۲۰۰۰)، ریزنمونه‌های آلو (*P. salicina*) را در معرض دوزهای مختلف تابش گاما (۱۰، ۲۰، ۳۰ یا ۴۰ گری) قرار دادند، که در میان آنها ۳۰ گری به عنوان دوز مؤثر توصــیه شــد که منجر به جهش‌زایی با فراوانی بالا می‌شــود، در حالی که ۴۰ Gy به عنوان دوز بالایی تعیین شد که باعث کاهش رشد کلی ۸۱ درصدی گیاهان شده است. بطور کلی در مورد جهش‌زایی درون شیشه‌ای جنس *Prunus* گزارش محدودی در دسترس است (Nezami *et al.*, 2025) و ایجاد جهش در این جنس و گونه‌های مختلف آن نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. براین اساس، در پژوهش حاضر در راستای رسیدن به ژنوتیپ پاکوتاه آلو، تأثیر دوزهای مختلف تابش اشعه گاما بر تعداد نوساقه، طول نوساقه و درصد زنده‌مانی درشیشه آلوی میروبالان (*P. cerasifera* Ehrh.) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و استقرار کشت درون شیشه‌ای

شاخه‌های در حال رشد از ژنوتیپ میروبالان موجود در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی- ایستگاه تحقیقاتی علوم باغبانی خسروشهر تهیه شدند. گندزدایی سطحی شاخه‌های در حال رشد مطابق روش Nezami Alanagh و همکاران (۲۰۱۴) همراه با کمی تغییر انجام شد. شاخه‌های جدا شده حاوی جوانه‌های رأسی و جانبی (به اندازه ۱ تا ۲ سانتی‌متر) تحت تیمار با اتیل الکل ۹۶٪ (حجمی/حجمی) به مدت ۵ ثانیه، هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ (حجمی/حجمی) به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند و سپس سه بار با آب مقطر دوبار تقطیر استریل کاملاً شسته شدند. ریزنمونه‌ها برای تشکیل شاخه‌های سالم به محیط کشت پایه موراشیگ و اسکوگ (MS (Murashige and Skoog, 1962)) حاوی ۳٪ (w/v) ساکارز، ۰/۶٪ (w/v) آگار، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر میواینوزیتول و ۱ میلی‌گرم در لیتر ۶-بنزیل‌آمینوپورین (BAP) منتقل شــدند (Hosseinpour *et al.*, 2015). اســیدیته محیط کشــت برابر pH = ۵/۷ تنظیم شــد و ســپس محیط‌های کشت با فشار ۱/۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شدند. تمام کشت‌های درشیشه (*in vitro*) در اتاقک رشد تحت شرایط آسپتیک در دمای ۲ ± ۲۳ درجه سلسیوس، فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی/ ۸ ساعت تاریکی با دیودهای ساطع کننده نور سفید و چگالی شار فوتون فتوسنتزی ۵۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه انکوبه شدند.

تابش اشعه گاما

نوک شاخه‌های باززایی شده در شرایط آزمایشگاهی در مرحله رشد دو هفته‌ای، در معرض دوزهای مختلف اشعه گاما با استفاده از کبالت ۶۰ ایزوله شده در دستگاه Vatel Gamma Cell (مدل PX-30) در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای کرج قرار گرفتند. نوک شاخه‌های تابش ندیده (۰ گری) به عنوان کنترل (شاهد) در نظر گرفته شدند. دوزهای تابش مورد نظر با استفاده از تیمارهای حاد و شدید بر اساس خواص مقادیر بحرانی ذکر شده در جدول ۱ و با در نظر گرفتن زمان‌های تابش زیر برای هر دوز مورد نظر به دست آمدند: ۱۰ گری (۰۳:۱۵ ثانیه)، ۲۰ گری (۰۶:۴۰ ثانیه)، ۳۰ گری (۱۰:۰۳ ثانیه)، ۴۰ گری (۱۳:۲۸ ثانیه)، ۵۰ گری (۱۶:۵۱ ثانیه) و ۶۰ گری (۲۰:۱۶ ثانیه).

جدول ۱- ویژگی‌های سلول گامای مبتنی بر کبالت ۶۰ Vatel.

پارامتر	مقدار	واحد
فعالیت کل	≈۲۹۰	Curie
میزان دوز	≈۰/۰۴۹	Gy/Sec.
دوز انتقال	≈۰/۴	Gy
زمان انتقال	≈۹	Sec.
دوز موثر	≈۳	Gy/min.

پس از تابش با گاما، نمونه‌ها در همان محیط تکثیر شاخه قرار داده شدند و به مدت یک شب در تاریکی نگهداری شدند تا اثر هم‌افزایی نور بر تولید گونه‌های فعال اکسیژن که ممکن است باعث ایجاد بیماری تابش در ریزنمونه‌های در معرض تابش شوند، کاهش یابد. سپس گیاهان کشت شده به شرایط نوری منتقل شدند و رشد آنها پس از چهار هفته بررسی شد.

جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل آماری

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) و در ۱۰ تکرار با ۵ عدد جوانه انتهایی در هر دوز انجام شد. دوزهای کشنده در سه مرحله (LD_{25}، LD_{50} و LD_{75}) با استفاده از درصد بقای جوانه‌ها در نسل M_1V_1 محاسبه شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه قرار گرفتند. تفاوت معنی‌دار بین داده‌های تیمارها (میانگین ± خطای استاندارد) با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح $p \leq 0.05$ محاسبه شد.

نتایج و بحث

تأثیر تابش اشعه گاما بر پرآوری نوساقه

نتایج واکنش شاخه‌های باززایی شده به دوزهای تابش اشعه گاما، تغییرات معنی‌داری نشان داد ($p < 0.01$) که طی آن حداکثر نوساقه (۷/۲ نوساقه) در ۲۰ گری گاما مشاهده شد، اما با افزایش دوز اشعه گاما تعداد نوساقه بطور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). حداکثر تعداد نوساقه (۷/۲) در ۲۰ گری و پس از آن ۱۰ گری (۶/۹۲ نوساقه)، کنترل (۵/۶۵ نوساقه)، ۳۰ گری (۴ نوساقه)، ۴۰ گری (۳/۸۵ نوساقه) و ۵۰ گری (۱/۱۶ نوساقه) تولید شد. القای حداقل تعداد نوساقه‌ها (۰/۶۲ شاخساره) زمانی مشاهده شد که ریزنمونه‌ها در معرض ۶۰ گری قرار گرفتند. در مطالعه حاضر، طول نوساقه‌ها نیز در ریزنمونه‌های تیمار شده با دوزهای مختلف تابش اشعه گاما بررسی شدند (جدول ۲). بلندترین نوساقه‌ها در گروه ۱۰ و ۳۰ گری (به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۸۳ سانتی‌متر) مشاهده شدند. با این حال، با افزایش دوزهای تابش اشعه گاما (از ۴۰ به ۶۰ گری)، کاهش قابل توجهی در طول نوساقه‌ها (از ۰/۴۳ به ۰/۰۲ سانتی‌متر) مشاهده شد. نتایج تحقیق حاضر بر روی نرخ پرآوری آلوی میروبالان (جدول ۲)، نتایج مشابهی با پژوهش اخیر نظامی و همکاران (۲۰۲۵) بر روی پرتوتابی نوساقه‌های ژنوتیپ پایه MAXMA 60 (*P. mahaleb* × *P. avium*) با دوزهای مختلف اشعه گاما (۰ تا ۶۰ گری) نشان داد. این محققین نشان دادند که بیشترین تعداد نوساقه (۴/۸۰ و ۴/۴۵) به ترتیب در دزهای پایین اشعه گاما (۱۰ و ۲۰ گری) و کمترین تعداد نوساقه (۰/۵۲) در دزهای بالای اشعه گاما (۵۰ گری) مشاهده گردید. تأثیر تحریکی دوزهای پایین تابش اشعه گاما بر بهبود صفات درون شیشه‌ای در گونه‌های مختلف گیاهی که توسط سایرین در انگور (Charbaji and Nabulsi, 1999)، کپر (Al-Safadi and Elias, 2011)، توت‌فرنگی (Gupta et al., 2018)، زنجبیل (Sharma and Thakur, 2021) و وانیل (Ramos- Castell´a et al., 2024) گزارش شده است؛ ممکن است با

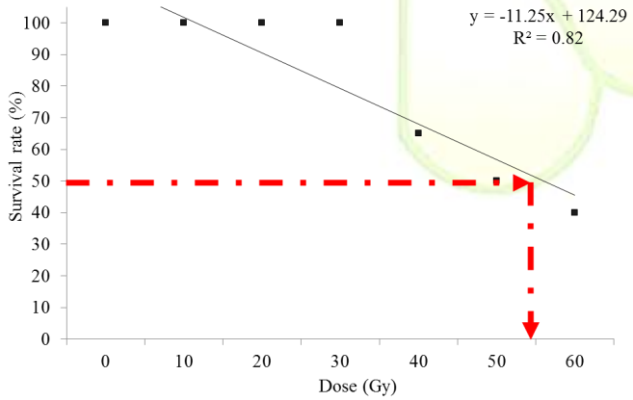
تغییر شبکه سیگنالینگ هورمونی در سلول‌های گیاهی، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها (Wi et al., 2007)، تحریک تقسیم سلولی ویا تغییر مثبت فرآیندهای متابولیکی مؤثر بر سنتز اسید نوکلئیک (Kodyma et al., 2012) مرتبط باشد.

جدول ۲- تأثیر دوزهای تابش اشعه گاما بر پرآوری شاخساره آلوی میروبالان.

دوزهای اشعه گاما (Gy)	تعداد نوساقه	طول نوساقه (cm)
۰	۵/۶۵ ± ۰/۶^{ab}	۰/۷۳ ± ۰/۰۹^{b}
۱۰	۶/۹۲ ± ۰/۴۹^{ab}	۰/۹۱ ± ۰/۰۴^{a}
۲۰	۷/۲۰ ± ۰/۸۰^{a}	۰/۷۷ ± ۰/۰۲^{ab}
۳۰	۵/۴۰ ± ۰/۴۶^{bc}	۰/۸۳ ± ۰/۰۳^{ab}
۴۰	۳/۸۵ ± ۰/۹۰^{c}	۰/۴۳ ± ۰/۰۸^{c}
۵۰	۱/۱۶ ± ۰/۴۰^{d}	۰/۰۳ ± ۰/۰۱^{d}
۶۰	۰/۶۲ ± ۰/۲۷^{d}	۰/۰۲ ± ۰/۰۱^{d}

تاثیر اشعه گاما بر درصد زنده‌مانی

نتایج ریزنمونه‌های تیمار شده با دوزهای مختلف تابش اشعه گاما، تغییرات معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر درصد زنده‌مانی در بین دوزهای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ گری نشان داد (شکل۱). بالاترین درصد بقا (۱۰۰٪) در گروه ۱۰ تا ۳۰ گری مشاهده شد، و پس از آن با افزایش دوزهای تابش اشعه گاما از ۴۰ گری (۶۰٪) به ۶۰ گری (۴۰٪)، کاهش تدریجی درصد زنده‌مانی ثبت گردید (شکل ۱). در مجموع استفاده از دوزهای متوسط تا کم اشعه گاما، درصد زنده‌مانی بیشتری را به دنبال داشت و بر اساس نمودار زیر دوز ۵۶ گری به عنوان بهترین دوز گاما تعیین گردید. مطابق با یافته‌های ما، Predieri و Gatti (2000) گزارش دادند که ۶۵ درصد مرگ و میر در کشت‌های *Prunus salicia* تحت تابش اشعه گاما (۴۰ گری) رخ داده است. تابش کشت‌های آزمایشگاهی *P. armenica* cv. 'Canino' با ۱۰ تا ۷۵ گری اشعه گاما باعث کاهش تدریجی میزان بقا با افزایش دوز تابش شد و منجر به مرگ و میر کامل (۱۰۰ درصد مرگ و میر) با دوز تابش بالاتر از ۷۵ گری شد (El-Sabagh et al., 2011). در حالی که، کشت‌های آزمایشگاهی استویا میزان حساسیت بالاتری را به تابش اشعه گاما نشان دادند، که معادل ۷۹ درصد مرگ و میر در دوز ۳۰ گری بود (Subrahmanyeswari et al., 2023). این نتایج گویای حساسیت گونه های مختلف گیاهی به دزهای مختلف اشعه گاما بوده و ضرورت تعیین دز بهینه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- تأثیر دوزهای مختلف تابش اشعه گاما بر درصد زنده‌مانی درون شیشه‌ای آلوی میروبالان.

منابع

آران، م.، فتاحی مقدم، م. ر. و زمانی، ذ. ا. ۱۳۹۰. بررسی تنوع ژنتیکی نژادگان‌های آلو با استفاده از نشانگرهای مولکولی RAPD. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲(۱): ۳۹–۵۲.

بلندی، ا. ر.، حمیدی، ح. و رضاقلی، ع. ا. ۱۳۹۵. تأثیر محیط کشت و هورمون بر تکثیر پایه رویشی GF677 در کشت درون‌شیشه‌ای. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۹(۱): ۱–۱۴.

خورشیدی، م. ۱۴۰۰. بررسی غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد IBA، NAA، GA3 و BAP در ریزازدیادی میروبالان C ۲۹ (*Prunus cerasifera* Ehrh.). فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۰(۵۴): ۱۶۵–۱۷۴.

شعبانی، ز.، عابدی، ب.، گنجی مقدم، ا. و تهرانی‌فر، ع. ۱۳۹۶. بهینه‌سازی عوامل مؤثر در ازدیاد درون‌شیشه‌ای پایه میروبالان C. ۲۹ نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۱(۳): ۴۳۸–۴۴۷.

شعبانی، ز.، عابدی، ب.، گنجی مقدم، ا. و تهرانی‌فر، ع. ۱۳۹۸. افزایش انبوه درون‌شیشه‌ای میروبالان C ۲۹ (*Prunus cerasifera*): یک پایه رویشی برای میوه‌های هسته‌دار. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۶(۳): ۱۶۷–۱۷۷.

قاسمی سلوکلوئی، ع. ا.، کرد رستمی، م.، عشقی، س. و وحدتی، ک. ۱۴۰۲. چالش‌های صنعت میوه‌کاری ایران و بهبود آن‌ها با استفاده از فناوری هسته‌ای. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۸(۱): ۴–۲۹.

مومن‌پور، ع. و ایمانی، ع. ۱۳۹۸. اثر تنش شوری بر ویژگی‌های رشدی تعدادی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۶(۲): ۲۹–۴۶.

نصراله‌پور مقدم، ش.، ربیعی، غ. ر.، شیران، ب.، نوربخش، ح. ا. و راوش، ر. ۱۴۰۰. بررسی تغییرات رشدی و تغذیه‌ای چهار پایه جنس پرونوس (*Prunus* sp.) تحت تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۸(۴): ۱۴۱–۱۵۷.

Al-Safadi, B. and Elias, R. 2011. Improvement of caper (*Capparis spinosa* L.) propagation using in vitro culture and gamma irradiation. Scientia Horticulturae, 127(3): 290–296.

Charbaji, T. and Nabulsi, I. 1999. Effect of low doses of gamma irradiation on in vitro growth of grapevine. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 57: 129–132.

Ehrenberg, L. and Granhall, I. 1952. Effects of beta-radiating isotopes in fruit trees. Hereditas, 38(4): 385–419.

El-Sabagh, A. S., Barakat, M. N. and Genaidy, E. A. E. 2011. Towards in vitro selection studies for salinity tolerance in Canino apricot cultivar. Effect of gamma irradiation on in vitro mutation and selection for salt-tolerance. Advances in Horticultural Science, 25(4): 260–263.

Gaul, H. 1977. Plant injury and lethality. In: Induced Mutations in Vegetatively Propagated Plant, Vol. II. IAEA, pp. 29–36.

Ghasemi-Soloklui, A. A., Kordrostami, M. and Gallego, P. P. 2023. Determining the appropriate gamma ray dose for mutation breeding in fig (*Ficus carica* L.) based on radiosensitivity. International Journal of Radiation Biology, 99(12): 1903–1911.

Ghasemi-Soloklui, A. A., Kordrostami, M., Gallego, P. P. and Haddad, R. 2025. Determination of proper gamma irradiation dose for in vitro mutation breeding in grapevine. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 18(1): 101250.

Gupta, R., Wali, V. K., Bakshi, P., Singh, G., Ahmad Shah, R. and Rani, S. 2018. Effects of gamma irradiation on shoot, root and survival percent in strawberry cv. Chandler under in vitro conditions. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(3): 1173–1182.

Hosseinpour, B., Bouzari, N., Didar, Z., Masoumian, M., Ghaemmaghami, S. A., Ebrahimi, A., Mirabbasi, S. M. and Farvardin, A. 2015. High frequency in vitro propagation of M × M60, a cherry rootstock: The effects of culture media and growth regulators. Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding, 4(2): 28–36.

Jain, S. M. 2010. Mutagenesis in crop improvement under the climate change. Romanian Biotechnological Letters, 15(2): 88–106.

Kodyma, A., Afza, R., Forster, B. P., Ukai, Y., Nakagawa, H. and Mba, C. 2012. Methodology for physical and chemical mutagenic treatments. In: Shu, Q. Y., Forster, B. P. and Nakagawa, H. (Eds.), Plant Mutation Breeding and Biotechnology. CABI, pp. 169–180.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15(3): 473–497.

Nezami, E., Maleki, S., Naserian Khiabani, B., Bouzari, N. and Gallego, P. P. 2025. Determination of proper gamma radiation dose in mutation breeding of M × M60 (*Prunus mahaleb* × *P. avium*) concerning dwarfness induction. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 18: 101489.

Nezami Alanagh, E., Garoosi, G. A., Haddad, R., Maleki, S., Landin, M. and Gallego, P. P. 2014. Design of tissue culture media for efficient *Prunus* rootstock micropropagation using artificial intelligence models. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 117(3): 349–359.

Predieri, S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 64: 185–210.

Predieri, S. and Gatti, E. 2000. Effects of gamma radiation on microcuttings of plum (*Prunus salicina* Lindl.) 'Shiro'. Advances in Horticultural Science, 14(1): 7–11.

Ramos-Castellá, A. L., Iglesias-Andreu, L. G. and de Lourdes Palafox-Chávez, M. 2024. In vitro response of gamma irradiated *Vanilla planifolia* Jacks. shoots in the face of water stress. Vegetos.

Sanada, T. and Amano, E. 1998. Induced mutation in fruit trees. In: Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop Improvement, pp. 401–419.

Sharma, V. and Thakur, M. 2021. Gamma irradiations induced morphological and biochemical variations in in vitro regenerated ginger (*Zingiber officinale* Rosc.)—an invaluable medicinal spice. International Journal of Radiation Biology, 97(12): 1696–1704.

Subrahmanyeswari, T., Gantait, S., Kamble, S. N., Singh, S. and Bhattacharyya, S. 2023. Radio-sensitivity assessment of in vitro tissues of stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) for induced mutagenesis. Sugar Tech, 25(6): 1520–1530.

Wi, S. G., Chung, B. Y., Kim, J. S., Kim, J. H., Baek, M. H., Lee, J. W. and Kim, Y. S. 2007. Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. Micron, 38(6): 553–564.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Determining the appropriate dose of gamma radiation for *in vitro* mutagenesis and induction of dwarfness in Myrobalan plum rootstock (*Prunus cerasifera*)

Esmaeil Nezami[1*], Farzaneh Davoodabadi Farahani[2] and Abolfazl Jowkar[1]
1. Nuclear Agriculture Research Institute, Nuclear Science and Technology Research Institute (NSTRI), Atomic Energy Organization of Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran
[*]*Corresponding Author: enezami@aeoi.org.ir*

Abstract

Breeding fruit tree rootstocks adapted to the Iranian climate is of great importance. Myrobalan rootstocks are one of the most important rootstocks used in Iran for plum trees (*Prunus cerasifera* Ehrh.), but the most important problem with this tree is its high vegetative growth and high height. Accordingly, a breeding program through mutation was designed. The terminal buds of the root shoots of Myrobalan plum were exposed to gamma radiation at doses of 0, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 Gy after establishment in the in vitro culture medium. The maximum number of new shoots (7.2) was observed in the 20 Gy gamma treatment and the longest new shoots (with lengths of 0.91 and 0.83 cm) were observed in the 10 and 30 Gy treatments, respectively. Also, the highest survival rate (100%) was recorded in the 10 to 30 Gy treatments. With increasing doses of gamma radiation (from 40 to 60 Gy), the number of new shoots, shoot length, and survival percentage decreased. Therefore, the 56 Gy treatment is introduced as the most appropriate dose of gamma radiation for in vitro mutagenesis and induction of dwarfness in the rootstock of Myrobalan plum.

Keywords: Gamma radiation, Induction of dwarfness, In vitro Mutagenesis, Myrobalan plum rootstock, Prunus cerasifera.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی هیبریدهای جدید گوجه‌فرنگی از نظر خصوصیات کیفی میوه

زهره سادات قیاسی لیمنجوبی[۱]، محمود لطفی[۱*]، حسین رامشینی[۲] و سعادت ساریخانی[۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
۲- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
*نویسنده مسئول: *mlotfi@ut.ac.ir*

چکیده

یکی از چالش‌های اساسی تولید گوجه‌فرنگی در کشور، واردات بذر هیبرید ارقام تجاری است که انجام برنامه‌های اصلاحی برای معرفی ارقام تجاری و سازگار با اقلیم کشور را ضروری می‌نماید. در همین راستا، در پژوهش حاضر ۲۶ هیبرید مختلف گوجه‌فرنگی حاصل از برنامه اصلاح گوجه‌فرنگی دانشگاه تهران، با هدف شناسایی بهترین هیبرید از نظر کیفیت و شکل میوه و همچنین پتانسیل تولید تجاری مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. در این مطالعه، ویژگی‌های میوه شامل صفات کمی مانند ماندگاری و عملکرد و همچنین صفات کیفی همچون سفتی، رنگ، کشیدگی، بافت و تعداد حفره میوه براساس توصیف نامه ارزیابی شدند. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری بین هیبریدهای گوجه‌فرنگی از نظر صفات مورد مطالعه وجود داشت. هیبریدهای gH55 و gH40 رنگ میوه قرمزتر از ارقام شاهد داشتند و سفتی میوه در هفت تا از هیبریدها همتراز ارقام شاهد تجاری بود. در نهایت باتوجه به صفات اندازه‌گیری شده و نتایج حاصله سه هیبرید gH55، gH57 و H163 به‌عنوان هیبریدهای برتر انتخاب شدند که به دلیل عملکرد مطلوب، کیفیت بالای میوه و سازگاری با شرایط آب و هوایی مختلف پتانسیل بالایی برای تولید تجاری دارند.

واژه‌های کلیدی: بذر هیبرید تجاری، بهنژادی، سفتی میوه، طعم میوه، کشیدگی میوه.

مقدمه

ارقام هیبرید گوجه‌فرنگی دارای مزایای فراوانی از جمله عملکرد بیشتر، بلوغ یکنواخت‌تر، کیفیت میوه بالا و مقاومت به بیماری‌ها هستند (Avdikos et al., 2021). بذر هیبرید از پیوند دو والد ژنتیکی متمایز به‌دست می‌آید و ترکیبی از صفات خوب هر دو والد دارد. این بذرها نسبت به والدین خود، پایداری و مقاومت بیشتر در برابر آفات و بیماری‌ها دارند (Zhou et al., 2023). در پژوهشی وراثت‌پذیری صفات کیفی گوجه‌فرنگی بررسی و مشخص شد که وراثت‌پذیری صفاتی مانند ماندگاری کم یا صفر، و صفاتی همچون وزن و شکل زیاد است (Del Medico et al., 2019). در مطالعه‌ای در دانشگاه کشاورزی و فناوری نارندا دوا هند بر روی ۳۵ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی، ۱۳ صفت کمی ارزیابی و وراثت‌پذیری بالا همراه با پیشرفت ژنتیکی بالا در برخی صفات مشاهده شد که نشان‌دهنده فرصت برای انتخاب بهتر است (Kerketta & Bahadur, 2019). یکی از روش‌های اصلاحی، هیبریداسیون است که در گوجه‌فرنگی و سایر محصولات انجام می‌شود و از طریق تلاقی لاین خالص و حذف صفات نامطلوب توسط تلاقی بازگشتی، ارقام جدید گسترش می‌یابند (Iqbal et al., 2019).

در بسیاری از کشورها، از جمله ایران، بذرهای هیبرید وارداتی هستند. این وابستگی به واردات بذر، منجر به خروج ارز از کشور شده و تولیدکنندگان داخلی را در موقعیت مصرف‌کننده صرف قرار می‌دهد. به منظور حل این مشکل، در قالب برنامه اصلاح گوجه فرنگی دانشگاه تهران، در سال ۱۳۹۷، جمعیت‌های در حال تفرق گوجه‌فرنگی تشکیل گردید و ۱۵۰۰ بوته F2 به صورت بالک تک بذر خودگشن شدند تا به نسل F6 برسند. در ادامه، از بین این جمعیت، تعداد ۵۰ لاین برتر انتخاب شد. سپس، این لاین‌های برتر با هم تلاقی داده شدند و هیبریدهای حاصل غربال شدند. از میان ۱۸۰ هیبرید به دست آمده، ۲۶ هیبرید برتر انتخاب شدند. این تحقیق با هدف ارزیابی و شناسایی بهترین هیبریدها بویژه از نظر صفات کیفی میوه برای تولید تجاری در مراحل بعدی انجام شد.

مواد و روش‌ها

از میان ۱۸۰ هیبرید مورد بررسی در برنامه اصلاحی گوجه فرنگی دانشگاه تهران، هیبریدهای برتر جهت ارزیابی نهایی انتخاب شدند. در این پژوهش، ۲۶ هیبرید منتخب گوجه‌فرنگی و سه رقم تجاری متین، بریویو و بدرو به اضافه یک هیبرید قدیمی (H12) به عنوان شاهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در زمین زراعی واقع در محمدشهر استان البرز ارزیابی شدند. برای تهیه نشاء، در بهمن‌ماه ۱۴۰۲، ۳۲ بذر هر ژنوتیپ در سینی‌های حاوی پیت‌ماس و پرلیت در گلخانه پژوهشی کشت شد و سپس در زمان ۴-۵ برگی، نشاءها در فاصله ۴۰ سانتی‌متر در دو ردیف در زمین اصلی کاشته شدند. در هر واحد آزمایشی ۸ بوته کاشته شد. در دوره رویشی، آبیاری قطره‌ای دو بار در هفته و عملیات وجین، خاک‌دهی و مصرف کودهای مختلف شامل هیومیکس، کود ریشه‌زا، اوره، نیترات پتاسیم، کلسیم نیترات و سولوپتاس انجام گرفت تا رشد و کیفیت گیاهان بهبود یابد.

بعد از برداشت میوه‌ها، تعداد ۱۰ میوه از هر کرت به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده فناوری کشاورزی دانشگاه تهران منتقل شد و خصوصیات ظاهری مانند سفتی (امتیازدهی ۱ تا ۳) و کشیدگی میوه (نسبت طول به عرض میوه) ثبت گردید. سپس میوه‌ها برش خورده و صفات دیگری مانند تعداد حفره، رنگ گوشت (امتیازدهی ۱ تا ۹)، و بافت گوشت میوه (امتیازدهی ۱ تا ۳) اندازه‌گیری شد. در پایان، داده‌های اولیه وارد نرم‌افزار اکسل شده و پس از مرتب‌سازی، آزمون نرمال بودن، صفات کیفی با آزمون کروسکال-والیس تحلیل شدند.

نتایج و بحث

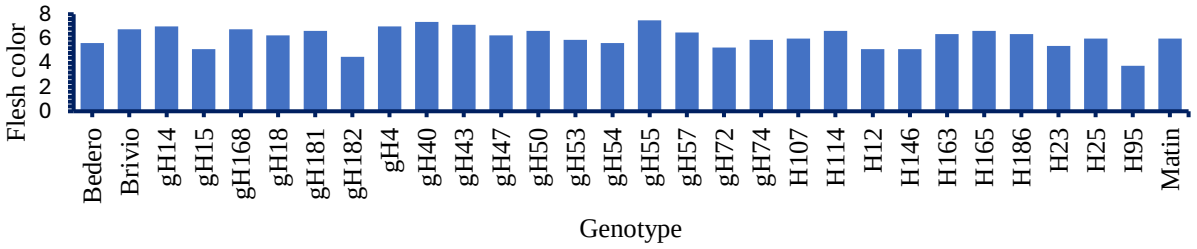
نتایج بررسی صفات کیفی با استفاده از مقیاس رتبه‌بندی آزمون کروسکال- والیس سنجیده و در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۱- آزمون کروسکال - والیس برای صفات رتبه‌ای در بین هیبریدهای مورد مطالعه گوجه فرنگی.

نام صفت	درجه آزادی	کای اسکوئر	احتمال
کشیدگی میوه	۲۹	۱۰۳.۲۴	۰.۰۰۰۱<
رنگ گوشت میوه	۲۹	۴۸.۵۸	۰.۰۱۳
سفتی میوه	۲۹	۵۰.۲۷	۰.۰۰۸
تعداد حفره در برش عرضی	۲۹	۶۸.۷۳	۰.۰۰۰۱<
بافت گوشت	۲۹	۴۷.۵۸	۰.۰۱۶

رنگ گوشت میوه

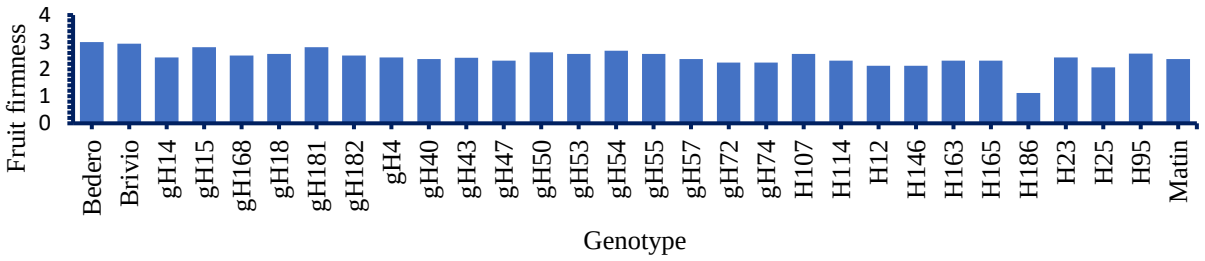
بر اساس نتایج به‌دست آمده، قرمزترین گوشت را هیبریدهای gH55 و gH40 داشتند که عملکردی بالاتر از ارقام تجاری بدرو، بریویو و متین داشت (شکل ۱). هیبریدهایی که رنگ گوشت قرمزتری دارند، ممکن است برای بازارهای تجاری که به ظاهر و جذابیت محصول اهمیت می‌دهند، مناسب‌تر باشند.



شکل ۱- میانگین رتبه رنگ گوشت میوه برای هیبریدهای گوجه فرنگی.

سفتی میوه

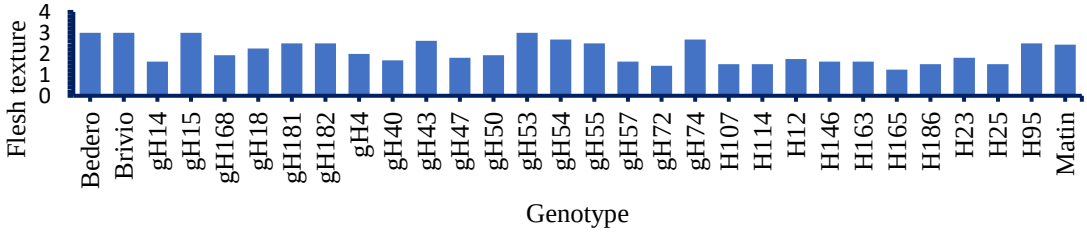
با توجه به نتایج، بیشترین سفتی را ارقام تجاری بریویو و بدرو دارند که هیبریدهای gH15، gH181، gH50، gH54، H107، H23 و H95 عملکردی مشابه با آن‌ها داشتند. در مقابل نرم‌ترین میوه به هیبرید H186 تعلق دارد (شکل ۲). هیبریدهایی که سفتی میوه بالاتری دارند، ممکن است برای بازارهای تجاری که به ماندگاری و حمل و نقل محصول اهمیت می‌دهند، مناسب‌تر باشند.



شکل ۲– میانگین رتبه سفتی میوه برای هیبریدهای گوجه فرنگی.

بافت گوشت میوه

مطابق نتایج به‌دست آمده، سفت‌ترین بافت گوشت میوه را هیبریدهای gH15، gH53 و ارقام تجاری بریویو و بدرو داشتند و نرم و آبدارترین بافت گوشت متعلق به هیبریدهای gH72 و H165 بود (شکل ۳). هیبریدهای gH181، gH182، gH18 و H95 دارای بافت خشک بودند. هیبریدها و ارقامی که بافت گوشت سفت‌تری دارند، ممکن است برای بازارهای تجاری که به ماندگاری و حمل و نقل محصول اهمیت می‌دهند، مناسب‌تر باشند.



شکل ۳– میانگین رتبه بافت گوشت میوه برای هیبریدهای گوجه فرنگی.

نتایج نشان داد که بین هیبریدها از نظر صفات کیفی میوه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و برخی قابلیت رقابت با ارقام تجاری را داشتند. بر اساس تحلیل صفات کلیدی، هیبریدهای H163، gH55 و gH57 به عنوان برترین‌ها انتخاب شدند. این تحقیق، گامی مؤثر در جهت ارتقای تولید داخلی، کاهش وابستگی به بذرهای وارداتی، توسعه هیبریدهای مقاوم و پربازده و بهبود پایداری تولید در مناطق با شرایط اقلیمی متنوع محسوب می‌شود که می‌تواند تأثیر مثبت و قابل توجهی بر توسعه پایدار کشاورزی کشور داشته باشد.

منابع

Avdikos, I.D., Tagiakas, R., Tsouvaltzis, P., Mylonas, I., Xynias, I.N. and Mavromatis, A.G. 2021. Comparative evaluation of tomato hybrids and inbred lines for fruit quality traits. Agronomy, 11(3): 1–14.

Del Medico, A.P., Cabodevila, V.G., Vitelleschi, M.S. and Pratta, G.R. 2019. Multivariate estimate of heritability for quality traits in tomatoes by the multiple factor analysis. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 54.

Iqbal, R.K., Saeed, K., Khan, A., Noreen, I. and Bashir, R. 2019. Tomato (*Lycopersicum esculentum*) fruit improvement through breeding. Inno Scholar Journal of Applied Sciences and Research, 2(7): 7–21.

Kerketta, A. and Bahadur, V. 2019. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield-contributing characters in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes. Plant Archives, 7(3): 577–582.

Zhou, M., Deng, L., Yuan, G., Zhao, W., Ma, M., Sun, C., Du, M., Li, C. and Li, C. 2023. Rapid generation of a tomato male sterility system and its feasible application in hybrid seed production. Theoretical and Applied Genetics, 136(9): 1–21.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of new tomato hybrids in terms of fruit quality

Zohreh Sadat Ghiasi Limanjoobi[1], Mahmoud Lotfi[1*] , Hossein Ramshini[2], Saadat Sarikhani[1]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Iran

2. Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Iran

Corresponding Author: mlotfi@ut.ac.ir

Abstract

One of the main challenges of tomato production in the country is the import of hybrid seeds of commercial varieties, which necessitates the implementation of breeding programs to introduce commercial varieties that are compatible with the country's climate. In this regard, in the present study, 26 different tomato hybrids from the University of Tehran's tomato breeding program were examined and compared with the aim of identifying the best hybrid in terms of fruit quality and shape, as well as commercial production potential. In this study, fruit characteristics, including quantitative traits such as shelf life and yield, as well as qualitative traits such as firmness, color, elongation, texture, and number of fruit holes, were evaluated based on the description. The results of data analysis showed that there were significant differences between tomato hybrids in terms of the studied traits. Hybrids gH55 and gH40 had redder fruit color than the control cultivars, and fruit firmness in seven of the hybrids was on par with commercial control cultivars. Finally, based on the measured traits and the results obtained, three hybrids gH55, gH57, and H163 were selected as superior hybrids, which have high potential for commercial production due to their favorable yield, high fruit quality, and adaptability to different climatic conditions.

Keywords: Breeding, Commercial hybrid seed, Fruit elongation, Fruit firmness, Fruit flavor.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

معرفی زیتون رقم زاگرس پر محصول و مناسب برای برداشت دو منظوره

علی اصغر زینانلو[1]* و رحمت‌اله غلامی[2]

۱- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *azeinanloo@yahoo.com*

چکیده

معرفی ارقام زیتون با عملکرد بالا، سال آوری کم، با پایداری عملکرد و داشتن میوه‌هایی با ویژگی لازم برای استفاده دو منظوره از نیازهای صنعت زیتونکاری است. در این پژوهش بیش از ۱۰۰ ژنوتیپ بومی زیتون جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم به مدت ۱۳ سال مورد ارزیابی قرار گرفت. ژنوتیپ GW1 از شهرستان گیلان غرب استان کرمانشاه جمع‌آوری شد. این ژنوتیپ دارای فرم تاج گسترده، قدرت رشد نسبتا زیاد، خیلی زود بارده، عملکرد میوه زیاد، نسبتا سهل ریشه‌زا، متحمل به خشکی و از نظر گرده افشانی خودسازگار است. میانگین وزن میوه ۶/۹ گرم و وزن هسته۰/۶۴ گرم و نسبت گوشت به هسته ۸/۹ و میانرس می‌باشد. مناسب برای تهیه زیتون کنسروی سبز و سیاه است. همچنین با داشتن ۶۲/۹ درصد روغن در ماده خشک فرابر، مناسب برای برداشت روغنی نیز می‌باشد. پروفایل اسیدهای چرب آن مطابق با استاندارد IOC و دارای ۶۸/۵ اسید اولئیک، ۱۲/۷ درصد اسید پالمیتیک، ۱۳/۱ درصد اسید لینولئیک است. با در نظر گرفتن سه ویژگی "درصد روغن بالا"، "عملکرد بالا" و "پایداری عملکرد بالا" ژنوتیپ GW1 در گروه ژنوتیپ‌های "کاملاً مطلوب" بعد از رقم آربکین قرار دارد. این ژنوتیپ در هشتاد و دومین جلسه کمیته فنی معرفی رقم موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، به نام "زاگرس" در سال ۱۴۰۱ نام گذاری شد.

واژه‌های کلیدی: رقم جدید، پایداری عملکرد، روغن زیتون، ایران.

مقدمه

از جنبه اقتصادی سال‌آوری یکی از صفات منفی در زیتون محسوب میشود. ارقامی که دارای ضریب سال‌آوری کم باشد دارای پایداری عملکرد بیشتر است. قابلیت برداشت دومنظوره امکان ایجاد درآمد از طریق فروش محصول کنسروی و یا روغنی را فراهم می نماید و باغدار متناسب با شرایط قیمت نوع محصول (کنسروی یا روغنی) نوع برداشت را انتخاب می کند. از این نظر ارقام با قابلیت برداشت دو منظوره دارای مزیت اقتصادی بیشتری است. یکی از مشکلات اصلاح زیتون از طریق تلاقی و ایجاد نسل جدید طولانی مدت بودن دوره جوانی آن است. اندازه میوه، درصد روغن و زود باردهی از مهم ترین صفات مورد ارزیابی می‌باشد. درصد روغن دارای وراثت پذیری بالائی نیز می‌باشد (Zeinanloo, et al.,2009). انتخاب بر اساس درصد روغن بالا و اندازه میوه در برنامه‌های مختلف به نژادی زیتون انجام شده است(Padula et al., 2008). در ارزیابی ۱۸ رقم در شرایط اقلیمی فسا بیشترین نسبت گوشت به هسته در رقم نچارا (Nechara) با ۶/۵۶ بدست آمد و برای ارقام زرد و فرانتویو نیز ۴/۴ بوده است (Dehgani et al., 2017). در بررسی صفات کمی و کیفی روغن در ارقام زرد، کرونیکی، کالاماتا، آربکین و کایسی در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم، رقم کایسی با داشتن ۵۰/۱ درصد روغن در ماده خشک و با داشتن ۷۵درصد اسید اولئیک دارای برتری نسبت به سایر ارقام بود (Akbari et al., 2019).

مواد و روش‌ها

این پژوهش از سال ۱۳۸۱ تا۱۳۸۳ با شناسائی و جمع آوری بیش از ۱۰۰ ژنوتیپ برتر و بومی در ۱۰ استان آغاز شد، سپس در سال۸۳ با تهیه قلمه نسبت به تکثیر آن‌ها در ایستگاه طارم اقدام گردید و در نهایت کلکسیون ژنوتیپ‌های تکثیر شده در سال ۱۳۸۵ از هر ژنوتیپ ۳ درخت با ارقام شاهد، زرد، روغنی، کرونیکی وآربکین کشت گردید. ژنوتیپ(GW1) حاصل شناسائی و جمع‌آوری از منطقه گیلان‌غرب استان کرمانشاه می‌باشد. ارزیابی ها به مدت ۱۳ سال (۱۳۸۱-۱۳۹۴) در قالب هشت پروژه تحقیقاتی زیر انجام شد. ۱- شناسایی، جمع آوری

ژنوتیپ‌های زیتون بومی ایران، ۲- ارزیابی خصوصیات رویشی و پومولوژی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده زیتون، ۳- ارزیابی قابلیت ریشه‌زائی ژنوتیپ‌های جمع آوری شده زیتون، ۴- ارزیابی نیاز سرمائی و خصوصیات گلدهی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده زیتون ۵- ارزیابی و انتخاب ارقام مقاوم به سرما، ۶- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی زیتون کنسروی در چند ژنوتیپ انتخابی، ۷- ارزیابی ژنوتیپ‌های امید بخش زیتون استان کرمانشاه (درایستگاه تحقیقات زیتون سرپل ذهاب)، ۸- بررسی و مطالعه اثرات تنش خشکی روی خصوصیات رویشی ژنوتیپ‌های برتر بومی زیتون در استان کرمانشاه(درایستگاه تحقیقات زیتون سرپل ذهاب)

نتایج و بحث

درختان زیتون ژنوتیپ GW1 دارای فرم تاج گسترده، قدرت رشد نسبتا زیاد با برگ‌های سرنیزه‌ای شکل و با اندازه متوسط است (شکل۱). این ژنوتیپ خیلی زود بارده (شکل۲)، نسبتا سهل ریشه‌زا، متحمل به خشکی و از نظر گرده افشانی خودسازگار است. همچنین دارای میوه‌های بیضی شکل با وزن ۶/۹ گرم و وزن هسته۰/۶۴ گرم و نسبت گوشت به هسته در شهریور ۸ و در آبان ماه ۸/۹ و میانرس می‌باشد. تاریخ شروع تغییر رنگ میوه نیمه دوم مهر ماه و تاریخ رسیدن کامل نیمه اول آبان ماه می‌باشد (شکل۳). مقدار روغن در ماده خشک فرابر در آبان ماه ۶۲/۹ درصد می‌باشد. روغن این ژنوتیپ دارای ۶۸/۵ اسید اولئیک، ۱۲/۷ درصد اسید پالمیتیک، ۱۳/۱ درصد اسید لینولئیک است. پروفایل اسید چرب آن مطابق با استاندارد IOC می‌باشد. مناسب برای تهیه زیتون کنسروی سبز و سیاه و برداشت روغنی است.

در گروه بندی براساس وزن میوه و نسبت گوشت به هسته، ژنوتیپ GW1 در ناحیه انتخابی میوه‌های با نسبت گوشت به هسته بالا در کنار رقم مانزانیلا قرار دارد (شکل۴). در بررسی میانگین سه مرحله برداشت(شهریور، مهر و آبان)، ژنوتیپ Gw1 با داشتن وزن میوه بیش از ۶ گرم و ۶۲/۹ درصد روغن در ماده خشک فرابر در برداشت آخر(آبان ماه) می‌تواند همانند رقم زرد می‌تواند برای برداشت دو منظوره مناسب باشد (شکل۵).

براساس مولفه‌های عملکرد و درصد روغن، ژنوتیپ Gw1 در مجاورت ارقام با روغن و عملکرد میوه بالا و با عملکرد بیش از۲۰ کیلوگرم در هر درخت، بالاتر از رقم مانزانیلا و زرد قرار گرفته است (شکل۶) . عملکرد مهمترین عامل در انتخاب رقم می‌باشد. در بررسی عملکرد شش ساله، این ژنوتیپ نسبت به دو رقم تجاری زرد و مانزانیلا کاملا دارای برتری می‌باشد به طوری ژنوتیپ GW1 (رقم زاگرس) با عملکرد ۱۰۳۱۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به مانزانیلا (با عملکرد ۶۶۲۰کیلوگرم در هکتار) ۵۵/۸درصد و نسبت به زرد (با عملکرد ۸۹۳۴کیلوگرم درهکتار) ۱۵/۵درصد عملکرد بیشتر دارد. از نظر درصد روغن نسبت به رقم مانزانیلا با ۵۶/۶ درصد روغن بیشتر در ماده خشک دارای برتری معنی‌داری است و نسبت به زرد، در حد ۲/۰۸درصد روغن بیشتری دارد.

ژنوتیپ GW1 در هشتاد و دومین جلسه کمیته فنی معرفی رقم موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، به نام "زاگرس" در سال۱۴۰۱ نام گذاری شد. این رقم مناسب برای مناطقی با میانگین دمای سالیانه۱۷/۵±۰/۵درجه سانتیگراد، میانگین دمای تابستان۱±۲۷ درجه، حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۵ درجه، حداقل مطلق ۸- درجه سانتی‌گراد، میانگین دما در فصل رکود (آذر، دی و بهمن ماه) ۵ الی ۹ درجه سانتی‌گراد است.



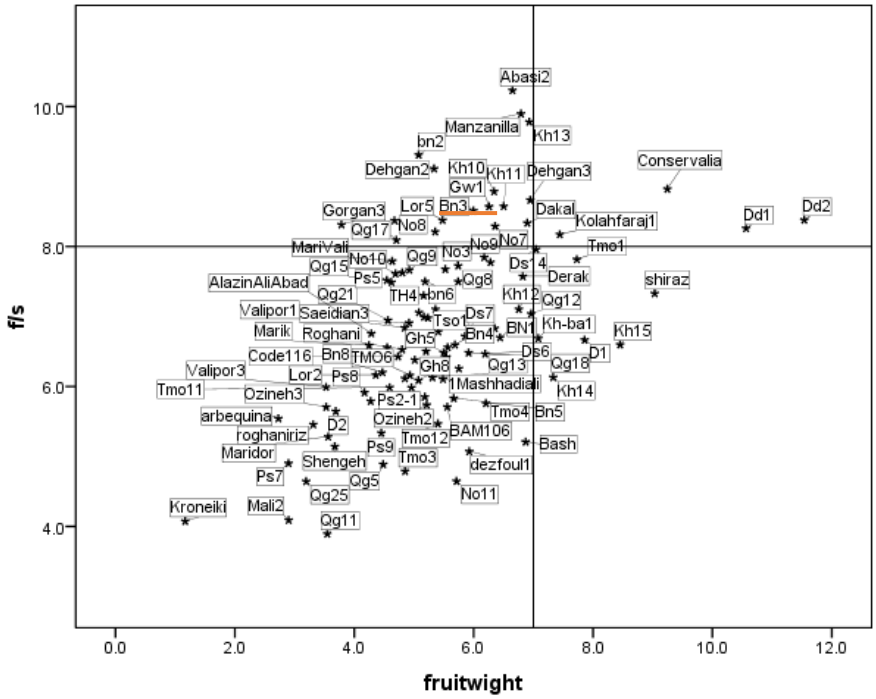
شکل ۱- اندازه تاج و عادت رشد رقم زاگرس در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم و شکل برگ.



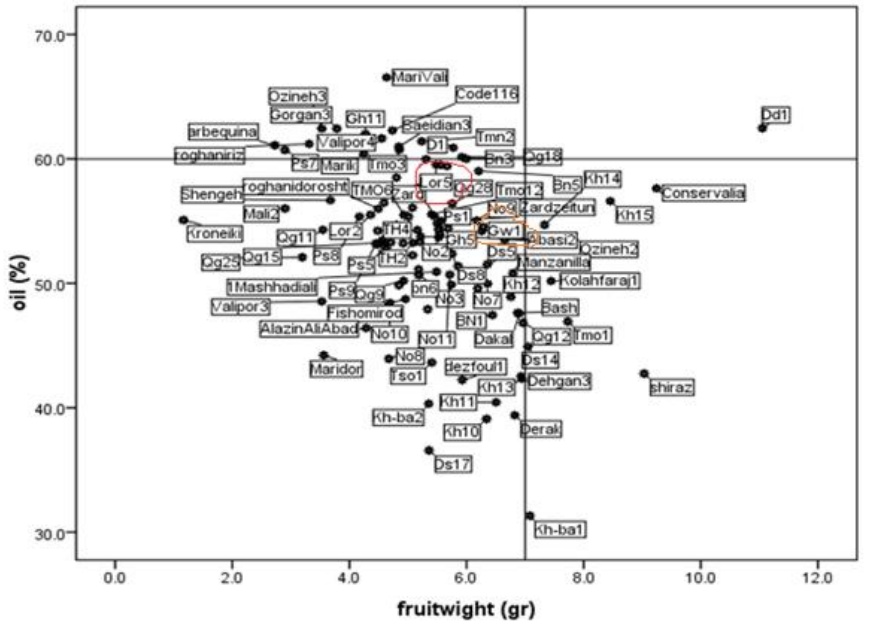
شکل ۲- زود باردهی رقم م زاگرس (ژنوتیپ Gw1).



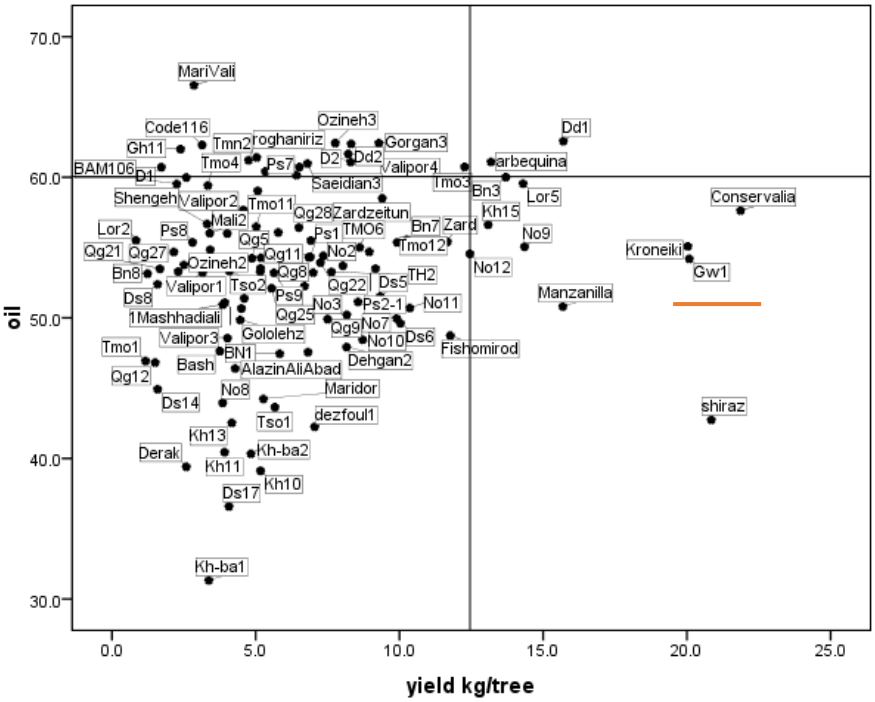
شکل ۳- شکل میوه رقم زاگرس در مرحله رسیدگی.



شکل ۴- توزیع ژنوتیپ‌ها بر اساس فاکتورهای وزن میوه و نسبت گوشت به هسته



شکل ۵- نحوه پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس مولفه‌های وزن میوه و درصد روغن در ماده خشک.



شکل ۶- توزیع ژنوتیپ‌ها بر مبنای عملکرد و درصد روغن در ماده خشک.

منابع

Akbari, F., Fotouhi Ghazvini, R., Taheri, M. and Mohammadi, A. 2019. Evaluation of oil quality indices of five olive cultivars in Tarom region of Zanjan. Iranian Journal of Horticultural Science, 49(4): 925–937. (In Persian).

Dehgani, B., Arzani, K., Hoshmand, D. and Zeinanloo, A.A. 2017. Evaluation of fruit characteristic in some olive cultivars in Fasa. Seed and Plant Journal, 33(1): 1–15. (In Persian).

Padula, G., Giordani, E., Bellini, E., Rosati, A., Pandolfi, S., Paoletti, A., Pannelli, G., Ripa, V., De Rose, F., Perri, E., Buccoliero, A. and Mennoce, C. 2008. Field evaluation of new olive (*Olea europaea*) selections and effects of genotype and environment on productivity and fruit characteristics. Advances in Horticultural Science, 22: 87–94.

Zeinanloo, A., Shahsavari, S., Mohammadi, A. and Naghavi, M.R. 2009. Variance component and heritability of some fruit characters in olive (*Olea europaea* L.). Scientia Horticulturae, 23(1): 68–72.

Introducing the Zagros olive cultivar with high performance and suitable for dual-purpose harvesting

Ali Asghar Zeinanloo[1*] and Rahmatollah Gholami[2]
1. Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
2. Kermanshah Province Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kermanshah, Iran
**Corresponding Author: azeinanloo@yahoo.com*

Abstract

Introducing of new olive cultivars with high yield, low annual bearing, stability in production, and fruits with the necessary characteristics for dual-purpose use are the needs of the olive growing industry. In this study, more than 100 native olive genotypes collected from different regions of the Iran and were evaluated at the Tarom Olive Research Station for 13 years. The GW_1 genotype was collected from Gilan Gharb County, Kermanshah Province. The tree of this genotype has a broad canopy form, relatively high growth potential, very early fruiting, high fruit yield, relatively easy rooting, drought tolerant, and self-compatible in terms of pollination. The average fruit weight is 6.9 gr, the seed weight is 0.64 gr, and the flesh-to-seed ratio is 8.9, and is mid-ripening. It is suitable for the production of green and black table olives. It is also suitable for oil harvesting, with 62.9% oil in dry matter of pericarp. Its fatty acid profile is in accordance with the IOC standard and contains 68.5% oleic acid, 12.7% palmitic acid, and 13.1% linoleic acid. With considering the three characteristics of "high oil percentage", "high yield", and "high yield stability", the GW1 genotype is in the group of "completely desirable" genotypes after the Arbequina variety. This genotype was named "Zagros" in the 82nd meeting of the Technical Committee for Introducing Varieties of the Seed and Plant Registration and Certification Research Institute in 2022.

Keywords:, Iran, Olive oil, New variety, Yield stability.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

انتخاب و معرفی پرتقال‌های خونی ایرسا و آریا بر اساس صفات کیفی برتر میوه

جواد فتاحی مقدم[۱*]، رضا فیفایی[۲]، سیده الهام سیدقاسمی[۱]، سمانه راهب[۲] و بابک عدولی[۳]

۱- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۲- گروه ژنتیک و بهنژادی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۳- گروه مدیریت و فناوری تولید، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *j.fattahi@areeo.ac.ir*

چکیده

به منظور ارزیابی تکمیلی ژنوتیپ‌های انتخابی، پروژه‌ای به مدت ۵ سال (در ادامه فازهای قبلی) انجام شد. در این مرحله نهایی، ژنوتیپ‌های گزینش شده به همراه پرتقال¬های خونی سانگین و گروس سانگین (شاهد) روی پایه نارنج در پنج تکرار بررسی شدند. ویژگی‌های ارزیابی میوه شامل صفات فیزیکی (قطرهای حسابی، هندسی، معادل و هم‌ساز، نسبت جانبی، طول و عرض، کرویت و مساحت رویه، حجم ظاهری و واقعی، چگالی واقعی)، ضخامت پوست، وزن، میزان اسیدیته، مواد جامد محلول و شاخص فناوری بود. نتایج نشان داد خطای حجم میوه آریا و ایرسا به ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۰۷ و مثبت بود. میزان کشیدگی میوه آریا با ۰/۹۳ و ایرسا با ۰/۸۴ بیشتر از شاهدها و سایر ژنوتیپ‌ها بود. متوسط وزن رقم آریا بالاتر از همه ژنوتیپ‌ها (۲۱۹/۲ گرم) و ارقام شاهد بود. ایرسا با داشتن ۴۵/۸۳ درصد آب‌میوه و شاخص فناوری برابر ۵/۱۶ از نظر مقدار و کیفیت آب‌میوه به‌طور معناداری بالاتر از شاهد گروس‌سانگین و سایر ژنوتیپ‌ها بود. نسبت TSS/TA نیز در این دو رقم زودتر به حد نصاب برداشت رسیده و میوه های ایرسا و آریا نسبت به ارقام خونی رایج و سایر ژنوتیپ‌ها زودرس‌تر بودند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب، رقم، کیفیت، مرکبات.

مقدمه

طی سال‌های اخیر ایجاد تنوع با جایگزینی ارقام ایجاد شده طی برنامه اصلاحی در داخل کشور و یا واردات ارقام جدید مرکبات توسعه یافته است. از جمله مرکباتی که طی یک‌دهه اخیر از طریق برنامه اصلاحی توسط پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری معرفی شده‌اند و جنبه‌های مختلف آنها بررسی و گزارش شده است نارنگی‌های یاشار، نوشین و شاهین است که در سال ۱۳۸۸ معرفی و مطالعات تکمیلی آن طی سال‌های بعدی انجام و منتشر شده است (جهانگیرزاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶ب).

در پژوهشی مشخص شد که در پرتقال والنسیا و گریپ‌فروت رابی‌رد در حین رسیدن (از نیمه بهمن تا نیمه خرداد)، میزان TSS افزایش و میزان TA کاهش یافت (Ismail et al., 2005). نتایج بررسی تغییرات کیفی و ارزش غذایی میوه پنج رقم پرتقال (تامسون ناول، سیاورز، مورو، سانگینلو و تاراکو) و یک رقم نارنگی پیج نشان داد که طی ماه‌های مهر تا آذر، میزانTSS ، فنل‌کل پوست و گوشت و آسکوربیک‌اسید گوشت افزایش ولی مقدار TA کاهش یافت. هم‌چنین شاخص روشنایی پوست ارقام پرتقال مورو و نارنگی پیج در اول مهرماه به حد استاندارد برداشت رسید (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

توجه به ویژگی‌های فیزیکی و زیست‌شیمیایی بافت میوه مرکبات به ویژه در ارقام تازه معرفی شده که برای مصرف کننده ممکن است ناشناخته باشد مهم است. ممکن است ارقام تازه معرفی شده قابلیت کاربرد در صنایع فرآوری و بسته‌بندی به روش‌های خاص داشته باشند که در این‌حالت ویژگی‌های ابعادی میوه اهمیت می‌یابد. در پژوهشی ویژگی‌های فیزیکی میوه‌ی نارنگی‌های معرفی شده نوشین و شاهین در

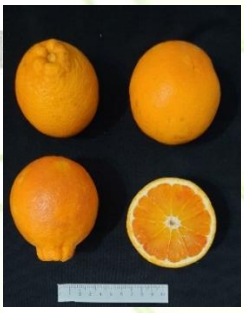
زمان‌های مختلف برداشت بررسی شد. روشن شد که اندازه میوه، میانگین قطرهای حسابی، هندسی و هم‌ساز در هر دو رقم طی برداشت‌های بعدی نسبت به برداشت اول تغییر معناداری نداشت (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶ب).

ویژگی‌های زیست‌شیمیایی بافت میوه به ویژه در ارقام تازه معرفی شده مرکبات در زمان برداشت و طی نگهداری اهمیت دارد. نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA) در نارنگی نوشین با مقدار ۹/۸۱ در آبان و شاهین با مقدار ۸/۳۲ در دی قرار داشت(فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶ب). در پژوهشی دیگر هدایت الکتریکی (EC)، شاخص تکنولوژی (TI)، ترکیب‌های فنلی، ویتامین C و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی طی نگهداری در سردخانه و انبار معمولی به‌طور معناداری کاهش پیدا کرد. نارنگی شاهین به ترتیب با مقدار ۳/۷۴ و ۲۶/۱۹ درصد از میزان شدت و درصد لکه‌های پوستی بالایی در انبار معمولی برخوردار بود (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶الف). این پژوهش با هدف مطالعه جنبه‌های مختلف کیفی میوه دو رقم پرتقال خونی طی فرایند معرفی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به طورکلی این پروژه در ۵ فاز و به مدت ۱۸ سال انجام شده است. در فازهای اولیه درختان با تنوع ژنتیکی بارز از مناطق مرکبات خیز شمال و جنوب کشور جمع‌آوری شدند. پس از ارزیابی مقدماتی ژنوتیپ‌های امیدبخش در ۵ تکرار کشت شدند. در ادامه ویژگی‌های مورفولوژی و صفات کیفی میوه در ژنوتیپ‌های انتخابی بررسی شد. در فازهای نهایی ارزیابی تکمیلی ژنوتیپ‌های امیدبخش به همراه پرتقال¬های خونی سانگین و گروس سانگین (شاهد) روی پایه نارنج در دو سال مورد بررسی قرار گرفتند. این خصوصیات شامل صفات فیزیکی میوه (قطرهای حسابی، هندسی، معادل و هم‌ساز میوه، نسبت جانبی، طول و عرض میوه، کرویت و مساحت رویه، حجم ظاهری و واقعی، چگالی واقعی) ویتامین ث، میزان اسیدیته میوه، مواد جامد محلول، شاخص فناوری، حجم، چگالی، ضخامت پوست، وزن، میزان فنل کل و میزان آنتوسیانین کل، شاخص‌های رنگ پوست (L^* a^* b^*، hue، chroma و CCI) و آنالیز حسی بود. در این مقاله داده‌های مربوط به گزینش ارقام برتر ایرسا و آریا (شکل‌های ۱ و ۲) در مقایسه با ارقام شاهد سانگین و گروس سانگین (شکل‌های ۳ و ۴) و چهار ژنوتیپ امیدبخش دیگر بر اساس چند شاخص کیفی مهم ارایه می‌شود.


شکل ۱-پرتقال ایرسا


شکل ۲-پرتقال آریا


شکل ۳-پرتقال سانگین


شکل ۴-پرتقال گروس سانگین

نتایج و بحث

برخلاف همه ژنوتیپ‌ها و شاهد این دو رقم دارای میوه با کمترین تفاوت بین حجم ظاهری و واقعی بودند بدین صورت که خطای حجم میوه آریا و ایرسا به ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۰۷ و مثبت بود. حجم واقعی و ظاهری آن نزدیک به هم بود که نشانه نداشتن فضای خالی در درون میوه و داشتن بافت متراکم است. در این حالت میوه به فشارهای درون جعبه متحمل بوده و مانع ترک خوردگی پوست میوه می‌شود. ارقامی که از خطای حجم منفی برخوردار بودند به همان نسبت بافت میوه متراکم‌تر و آبدارتر نیز برخوردار بودند. از نظر چگالی این دو رقم مشابه شاهدها بودند. داده‌های ضریب کرویت نشان داد که میزان کشیدگی میوه آریا با ۰/۹۳ و ایرسا با ۰/۸۴ بیشتر از شاهدها و سایر ژنوتیپ‌ها بود. بر اساس داده نسبت جانبی نیز مشخص شد که ایرسا با مقدار ۱۳۶/۵۱ کشیده‌تر از همه ژنوتیپ‌ها و نزدیک به میوه گروس‌سانگین بود (جدول ۱). کم بودن کرویت و نسبت جانبی نشان می‌دهد که میوه روی سطح خود (نسبت به جوانب) بیش‌تر می‌غلتد (Abdullah et al., 2012). به دلیل دارا بودن ابعاد و وزن بالاتر آریا، به همان نسبت از مساحت رویه بالاتری نسبت به شاهدها برخوردار

بود. مشخص بودن ابعاد میوه برای تعیین اندازه دیافراگم ماشین‌های فرآوری میوه، طرح سینی‌های بین لایه‌ای میوه، حجم و نوع جعبه یا کارتن بسته‌بندی اهمیت دارد (Abdullah et al., 2012). دانستن اطلاعات سطح رویه میوه به انتخاب نوع و اندازه بسته‌ای که قرار است میوه در آنها بسته‌بندی شود و همچنین تعداد میوه در هر بسته کمک خواهد کرد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی میوه شش ژنوتیپ پرتقال توسرخ در مقایسه با دو رقم شاهد در زمان برداشت تجاری.

ژنوتیپ	حجم واقعی (cm^3)	حجم ظاهری (cm^3)	خطای دوحجم	چگالی ($g.cm^{-3}$)	کرویت	ضریب رعنایی	نسبت جانبی (cm^2)
B1	171.64±10.62	161.98±9.67	-5.45±0.94	0.92±0.01	0.98±0.02	98.33±2.35	143.18±5.68
B2	225.69±11.01	213.15±9.99	-5.44±0.74	0.88±0.01	0.99±0.01	99.13±2.16	172.07±5.36
آریا	233.07±8.57	233.42±8.59	0.18±0.76	0.92±0.004	0.93±0.02	91.06±2.28	182.98±4.59
B4	193.58±14.80	186.63±13.93	-3.39±0.72	0.89±0.004	0.99±0.02	100.12±2.35	156.85±7.80
B5	190.64±9.16	183.58±8.20	-3.56±0.50	0.92±0.01	1.00±0.01	100.67±1.53	155.82±4.57
ایرسا	151.80±10.30	150.93±8.85	0.07±1.28	0.93±0.01	0.84±0.03	78.00±3.37	136.51±5.28
سانگین	170.26±9.52	161.71±8.97	-5.01±0.73	0.95±0.01	1.00±0.01	100.47±1.54	142.99±5.25
گروس سانگین	159.74±13.39	154.23±13.55	-3.73±0.62	0.91±0.01	0.97±0.01	95.45±1.23	137.96±7.86

متوسط وزن رقم آریا بالاتر از همه ژنوتیپ‌ها (۲۱۹/۲ گرم) و ارقام شاهد سانگین و گروس‌سانگین بود. میوه رقم آریا، درشت بوده و از وزن نسبتا بالایی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار است. میوه ایرسا با داشتن ۴۵/۸۳ درصد آب‌میوه و شاخص فناوری برابر ۵/۱۶ از نظر مقدار و کیفیت آب‌میوه به‌طور معناداری بالاتر از شاهد گروس سانگین و سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۲).

جدول ۲- خصوصیات شش ژنوتیپ پرتقال توسرخ در مقایسه با دو رقم شاهد در زمان برداشت تجاری.

ژنوتیپ	وزن میوه (گرم)		ضخامت پوست (میلی‌متر)		درصد آب‌میوه (٪)		شاخص فناوری	
B1	c	178.21	c	3.74	bc	42.67	de	4.35
B2	a	232.14	a	4.8	d	38.96	f	3.88
آریا	b	219.2	c	3.78	d	39.15	f	3.98
B4	c	173.94	b	4.26	cd	39.79	ef	4.07
B5	cd	166.74	cd	3.65	ab	43.25	bc	4.72
ایرسا	d	155.76	d	3.44	a	45.83	a	5.16
سانگین	e	135.73	e	2.98	bc	42.54	ab	5.01
گروس سانگین	e	127.68	d	3.46	b-d	41.01	cd	4.59
میانگین مربعات		40441.95**		9.17**		168.08**		6.89**

در ارزیابی درصد TSS و TA مشخص شد آنچه که ارقام ایرسا و آریا را از بقیه و حتی شاهدها متمایز نموده است میزان TA است که کمتر است. به همین دلیل نسبت TSS/TA نیز در این دو رقم زودتر به حدنصاب برداشت رسیده و این دو رقم نسبت به ارقام خونی رایج و سایر ژنوتیپ‌ها زودرس هستند. شاخص زودرس بودن یکی از دلایل اصلی گزینش این دو ژنوتیپ در کنار سایر صفات کیفی میوه بود (جدول ۳).

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی شش ژنوتیپ پرتقال توسرخ در مقایسه با دو رقم شاهد در زمان برداشت تجاری.

ژنوتیپ	TSS (%)		TA (%)		TSS/TA	
B1	d	10.2	c	1.97	b	5.37
B2	d	9.98	ab	2.12	c	4.85
آریا	d	10.15	e	1.65	a	6.42
B4	d	10.23	c	1.97	b	5.41
B5	c	11	bc	2	b	5.59
ایرسا	b	11.29	d	1.81	a	6.35
سانگین	a	11.79	bc	2.02	a	6.34

گروس سانگین	bc	11.2	a	2.22	b	5.29
میانگین مربعات		13.45**		0.93**		10.50**

منابع

جهانگیرزاده، ا.، رستگار، ح.، حیات‌بخش، ع. و محمدعلیان، ی. ۱۳۸۸. انتخاب نتاج F1 دورگ‌های حاصل از تلاقی پرتقال و کلمانتین و ارزیابی سازگاری آن‌ها در شمال و جنوب ایران (فاز دوم). گزارش نهایی، شماره مصوب ۹۳۱۰۳–۱۷–۱۷–۴۷. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور.

فتاحی مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا. و نجفی، ک. ۱۳۹۶الف. ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه ارقام جدید نارنگی نوشین و شاهین طی دوره انبارداری. نشریه علوم باغبانی، ۳۱: ۷۵۱–۷۶۴.

فتاحی مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا. و نجفی، ک. ۱۳۹۶ب. ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه نارنگی‌های جدید نوشین (*Citrus reticulata* cv. Noushin) و شاهین (*Citrus reticulata* cv. Shahin) طی زمان‌های مختلف برداشت. مجله تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، ۴۰: ۷۷–۹۰.

Abdullah, M., Chng, P.E. and Yunus, N.A. 2012. Some physical properties of musk lime (*Citrus microcarpa*). International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 6: 1122–1125.

Ismail, M.A., Chen, H., Baldwin, E.A. and Plotto, A. 2005. Changes in enzyme-assisted peeling efficiency and quality of fresh ‘Valencia’ orange and of stored ‘Valencia’ orange and ‘Ruby Red’ grapefruit. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 118: 403–405.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Selection and introduction of Irsa and Aria blood oranges accrued on superior fruit quality traits

Fatahi Moghadam, Javad[1*], Reza Fifaii[2], SayedehElham SayedGhasemi[1], Samaneh Raheb[2] and Babak Adouli[3]

1. Postharvest Physiology and Technology Department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
2. Genetic and Breeding Department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
3. Technology and Production Management Department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

Corresponding Author: j.fattahi@areeo.ac.ir

Abstract

In order to evaluate the selected genotypes completely, a 5-year project (continuing the previous phases) was conducted. In this final phase, the selected genotypes were evaluated with comparison to Sanguine and Gross Sanguine blood oranges (controls) on sour orange rootstock in five replications. Fruit evaluation characteristics included physical traits (arithmetic, geometric, equivalent and harmonic diametric means; aspect ratio, sphericity, surface area, true volume, apparent volume, volume error, density), skin thickness, weight, titratable acidity, total soluble solids and technology index. The results showed that the error volume of Aria and Irsa was 0.18 and 0.07, respectively. The fruit elongation of Aria with 0.93 and Irsa with 0.84 was higher than the controls and other genotypes. The average weight of Aria was higher than all genotypes (219.2 g) and the controls. Irsa, with 83.45% juice percentage and a technology index of 16.5, was significantly higher in terms of juice quantity and quality than Gross Sanguine, and other genotypes. The TSS/TA ratio also reached earlier for harvesting in these two cultivars, and the fruits were early ripening compared to the common blood cultivars and other genotypes.

Keywords: Citrus, Quality, Selection, Variety.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اهمیت و کاربرد گیاهان پلی‌پلوئید در درختان میوه و یافته‌ها در مورد مرکبات در ایران

اسد اسدی آبکنار[1*]
۱- بخش تحقیقات بیولوژی مولکولی، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *asadiabkenarasad@gmail.com*

چکیده

گیاهان پلی‌پلوئید، که دارای سه سری و یا بیشتر از کروموزوم‌های همولوگ در سلول‌های رویشی می‌باشند، کاربردهای متنوعی در درختان میوه چه به عنوان پایه و چه به عنوان رقم پیوندک دارند. در مرکبات تریپلوئیدها (3X) بی‌بذراند، از تتراپلوئیدها (4X) به عنوان پایه های متحمل به تنش‌های محیطی (خشکی، کمبود عناصر و شوری) استفاده می‌شود. با توجه به اهمیت و کاربرد گیاهان پلی‌پلوئید، در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور، رشت، چند پروژه تحقیقاتی برای دست‌یابی به ژنوتیپ‌های تتراپلوئید و تریپلوئید در مرکبات اسیدی (ترش) به اجرا در آمد که در این مقاله به نتایج آنها اشاره می‌شود. ابتدا تیمارهای کلشیسین برای تولید ژنوتیپ‌های تتراپلوئید در لیموترش (*Citrus aurantifolia* Swingle) و لیمو شیرین (*Citrus limettioides* Tan.) بکار رفت و نهالهایی از این طریق تولید، حفظ و نگهداری شدند. سپس ثبات سطح پلوئیدی با استفاده از روش فلوسیتومتری در دو اصله از نهال‌های لیموترش (لیمو عمانی)، درخت A و درخت B، و سه اصله از نهال‌های لیمو شیرین (درخت‌های C, D , E) مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله آخر بین نارنگی کلمانتین (مادر) و لیموترش B (پدر)، و بین لمون‌های 'Eureka'، 'Cook Eureka' و 'Lisbon' (مادر) با لیمو شیرین‌های تتراپلوئید C و D (پدر) تلاقی‌های کنترل شده انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که از پنج شاخه اصلی درخت A، ۴ شاخه یعنی شاخه‌های A4 و A1, A2, A3 سطح دیپلوئیدی (2X) را نشان دادند. فقط یک شاخه، یعنی شاخه شماره ۵؛ به عنوان شاخه میکس‌پلوئید یا پلوئیدی کایمرا با ژنوتیپ 2X+4X شناسایی شد. در درخت B هر هفت شاخه آن دارای سطح پلوئیدی یکسان و تریپلوئید (3X) بودند. در تلاقی بین نارنگی کلمانتین با لیموترش همه میوه‌ها ریزش نموده و هیچ بذری به دست نیامد. اما در تلاقی‌های بین لمون‌های 'Eureka'، 'Cook Eureka' و 'Lisbon' با لیموشیرین میوه‌ها به مرحله برداشت رسیدند. از بین ۱۵ اصله نهال که با آنالیز فلوسیتومتری مورد سنجش سطح پلوئیدی قرار گرفتند ۱۰ اصله نهال دیپلوئید (نوسلار) و ۵ اصله تریپلوئید بدست آمد. از این ۵ اصله نهال تریپلوئید چهار اصله به تلاقی 'Eureka' با لیموشیرین و یک اصله به تلاقی 'Cook Eureka' با لیمو شیرین تعلق داشتند. درخت B چون تریپلوئید است، از نظر تجاری بدلیل بی‌بذری اهمیت داشته و لازم است از هر یک از شاخه‌های اصلی آن در ازدیاد غیرجنسی (پیوند) استفاده شود تا حفظ و نگهداری شده و در روند بهنژادی بیشتر مورد مطالعه و استفاده قرار گیرد. نهال‌های تریپلوئید به دست آمده از این پروژه پس از باردهی باید از نظر صفات کمی و کیفی میوه مورد بررسی قرار گیرند تا پتانسیل معرفی رقم جدید در آنها مشخص گردد.

واژه‌های کلیدی: بهنژادی، بی بذری، تتراپلوئید، تریپلوئید، مرکبات.

مقدمه

در بین گونه‌های مرکبات، انواع لیموترش دو گروه عمدهٔ لایم‌ها و لمون‌ها را شامل می‌شود. به استثنای تاهیتی‌لایم و بیرس‌لایم که میوه‌های متوسط تا کمی درشت دارند، لایم‌ها دارای میوه‌های کوچک تا متوسط با پوست نازک و بیشتر سبز رنگ (در زمان برداشت تجاری) می‌باشند. لمون‌ها میوه‌های درشت‌تر از لایم‌ها، با پوست کلفت‌تر و زرد رنگ دارند. هر دو گروه به دلیل داشتن میوه‌های پر آب، عمدتاً اسیدی (ترش) و با ویتامین C بالا اهمیت قابل توجهی در بازار مصرف تازه‌خوری و صنایع تبدیلی از جمله تولید آبلیمو و انواع سس ها و چاشنی‌ها دارند. طبق آمار سازمان غذا و خوار و بار جهانی (FAO) میزان تولید لایم‌ها و لمون‌ها در ایران در سال ۲۰۲۱ حدود ۴۷۸ هزار و ۹۷۲ تن بوده است. لیموترش معمولی با نام علمی *Citrus aurantifolia* Swingle از گروه لایم‌ها بوده و در ایران با نام‌های عمومی و تجاری لیموی آب، لیموی شیرازی و لیموی عمانی شناخته می‌شود. لیمو شیرین (Indian or Palestine Sweet lime) گونه دیگری از لیموها با نام علمی *Citrus limettioides* Tan. می‌باشد که میوه‌های درشت و شیرین تولید می‌کند و در ایران به مقدار زیاد تولید شده و از اهمیت

اقتصادی قابل توجه‌ای برخوردار است. کارخانه‌های تولید آبلیمو همواره متقاضی لیمو در تمامی فصول سال می باشند. از نظر تجاری و نیاز بازار مصرف آنچه که مسلم است ایجاد تنوع در لیموترش بر فعالیت صنایع فرآوری لیموترش خواهد افزود، میزان مصرف سرانه میوهٔ تازه لیموترش و فرآورده‌های طبیعی آن را بالا خواهد برد و چون مصرف کننده امروزی با آسودگی خاطر از محصولات طبیعی به جای مواد ساختگی استفاده خواهد کرد این موضوع به اطمینان در بازار و صنایع تبدیلی وابسته به لیموترش خواهد افزود. از طرف دیگر میوه‌های بی‌بذر و یا کم‌بذر مرکبات، به خصوص در لایم‌ها و لمون‌ها چه در بازار تازه‌خوری و چه در صنایع تبدیلی همواره از بازارپسندی و قیمت بسیار بیشتری برخوردارند. به همین خاطر در بهنژادی انواع مرکبات از جمله لیموها دست‌یابی به ارقامی که میوه‌های بی‌بذر تولید می‌کنند و از نظر سطح پلوئیدی بیشتر تریپلوئید (3X) می‌باشند مورد توجه ویژه قرار دارد. در تولید ارقام تریپلوئید (بی‌بذر یا خیلی کم‌بذر) ابتدا باید ارقام تتراپلوئید (4X) تولید نمود سپس آنها را در تلاقی‌ها با ارقام دیپلوئید (2X) مورد استفاده قرار داد. هدف از اجرای این پژوهش انجام تلاقی بین ژنوتیپ‌های دیپلوئید و تتراپلوئید در تعدادی از لیموهای ترش و شیرین برای دست‌یابی به شبه لیموهای تریپلوئید بوده است.

مواد و روش‌ها

بررسی پایداری سطح پلوئیدی

ثبات سطح پلوئیدی در دو اصله از نهال‌های لیموترش (لیموی شیرازی)، درخت A و درخت B، و سه اصله از نهال‌های لیمو شیرین (درخت‌های C, D, E) که در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور (رشت) پس از اعمال تیمارهای کلشیسین روی مریستم انتهایی نهالهای بذری تولید، حفظ و نگهداری شده بودند (افشار محمدیان و همکاران، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) مورد بررسی قرار گرفت. پنج شاخه اصلی از درخت A، هفت شاخه اصلی از درخت B و چهار شاخه اصلی از هر یک از درختهای C, D, E بررسی شد. برای آنالیز فلوسایتومتری برگ‌های بالغ و جوان از مواد شیمیایی کیت تجاری Cystain PI Absolute P, Sysmex-Partec استفاده شد (اسدی آبکنار، ۱۴۰۱). نمونه‌های شاهد دیپلوئید و تریپلوئید به ترتیب از 'مکزیکن' لایم و 'پرشین' لایم نیز مورد تعیین سطح پلوئیدی قرار گرفتند.

تلاقی بین تعدادی از ژنوتیپ‌های مرکبات دارای سطوح متفاوت کروموزومی

دانه‌ی گرده ژنوتیپ‌های نر مورد نظر با جداسازی بساک‌ها از گل‌هایی که در مرحله نزدیک به باز شدن بودند، یعنی یک روز قبل از باز شدن کامل، در داخل پتریدیش‌ها و در یک اتاق خشک با دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد جمع‌آوری شدند. گل‌های گونه‌های دیپلوئید مرکبات شامل نارنگی 'کلمانتین'، لیموترش‌های 'اورکا' لمون، ' کوک اورکا' لمون و 'لیسبون' لمون در مرحله نزدیک به باز شدن (یک روز قبل از بازشدگی کامل) با جداسازی پرچم‌ها توسط پنس اخته شده و پاکت‌گذاری شدند. یک تا دو روز بعد پس از ظهور شیره سفید رنگ چسبنده روی سطح کلاله گل‌های اخته شده، پاکت‌ها برداشته شدند و دانه‌های گرده جمع‌آوری شده از ژنوتیپ‌های نر با استفاده از قلم‌موهای ظریف و بسیار نرم بر روی کلاله گل‌های اخته شده والدین ماده مالیده شدند. گل‌های گرده افشانی شده با گذاشتن دوباره پاکت روی آنها از بازدید حشرات محافظت شدند، روی اتیکت مربوط به هر شاخه تاریخ و تعداد گل گرده‌افشانی شده یادداشت شد. میوه های حاصل از گرده‌افشانی‌های کنترل شده پس از رسیدن (بلوغ میوه‌ها) برداشت و بذرهای آنها استخراج شدند. بذرهای استخراج شده پس از شستشو خشک شده و وزن شدند. بذرهایی که کمتر از ۰/۰۹ گرم وزن داشتند برای کشت در شرایط استریل مورد استفاده قرار گرفتند. گیاهان بدست آمده به گلدان‌های کوچک حاوی پیت و پرلایت اتوکلاو شده برای سازگاری منتقل شدند.

تعیین سطح پلوئیدی نهال‌های هیبرید به دست آمده

سطح پلوئیدی گیاهان بدست آمده از تلاقی‌ها (هیبریدها) با استفاده از دستگاه فلوسیتومتر در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی کرج نیز طبق شرح فوق تعیین شد با این تفاوت که هر نمونه همراه با یک نمونه شاهد یعنی پرشین‌لایم که تریپلوئید طبیعی است، همزمان به دستگاه تزریق شد. در نهایت ژنوتیپ‌های تریپلوئید جداسازی، حفظ و نگهداری شدند.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتیجه آنالیز فلوسیتومتری مربوط به شاخه‌های درختهای A, B, C, D, E آورده شده است. از پنج شاخه درخت A، چهار شاخه یعنی شاخه‌های A4 و A1, A2, A3 سطح دیپلوئیدی (2X) را نشان دادند. فقط شاخه شماره ۵؛ به عنوان شاخه میکس‌پلوئید یا پلوئیدی کایمرا با ژنوتیپ 2X+4X تعیین شد. در درخت B هر هفت شاخه اصلی سطح پلوئیدی یکسان و تریپلوئید (3X) را نشان دادند. سطح پلوئیدی در شاخه‌های درخت‌های لیمو شیرین C و D تتراپلوئید و در شاخه‌های لیمو شیرین E دیپلوئید تعیین شد.

جدول ۱- داده‌های فلوسیتومتری مربوط به درخت‌های شاهد، لیموهای ترش و شیرین و هیبریدهای بدست آمده از تلاقی‌های اینترپلوئید.

سطح پلوئیدی	میانگین مقدار عددی مد (Mode value) در آنالیز فلو سایتومتری	نوع درخت و شاخه
دیپلوئید	۳۸	شاهد (لیموترش مکزیکن)
تریپلوئید	۴۷	شاهد (پرشین لایم)
دیپلوئید	۳۸/۵	درخت A، شاخه‌های A1, A2, A3, A4
میکس‌پلوئید (تتراپلوئید+ دیپلوئید)	۷۷+۳۷	درخت A، شاخه A5
تریپلوئید	۵۶/۱۴	درخت B، شاخه‌های B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7
تتراپلوئید	۴۱/۵	درخت‌های C, D
دیپلوئید	۲۱	درخت E
تریپلوئید	۸۴	هیبریدهای شماره ۲، ۴، ۵، ۸، ۱۲
دیپلوئید	۵۴/۶	هیبریدهای شماره ۱، ۳، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵

میزان دانه‌های گرده زنده و جوانه‌زنی آنها در لیموترش مکزیکن که به عنوان والد پدر بکار رفت صفر بود. بنابراین از تلاقی بین نارنگی کلمانتین به عنوان مادر و لیموترش 'مکزیکن' به عنوان والد پدر هیچ میوه و هیچ بذری بدست نیامد. در لیموهای شیرین به کار رفته به عنوان والد پدر تقریباً همه گل‌ها ناقص و فاقد مادگی بودند. دانه‌های گرده جمع‌آوری شده از گل‌های آنها با رنگ‌آمیزی توسط محلول آستوکارمین یک درصد از رنگ‌گیری بسیار خوبی برخوردار بوده (تا ۸۰ درصد) و بیش از ده درصد جوانه‌زنی نشان دادند. با استفاده از این دانه‌های گرده همه تلاقی‌های انجام شده روی درختان مادری سه رقم لمون تشکیل میوه و بذر دادند. بررسی سطح پلوئیدی نهالهای دورگ بدست آمده از تلاقی‌ها نشان داد که از ۱۵ اصله نهال ارزیابی شده پنج اصله نهال (کدهای ۲، ۴، ۵، ۸ و ۱۲) (۳۳٪ از نهالها) سطح پلوئیدی تریپلوئید را نشان دادند. ارتفاع این پنج اصله نهال تریپلوئید با میانگین ۲۷/۶ سانتی‌متر در مقایسه با ۱۰ اصله نهال دیگر که دیپلوئید بودند با میانگین ارتفاع ۵۷/۲ سانتی‌متر بسیار کوتاه‌تر بود. نهال‌هایی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند با بکارگیری تیمارهای کلشیسین روی مریستم انتهایی نهال‌های بذری لیموترش مکزیکن در مرحله دوبرگی، بدست آمده بودند (افشار محمدیان و همکاران، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲). بسته به این که کلشیسین تا کدام لایه سلولی از مریستم نفوذ کرده باشد و همچنین در هر لایه چه تعداد از سلول‌ها را تحت تاثیر قرار داده باشد نتایج آن روی ژنوتیپ و فنوتیپ شاخه‌ها متفاوت بوده است به طوری که درخت A دارای یک شاخه میکس‌پلوئید بوده و بقیه شاخه‌های آن در سطح دیپلوئیدی باقی ماندند. این پدیده ممکن است به علت تاثیر اندک کلشیسین یعنی تاثیر کلشیسین روی تعداد اندکی از سلول‌های

مریستم انتهایی بروز کرده باشد. در درخت B شاخه‌های بررسی شده سطح پلوئیدی یکسان و تریپلوئید (3X) را نشان دادند. انتظار نمی‌رود که این درخت از تاثیر کلشیسین بوجود آمده باشد چرا که در گیاهان دیپلوئید مثل مرکبات با تیمار کلشیسین روی مریستم‌ها یا بذرها بسته به غلظت و مدت زمان بکارگیری کلشیسین یا سطح پلوئیدی اصلی دیپلوئیدی (2X) حفظ می‌شود و یا اینکه ژنوتیپ‌های تتراپلوئید (4X) و یا میکس‌پلوئید (2X+4X و 4X+8X) بوجود می‌آیند (Wakana et al., 2005 ; Yasuda et al., 2022) و تاکنون گزارشی مبنی بر بوجود آمدن گیاهان تریپلوئید پس از اعمال تیمار کلشیسین وجود ندارد. از تلاقی‌های انجام یافته در این پژوهش یعنی تلاقی‌های بین والدین دیپلوئید به عنوان والد مادر و لیمو شیرین تتراپلوئید به عنوان پدر (♀2X × 4X♂) پنج نوع ژنوتیپ تریپلوئید و جدید برای اولین بار بدست آمد که در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور حفظ و نگهداری شده‌اند تا بیشتر مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

اسدی آبکنار، ا. ۱۴۰۱. بررسی پایداری سطح پلوئیدی، ویژگی‌های رویشی و زایشی در لیموهای ترش تتراپلوئید. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مشترک. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی.

افشار محمدیان، م.، پور اکبری، ر.، امیدی، ز. و ترنگ، ع. ۱۳۹۱. تأثیرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک القای پلی‌پلوئیدی در گیاه لیموترش. زیست‌شناسی گیاهی، ۱۲: ۱۳–۲۴.

افشار محمدیان، م.، امیدی، ز.، پور اکبری، ر. و اسدی آبکنار، ا. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر پلی‌پلوئیدی بر برخی ویژگی‌های آناتومیکی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاه لیموترش. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۶(۳): ۲۳۸–۲۴۶.

Wakana, A., Hanada, N., Park, S.M., Fukudome, I. and Kajiwara, K. 2005. Production of tetraploid forms of acid citrus cultivars by top grafting of shoots with sprouting axillary buds treated with colchicine. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 50(1): 93–102.

Yasuda, K., Nukaya, T., Sudo, M., Yahata, M., Tominaga, A., Mukai, H. and Kunitake, H. 2022. Effects of *in vitro* colchicine treatment on tetraploid induction in seeds of polyembryonic cultivars of the genera *Citrus*, *Fortunella*, and *Poncirus*. Tropical Agriculture and Development, 66(2): 51–58.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Importance and application of polyploid plants in fruit trees and findings for citrus in Iran

Asad Asadi Abkenar[1*]
1. Department of Molecular Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of North Region, Rasht, Iran
[*]*Corresponding Author: asadiabkenarasad@gmail.com*

Abstract

Polyploid plants, which have three or more sets of homolog chromosomes in their somatic cells, include many applications in fruit trees both as rootstocks and scion cultivars. In citrus, triploids are seedless, tetraploids are used as tolerant rootstocks to environmental stresses (drought, shortage of elements and salinity). Regarding to the importance and usage of polyploidy plants, in agricultural biotechnology research institute of north region of Iran, Rasht, some research projects in order to get tetraploid and triploid acid citrus were carried out. In this paper the results of these projects will be presented. At first colchicine treatments were used to produce tetraploid genotypes in Mexican lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) and Palistinian sweet lime (*Citrus limettioides* Tan) and those plants obtained by these treatments were maintained. Then, stability of polyploidy level using flowcytometry was evaluated for two trees of Mexican lime (A and B) and three trees of sweet lime (C, D and E). Finally between clementine mandarin and Mexican lime, and between each of 'Eureka', 'Cook Eureka' and 'Lisbon' and tetraploid sweet limes controlled cross pollination (crossing) were carried out. The results showed that in Mexican lime tree A, four main branches (A1, A2, A3 and A4) were diploid and one main branch (A5) was mix-ploid (2X+4X). In Mexican lime tree B, all of seven main branches were equally triploid. From cross between clementine mandarin and Mexican lime tree B no fruit as well as no seed was obtained. However, from crosses between each of 'Eureka', 'Cook Eureka' and 'Lisbon' and tetraploid sweet limes fruits and seeds were obtained. From 15 seedlings which obtained by crossings and analysed by flowcytometry, 10 seedlings diploid (more probably nucellar) and 5 seedlings were triploid. In these five triploid hybrids, four hybrids were belonged to crossing between 'Eureka' and sweet lime, and one hybrid was belonged to crossing between 'Cook Eureka' and sweet lime. Tree B, because of being triploid and seedless is promising and should be propagated and maintained for more use and study in breeding and commercial development. Those hybrid triploids obtained in this study should be more evaluated for quantitative and qualitative fruit characters in order to reveal their potential of being new cultivar and commercialization.

Keywords: Breeding, Citrus, Seedlessness, Tetraploids, Triploids.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی میزان اسانس و تیمول در هیبریدهای بین گونه‌ای آویشن باغی و آویشن دنایی (*T. daenensis*×*T. vulgaris*)

سیاوش محمدی[۱*]، لیلا تبریزی[۲] و مجید شکرپور[۳]

۱- پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات مهندسی علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

۲- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

*نویسنده مسئول: *mohammadi.s@ut.ac.ir*

چکیده

آویشن (*Thymus* spp.) یکی مهمترین گیاهان دارویی در دنیا است که کاربرد وسیعی در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی بهداشتی دارد. لذا اصلاح و ایجاد ژنوتیپ‌هایی با عملکرد کمی و کیفی بالا در این گیاه ضرورت دارد. در این تحقیق مهمترین صفات فیتوشیمیایی از جمله میزان اسانس و تیمول در هیبریدهای بین گونه ای آویشن دنایی و آویشن باغی که با هدف ایجاد و شناسایی هیبریدهای برتر در آویشن انجام شده، اندازه گیری شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تنوع نسبتا بالایی از لحاظ صفات مهم فیتوشیمیایی بخصوص میزان اسانس و تیمول در هیبریدهای بین گونه ای مشاهده شد و اغلب هیبریدها از لحاظ این صفات حدواسط والدین بودند. با این حال برخی از هیبریدهای بین گونه‌ای نسبت به سایر هیبریدها بالاتر و تا حدی مشابه والد برتر بود. از لحاظ میزان اسانس نیز هیبرید H25 (۵/۵ درصد) میزان اسانس بیشتری نسبت به سایر هیبریدها و والد آویشن باغی نشان داد و تقریبا مشابه والد آویشن دنایی بود. علاوه بر هیبرید H25 برخی از هیبریدهای دیگر نظیر H18، H19، H27 و H33 نیز میزان اسانس نسبتا بالایی داشتند. میزان تیمول نیز در اغلب هیبریدهای بین گونه ای حدواسط والدین بود. در بین هیبریدها بالاترین تیمول در هیبرید H25 به میزان (۶۱/۳ درصد) حاصل شد. در نهایت هیبرید H25 از لحاظ درصد اسانس و میزان تیمول که مهمترین صفات فیتوشیمیایی در آویشن است برتر و تقریبا مشابه آویشن دنایی بود.

واژه‌های کلیدی: اصلاح گیاهان دارویی، تنوع فیتوشیمیایی، دورگ‌گیری بین گونه‌ای، ژنوتیپ برتر.

مقدمه

جنس آویشن (*Thymus* spp.) یکی از مهمترین جنس‌های تیره نعناع (Lamiaceae) و از ارزشمندترین گیاهان دارویی جهان است که کاربرد وسیعی در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی- بهداشتی دارد. اسانس آویشن در ردیف ۱۰ اسانس برتر دنیا قرار دارد و از لحاظ تعداد داروهای گیاهی آویشن در رتبه دوم در بین گیاهان دارویی قرار دارد. با توجه به اهمیت گیاه دارویی آویشن در صنایع مختلف، اصلاح و ایجاد ژنوتیپ‌های با عملکرد کمی و کیفی بالا در این گیاه ضرورت دارد. از اهداف اصلاحی مهم در آویشن می‌توان به عملکرد بالای ماده خشک، نسبت بالای برگ به اندام هوایی، عملکرد بالای اسانس، میزان بالای تیمول در اسانس، یکنواختی محصول، تحمل یخبندان در زمستان، عادت رشد ایستاده و امکان برداشت مکانیزه اشاره کرد. تاکنون نسبت به گیاهان زراعی تحقیقات کمی در اصلاح و بهنژادی گیاهان دارویی از جمله آویشن انجام شده است. اغلب کارهای اصلاحی در آویشن و به ویژه در آویشن‌های بومی ایران در زمینه بررسی تنوع مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و ژنتیکی بوده و در زمینه اخته کردن، تلاقی و اصلاح از طریق دو رگ گیری تحقیقات بسیار اندکی صورت گرفته است (امید بیگی، ۱۳۸۷).

برای تولید ارقام هیبرید و جدید آویشن با کیفیت و کمیت بالا و رقمی که اغلب صفات زراعی و فیتوشیمیایی مناسب را داشته باشد علاوه بر گزینش در خزانه ژنتیکی موجود، نیاز به عمل دورگ‌گیری می‌باشد که هدف آن ایجاد ژنوتیپ‌ها و خزانه ژنی جدید جهت گزینش ژنوتیپ‌های مناسب می‌باشد. انجام عمل اخته کردن و دورگ‌گیری دستی در آویشن مشکل می‌باشد که از دلایل آن می‌توان به کوچک بودن گل‌های آویشن، متراکم بودن گل‌آذین آویشن و نزدیک بودن گل‌ها به هم و باز شدن غیر همزمان گل‌ها در گل آذین اشاره کرد. بهره گیری از سیستم نرعقیمی می‌تواند روش مناسبی در انجام دورگ‌گیری در اصلاح آویشن باشد. رقم هیبرید Varico3 از بهترین ارقام

آویشن است که با بهره گیری از سیستم نرعقیمی اصلاح شده است. بنابراین شناسایی لاین‌های نرعقیم در آویشن به ویژه در آویشن‌های بومی ایران می‌تواند راهکار مناسبی در دورگ‌گیری و ایجاد ژنوتیپ‌های مطلوب باشد (Carlen et al., 2010).

در این تحقیق جهت انجام دورگ‌گیری بین گونه ای از دو گونه آویشن باغی (*T. vulgaris*) و آویشن دنایی (*T. daenensis*) استفاده شد. دلایل استفاده از این دو گونه این بود که طبق مطالعات گذشته و همچنین بخش بررسی تنوع گونه‌های مختلف آویشن در تحقیق حاضر مشخص شد که آویشن باغی که گونه زراعی آویشن در دنیا می‌باشد دارای رشد و عملکرد پیکره رویشی بالایی است و همچنین فرم رویشی آن به صورت ایستاده می‌باشد که از لحاظ برداشت مکانیزه اهمیت دارد با اینحال میزان اسانس (حدود دو درصد) و همچنین تیمول (۵۰-۴۰ درصد) آن نسبت به آویشن دنایی به طور قابل ملاحظه ای پایین می‌باشد. بر خلاف آویشن باغی، آویشن دنایی داری میزان بالای اسانس (بیش از پنج درصد) و میزان تیمول (۸۰-۷۰ درصد) نسبت به آویشن باغی و همچنین سایر گونه‌های آویشن بومی ایران می‌باشد ولی میزان رشد و عملکرد آویشن دنایی بخصوص در سال اول کمتر از آویشن باغی و دارای رشد نیمه ایستاده است. همچنین میزان تحمل تنش خشکی در آویشن دنایی نسبت به آویشن باغی بیشتر است. بنابراین هدف از انتخاب دو گونه دنایی و باغی به عنوان والد جهت انجام دورگ‌گیری بین گونه ای، بررسی امکان تلفیق صفات برتر دو گونه در هیبرید حاصل بود (محمدی و همکاران، ۲۰۲۰). در این آزمایش میزان اسانس و میران تیمول به عنوان ترکیب اصلی اسانس در هیبرید های بین گونه ای آویشن باغی و آویشن دنایی ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق انجام دورگ گیری و کشت هیبرید ها درگلخانه و مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا شد. اندام هوایی هیبرید های بین گونه ای در بهار سال دوم و در مرحله گلدهی برداشت شد و پس از خشک شدن در سایه و در دمای اتاق، استخراج اسانس با استفاده از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر بر اساس فارماکوپه بریتانیا (۱۹۸۸) و به مدت ۳ ساعت انجام شد. سپس اسانس حاصل در ظروف شیشه ای مناسب تا زمان انجام آنالیز اسانس در یخچال نگهداری شد.

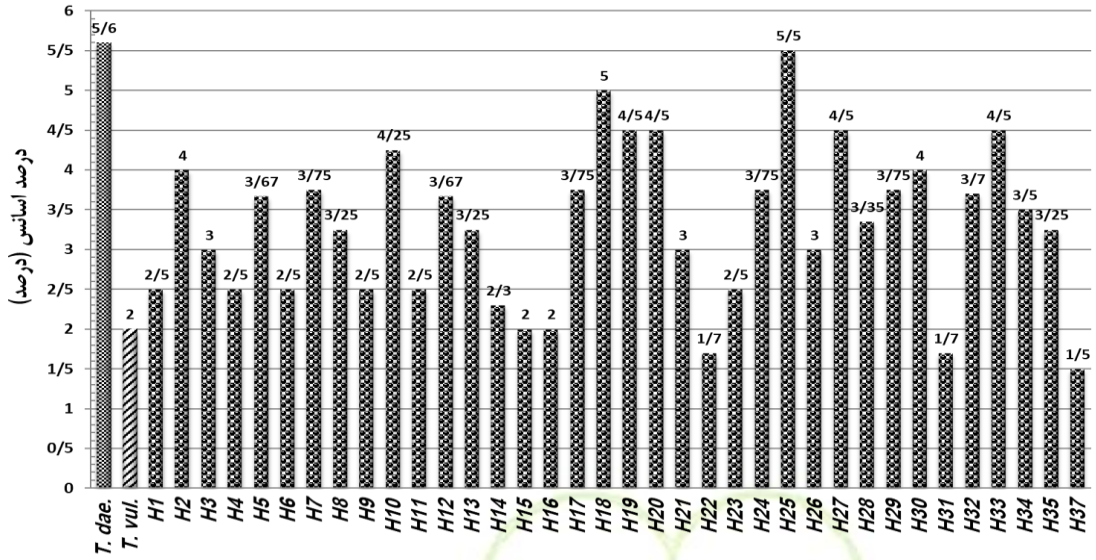
استخراج اسانس و همچنین آنالیز اجزای اسانس توسط دستگاه GC-MS و GC-FID در گروه فیتوشیمی موسسه JKI شهر برلین در کشور آلمان انجام شد. اسانس هیبرید های مختلف آویشن پس از آماده سازی، به دستگاه گاز کروماتوگرافی گازی مجهز به طیف سنج جرمی (GC-MS) و دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به دتکتور FID (GC-FID) تزریق شد. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه ی آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه ی کامپیوتری صورت گرفت. در نهایت تجزیه و تحلیل داده ها و محاسبه درصد اجزای اسانس با استفاده از نرم افزار Chemstation انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج صفات فیتوشیمیایی هیبریدهای بین گونه ای (*T. daenensis*×*T. vulgaris*)

درصد اسانس در هیبریدهای بین گونه ای (*T. daenensis*×*T. vulgaris*)

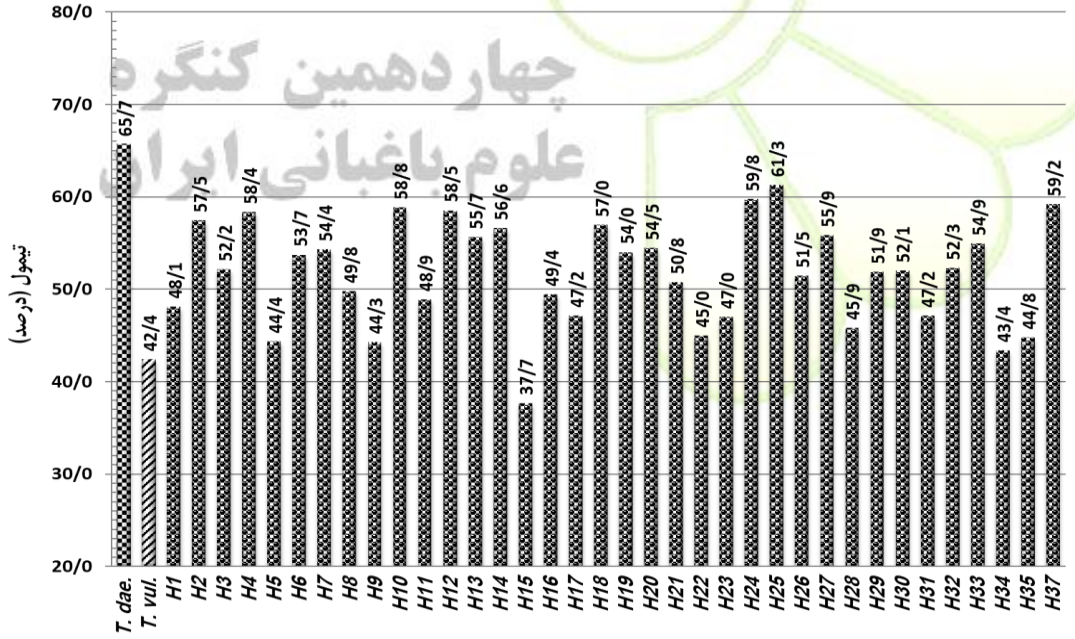
میزان اسانس در هیبریدهای بین گونه ای در شکل ۱ نشان داده شده است. میزان اسانس در والد آویشن دنایی (۵/۶ درصد) به میزان به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از والد آویشن باغی (۲/۰ درصد) بود (شکل ۱). میزان اسانس در اغلب هیبریدهای بین گونه ای کمتر از میانگین والدین بود و به سمت آویشن باغی گرایش داشت. با این حال در برخی از هیبریدها از جمله هیبرید H25 (۵/۵ درصد) میزان اسانس بیشتری نسبت به سایر هیبرید و میانگین والدین نشان داد و تقریبا مشابه والد آویشن دنایی بود. علاوه بر هیبرید H25 برخی از هیبریدهای دیگر نظیر H18، H19، H27 و H33 نیز میزان اسانس نسبتا بالایی را داشتند (شکل ۱).



شکل ۱– میزان اسانس در هیبریدهای بین گونه ای در مقایسه با والدین آویشن باغی و آویشن دنایی.

میزان تیمول در هیبریدهای بین گونه ای (*T. daenensis*×*T. vulgaris*)

نتایج مربوط به میزان تیمول در اسانس هیبریدهای بین گونه ای در شکل ۲ نشان داده شده است. میزان تیمول در آویشن دنایی (۶۵/۷ درصد) به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از والد آویشن باغی (۴۲/۴ درصد) بود. در اغلب هیبریدهای بین گونه ای میزان تیمول حد واسط والدین بود و در بین هیبریدها بالاترین تیمول در هیبرید H25 (۶۱/۳ درصد) حاصل شد. علاوه بر این، در هیبریدهای H24، H37، H10، H12، H4 و H18 نیز میزان تیمول نسبت به میانگین والدین بیشتر بود. کمترین میزان تیمول نیز در هیبرید H15 حاصل شد که نسبت به سایر هیبریدها و حتی آویشن باغی کمتر بود (شکل ۲).



شکل ۲– میزان تیمول در هیبریدهای بین گونه ای در مقایسه با والدین آویشن باغی و آویشن دنایی.

در بین هیبریدهای بین گونه ای حاصل شده از آویشن باغی و دنایی در این تحقیق تنوع نسبتا بالایی از لحاظ صفات فیتوشیمیایی بخصوص میزان اسانس و تیمول مشاهده شد و اغلب هیبریدها از لحاظ این صفات حدواسط والدین بودند. با این حال برخی از هیبریدهای بین گونه ای با توجه به صفت مورد نظر نسبت به سایر هیبریدها بالاتر و تا حدی مشابه والد برتر بود. از لحاظ میزان اسانس نیز هیبرید H25 میزان اسانس بیشتری نسبت به سایر هیبریدها و والد آویشن باغی نشان داد و تقریبا مشابه والد آویشن دنایی بود. علاوه بر هیبرید H25 برخی از هیبریدهای دیگر نظیر H18، H19، H27 و H33 نیز میزان اسانس نسبتا بالایی داشتند (شکل ۱)

تیمول ترکیب اصلی موجود در اسانس آویشن می‌باشد و بیشتر خواص آویشن نیز به این ترکیب نسبت داده می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۸۷). میزان تیمول در آویشن دنایی به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از والد آویشن باغی بود. میزان تیمول در اغلب هیبریدهای بین گونه ای حدواسط والدین بود. در بین هیبریدها بالاترین تیمول در هیبرید H25 حاصل شد. در نهایت هیبرید H25 از لحاظ درصد اسانس و میزان تیمول که مهمترین صفات فیتوشیمیایی در آویشن است برتر و تقریبا مشابه آویشن دنایی بود. در تحقیق لوزینیو همکاران (۲۰۰۲) در ارزیابی گونه آویشن *T. × oblongifolius* که یک هیبرید بین گونه ای آویشن بوده که به صورت طبیعی از هیبریداسیون دو گونه *T. serpyllum* و*T. pulegioides* حاصل شده است، از لحاظ صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی حدواسط والدین خود می‌باشد. میزان اسانس در این هیبرید بین گونه ای به طور میانگین ۰/۸ درصد گزارش شد که حدواسط میزان اسانس در والدین *T. serpyllum* و *T. pulegioides* (به ترتیب ۰/۳ و ۱/۲ درصد) بود.

منابع

امیدبیگی، ر. ۱۳۸۷. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد سوم). آستان قدس رضوی، ۳۳۷ ص.

Carlen, C., Schaller, M., Carron, C.A., Vouillamoz, J.F. and Baroffio, C.A. 2010. The new *Thymus vulgaris* L. hybrid cultivar ('Varico 3') compared to five established cultivars from Germany, France and Switzerland. Acta Horticulturae, 860: 161–166.

Loziene, K., Venskutonis, P.R., Sipailiene, A. and Labokas, J. 2002. Composition of the essential oil of *Thymus* × *oblongifolius* Opiz. Journal of Essential Oil Research, 14(4): 267–269.

Mohammadi, S., Tabrizi, L., Shokrpour, M., Hadian, J., Schulz, H. and Riewe, D. 2020. Morphological and phytochemical screening of some *Thymus* ecotypes (*Thymus* spp.) native to Iran in order to select elite genotypes. Journal of Applied Botany and Food Quality, 93.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of essential oil and thymol content in interspecific hybrids of garden thyme and daenensis thyme (*T. daenensis*×*T. vulgaris*)

Siavash Mohammadi[1*], Leila Tabrizi[2] and Majid Shokpour[2]
1. Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, AREEO, Lahijan, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science, University of Tehran, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: mohammadi.s@ut.ac.ir*

Abstract

Thyme (*Thymus* spp.) is one of the most important medicinal plants in the world, which has a wide application in various pharmaceutical, food and cosmetic industries. Therefore, it is necessary to improve and create genotypes with high quantitative and qualitative performance in this plant. In this study, the most important phytochemical traits, including the amount of essential oil and thymol, were measured in interspecific hybrids of garden thyme and daenensis thyme, which were carried out with the aim of creating and identifying superior hybrids in thyme. The results of this study showed that a relatively high diversity in terms of important phytochemical traits, especially the amount of essential oil and thymol, was observed in interspecific hybrids, and most hybrids were intermediate in terms of these traits between the parents. However, some interspecific hybrids were higher than other hybrids and to some extent similar to the superior parent. In terms of essential oil content, the H25 hybrid (5.5%) showed a higher amount of essential oil than other hybrids and the garden thyme parent, and was almost similar to the *Thymus daenensis*. In addition to the H25 hybrid, some other hybrids such as H18, H19, H27 and H33 also had relatively high essential oil content. The thymol content in most interspecific hybrids was intermediate between the parents. Among the hybrids, the highest thymol content was obtained also in the H25 hybrid (61.3%). Finally, the H25 hybrid was superior in terms of essential oil percentage and thymol content, which are the most important phytochemical traits in thyme, and was almost similar to the daenensis.

Keywords: Medicinal plant breeding, Interspecific hybridization, Phytochemical diversity, Superior genotype.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی عملکرد و اجزای عملکرد کلون‌های سیر

محمود عظیمی[1*]، محمد حسین عالم خومرام[2] و بهاره دامن‌کشان[3]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۲- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۳- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: *mahmoud.azimiir@gmail.com*

چکیده

برای ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد توده‌های مادری و کلون‌های انتخابی سیر آزمایشی در طی دو سال (۱۴۰۱-۱۴۰۰) در ایستگاه‌های تحقیقاتی اکباتان همدان، طارم زنجان و بردسیر کرمان اجرا شد. در این پروژه، سه توده محلی سیر از مناطق بردسیر (با شماره ۸)، حیدره همدان (با شماره ۱۳) و حسین آباد همدان (با شماره ۱۵) به همراه دو کلون انتخابی امیدبخش از هر توده و در مجموع نه کلون و توده‌های مادری ارزیابی شدند. در این پروژه هر آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. صفات مورد ارزیابی شامل قطر گردن، ارتفاع ساقه کاذب، ارتفاع بوته، وزن بیوماس خشک، وزن سوخ، ماده خشک سوخ، درصد ماده خشک سوخ به ماده خشک کل بوته، طول سوخ، عرض سوخ، قطر سوخ، تعداد پوسته، تعداد و وزن حبه‌های سوخ، عملکرد سوخ و عملکرد ماده خشک بودند. نتایج نشان داد که دو کلون ۷/۱۵ و ۸/۱۱ با متوسط عملکرد سوخ ۱۳۰۱۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را در مقایسه با سایر کلون‌ها و توده‌های مادری داشتند. کلون‌های ۷/۱۵، ۸/۱۱ و ۷/۸ با ۵۷/۹۲ گرم متوسط وزن سوخ و کلون‌های ۷/۱۵، ۸/۱۱ و ۱/۱۵ با متوسط ماده خشک سوخ برابر ۲۳/۷۴ گرم به ترتیب دارای بیشترین مقدار وزن تر و ماده خشک سوخ بودند. جمع‌بندی نتایج نشان داد کلون‌های ۷/۱۵ و ۸/۱۱ بعنوان کلون امیدبخش برای هر سه منطقه قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سیر، توده بومی، سازگاری، عملکرد کمی، کلون امیدبخش.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

گیاه سیر با نام علمی (*Allium sativum* L.) یک گونه مهم از تیره *Amarylidacea* است. سیر یک گیاه دیپلوئید بوده و دارای ۱۶ کروموزوم است. سیر به طور گسترده در سراسر جهان کشت می شود و در بین سبزی‌های پیازی بعد از پیاز خوراکی قرار گرفته و از نظر غذایی و دارویی ارزش بالایی دارد. لامرینک و والاس (۱۹۸۷) طی تحقیقی اثر گزینش کلونی و وزن حبه‌های کاشته شده را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که علاوه بر موثر بودن این روش گزینشی، هرچه اندازه و وزن حبه‌های کاشته شده بزرگتر باشد، عملکرد بدست آمده نیز بیشتر است. تعداد حبه در هر سیر به عنوان معیاری برای گزینش قرار گرفته و مشخص شده که استفاده از این معیار اثر خیلی زیادی در کاهش تعداد حبه و بهبود کیفیت و عملکرد دارد در صورتی که همزمان گزینش برای عملکرد بالاتر صورت بگیرد (Herdia-Zepeda et al., 1997). در رومانی رقم امیدبخش TIMIS-R از طریق گزینش در جمعیت‌های محلی با هدف امکان کشت زمستانه اصلاح شده و عملکردی بین ۲۶/۲-۱۰/۸ تن در هکتار داشته است (Suciu et al., 1988). این روش گزینش برای دستیابی به سیر زمستانه و مقاوم به ویروس در روسیه نیز بکار رفته است (Orekhovskaya and Starikova, 1989). لوپزفراسکا و همکاران (۱۹۹۷) تنوع ژنتیکی و همبستگی بین صفات سیر را مورد ارزیابی قرار داده و سیرهای تیپ سفید بومی آرژانتین را به سه دسته با عملکرد زیاد، متوسط و پایین گروه بندی نمودند. دل پزو و همکاران (۱۹۹۷) تنوع زیادی را برای زمان سیردهی درون توده‌های سیر مشاهده و تنوع ژنتیکی بالایی را برای دوره نوری

و درجه حرارت تعیین کردند. این تحقیق برای ارزیابی تنوع زراعی و ریخت‌شناختی کلون‌های انتخابی امیدبخش سیر به همراه سه توده محلی برای معرفی کلون (های) با عملکرد برتر و پایدار به عنوان ارقام جدید انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی دو سال (۱۴۰۱-۱۴۰۰) در ایستگاه‌های تحقیقاتی اکباتان همدان، طارم زنجان و بردسیر کرمان اجرا شد. در این پروژه، سه توده محلی سیر از مناطق بردسیر (با شماره ۸)، حیدره همدان (با شماره ۱۳) و حسین آباد همدان (با شماره ۱۵) به همراه دو کلون انتخابی امیدبخش از هر توده و در مجموع نه کلون و توده‌های مادری مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از: قطر گردن، ارتفاع ساقه کاذب، ارتفاع بوته، وزن بیوماس خشک، وزن سوخ، ماده خشک سوخ، درصد ماده خشک سوخ به ماده خشک کل بوته، طول سیر، عرض سوخ، قطر سوخ، تعداد پوسته، تعداد و وزن حبه‌های سوخ، عملکرد سوخ و عملکرد ماده خشک. در این پروژه هر آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. هر کرت شامل یک پشته به طول شش و عرض یک متر بود. روی هر پشته چهار ردیف به فاصله ۲۵ سانتی‌متر کشت شد. فواصل بوته‌ها روی ردیف‌های کشت ده و عمق کشت پنج تاهفت سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها (تکرارها) سه و نیم متر در نظر گرفته شد. نمونه‌ها بطور تصادفی از دو ردیف وسط انتخاب شدند. بنابراین توده‌ها با تراکم یکسان ۴۰۰ هزار بوته در هکتار کشت شدند. آبیاری با استفاده از نوار تیپ بر اساس شرایط اقلیمی هر منطقه انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات طی دو سال ۴۰۱-۱۴۰۰ و سه منطقه اکباتان همدان، طارم زنجان و بردسیر کرمان نشان داد بین مکان‌ها برای صفات عملکرد، قطر گردن، ارتفاع ساقه کاذب، ارتفاع بوته، طول سوخ، تعداد پوست سوخ و عملکرد ماده خشک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد. اثر متقابل سال در محیط برای تمام صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بین کلون‌ها و توده‌های مادری سیر برای عملکرد سوخ‌ها، قطر گردن، ارتفاع بوته، وزن سوخ سیر، ارتفاع سوخ و عملکرد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد و برای صفات ماده خشک سوخ، طول سوخ و وزن سیرچه‌ها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. اثر متقابل ژنوتیپ× محیط صفات درصد ماده خشک سوخ به ماده خشک بوته و تعداد سیرچه در سطح احتمال یک درصد و صفات طول و عرض سوخ و تعداد پوسته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط × سال همه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در حالی که اثر ساده سال و اثر متقابل ژنوتیپ × سال در هیچ کدام از صفات معنی‌دار نگردید.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که دو کلون ۷/۱۵ و ۸/۱۱ با متوسط عملکرد سوخ ۱۳۰۱۸ کیلوگرم در هکتار در گروه A قرار گرفتند. سه توده مادری بردسیر کرمان (۸)، حیدره همدان (۱۱) و حسین آباد همدان (۱۵) با متوسط ۱۱۳۹۰ کیلوگرم در هکتار گروه D را تشکیل می‌دهند. عملکرد گروه A نسبت به گروه D که حاوی توده‌های مادری است از افزایش عملکرد ۱۴/۳ درصدی حکایت دارد. این صفت با متوسط دامنه تغییرات ۱۶۲۸ کیلوگرم در هکتار از ضریب تغییرات ۳/۴۷ درصد برخوردار بود (جدول ۱). چهار کلون ۷/۸، ۱/۱۵، ۷/۱۵ و ۱/۱۱ با متوسط قطر گردن ۱۱/۰۱ میلی‌متر در گروه A قرار گرفتند. سه توده مادری به همراه کلون ۵/۸ با متوسط قطر گردن ۱۰/۰۴ در گروه C قرار گرفتند. این صفت با متوسط دامنه تغییرات ۰/۹۸ میلی‌متر از ضریب تغییرات ۴/۵۲ درصد برخوردار بود. از سوی دیگر سه کلون ۷/۱۵، ۸/۱۱ و ۷/۸ با ۵۷/۹۲ گرم متوسط وزن سوخ در گروه A قرار گرفتند. هر سه توده مادری به همراه کلون ۵/۸ با ۴۹/۴۱ گرم متوسط وزن سوخ در گروه C قرار گرفتند. این صفت با دامنه تغییرات ۸/۵۱ گرم از ضریب تغییرات ۶/۱۳ درصد برخوردار بود. سه کلون ۷/۱۵، ۸/۱۱ و ۱/۱۵ با متوسط ماده خشک سوخ برابر ۲۳/۷۴ گرم در گروه A قرار گرفتند و هر سه توده مادری به همراه کلون ۵/۸ با متوسط ماده خشک سوخ برابر ۲۰/۱۱ گرم در گروه D قرار داشتند. دو کلون ۷/۱۵ و ۷/۸ با ۵۸/۸۸ میلی‌متر بیشترین متوسط طول سوخ را دارند و در گروه A قرار می‌گیرند. دو توده مادری حیدره همدان (۱۱) و حسین آباد همدان (۱۵) کمترین متوسط طول سوخ (۵۳/۵۸ میلی‌متر) را داشتند و در گروه G قرار گرفتند. این صفت با دامنه تغییرات ۵/۳۰ میلی‌متر از ضریب تغییرات ۳/۱۸ درصد برخوردار بود. دو کلون ۷/۱۵ و ۱/۱۵ با ۵۳/۶۸ میلی‌متر بیشترین عرض سوخ را داشتند و در گروه A قرار گرفتند. توده مادری حسین آباد (۱۵) به تنهای کمترین عرض سوخ (۴۸/۳۸ میلی‌متر) را داشت و در گروه G قرار گرفت. این صفت با دامنه تغییرات ۵/۳۰ میلی‌متر از ضریب تغییرات ۳/۰۰ درصد برخوردار بود. سه کلون

۷/۸، ۱/۱۱ و ۷/۱۵ با ۳۶/۱۲ میلی‌متر بیشترین متوسط قطر سوخ را داشت و در گروه A قرار گرفتند. هر سه توده مادری با کمترین متوسط قطر سوخ (۳۳/۴۰ میلی‌متر) در گروه D قرار گرفتند. این صفت با متوسط دامنه تغییرات ۲/۷۲ میلی‌متر از ضریب تغییرات ۲/۸۰ درصد برخوردار بود. دو کلون ۷/۱۵ و ۷/۸ با متوسط وزن حبه‌های سوخ ۵۴/۹۲ گرم در گروه A قرار گرفتند. هر سه توده مادری به همراه کلون ۵/۸ با متوسط وزن حبه‌های سوخ معادل ۴۶/۱۴ گرم در گروه C قرار گرفتند. این صفت با دامنه تغییرات ۸/۷۸ گرم از ضریب تغییرات ۶/۵۷ برخوردار بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی.

ژنوتیپ	عملکرد (kg)	قطر گردن (mm)	ارتفاع ساقه کاذب (mm)	ارتفاع بوته (mm)	وزن بیوماس خشک (gr)	وزن سیر (gr)
کلون ۵/۸	۱۱/۶۴c	۱۰/۱c	۱۲۶bc	۵۳۲bc	۵/۷۳cd	۴۸/۸c
کلون ۷/۸	۱۲/۸۰b	۱۱/۱a	۱۲۸b	۵۵۲a	۶/۶۰a	۵۷/۰ab
توده بردسیر کرمان (۸)	۱۱/۴۲cd	۱۰/۲c	۱۱۶d	۵۲۲cd	۵/۷۹cd	۵۰/۳c
کلون ۱/۱۱	۱۲/۵۵b	۱۰/۹ab	۱۲۳c	۵۳۷b	۶/۰۸bc	۵۵/۲b
کلون ۸/۱۱	۱۲/۸۵ab	۱۰/۷b	۱۲۳c	۵۳۱bc	۶/۴۰ab	۵۷/۱ab
توده حیدره همدان (۱۱)	۱۱/۵۳cd	۹/۸c	۱۱۴d	۵۱۳d	۵/۷۹cd	۴۹/۷c
کلون ۱/۱۵	۱۲/۷۱b	۱۱/۰ab	۱۲۴bc	۵۵۸a	۶/۳۰ab	۵۶/۴b
کلون ۷/۱۵	۱۳/۱۸a	۱۱/۰ab	۱۳۶a	۵۵۵a	۶/۵۳a	۵۹/۷a
توده حسین آباد همدان (۱۵)	۱۱/۲۰d	۱۰/۱c	۱۱۸d	۵۲۶c	۵/۴۷d	۴۸/۹c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری با هم از نظر آزمون توکی در سطح پنج درصد ندارند.

ادامه جدول۱ - مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی.

ژنوتیپ	ماده خشک سوخ (gr)	درصد ماده خشک سوخ به کل بوته	طول سوخ (mm)	عرض سوخ (mm)	ارتفاع سوخ (mm)
کلون ۵/۸	۱۹/۶d	۸۱/۹d	۵۵/۹de	۵۱/۳de	۳۵/۵bc
کلون ۷/۸	۲۲/۰c	۸۲/۲d	۵۸/۷ab	۵۲/۷bc	۳۶/۶a
توده بردسیر کرمان (۸)	۱۹/۹d	۸۲/۵cd	۵۵/۰ef	۵۰/۴ef	۳۳/۸d
کلون ۱/۱۱	۲۲/۴bc	۸۳/۹a	۵۶/۷cd	۵۱/۸cd	۳۶/۰ab
کلون ۸/۱۱	۲۳/۶ab	۸۳/۳abc	۵۷/۶bc	۵۱/۱de	۳۵/۲bc
توده حیدره همدان (۱۱)	۲۰/۶d	۸۳/۶ab	۵۳/۷fg	۴۹/۸f	۳۳/۳d
کلون ۱/۱۵	۲۳/۲abc	۸۳/۵abc	۵۶/۸cd	۵۳/۳ab	۳۴/۹c
کلون ۷/۱۵	۲۴/۴a	۸۲/۸bcd	۵۹/۰a	۵۴/۰a	۳۵/۸abc
توده حسین آباد همدان (۱۵)	۲۰/۳d	۸۳/۸ab	۵۳/۴g	۴۸/۴g	۳۳/۱d

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری با هم از نظر آزمون توکی در سطح پنج درصد ندارند.

در این مطالعه عملکرد و تعدادی از صفات مرتبط با عملکرد (قطر گردن، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک سوخ، طول و ارتفاع سوخ، وزن سیرچه‌ها، عملکرد ماده خشک و آلیسین) در بین کلون‌ها و توده‌های مادری با هم تفاوت معنی‌داری داشتند. هم‌چنین نتایج نشان داد انتخاب کلونی انفرادی از میان توده‌های بومی سیر ایرانی علیرغم تکثیر غیرجنسی به علت عقیمی می‌تواند به نتاجی منتهی شود که از نظر صفات تنوع داشته باشند. براساس نتایج، عملکرد کلون‌های گزینش شده از توده‌های مادری بیشتر از خود توده‌های مادری بود. دو کلون ۷/۱۵ و

۸/۱۱ با متوسط عملکرد ۱۳۰۱۸ کیلوگرم در هکتار، در هر سه ایستگاه مورد مطالعه، بیشترین تولید را داشتند که از توده مادری بردسیر کرمان با عملکرد ۱۱/۴۲ کیلوگرم، توده مادری حیدره همدان با عملکرد ۱۱/۵۳ کیلوگرم و توده مادری حسین آباد همدان با عملکرد ۱۱/۲۰ کیلوگرم بیشتر بود. مطالعه تنوع ۳۱ توده سیر در کشور تونس نشان داد که عملکرد بیشتر تحت تأثیر صفات اجزا عملکرد مثل وزن سیرچه، وزن و قطر سوخ، تعداد برگ در بوته و طول ساقه بود (Jabbes et al., 2012). ارزیابی روی ژرم پلاسم بومی سیر بنگلادش نشان داد که صفت عملکرد و صفات مرتبط با آن مثل ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک سوخ، طول و قطر سوخ، تعداد کل سیرچه و عملکرد در کرت تحت تأثیر نوع ژنوتیپ قرار داشت. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ G19 از نظر عملکرد و سایر پارامترهای مربوط به عملکرد از سایر ژنوتیپ‌ها بهتر بود (Alam et al., 2010). بر اساس نتایج (Khadi et al., 2022) تمامی پارامترهای رشد و عملکرد ۲۵ ژنوتیپ سیر با همدیگر تفاوت بسیار معنی‌داری داشتند. در این بررسی ژنوتیپ بومی Gulbarga دارای بیشترین پارامترهای رشد مانند ارتفاع بوته، طول برگ، وزن تر و خشک بوته و پارامترهای عملکرد مانند ارتفاع سوخ، قطر سوخ، وزن سوخ، طول و قطر سیرچه، وزن سیرچه و عملکرد سوخ در هکتار بود. جمع‌بندی نتایج نشان داد کلون‌های ۷/۱۵و ۸/۱۱ بعنوان کلون امیدبخش برای هر سه منطقه قابل توصیه می‌باشد.

منابع

Alam, M.S., Rahim, M.A. and Simon, P.W. 2010. Performance evaluation of garlic germplasms under dry land condition. Journal of Agroforestry and Environment, 3(2): 43–45.

Del-Pozo, A., Ines-Gonzalez, M. and Barraza, C. 1997. Phenological development of 13 clones of garlic (*Allium sativum* L.): Influence of temperature, photoperiod and cold storage. Acta Horticulturae, 433: 389–394.

FAOSTAT. 2023. fao.org/faostat/en/#data/QC. Retrieved April 2023.

Herdia-Zepeda, A., Herdia-Garcia, E. and Laborde, J.A. 1997. Number of clones per bulb: Selection criteria for garlic improvement. II. Results with 'Taiwan' type. Acta Horticulturae, 433: 271–277.

Jabbes, N., Arnault, I., Auger, J., Al Mohandes Dridi, B. and Hannachi, C. 2012. Agro-morphological markers and organo-sulphur compounds to assess diversity in Tunisian garlic landraces. Scientia Horticulturae, 148: 47–54.

Khadi, P., Hiremath, S.M., Mannikeri, I.M. and Tippannavar, P.S. 2022. Evaluation of garlic (*Allium sativum* L.) genotypes for growth and yield under Northern zone of Karnataka. Journal of Farm Sciences, 35(2): 247–249.

Lammerinc, J. and Wallace, A.R. 1987. Effect of clonal selection and planted clove weight on yield of garlic. Proceedings Annual Conference, Agronomy Society of New Zealand, 17: 7–10.

Lopez-Frasca, A., Rigoni, C., Silvestri, V. and Burba, J.L. 1997. Genetic variability estimation and correlation in white clonal type garlic (*Allium sativum* L.) characters. Acta Horticulturae, 433: 249–284.

Orekhovskaya, T.E. and Starikova, D.A. 1989. Method of selecting winter garlic of the bolting type. U.S.S.R. patent.

Ovesná, J., Kuččera, L., Horničkova, J., Svobodova, L., Stavelikova, H. and Velisek, J. 2011. Diversity of S-alkyl cysteine sulphoxide content within a collection of garlic (*Allium sativum* L.) and its association with the morphological and genetic background assessed by AFLP. Horticultural Science, 129: 541–547.

Suciu, Z., Berar, V., Negarna, G., Ivascu, R. and Radulescu, A. 1988. Promising garlic Timis-R. Productia Vegetala, Horticultura Romania, 37(7): 6–7.

Investigation of Yield and Yield Components in Garlic Clones

Mahmoud Azimi[1*] Mohammad Hossein Alemkhoumaram[2] and Bahareh Damankeshan[3]
1. Crop and Horticultural Science Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Areeo, Urmia, Iran
2. Crop and Horticultural Science Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Areeo, Hamedan, Iran
3. Crop and Horticultural Science Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Areeo, Kerman, Iran
Corresponding Author: mahmoud.azimiir@gmail.com

Abstract

An experiment was performed over two years (2020-2021) to assess the yield and yield components of mother plants and selected garlic clones. This study was conducted at research stations located in Ekbatan, Hamadan, Tarom, Zanjan, and Bardsir, Kerman. The experiment involved three local garlic varieties, specifically from the regions of Bardsir (designated as number 8), Hidareh (number 13), and Hossein Abad (number 15) in Hamedan, along with two promising selected clones from each of these varieties, resulting in a total of nine evaluated clones and mother plants. Each experimental set-up was arranged in a randomized complete block design with four replications. The individual plots measured six meters in length and one meter in width, comprising four rows planted at 25-centimeter intervals. Within each row, plants were spaced ten centimeters apart, with a planting depth ranging from five to seven centimeters; the distance between blocks (replications) was maintained at three and a half meters. The traits assessed in this study encompassed neck diameter, pseudo-stem height, plant height, dry biomass weight, garlic bulb weight, dry matter content, percentage of dry matter relative to total plant dry matter, as well as measurements of garlic length, width, diameter, number of peels, quantity and weight of garlic cloves, garlic yield, and dry matter yield. The findings indicated that clones 7.15 and 11.8 exhibited the highest garlic yield, averaging 13,018 kg/ha, outperforming both other clones and mother plants. Clones 7.15, 8.11, and 7.8 demonstrated the greatest average garlic weight at 57.92 g, while clones 7.15, 8.11, and 1.15 showed the highest average garlic dry matter, measuring 23.74 g. Therefore, it can be concluded that clones 7.15 and 8.11 are viable candidates for cultivation across all three regions assessed.

Keywords: Adaptation, Garlic, Native population, Promising clone, Quantitative yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر طیف‌های مختلف نوری بر بهبود سازگاری گیاهچه‌های کشت بافتی پسته

مریم داورزنی[۱]، سعادت ساریخانی[۱*]، ساسان علی نیائی‌فرد[۲،۱]، محمودرضا روزبان[۱]، امین حسن‌خواه[۳]، فاطمه بنی مصطفی عرب[۱] و کورش وحدتی[۲،۱]

۱- گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، ایران
۲- مرکز فناوری کشاورزی در محیط‌های کنترل شده، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، ایران
۳- شرکت زیست فناوری ایتاصدرا، گروه کسب و کار نظری، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *saadat.sarikhani@ut.ac.ir*

چکیده

سازگاری گیاهچه‌های حاصل از کشت بافت یکی از مسائل کلیدی در ریزازدیادی بسیاری از خشک‌میوه‌ها محسوب می‌شود. انتقال گیاهان از حالت هتروتروفی در شرایط آزمایشگاهی به وضعیت اتوتروفی در محیط‌های طبیعی نیازمند سیستم کارآمد برای فتوسنتز است. نور نقش حیاتی در رشد و توسعه گیاهان ایفا کرده و به‌ویژه در مرحله سازگاری تأثیر قابل توجهی دارد. عدم بلوغ سیستم فتوسنتزی در این گیاهان می‌تواند منجر به بروز اختلالات مختلف فیزیولوژیکی شود. به‌منظور ارزیابی تأثیر انواع مختلف نور، شامل نور سفید (W)، آبی (B)، قرمز (R) و ترکیب قرمز و آبی (RB، ۷۰:۳۰) با شدت ۱۵۰ میکرومول برمتر مربع درثانیه بر رشد، عملکرد فتوسنتزی و سازگاری گیاهچه‌های کشت بافتی پایه UCB1 پسته، به مدت ۴۵ روز در شرایط کنترل‌شده مورد ارزیابی قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که نور B تأثیر منفی بر تعداد برگ‌ها وطول ساقه داشته است و در مقابل، نور R باعث افزایش طول ساقه گردید. ترکیب نوری RB به‌طور معناداری پارامترهای مختلف رشدی نظیر سطح برگ، تعداد برگ‌ها، تعداد شاخه‌ها و قطر ساقه را بهبود بخشید. بر همین اساس، توصیه می‌شود که از تیمار RB در مرحله سازگاری گیاهان کشت بافتی پسته UCB1 استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: پسته، ریزازدیادی، سازگاری، کیفیت نور، UCB1.

مقدمه

کشت بافت گیاهی یکی از تکنیک‌های مؤثر برای تکثیر سریع گیاهان محسوب می‌شود که با استفاده از کشت سلول و بافت در محیط‌های استریل و کنترل‌شده، امکان تولید انبوه و بدون آلودگی ویروسی مواد گیاهی را فراهم می‌آورد (Deb and Imchen, 2010). با این حال، در گیاهچه‌های کشت بافتی، فرایند فتوسنتز به علت وجود ساکارز در محیط مختل شده و این موضوع می‌تواند منجر به کاهش سطح کلروفیل و غیرفعالی آنزیم ریبولاز بیس فسفات کربوکسیلاز شود (Hazarika, 2006). همچنین، گیاهان کشت بافتی پس از انتقال، معمولاً با ظرفیت بقای محدودی مواجه هستند (Dias et al., 2014)، که این امر اهمیت مرحله سازگاری را به عنوان یکی از حساس‌ترین مراحل در ریزازدیادی گیاهان، دوچندان می‌کند (Kozai et al., 2005).

نور به‌عنوان منبع انرژی اصلی برای رشد گیاهان، اثر چشمگیری بر فتوسنتز، ریخت‌زایی و دیگر فرآیندهای فیزیولوژیک داشته و لامپ‌های LED به عنوان منبع روشنایی مصنوعی می‌توانند در این زمینه نقش بسزایی ایفا کنند (He et al., 2017). کیفیت نور نه تنها بر رشد گیاه، بلکه می‌تولند تغییرات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و آناتومیک متنوعی را در گیاهان ایجاد نماید (Morrow, 2008). به‌علاوه، استفاده از لامپ‌های LED در گونه‌های درختی در محیط‌های زراعی بهبود قابل توجهی در رشد گیاه و افزایش فعالیت‌های متابولیکی آن‌ها ایجاد کرده است (Smirnakou et al., 2017). این لامپ‌ها قادرند شبکه‌های سنجش و علائم‌دهی فتوسنتزی (PSC) را فعال کرده و از این طریق سیگنال‌های داخل کلروپلاست را افزایش دهند (Murchie et al., 2009).

پسته به عنوان یکی از محبوب‌ترین خشکمیوه‌های جهان، از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار است (Kashaninejad and Tabil, 2011). بررسی‌های انجام‌شده در زمینه تأثیر انواع طیف‌های نوری بر بهبود پروتکل‌های کشت بافت گیاهان می‌تواند نقش کلیدی در تولید تجاری نهال پسته و به دنبال آن، تولید پایدار پسته به عنوان مهم‌ترین کالای غیرنفتی کشور از منظر ارزآوری داشته باشد. لذا پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثر طیف‌های مختلف نوری بر بهبود سازگاری گیاهچه‌های کشت بافتی پایه UCB1 پسته انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمارهای مورد مطالعه

به منظور انجام این پژوهش ریزنمونه‌های کشت بافتی UCB1 تهیه شده از شرکت زیست فناوری ایتاصدرا در پایان مرحله ریشه زایی مورد استفاده قرار گرفتند. بدین منظور، پس از خروج از محیط درون شیشه‌ای، این ریزنمونه‌ها در سینی‌های کشت قرار گرفتند که حاوی مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۳:۱ حجمی بود. در طول دوره سازگاری، ریزنمونه‌ها در اتاقک‌هایی با چرخه نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هر تیمار نوری شامل ۶ تکرار بود و نمونه‌ها در ظرف‌های شفاف پلاستیکی ۳ لیتری قرار گرفتند. تیمارهای مورد مطالعه شامل طیف‌های مختلف نوری مانند نور سفید (طول موج ۴۰۰–۷۰۰ نانومتر)، نور آبی (طول موج ۴۵۵ نانومتر)، نور قرمز (طول موج ۶۶۰ نانومتر) و ترکیب قرمز و آبی (RB، ۷۰:۳۰) با شدت ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه به مدت ۴۵ روز بود.

صفات مورد مطالعه

صفات مورد مطالعه در این پژوهش شامل خصوصیات رشدی از قبیل تعداد برگ‌ها، مساحت برگ، طول ساقه، قطر ساقه، تعداد شاخه‌ها و طول شاخه‌ها بود. پارامتر سطح برگ با تصویربرداری و پردازش تصویر با استفاده از نرم‌افزار Digimizer (نسخه ۵.۴.۹) کمی‌سازی شد. قطر ساقه با کولیس و طول ساقه و شاخه‌ها با خط‌کش اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

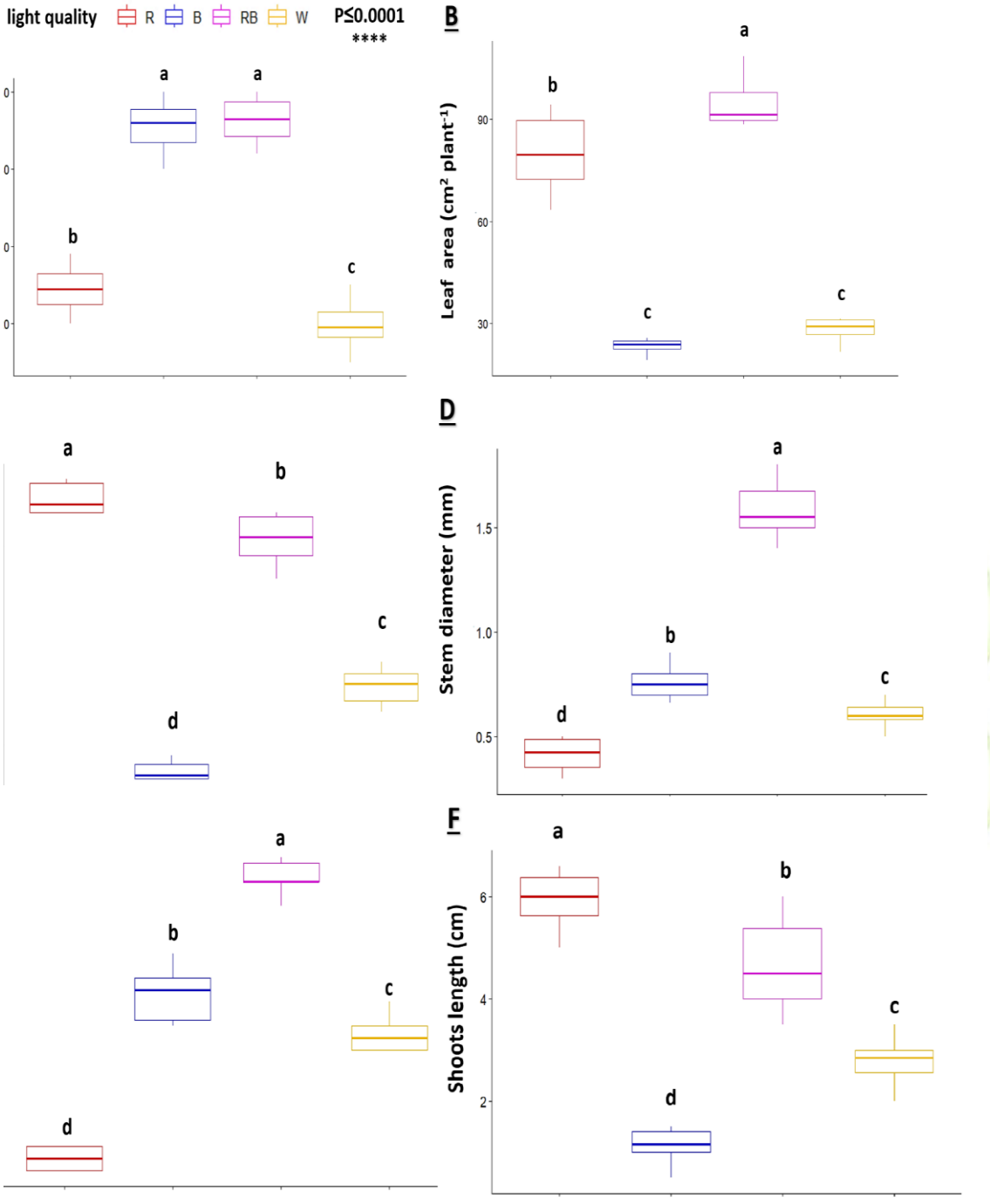
به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، در گام اول آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد که حاکی از توزیع نرمال بود. در ادامه با کمک نرم افزار آماری R (نسخه ۴.۱.۳)، تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) انجام و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک همین نرم افزار و آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین تعداد برگ‌ها در تیمارهای RB و B به‌ترتیب با ۴۶/۳ و ۴۵/۵ برگ مشاهده شد، در حالی که تیمار W کمترین تعداد برگ‌ها را با ۱۹/۸ برگ داشت (شکل A۱). همچنین بیشترین مساحت برگ در تیمار RB ثبت شد که دارای مساحتی معادل ۹۴/۷ سانتی‌مترمربع بود، در حالی که تیمارهای W و B کوچک‌ترین مساحت برگ‌ها را به‌ترتیب ۲۸/۲ سانتی‌متر مربع و ۲۳/۸ سانتی‌متر مربع نشان دادند (شکل B۱). همچنین، بیشترین و کمترین طول ساقه به‌ترتیب در تیمارهای نوری R و B مشاهده شد (شکل C۱). بالاترین قطر ساقه در نمونه‌های تحت تیمار RB (۱/۵۸ میلی‌متر) مشاهده شد، در حالی که نازک‌ترین قطر ساقه در تیمار R (۰/۴۱۵ میلی‌متر) مشاهده گردید. (شکل D۱). همچنین تیمار RB بیشترین تعداد شاخه‌ها را تولید کرد که ۶۰ درصد نسبت به تیمار کنترل افزایش داشت (شکل E۱). طولانی‌ترین شاخه‌ها در تیمار R و کوتاه‌ترین شاخه‌ها در تیمار B مشاهده شدند (شکل F۱).

گزارش شده است که تیمارهای ترکیب نور قرمز و آبی باعث تحریک پرآوری ساقه در شرایط آزمایشگاهی در خرما می‌شود (Al-Mayahi, 2016). در گزارشی ترکیب نور قرمز و آبی موجب افزایش ساقه‌دهی و رشد برگ‌ها شد (Kwon et al., 2015) و همچنین، نتایج یک تحقیق نشان داده است که نور تک‌رنگ آبی در تشکیل برگ‌های گیاهچه‌های کشت‌شده پنبه مؤثر است (Li et al., 2010)، که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی دارد. مطالعات صورت گرفته بر روی اثر طیف‌های مختلف نوری بر گیاهچه‌های کشت بافتی گردو حاکی از

آن بود که تحت تیمار ترکیبی نور قرمز و آبی بیشترین سطح برگ و قطر ساقه مشاهده شد (Saeedi et al., 2023) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت.



شکل ۱- تاثیر طیف‌های مختلف نوری بر بهبود سازگاری گیاهچه‌های کشت بافتی پسته (UCB1)تیمارهای سفید (W)، آبی (B)، قرمز (R) و ترکیب قرمز و آبی (RB) هر یک در شش تکرار اعمال شد.

گزارش شده است که ریزنمونه‌های لیلیوم تحت تیمار نوری ترکیب قرمز و آبی در مقایسه با نور تک رنگ، باززایی پیازچه بالاتری داشتند (Lian et al., 2002). گزارش شده است که با افزایش میزان نور آبی، ارتفاع گیاه کوتاه‌تر شد (Nanya et al., 2012) و تیمار ترکیب قرمز و آبی نیز به افزایش تعداد شاخه‌ها منجر شد (Lin et al., 2013) که این نتایج با مطالعات حاصل از این پژوهش مطابقت داشت. در آزمایشی روی انگور تیمار ترکیب نور قرمز و آبی باعث افزایش رشد شاخه‌های جدید، وزن خشک و میزان فتوسنتز شدند و تیمار قرمز باعث افزایش طول ساقه شد (Heo et al., 2006). در پژوهش‌های گذشته، درصد بالایی از طیف نور قرمز موجب تسریع افزایش طول شاخه‌های باززایی شده در گونه‌های مختلف گیاهان کشت بافتی از جمله انگور (Poudel et al., 2008) و فندق (Park and Kim, 2010) گردید که نتایج حاصل از این پژوهش با آنها مطابقت داشت.

به طور کلی و براساس نتایج حاصل از این پژوهش، سازگاری و رشد گیاهچه‌های پایه پسته UCB1 به طور قابل توجهی تحت تأثیر طیف نور قرار گرفت. به‌طوری‌که ترکیب طیف‌های آبی و قرمز، رشد کلی را افزایش داد و با بهبود ویژگی‌های رشدی سبب بهبود فتوسنتز و به دنبال آن بهبود سازگاری گیاهچه‌های UCB1 (داده ارائه نشده) شد. لذا کاربرد این تیمار در سازگاری گیاهچه‌های کشت بافتی پسته توصیه می شود.

منابع

Al-Mayahi, A.M.W. 2016. Effect of red and blue light emitting diodes "CRB-LED" on in vitro organogenesis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Alshakr. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 32: 1–8.

Deb, C. and Imchen, T. 2010. An efficient in vitro hardening technique of tissue culture raised plants. Biotechnology, 9: 79–83.

Dias, M., Correia, C., Moutinho-Pereira, J., Oliveira, H. and Santos, C. 2014. Study of the effects of foliar application of ABA during acclimatization. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 117: 213–224.

Hazarika, B. 2006. Morpho-physiological disorders in in vitro culture of plants. Scientia Horticulturae, 108: 105–120.

He, J., Qin, L., Chong, E.L., Choong, T.-W. and Lee, S.K. 2017. Plant growth and photosynthetic characteristics of *Mesembryanthemum crystallinum* grown aeroponically under different blue- and red-LEDs. Frontiers in Plant Science, 8: 361.

Heo, J.W., Shin, K.S., Kim, S.K. and Paek, K.Y. 2006. Light quality affects in vitro growth of grape 'Teleki 5BB'. Journal of Plant Biology, 49: 276.

Kashaninejad, M. and Tabil, L.G. 2011. Pistachio (*Pistacia vera* L.). In: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, pp. 218–247e. Woodhead Publishing.

Kozai, T. and Kubota, C. 2005. Photoautotrophic (sugar-free medium) micropropagation as a new micropropagation and transplant production system. Springer, Dordrecht.

Kwon, A.-R., Cui, H.-Y., Lee, H., Shin, H., Kang, K.-S. and Park, S.-Y. 2015. Light quality affects shoot regeneration, cell division, and wood formation in elite clones of *Populus euramericana*. Acta Physiologiae Plantarum, 37: 65.

Li, H., Xu, Z. and Tang, C. 2010. Effect of light-emitting diodes on growth and morphogenesis of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plantlets in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 103(2): 155–163.

Lian, M.-L., Murthy, H. and Paek, K.-Y. 2002. Effects of light emitting diodes (LEDs) on the in vitro induction and growth of bulblets of *Lilium* oriental hybrid 'Pesaro'. Scientia Horticulturae, 94: 365–370.

Lin, Y., Li, J., Li, B., He, T. and Li, Z. 2013. Effects of light quality on growth and development of protocorm-like bodies of *Dendrobium officinale* in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 112: 95–104.

Morrow, R.C. 2008. LED lighting in horticulture. HortScience, 43: 1947–1950.

Murchie, E., Pinto, M. and Horton, P. 2009. Agriculture and the new challenges for photosynthesis research. New Phytologist, 181: 532–552.

Nanya, K., Ishigami, Y., Hikosaka, S. and Goto, E. 2012. Effects of blue and red light on stem elongation and flowering of tomato seedlings. VII International Symposium on Light in Horticultural Systems, 956: 261–266.

Park, S.-Y. and Kim, M.-J. 2010. Development of zygotic embryos and seedlings is affected by radiation spectral compositions from light emitting diode (LED) system in chestnut (*Castanea crenata* S. et Z.). Journal of Korean Society of Forest Science, 99: 750–754.

Poudel, P.R., Kataoka, I. and Mochioka, R. 2008. Effect of red- and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 92: 147–153.

Saeedi, S.A., Vahdati, K., Sarikhani, S., Daylami, S.D., Davarzani, M., Gruda, N.S. and Aliniaeifard, S. 2023. Growth, photosynthetic function, and stomatal characteristics of Persian walnut explants in vitro under different light spectra. Frontiers in Plant Science, 14: 1292045.

Smirnakou, S., Ouzounis, T. and Radoglou, K. 2017. Effects of continuous spectrum LEDs used in indoor cultivation of two coniferous species *Pinus sylvestris* L. and *Abies borisii-regis* Mattf. Scandinavian Journal of Forest Research, 32: 115–122.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of different light spectra on improving the acclimation of micro-propagated pistachio plants

Maryam Davarzani[1], Saadat Sarikhani[1*], Sasan Aliniaeifard[1], Mahmoud Reza Roozban[1], Amin Hassankhah[1], Fatemeh Banimostafa Arab[1*] and Kourosh Vahdati[1]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Iran

Corresponding Author: saadat.sarikhani@ut.ac.ir

Abstract

The acclimatization of tissue culture plants is a critical issue in the micropropagation of many nut trees. The transition of plants from a heterotrophic state in vitro to an autotrophic state in natural environments requires an efficient photosynthesis system. Light plays a vital role in plant growth and development, with significant effects, especially during the acclimatization stage. Immaturity of the photosynthetic system in the micropropagated plants can lead to various physiological disorders. To evaluate the effects of different types of light, including white (W), blue (B), red (R), and a 70:30 combination of red and blue (RB) at an intensity of 150 µmol m^{-2} s^{-1}, on the growth, photosynthetic performance, and acclimation of UCB1 pistachio rootstock, the micro-propagated plants were assessed for 45 days under controlled conditions. The results indicated that B light negatively affected the number of leaves and stem length, whereas R light significantly increased stem length. The RB light greatly improved various growth parameters, such as leaf area, number of leaves, number of branches, and stem diameter. Based on our results, it is recommended to utilize the RB treatment during the acclimation phase of micro-propagated UCB1 pistachio plants.

Keywords: Acclimation, Light Quality, Micropropagation, Pistachio, UCB1.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در هیبریدهای گوجه‌فرنگی برای عملکرد و کیفیت میوه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای

مهناز حاتمی‌فرد[۱*]، حسین رامشینی[۱] و محمود لطفی[۲]

۱- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *m.hn1368@gmail.com*

چکیده

گوجه‌فرنگی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سبزی‌های دنیا، از تنوع ژنتیکی گسترده‌ای برخوردار است که شناخت آن در به‌نژادی و بهبود عملکرد نقش کلیدی دارد. در این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و ارزیابی روابط بین صفات مؤثر بر عملکرد و کیفیت میوه، تعداد ۵۱ هیبرید گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در قالب طرح آگمنت بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌ها بر اساس ۷ صفت شامل عملکرد تک بوته، تعداد میوه در بوته، وزن تک میوه، طول و عرض میوه، پی‌اچ و قند محلول (بریکس) اندازه‌گیری شدند. برای بررسی روابط بین صفات از ضریب همبستگی پیرسون و جهت گروه‌بندی هیبریدها از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. نتایج همبستگی نشان داد عملکرد تک بوته با صفات وزن تک میوه و عرض میوه در سطح پنج درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. در مقابل، این صفت با بریکس همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. همچنین، تعداد میوه در هر بوته با وزن تک میوه و عرض میوه رابطه‌ی منفی معنی‌داری داشت. تجزیه خوشه‌ای هیبریدها را در سه گروه مجزا دسته‌بندی کرد. هیبریدهای گروه اول به دلیل عملکرد بالا، عرض میوه‌ی بزرگ‌تر و وزن بیشتر نسبت به سایر گروه‌ها برتری داشتند. گروه دوم دارای هیبریدهایی با طول میوه بزرگتر و پی‌اچ بیشتر و گروه سوم نیز دارای تعداد میوه‌ی بیشتر در هر بوته و بریکس بالاتر بود. این نتایج نشان‌دهنده‌ی تنوع ژنتیکی بالا در بین هیبریدهای بررسی‌شده است و می‌تواند در انتخاب والدین مناسب برای برنامه‌های اصلاحی به‌ویژه در جهت بهبود عملکرد و کیفیت میوه مؤثر واقع شود.

واژه های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی، صفات کمی، گوجه‌فرنگی، همبستگی.

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) عضوی از خانواده بزرگ Solanaceae است. این گیاه به‌عنوان یک محصول خودگرده‌افشان شناخته می‌شود و دارای ژنومی دیپلوئید (2n=2x=24) است. گوجه‌فرنگی از آمریکای جنوبی منشأ گرفته است و ۱۲ گونه وحشی مرتبط با آن وجود دارد که قابلیت تلاقی با گونه‌های کشت‌شده گوجه‌فرنگی را دارند. در حال حاضر، چندین مجموعه بزرگ از منابع ژنتیکی گوجه‌فرنگی در سراسر جهان وجود دارد که بیش از ۷۰,۰۰۰ رقم مختلف را در خود نگهداری می‌کنند. این تنوع ژنتیکی گسترده، گوجه‌فرنگی را به یک گونه مهم برای تحقیقات ژنتیکی و اصلاح نباتات تبدیل کرده است (Causse et al., 2020). تنوع ژنتیکی یکی از مؤلفه‌های کلیدی در برنامه‌های اصلاح نباتات است که امکان انتخاب والدین مناسب برای تلاقی و توسعه ارقام جدید را فراهم می‌کند (Chandrakar et al., 2020). در این راستا، ارزیابی دقیق تنوع ژنتیکی و شناسایی روابط بین ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش‌های آماری پیشرفته برای برنامه‌های اصلاح نژادی موفق بسیار مهم است (Ameur et al., 2020). تحلیل‌های چندمتغیره، شامل همبستگی و تجزیه خوشه‌ای، به‌طور گسترده در ژنتیک برای ارزیابی تنوع و دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی و ژنتیکی به کار می‌رود (Widyawan et al., 2020). همبستگی صفات نشان می‌دهد که تغییر در یک صفت چگونه می‌تواند با تغییر در صفتی دیگر همراه باشد و در نتیجه به انتخاب بهتر در اصلاح گیاه کمک می‌کند، در حالی که تجزیه خوشه‌ای امکان دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها را بر اساس تشابه کلی آن‌ها فراهم می‌کند. این روش‌ها به شناسایی والدین مناسب برای برنامه‌های اصلاحی و درک روابط بین صفات مختلف گیاهی کمک می‌کنند

(Kumar and Hazarika, 2020). بر اساس گزارش FAO در سال ۲۰۲۳، سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی جهان ۵,۴۱۲,۷۳۵ هکتار است که سهم ایران با سطحی معادل ۷۷ هزار هکتار و تولید ۳,۴۰۰,۰۰۰ تن و متوسط عملکرد ۴۵ تن در هکتار یازدهمین کشور تولید کننده در جهان محسوب می‌شود (FAO, 2023). تاکنون مطالعات زیادی در زمینه اصلاح ارقام گوجه فرنگی انجام شده است که اغلب این مطالعات در زمینه مقاومت در برابر بیماری ها، اندازه، شکل، رنگ و کیفیت میوه بوده است (Sekhar et al., 2010). با توجه به اهمیت تنوع ژنتیکی در بهبود عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی، این مطالعه با هدف بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین ژنوتیپ‌های هیبرید گوجه‌فرنگی با استفاده از همبستگی و تجزیه خوشه‌ای انجام شد. نتایج این تحقیق می‌تواند به شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و انتخاب والدین مناسب برای برنامه‌های به‌نژادی آینده کمک کند.

مواد و روش‌ها

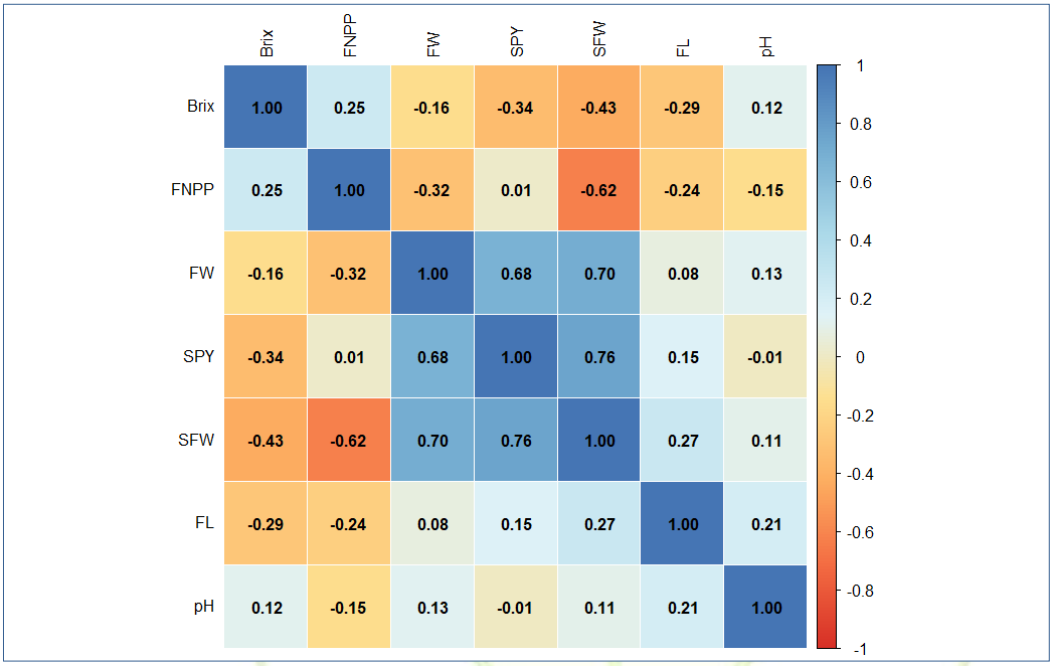
مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش شامل ۵۱ هیبرید بود. این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین هیبریدهای گوجه‌فرنگی از نظر صفات مرتبط با عملکرد و کیفیت میوه در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در دانشکده فناوری ابوریحان و پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج انجام شد. بذر هیبریدها در سینی نشا در گلخانه‌ی پژوهشی دانشکدگان ابوریحان کشت شده و تا مرحله‌ی ۲ تا ۳ برگی در شرایط کنترل‌شده نگهداری شدند. سپس، نشاهای حاصل به زمین اصلی در مزرعه‌ی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح آگمنت (Augmented Design) بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. در این طرح، هیبریدهای مورد بررسی در ۵ بلوک ناقص به‌صورت تصادفی در ردیف‌هایی به طول ۱/۵ متر و فاصله‌ی ۴۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها کشت شدند. برای برقراری شرط طرح آگمنت و امکان انجام تجزیه واریانس بر اساس تیمارهای شاهد و کنترل خطای بلوک‌ها، در هر بلوک چهار رقم شاهد Bedero، Brivio، 8320 (شرکت سمینیس) و Matin (شرکت هایزر) به‌صورت تصادفی کشت شدند. این ارقام به‌دلیل ویژگی‌های زراعی و کیفی ممتاز، رنگ میوه یکنواخت و طول دوره برداشت، به‌عنوان هیبریدهای مرجع در بازار ایران شناخته می‌شوند. آبیاری مزرعه به‌صورت قطره‌ای و در فواصل منظم انجام شد. در طول فصل رشد و در زمان برداشت میوه‌ها، ۷ صفت زراعی و کیفیت میوه شامل عملکرد تک بوته (kg/plant)، تعداد میوه در هر بوته و همچنین صفات مرتبط با کیفیت میوه از قبیل وزن تک میوه (gr)، طول و عرض میوه (میلی‌متر با دستگاه کولیس)، پی‌اچ، و قند میوه (بر حسب درجه بریکس با دستگاه رفراکتومتر)، طبق دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی حمایت از ارقام گیاهی (UPOV) اندازه گیری شدند (UPOV – International Union for the Protection of New Varieties of Plants, 2001). برای ارزیابی روابط بین صفات، از ضریب همبستگی پیرسون و جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس شباهت فنوتیپی، از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار R بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

همبستگی فنوتیپی صفات کمی گوجه‌فرنگی

نتایج همبستگی صفات بر مبنای کلیه هیبریدها نشان داد (شکل ۱) که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد تک بوته با صفات در سطح احتمال پنج درصد به ترتیب مربوط به وزن تک میوه (۰/۷۶) و عرض میوه (۰/۶۸) بود. اما با سایر صفات همبستگی مثبت معنی‌داری نشان نداد. صفت وزن تک میوه با عرض میوه (۰/۷۰) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان داد. صفت پی‌اچ با طول و عرض میوه و بریکس و تعداد میوه در هر بوته با صفت بریکس همبستگی مثبت اما غیر معنی‌دار نشان داد. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش وزن میوه، طول و عرض میوه، عملکرد تک بوته افزایش می‌یابد. بنابراین، با بهبود این صفات می‌توان به طور غیر مستقیم عملکرد میوه را بهبود بخشید. در مقابل صفت عملکرد تک بوته با بریکس (۰/۳۴) همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. همچنین صفت تعداد میوه در هر بوته با صفات وزن تک میوه (۰/۶۲-) و عرض میوه (۰/۳۲-) همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد که بیانگر رابطه غیر مستقیم بین آنهاست یعنی با افزایش تعداد میوه، وزن میوه کاهش می‌یابد. در پژوهش Rasheed و همکاران (2023)، چند هیبرید گوجه‌فرنگی از نظر ویژگی‌های ظاهری و عملکرد بررسی شدند. نتایج نشان داد بین برخی صفات مانند وزن میوه و تعداد میوه در هر بوته، همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

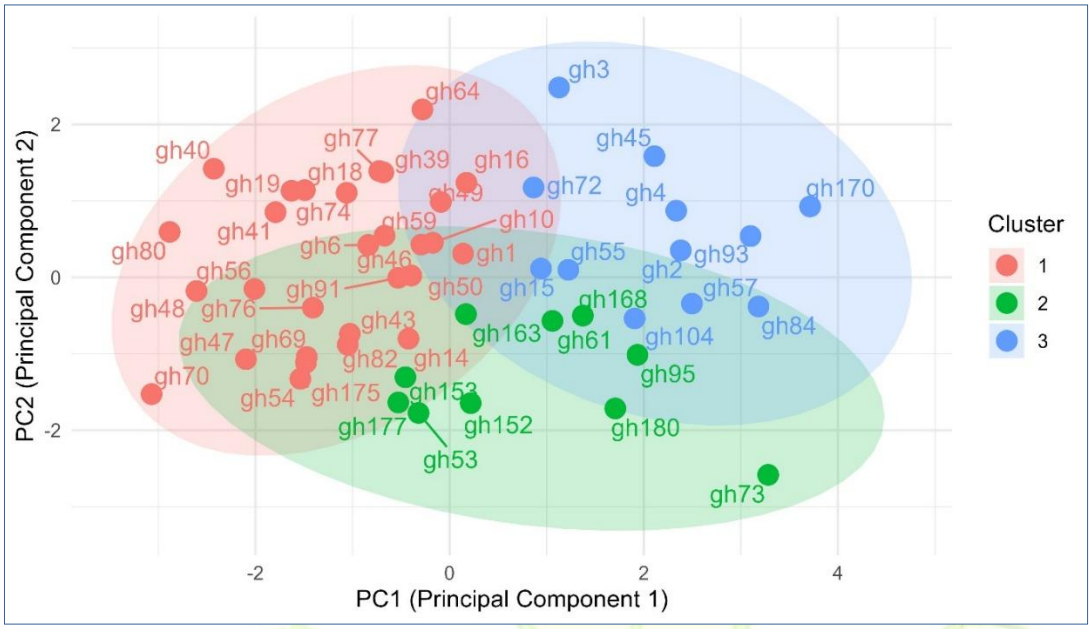


شکل ۱- همبستگی فنوتیپی صفات کمی گوجه‌فرنگی. همبستگی مثبت و معنادار وزن تک میوه و عرض میوه با عملکرد تک بوته نشان می‌دهد که افزایش این صفات می‌تواند به طور مؤثری عملکرد کلی گیاه را بهبود بخشد، در حالی که همبستگی منفی تعداد میوه با وزن تک میوه و عرض میوه بیانگر وجود تعادل بین کمیت و کیفیت محصول است. نام صفات به اختصار بصورت FL: طول میوه، FW: عرض میوه، pH: اسیدیته، Brix: قند میوه، FNPP: تعداد میوه در هر بوته، SPY: عملکرد تک بوته و SFW: وزن تک میوه نشان داده شده است.)

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای تمام صفات مورفولوژیکی مورد بررسی و کیفیت میوه، سه خوشه مجزا (شکل ۲) شناسایی کرد. برای نشان دادن ارزش هر یک از این خوشه‌ها از نظر ۷ صفت اندازه‌گیری شده، درصد انحراف میانگین خوشه‌ها از میانگین کل محاسبه شد. این انحرافات تا حدی می‌تواند نشان دهنده وجود تنوع در ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی باشد. گروه اول بزرگ‌ترین خوشه و شامل ۲۹ ژنوتیپ (۵۶/۸۶ درصد) است. مقادیر صفات عملکرد تک بوته و عرض میوه، طول میوه، وزن تک میوه و پی‌اچ ژنوتیپ‌های این گروه بالاتر از میانگین کل و از نظر صفات عملکرد تک بوته، عرض میوه و وزن تک میوه بالاتر از مقادیر آنها در خوشه دوم و سوم می‌باشند، بنابراین، نسبت به دیگر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برتری دارند. این خوشه با داشتن انحراف میانگین بالا برای صفت عملکرد تک بوته، دارای ژنوتیپ‌های پر محصول بود. بنابراین، با توجه به خصوصیات این خوشه می‌توان برای افزایش عملکرد میوه، عرض میوه و وزن تک میوه از ژنوتیپ‌های این خوشه بهره گرفت، به ویژه اینکه بین این صفات با عملکرد تک بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. گروه دوم شامل ۱۰ ژنوتیپ (۱۹/۶۰ درصد) است که از نظر صفات طول میوه، پی‌اچ و بریکس بالاتر از میانگین کل و از نظر صفات تعداد میوه در هر بوته، عملکرد تک بوته، عرض میوه و وزن تک میوه پایین‌تر از میانگین کل هستند. کم بودن میانگین عملکرد خوشه دوم را می‌توان تا حدودی به منفی بودن ارزش انحراف از میانگین کل صفات تعداد میوه در هر بوته و عرض میوه نسبت داد. بیشترین اختلاف منفی این خوشه به صفت تعداد میوه در هر بوته و بیشترین اختلاف مثبت آن از میانگین کل به صفت طول میوه مربوط می‌شد. گروه سوم شامل ۱۲ ژنوتیپ (۲۳/۵۲ درصد) است که از خصوصیات بارز آنها نسبت به دو گروه دیگر داشتن تعداد میوه در هر بوته بالا می‌باشد. در این گروه مقادیر صفات تعداد میوه در هر بوته و بریکس بیشتر از میانگین کل است. نتایج تحقیق حاضر از نظر شناسایی خوشه‌های متمایز گوجه‌فرنگی بر اساس صفات مورفولوژیکی و عملکردی با یافته‌های (Rai et al., 2016; Kumari et al., 2020); مطابقت دارد. در برنامه‌های اصلاحی، با توجه به گروه‌بندی انجام شده

و برآورد میانگین صفات برای ژنوتیپ‌های موجود در هر خوشه و درصد انحراف میانگین هر خوشه از میانگین کل، می‌توان والدین مناسب را برای انجام تلاقی‌های هدفمند انتخاب کرد.



شکل ۲– تجزیه و تحلیل خوشه‌ای صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با کیفیت میوه در هیبریدهای گوجه‌فرنگی. هیبریدهای گروه اول با عملکرد بالا، عرض میوه بزرگ‌تر و وزن بیشتر نسبت به سایر گروه‌ها متمایز بودند. گروه دوم دارای طول میوه بیشتر و pH بالاتر بود، در حالی که گروه سوم با تعداد میوه بیشتر در هر بوته و میزان بریکس بالاتر برتری داشت.

منابع

Ameur Ameur, A., Yilmaz, O., Ata, N., Cemal, I. and Gaouar, S. B. S. 2020. Assessment of genetic diversity of Turkish and Algerian native sheep breeds. Acta Agriculturae Slovenica, 115: 5–14.

Causse, M., Zhao, J., Diouf, I., Wang, J., Lefebvre, V., Caromel, B., Génard, M. and Bertin, N. 2020. Genomic designing for climate-smart tomato. In: Genomic Designing of Climate-Smart Vegetable Crops. Springer International Publishing, pp. 47–159.

Chandrakar, D., Sao, A. and Gauraha, D. 2020. Study of genetic diversity for yield and yield contributing traits in black gram (*Vigna mungo* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9: 2316–2319.

FAO. 2023. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations (accessed 17 July 2025).

Kumar, P. and Hazarika, M. 2020. Application of correlation analysis in conventional plant breeding and genome-wide association mapping. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9: 3372–3375.

Kumari, K., Akhtar, S., Kumari, S., Kumar, M., Kumari, K., Singh, N. K. and Ranjan, A. 2020. Genetic variability and heritability studies in diverse tomato genotypes. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9: 1011–1014.

Rai, A. K., Vikram, A. and Pandav, A. 2016. Genetic variability studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for yield and quality traits. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 9: 739.

Rasheed, A., Ilyas, M., Khan, T. N., Mahmood, A., Riaz, U., Chattha, M. B., Al Kashgry, N. A. T., Binothman, N., Hassan, M. U., Wu, Z. and Qari, S. H. 2023. Study of genetic variability, heritability, and genetic advance for yield-related traits in tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.). Frontiers in Genetics, 13.

Sekhar, L., Prakash, B. G. and Salimath, P. M. 2010. Implications of heterosis and combining ability among productive single cross hybrids in tomato. Electronic Journal of Plant Breeding, 4: 706–711.

UPOV – International Union for the Protection of New Varieties of Plants. 2001. Test guidelines for tomato (TG/44/10). Geneva, Switzerland.

Widyawan, M. H., Hasanah, A., Taryono, Alam, T., Sayekti, R. S., Pramana, A. A. C. and Wulandari, R. A. 2020. Multivariate analysis unravels genetic diversity and relationship between agronomic traits, protein, and dietary fiber in yardlong bean (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* Verdc.). Biodiversitas, 21: 5662–5671.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Assessment of genetic diversity and trait interrelationships among tomato hybrids for yield and fruit quality using cluster analysis

Mahnaz Hatamifard[1*], Hossein Ramshini[1] and Mahmoud Lotfi[2]
1.Department of Agronomy and Plant Breeding, Abouraihan Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Department of Horticulture, Abouraihan Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: m.hn1368@gmail.com

Abstract

Tomato (Solanum lycopersicum L.), as one of the world's most important vegetables, possesses substantial genetic diversity, which plays a pivotal role in breeding and yield improvement. In this study, to assess genetic diversity and evaluate the relationships among traits influencing yield and fruit quality, 51 tomato hybrids were evaluated during the 2022–2023 growing season using an augmented design based on a randomized complete block layout at the Research Farm of the College of Agriculture and Natural Resources, Karaj, Iran. Data were recorded for seven traits, including single plant yield, fruits number per plant, single fruit weight, fruit length, fruit width, pH, and soluble solids content (Brix). Pearson's correlation coefficients were computed to investigate inter-trait relationships, and cluster analysis was employed to group the hybrids. Correlation analysis revealed that single-plant yield had a significant positive association ($p < 0.05$) with single fruit weight and fruit width, while showing a significant negative correlation with Brix. Furthermore, the fruits number per plant was negatively and significantly correlated with single fruit weight and fruit width. Cluster analysis classified the hybrids into three distinct groups. Group I comprised hybrids with superior single plant yield, larger fruit width, and greater single fruit weight compared to the other groups. Group II contained hybrids with longer fruit length and higher pH, whereas Group III was characterized by a higher fruits number per plant and greater Brix. These findings highlight the high genetic diversity among the evaluated hybrids and underscore their potential use in selecting suitable parents for breeding programs aimed at improving both yield and fruit quality.

Keywords: Cluster analysis, Correlation, Genetic diversity, Tomato, Quantitative traits.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی صفات فتوسنتزی گیاه *Anthurium anderanum* تحت کیفیت‌های مختلف نور LED در شرایط درون شیشه‌ای

فاطمه صالحی‌فر[1*]، علیرضا بابائی[1]، علی مختصی بیدگلی[2] و آرمان بیرقدار کشکولی[1]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *fatemehsalehifar@modares.ac.ir*

چکیده

آنتوریوم یکی از محبوب‌ترین گل‌های شاخه بریده گرمسیری است. یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر رشد و نمو آنتوریوم، شدت و کیفیت نور است. کیفیت نور یکی از عوامل اصلی و بسیار مهم است که بر صفات فتوسنتزی اثر اصلی را دارد. این پژوهش در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار و ۵ مشاهده در سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه کشت بافت گیاهی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه تربیت مدرس و آزمایشگاه کشت بافت گیاهی حسامی (HPTCL) صورت گرفت. برای این آزمایش از محیط کشت MS استفاده شد. تیمارهای مختلف نوری با ۸ کیفیت نور با شدت ۸۰ میکرو مول بر متر مربع در ثانیه (آبی، قرمز، سبز، سفید ، فلورسنت، آبی- قرمز (با نسبت ۱:۱)، آبی- سبز (با نسبت ۱:۱) و قرمز- سبز (با نسبت ۱:۱)) قرار گرفت. نور فلورسنت به عنوان شاهد نظر گرفته شد. پس از گذشت ۱۲ هفته از اعمال تیمارها صفات فتوسنتزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین سرعت فتوسنتز در نور آبی ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ ۶/۹۶) و کمترین سرعت فتوسنتز در نور سفید ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ ۰/۵) وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارهای نوری سبز، قرمز، فلورسنت و ترکیب‌های نوری قرمز- سبز، آبی- سبز و آبی- قرمز اختلاف معنی داری وجود ندارد و بیشترین شاخص سبزینگی (۴۶/۸) در تیمار نوری آبی و کمترین شاخص سبزینگی (۰/۵) در تیمار نوری سفید مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: آنتوریوم، نرخ فتوسنتز، شدت نور، LED.

مقدمه

آنتوریوم به عنوان یکی از گل‌های شاخه بریده‌ی محبوب در صنعت گل و گیاه مورد توجه قرار گرفته است (Teixeira da Silva et al., 2015). این گیاه از خانواده Araceae بوده که شامل حدود ۱۱۰ جنس و نزدیک به ۱۵۰۰ گونه مختلف است که برخی از آن‌ها دارای ارزش غذایی بوده و برخی دیگر به دلیل زیبایی و جذابیت ظاهری، کاربرد زینتی دارند (Henny, 1988; Higaki et al., 1994). با توجه به اینکه تکثیر آنتوریوم از طریق بذر به علت تفرق صفات ژنتیکی چندان مورد استقبال قرار نمی‌گیرد، عمدتاً از روش‌های ازدیاد رویشی برای تولید انبوه این گیاه استفاده می‌شود (Teixeira da Silva et al., 2015). این روش‌ها به ویژه در تولید تجاری گیاهان زینتی اهمیت زیادی دارند، چرا که کوتاه شدن زمان تولید و یکنواختی گیاهان از جمله مزایای مهم آن‌هاست. در این میان، کشت بافت گیاهی به عنوان یکی از بهترین روش‌ها برای تولید تعداد زیادی گیاه با ساختار ژنتیکی یکسان شناخته می‌شود که نه تنها هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد، بلکه امکان تولید مستمر و سریع را نیز فراهم می‌سازد.(Hvoslef-Eide and Preil, 2005)

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و کیفیت گیاهان، نور است که نقش کلیدی در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ایفا می‌کند (Parihar et al., 2016). در باغبانی مدرن، برای تأمین نور مورد نیاز گیاهان، از انواع مختلف منابع نوری مانند لامپ‌های تنگستن، فلورسنت و لامپ‌های سدیمی فشار قوی استفاده می‌شود تا میزان فتوسنتز و در نتیجه کیفیت رشد افزایش یابد. با این حال، تمامی طول موج‌های نوری تولید شده توسط این لامپ‌ها برای گیاهان قابل استفاده نیست (Takaki, 2001; Choi et al., 2015). در سال‌های اخیر، استفاده از لامپ‌های LED به دلیل مصرف پایین انرژی و قابلیت تنظیم دقیق طول موج‌های نوری، مورد توجه ویژه قرار گرفته است. این

ویژگی‌ها به پژوهشگران این امکان را می‌دهد تا تأثیر انواع مختلف نور را بر رشد و عملکرد گیاهان با دقت بیشتری بررسی کنند (Dayani *et al*., 2018). علاوه بر این، مطالعات جدید نشان داده‌اند که منابع نوری LED می‌توانند موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و بهبود رشد کمی و کیفی گیاهان شوند (میرزا حسینی و همکاران، ۱۳۹۹).

نخستین آزمایش‌ها با استفاده از نور LED برای رشد گیاهان در ایالات متحده آمریکا و در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی انجام شد. در این آزمایش‌ها، گیاهانی مانند کاهو(Lactuca sativa) ، سیب‌زمینی(Solanum tuberosum) ، اسفناج (Spinacia oleraceaو گندم (Triticum aestivum) مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج ارزشمندی در زمینه تأثیر نورهای مصنوعی بر رشد و توسعه گیاهان حاصل شد .(Mitchell *et al*., 2012) امروزه، استفاده از فناوری LED در گلخانه‌ها و مراکز تولید گیاهان زینتی به طور گسترده‌ای گسترش یافته و به عنوان راهکاری نوین و مؤثر در بهبود کیفیت و کمیت محصولات گیاهی شناخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

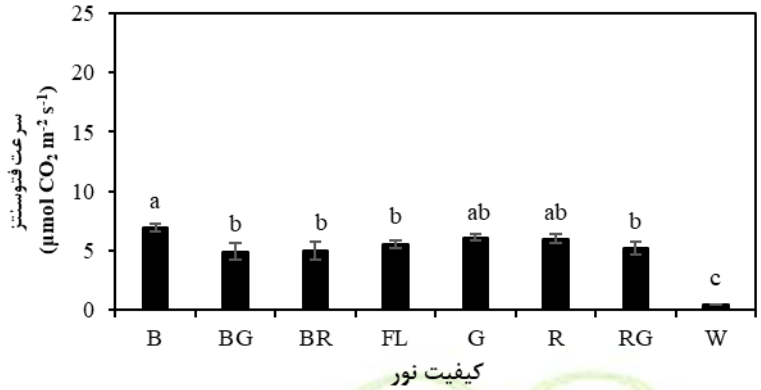
این پژوهش در سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه باغبانی دانشکده کشاورزی و آزمایشگاه کشت بافت گیاهی حسامی (HPTCL) انجام شد. در این آزمایش از گیاه *A.anderanum* استفاده شد و به منظور انتخاب و ضدعفونی، ریز نمونه‌ها ابتدا با آب معمولی شستشو داده شد، سپس در زیر هود لامینار به مدت ۳۰ ثانیه در الکل ۷۰٪ قرار داده شدند و بلافاصله به محلول هیپوکلرید ۱/۵ درصد حاوی چند قطره توین ۸۰ به مدت ۳ دقیقه منتقل شدند و در نهایت در شرایط استریل ۳ بار با آب مقطر ۲ بار تقطیر سترون شده شستشو داده شدند. محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (۱۹۶۲) با نمک های اصلی بود که با ۳۰ گرم ساکارز، ۱۰۰ میلی گرم در لیتر میواینوزیتول و ۷ گرم در لیتر آگار تکمیل شد. محیط MS همچنین با ۱ میلی گرم بر لیتر کینتین و ۰/۳ میلی گرم بر لیتر ایندول استیک اسید تکمیل شد. لامپ‌های LED به عنوان یک منبع نور قابل تنظیم آماده شدند. سپس شیشه‌ها تحت شدت نور۸۰ میکرومول در مترمربع بر ثانیه و یک دوره نوری ۸/۱۶ ساعت (روشن/تاریک) و ۸ کیفیت نوری (B: نور آبی، BG: نور آبی-سبز، BR: نور آبی- قرمز، FL: نور فلورسنت، G: نور سبز، R: نور قرمز، RG: نور قرمز- سبز و W: نور سفید) در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ هفته نگهداری شدند. شدت نور و کیفیت نور با استفاده از نورسنج (Sekonic C-7000، ژاپن) اندازه گیری شد. پس از اتمام دوره اعمال تیمارها، صفات فتوسنتزی شامل سرعت فتوسنتز، کارآیی مصرف آب، شاخص سبزینگی و کلروفیل کل اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری سرعت فتوسنتز و کارآیی مصرف آب از دستگاه لایکور استفاده شد و شاخص سبزینگی توسط دستگاه اسپد و کلروفیل کل توسط دستگاه نانوداپ اندازه گیری شد. داده‌های آماری حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS و اکسل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین نیز با استفاده از توزیع کای اسکور حاصل از آزمون نسبت درست نمایی انجام شد.

نتایج و بحث

۱- اثر کیفیت نور LED بر سرعت فتوسنتز

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین سرعت فتوسنتز در نور آبی (۶/۹۶ $\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$) و کمترین سرعت فتوسنتز در نور سفید (۰/۵ $\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$) وجود داشت (شکل ۱). در حالی که گزارشات مختلف اثر شدت‌های مختلف نور حاصل از LEDهای

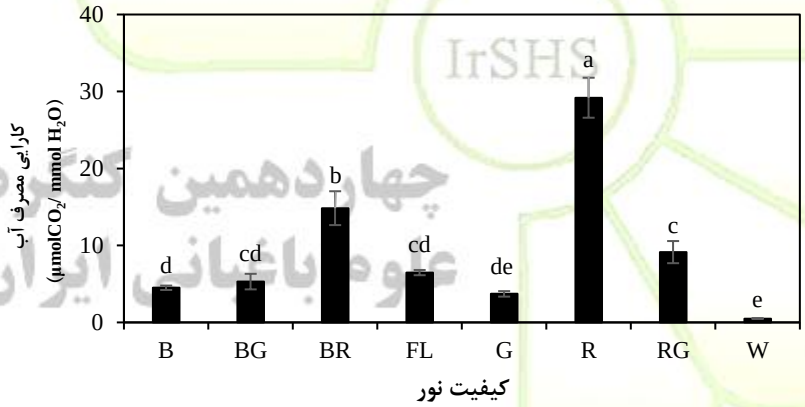
آبی و قرمز را بر میزان فتوسنتز توت فرنگی نشان داده است که بازده فتوسنتزی تحت نور قرمز ۲/۵ برابر بیشتر از نور آبی تنها است. همچنین آنها نتیجه‌گیری کردند که بازده فتوسنتزی نورهای آبی و قرمز با هم متفاوت است (Yanagi and Okamoto, 1994).



شکل ۱- اثر نورهای مختلف LED بر سرعت فتوسنتز. (B: نور آبی، BG: نور آبی-سبز، BR: نور آبی- قرمز، FL: نور فلورسنت، G: نور سبز، R: نور قرمز، RG: نور قرمز- سبز و W: نور سفید).

۲- اثر کیفیت نور LED بر کارآیی مصرف آب

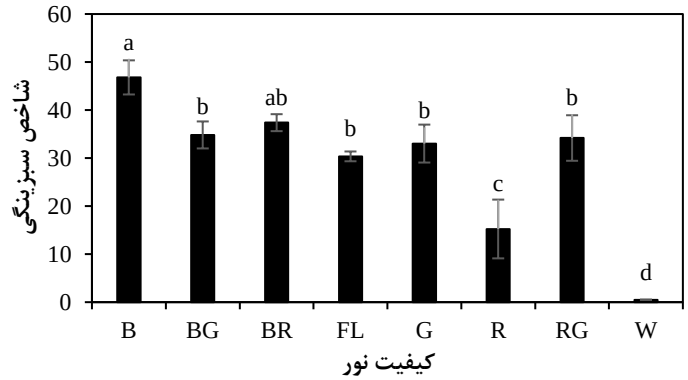
با مقایسه میانگین داده‌ها و در هنگام بررسی اثر تیمارهای نوری مشاهده شد که تیمار نور قرمز (µmol CO_2/mmol H_2O ۲۹/۱۹) موجب افزایش کارآیی مصرف آب گردید و نور سفید بیشترین اثر کاهشی (µmol CO_2/mmol H_2O ۰/۵) را بر میزان کارآیی مصرف آب داشت (شکل ۲).



شکل ۲- اثر نورهای مختلف LED بر کارآیی مصرف آب. (B: نور آبی، BG: نور آبی-سبز، BR: نور آبی- قرمز، FL: نور فلورسنت، G: نور سبز، R: نور قرمز، RG: نور قرمز- سبز و W: نور سفید).

۳- اثر کیفیت نور LED بر شاخص سبزینگی

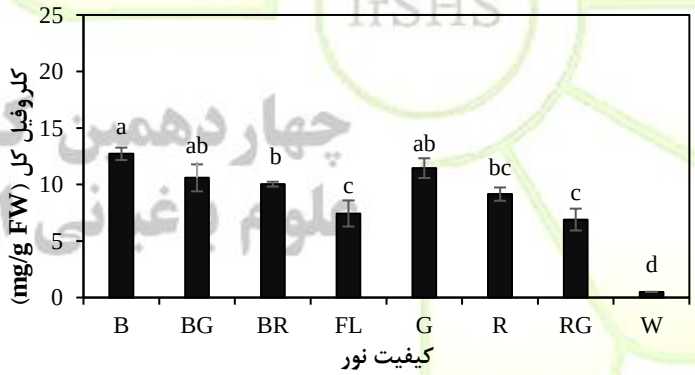
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارهای نوری سبز، قرمز، فلورسنت و ترکیب‌های نوری قرمز- سبز، آبی- سبز و آبی- قرمز اختلاف معنی داری وجود ندارد و بیشترین شاخص سبزینگی (۴۶/۸) در تیمار نوری آبی و کمترین شاخص سبزینگی (۰/۵) در تیمار نوری سفید مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۳- اثر نورهای مختلف LED بر شاخص سبزینگی. (B: نور آبی، BG: نور آبی-سبز، BR: نور آبی- قرمز، FL: نور فلورسنت، G: نور سبز، R: نور قرمز، RG: نور قرمز- سبز و W: نور سفید).

۴- اثر کیفیت نور LED بر کلروفیل کل

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۱۲/۷۱ mg/g FW) میزان کلروفیل کل در تیمار نور آبی و کمترین (۰/۵ mg/g FW) میزان کلروفیل در تیمار نوری سفید ایجاد شد (شکل ۴). نور آبی به همراه طول موج‌های دیگر سبب افزایش محتوای کلروفیل گیاه می‌شود (Hernández and Kubota, 2016)، همچنین مدت زمانی که گیاه در معرض نور قرار می‌گیرد نیز بر محتوای کلروفیل اثر دارد، با این حال مشخص شده که نور قرمز باعث تجمع کاروتن و آنتوسیانین و نور آبی باعث تجمع کلروفیل می‌گردد (Wu et al., 2007). گزارش Ouzounis و همکاران (۲۰۱۶) نشان دهنده تاثیر مثبت ترکیب نوری آبی- قرمز در افزایش کلروفیل در گوجه فرنگی بود (Ouzounis et al., 2016). در پژوهش دیگری که توسط He و همکاران (2020) بر روی *Camellia oleifera* Huajin در شرایط درون شیشه‌ای انجام شد، بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار نوری سفید مشاهده شد که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت ندارد (He et al., 2020).



شکل ۴- اثر نورهای مختلف LED بر محتوای کلروفیل کل. (B: نور آبی، BG: نور آبی-سبز، BR: نور آبی- قرمز، FL: نور فلورسنت، G: نور سبز، R: نور قرمز، RG: نور قرمز- سبز و W: نور سفید).

منابع

He, C., Zeng, Y., Fu, Y., Wu, J. and Liang, Q. 2020. Light quality affects the proliferation of *in vitro* cultured plantlets of *Camellia oleifera* Huajin. PeerJ, 8: e10016.

Hernández, R. and Kubota, C. 2016. Physiological responses of cucumber seedlings under different blue and red photon flux ratios using LEDs. Environmental and Experimental Botany, 121: 66–74.

Hvoslef-Eide, A.K. and Preil, W. 2005. Liquid culture systems for in vitro plant propagation. Liquid Culture Systems for In Vitro Plant Propagation, June: 1–588.

Ouzounis, T., Heuvelink, E., Ji, Y., Schouten, H.J., Visser, R.G.F. and Marcelis, L.F.M. 2016. Blue and red LED lighting effects on plant biomass, stomatal conductance, and metabolite content in nine tomato genotypes. Acta Horticulturae, 1134: 251–258.

Pariha, P., Singh, R., Singh, S., Tripathi, D.K., Chauhan, D.K., Singh, V.P. and Prasad, S.M. 2016. Photoreceptors mapping from past history till date. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 162: 223–231.

Teixeira da Silva, J.A., Dobránszki, J., Winarto, B. and Zeng, S. 2015. Anthurium in vitro: A review. Scientia Horticulturae, 186: 266–298.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of photosynthetic traits of *Anthurium anderanum* under different qualities of LED light in vitro conditions

Salehi-Far, Fatemeh[1*], Babaei, Alireza[1], Mokhtassi-Bidgoli, Ali[2] and Beyraghdar-Kashkooli, Arman[1]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

[*]Corresponding Author: fatemehsalehifar@modares.ac.ir

Abstract

Anthurium is one of the most popular tropical cut flowers. One of the most important factors affecting the growth and development of Anthurium is the intensity and quality of light. Light quality is one of the main and very important factors that has the main effect on photosynthetic traits. This research was conducted in a completely randomized design with three replications and 5 observations in 2023 in the Plant Tissue Culture Laboratory of the Department of Horticultural Science and Engineering, Tarbiat Modares University and the Hesami Plant Tissue Culture Laboratory (HPTCL). MS culture medium was used for this experiment. Different light treatments were applied with 8 light qualities with an intensity of 80 micromoles/m2/s (blue, red, green, white, fluorescent, blue-red (with a ratio of 1:1), blue-green (with a ratio of 1:1) and red-green (with a ratio of 1:1)). Fluorescent light was considered as a control. After 12 weeks of applying the treatments, photosynthetic traits were examined. The results of the comparison of the means showed that the highest photosynthesis rate was in blue light (6.96 µmol CO2 m-2 s-1) and the lowest photosynthesis rate was in white light (0.5 µmol CO2 m-2 s-1). The comparison of the means showed that there was no significant difference between the green, red, fluorescent light treatments and the red-green, blue-green and blue-red light combinations, and the highest greenness index (8.46) was observed in the blue light treatment and the lowest greenness index (5.0) was observed in the white light treatment.

Keywords: Anthurium, Photosynthesis rate, Lght intensity, LED.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه تاثیر روش های مختلف کوپیوند (شکمی و لوله‌ای) بر میزان گیرایی و رشد نهال های چهار رقم تجاری پسته

علی‌رضا بنیان‌پور[1*]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز ، ایران

*نویسنده مسئول: *arbonyanpour@yahoo.com*

چکیده

پسته یکی از درختانی است که دارای ارزش افزوده بالایی در استان فارس می باشد. سابقه کشت پسته در استان فارس به بیش از ۳۰ سال پیش باز می گردد. باغات پسته قدیمی موجود در باغات استان فارس لازم است با ارقام جدید پیوند گردند . به این منظور و جهت تعیین روش پیوند مناسب و مقایسه میزان رشد رویشی ارقام از دو روش پیوند لوله ای و شکمی استفاده شد. این پروژه در یک باغ پسته شهرستان خرامه در استان فارس اجرا شد. پیوندک های چهار رقم پسته شامل ارقام فندقی، کله قوچی، اکبری و احمد آقایی به دو روش پیوند شکمی و لوله ای بر روی پایه بذری زرند پیوند شدند. پروژه صورت طرح بلوک های کامل تصادفی و به صورت اسپلیت پلات اجرا شد که روش پیوند فاکتور اصلی و رقم ها فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که در تمامی ارقام روش پیوند لوله ای نتایج بهتری را داشت. بطوری که درصد گیرایی در روش پیوند لوله ای ۹۸ درصد بود که نسبت به روش پیوند شکمی با ۶۸ درصد برتر بود. از لحاظ میزان رشد رویشی فاکتورهای اندازه گیری شده نشان داد که بیشترین رشد سرشاخه را رقم اکبری در پیوند شکمی با ۴۵ سانتی متر بیشترین تعداد جوانه در شاخه در رقم اکبری با متوسط تعداد۶/۴ جوانه، بیشترین فاصله میان گره را رقم اکبری در پیوند لوله‌ای با ۶/۵ سانتی متر، بیشترین عرض سایه انداز و قطر تنه را رقم احمد آقایی در پیوند شکمی به ترتیب با ۲۱۰ سانتی متر و ۶ سانتی متر دارا بود. در مجموع با بررسی ۴ رقم نهال‌های پیوند شده در روش پیوند شکمی نسبت به روش پیوند لوله‌ای ویژگی های رویشی بهتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: رشد سر شاخه، گیرایی پیوند، قطر نهال.

مقدمه

استان فارس با دارا بودن بیش از ۳۳ هزار هکتار باغ پسته و تولید ۲۲ هزار تن محصول پسته جزو استان های برتر از لحاظ سطح زیر کشت و تولید پسته در کشور می باشد (آمار نامه کشاورزی، ۱۴۰۳). سابقه کشت پسته در استان فارس به حدود ۳۰ سال پیش باز می‌گردد که اولین نهال های پسته وارد استان فارس شده و از آن زمان به بعد سطح زیر کشت باغ های پسته روز بروز افزایش یافته است. اقلیم نیمه گرمسیر استان فارس شرایط مساعدی را جهت پرورش این محصول مهم و استراتژیک در استان فارس مهیا نموده است. از آنجایی که ارقام باغات قدیمی موجود در استان فارس لازم است با ارقام جدید جایگزین شوند انتخاب روش مناسب پیوند از اهمیت برخوردار است. پژوهش های چندی در رابطه با مقایسه ارقام مختلف پسته و روش های مختلف پیوند پسته وجود دارد که در آن ها جنبه های مختلف رویشی و زایشی ارقام مختلف پسته مورد بررسی قرار گرفته است. نوروزی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهش خود چهار رقم پسته شامل ارقام اکبری، اوحدی، احمدآقایی و قزوینی به همراه دو رقم گرده دهنده پسته نر زودگل و نر دیرگل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار بررسی کردند. ارقام پسته از نظر صفات رویشی، عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد رقم اکبری از نظر صفات پومولوژیکی از جمله درصد خندانی، درصد مغز به میوه (عیار)، انس میوه و عملکرد نسبت به اوحدی، احمدآقایی و قزوینی برتری ویژه‌ای داشت. رقم اکبری به دلیل داشتن پوست سبز کامل و ناشکوفا رقمی مناسب و در خصوص کاهش ورود عوامل آلوده کننده قارچی می باشد. حسنی مقدم و همکاران (۱۴۰۰) هفت رقم پسته به اسامی احمد آقایی، اکبری، اوحدی، کله‌قوچی، ممتاز، خنجری و چروک از نظر

رشد و سازگاری با شرایط آب‌وهوایی لرستان مقایسه شدند. نتایج نشان داد اثر رقم بر صفات ارتفاع بوته، قطر تنه درخت، درصد زنده‌مانی و درصد میوه‌دهی در طی پنج سال معنی‌دار شد در پژوهشی دیگر یدالهی (۱۳۹۷) پنج رقم پسته شامل ارقام اکبری، احمد آقایی، سفید پسته، کله قوچی و فندقی را در بیرجند مقایسه کردند. نتایج شان داد که میانگین عملکرد 4 ساله ارقام پسته اکبری، احمد آقایی، سفید پسته، کله قوچی و قندقی در سطح یک درصد با هم اختلاف معنی داری داشته اند و رقم سفید پسته در رتبه اول و بقیه ارقام به ترتیب احمد آقایی، اکبری، کله قوچی و فندقی در رده های بعدی از نظر عملکرد کمی قرار گرفته اند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۴) ۱۲رقم پسته در مدت۳ سال در قالب طرح کاملا تصادفی در شهرستان ایوان استان ایلام مقایسه کردند . پایه مورد نظر از پسته بادامی انتخاب و در سال دوم پیوندک های ارقام کله قوچی، ممتاز، احمد آقایی، فرخی، عباسعلی، شاپسند، اکبری، اوحدی، فندقی، قرمزی، کال خندان و کله بزی بر روی آنها پیوند گردید. در بررسی اولیه صفاتی از قبیل ارتفاع درخت، رشد سالیانه شاخه، قطر شاخه و همچنین تشکیل جوانه های زایشی در ارقام مذکور مورد بررسی قرار گرفت. همچنین میزان آب مصرفی دور آبیاری مربوط به هر دوره ثبت گردید. نتایج نشان داد که ارقام در صفات ارتفاع درخت، رشد سالیانه شاخه، و قطر شاخه ها دارای تفاوت معنی داری می باشند.

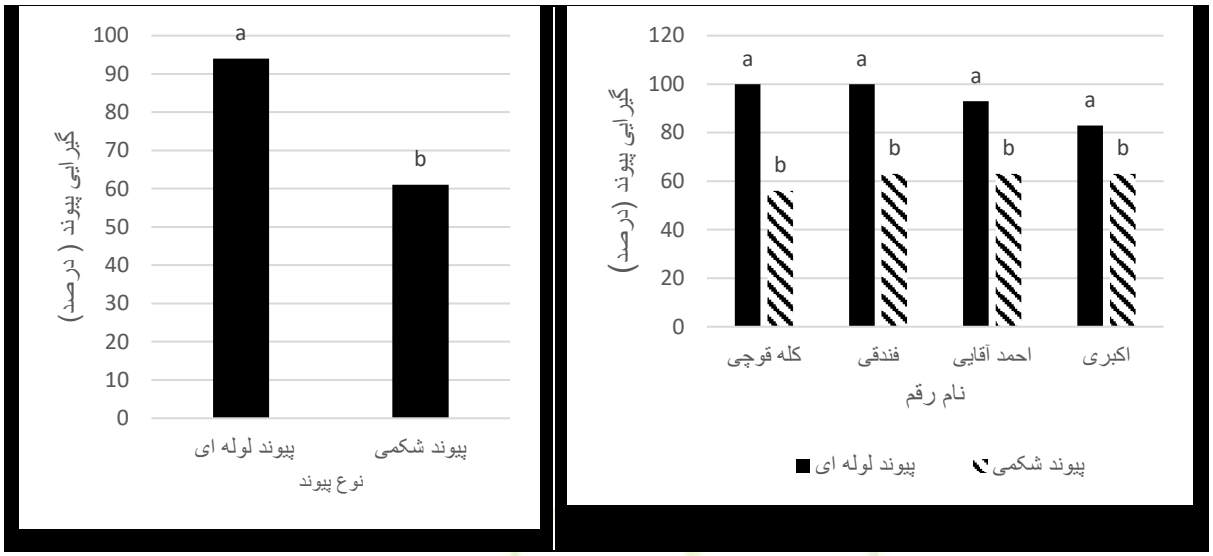
مواد و روش ها

به منظور اجرای پروژه یک باغ پسته در شهرستان خرامه انتخاب شد. نهال های کشت شده در باغ دارای حدود ۲ سال سن داشتند و همگی از پایه بادامی زرند کرمان بودند. عملیات پیوند به دو روش پیوند پوست (شکمی) و پیوند لوله ای انجام شد. نهال‌هایی که قرار بود پیوند لوله ای روی ان‌ها صورت گیرد ابتدا در اسفند ماه سربرداری شده تا بتوان عملیات پیوند را روی ان‌ها انجام داد. سپس در خرداد ماه هنگامی که شاخه‌های رشد کرده به قطری در حدود ۱ سانتی متر رسیده بودند عملیات پیوند روی نهال‌ها انجام شد. در رابطه با نهال‌های که پیوند شکمی انجام گردید بعد ازانجام عملیات پیوند سربرداری از بالای محل پیوند صورت گرفت. ارقام مورد مقایسه جهت پیوند شامل ارقام اکبری، کله قوچی، فندقی و احمد آقایی بود. برای هر روش ۳ تکرار و در هرتکرار ۳ نهال در نظر گرفته می‌شود. آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات بود که در آن روش پیوند فاکتتور اصلی و ارقام فاکتور فرعی بودند فاکتورهای مورد بررسی شامل شاخص های رویشی درصد گیرایی پیوند، میزان رشد شاخه سال جاری، قطر شاخه، شعاع گسترش تاج بود.

نتایج و بحث

مقایسه درصد گیرایی دو روش پیوند

بررسی مقایسه میزان گیرایی پیوند در ارقام مختلف نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو روش پیوند از لحاظ گیرایی وجود دارد. میانگین درصد گیرایی در پیوند لوله‌ای در حدود ۹۴ درصد و میانگین درصد گیرایی پیوند پوست ۶۳ درصد بود که تفاوت معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد (شکل ۱). بررسی ارقام مختلف از لحاظ درصد گیرایی نیز نشان دهنده تفاوت معنی داری بین دو روش پیوند در ارقام مختلف بود. به‌طوری که بیشترین درصد گیرایی درارقام کله قوچی و فندقی در پیوند لوله ای مشاهده شد که ۱۰۰ درصد پیوندهای انجام شده گرفته بودند. در حالی که این دو رقم در پیوند شکمی به ترتیب دارای گیرایی به میزان ۵۶ و ۶۳ درصد بودند که تفاوت معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. در تمامی ارقام تفاوت معنی‌داری بین روش پیوند لوله‌ای و شکمی دیده شد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد گیرایی پیوند در دو روش پیوند لوله‌ای و شکمی (سمت چپ) و مقایسه درصد گیرایی پیوند در ارقام مختلف پسته (سمت راست).

میزان رشد درختان: بیشترین میزان رشد نهال‌های پسوند شده در طول دوره آزمایش مربوط به رقم اکبری در پیوند شکمی به میزان ۴۵ سانتی متر بود و کمترین میزان رشد در رقم کله قوچی در پیوند لوله‌ای به میزان ۳۲/۲ سانتی متر دیده شد. (جدول ۱).

متوسط تعداد جوانه ها: نتایج اندازه گیری متوسط تعداد جوانه‌ها در شاخه‌های رشد کرده در طول دوره آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد جوانه در رقم اکبری به میزان ۶/۴ ه بود و کمترین تعداد جوانه را رقم کله قوچی به تعداد ۵/۳ جوانه در هر شاخه در پیوند شکمی داشت که تفاوت معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد (جدول ۱).

فاصله میان گره ها : نتایج اندازه گیری فاصله میان گره ها در شاخه‌های رشد کرده نشان داد که بیشترین فاصله میان گره‌ها در رقم اکبری در پیوند لوله‌ای مشاهده شد. بطوری که در شاخه‌های رشد کرده در این رقم فاصله میان گره‌ها بطور متوسط ۶/۵ سانتی متر بود . کمترین فاصله جوانه را رقم کله قوچی در پیوند لوله‌ای دارا بود به میزان ۵/۵ سانتی متر که تفاوت معنی داری را نشان داد. بررسی ارقام به صورت جداگانه نشان داد که در هر رقم تفاوت معنی داری بین دو روش پیوند دیده نمی شود (جدول ۱).

عرض سایه انداز: اندازه گیری رشد عرضی نهال‌های کشت شده نشان داد که بیشترین عرض سایه انداز را رقم احمد آقایی به میزان۲۱۰ سانتی متر در پیوند شکمی دارا بود و کمترین عرض سایه انداز مربوط به رقم کله قوچی در پیوند لوله ای به میزان ۱۵۰ سانتی متر بود. مقایسه هر یک از ارقام به تنهایی نشان داد که در تمام ارقام عرض سایه انداز در پیوند شکمی بیشتر از پیوند لوله ای بود (جدول ۱)

قطر نهال ها: رقم احمد اقایی بیشترین قطر نهال‌ها را به میزان ۶/۰ سانتی متر در هر دو روش پیوند در سال چهارم دارا بود و کمترین قطر را رقم کله قوچی و فندقی به میزان ۴/۳۳ سانتی متر در پیوند لوله ای داشت . بررسی ارقام به صورت مجزی نشان داد که در تمامی ارقام قطر نهال‌ها در پیوند شکمی بیشتر از پیوند لوله ای بود (جدول ۱).

ارتفاع درختان: بیشترین ارتفاع درختان در رقم اکبری در پیوند شکمی به میزان ۲۴۱ سانتی متر بود و کمترین ارتفاع را رقم کله قوچی به میزان ۱۴۰ سانتی متر در پیوند لوله ای دارا بود. بررسی ارقام به صورت مجزی نشان داد که تفاوت معنی داری در ارتفاع نهال‌ها ارقام کله قوچی ، احمد آقایی و اکبری دیده شد و تنها در رقم فندقی ارتفاع درختان تفاوت معنی داری را نشان ندادند. (جدول ۱)

جدول ۱- مقایسه ویژگی های رویشی ۴ رقم پیوند شده به وسیله دو روش پیوند لوله ای و شکمی.

صفت اندازه گیری شده	نام رقم							
	کله قوچی		فندقی		احمد آقایی		اکبری	
	نوع کو پیوند		نوع کو پیوند		نوع کو پیوند		نوع کو پیوند	
	شکمی	لوله ای	شکمی	لوله ای	شکمی	لوله ای	شکمی	لوله ای
رشد سرشاخه (سانتی متر)	۳۵/۲۷d	۳۲/۲۱e	۴۲/۷۲b	۴۰/۳۹c	۴۰/۳۶c	۴۴/۲۵ab	۴۵a	۴۴/۶۹ab
تعداد جوانه	۵/۳c	۵/۴bc	۵/۸b	۵/۷bc	۶/۳a	۶/۳a	۶/۴a	۶/۴a
فاصله میان گره (سانتی متر)	۵/۷bc	۵/۵c	۵/۷bc	۵/۸bc	۶b	۵/۷bc	۶/۲a	۶/۵a
عرض سایه انداز (سانتی متر)	۲۰۵a	۱۵۰bcd	۱۹۵ab	۱۳۲cd	۲۱۰a	۱۵۳bcd	۱۷۳abc	۱۲۵d
قطر تنه (سانتی متر)	۵/۶a	۴/۳b	۵/۳ab	۴/۳b	۶a	۶a	۵/۸a	۵/۵a
ارتفاع نهال پیوندی(سانتی متر)	۲۲۳ab	۱۴۰d	۲۰۰bc	۲۱۶ab	۲۱۰ab	۱۷۰cd	۲۴۱a	۲۰۰bc

*در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه می باشند با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نبودند.

بررسی نتایج حاصل از پیوند ارقام مختلف پسته به دو روش پیوند لوله‌ای و پیوند شکمی نشان دهنده برتری پیوند لوله‌ای از لحاظ درصد گیرایی پیوند بود. موفقیت پیوند در پسته بستگی به عوامل محیطی (درجه حرارت، رطوبت واک سیژن کافی در محل پیوند)، فعالیت پایه و قطر پایه دارد. وجود شرایط محیطی مناسب در تشکیل بافت پینه و جوش خوردن پایه و پیوندک تأثیر زیادی دارد. در دماهای پایین و یا بالاتر از حد معین، تشکیل بافت پینه کاهش می یابد. دامنه تشکیل بافت پینه بین دمای۴ الی۳۲درجه سلسیوس بوده و دمای بهینه۲۴-۲۱درجه سلسیوس می‌باشد. دمای بالا موجب تولید بافت پینه نرم می شود و موفقیت پیوند را در اواخر بهار که هوا گرم می باشد، کاهش می‌دهد بیشترین گیرایی پیوند در روش پیوند لوله‌ای مشاهده شد که با پیوند شکمی تفاوت معنی داری داشت این امر می‌تواند به دلیل اتصال بیشتر پایه و پیوندک در این روش باشد. نتایج فوق با گزارش نوروزی و همکاران (۱۴۰۲) بر روی انار مبنی بر تأثیر روش پیوند در گیرایی پیوند مطابقت دارد. در این گزارش بیشترین گیرایی پیوند و میزان گیاهان باقی مانده مربوط به پیوند لوله‌ای بود ، تماس مناسب لایه‌های زاینده پایه و پیوندک و تشکیل پینه و به دنبال آن تشکیل لایه زاینده جدید ونهایتاً تشکیل اتصالات آوندی جدید باعث گیرایی بهتر پیوندک می گردد. به نظر می رسد در پژوهش فوق دلیل گیرایی بالاتر پیوند لوله ای نسبت به پیوند شکمی تماس بیشتر لایه زاینده پایه و پیوندک در پیوند لوله ای نسبت به پیوند شکمی باشد .تعداد جوانه و فاصله میان گره دو عاملی است که می‌تواند روی رشد شاخساره و ارتفاع گیاه تاثیر مستقیم داشته باشد بررسی نتایج بدست آمده نشان داد رقم کله قوچی دارای بیشترین تعداد جوانه و بیشترین فاصله میان گره بود که این امر باعث افزایش ارتفاع نهال‌های این رقم نسبت به سایر ارقام شد. تعداد جوانه یک ویژگی ژنتیکی است که می‌تواند تحت تاثیر رقم باشد ولی فاصله میان گره بیشتر بستگی به میزان جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه دارد. از طرف دیگر روش پیوند نیز می‌تواند عاملی تاثیر گذار در میزان رشد شاخه‌ها باشد بطوری که ارتباط آوندی بهتر باعث تسریع در انتقال آب و مواد غذایی شده و باعث افزایش رشد گیاه می‌گردد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در برخی ارقام تفاوت معنی داری بین دو روش پیوند مشاهده شده که این امر احتمالابه دلیل ویژگی‌های روش پیوند در انتقال آب و مواد غذایی رخ داده است که تاثیر خود را در اختلاف در رشد شاخساره ها نشان داده است. رشد عرضی درخت پسته که در واقع عرض سایه انداز درخت را شامل می‌شود عامل مهمی در میزان باردهی درخت می‌باشد درختانی که رشد عرضی

بیشتری دارند در واقع سطح عرضی بیشتری اشغال کرده و درختان بزرگتری را ایجاد می‌کنند که در واقع این امر روی تعداد شاخه‌های بارده و تعداد خوشه‌های که درخت درآینده تولید می‌کند تاثیر دارد. در پژوهش حاضر رقم فندقی بیشترین عرض سایه انداز را در روش پیوند شکمی دارا بود و رشد عرضی سه رقم دیگر در یک حد بودند. بیشتر بودن عرض سایه انداز رقم فندقی می‌تواند روی میزان عملکرد و زمان باردهی این رقم تاثیر داشته باشد. با این وجود باید پژوهش های تکمیلی جهت بررسی میزان باردهی ارقام فوق در این مناطق صورت گیرد .

نتیجه گیری کلی

در مجموع بررس شاخص های اندازه گیری شده در رابطه با رشد رویشی گیاه نشان داد که بنظر می‌رسد رشد شاخساره در پیوند شکمی بهتر از پیوند لوله‌ای بود بطوری که در بعضی شاخص‌های ا ندازه گیری شده مانند عرض سایه انداز و یا قطر نهال این تفاوت‌ها معنی دار بود با این وجود به علت درصد بالا تر گیرایی پیوند لوله‌ای نسبت به پیوند شکمی در مجموع توصیه می‌گردد در باغات پسته جهت تغییر رقم از پیوندلوله ای استفاده نمود. برخی از درختان کشت شده در این پروژه در سال چهارم آزمایش به مرحله گلدهی و تولید محصول رسیدند ولی جهت بررسی جامع موضوع نیاز است مقایسه ارقام در فاز زایشی نیز صورت گیرد.

منابع

اسماعیلی، ا.، حکم‌آبادی، ح. و صیدی، آ. ۱۳۹۴. بررسی اولیه سازگاری ۱۲ رقم پسته در شرایط آب و هوایی استان ایلام.

حسنی مقدم، ا.، کرمیان، ر.، شعبان، م. و محمدیان، ع. ۱۴۰۰. ارزیابی سازگاری ارقام پسته در شرایط آب و هوایی لرستان. دوفصلنامه فناوری تولیدات گیاهی، ۱۳(۲): ۵۱-۵۸.

آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۳. معاونت آمار و ارزیابی اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی.

حکم‌آبادی، ح. و شرافتی، ع. ۱۳۹۷. تأثیر برخی از پایه‌های پسته بر جذب عناصر غذایی در دو رقم پسته اکبری و برگ‌سیاه. علوم و فناوری پسته، ۱(۱): ۳۲-۴۳.

رفیعی، ی.، اسدی‌قارنه، ح.ع. و قاسمی، م. ۱۳۹۹. تأثیر میان‌پایه بر برخی عناصر کم‌مصرف برگ در برخی ارقام تجاری پسته. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۵(۲): ۷۲-۷۹.

شرافتی، ع. و اسکندری تربقان، م. ۱۴۰۱. اثر پایه بر غلظت عناصر غذایی برگ و عملکرد دو رقم پسته (*Pistacia vera* L.) اکبری و برگ‌سیاه. نهال و بذر، ۳۸(۴): ۴۷۳-۴۹۶.

علیپور، ح. و رضوی‌نسب، ا. ۱۳۹۸. بررسی ویژگی‌های کیفی میوه، میزان عناصر برگ و عملکرد در شش رقم تجاری پسته پیوندشده روی پایه کشت‌بافتی بادامی زرند. علوم و فناوری پسته، ۴(۸): ۱-۱۶.

کریمی، ح.ر. و رفیعی، ی. ۱۳۹۵. تأثیر ارتفاع و روش کوپیوند بر گیرایی و رشد رویشی پسته رقم اوحدی. علوم و فناوری پسته، ۲(۴): ۱۱۱.

محمدرضاخانی، ط.، کریمی، ح.ر.، صادقی‌سرشت، ا. و جمعه یزدیان، م.ص. ۱۳۹۷. ارزیابی تأثیر قطر پایه و نوع پیوندک بر گیرایی پیوندک و پارامترهای رویشی پسته. دومین همایش پسته.

نوروزی، ا.، قنبری، ع.، دهدار، ب. و فهیم، س. ۱۴۰۲. ارزیابی کمّی و کیفی چند رقم تجاری پسته در شرایط منطقه مشگین‌شهر. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۸(۲): ۳۱-۴۳.

یداللهی، ع.ع. ۱۳۹۷. مقایسه عملکرد ارقام پسته تجاری، اکبری، احمدآقایی، سفید پسته، کله‌قوچی و فندقی در اقلیم خشک کمی سرد دشت بیرجند. نهمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

Comparison of the Effects of Different Grafting Methods (Bark and Tube Grafting) on the Graft Success Rate and Growth of Seedlings of Four Commercial Pistachio Cultivars

Ali-Reza Bonyanpour[1*]
1. Department of Agronomic and Horticultural Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Fars Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
**Corresponding Author: arbonyanpour@yahoo.com*

Abstract

Pistachio is one of the trees with high economic value in Fars Province. The history of pistachio cultivation in Fars province dates back to about 20 years ago when the first pistachio seedlings were introduced to Fars province and planted. However, due to lack of knowledge about the appropriate pistachio cultivars, some orchards were grafted with inappropriate cultivar in previous years, and now it is necessary to graft these trees with compatible cultivar. For this purpose, and to determine the appropriate budding method for pistachio branching and to compare the vegetative growth rate of the cultivars, two methods of budding (T budding and chip budding) were used. This project was implemented in Fars province, For this purpose, one pistachio orchard was selected in this county, and scions of four pistachio varieties including Fandoghi, Kaleh Ghochi, Akbari, and Ahmad Aghaei were grafted onto the Zarand Kerman seedling rootstock using two methods of (T budding and chip budding) The project was implemented in a randomized complete block design and split plot, with the budding method as the main factor and the cultivars as the secondary factors. Five seedlings were considered for each cultivar in each treatment, and budding operations were performed on the seedlings. The results showed that the use of chip budding resulted in better budding results for all cultivars, so that the budding success rate in the chip budding method was 94 which was superior to the T budding method. In terms of growth rate, the grafted seedlings in the T budding method were superior to the chip budding method, so that the Kale Ghochi cultivar was superior in terms of longitudinal and height growth and the Fandoghi cultivar was superior to the other cultivars in terms of lateral growth.

Keywords: Graft success, Seedling diameter, Shoot growth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های ژنتیکی در تولید گیاهان زینتی: چالش‌ها، فرصت‌ها و کاربردهای پیشرفته

محمد بابائی[1*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: *babaiem12@gmail.com*

چکیده

مصرف جهانی گل و گیاهان زینتی بالغ بر ۲۰۰ میلیارد دلار است. از آنجا که ایجاد صفات جدید موتور محرک صنعت گل و گیاهان زینتی محسوب می‌شود، تلاش‌های زیادی جهت استفاده از روش‌های نوین بیوتکنولوژی جهت تولید ارقام جدید انجام گرفته است. گیاهان زینتی در سرتاسر دنیا برای مصارف باغبانی، فضای سبز و گل‌آرایی استفاده می شوند و از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت هستند. رویکردهای مختلف اصلاح گیاهی به منظور بهبود ویژگی‌های گیاهان زینتی از جمله رنگ و اندازه گل، زمان گل‌دهی، عطر، طول عمر، مقاومت به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی به کار گرفته شده‌اند. این تکنیک‌ها روش‌های سنتی اصلاح از جمله کراس بریدینگ و اصلاح از طریق جهش تا تولید گیاهان تغییر یافته ژنتیکی را شامل می‌شود. لازم به ذکر است در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیر در علوم ژنتیک و زیست‌فناوری، افق‌های جدیدی را در به‌نژادی و تولید گیاهان زینتی گشوده‌اند. به‌کارگیری روش‌هایی نظیر مهندسی ژنتیک، ویرایش ژنومی (CRISPR/Cas)کشت بافت و استفاده از نشانگرهای مولکولی، امکان بهبود صفاتی چون رنگ، عطر، مقاومت به آفات و افزایش عمر گل را فراهم ساخته‌اند. این نوآوری‌ها نه تنها تنوع زیستی گیاهان زینتی را افزایش داده، بلکه فرصت‌های اقتصادی جدیدی برای بازارهای جهانی گل و گیاه ایجاد کرده‌اند. با این حال، چالش‌هایی از جمله نگرانی‌های زیست‌محیطی، مسائل اخلاقی، محدودیت‌های قانونی و هزینه‌های بالا، بهره‌برداری گسترده از این فناوری‌ها را با محدودیت‌هایی روبرو ساخته‌اند. در این مقاله، ضمن بررسی آخرین پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های ژنتیکی در حوزه گیاهان زینتی، به تحلیل فرصت‌ها، چالش‌ها و کاربردهای نوین این فناوری‌ها پرداخته می‌شود و راهکارهایی برای توسعه پایدار این صنعت ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بازارهای جهانی، گیاهان زینتی، نوآوری‌های ژنتیکی.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

مصرف جهانی گیاهان زینتی بیش از ۵۰ میلیارد دلار است و ایجاد صفات جدید، موتور محرک این صنعت محسوب می‌شود. تلاش‌های زیادی برای استفاده از روش‌های نوین بیوتکنولوژی در تولید ارقام جدید انجام گرفته است(Adnani, 2015; Alvani, 2004) . گیاهان زینتی برای مصارف باغبانی، فضای سبز و گل‌آرایی استفاده می‌شوند و از نظر اقتصادی اهمیت بالایی دارند. رویکردهای مختلف اصلاح گیاهی برای بهبود ویژگی‌هایی مانند رنگ و اندازه گل، زمان گل‌دهی، عطر، طول عمر، مقاومت به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی به کار گرفته شده‌اند.این تکنیک‌ها شامل روش‌های سنتی مانند کراس بریدینگ و اصلاح از طریق جهش تا تولید گیاهان تغییر یافته ژنتیکی می‌شود. در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیر در علوم ژنتیک و زیست‌فناوری، افق‌های جدیدی در به‌نژادی و تولید گیاهان زینتی گشوده‌اند. روش‌هایی نظیر مهندسی ژنتیک، ویرایش ژنومی (CRISPR/Cas)، کشت بافت و نشانگرهای مولکولی، امکان بهبود صفاتی چون رنگ، عطر، مقاومت به آفات و افزایش عمر گل را فراهم ساخته‌اند. این نوآوری‌ها تنوع زیستی گیاهان زینتی را افزایش داده و فرصت‌های اقتصادی جدیدی برای بازارهای جهانی ایجاد کرده‌اند. با این حال، چالش‌هایی مانند نگرانی‌های زیست‌محیطی، مسائل اخلاقی، محدودیت‌های قانونی و هزینه‌های بالا، بهره‌برداری گسترده از این فناوری‌ها را محدود کرده‌اند (Ahn et al ,2020).

مواد و روش‌ها

از نظر اقتصادی، محصولات زینتی سهم مهمی از تولید باغبانی را به خود اختصاص داده‌اند. گل‌های شاخه بریده مانند میخک، داوودی، رز و لاله به دلیل اهمیت زیبایی‌شناختی و اقتصادی، نقش اساسی ایفا می‌کنند. مصرف‌کنندگان ارقام جدیدی با ظاهر، رنگ و عطرهای نو تقاضا می‌کنند، بنابراین مدت محبوبیت ارقام مختلف در گل‌کاری تجاری کمتر از سایر محصولات باغبانی است. تاکنون برای تولید ارقام جدید، از تکنیک‌های اصلاحی مختلف استفاده شده است. روش‌های سنتی مانند اصلاح از طریق جهش و کراس بریدینگ برای تولید رنگ و فرم‌های مختلف گل، بهبود شکل ظاهری گیاه و مقاومت به بیماری‌ها به کار رفته‌اند. اما این روش‌ها به دلیل سطح بالای هتروزایگوسیتی و پلوئیدی در گیاهان زینتی با محدودیت‌هایی همراه هستند. بنابراین، روش‌های جایگزین برای بهبود روند اصلاح و تولید گیاهان زینتی جدید ضروری است (Chandler and Sanchez, 2012).

جدول ۱- فهرست گونه‌های زینتی که انتقال ژن در آنها صورت گرفته است.

گونه گیاهی	گونه گیاهی	گونه گیاهی
Lilium spp.	*Gladiolus grandiflorus*	*Agapanthus* sp.
Lobelia erinus	*Hemerocallis* sp.	*Alstroemeria* spp.
Delphinium spp	*Ipomea nil*	*Antirrhinum majus*
Osteospermum spp.	*Iris germanica*	*Anthurium andraeanum*
Pelargonium spp.	*Kalanchoe* spp.	*Begonia* spp.
Dianthus caryophyllus	*Lavatera* sp.	*Calanthe* sp.
Doritaenopsis hybrids	*Lentopodium alpinum*	*Campanula* spp.
Petunia hybrida	*Linum* spp.	*Cattleya* spp.
Phalaenopsis spp.	*Nierembergia scoparia*	*Chrysanthemum morifolium*
Dendrobium spp.	*Eschscholzia californica*	*Cyclamen persicum*
Eustoma grandiflorum	*Euphorbia pulcherrima*	*Cymbidium* spp.
Rhododendron spp.	*Gerbera hybrida*	*Forsythia_intermedia*
Saintpaulia ionantha	*Rosa* spp.	*Gentiana spp*
Torenia fournieri	*Rudbeckia hirta*	*Geranium* spp.
Datura spp.	*Verticordia grandis*	*Verbena hybrida*
	Ornithogalum spp.	

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

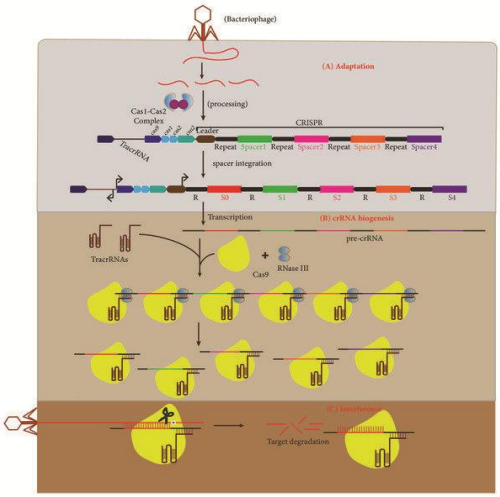
پروتئین‌های ZFNs و TALENs

ZFNs پروتئین‌های مصنوعی تلفیقی هستند که دامنه انگشت روی را به دامنه برش FokI متصل می‌کنند. هر انگشت روی توالی ۳ نوکلئوتیدی را شناسایی می‌کندZFNها در گیاهانی مانند آرابیدوپسیس، تنباکو و ذرت استفاده شده‌اند TALENها نیز از دامنه اتصال به DNAو FokI تشکیل شده‌اند و بر پایه افکتورهای TAL از باکتری Xanthomonas هستند RVDها اختصاصیت اتصال را تعیین می‌کنند TALENها نرخ موفقیت بالاتری دارند اما پرهزینه هستند.

تکنولوژی‌های ویرایش ژنوم ZFNs وTALENs

اولین نسل ابزارهای ویرایش ژنوم، اندونوکلئازهای انگشت روی (ZFNs) بودند که دارای دو جزء پروتئین‌های تکرارشونده انگشت روی و دومین متصل‌شونده به DNA هستند. معمولاً ZFNs دارای ۳ تا ۴ دومین اتصال به DNA بوده و می‌توانند توالی‌های ۱۸ تا ۲۴ bp را در حالت دایمر تشخیص دهند(Bibikova et al, 2003). دستکاری ژن هدف از طریق ZFNها در گیاه اطلسی گزارش شده است (Marton et al, 2010). به سرعت پس از ZFNها، سیستم ویرایش ژنومی TALEN ظهور کرد. اولین گزارش از TALENها در سال ۲۰۱۱ منتشر

شد و نشان‌دهنده گامی بزرگ در مهندسی ژنوم بود. این پروتئین‌ها نقش فعال‌کننده‌های رونویسی را ایفا می‌کنند. در هر دو ابزار، دایمر اندونوکلئاز FokI موجب ایجاد برش دو رشته‌ای می‌شود. دومین اندونوکلئاز FokI واسطه برش مستقل و غیراختصاصی DNA بر مبنای دایمر شدن است و در فرایند تشخیص توالی دخالت ندارد(Durai et al,2005) . بنابراین، یک جفت ZFN و TALEN برای دستیابی به برش مختص‌مکان طراحی شده است. خاصیت قابل تنظیم بودن اتصال به DNA در سیستم TALEN، امکان طراحی فاکتورهای رونویسی سفارشی جهت تنظیم بیان ژن را فراهم می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد کهTALEN ها اختصاصیت بیشتر و اثرات خارج از هدف کمتری نسبت به ZFNها دارند (Chen et al., 2013). با این حال، کار با ZFNها و TALENها پروسه‌ای زمان‌بر و گران‌قیمت است.



شکل ۱- مروری بر ایمنی نوع II کریسپر کاس (CRISPR Cas) - سیستم کریسپر کاس.

وضعیت موجود ویرایش ژنوم در گیاهان زینتی

در سال‌های اخیر، دستکاری دقیق ژنوم برای ویرایش ژن‌های خاص در گیاهان امکان‌پذیر شده است. فناوری تحلیل اطلاعات توالی ژنوم به سرعت در حال توسعه است و حجم بالایی از داده‌های بیوانفورماتیک برای گیاهان مهم در دسترس قرار می‌گیرد. سیستمCRISPR-Cas امکانات جدیدی برای فرآیند اصلاح گیاهان زینتی فراهم می‌کند. اگرچه به دلیل سخت بودن به‌کارگیری سیستم CRISPR در گیاهان زینتی که اطلاعات ژنوم آنها ناشناخته مانده، تنها مطالعات اندکی گزارش شده است. گیاهان زینتی با سطح پلوئیدی بالا مانند رز (تتراپلوئید) و داوودی (هگزاپلوئید) نیازمند پلت‌فرم ویرایش ژنوم کارآمد هستند. بنابراین، اطلاعات دقیق‌تری از توالی‌یابی کل ژنوم لازم است.

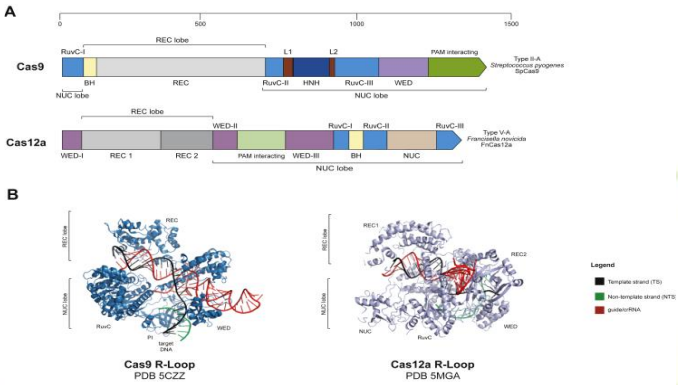
اولین ژنوم گیاه زینتی که با CRISPR-Cas ویرایش شد، *Petunia hybrida* بود (Subburaj et al, 2016). محققان جهش هدف‌دار در ژن PhNR از طریق انتقال مستقیم پروتئین‌های RGEN به پروتوپلاست سلول‌های اطلسی ایجاد کردند. در تحقیق دیگری، جهش در ژن PhPDS منجر به فنوتیپ آلبینو شد. در *Petunia inflata*، از سیستم CRISPR tRNA-gRNA برای تولید آلل‌های PiSSK1استفاده شد که موجب واکنش خودعقیمی شد. در رقم Mirage Rose، ژن PhACO1 ویرایش شد و تولید اتیلن کاهش یافت و پیری گلبرگ به تأخیر افتاد. مشابه این، در Ipomea nil با هدف قرار دادن ژن EPH1، پیری گلبرگ تأخیر یافت (Zhang et al, 2016).

تغییر رنگ گل یکی از زمینه‌های تحقیقاتی است. اولین تغییر رنگ گل در Ipomea nil با جهش در ژن DFR حاصل شد. در 2018، با جهش ژن CCD4، گلبرگ‌های زرد کمرنگ تولید شده در *Torenia fournieri*، جهش ژن F3H رنگ گل را از آبی کمرنگ به سفید تغییر داد. در لیلیوم، با هدف قرار دادن ژن PDS، موتانت‌های آلبینو و زرد کمرنگ تولید شدند. در ارکیده‌ها، ویرایش ژن در *Dendrobium officinale*با نرخ ۱۰ تا ۱۰۰ درصد موفقیت‌آمیز بود. ژن‌های MADS-box در *Phalaenopsis equestris* ویرایش شدند(Watanabe et al, 2017).

بیوژنز crRNA در Cas12a و سازمان‌دهی دومینیCas12a

ایمنی CRISPR-Cas شامل سه مرحله: سازگاری، بیان/بلوغ و تداخل است. در مرحله سازگاری، protospacer از DNA مهاجم استخراج و در آرایه CRISPR وارد می‌شود. در بیان/بلوغ، pre-crRNA به crRNAهای کوتاه پردازش می‌شود. در تداخل، crRNA با پروتئین افکتور کمپلکس تشکیل می‌دهد و DNA هدف را برش می‌دهد Cas12a pre-crRNA .را بدون نیاز به tracrRNA پردازش می‌کند crRNAهای بالغ Cas12a طول ۴۲ تا ۴۴ نوکلئوتید دارند.

Cas12a ساختار دو لوبی دارد: لوب REC (REC1 و REC2) و لوب Nuc (RuvC، PI، WEDو .bridge helix دومین RuvC از سه بخش تشکیل شده و جایگاه RNase در WED-III است crRNA با تعامل با دومین‌های WED، RuvC و REC2 تثبیت می‌شود.



شکل ۲- سازمان‌دهی دومِینی و کمپلکس R-loop در Cas۹ و a۱۲Cas.

انتقال ژن بروش بمباران ذره‌ای

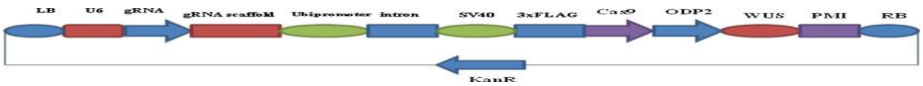
ذرات طلا با پلاسمید حامل ژنGUS، ژن هدف و ژن مقاومت پوشش داده می‌شوند. کالوس‌های جنین‌زای برنج با تفنگ ژنی بمباران می‌شوند (Christou, 1995). فعالیت GUS با رنگ‌آمیزی بررسی می‌شود. کالوس‌های تراریخته به محیط کشت القای کالوس منتقل و سپس باززایی می‌شوند. گیاهچه‌ها به محیط ریشه‌زایی و سپس گلخانه منتقل می‌شوند. آنالیزهای مولکولی مانند ساترن و وسترن انجام می‌گیرد.

سیستم‌های مرتبط با CRISPR و استفاده از CRISPR برای تغییر رنگ گل‌های زینتی

از سال ۲۰۱۳، CRISPR-Cas برای ویرایش ژنوم گیاهان زراعی استفاده شده و صفات کشاورزی ارزشمندی معرفی کرده است. ارزش مصرف گیاهان زینتی در ایران بیش از ۵۰۰ میلیون دلار است و واردات بیش از ۱۰۰ میلیون دلار تخمین زده می‌شود. معرفی ارقام جدید با رنگ‌های منحصربه‌فرد واردات را کاهش و صادرات را افزایش می‌دهد. تلاش‌هایی برای تغییر رنگ در رز، نیلوفر پیچ، ژربرا، داوودی و لیلیوم انجام شده است. ابتدا با جهش و اشعه UV سعی شد اما موفقیت کم بود. با مهندسی ژنتیک، موفقیت‌هایی مانند تولید رنگ قرمز در اطلسی با انتقال ژن DFR حاصل شد. خاموشی ژن F3H رنگ قرمز در یاس زرد ایجاد کرد. در تورنیا، بیان ژن‌های AMAS1 و AM4CTG گل‌های زرد تولید کرد. خاموشی dfr رز و بیان F3H اطلسی و DFR زنبق رز آبی تولید کردCRISPR . مشکلات قبلی را حل کرده و تغییرات هدفمند ایجاد می‌کند (Zhang et al, 2016).

سیستم CRISPR از ۲۰۱۲ برای تغییر صفات استفاده شده و نقش ایمنی در باکتری‌ها دارد. وکتور باید حاویtracrRNA، Cas9 و gRNAباشد gRNA بر اساس ناحیه هدف طراحی می‌شود Cas9 .با دومین‌های برشی و شناسایی PAM عمل می‌کند. پروموتر U3 یا

U6برای gRNA و پروموترهای یوبیکوئیتین یا ۳۵ S برای Cas9 استفاده می‌شود. برای تغییر رنگ گل، ژن DFR-B در لایه‌های مریستمی هدف قرار می‌گیرد. تغییر در لایه اپیدرمی رنگ گلبرگ و ساقه را تغییر می‌دهد.



شکل ۳- اجزای به کار برده شده در وکتور به منظور افزایش کارایی وکتور

چالش‌ها و چشم‌اندازهای آینده ویرایش ژنوم در گیاهان زینتی

فناوری ویرایش ژنوم مانند جهش محسوب می‌شود. ابزارهای اولیه شامل مگانوکلئازها، ZFNs و TALENs بودند. سیستم‌های CRISPRبا ویرایشگرهای باز آلی و بنیادین تغییرات ناخواسته را کاهش داده‌اند. مزایای CRISPR نسبت به اصلاح سنتی زیاد است اما چالش‌هایی در گیاهان زینتی باقی مانده. ویرایشگرهای باز سیتوزین و آدنوزین هنوز در گیاهان زینتی گزارش نشده‌اند. شناسایی ژن‌های مسئول صفات کلیدی چالش است و توالی‌یابی ژنوم کمک می‌کند. برای گونه‌های بدون ژنوم مرجع، پرایمرهای تکرارپذیر استفاده می‌شود. جهش‌زایی هدایت‌شده اطلاعات عملکرد ژن‌ها را فراهم می‌کند. سیستم CRISPR برای بیان ژن in-vivo و تغییرات هیستون مفید است. دستکاری فنوتیپی با تکنیک آنتی‌سنس یا RNA مداخله‌گر اطلاعات ارزشمندی می‌دهد. انتخاب پروموترهای مختص بافت اثرات پلیوتروپیک را کاهش می‌دهد (Ahn et al, 2020).

چالش‌های اصلی: پیچیدگی ژنتیکی (پلی‌پلوئیدی و هتروزایگوسیتی)، اطلاعات ناقص ژنومی، کارایی پایین تراریختی، نبود پروتکل‌های استاندارد، محدودیت‌های قانونی. آینده امیدوارکننده با پیشرفت بیوانفورماتیک، توالی‌یابی و سامانه‌های جدید .CRISPR تولید گیاهان بدون DNAخارجی با تحویل RNP یا وکتورهای موقتی ساده‌تر است. همکاری پژوهشگران راه را برای اصلاح هدفمند هموار می‌کند .(Watanabe,2018).

وضعیت فعلی ویرایش ژنوم در گیاهان زینتی

دستکاری ژنوم با دقت بالا ممکن شده و CRISPR افق‌های جدیدی گشوده است. مطالعات برای بهبود رنگ گل، اندازه، عطر و مقاومت انجام شده اما اطلاعات ژنومی محدود است. گونه‌های پلی‌پلوئید نیاز به سامانه‌های کارآمد دارند. یازده مقاله درباره ویرایش در گیاهان زینتی گزارش شده. پتونیا نخستین گیاه زینتی ویرایش‌شده است. جهش در PhNR و PhPDS فنوتیپ آلبینو ایجاد کرد. ویرایش PiSSK1 خودعقیمی ایجاد کرد. ویرایش PhACO1 پیری را تأخیر داد. درIpomea nil، ویرایش EPH1 پیری را تأخیر داد. تغییر رنگ در Ipomea nilبا DFR و CCD4 حاصل شد. در Torenia، ویرایش F3H رنگ را سفید کرد. در لیلیوم، ویرایش PDS موتانت‌های آلبینو تولید کرد. در ارکیده‌ها، ویرایش در Dendrobium و Phalaenopsis موفق بود. در داوودی، ویرایش دشوار است و تنها یک گزارش وجود دار (Xu and Kang, 2020).

نتیجه‌گیری

بیوتکنولوژی در حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی مشارکت کرده است. پیشرفت در کشت بافت، حفاظت انجمادی و مارکرهای مولکولی کمک شایانی کرده. برای گیاهان زینتی در حال انقراض، ابزارهای مدرن لازم است. نقش پیش‌تیمارها در بقای ریزنمونه‌ها مهم

است. روش‌های انجمادی مانند شیشه‌ای‌کردن و کپسوله‌کردن نیاز به مطالعه بیشتر دارند. کشف مارکرهای مولکولی جدید برای ثبات ژنتیکی ضروری است. ذخیره DNA در حال توسعه است.

مطالعات زیادی برای ایجاد صفات جدید انجام شده. سیستم ویرایش ژنوم ابزار انتخابی برای ژنومیک عملکردی است و بهبود صفات سریع‌تر است. محدودیت‌ها شامل معرفی اجزا به بافت خاص، شناسایی ژن‌ها و جداسازی اجزا برای جلوگیری از محدودیت قانونی است. انتقال مستقیم با پروتوپلاست یا بمباران ذرات امیدوارکننده است. ترکیب روش‌های مرسوم و ویرایش ژنوم رویکرد عالی برای بهبود کیفیت گیاهان زینتی است.

منابع

Adnani, S.M. 2015. Ecological areas recognition scheme of the country, Qom and Arak area plant type. Research Institute of Forests and Rangelands, Iran.

Alvani, S.M. and Rahmati, M.H. 2008. Economic evaluation of the field creating business in the industry of flower and ornamental plant. The Development of Entrepreneurship, 1: 11–49.

Chandler, S.F. and Sanchez, C. 2012. Genetic modification; the development of transgenic ornamental plant varieties. Plant Biotechnology Journal, 10(8): 891–903.

Chen, X., Lu, X., Shu, N., Wang, S., Wang, J., Wang, D. and Ye, W. 2017. Targeted mutagenesis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using the CRISPR/Cas9 system. Scientific Reports, 7(1): 44304.

Christou, P. 1995. Strategies for variety-independent genetic transformation of important cereals, legumes and woody species utilizing particle bombardment. Euphytica, 85(1): 13–27.

Cong, L., Ran, F.A., Cox, D., Lin, S., Barretto, R., Habib, N., Hsu, P.D. and Wu, X. 2013. Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems. Science, 339: 819–823.

Fukada-Tanaka, S., Inagaki, Y., Yamaguchi, T., Saito, N. and Iida, S. 2000. Colour-enhancing protein in blue petals. Nature, 407(6804): 581–581.

Iida, S., Hoshino, A., Johzuka-Hisatomi, Y., Habu, Y. and Inagaki, Y. 1999. Floricultural traits and transposable elements in the Japanese and common morning glories. Annals of the New York Academy of Sciences, 870: 265–274.

Imai, Y. 1931. Analysis of flower colour in *Pharbitis nil*. Journal of Genetics, 24(2): 203–224.

Jafari, S.A. 1998. Fundamentals of Engineering Economics. Publications University of Mazandaran, Iran.

Pakzad, F. 2000. The basics of measurement and selection of investment projects. Publishing the Organization's Program and Budget, Iran.

Rahmatizade, A. 2001. Identification of saline region and saline plants of Qom areas. Iran's Rangeland and Desertification Research, 21: 580–590.

Xu, J., Kang, B.C., Naing, A.H., Bae, S.J., Kim, J.S., Kim, H. and Kim, C.K. 2020. CRISPR/Cas9-mediated editing of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase1 enhances *Petunia* flower longevity. Plant Biotechnology Journal, 18(1): 287–297.

Zhang, B., Yang, X., Yang, C., Li, M. and Guo, Y. 2016. Exploiting the CRISPR/Cas9 system for targeted genome mutagenesis in petunia. Scientific Reports, 6(1): 20315.

Scientific Advancements and Genetic Innovations in Ornamental Plant Production: Challenges, Opportunities, and Advanced Applications

Mohammad babaie[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture,Tabriz University, Iran
[*]*Corresponding Author: babaiem12@gmail.com*

Abstract

The global consumption of flowers and ornamental plants exceeds $200 billion. Given that the development of new traits is the driving force behind the ornamental plant industry, significant efforts have been made to utilize advanced biotechnological methods for producing novel varieties. Ornamental plants are used worldwide for horticulture, landscaping, and floral arrangements, holding substantial economic importance. Various plant breeding approaches have been employed to enhance traits in ornamental plants, including flower color and size, flowering time, fragrance, vase life, and resistance to diseases and environmental stresses. These techniques encompass traditional breeding methods such as cross-breeding and mutation breeding, as well as the development of genetically modified plants. Notably, in recent decades, significant advancements in genetics and biotechnology have opened new horizons in the breeding and production of ornamental plants. The application of methods such as genetic engineering, genome editing (CRISPR/Cas), tissue culture, and molecular markers has enabled improvements in traits like color, fragrance, pest resistance, and extended vase life. These innovations have not only increased the biodiversity of ornamental plants but also created new economic opportunities in global flower and plant markets. However, challenges such as environmental concerns, ethical issues, regulatory restrictions, and high costs have limited the widespread adoption of these technologies. This article reviews the latest scientific advancements and genetic innovations in the field of ornamental plants, analyzes opportunities and challenges, and proposes strategies for the sustainable development of this industry.

Keywords: Global markets, ornamental plants, genetic innovations.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تمایز ارقام پسته (*Pistacia vera* L.): تحلیلی بر دستورالعمل‌های آزمون DUS و رویکردهای فنومیک نوظهور

میترا رحمتی[1*]، محمدرضا نائینی[2] و عبدالرضا کاوند[3]

۱- مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، قم، ایران
۳- مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *m.rahmati@areeo.ac.ir*

چکیده

شناسایی دقیق ارقام پسته برای حفاظت از مالکیت معنوی و مدیریت ذخایر ژنتیکی حیاتی است. این مقاله به بررسی کاربرد دستورالعمل‌های آزمون ملی تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) اتحادیه بین‌المللی حمایت از ارقام جدید گیاهی (UPOV) برای تمایز ارقام پسته می‌پردازد. این بررسی شامل یافته‌های مطالعه‌ای اخیر بر روی ۵۹ صفت مورفولوژیکی و فنولوژیکی چهار رقم پسته ایرانی ('حسینی'، 'اکبری'، 'کله قوچی' و 'احمد آقایی') بر اساس این دستورالعمل‌ها است. علاوه بر این، مقاله حاضر، ادغام تکنیک‌های پیشرفته فنومیک را برای تقویت آزمون‌های سنتی DUS پیشنهاد می‌کند که روش‌هایی عینی‌تر، دقیق‌تر و با توان بالا برای تمایز ارقام ارائه می‌دهد و چارچوبی برای DUS دیجیتال ترسیم می‌کند. تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) در این مطالعه نشان داد که تنوّع قابل توجهی در بین چهار رقم پسته مورد بررسی بر اساس ۴۷ صفت اندازه‌گیری شده وجود دارد و تنها سه عامل اصلی می‌تواند تا بیش از ۸۰ درصد از این تنوّع را خلاصه کند. صفاتی با بار عاملی بالا و میزان مشارکت زیاد در عوامل اصلی، مانند درصد خندانی، طول محور گل آذین، وزن دانه و ویژگی‌های برگ از آنجا که نقش مهمی در تمایز بین ارقام مورد مطالعه ایفا کردند، می‌تواند در برنامه‌های شناسایی ارقام و انتخاب برای اصلاح نژاد پسته مفید فایده باشد. 'حسینی'با داشتن کمترین عدد اونس (۱۸) دارای درشت‌ترین آجیل و بالاترین وزن مغز (۰/۷۸ گرم) از سایر ارقام متمایز بود، اما از نظر عیار مغز (۵۰ درصد) اختلاف معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد. بالاترین درصد خندانی (۶۶ درصد) در 'اکبری' و 'احمد آقایی' و کمترین آن (۴۳ درصد) در 'کله قوچی' ثبت شد.

واژه‌های کلیدی: توصیفگر گیاهی، حفاظت از ارقام گیاهی، صفات باغبانی، فنوتیپینگ کشاورزی.

مقدمه

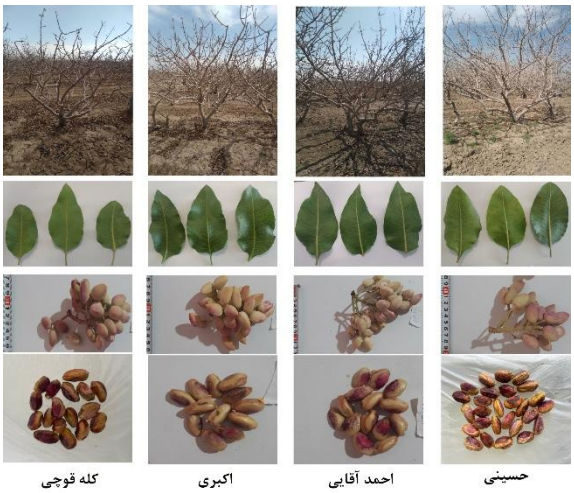
پسته محصولی آجیلی با اهمیت اقتصادی قابل توجه است که ایران یکی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان عمده آن در جهان محسوب می‌شود. افزایش تقاضای جهانی و گسترش مناطق کشت، شناسایی دقیق ارقام را ضروری می‌سازد. با این حال، وجود تعداد زیادی از ارقام بومی،هم‌نام‌ها، چالش‌هایی را در تمایز ارقام ایجاد می‌کند که بر حقوق مالکیت معنوی، اصالت بازار و مدیریت کارآمد منابع ژنتیکی تأثیر می‌گذارد. سیستم UPOV دستورالعمل‌های هماهنگ بین‌المللی را برای آزمون DUS ارقام جدید گیاهی فراهم می‌کند و تمایز از ارقام موجود، یکنواختی در رقم و پایداری در طول نسل‌ها را تضمین می‌نماید. این دستورالعمل‌ها عمدتاً بر ویژگی‌های قابل مشاهده مورفولوژیکی و فنولوژیکی متکی هستند. در حالی که این رویکرد اساسی است، شناسایی سنتی مورفولوژیکی می‌تواند تحت تأثیر ذهن، عوامل محیطی و وابسته به مراحل خاص فنولوژیکی باشد. این امر نیاز به روش‌های عینی‌تر و دقیق‌تر را برای تکمیل پروتکل‌های DUS موجود برجسته می‌کند. این مقاله فرض می‌کند که صفات DUS، در حالی که بنیادی هستند، می‌توانند با تکنیک‌های پیشرفته فنومیک برای تمایز قوی‌تر و کارآمدتر ارقام پسته به طور قابل توجهی تقویت شوند (حیدری و همکاران، ۲۰۲۰). تحقیقات موجود در زمینه شناسایی ارقام پسته عمدتاً بر صفات مورفولوژیکی تمرکز دارند و شکافی اساسی را در ادغام این صفات با فناوری‌های فنومیک عینی‌تر نشان می‌دهند.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ای دو ساله (۱۴۰۱-۱۴۰۳) برای ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی و فنولوژیکی چهار رقم 'حسینی'، 'اکبری'، 'کله قوچی' و 'احمد آقایی'در یک باغ تجاری در استان قم ایران (عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۷۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۸۶ دقیقه شرقی) انجام شد. ۵۹ صفت مورفولوژیکی و فنولوژیکی بر اساس دستورالعمل‌های آزمون ملی DUS و UPOV (بی‌نام، ۲۰۲۱) ارزیابی شدند که شامل خصوصیات درخت، برگ، گل، میوه، مغز و زمان‌بندی‌های فنولوژیکی بود. صفات کیفی نمره‌گذاری شدند، در حالی که صفات کمی اندازه‌گیری شده و طبق دستورالعمل‌های استاندارد نمره‌گذاری شدند (رحمتی و همکاران، ۱۴۰۲). تحلیل آماری، از جمله تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، برای کاهش ابعاد داده و شناسایی تغییرات کلیدی مورد استفاده قرار گرفت.

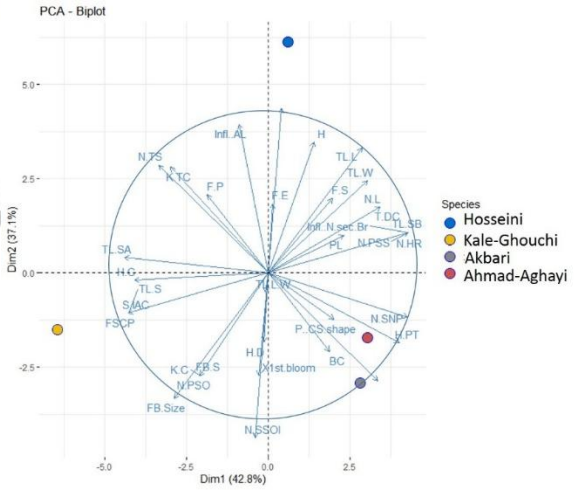
نتایج و بحث

۴۷ مورد از ۵۹ صفت ارزیابی شده تنوع را در بین ارقام نشان دادند (شکل ۱). صفات متمایز کننده درخت شامل قدرت رشد (بر اساس مساحت مقطع عرضی تنه)، غالبیت انتهایی، رنگ شاخه‌های یکساله و تراکم تاج درخت بودند. 'حسینی' بالاترین قدرت رشد (۴۰۷ سانتی‌متر مربع) را نشان داد، در حالی که 'اکبری' و 'احمد آقایی' غالبیت انتهایی قوی داشتند. 'کله قوچی' با رنگ قهوه‌ای روشن شاخه‌های یکساله خود منحصر به فرد بود. نه صفت برگ در بین ارقام مورد بررسی تنوع نشان دادند. 'حسینی' دارای بلندترین برگچه انتهایی و 'کله قوچی' دارای کوتاه‌ترین بود. 'حسینی' و 'کله قوچی' برگ سبز، در حالی که 'اکبری' و 'احمد آقایی' برگ سبز تیره داشتند. 'احمد آقایی' بلندترین دمبرگ (۸۵ میلی‌متر) را دارا بود. پنج صفت گل‌آذین در بین ارقام متمایز بودند. طول محور گل‌آذین در 'اکبری' کوتاه و در 'حسینی' بلند بود. اندازه، شکل و رنگ جوانه گل نیز تفاوت داشت. هفت صفت میوه در بین ارقام تمایز را نشان دادند. 'حسینی' و 'اکبری' پوست سبز بدون شکاف داشتند، در حالی که پوست 'کله قوچی' و 'احمد آقایی' شکاف جزئی نشان دادند. خصوصیات نوک میوه و رنگ پوست (مانند 'احمد آقایی' زرد-سفید، 'حسینی' و 'اکبری' نارنجی-زرد، 'کله قوچی' بنفش-قرمز) نیز متمایز بودند. سیزده صفت مغز متمایز بودند. طول مغز، ارقام 'حسینی' و 'اکبری' بلند بود. مغز 'حسینی' به طور منحصر به فردی از نظر عرض و ضخامت بزرگ بود. شکل مغز از تخم مرغی ('حسینی'، 'کله قوچی') تا فندقی ('اکبری'، 'احمد آقایی') متفاوت بود. درصد شکاف‌خوردگی (درصد خندانی) یک عامل تمایز مهم بود: 'اکبری' و 'احمد آقایی' بالاترین (۶۶٪)، 'کله قوچی' پایین‌ترین (۴۳٪) و 'حسینی' درصد خندانی متوسط (۵۲٪) داشتند. 'حسینی' همچنین بالاترین وزن ۱۰۰ مغز خشک را دارا بود. رنگ مغز 'حسینی' و 'احمد آقایی' مایل به زرد و 'اکبری' و 'کله قوچی' مایل به سبز بودند. رنگ پوست هسته نیز تمایز را فراهم می‌کرد (مانند 'حسینی' و 'کله قوچی' بنفش، 'اکبری' قهوه‌ای). 'حسینی' بالاترین وزن مغز را نشان داد. مجموعه صفات مرتبط با زمان‌بندی فنولوژیکی، شامل باز شدن جوانه، زمان گلدهی و زمان برداشت، در بین ارقام بسیار متمایز بودند. 'حسینی' و 'اکبری' گلدهی و برداشت دیررس را نشان دادند، در حالی که 'کله قوچی' و 'احمد آقایی' زودرس تا بسیار زودرس بودند.



شکل ۱- شناسنامه مورفولوژیکی ارقام تجاری شاخص پسته در قم.

تحلیل دقیق DUS، توانایی صفات UPOV را در تمایز ارقام پسته تأیید کرد (شکل ۲). در حالی که برخی صفات (مانند جنسیت همه ارقام ماده و دارای عادت رشد گسترده) مشابه بودند، صفات متعدد دیگری تمایزات آشکاری را فراهم کردند. 'حسینی' با قدرت رشد بالا (مساحت مقطع عرضی تنه ۴۰۷ سانتی‌متر مربع) و عملکرد مطلق بالا (۳۰ کیلوگرم در درخت)، و همچنین کمترین اونس (۱۸)، نشان‌دهنده بزرگترین اندازه مغز در بین ارقام مورد مطالعه بود. 'اکبری' با وجود رشد متوسط، بالاترین کارایی عملکرد (۰/۰۸) را نشان داد. تفاوت‌های فنولوژیکی، مانند دیررس بودن 'حسینی' و 'اکبری' در مقایسه با زودرس بودن 'کله قوچی' و 'احمد آقایی'، عوامل تمایز قوی بودند. صفات مغز مانند طول، عرض، ضخامت و به ویژه درصد خندانی، حیاتی بودند، به طوری که 'اکبری' و 'احمد آقایی' بالاترین درصد خندانی (۶۶٪) را نشان دادند. این یافته‌ها بر قدرت مجموعه جامع صفات UPOV برای شناسایی قوی تأکید دارند، هرچند ذهنیت و تأثیرات محیطی همچنان محدودیت‌های آزمون سنتی DUS هستند.



شکل ۲- نمودار بای پلات تحلیل مولفه‌های اصلی.

رویکردهای فنومیک نوظهور برای بهبود تمایز ارقام از طریق افزایش عینیت و توان بالا ابزارهای مکمل قدرتمندی را ارائه می‌دهند (حیدری و همکاران، ۲۰۲۰). برای مثال، فنوتایپینگ مبتنی بر تصویر که شامل تصویربرداری با توان بالا (RGB، چند طیفی) ویژگی‌های مورفولوژیکی دقیق برگ‌ها، مغزها و حتی کل درخت را به طور عینی ثبت می‌کند. برای پسته، این روش می‌تولند تفاوت‌های ظریف در

شکل و اندازه مغز و حتی قرمزی پوسته یا توسعه آنتوسیانین روی پوست را به طور دقیق کمّی کند؛ صفتی که اندازه‌گیری استاندارد آن با روش‌های بصری سنتی دشوار است. تکنیک بازسازی سه‌بعدی/LiDAR مدل‌های سه‌بعدی با دقت بالا نیز از درختان یا مغزهای منفرد ایجاد می‌کنند که امکان اندازه‌گیری دقیق حجم، معماری شاخه‌بندی یا هندسه‌های خاص میوه را فراهم می‌آورد. در پسته، این روش می‌تواند اندازه‌گیری عینی ساختار تاج درخت (که بین ارقام متفاوت است) یا حجم دقیق مغز را ارائه دهد و به طور بالقوه صفات جدید و قابل کمی‌سازی UPOV را ایجاد کند. علاوه بر این، تکنیک‌های طیف‌سنجی نزدیک فروسرخ (NIR) و تبدیل فوریه فروسرخ (FTIR) ترکیب شیمیایی (مانند درصد روغن) بافت‌های گیاهی را به سرعت و به روش غیرمخرب تحلیل می‌کنند (ابیدی و همکاران، ۲۰۲۲). حسگرهای NIR قابل حمل می‌توانند ارقام پسته را در باغ بر اساس شیمی مغز به سرعت تمایز دهند و مکمل صفات مورفولوژیکی برای ارقامی با ظاهر خارجی مشابه اما پروفایل‌های شیمیایی داخلی متفاوت باشند. ادغام نشانگرهای مورفولوژیکی با ژنومیکس/ترانسکریپتومیکس هم به منظور ترکیب داده‌های فنومیک و اطلاعات ژنومی با هدف ارائه توصیف جامع‌تری از ارقام انجام می‌شود.

منابع

رحمتی، م.، کاوند، ع. و گلکار، غ. ۱۴۰۲. ارزیابی خصوصیات ریخت‌شناسی، قدرت رشد و عملکرد چند رقم بادام در شرایط محیطی نیریز استان فارس. نهال و بذر، ۳۹(۲): ۲۲۸–۲۵۱.

Abidi, W. and Akrimi, R. 2022. Phenotypic diversity of agronomical traits and nut phenolic compounds among pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. Environmental Sciences Proceedings, 16(1): 26.

Anonymous. 2021. Protocol for tests on distinctness, uniformity and stability *Pistacia vera* L. Document TG/337/1 Corr. Rev., UPOV, Geneva, 31 pp.

Heidari, P., Rezaei, M. and Rohani, A. 2020. Soft computing-based approach on prediction promising pistachio seedling base on leaf characteristics. Scientia Horticulturae, 274: 109647.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Distinguishing Pistachio (*Pistacia vera* L.) Cultivars: An Analysis of UPOV DUS Test Guidelines and Emerging Phenomic Approaches

Mitra Rahmati[1*], Mohammad Reza Naeini[2] and Abdo Reza Kavand[3]

1. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Qom Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Qom, Iran
3. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

[*]Corresponding Author: m.rahmati@areeo.ac.ir

Abstract

Accurate identification of pistachio cultivars is vital for intellectual property protection and genetic resource management. This article examines the application of national Distinctness, Uniformity, and Stability (DUS) test guidelines of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) for distinguishing pistachio cultivars. This review includes findings from a recent study on 59 morphological and phenological traits of four Iranian pistachio cultivars ('Hosseini', 'Akbari', 'Kalleh Ghouchi', and 'Ahmad Aghaei') based on these guidelines. Furthermore, the present article proposes the integration of advanced phenomic techniques to enhance traditional DUS tests, which provide more objective, precise, and high-throughput methods for cultivar distinction, and outlines a framework for Digital DUS. Principal Component Analysis (PCA) in this study showed that significant variation exists among the four investigated pistachio cultivars based on 47 measured traits, and only three principal components could summarize over 80% of this variation. Traits with high factor loading and high contribution to the principal components, such as split percentage, inflorescence axis length, nut weight, and leaf characteristics, played a significant role in distinguishing the studied cultivars and can be beneficial in cultivar identification programs and selection for pistachio breeding. 'Hosseini' was distinguished from other cultivars by having the lowest ounce number (18), indicating the largest nuts, and the highest kernel weight (0.78 g), but no significant difference was observed between cultivars in terms of kernel grade (50%). The highest split percentage (66%) was recorded in 'Akbari' and 'Ahmad Aghaei', and the lowest (43%) in 'Kalleh Ghouchi'.

Keywords: Agricultural Phenotyping, Crop Characterization, Horticultural Traits, Plant Variety Protection.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی ارتباط نشانگرهای ژنومی با صفات مرتبط با میوه و مغز بادام ایرانی با استفاده از مطالعات ارتباطی در سطح ژنوم (GWAS)

سهیلا خجند[1]*

گروه پژوهشی زیست شناسی سامانه ها، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *s_khojand@yahoo.com*

چکیده

بادام ((Prunus dulcis Miller (D.A. Webb) یکی از مهم‌ترین و پرکشت‌ترین درختان میوه خشک در جهان به شمار می‌رود. در این پژوهش، تنوع ژنتیکی مجموعه‌ای از ژنوتیپ‌های بادام ایرانی بررسی شد و مکان‌های ژنی مرتبط با صفات مربوط به میوه و مغز بادام، از جمله وزن میوه و وزن مغز، با استفاده از روش **ژنوتیپ‌یابی مبتنی بر توالی‌یابی (GBS)** شناسایی گردید. برای این منظور، تعداد ۶۲ ژنوتیپ بادام از هشت استان ایران و چهار کشور خارجی با تنوع اقلیمی متفاوت که در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)نگهداری می‌شوند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در مجموع **۶۳,۵۳۷ نشانگر تک‌نوکلئوتیدی (SNP)** شناسایی شد. نتایج تحلیل ساختار جمعیت نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس صفات ظاهری (فنوتیپی) در چهار گروه ژنتیکی اصلی قرار دارند. همچنین با انجام **مطالعه هم‌بستگی ژنومی گسترده(GWAS)** ، تعداد **۳۰ نشانگر ژنتیکی (SNP)** با صفات مربوط به میوه و مغز بادام ارتباط معنی‌داری نشان دادند. یافته‌های این تحقیق بیانگر **کنترل مستقل ژنتیکی وزن میوه و وزن مغز بادام** است. این پژوهش ضمن معرفی تنوع ژنتیکی ارزشمند موجود در ذخایر ژنتیکی بادام، ارتباط نشانگر-صفت‌های شناسایی‌شده را به عنوان ابزاری مؤثر در برنامه‌های اصلاحی آینده پیشنهاد می‌دهد.

واژگان کلیدی: ذخایر ژنتیکی ایرانی، ساختار جمعیت، نشانگر تک‌نوکلئوتیدی(SNP) ، مطالعات ارتباطی در سطح ژنوم . (GWAS)

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis*) یکی از مهم‌ترین درختان میوه خشک معتدل در جهان است که به دلیل سازگاری بالا با شرایط مختلف اقلیمی، نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی ایران دارد. با افزایش تقاضای جهانی برای ارقام بادام با کیفیت، لزوم اصلاح ارقام جدید با عملکرد بالا و سازگار با شرایط محلی بیشتر احساس می‌شود. استفاده از روش‌های نوین اصلاح نباتات، از جمله مطالعات ژنتیکی و نشانگرهای مولکولی، برای شناسایی ژن‌های مفید و افزایش بهره‌وری ضروری است. در ایران مجموعه‌های بزرگی از ژرم‌پلاسم‌های بادام گردآوری شده و اخیراً مطالعات متنوعی برای بررسی تنوع ژنتیکی آنها انجام شده است. با انتشار نقشه ژنومی بادام، امکان انجام مطالعات ارتباطی در سطح ژنوم (GWAS) فراهم شده است تا بتوان صفات مهم میوه، مغز و پوسته را به ژن‌های خاص مرتبط کرد. این مطالعه نخستین تلاش برای شناسایی ژن‌های مرتبط با صفات میوه و مغز در بادام‌های ایرانی با استفاده از نشانگرهای SNP پرچگالی است که می‌تواند پایه‌ای برای اصلاح ارقام بادام مقاوم به چالش‌های اقلیمی آینده باشد.

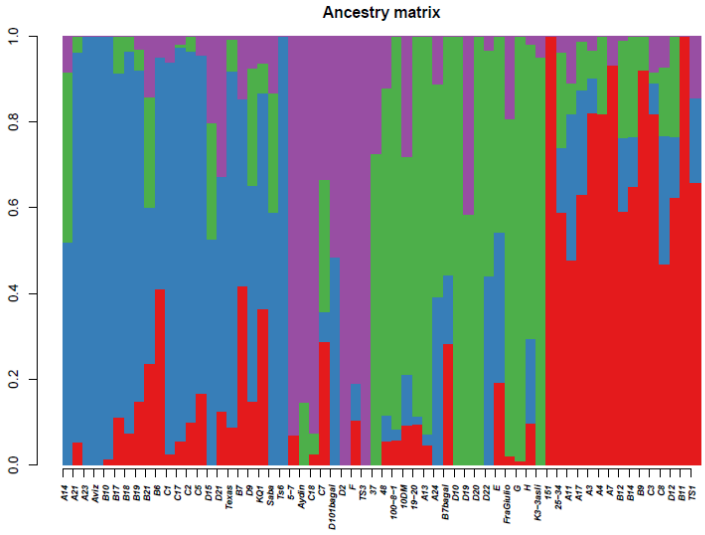
مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه موسسه تحقیقات باغبانی (AREEO) در استان البرز انجام شد. ۶۲ ژنوتیپ بادام از میان ۲۲۸ ژنوتیپ اولیه بر اساس صفات مورفولوژیکی انتخاب و ۱۳ صفت کمی مربوط به میوه، هسته و پوسته با استفاده از دسکریپتورهای IBPGR مورد ارزیابی قرار گرفت. DNA از برگ‌های جوان با روش CTAB استخراج شد و کتابخانه‌های GBS در شرکت BGI چین توالی‌یابی گردید. داده‌های توالی‌یابی شده با نرم‌افزارهای FASTQC و Trimmomatic کیفیت‌یابی و SNPs با استفاده از نرم افزار Stacks و نرم‌افزار TASSEL شناسایی شدند. داده‌های SNP فیلتر شده با در نظر گرفتن فرکانس آلل کم (MAF)، تعادل هاردی-واینبرگ و میزان فقدان داده، برای

تحلیل‌های بعدی انتخاب شدند. تحلیل ساختار ژنتیکی با استفاده از پکیج LEA و درخت فیلوژنتیک با R انجام شد. GWAS با استفاده از روش‌های مختلف (GLM، MLM، BLINK، FarmCPU و SUPER) با نرم‌افزار GAPIT روی ۴ صفت کمی انجام شد. اثر آللی SNP های معنی‌دار نیز تعیین گردید. ژن‌های کاندیدا مرتبط با SNPهای معنی‌دار با استفاده از پکیج GALLO و BLASTp شناسایی و آنوتیت شدند. همبستگی‌ها با آزمون اسپیرمن و توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو–ویلک در SPSS و R تحلیل شدند.

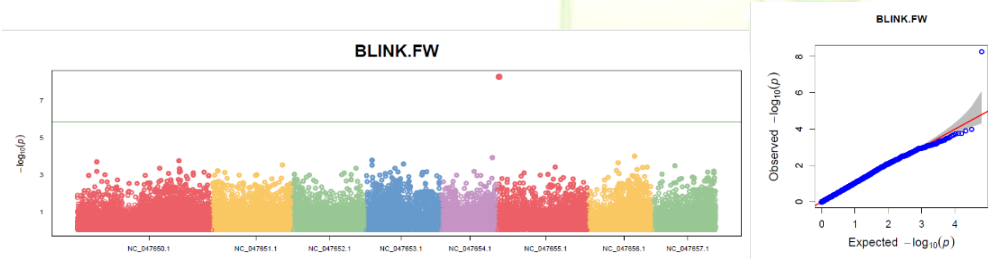
نتایج و بحث

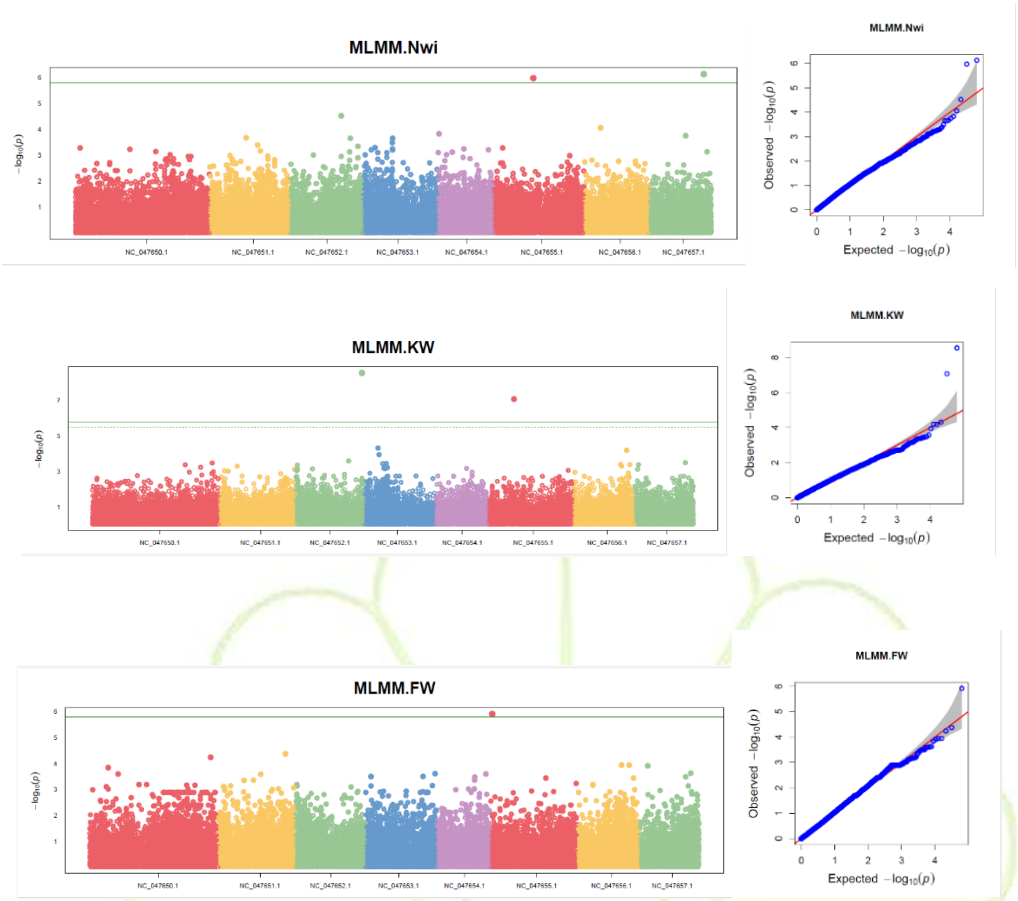
در این مطالعه، ۱۴ صفت کمی در ۶۲ ژنوتیپ بادام ایرانی مورد ارزیابی قرار گرفت. دامنه تغییرات فنوتیپی گسترده‌ای مشاهده شد، به‌ویژه در وزن پوسته با ضریب تغییرات ۳۸٪. وزن پوسته از ۰/۹ گرم (A17) تا۶/۹ گرم (۱۹–۲۰) و وزن هسته از ۰/۵۷ گرم (H) تا ۲/۲ گرم (FraGiulio) متغیر بود. بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار بین وزن هسته و ابعاد مختلف پوسته (طول، عرض و ضخامت) وجود داشت. در بخش تعیین هویت ژنتیکی، بیش از ۲ میلیون توالی کوتاه تولید شد و پس از فیلترینگ، ۶۳،۵۳۷ SNP قابل استفاده باقی ماند که به‌خوبی در سراسر ژنوم پخش شده بودند. تحلیل ساختار جمعیت چهار گروه را شناسایی کرد که ۵۳ ژنوتیپ به‌عنوان آمیخته طبقه‌بندی شدند.



شکل ۳– آنالیز ساختار جمعیت ژنوتیپ‌های بادام.

تحلیل ارتباط ژنومی (GWAS) با استفاده از مدل‌های چندلوکوسی منجر به شناسایی ۳۰ SNP معنی‌دار در ارتباط با صفات مربوط به میوه، هسته و مغز شد. این SNPها در صفاتی مانند ضخامت میوه (FTh)، ضخامت غشای میوه (FMTh)، طول هسته (NL)، عرض هسته (NWi)، وزن مغز (KW) و ضخامت مغز (KTh) نقش داشتند. بیشترین تعداد SNP معنی‌دار با مدل MLMM شناسایی شد.





شکل ۲-

با استفاده از پکیج GALLO، ژن‌های کاندیدا مرتبط با این SNPها شناسایی شدند که در فرآیندهایی مانند رشد سلول، واکنش به تنش و تنظیم رونویسی نقش دارند. یافته‌های ما می‌توانند در برنامه‌های گزینش مولکولی و بهبود عملکرد بادام مورد استفاده قرار گیرند.

این مطالعه با استفاده از داده‌های قبلی Khojand و همکاران (2021, 2023)، ۶۲ ژنوتیپ بادام ایرانی را با استفاده از GWAS مورد تحلیل قرار داد تا عوامل ژنتیکی مؤثر بر صفات کلیدی میوه، پوسته و هسته شناسایی شوند. نتایج نشان دادند که تنوع ژنتیکی درون جمعیت‌ها بیشتر از بین آنها است و این امر می‌تواند ناشی از جریان ژنی باشد. تحلیل ساختار ژنتیکی چهار گروه را شناسایی کرد و حدود ۸۵٪ از ژنوتیپ‌ها به عنوان آمیخته طبقه‌بندی شدند که حاکی از دورگی فراوان است. با استفاده از مدل‌های چندلوکوسی، ۳۰ SNP معنی‌دار در ارتباط با صفات مختلف شناسایی شد(Pavan et al., 2021; Fallah et al., 2022). این SNPها در ژن‌هایی قرار داشتند که در رشد سلول، واکنش به تنش، تنظیم رونویسی و متابولیسم لیپیدها نقش دارند. برخی از ژن‌ها مانند CLAVATA3، CCR4-NOT و casein kinase 1-like نقش‌های مهمی در توسعه مریستم، مقاومت به خشکی و تنظیم فرآیندهای رشدی دارند که در مطالعات روی گونه‌های مشابه مانند گردوی ایرانی نیز گزارش شده‌اند (Vahdati et al., 2023). نتایج ما با مطالعات قبلی در مورد تنوع ژنتیکی و نقش ژن‌های کلیدی در صفات زراعی هماهنگ است و نشان می‌دهد که این مسیرهای ژنتیکی در گونه‌های مختلف حفظ شده‌اند. علیرغم محدودیت در اندازه نمونه (۶۲ ژنوتیپ)، استفاده از روش‌های آماری پیشرفته مانند MLMM، FarmCPU و BLINK باعث شد تا قدرت تشخیص مناسبی برای شناسایی ارتباط‌های معنی‌دار داشته باشیم (Bernard et al., 2021). این مطالعه اولین گزارش جامع از صفات مرتبط با میوه، پوسته و هسته در رقم‌های بادام ایرانی است و پایه‌ای برای مطالعات گسترده‌تر در آینده فراهم می‌کند.

نتیجه‌گیری

استفاده از نشانگرهای ژنومی فرصت‌های جدیدی برای درک بهتر تنوع ژنتیکی و معماری صفات مهم زراعی در بادام فراهم کرده است. در این مطالعه، از روش GBS برای تعیین هویت ژنتیکی ۶۲ ژنوتیپ بادام ایرانی استفاده شد که کارایی این SNPها را برای تحلیل ارتباطی (GWAS) تأیید کرد. این نشانگرها ابزار قوی و معتبری برای بررسی‌های آینده درباره تنوع ژنتیکی و تمایز ژنتیکی بادام در سطح جهانی هستند. تحلیل ساختار ژنتیکی چهار گروه اصلی را در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شناسایی کرد. همچنین، نتایج GWAS نشان داد که این جمعیت مناسب برای شناسایی نواحی ژنومی کنترل‌کننده صفات پوسته و هسته است. یافته‌های ما با شناسایی آلل‌های مقاومتی به ویژه در شرایط تغییرات اقلیمی، می‌تواند به برنامه‌های اصلاحی آینده کمک کند. مجموعه ژنوتیپ‌های بادام موجود در باغ گیاهان دانه‌دار سازمان تحقیقات، آموزش و توسعه کشاورزی (AREEO)، شامل تمامی چهار جمعیت مطالعه‌شده، به‌عنوان منبعی ارزشمند برای تحقیقات آینده در زمینه سازگاری ژنتیکی، ارتباط ژنوتیپ-محیط و صفات مرتبط با خشکی در شرایط مختلف اقلیمی در ایران مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

منابع

Bernard, A., Crabier, J., Donkpegan, A.S., Marrano, A., Lheureux, F. and Dirlewanger, E. 2021. Genome-wide association study reveals candidate genes involved in fruit trait variation in Persian walnut (*Juglans regia* L.). Frontiers in Plant Science, 11: 607213.

Fallah, M., Vahdati, K., Hasani, D., Rasouli, M. and Sarikhani, S. 2022. Breeding of Persian walnut: Aiming to introduce late-leafing and early-harvesting varieties by targeted hybridization. Scientia Horticulturae, 295.

Khojand, S., Zeinalabedini, M., Azizinezhad, R., Imani, A. and Ghaffari, M.R. 2023. Diversity of nut and kernel weight, oil content, and the main fatty acids of some almond cultivars and genotypes. Journal of Nuts, 14(1): 33–44.

Khojand, S., Zeinalabedini, M., Azizinezhad, R., Imani, A. and Ghaffari, M.R. 2024. Genomic exploration of Iranian almond (*Prunus dulcis*) germplasm: Decoding diversity, population structure, and linkage disequilibrium through genotyping-by-sequencing analysis. BMC Genomics, 25(1): 1101.

Pavan, S., Delvento, C., Mazzeo, R., Ricciardi, F., Losciale, P., Gaeta, L. and Lotti, C. 2021. Almond diversity and homozygosity define structure, kinship, inbreeding, and linkage disequilibrium in cultivated germplasm, and reveal genomic associations with nut and seed weight. Horticulture Research, 8(1): 15.

Vahdati, K., Sheikhi, A., Arab, M.M., Sarikhani, S., Habibi, A. and Ataee, H. 2023. Cultivars and genetic improvement. In: Mir, M.M., Rehman, M.U., Iqbal, U. and Mir, S.A. (Eds.), *Temperate Nuts*. Springer, Singapore, pp. xx–xx.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Uncovering the Genetic Basis of Iranian Almond Nut and Kernel-Related Traits Using Genome-Wide Association Studies

Soheila Khojand[1*]
1. Department of Systems Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: s_khojand@yahoo.com*

Abstract

Almond (*Prunus dulcis* Miller (D. A. Webb)) is the most widely cultivated tree nut in the world. This study explored the genomic variation of an Iranian almond collection and identified loci underlying the variation in nut and kernel-related traits, including nut and kernel weights, using genotyping-by-sequencing (GBS). We evaluated 62 almond genotypes from eight Iranian provinces and four foreign countries with a variety of climate zones maintained at the AREEO (Agricultural Research, Education and Extension Organization) in Iran. Analysis identified 63,537 single-nucleotide polymorphisms (SNPs). Population structure analysis revealed four distinct genetic groups based on phenotypic observations. We performed a genome-wide association study (GWAS), identifying 30 SNPs significantly associated with nut and kernel-related traits. Notably, results suggest independent genetic control of nut and kernel weights. This study identifies valuable genetic diversity and marker-trait associations in this almond germplasm for future breeding programs.

Keywords: Genome-Wide Association Study, Iranian Germplasm, Population Structure, *Prunus dulcis*, SNP.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس تنوع ژنتیکی، صفات فنولوژیک و پومولوژیک در شهرستان فارسان: چالش‌ها و فرصت‌های به‌نژادی

سمیه میراحمدی باباحیدری[1*] ، شهره زیودار[1]، ابراهیم خالقی[1] و سید اصغر موسوی[2]

۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

۲- بخش تحقیقات باغبانی و گیاهان زراعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: somayehmirahmadi@yahoo.com

چکیده

این پژوهش با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو *Juglans regia* L. در شهرستان فارسان استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره شامل تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی ۲۰ ژنوتیپ گردو براساس صفات فنولوژیک (مانند زمان برگ‌دهی، گل‌دهی و رهاسازی گرده) و پومولوژیک (وزن میوه، درصد مغز، طول و عرض میوه) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ۱۲ مولفه اصلی قادر به توجیه ۹۲.۴۱ درصد از کل واریانس صفات بودند، که نشان‌دهنده تنوع گسترده ژنتیکی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. تجزیه خوشه‌ای با روش Ward ژنوتیپ‌ها را در ۵ گروه مجزا طبقه‌بندی کرد، که تفاوت‌های چشمگیری در صفات مهم اصلاحی مانند دیربرگ‌دهی ژنوتیپ‌های WHKH و WAL1 و درصد مغز بالا ژنوتیپ WA2را برجسته کرد. ژنوتیپ‌هایی با عادت باردهی جانبی بالای ۹۰ درصد نیز شناسایی شدند که می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. این یافته‌ها اهمیت استفاده از منابع ژنتیکی بومی در افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و توسعه ارقام پرمحصول را در شرایط اقلیمی مختلف برجسته می‌کنند. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از نشانگرهای مولکولی مانند SSR و SNP برای شناسایی ژن‌های کنترل‌کننده صفات مطلوب استفاده شود تا بهره‌وری و پایداری باغات گردو افزایش یابد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌های به‌نژادی، تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای، صفات فنولوژیک، گردو.

مقدمه

گردو (*Juglans regia* L.) یکی از مهم‌ترین درختان میوه است که به دلیل ارزش غذایی و اقتصادی بالا در سراسر جهان کشت می‌شود. این گونه، علاوه بر تولید مغز با کیفیت، از نظر مقاومت به شرایط محیطی و تنوع ژنتیکی نیز اهمیت زیادی دارد (Charrier et al., 2015). گستره اقلیمی متنوع ایران فرصت مناسبی را برای وجود تنوع ژنتیکی گسترده در بین ژنوتیپ‌های گردو فراهم کرده است. شناسایی و ارزیابی این تنوع ژنتیکی نقش کلیدی در برنامه‌های به‌نژادی و توسعه ارقام مقاوم و پرمحصول دارد (Sarikhani Khorami et al., 2011). در سال‌های اخیر، افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی با کیفیت بالا و سازگار با محیط‌های مختلف اقلیمی، ضرورت شناسایی ژنوتیپ‌های برتر را برجسته کرده است. صفات فنولوژیک (مانند زمان گلدهی و برگ‌دهی) و پومولوژیک (مانند وزن میوه، درصد مغز و شکل میوه) از معیارهای مهم در انتخاب والدین برای تلاقی و اصلاح نژاد گردو هستند (Rezaei et al., 2020). بررسی این صفات در مناطق مختلف می‌تواند به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و سازگاری بهتر با شرایط محیطی کمک کند. استان چهارمحال و بختیاری به دلیل تنوع اقلیمی و وجود ژرم‌پلاسم‌های بومی، یک منطقه مناسب برای انجام تحقیقات ژنتیکی و به‌نژادی گردو محسوب می‌شود. براساس مطالعات قبلی، ژنوتیپ‌های این منطقه از تنوع قابل توجهی در صفات رویشی و زایشی برخوردارند که می‌توانند در برنامه‌های بهبود دهنده ژنتیکی استفاده شوند (Hasani et al., 2015). این تنوع می‌تواند منجر به افزایش عملکرد و کیفیت مغز گردو شود و همچنین به مقاومت بهتر در برابر آفات و بیماری‌ها کمک کند. روش‌های آماری و ژنتیکی مانند تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه‌های اصلی و استفاده از نشانگرهای مولکولی مانند SSRوSNP در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو کاربرد گسترده‌ای دارند. این روش‌ها امکان دسته‌بندی دقیق ژنوتیپ‌ها بر اساس شباهت‌ها و تفاوت‌های ژنتیکی و فنوتیپی را فراهم می‌کنند (De Mori & Cipriani, 2023). استفاده از این روش‌ها در مطالعات فعلی می‌تواند به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با صفات مطلوب و پتانسیل بالای بهره‌وری منجر شود. در مجموع، شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو در شهرستان

فارسان استان چهارمحال و بختیاری می‌تواند به عنوان یک منبع مهم ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح نژادی آینده مورد استفاده قرار گیرد. این مطالعه با هدف ارزیابی صفات فنولوژیک و پومولوژیک ژنوتیپ‌های گردو در این منطقه انجام شده است. یافته‌های این تحقیق می‌تواند به بهبود مدیریت منابع طبیعی، افزایش بهره‌وری و توسعه ارقام مقاوم و پرمحصول گردو کمک کند.(Hakimi et al., 2022)

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرستان فارسان استان چهارمحال و بختیاری به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو .Juglans regia L براساس صفات فنولوژیک و پومولوژیک انجام شد. منطقه مورد مطالعه دارای تنوع اقلیمی قابل توجهی است که این امر سبب ایجاد تنوع ژنتیکی بالایی در ژرم‌پلاسم‌های بومی گردیده است (Mosavi et al., 2014). جمع‌آوری نمونه‌ها از درختان بومی سالم و بالغ (با سن ۱۰ تا ۱۵ سال) که از نظر محصول‌دهی کامل بودند، صورت گرفت. این مطالعه با استفاده از طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت و داده‌های مربوط به صفات مختلف فنولوژیک (مانند زمان دقیق برگ‌دهی، زمان گل‌دهی و زمان برداشت) و پومولوژیک (شامل وزن میوه، درصد مغز، طول و عرض میوه و ...) ثبت گردید. برای اندازه‌گیری صفات رویشی و زایشی از روش‌های استاندارد استفاده شد. صفات مورفولوژیکی برگ شامل طول و عرض برگ، طول دمبرگ، طول و عرض برگچه انتهایی، تعداد برگچه و شکل برگچه انتهایی با استفاده از خط‌کش و کولیس دیجیتال با دقت ۰.۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. صفات میوه‌ای شامل وزن میوه با پوست، بدون پوست و وزن مغز با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰.۰۰۱ گرم تعیین گردید. همچنین، ضخامت پوسته چوبی با استفاده از کولیس دیجیتال و درصد مغز با استفاده از فرمول (وزن مغز ÷ وزن میوه × ۱۰۰) محاسبه شد IPGRI, 1994 داده‌های حاصل از صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 و SPSS 28 تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید. همبستگی ساده بین صفات با استفاده از روش پیرسون محاسبه شد. همچنین، تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از روش چرخش واریماکس و تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و دورترین همسایه‌ها براساس فاصله اقلیدسی انجام شد. این روش‌ها به شناسایی گروه‌های مشابه و تفکیک ژنوتیپ‌های دارای شباهت‌های ژنتیکی و فنوتیپی کمک کردند (Zamani et al., 2009). در ادامه، به منظور شناسایی مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر تنوع ژنوتیپ‌ها، تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام شد. نتایج نشان داد که ۱۲ مولفه اصلی قادر به توجیه ۹۲.۴۱ درصد از کل واریانس صفات موردنظر بودند. مولفه‌های اول تا دوازدهم به‌طور معنی‌داری به توصیف تفاوت‌های موجود در صفات مختلف کمک کردند. همچنین، نتایج بای‌پلات نشان داد که ژنوتیپ‌ها به‌خوبی از یکدیگر تفکیک شده‌اند و این تفکیک نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. این یافته‌ها می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود صفات مطلوب گردو مورد استفاده قرار گیرند (Hakimi et al., 2022). در نهایت، برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، از روش تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده شد. دندروگرام حاصل از این تجزیه با برش در فاصله ژنتیکی ۱۴، ژنوتیپ‌ها را در ۵ گروه مجزا قرار داد. این تقسیم‌بندی حاکی از وجود تنوع مورفولوژیکی قابل ملاحظه در میان ژنوتیپ‌های گردو بود. گروه‌های تشکیل‌شده به‌خوبی نشان‌دهنده تفاوت‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین ژنوتیپ‌ها بودند که می‌توانند در انتخاب والدین برای تلاقی و توسعه ارقام جدید گردو مورد استفاده قرار گیرند. این نتایج نشان داد که استان چهارمحال و بختیاری دارای ژنوتیپ‌های امیدبخشی است که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی و توسعه باغات تجاری استفاده شوند.

نتایج و بحث

آمار توصیفی صفات مورفولوژیک و فنولوژیک

بر اساس نتایج به‌دست آمده از آمار توصیفی، دامنه تغییرات صفات مختلف در بین ۲۰ ژنوتیپ گردو مورد مطالعه قرار گرفت. برای صفات عادت رشد، میانگین ارتفاع درخت بین ۹.۱۰ تا ۱۵.۴۰ متر، قطر بن درخت بین ۲۰ تا ۸۷ سانتی‌متر، مساحت تاج پوشش بین ۱۰.۸۲ تا ۱۴.۲۴ متر مربع و قدرت رشد بین ۳ تا ۹ متغیر بود (جدول ۴-۱). این دامنه تغییرات حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بالایی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. همچنین، صفات مربوط به میوه‌دهی شامل وزن میوه با پوست سبز (۱۴ تا ۵۲ گرم)، وزن میوه بدون پوست سبز (۸ تا ۲۸

گرم)، طول میوه (۲.۹۰ تا ۴ سانتی‌متر)، عرض میوه (۲.۵۰ تا ۳.۵۰ سانتی‌متر) و درصد مغز (۲۲.۲۲ تا ۷۵ درصد) نیز نشان‌دهنده تنوع معنی‌داری در میان ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر پارامترهای آمار توصیفی برخی از صفات میوه‌دهی ۲۰ ژنوتیپ گردو.

صفات	حداقل	حداکثر	میانگین	واریانس	CV (%)
شکل میوه	۱/۰۰	۸/۰۰	۴/۶۵	۸/۵۵	۶۲.۸۸
وزن میوه با پوست سبز (گرم)	۱۴/۰۰	۵۲/۰۰	۳۰/۶۹	۱۰۰/۲۳	۳۲.۶۲
وزن میوه بدون پوست سبز (گرم)	۸/۰۰	۲۸/۰۰	۱۳/۰۸	۳۲/۵۴	۴۳.۶۱
عرض میوه (سانتی‌متر)	۲/۵۰	۳/۵۰	۲/۹۷	۰/۰۶۲	۸.۳۸
طول میوه (سانتی‌متر)	۲/۹۰	۴/۰۰	۳/۳۵	۰/۱۰۴	۹.۶۳
میزان چسبندگی پوست به مغز	۱/۰۰	۵/۰۰	۴/۲۰	۱/۴۳	۲۸.۴۷
ضخامت پوست چوبی	۱/۰۰	۳/۰۰	۲/۷۵	۰/۴۰۸	۲۳.۲۳
وزن ۵۰ میوه با پوست تر (گرم)	۶۰۰/۰۰	۲۶۰۵/۰۰	۱/۵۲	۲/۶۱	۱۰۶.۲۹
وزن ۵۰ میوه با پوست سبز (گرم)	۳۹۸/۰۰	۱۳۵۵/۰۰	۷/۱۱	۴/۳۹	۲۹.۴۷
وزن مغز (گرم)	۲۱۰/۰۰	۳۴۰/۰۰	۲/۷۶	۸۱۴/۷۳	۱۰۳۴.۱۸
رنگ مغز	۱/۰۰	۴/۰۰	۲/۳۰	۱/۱۶	۴۶.۸۳
درصد مغز	۲۲/۲۲	۷۵/۰۰	۴۱/۶۴	۱۳۲/۸۹	۲۷.۶۸
تضاریس	۲/۰۰	۳/۰۰	۲/۵۵	۰/۲۶۱	۲۰.۰۳
سختی پوسته	۱/۰۰	۵/۰۰	۲/۷۰	۰/۹۵۸	۳۶.۲۵
چروکیدگی مغز	۱/۰۰	۳/۰۰	۱/۹۵	۰/۵۷۶	۳۸.۹۲

در مورد صفات فنولوژیک، زمان دقیق برگ‌دهی بین ۲ تا ۵ ماه شمسی با میانگین ۴.۱۵ ماه متغیر بود. صفات مربوط به گل‌دهی نیز نشان‌دهنده تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در زمان ظهور گل ماده و گل نر، زمان اوج گلدهی و زمان رهاسازی گرده از شاتون‌ها بود (جدول ۴-۳). همچنین، در صفات مربوط به برگ، طول برگ بین ۳۱.۵۰ تا ۵۶.۳۶ سانتی‌متر، عرض برگ بین ۲۵.۲۹ تا ۴۰.۵۰ سانتی‌متر و تعداد برگچه بین ۴ تا ۶ عدد متغیر بود (جدول ۲). این تنوع در صفات مختلف مؤید وجود ژنوتیپ‌های متنوع در منطقه فارسان استان چهارمحال و بختیاری است که می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی استفاده شوند.

جدول ۲- مقادیر پارامترهای آمار توصیفی برخی از صفات برگدهی ۲۰ ژنوتیپ گردو.

صفات	حداقل	حداکثر	میانگین	واریانس	CV (%)
زمان دقیق برگدهی	۲/۰۰	۵/۰۰	۴/۱۵	۰/۹۷۶	۲۳.۸۱
شکل برگچه انتهایی	۱/۰۰	۳/۰۰	۲/۴۵	۰/۵۷۶	۳۰.۹۸
طول برگ (سانتی‌متر)	۳۱/۵۰	۵۶/۳۶	۴۶/۸۳	۲۶/۰۰	۱۳.۸۴
عرض برگ (سانتی‌متر)	۲۵/۲۹	۴۰/۵۰	۲۹/۳۵	۱۴/۰۰	۱۲.۷۵
طول دمبرگ (سانتی‌متر)	۱۷/۶۶	۳۳/۶۶	۲۱/۷۹	۱۰/۴۹	۱۴.۸۶
طول برگچه انتهایی (سانتی‌متر)	۵/۲۴	۸/۹۴	۶/۰۷	۰/۷۹۶	۱۹۴.۶۱
عرض برگچه انتهایی (سانتی‌متر)	۳/۲۴	۵/۵۱	۴/۱۲	۰/۲۵۵	۱۰۹.۷۹
تعداد برگچه	۴/۰۰	۶/۰۰	۵/۸۰	۰/۲۷۴	۹.۰۳

تجزیه به عامل و تجزیه به مولفه‌های اصلی

تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که ۱۲ مولفه اصلی قادر به توجیه ۹۲.۴۱ درصد از کل واریانس صفات موردنظر بودند. مولفه اول با ۱۵.۸۷ درصد واریانس توجیه‌شده، بیشترین سهم را در توضیح تنوع صفات داشت. این مولفه تحت تأثیر صفاتی مانند طول برگ (۰.۲۰۶)، طول دمبرگ (۰.۲۰۸) و طول برگچه انتهایی (۰.۱۹۳) قرار داشت. مولفه دوم با ۱۳.۱۶ درصد واریانس نیز تحت تأثیر صفاتی مانند عرض

برگچه انتهایی (۰.۴۳-)، وزن میوه بدون پوست سبز (۰.۱۶-) و درصد مغز (۰.۱۶) بود. مولفه سوم با ۱۰.۱۶ درصد واریانس، بیشتر تحت تأثیر صفات وزن میوه بدون پوست سبز (۰.۲۷۴)، ضخامت پوست چوبی (۰.۰۹۱) و رنگ مغز (۰.۰۹۰) قرار داشت. مولفه چهارم نیز با ۹.۲۱ درصد واریانس، تحت تأثیر زمان اوج گلدهی (۰.۲۳۶) و زمان رهاسازی گرده از شاتون‌ها (۰.۲۹۰-) بود. نتایج بای‌پلات نشان داد که ژنوتیپ‌ها به خوبی از یکدیگر تفکیک شده‌اند و این تفکیک نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است.

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها

نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با استفاده از فاصله اقلیدسی منجر به دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها در ۵ گروه مجزا شد. گروه‌بندی انجام‌شده نشان‌دهنده وجود تنوع مورفولوژیکی قابل ملاحظه در میان ژنوتیپ‌های گردو بود. گروه‌های تشکیل‌شده به‌خوبی نشان‌دهنده تفاوت‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین ژنوتیپ‌ها بودند که می‌توانند در انتخاب والدین برای تلاقی و توسعه ارقام جدید گردو مورد استفاده قرار گیرند. به‌طور مثال، ژنوتیپ‌های WD و WMM کاملاً هموگام بودند و دارای برگ‌دهی دیرهنگام بودند که می‌توانند در برنامه‌های مقاوم‌سازی به سرما و بیماری‌های بهاره استفاده شوند.

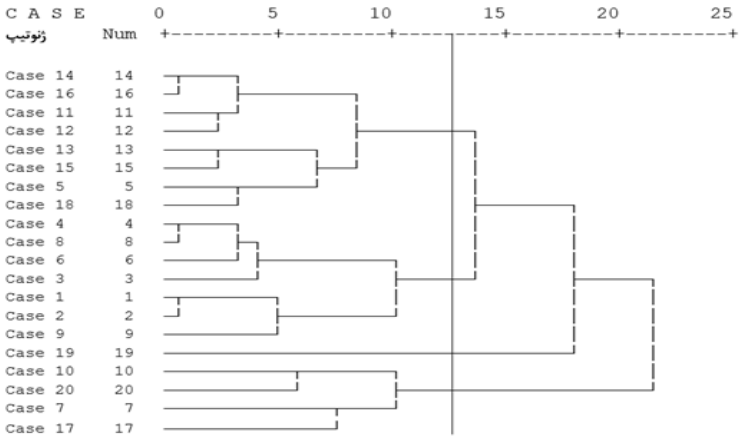
نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که منطقه فارسان استان چهارمحال و بختیاری دارای تنوع ژنتیکی قابل توجهی در میان ژنوتیپ‌های گردو است. وجود تنوع بالا در صفات مورفولوژیک و فنولوژیک این ژنوتیپ‌ها فرصت مناسبی را برای انتخاب والدین مناسب در برنامه‌های به‌نژادی فراهم کرده است. ژنوتیپ‌هایی با صفات مطلوب مانند دیربرگ‌دهی، درصد مغز بالا، وزن میوه و مغز مناسب و عادت باردهی جانبی بالا شناسایی شدند که می‌توانند در برنامه‌های بهبود دهنده ژنتیکی و توسعه باغات تجاری استفاده شوند. همچنین، نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای نشان داد که روش‌های آماری چندمتغیره می‌توانند به خوبی در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و گروه‌بندی آن‌ها مورد استفاده قرار گیرند. این یافته‌ها می‌توانند در توسعه ارقام مقاوم، پرمحصول و با کیفیت گردو در مناطق مشابه اقلیمی کشور به کار گرفته شوند.

اهمیت تنوع ژنتیکی و کاربرد آن در اصلاح نژادی

یافته‌های این مطالعه حاکی از وجود تنوع ژنتیکی قابل توجهی در میان ژنوتیپ‌های گردوی منطقه فارسان استان چهارمحال و بختیاری است. این تنوع، به‌ویژه در صفاتی مانند زمان برگ‌دهی، درصد مغز، وزن میوه و عادت باردهی، فرصت‌های گسترده‌ای را برای انتخاب والدین در برنامه‌های تلاقی فراهم کرده است. نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی (که ۹۲.۴۱٪ از کل واریانس صفات را توجیه کرد) و دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای، برجسته‌کننده وجود گروه‌های ژنتیکی مجزا با خصوصیات متمایز هستند. این یافته‌ها با مطالعات قبلی مانند(Fallah et al., 2022; Vahdati & Khorami, 2017)که اهمیت تنوع ژنتیکی در اصلاح نژادی گردو را مطرح کرده‌اند، هم‌خوانی

دارند. بنابراین، استفاده از این تنوع در برنامه‌های به‌نژادی می‌تواند به توسعه ارقام مقاوم، پرمحصول و با کیفیت مناسب در شرایط اقلیمی مختلف منجر شود.(Fallah et al., 2022)



شکل ۱- دندروگرام ۲۰ ژنوتیپ گردو مورد بررسی براساس صفات مورفولوژیکی.

کارایی روش‌های آماری چندمتغیره در تفکیک ژنوتیپ‌ها

تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای ابزارهایی کارآمد برای شناسایی الگوهای پنهان در داده‌های ژنتیکی و فنوتیپی هستند. در این مطالعه، مولفه‌های اول تا دوازدهم نه‌تنها به توصیف تنوع موجود کمک کردند، بلکه ارتباطات متقابل بین صفات را نیز آشکار ساختند. به‌عنوان مثال، مولفه اول با بار عاملی بالای طول برگ (۰.۲۰۶) و طول دمبرگ (۰.۲۰۸) نشان‌دهنده اهمیت این صفات در تفکیک ژنوتیپ‌ها بود. این نتایج با کاربرد گسترده روش‌های چندمتغیره در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر، مانند آنچه در Zamani *et al*. (2009) گزارش شده است، تطبیق دارد. استفاده از این روش‌ها می‌تواند به بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در انتخاب ژنوتیپ‌ها برای برنامه‌های اصلاحی کمک کند.

شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و پتانسیل آن‌ها در توسعه باغات

از میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌هایی مانند WHKH(449236E, 3576725N)، WA2(446453E, 3576527N) و به‌دلیل صفات مطلوب مانند دیربرگ‌دهی، درصد مغز بالا (بیش از ۷۵٪) و عادت باردهی جانبی بالا (بیش از ۹۰٪) به‌عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش شناسایی شدند. این ژنوتیپ‌ها می‌توانند در برابر شرایط استرسی مانند سرما مقاومت بیشتری داشته باشند. نتایج این مطالعه با یافته‌های Vahdati & Mohseniazar (2015) در مورد اهمیت دیربرگ‌دهی در مقاومت به سرما و افزایش بهره‌وری تطابق دارد. همچنین، این ژنوتیپ‌ها می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی کوتاه‌مدت برای توسعه باغات تجاری مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

Charrier, A., Kodad, O. and Moussouni, S. 2015. Genetic diversity in walnut (*Juglans regia* L.) and its relationship with morphological and agronomical traits. Tree Genetics & Genomes, 11(6): 1–12.

De Mori, G. and Cipriani, G. 2023. Marker-assisted selection in breeding for fruit trait improvement: A review. International Journal of Molecular Sciences, 24(10): 8984.

Fallah, M., Vahdati, K., Hasani, D., Rasouli, M. and Sarikhani, S. 2022. Breeding of Persian walnut: Aiming to introduce late-leafing and early-harvesting varieties by targeted hybridization. Scientia Horticulturae, 295: 110885.

Hakimi, F., Zarei, M. and Ebrahimi, A. 2022. Morphological and genetic diversity of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Chaharmahal and Bakhtiari province. Journal of Horticultural Science, 36(4): 789–802.

Hasani, D., Mofid Abadi, M., Dehghan Shooraki, Y., Solaimani, A. and Loni, A. 2015. Evaluation of morphological and reproductive characteristics of local and foreign walnut genotypes. Seed and Plant Improvement Journal, 29(1): 83–94.

Mosavi, S.A., Tavakoli, M. and Hassani, D. 2014. Evaluation of genetic diversity of walnut genotypes based on pomological and phenological traits in Chaharmahal and Bakhtiari province. Quarterly Journal of Crop and Horticultural Production, 31(2): 365–389. In Persian.

Piao, S., Liu, Q., Chen, A., Janssens, I.A., Fu, Y., Dai, J., Liu, L., Lian, X., Shen, M. and Zhu, X. 2019. Plant phenology and global climate change: Current progresses and challenges. Global Change Biology, 25(6): 1922–1940.

Rezaei, R., Hassanpour, G., Hassanpour Asil, D. and Vahdati, K. 2020. Phenological and pomological evaluation of selected walnut genotypes under different climatic conditions. Iranian Journal of Horticultural Sciences, 51(2): 441–457.

Sarikhani Khorami, S., Arzani, K. and Roozban, M.R. 2011. Selection of superior walnut genotypes in Fars province. Seed and Plant Improvement Journal, 27(2): 45–58.

Vahdati, K. and Khorami, S. 2017. The past, present and future of walnut genetic improvement and propagation. VIII International Symposium on Walnut, Cashew and Pecan, 1318.

Vahdati, K. and Mohseniazar, M. 2015. Early bearing genotypes of walnut: A suitable material for breeding and high density orchards. III Balkan Symposium on Fruit Growing, 1139.

Zamani, Z., Sotoodeh, A. and Kiani, M. 2009. Genetic diversity assessment of Iranian walnut (*Juglans regia* L.) landraces using morphological traits. Scientia Horticulturae, 120(2): 194–199. In Persian.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Identification of Superior Walnut Genotypes Based on Genetic Diversity, Phenological, and Pomological Traits in Farsan County: Breeding Challenges and Opportunities

Somayeh Mirahmadi Babaheidari[1*], Shohreh Zivdar[1], Esmaeil Khalighi[1], Seyed Asghar Mosavi[1] and Touraj Mokhtarpour[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Agricultural and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, Iran

Corresponding Author: somayehmirahmadi@yahoo.com

Abstract

This study was conducted with the aim of identifying superior genotypes of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Farsan County, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. Using multivariate statistical methods, including principal component analysis and cluster analysis, the genetic diversity among 20 walnut genotypes was evaluated based on phenological traits (such as budbreak time, flowering date, and pollen shedding) and pomological characteristics (including fruit weight, kernel percentage, fruit length, and fruit width). The results indicated that the first 12 principal components accounted for 92.41% of the total variance, reflecting substantial genetic variability among the studied genotypes. Cluster analysis using Ward's method grouped the genotypes into five distinct clusters, highlighting significant differences in key breeding traits. For instance, genotypes WHKH and WAL1 exhibited late leafing, while WA2 showed high kernel percentages. Additionally, genotypes with over 90% lateral bearing habit were identified, which could be valuable for breeding programs aiming to enhance yield potential. These findings emphasize the importance of utilizing native genetic resources to improve stress tolerance and develop high-yielding cultivars adapted to diverse climatic conditions. Future studies are recommended to employ molecular markers such as SSRs (Simple Sequence Repeats) and SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms) to identify genes controlling desirable traits, thereby enhancing the productivity and sustainability of walnut orchards.

Keywords: Breeding programs, Cluster analysis, Genetic diversity, Phenological traits, Walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر هرس ریشه و پاکلوبوترازول بر کنترل رشد پاپایا

قدرت‌اله عیدی[۱]، محمودرضا روزبان[۱*]، سعادت ساریخانی[۱]، کورش وحدتی[۱]، رسول صادقی مجد[۱] و امیرحسین نیک‌پندار[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *mroozban@ut.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی اثرات هرس ریشه و کاربرد خاکی پاکلوبوترازول بر کنترل رشد پاپایا، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار (دو درخت در هر تکرار) طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۳ اجرا شد. دو ماه پس از کاشت بذور، نشاءها به زمین اصلی منتقل شدند. تیمار هرس ریشه در زمان انتقال نشاء به زمین اصلی و تیمارهای پاکلوبوترازول نیز سه ماه پس از انتقال نشاءها به زمین اصلی اعمال شدند. تیمارها شامل: شاهد (بدون هرس و پاکلوبوترازول)، هرس ۲۵ درصد از حجم ریشه، هرس ۲۵ درصد از حجم ریشه + کاربرد خاکی ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول، و غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارها تأثیر معنی‌داری بر صفات ارتفاع و قطر تنه (در سطح ۱ درصد) داشتند. ترکیب هرس ریشه و ۲۵۰ پی‌پی‌ام پاکلوبوترازول بیشترین کاهش ارتفاع را ایجاد کرد، در حالی که کمترین قطر تنه در تیمار هرس ریشه به دست آمد و در مقابل تیمار شاهد دارای بزرگترین قطر تنه درخت بود.

واژه‌های کلیدی: بازدارنده رشد، پاپایا، پاکلوبوترازول، کنترل رشد، هرس ریشه.

مقدمه

خربزه درختی یا پاپایا (*Carica papaya* L., *Caricaceae*)، یکی از میوه‌های مناطق گرمسیری است که به دلیل دارا بودن ویتامین‌های A و C، و محتوای پاداکسایندگی بالا، علاقه به کشت و پرورش آن در سال‌های اخیر به ویژه در ایران رو به افزایش است. پاپایا در مناطق گرمسیری و تحت شرایط محیطی مساعد، رشد مداوم و پیوسته‌ای دارد، اما در مناطق نیمه‌گرمسیری با زمستان‌های سرد، رشد آن کند شده و تشکیل میوه متوقف می‌شود. در چنین شرایطی، عرضه میوه به بازار حالت فصلی پیدا می‌کند. از اواخر بهار تا اواسط تابستان، سرعت رشد برگ و گل افزایش یافته و به‌طور میانگین هر هفته ۲٫۵ برگ جدید ظاهر می‌شود (Allan, 2002). پاپایا، گیاهی با رشد بسیار سریع است که از جوانه‌زنی بذر تا گلدهی آن، ۵ تا ۸ ماه و تا برداشت محصول ۹ تا ۱۵ ماه به طول می‌انجامد (Paterson et al, 2008). رشد رویشی درختان میوه را می‌توان با روش‌های خم‌کردن شاخه، هرس، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشدی و استفاده از پایه‌های پاکوتاه‌کننده، کنترل نمود (Đorđević et al, 2021). پاکلوبوترازول، یکی از انواع تریازول‌هاست که دارای خاصیت قوی در تنظیم رشد بوده و تقریباً بر تمام گونه‌های گیاهی اثرگذار است. این ماده می‌تواند به صورت محلول‌پاشی یا به صورت خاکی استفاده شود (Barrett, 2001). پاکلوبوترازول با مهار اکسیداسیون ent-kaurene، سنتز GA را متوقف می‌کند (Sponsel, 1991). این بازدارنده رشد به طور تجاری در بسیاری از مناطق برای کنترل رشد رویشی و تحریک گلدهی محصولاتی مثل سیب (Zhu et al., 2004)، زردآلو (Arzani and Roosta, 2004) و پاپایا (Bhadarka Chandni et al, 2023) استفاده شده است.

یکی از چالش‌های تولید پاپایا در گلخانه، رشد سریع آن است که پس از گذشت حدود سه تا چهار سال، تاج‌پوشه درخت به سقف گلخانه می‌رسد. از آنجا که شاخه‌های این گیاه حالت نیمه چوبی و ماشوره‌ای دارد پس از تماس نوک شاخساره با سقف گلخانه، خم شده و در نهایت به دلیل بار زیاد، می‌شکند و در نهایت عمر اقتصادی آن به پایان می‌رسد. طرح حاضر به منظور بررسی اثرات هرس ریشه و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر کنترل رشد رویشی پاپایا تحت شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات هرس ریشه و تیمار پاکلوبوترازول بر خصوصیات رشدی و عملکردی پاپایا رقم 'Sweet Sense'، پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار (دو درخت در هر تکرار) تحت شرایط گلخانه‌ای در شهرستان دزفول استان خوزستان طی سال های ۱۴۰۳-۱۴۰۲ انجام شد. دو ماه پس از کاشت بذور، نشاءها به زمین اصلی منتقل شدند و همزمان تیمار هرس ریشه اعمال شد. تیمارهای پاکلوبوترازول نیز سه ماه پس از انتقال نشاءها به زمین اصلی اعمال شدند. تیمارهای اعمال شده در این آزمایش به شرح زیر بود:

- **T1**: شاهد: بدون هرس ریشه و بدون کاربرد پاکلوبوترازول
- **T2**: هرس متوازن ۲۵ درصد از حجم ریشه
- **T3**: هرس متوازن ۲۵ درصد از حجم ریشه + کاربرد خاکی ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول
- **T4**: کاربرد خاکی ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول
- **T5** : کاربرد خاکی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول
- **T6** : کاربرد خاکی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول

ارتفاع گیاه

برای اندازه‌گیری این صفت، ۱۰ ماه پس از اعمال تیمارهای پاکلوبوترازول (۱۵ ماه پس از کاشت بذور)، ارتفاع گیاهان از سطح خاک تا بالاترین نقطه رشدی گیاه بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

قطر تنه درخت

برای اندازه‌گیری این صفت، قطر تنه درختان ۱۰ ماه پس از اعمال تیمارهای پاکلوبوترازول (۱۵ ماه پس از کاشت بذور)، قطر ساقه درختان ۱۵ سانتی متر بالاتر از سطح خاک با کولیس دیجیتال بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

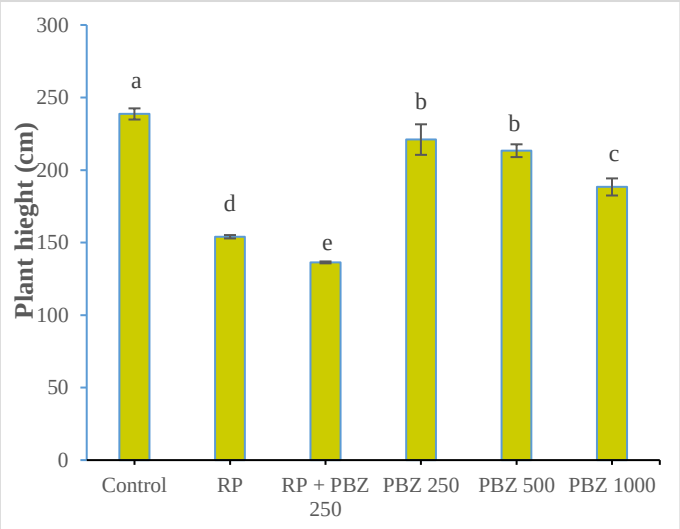
نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای پاکلوبوترازول و هرس ریشه بر صفات ارتفاع درخت و قطر تنه پاپایا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر هرس ریشه و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر ارتفاع درخت پاپایا رقم 'Sweet Sense' نشان داد که اثر ترکیبی هرس ریشه و غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول، بیشترین اثر را در کاهش ارتفاع درخت داشته و پس از آن تیمارهای هرس ریشه و پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در رده‌های بعدی قرار گرفتند. در تیمار شاهد، بیشترین ارتفاع درخت به ثبت رسید (شکل ۱).

جدول ۱ تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کنترل رشد گیاه پاپایا بر خصوصیات رشدی.

S.O.V	df	Plant height	Plant diameter
Treatment	5	4818.05**	1413.17**
Error	12	90.88	77.195

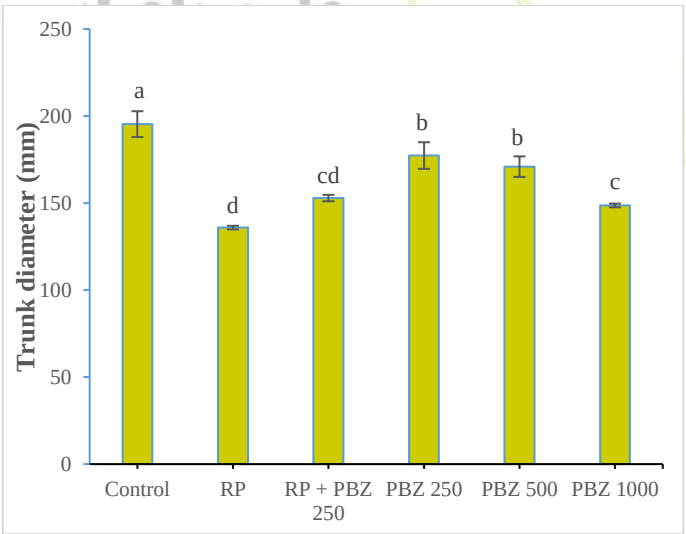
**، * و ns به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.



شکل ۱– اثر هرس ریشه و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر ارتفاع درخت پاپایا رقم 'Sweet Sense'.

نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر هرس ریشه و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر قطر تنه پاپایا رقم 'Sweet Sense' نشان داد که تیمارهای هرس ریشه، غلظت ۱۰۰۰ پاکلوبوترازول و تیمار ترکیبی هرس ریشه و غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول به ترتیب دارای بیشترین اثر در کاهش قطر تنه پاپایا بودند و در تیمار کنترل، بیشترین قطر تنه درخت به ثبت رسید (شکل ۲).

نتایج حاصل از آزمایش حاضر که مصرف PBZ سبب توسط کاهش ارتفاع و قطر تنه درخت پاپایا شده است توسط گزارش‌های مختلفی تایید می‌شود. در آزمایشی مصرف خاکی PBZ روی درختان چهارساله زردآلو نشان دهنده‌ی اثر معنی‌دار PBZ در کاهش رشد رویشی نسبت به کنترل بود (Arzani and Roosta, 2004). اثر محلول‌پاشی PBZ در سه سطح ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام روی ویژگی‌های رشدی پاپایا نشان داد در تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام PBZ کمترین ارتفاع به ثبت رسید در حالی که بلندترین ارتفاع نهال در تیمار شاهد مشاهده شد (Bhadarka Chandni et al, 2023) که نتایج آزمایش حاضر را تایید می‌کند. نتایج هرس ریشه از دیگر تیمارهای اعمال شده در آزمایش حاضر که سبب کاهش رشد رویشی شد، توسط محققان مختلفی تایید می‌شود. هرس ریشه جریان مواد غذایی، آب و هورمون‌ها به اندام هوایی را کاهش داده و تضعیف رشد درخت را به دنبال دارد (Maas, 2008).



شکل ۲. اثر هرس ریشه و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر قطر تنه درخت پاپایا رقم 'Sweet Sense'.

منابع

Allan, P. 2002. *Carica papaya* responses under cool subtropical growth conditions. Acta Horticulturae, 575: 757–763.

Arzani, K. and Roosta, H.R. 2004. Effects of paclobutrazol on vegetative and reproductive growth and leaf mineral content of mature apricot (*Prunus armeniaca* L.) trees. Journal of Agricultural Science and Technology, 6: 43–55.

Bhadarka Chandni, R., Kanzaria, D.R., Prerna Prachi, K.N. and Varu, D.K. 2023. Impact of growth retardants on yield and quality of papaya (*Carica papaya* L.) cv. GJP. The Pharma Innovation Journal, 12: 3368–3372.

Đorđević, B., Đurović, D., Zec, G., Boškov, Đ. and Skoko, V. 2021. Growth control and fruit quality of apple cultivar 'GALA SCHNIGA' using root pruning technique. Serbian Society of Soil Science, 3rd International and 15th National Congress, 258–264.

Maas, F. 2008. Strategies to control tree vigour and optimize fruit production in 'Conference' pears. Acta Horticulturae, 800: 139–146.

Sponsel, V.M. 1995. The biosynthesis and metabolism of gibberellins in higher plants. In: Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology, pp. 66–97.

Zhu, L.H., van de Peppel, A., Li, X.Y. and Welander, M. 2004. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. Scientia Horticulturae, 99(2): 133–141.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Root Pruning and Paclobutrazol on Growth Control in Papaya

Ghodrat Allah Eydi[1], Mahmoud Reza Roozban[1*], Saadat Sarikhani[1], Koroush Vahdati[1], Rasoul Sadeghi-Majd[1] and Amir Hossein Nikpendar[1]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Tehran, Iran

Corresponding Author: mroozban@ut.ac.ir

Abstract

To evaluate the effects of root pruning and Paclobutrazol application on the growth of papaya (*Carica papaya* cv. 'Sweet Sense'), a greenhouse experiment was conducted in Dezful, Khuzestan Province, Iran, during 2023–2024 using a randomized complete block design with six treatments and three replications (two trees per replicate). The treatments included: (1) control (no root pruning or Paclobutrazol), (2) root pruning (25% root volume reduction during transplanting), (3) root pruning during transplanting + 250 mg l^{-1} Paclobutrazol as soil application at the time of flower bud emergence, and soil Paclobutrazol application in the time of flower bud emergence at (4) 250 mg l^{-1}, (5) 500 mg l^{-1} and (6) 1000 mg l^{-1}. Analysis of variance revealed that the treatments had significant effects ($P<0.01$) on plant height and trunk diameter. The combination of root pruning with 250 mg l^{-1} Paclobutrazol resulted in the greatest reduction in plant height, whereas the smallest trunk diameter was observed in the root pruning alone treatment. In contrast, the control treatment produced the largest trunk diameter.

Keywords: Growth Control, Growth Inhibitor, Paclobutrazol. Papaya, Root Pruning.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تفاوت‌های آناتومیکی وسل (vessel) ساقه در ژنوتیپ‌های گردو (*Juglans regia* L.) با قدرت رشد متفاوت

رسول صادقی مجد[۱]، کورش وحدتی[۱*]، محمودرضا روزبان[۱]، سعادت ساریخانی[۱]، مریم نوروزی[۱] و مژده اسکو[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *kvahdati@ut.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های آناتومیکی ساقه در ژنوتیپ‌های مختلف گردو به منظور شناسایی تفاوت‌های مرتبط با ساختار وسل‌ها، بین ژنوتیپ‌های زودبارده و کم رشد در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیربارده و پررشد، انجام شد. برای این منظور، طی بازدید میدانی از خزانه‌های نهال گردو در هفت استان کشور، تعداد ۱۲۰ ژنوتیپ با سطوح مختلف قدرت رشد شناسایی و پلاک‌کوبی شدند. پس از بررسی صفات مورفولوژیک طی یک سال، نهال‌ها به دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران منتقل و به منظور ارزیابی پایداری رشد و انجام مطالعات آناتومیکی، در قالب طرح کاملاً تصادفی کشت شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ بر میانگین قطر وسل و تعداد وسل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، ژنوتیپ‌های A5 و A6 دارای بیشترین تعداد وسل بودند، در حالی‌که کمترین میانگین قطر وسل را نشان دادند، در مقابل، ژنوتیپ‌های A2 و A1 دارای کمترین تعداد وسل بودند.

واژه‌های کلیدی: گردو، قدرت رشد، زودباردهی، وسل.

مقدمه

به‌کارگیری ارقام و پایه‌های پاکوتاه به‌منظور کنترل اندازه درخت، یکی از راهکارهای اساسی در اجرای روش‌های کاشت فشرده برای درختان میوه چندساله به‌شمار می‌رود (Chu et al., 2025; Ling et al., 2025). باغ‌های سنتی گردو دارای درختانی بسیار بزرگ هستند و با تراکمی کمتر از ۱۰۰ درخت در هکتار، دارای عملکرد تولیدی پایینی بوده و مشکلات مدیریتی مختلفی مانند مبارزه با آفات، هرس و برداشت محصول ایجاد می‌کنند. درختان گردوی بزرگ با خطراتی مانند سقوط افراد و صدمات جانی در فصل برداشت همراهند. احداث باغ‌های گردو با درختان کم رشد، مزایای زیادی از جمله افزایش تراکم، تسریع در باردهی و بهبود مدیریت باغبانی به همراه دارند. با وجود پایه‌های پاکوتاه‌کننده، امکان احداث باغ‌های متراکم با مصرف نهاده‌های کمتر و افزایش عملکرد در واحد سطح وجود دارد. به همین دلیل، برنامه‌های اصلاحی به سمت انتخاب ارقام و پایه‌های کوچک‌جثه و پربازده برای احداث باغ‌های متراکم پیش می‌رود. به‌کارگیری نشانگرهای مورفولوژیکی، آناتومیکی، بیوشیمیایی، سیتوژنتیکی و مولکولی موجب تسریع در پیشبرد پروژه‌های اصلاحی، به‌ویژه برنامه‌های اصلاحی درختان میوه با دوره‌های رشد طولانی تا مرحله گلدهی می‌شود. در گردو همبستگی مثبتی بین قدرت رشد درخت مادری و رشد نتاج حاصل از آن گزارش شده، و دانهال‌هایی که زودبارده‌تر هستند رشد ضعیف‌تری دارند. گزارش‌ها نشان می‌دهند که پایه‌های پاکوتاه آوندهای چوبی کوچکتری دارند اما تعداد آوند چوبی بیشتری دارند (Zorić et al., 2012; Bruckner and DeJong, 2014; Chen et al., 2015) با توجه به تنوع ژنتیکی گردو در کشور، امکان شناسایی و اصلاح ژنوتیپ‌های زودبارده و کم رشد به منظور تولید پایه‌های پاکوتاه وجود دارد. این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های آناتومیکی ساقه در ژنوتیپ‌های کم رشد و پررشد گردو به منظور شناسایی تفاوت‌های مرتبط با صفات وسل (vessel) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گروه باغبانی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، واقع در شهرستان پاکدشت، انجام شد. در این مطالعه، ژنوتیپ‌های زودبارده و کم رشد در کنار ژنوتیپ‌های پررشد و دیربارده با شناسایی و انتخاب دانهال‌هایی از خزانه‌های بذری واقع در هفت استان کشور شامل تهران، گلستان، لرستان، قزوین، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و همدان مورد بررسی قرار گرفتند. پس از پلاک‌کوبی و ثبت خصوصیات مورفولوژیکی دانهال‌ها در محل خزانه، آن‌ها در اواخر زمستان جمع‌آوری و به دانشکده فناوری کشاورزی دانشگاه تهران منتقل شدند. دانهال‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با فاصله کاشت منظم ۲×۱.۵ متر کشت شدند و طی یک‌سال، ارزیابی‌های مورفولوژیکی در زمان‌های مختلف انجام گرفت. یک سال پس از انتقال، و در اوایل بهار، ویژگی‌های آناتومیکی دانهال‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند. برش عرضی انتهای ساقه که ترد و نرم بودند بصورت دستی انجام شد و رنگ آمیزی به شرح زیر انجام شد:

ابتدا نمونه‌ها در وایتکس ۱۰ درصد تا زمان تغییر رنگ بافت‌ها، محلول اسید استیک یک درصد ۱ دقیقه، و سپس در رنگ فوشین (۲ %) قرار داده شدند و در نهایت نمونه‌ها با میکروسکوپ نوری (NIKON ECLIPSE E200) مجهز به یک دوربین دیجیتال (Nikon Digital Sight DS-Fi2) تصاویر مورد نظر تهیه و در نرم افزار ImageJ (version 1.52v) مقایسه شدند. صفات مورد اندازه‌گیری به شرح زیر بودند:

تعداد وسل

به منظور اندازه‌گیری این صفت، از انتهای ساقه هر دانهال، سه برش عرضی از سه ناحیه مختلف تهیه شد. از هر برش سه تصویر میکروسکوپی تهیه گردید و تعداد وسل‌ها در هر تصویر شمارش شد.

میانگین قطر وسل

این صفت، بیانگر میانگین قطر وسل در تمام وسل‌های شمارش شده بر حسب میکرومتر (µm) است.

قطر بزرگترین وسل

این صفت بیانگر قطر بزرگترین وسل شناسایی شده در هر نمونه برش بر حسب میکرومتر (µm) است.

نتایج و بحث

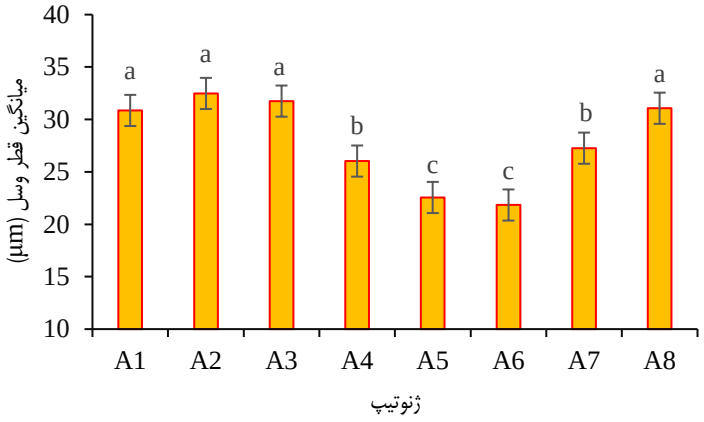
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ژنوتیپ بر صفات میانگین قطر وسل و تعداد وسل معنی‌دار بود (در سطح ۱ درصد)، در حالی که این اثر بر قطر بزرگ‌ترین وسل از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ تأثیر قابل توجهی بر میانگین قطر وسل دارد؛ ژنوتیپ‌های A2، A3 و A8 به ترتیب بیشترین میانگین قطر وسل را دارا بودند، در حالی که ژنوتیپ‌های A5 و A6 که زودبارده و ضعیف رشد بودند کمترین مقادیر را نشان دادند (شکل ۱). قطر بزرگ‌ترین وسل به ترتیب در ژنوتیپ‌های A3 (۵۲ میکرومتر) و A8 (۵۰ میکرومتر) مشاهده شد و کمترین مقادیر مربوط به ژنوتیپ‌های A5 (۴۶ میکرومتر) و A6 (۴۵ میکرومتر) بود (شکل ۲). افزون بر این، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ A2 دارای کمترین تعداد وسل بود، در حالی که بیشترین تعداد وسل در ژنوتیپ A6 ثبت شد (شکل ۳). این نتایج با یافته‌های بسیاری از مطالعات پیشین همخوانی دارد که نشان داده‌اند ژنوتیپ‌های ضعیف‌تر دارای تعداد بیشتری وسل هستند، هرچند این وسل‌ها عموماً قطری کمتر دارند. در مقابل، پایه‌ها و ارقام پررشد معمولاً دارای تعداد کمتری وسل ولی با قطر بیشتر هستند. این الگو در گونه‌های مختلف درختی از جمله هلو، سیب، گلابی و گیلاس نیز مشاهده شده است (Olmstead et al., 2006; Gonçalves et al., 2007; Zorić et al., 2012; Chen et al., 2015). برای مثال، در درختان گلابی پاکوتاه، میانگین قطر وسل ۵۸.۲ میکرومتر، در حالی که در درختان با تیپ استاندارد این مقدار ۶۷.۴۷ میکرومتر بوده است (Chen et al., 2015).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ‌های گردو بر ویژگی‌های میانگین قطر وسل، قطر بزرگترین وسل و تعداد وسل.

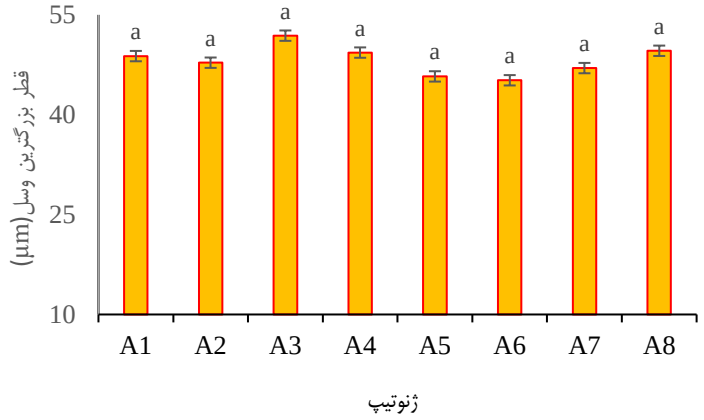
تعداد وسل	قطر بزرگترین وسل	میانگین قطر وسل

S.O.V	df			
Treatment	۷	۳۷۱.۲۵**	۱۰۱.۵۹ns	۷۸۴۴.۶۲**
Error	۱۶	۴۰.۵۷	۶۹۰.۹۲	۳۳۴۶

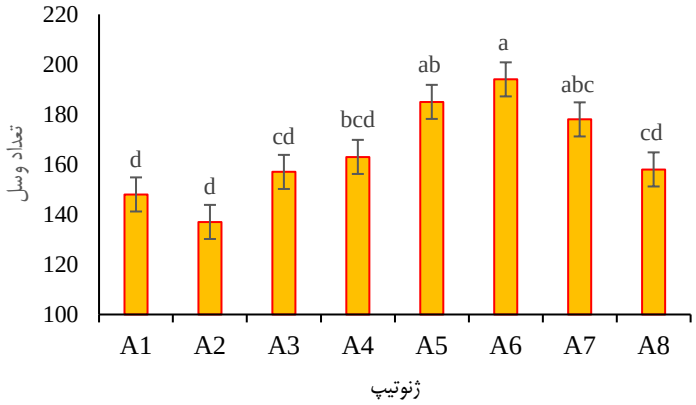
**، * و ns به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.



شکل ۱- اثر نوع ژنوتیپ گردو بر میانگین قطر وسل (µm) را نشان می‌دهد.



شکل ۲- اثر نوع ژنوتیپ گردو بر قطر بزرگترین وسل (µm) را نشان می‌دهد.



شکل ۳- اثر نوع ژنوتیپ گردو بر تعداد وسل را نشان می‌دهد.

منابع

Bruckner, C.H. and DeJong, T.M. 2014. Proposed pre-selection method for identification of dwarfing peach rootstocks based on rapid shoot xylem vessel analysis. Scientia Horticulturae, 165: 404–409.

Chen, B., Wang, C., Tian, Y., Chu, Q. and Hu, C. 2015. Anatomical characteristics of young stems and mature leaves of dwarf pear. Scientia Horticulturae, 186: 172–179.

Chu, L., Liu, D., Li, C. and Liu, J.H. 2025. Dwarfing of fruit trees: From old cognitions to new insights. Horticulture Advances, 3: 1–15.

Gonçalves, B., Correia, C.M., Silva, A.P., Bacelar, E.A., Santos, A., Ferreira, H. and Moutinho-Pereira, J.M. 2007. Variation in xylem structure and function in roots and stems of scion–rootstock combinations of sweet cherry tree (*Prunus avium* L.). Trees, 21: 121–130.

Ling, J., Yu, W., Yang, L., Zhang, J., Jiang, F., Zhang, M. and Sun, H. 2025. Rootstock breeding of stone fruits under modern cultivation regime: Current status and perspectives. Plants, 14: 9, 1–20.

Olmstead, M.A., Lang, N.S., Ewers, F.W. and Owens, S.A. 2006. Xylem vessel anatomy of sweet cherries grafted onto dwarfing and non-dwarfing rootstocks. Journal of the American Society for Horticultural Science, 131: 577–585.

Zorić, L., Ljubojević, M., Merkulov, L., Luković, J. and Ognjanov, V. 2012. Anatomical characteristics of cherry rootstocks as possible preselecting tools for prediction of tree vigor. Journal of Plant Growth Regulation, 31: 320–331.

Anatomical Comparison of Stem Vessel Traits in Walnut (*Juglans regia* L.) Genotypes with Different Growth Vigor

Rasoul Sadeghi-Majd[1], Koroush Vahdati[1*], Mahmoud Reza Roozban[1], Saadat Sarikhani[1], Maryam Norouzi[1] and Mozhdeh Osku[1]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Tehran, Iran

Corresponding Author: kvahdati@ut.ac.ir

Abstract

This study aimed to investigate stem anatomical characteristics in various walnut (*Juglans regia* L.) genotypes to identify vessel-related differences between early-bearing (low-vigor) genotypes and vigorous (late-bearing) ones. During field surveys in walnut nurseries across seven provinces in Iran, 120 genotypes displaying diverse levels of growth vigour were identified and tagged for further analysis. After one year of morphological evaluation, the saplings were transferred to the Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, where they were planted in a completely randomized design to assess growth stability and conduct anatomical studies. Analysis of variance revealed that genotype had a statistically significant effect ($p < 0.01$) on both vessel diameter and vessel number. Mean comparison analysis revealed that genotypes A5 and A6 possessed the highest number of vessels, yet exhibited low average vessel diameters, while genotypes A2 and A1 had the lowest number of vessels.

Keywords: Growth vigor, Precocity, xylem vessel, Walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد نشانگر SSR در بررسی تنوع ژنتیکی گیاهان چای در ایران

کوروش فلک‌رو[1*] و شاهین جهانگیرزاده خیاوی[1]

۱- پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

*نویسنده مسئول: *kooroshfalakro@gmail.com*

چکیده

چای (*Camellia sinensis*) به‌عنوان پرمصرف‌ترین نوشیدنی غیرالکلی پس از آب، نقش مهمی در سلامت انسان و اقتصاد کشاورزی ایران، به‌ویژه در مناطق شمالی، دارد. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی چای مانند کاتچین‌ها، به‌ویژه اپی‌گالوکاتچین گالات (EGCG)، به دلیل خواص ضد بیماری‌های قلبی، سکته، سرطان و آلزایمر ارزشمند هستند. با وجود قدمت چای‌کاری در ایران، کمبود ارقام پرمحصول و باکیفیت، چالش اصلی این صنعت است. تنوع ژنتیکی، پایه موفقیت برنامه‌های به‌نژادی و حفاظت از ژرم‌پلاسم چای است. نشانگرهای مولکولی SSR به دلیل دقت بالا و توانایی شناسایی چندشکلی‌های ژنتیکی، ابزار مناسبی برای ارزیابی تنوع ژنتیکی هستند. این مطالعه با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم چای ایران و تعیین خویشاوندی ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای SSR انجام شد. ۳۰ نمونه از ارقام وارداتی و ژنوتیپ‌های انتخابی از ایستگاه‌های تحقیقاتی چای مورد بررسی قرار گرفتند. DNA با استفاده از کیت استخراج ترمو و روش نانودراپ کمی‌سازی شد. واکنش PCR با آغازگرهای خاص انجام و محصولات آن روی ژل پلی‌اکریل‌آمید ۶٪ تفکیک شدند. تجزیه خوشه‌ای با نرم‌افزار Past 4.03 و الگوریتم UPGMA انجام گرفت. نتایج نشان داد ضریب تشابه جاکارد و الگوریتم UPGMA با ضریب کوفنتیک ۰.۷۱۵ بهترین روش برای خوشه‌بندی بودند. نمونه‌ها در هفت گروه با تشابه ۴۰٪ قرار گرفتند و تنوع ژنتیکی بالایی مشاهده شد که با پراکندگی جغرافیایی ارتباط نداشت. این یافته‌ها می‌توانند در شناسایی والدین مناسب برای تلاقی و بهبود صفات کلیدی مانند محتوای آنتی‌اکسیدان‌ها و افزایش تولید برگ سبز چای مؤثر باشند و به توسعه ارقام پرمحصول و باکیفیت در ایران کمک کنند.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، به‌نژادی، تنوع ژنتیکی، چای، ، نشانگر SSR.

مقدمه

چای (*Camellia sinensis*) پس از آب، پرمصرف‌ترین نوشیدنی بدون الکل در جهان و ایران محسوب می‌شود و به دلیل دارا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر پلی‌فنول‌ها و کاتچین‌ها، جایگاه ویژه‌ای در سلامت انسان دارد. این ترکیبات، به‌ویژه کاتچین‌هایی مانند اپی‌گالوکاتچین گالات (EGCG) که حدود ۷۰ درصد کاتچین‌های چای را تشکیل می‌دهد، به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی خود می‌توانند در کاهش خطر بیماری‌های قلبی، سکته، سرطان و آلزایمر مؤثر باشند. در ایران، چای با مصرف بیش از ۵ درصد کل چای جهان، نقش مهمی در سبد غذایی خانوارها و اقتصاد کشاورزی مناطق شمالی کشور ایفا می‌کند. با وجود قدمت بیش از یکصد سال چای‌کاری در ایران، نبود ارقام پرمحصول با کیفیت بالا از نظر رنگ و طعم، چالش اصلی این صنعت است. بنابراین، اصلاح ژنتیکی توده‌های موجود برای افزایش تولید برگ سبز چای در واحد سطح و بهبود کیفیت محصول ضروری است.

تنوع ژنتیکی، اساس موفقیت برنامه‌های به‌نژادی و حفاظت از ذخایر ژرم‌پلاسم گیاهی است. شناخت دقیق تنوع ژنتیکی و خویشاوندی در ژرم‌پلاسم چای می‌تواند به شناسایی والدین مناسب برای تلاقی و بهبود صفات کلیدی مانند محتوای آنتی‌اکسیدان‌ها کمک کند. در گذشته، ارزیابی تنوع ژنتیکی بر اساس ویژگی‌های مرفولوژیکی یا نشانگرهای پروتئینی انجام می‌شد که به دلیل تأثیرپذیری از عوامل محیطی، دقت کافی نداشتند (نقوی و همکاران، ۱۳۸۶). امروزه، نشانگرهای مولکولی مبتنی بر DNA، به‌ویژه نشانگرهای SSR، به دلیل دقت بالا، تکرارپذیری و توانایی شناسایی چندشکلی‌های ژنتیکی، به ابزار استاندارد در مطالعات تنوع ژنتیکی تبدیل شده‌اند (نقوی و همکاران، ۱۳۸۶). این نشانگرها با تکثیر توالی‌های تکراری کوتاه DNA، اطلاعات جامعی از تنوع ژنومی فراهم می‌کنند و در بررسی ژرم‌پلاسم چای کاربرد گسترده‌ای دارند.

مطالعات پیشین نشان داده‌اند که نشانگرهای مولکولی در شناسایی تنوع ژنتیکی چای و گونه‌های خویشاوند آن مؤثرند. به عنوان مثال، ویکرامارث (Wickramaratne, 1981) با بررسی صفات مرفولوژیکی برگ در ۱۲ جمعیت کلونی چای، نشان داد که ترکیبی از صفات مانند نسبت طول به عرض برگ و زاویه برگ نسبت به محور، برای تمایز کلون‌ها مناسب‌تر از تک‌صفت است. مان‌دال (Mondal, 2002) با استفاده از نشانگرهای ISSR، سه گروه ژنتیکی چای چینی، کامبوجی و آسامی را متمایز کرد و تطابق تفاوت‌های ژنتیکی با پراکندگی جغرافیایی را تأیید نمود. در مطالعه‌ای دیگر، ژوی-آن و همکاران (Jou-Ann et al., 2001) با استفاده از نشانگرهای RAPD و ISSR، تنوع ژنتیکی بالای چای وحشی تایوان را نسبت به ارقام چینی و هیبریدها گزارش کردند و خویشاوندی نزدیک چای وحشی با چای آسامی را نشان دادند. پائول و همکاران (Paul et al., 1997) نیز با استفاده از نشانگرهای AFLP، تنوع ژنتیکی درون‌جمعیتی (۷۹٪) را در جمعیت‌های چای هند و کنیا بیشتر از تنوع بین‌جمعیتی (۲۱٪) گزارش کردند. واچیرا و همکاران (Wachira et al., 1997; 2001) با استفاده از نشانگرهای STS، RAPD و ISSR، روابط بین ارقام زراعی و وحشی چای را بررسی کرده و اهمیت شناسایی هیبریدهای طبیعی را در به‌نژادی چای تأکید کردند. لیانگ و یاماگیوچی (Liang and Yamaguchi, 2002) نیز با استفاده از RAPD، تنوع ژنتیکی بالایی در چای و گونه‌های خویشاوند آن مشاهده کردند. ما و همکاران (Ma et al., 2014) با استفاده از ۴۰۶ نشانگر SSR، نقشه ژنتیکی چای را ترسیم کرده و QTLهای مرتبط با محتوای کاتچین‌ها را شناسایی نمودند که در بهبود کیفیت چای مؤثر بودند.

با توجه به محدودیت‌های کشت چای در مناطق شمالی ایران و افزایش تقاضا به دلیل رشد جمعیت، نیاز به ارقام پرمحصول و با کیفیت بالا بیش از پیش احساس می‌شود. تکثیر رویشی چای، به‌ویژه از طریق ریزازدیادی، می‌تواند تنوع سوماکلونال ایجاد کند که اگرچه در ژرم‌پلاسم تنوع ایجاد می‌کند، اما ممکن است به عدم یکنواختی بوته‌ها و مشکلات در فرآیندهای کشت و برداشت منجر شود (Mondal and Chand, 2002). از این‌رو، استفاده از نشانگرهای SSR برای ارزیابی تنوع ژنتیکی و شناسایی ژن‌های کدکننده آنتی‌اکسیدان‌ها در ژرم‌پلاسم چای ایران، می‌تواند به تسریع برنامه‌های به‌نژادی کمک کند. این مطالعه با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم چای ایران و تعیین خویشاوندی ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای SSR انجام شد تا با شناسایی ارقام با محتوای آنتی‌اکسیدانی بالا، گامی در جهت بهبود کمی و کیفی تولید چای در کشور برداشته شود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۳۰ نمونه گیاه چای شامل ارقام وارداتی و ژنوتیپ‌های انتخابی موجود در ایستگاه‌های تابعه پژوهشکده چای مورد آزمایش قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱- کلون‌های چای جهت استخراج DNA.

ردیف	ارقام / ژنوتیپ‌ها	نمونه کد	مکان استقرار بوته‌ها	تعداد	کد بندی
۱	گونه آسامی	AS	ایستگاه تحقیقات چای ستادلاهیجان	۱	AS
۲	ارقام ژاپنی	JAP	ایستگاه تحقیقات چای سیاهکل	۲	JAP1-JAP2
۳	دارجلینگ	DAR	ایستگاه تحقیقات چای فجر لاهیجان	۴	DAR1-DAR4
۴	ژنوتیپ‌های انتخابی	SELf	ایستگاه تحقیقات چای فومن	۷	SELf1-SELf16
۵	ژنوتیپ‌های انتخابی	SELl	ایستگاه تحقیقات چای فجر لاهیجان	۷	SELl1-SELl15
۶	ژنوتیپ‌های انتخابی	SELn	ایستگاه تحقیقات چای نشتارود	۶	SELn1-SELn9
۷	ژنوتیپ ۱۰۱ برگ ریز	C101s	ایستگاه تحقیقات چای فجر لاهیجان	۱	C101s
۸	ژنوتیپ ۱۰۱ برگ درشت	C101l	ایستگاه تحقیقات چای فجر لاهیجان	۱	C101l
۹	ژنوتیپ ۱۰۲	C102	ایستگاه تحقیقات چای فجر لاهیجان	۱	C102

جهت استخراج DNA از کیت استخراج DNA شرکت ترمو (کد K0791 یا K0792) (GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit (Thermo Scientific) استفاده شد. جهت تعیین کمیت DNA استخراج شده از روش اسپکتوفتومتر و دستگاه

نانودراپ استفاده گردید و جهت حصول اطمینان از کیفیت و کمیت DNA از الکتروفورز روی ژل آگارز ۰/۸ درصد با ولتاژ ۱۰۰ ولت الکتروفورز شدند. جهت اجرای واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) ترکیب مواد در داخل هر واکنش شامل DNA الگو ۵۰ng، بافر PCR (10X) به میزان ۱/۲۵ میکرولیتر، کلرید منیزیم ۲ میلی مولار، از هر dNTP به میزان ۰/۲ میلی مولار، آنزیم Taq پلی‌مراز به میزان ۱ واحد و ۰/۵ میکرومولار از هر آغازگر بود که در نهایت توسط آب مقطر به حجم ۱۲/۵ میکرو لیتر رسانده شد. شرایط انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمراز برای آغازگرها نیز به صورت زیر تنظیم شد: ابتدا محلول واکنش به مدت ۴ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتی گراد قرار گرفت سپس این محلول وارد مرحله دوم گردید که این مرحله به صورت ۳۵ چرخه و شرایط به این صورت تنظیم گردید: ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت یک دقیقه، دمای اتصال اختصاصی هر آغازگر (جدول ۲) به مدت یک دقیقه و ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت یک دقیقه و سی ثانیه بود و در نهایت برای تکثیر و گسترش نهایی محلول واکنش در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت هفت دقیقه نگهداری شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی گراد تا زمان الکتروفورز نگهداری شدند. از دستگاه ترمال سایکلر Bio-Rad مدل i-Cycler استفاده گردید.

جدول ۲- اطلاعات آغازگرهای بکار برده شده.

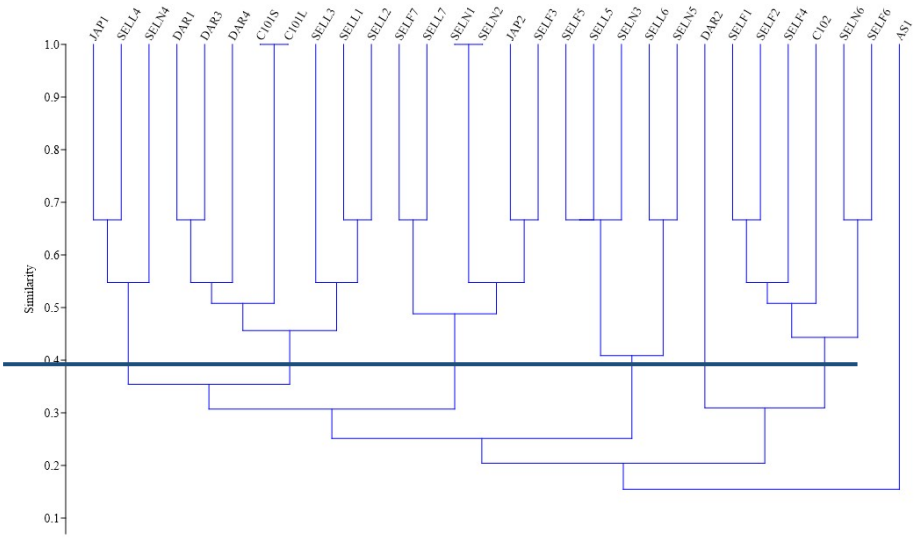
کد آغازگر	نام آغازگر	دمای اتصال	اندازه تقریبی
P1	FE861214	۵۸	۲۴۵
P2	CV699742	۶۰	۱۹۰
P3	FE861297	۵۹	۱۶۵
P4	CV013769	۵۶	۲۲۰
P5	FE942917.1	۵۴	۱۲۵

محصول PCR برای بررسی در ژل پلی اکریل آمید واسرشت‌ساز ۶٪ تفکیک و با روش نیترات نقره رنگ آمیزی شد. امتیاز دهی باندها به صورت صفر و یک انجام گرفت. تجزیه کلاستر توسط نرم‌افزار Past 4.03 بر اساس ضریب تشابه جاکارد و الگوریتم UPGA انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

برای مشخص نمودن بهترین ضریب تشابه و الگوریتم خوشه بندی جهت بررسی میزان تشابه نمونه‌ها و طراحی کلاستر ضریب کوفنتیک محاسبه شد. در این مطالعه به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس داده‌های مولکولی، برای مشخص نمودن شباهت‌های مابین نمونه‌ها ضریب‌های تشابه تطابق ساده، جاکارد و دایس مورد استفاده قرار گرفتند و همچنین برای رسم دندروگرام از الگوریتم‌های UPGMA، اتصال ساده، اتصال کامل استفاده شد. برای تک تک دندروگرام‌های حاصل ضریب کوفنتیک محاسبه گردید، که بر اساس این محاسبات مشخص گردید ضریب تشابه جاکارد و الگوریتم UPGMA با ضریب ۰/۷۱۵ بهترین الگوریتم خوشه‌بندی و ضریب تشابه می‌باشند. براساس ضریب تشابه جاکارد، ضرایب تشابه در محدوده بین ۰/۱۱ تا ۱/۰۰ با میانگین ۰/۳۳متغیر بود. دامنه تشابه در مطالعات پیشین برای گیاه چای با استفاده از نشانگرهای ISS ۰/۳۷۶ الی ۰/۸۸۰ با متوسط ۰/۶۲۶ (خیاوی و آزادی، ۱۴۰۲)؛ RAPD ۰/۴۳ الی ۰/۹۴ با متوسط ۰/۶۵ (فلک‌رو و همکاران، ۱۴۰۱) و SRAP ۰/۳۹۳ الی ۰/۹۳۳ (Khiavi et al., 2020) گزارش شده است.

بر اساس داده‌های حاصل از نشانگر SSR، ضریب تشابه جاکارد محاسبه شده و توسط الگوریتم UPGMA نمونه‌ها مورد تجزیه کلاستر قرار گرفتند. در کلاستر بدست آمده در سطح تشابه حدود ۴۰٪ نمونه‌ها در هفت گروه قرار گرفتند. شکل (۱) نمودار حاصل از داده‌های SSR و نحوه قرار گیری نمونه‌ها را نشان می‌دهد. تک نمونه آسام با توجه به مطالعات پیشین از بوته‌های انتخابی و ارقام مورد بررسی کاملا جدا شد. دو ژنوتیپ ۱۰۱ برگ بزرگ و ۱۰۱ برگ ریز نیز که بر اساس گزارشات منشا گرجستانی درند نیز با یکدیگر شباهت بالایی نشان دادند، از انجایی که تنها تفاوت اصلی مابین این دو ژنوتیپ به اندازه برگ آنها باز می‌گردد این امر طبیعی می باشد.



شکل ۱– داده‌های SSR و نحوه قرار گیری نمونه‌ها.

به طور کلی نتایج حاصل از کاربرد نشانگر SSR در بررسی میزان تنوع مابین ژنوتیپ‌های چای بیان می‌دارد که اختلافات زیادی مابین نمونه‌های چای کشت شده در مناطق چای کاری وجود دارد و این تفاوت با پراکنش جغرافیایی ارتباطی نشان نمی‌دهد.

منابع

خیاوی، ش. و آزادی گنبد، ر. ۱۴۰۲. ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی ژنوتیپ‌های چای منسوب به دارجلینگ در ایران با استفاده از نشانگرهای ISSR. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۱(۲): ۴۷–۶۳.

فلک‌رو، ک.، خیاوی، ش.، غلامی، م. و پورعزیزیان، س. ۲۰۲۲. نشانگرهای RAPD وسیله‌ای برای مشخص کردن روابط ژنتیکی گیاه چای در ایران. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۵(۱): ۴۲–۵۴.

نقوی، محمدرضا، بهزاد قره‌یاضی و قاسم حسینی سالکده. ۱۳۸۶. نشانگرهای مولکولی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۳۴ ص.

Jou-Ann, L., Wei-Chen, Y. and Ju-Ying, H. 2001. An assessment of genetic relationships in cultivated tea clones and native wild tea in Taiwan using RAPD and ISSR markers. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 43: 93–100.

Khiavi, Sh.J., Azadi Gonbad, R. and Falakro, K. 2020. Identification of genetic diversity and relationships of some Iranian tea genotypes using SRAP markers. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 3(1): 25–34.

Liang, C. and Yamaguchi, S. 2002. Genetic diversity and phylogeny of tea plant (*Camellia sinensis*) and its related species and varieties in the section Thea of genus Camellia determined by randomly amplified polymorphic DNA analysis. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77: 729–732.

Ma, J.Q., Yao, M.Z., Ma, C.L., Wang, X.C., Jin, J.Q., Wang, X.M. and Chen, L. 2014. Construction of a SSR-based genetic map and identification of QTLs for catechins content in tea plant (*Camellia sinensis*). PLoS ONE, 9(3): e93131.

Mondal, T.K. and Chand, P.K. 2002. Detection of genetic instability among the micropropagated tea (*Camellia sinensis*) plants. In Vitro Cellular & Developmental Biology–Plant, 37: 1–5.

Paul, S., Wachira, F.N., Powell, W. and Waugh, R. 1997. Diversity and genetic differentiation among populations of Indian and Kenyan tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) revealed by AFLP markers. Theoretical and Applied Genetics, 94(2): 255–263.

Wachira, F., Tanaka, J. and Takeda, Y. 2001. Genetic variation and differentiation in tea (*Camellia sinensis*) germplasm revealed by RAPD and AFLP variation. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 76(5): 557–563.

Wachira, F.N., Powell, W. and Waugh, R. 1997. An assessment of genetic diversity among *Camellia sinensis* L. (cultivated tea) and its wild relatives based on randomly amplified polymorphic DNA and organelle-specific STS. Heredity, 78(6).

Wickramaratne, M.R.T. 1981. Genotype-environment interactions in tea (*Camellia sinensis* L.) and their implications in tea breeding and selection. The Journal of Agricultural Science, 96(2): 471–478.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of Rooting Gel to Facilitate Adventitious Root Formation in Tea Cuttings

Koorosh Falakro[1*] and Shahin Jahangirzadeh Khiavi[1]
1. Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research,Education and Extension Organization (AREEO), Lahijan, Iran
Corresponding Author: kooroshfalakro@gmail.com

Abstract

Tea (*Camellia sinensis*) is the most consumed non-alcoholic beverage after water, playing a significant role in human health and the agricultural economy of Iran, particularly in the northern regions. The antioxidant compounds in tea, such as catechins, notably epigallocatechin gallate (EGCG), are valued for their protective effects against cardiovascular diseases, stroke, cancer, and Alzheimer's disease. Despite the long history of tea cultivation in Iran, the lack of high-yielding, high-quality cultivars remains a major challenge for the industry. Genetic diversity is the foundation for successful breeding programs and the conservation of tea germplasm. Simple Sequence Repeat (SSR) molecular markers, due to their high accuracy and ability to detect genetic polymorphisms, are effective tools for assessing genetic diversity. This study aimed to evaluate the genetic diversity and relationships within Iranian tea germplasm using SSR markers. Thirty samples, including imported cultivars and selected genotypes from tea research stations, were analyzed. DNA was extracted using a Thermo extraction kit and quantified via NanoDrop. PCR amplification was performed with specific primers, and the products were separated on 6% polyacrylamide gels. Cluster analysis was conducted using Past 4.03 software and the UPGMA algorithm. Results indicated that the Jaccard similarity coefficient combined with the UPGMA algorithm, with a cophenetic correlation coefficient of 0.715, was the most effective clustering method. The samples were grouped into seven clusters at a 40% similarity level, revealing high genetic diversity uncorrelated with geographical distribution. These findings can facilitate the identification of suitable parents for hybridization, enhancing key traits such as antioxidant content and green leaf yield, thereby contributing to the development of high-yielding, high-quality tea cultivars in Iran.

Keywords: Antioxidants, Breeding, Genetic diversity, SSR markers, tea.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد تولید ریشه‌های مویین به کمک *Rhizobium rhizogenes* در علوم باغبانی با تاکید بر تولید متابولیت‌های ثانویه

اسعد معروفی[1*]

۱-گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: *a.maroufi@uok.ac.ir*

چکیده

ریشه‌های مویین (*Hairy roots*) به‌عنوان یک سیستم کشت پایدار و پرتوان برای تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهی، از طریق انتقال ژن‌های پلاسمید Ri توسط باکتری *Rhizobium rhizogenes* ایجاد می‌شوند. این ریشه‌ها رشد سریع، خودکفایی در غیاب هورمون و ثبات ژنتیکی و بیوشیمیایی بالایی دارند. در علوم باغبانی، به‌ویژه برای گیاهان دارویی و باغی، استفاده از این فناوری می‌تواند تولید ترکیبات ارزشمند مانند فلاونوئیدها، بتالائین‌ها، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و پلی‌فنول‌ها را فراهم کند. این مقاله اهمیت این تکنولوژی در تولید متابولیتهای ثانویه در علوم باغبانی مدرن، فرآیند و عوامل مؤثر بر تولید و القاء و نمونه‌هایی از کاربرد ریشه های مویین در گیاهان بومی و بین‌المللی را مورد بحث قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ریشه‌های مویین، گیاهان دارویی و باغی، متابولیت‌های ثانویه، رنگدانه.

مقدمه

تولید ریشه‌های مویین از جمله پدیده‌های مهم در بیوتکنولوژی گیاهی است که با آلوده شدن سلول‌های گیاه توسط باکتری *Rhizobium rhizogenes* یا *Agrobacterium rhizogenes* سابق و انتقال بخش T-DNA پلاسمید Ri به ژنوم گیاه ایجاد می‌شوند. ژن‌های *rol* (rooting locus) باعث ایجاد تغییرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک در سلول‌های گیاهی شده و ریشه‌هایی با رشد سریع، پرشاخه و پایدار ایجاد می‌کنند که کاملا با ریشه های معمولی گیاهان متفاوتند. به طور خلاصه ویژگیها و اهمیت این سیستم بیوتکنولوژیکی در علوم باغبانی شامل موارد زیر است: ۱- رشد خودکفا، بدون نیاز به هورمونهای گیاهی(تنظیم کننده های رشد گیاهی) که کاهش هزینه و سادگی فرآیند کشت را فراهم می کند. ۲- پایداری ژنتیکی و متابولیکی که تولید پایدار متابولیت‌های ثانویه گیاهان باغی و دارویی را در طولانی‌مدت مهیا می کند. ۳- انعطاف‌پذیری ژنتیکی که امکان ویرایش ژنومی و مهندسی متابولیک را فراهم می کند. ۴- سرعت رشد بالا که تولید سریع زیست توده (بایومس) و ترکیبات فعال زیستی و متابولیتهای ثانویه گیاهان باغی را فراهم می کند. از مهمترین این ترکیبات می توان به رنگدانه‌های گیاهی اشاره کرد که مهمترین این رنگدانه ها شامل فلاونوئیدها، بتالائین‌ها و آنتوسیانین‌ها است. که در صنایع داروسازی (بسیاری از این رنگدانه‌ها دارای خواص دارویی هستند و در ساخت داروهای ضد سرطان، ضد التهاب، و ضد میکروبی به کار می‌روند)، صنایع غذایی (خیلی از رنگدانه‌های گیاهان باغی به عنوان رنگ‌های طبیعی در تولید مواد غذایی و نوشیدنی‌ها استفاده می‌شوند)، صنعت آرایشی و بهداشتی(برخی از این رنگدانه‌ها در تولید محصولات آرایشی و بهداشتی به کار می‌روند) و بلاخره در کشاورزی(برخی از این رنگدانه‌ها به عنوان ترکیبات محافظ در برابر آفات و بیماری‌ها در گیاهان استفاده می‌شوند). بنابراین این فناوری در باغبانی مدرن برای تولید ترکیبات دارویی، عطرها، رنگدانه‌ها و ترکیبات محافظتی گیاهی و نیز در به‌نژادی و مطالعات ژنتیکی کاربرد دارد. علاوه بر این این سیستم کاربردهای متنوعی شامل باززایی گیاه کامل (Regeneration)، تولید پروتئین‌های نوترکیب (Recombinant Protein) و مطالعات کریسپر ژنها می‌باشد (Jedličková et al., 2023).

فرآیند القاء ریشه‌های مویین (Hairy root) در گیاهان و عوامل مؤثر بر آن

در شکل ۱ فرایند ساده شده القاء ریشه های مویین مشاهده می شود. به طور کلی عوامل زیر مهمترین اثر را بر القاء ریشه های مویین نشان می دهند.

۱– نوع و سن ریز نمونه (Explant) نوع نمونه نقش کلیدی در القاء ریشه های مویین دارد؛ به طور مثال، برگ‌های کشت‌شده در محیط درون شیشه ای (*in vitro*)معمولا عملکرد بسیار بهتری نسبت به ساقه یا برگ‌های رشد یافته در محیطهای *in vivo* دارند. به عنوان مثال گزارش شده است که برگ‌های *in vitro* با سن حدود ۲۱ روز بیش از ۸۰٪ کارایی القائ ریشه بیشتری را با سویه A13 داشته‌اند (Yutao et al., 2024; Sharafi et al., 2014).

۲– سویه*R. rhizogenes* کارایی القائ ریشه بسته به سویه انتخابی متفاوت است. برای مثال، ATCC 15834، A4، A13و ATCC 13333در گونه‌های مختلف، میزان عکس العمل متفاوتی را نشان داده‌اند (Sathasivam et al., 2022; Amini et al., 2024)

۳– غلظت باکتری(OD600) غلظت مناسب باکتری مثلاً OD600 حدود ۰/۶–۰/۳ بسته به گونه برای القای مؤثر ریشه لازم است. غلظت بیش از حد ممکن است باعث نکروز بافت‌ها و کاهش راندمان گردد (Sathasivam et al., 2022).

۴– مدت زمان آلودگی (Infection time) و زمان هم‌کشتی(Co-cultivation) زمان آلودگی بین ۲۰ تا ۶۰ دقیقه معمولاً موثر است؛ برای برخی گونه‌ها حدود۶۰ دقیقه مناسب ترین بوده است. دوره هم‌کشتی به طور معمول بین ۲ تا ۳ روز (۷۲–۴۸ ساعت) راندمان بالایی نشان داده است (Amini et al., 2024).

۵– حضور استوسیرینگون (Acetosyringone) که یک ترکیب فنولی است و آغشته‌شدن ریز نمونه ها با آن در زمان هم‌کشتی برای فعال‌سازی ژن‌های باکتری و افزایش توان آلودگی بسیار مهم است و نبود آن ممکن است باعث عدم القاء ریشه شود (Sharafi et al., 2014).

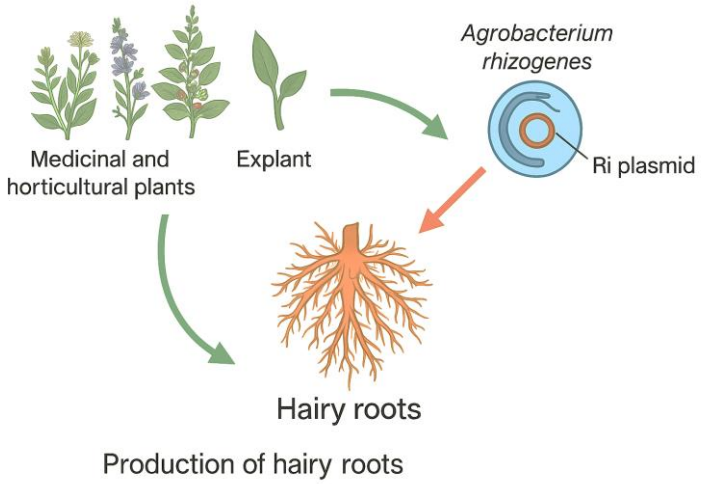
۶– محیط کشت و ترکیبات آن، ترکیباتی همچون اسید آسکوربیک، اسید سیتریک یا هورمون‌هایی مانند NAA در محیط کشت برای افزایش رشد ریشه و کاهش قهوه‌ای شدن بافت‌ها کاربرد دارند. برای مثال، B5 خاوی NAA 1.5 mg/L نتایج مظلوبی را در برخی مطالعات نشان داده است (Yutao et al., 2024; Amini et al., 2024).

پس از القای موفق ریشه ها، خطوط (ریزوکلون های) مختلف ریشه مویین ایجاد می‌شوند، که در قدرت رشد بیوماس و تولید متابولیت ثانویه تفاوت دارند. بنابراین انتخاب مناسب‌ترین ریزوکلون برای تولید در مقیاس صنعتی الزامی است (Gai et al., 2015). به علاوه با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی کشت (مانند افزودن پیش‌سازها، استفاده از الیسیتورها و کنترل دقیق شرایط فیزیکوشیمیایی)، می‌توان تولید ترکیبات فعال زیستی را چندین برابر افزایش داد. داده‌های تجربی نشان داده‌اند که در برخی گونه‌ها، غلظت متابولیت‌های خاص در ریشه‌های مویین ۳–۵ برابر بیشتر از گیاه کامل است (Bulgakov et al., 2008). در نهایت، توسعه و تجاری‌سازی فناوری ریشه‌های مویین می‌تواند نقش کلیدی در حفاظت از تنوع زیستی، تولید پایدار محصولات با ارزش افزوده و پیشرفت علوم باغبانی ایفا کند. در جدول ۱ نمونه‌هایی از گیاهان دارویی و باغی که در کشت ریشه مویین برای تولید متابولیت‌های ثانویه هدف مورد استفاده قرار گرفته اند، ذکر شده است.

نتیجه‌گیری

ریشه‌های مویین حاصل از آلودگی با *Rhizobium rhizogenes* یک فناوری کلیدی و پایدار برای تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان باغی و دارویی است. ویژگی‌هایی همچون رشد سریع بدون هورمون، پایداری ژنتیکی و قابلیت مهندسی ژنومی، این سیستم را به ابزار ارزشمندی برای تحقیقات و تولید صنعتی ترکیبات با ارزش در گیاهان باغی تبدیل کرده است. همچنین این سیستم می‌تواند جایگزینی مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست برای کشت‌های سنتی باشد .استفاده از فناوری‌های نوین مانند CRISPR/Cas9 و بیوراکتورهای

پیشرفته، ظرفیت این فناوری را برای کاربردهای علمی و تجاری افزایش می‌دهد. تمرکز بر گونه‌های بومی ایران در استفاده از این فناوری می‌تواند ارزش افزوده بالایی ایجاد کند.



شکل ۱- شماتیک تولید ریشه مویین از گیاهان دارویی و باغی.

جدول ۱– نمونه‌هایی از گیاهان دارویی و باغی در کشت ریشه مویین با متابولیت‌های هدف.

گونه گیاهی	نام علمی	متابولیت(های) هدف
کاسنی	*Cichorium intybus*	اینولین، فروکتان‌ها
همیشه‌بهار	*Calendula officinalis*	فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها
جنسینگ هندی	*Withania somnifera*	ویتانولیدها
باریجه	*Thymus kotschyanus*	تیمول، کارواکرول
استبرق	*Arnebia euchroma*	شیکونین
گل رز	*Rosa hybrida*	آنتوسیانین‌ها، اسانس
مرکبات	*Citrus spp.*	فلاونوئیدها، هسپریدین
انگور	*Vitis vinifera*	رزوراترول (Resveratrol)

منابع

Amini, S., Fattahi, M. and Nazemiyeh, H. 2024. Optimization of induction and hairy root culture establishment in two mullein species, *Verbascum erianthum* and *Verbascum stachydiforme*. Scientific Reports, 14: 5636.

Bulgakov, V.P., Aminin, D.L., Shkryl, Y.N., Gorpenchenko, T.Y., Veremeichik, G.N., Dmitrenok, P.S. and Zhuravlev, Y.N. 2008. Suppression of reactive oxygen species and enhanced stress tolerance in *Rubia cordifolia* cells expressing the *rolC* oncogene. Molecular Plant-Microbe Interactions, 21(12): 1561–1570.

Gai, Q.Y., Jiao, J., Luo, M., Wei, Z.F., Zu, Y.G., Ma, W. and Fu, Y.J. 2015. Establishment of hairy root cultures by *Agrobacterium rhizogenes*-mediated transformation of *Isatis tinctoria* L. for the efficient production of flavonoids and evaluation of antioxidant activities. PLoS ONE, 10(3): e0119022.

Jedličková, V., Štefková, M., Sedláček, M., Panzarová, K. and Robert, H.S. 2023. Hairy root transformation and regeneration in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica napus*. Journal of Visualized Experiments, 202: 66223.

Sathasivam, R., Choi, M., Radhakrishnan, R., Kwon, H., Yoon, J., Yang, S.H., Kim, J.K., Chung, Y.S. and Park, S.U. 2022. Effects of various *Agrobacterium rhizogenes* strains on hairy root induction and analyses of primary and secondary metabolites in *Ocimum basilicum*. Frontiers in Plant Science, 13: 983776.

Sharafi, A., Sohi, H.H., Azadi, P. and Sharafi, A.A. 2014. Hairy root induction and plant regeneration of medicinal plant *Dracocephalum kotschyi*. Physiological and Molecular Biology of Plants, 20(2): 257–262.

Yan, Z., Liu, S., Zhang, J., Huang, G., Duan, L. and Ye, Y. 2020. Optimizing hairy root production from explants of *Phyllanthus hainanensis*, a shrub used for traditional herbal medicine. Frontiers of Agricultural Science and Engineering, 7(4): 513–522.

Zhu, Y., Zhu, X., Wen, Y., Wang, L., Wang, Y., Liao, C., Zhao, M., Li, T., Liu, D., Li, B., Zhu, T. and Wang, L. 2024. Plant hairy roots: Induction, applications, limitations and prospects. Industrial Crops and Products, 219: 119104.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of *Rhizobium rhizogenes*-Mediated Hairy Root Production in Horticultural Sciences with Emphasis on Secondary Metabolite Production

Asad Maroufi[1*]
1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[*]*Corresponding author: a.maroufi@uok.ac.ir*

Abstract

Hairy roots, induced through the transfer of Ri plasmid genes by *Rhizobium rhizogenes*, represent a stable and highly productive *in vitro* culture system for the production of plant secondary metabolites. These roots are characterized by rapid growth, hormone-independent proliferation, and high genetic and biochemical stability. In horticultural sciences—particularly for medicinal and ornamental plants—this technology offers a promising approach for the biosynthesis of valuable compounds such as flavonoids, betalains, anthocyanins, carotenoids, and polyphenols. This article highlights the significance of hairy root technology in modern horticulture for secondary metabolite production, discusses the induction process and key influencing factors, and presents examples of its applications in both native and international plant species.

Keywords: Hairy roots, Medicinal and ornamental plants, Secondary metabolites, Pigments.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه تاثیر الیسیتور بر ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی شیرین‌بیان در شرایط درون شیشه‌ای

حمیدرضا شکاری[۱]، بهاره کاشفی[۱*] و مهدی نعیمی[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران
۲-گروه گیاهپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران
*نویسنده مسئول: *bahareh.kashefi@gmail.com*

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra L.*) در شرایط درون‌شیشه‌ای، آزمایشی در آزمایشگاه کشت بافت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح اسید سالیسیلیک (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرومولار) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بودند. صفاتی نظیر تعداد ریزنمونه، طول و تعداد شاخه و ضریب ازدیاد اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. نتایج نشان داد اسید سالیسیلیک بر اکثر صفات تأثیر معنی‌دار داشت؛ به‌طوری‌که در غلظت ۲۰۰ میکرومولار بیشترین تعداد شاخه، ضریب ازدیاد به دست آمد. آنالیز GC-MS اندام هوایی نشان داد که تعداد ترکیبات شناسایی‌شده از ۲۹ ترکیب در شاهد به ۲۵ ترکیب در تیمار ۳۰۰ میکرومولار کاهش یافت و ترکیباتی نظیر گلیسریزیک اسید و لیکوچالکون A در تیمارهای حاوی اسید سالیسیلیک افزایش نسبی داشتند. ضریب همبستگی بین تعداد ریزنمونه و تعداد شاخه مثبت و معنی‌دار بود. بر اساس نتایج، اسید سالیسیلیک با تعدیل فرآیندهای فیزیولوژیکی و مسیرهای بیوسنتزی می‌تواند به‌عنوان محرکی مؤثر برای افزایش متابولیت‌های ثانویه و بهبود کیفیت گیاه شیرین‌بیان در شرایط کشت بافت استفاده شود.

کلمات کلیدی: اسید سالیسیلیک، کشت بافت، متابولیت ثانویه، *Glycyrrhiza glabra* L.، GC-MS.

مقدمه

شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra L.*) یکی از گیاهان دارویی مهم در جهان و ایران است که به دلیل دارا بودن گلیسریزیک اسید، ترکیبات ساپونینی و فلاونوئیدی، خواص درمانی متعددی از جمله اثرات ضدالتهابی، ضدویروسی، ضدسرطانی و محافظت‌کننده کبد دارد. به دلیل محدودیت‌هایی مانند کاهش منابع طبیعی، تغییرات اقلیمی و بازده پایین مواد مؤثره، استفاده از روش‌های نوین کشت و تولید، به‌ویژه کشت بافت، اهمیت زیادی پیدا کرده است (Wahab et al., 2021).

الیسیتورها، به عنوان محرکهای فیزیکی یا ترکیبات شیمیایی با منشأ زیستی و غیرزیستی هستند که می‌توانند پاسخ‌هایی را در گیاه القاء کرده که باعث سنتز و تجمع متابولیتهای ثانویه در سلولها شوند. الیسیتورها برای گیاه، یکسری پیام‌های شیمیایی را ارسال نموده که سبب رهاشدن پاسخهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و تجمع فیتوالکسین می‌شود. طی پاسخ به سیگنال الیسیتور، سیستم دفاعی گیاه فعال میشود و درنتیجه بیان ژنهای دفاعی، متابولیت‌های ثانویه تجمع می‌یابند (Bharti et al., 2023). اسید سالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی و فیتوهورمون کلیدی است که به صورت اسیدهای فنولیک آزاد یا همراه با ترکیبات آمینه در گیاه وجود دارد و در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نقش دارد، غلظت داخلی آن نقش محافظتی در برابر عوامل بیماریزا فعال می‌کند. تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک بر رشد و نمو و بهبود عملکرد و کیفیت گیاه از جمله القای مقاومت سیستمیک، کاهش تنش اکسیداتیو و تحریک مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های ثانویه حائز اهمیت می باشد (رسولی و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تیمار گیاهان دارویی با اسید سالیسیلیک موجب افزایش تولید ترکیبات فعال و بهبود ویژگی‌های رشدی می‌شود. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که استفاده از الیسیتورها مانند اسید سالیسیلیک می‌تواند به‌طور مؤثری متابولیت‌های ثانویه را در گیاهان دارویی افزایش دهد. پژوهش ها نشان داد که تیمار گیاهان دارویی با اسید سالیسیلیک در غلظت‌های بهینه، نه‌تنها رشد رویشی را بهبود می‌بخشد، بلکه باعث افزایش تولید ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی می‌شود

(Zhang et al. 2022). همچنین گزارش شده است که اسید سالیسیلیک با فعال‌سازی مسیرهای سیگنالینگ دفاعی، بیان ژن‌های مرتبط با سنتز متابولیت‌های ثانویه را تنظیم می‌کند. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی در مورد نقش اسید سالیسیلیک در القای مقاومت و افزایش ترکیبات دارویی همسو است (Li et al., 2021). در پژوهش خود روی گیاهان کشت‌بافتی نشان دادند که اسید سالیسیلیک می‌تواند به‌عنوان یک عامل کلیدی در افزایش بازده تولید متابولیت‌های باارزش مانند گلیسریزیک اسید عمل کند. این نتایج اهمیت استفاده از تکنیک‌های نوین کشت بافت را در تولید انبوه گیاهان دارویی با کیفیت بالا تأیید می‌کند (Wang et al. 2023). با توجه به اهمیت اقتصادی شیرین‌بیان و نقش بالقوه اسید سالیسیلیک در بهبود تولید و کیفیت این گیاه، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی شیرین‌بیان در شرایط کشت بافت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در هر تکرار سه ریزنمونه در آزمایشگاه کشت بافت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان اجرا شد. بذرهای شیرین بیان از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. به منظور ضدعفونی بذور ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه در مجاورت آب روان آبشویی شده و سپس داخل هیپوکلرید سدیم ۱ درصد به مدت ۱۰ دقیقه همراه با ۲ تا ۳ قطره توین ۲۰ قرار گرفتند، آبشویی نمونه‌ها در زیر هود لامینار سه بار با آب مقطر استریل انجام شد. ریزنمونه جهت انجام آزمایش از بخش گره ساقه گیاهچه‌های کشت بافتی ۲۰ روزه استریل تهیه و به محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS) حاوی ۳۰ گرم در لیتر ساکارز، ۷ گرم در لیتر آگار و pH حدود ۷/۵ منتقل شدند. تیمارهای اسید سالیسیلیک شامل چهار غلظت (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرومولار) بودند که به محیط پایه اضافه شدند. شرایط رشد شامل دمای ۲۵±۲ درجه سانتی‌گراد، نور فلورسنت با شدت ۳۰۰۰ لوکس و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی/۸ ساعت تاریکی بود. باززایی ریزنمونه‌ها پس از حدود ۲ ماه ارزیابی شد. صفات مورد بررسی تعداد ریزنمونه، تعداد شاخه، ضریب ازدیاد و طول شاخه اندازه‌گیری شد.

به منظور تجزیه ترکیبات موثره، از قطعات خشک و پودر شده گیاه با کمک اتانول ۷۰٪ با نسبت ۱: ۱۰ عصاره تهیه گردید و تغلیظ شد. عصاره‌ها با استفاده از دستگاه GC-MS (Agilent 7890B, USA) از طریق تزریق ستون کروماتوگرافی با تری متیل سیلیل (TMS) جداسازی شدند. هلیوم به عنوان گاز حامل در جریان ۱.۲۱ میلی‌لیتر بر دقیقه، فشار ورودی ۸۵.۴ کیلوپاسکال و دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد انجام شد. طیف‌های جرمی در ۷۰ eV با فاصله اسکن ۰/۵ ثانیه ثبت شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر تمامی صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری داشت ($P<0.05$). بیشترین طول شاخه و ضریب ازدیاد در غلظت ۲۰۰ میکرومولار و بالاترین تعداد شاخه و ریزنمونه در غلظت ۳۰۰ میکرمولار و کمترین صفات در شاهد مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر مقادیر مختلف هورمون سالیسلیک اسید بر روی متغییرهای مورد بررسی در گیاه شیرین‌بیان در شرایط درون شیشه ای.

هورمون	طول شاخه (سانتیمتر)	ضریب ازدیاد	تعداد شاخه	تعداد ریز نمونه
۰	3.08 ^{b}	1.48 ^{c}	14.00 ^{c}	9.33 ^{c}
۱۰۰	3.83 ^{b}	2.00 ^{b}	22.00 ^{b}	11.00 ^{bc}
۲۰۰	6.17 ^{a}	2.76 ^{a}	37.33 ^{a}	13.67 ^{ab}
۳۰۰	5.67 ^{a}	2.61 ^{a}	38.33 ^{a}	14.67 ^{a}

نتایج GC-MS بیانگر تغییر در ترکیب و تنوع متابولیت‌های ثانویه تحت تأثیر اسید سالیسیلیک بود. در تیمار ۱۰۰ میکرومولار بیشترین تعداد ترکیب شناسایی‌شده (۲۹ ترکیب) وجود داشت و در تیمار ۳۰۰ میکرومولار غلظت گلیسریزیک اسید و لیکوچالکون A افزایش یافت. این نتایج هم‌خوان با گزارش در گیاهان دارویی است که نشان دادند اسید سالیسیلیک مسیرهای بیوسنتزی فنیل‌پروپانوئید را تحریک می‌کند.

بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که تعداد ریزنمونه با تعداد شاخه (r=0.87**) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. این موضوع بیانگر آن است که رشد رویشی بهتر با افزایش ترکیبات دارویی همراه بوده است. مطالعات مشابه نشان داده‌اند که اسید سالیسیلیک موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و سنتز متابولیت‌های ثانویه می‌شود. یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات اخیر در مورد اثرات اسید سالیسیلیک بر متابولیت‌های ثانویه سازگاری دارد. محققین در بررسی خود روی گیاهان دارویی گزارش کردند که تیمار با اسید سالیسیلیک در غلظت ۲۰۰ میکرومولار منجر به افزایش معنادار ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد (Chen et al., 2020). همچنین، نشان دادند که اسید سالیسیلیک با تعدیل مسیرهای بیوسنتزی، تولید متابولیت‌های ثانویه مانند گلیسریزیک اسید را در گیاه شیرین‌بیان افزایش می‌دهد (Liu et al., 2022). در مطالعه‌ای مشابه گزارش کردند که ترکیب اسید سالیسیلیک با سایر الیسیتورها می‌تواند اثرات سینرژیستی در افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه داشته باشد (Zhao et al., 2023). این نتایج تأیید می‌کند که اسید سالیسیلیک می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر در بهبود کیفیت و کمیت ترکیبات دارویی گیاه شیرین‌بیان در شرایط کشت بافت مورد استفاده قرار گیرد و با تغییر الگوی بیوسنتز، موجب افزایش تولید ترکیبات با ارزش دارویی گردد. این یافته‌ها راه‌های جدیدی را برای تحقیقات آینده در زمینه بهینه‌سازی شرایط کشت بافت گیاهان دارویی باز می‌کند.



شکل ۱– تصویر نمونه‌ها.

منابع

رسولی، س.ف.، قلیپور، م.، جهانبین، ک. و اصغری، ح.ر. ۱۳۹۷. اثر اسید سالیسیلیک و اسید جاسمونیک در القای تنش اکسیداتیو، افزایش مقاومت و عملکرد در سرخارگل. مجله تولید گیاهان زراعی، ۱۱(۲): ۱۰۹–۱۲۲.

Bharti, P.K., Singh, S.K. and Kumari, S. 2023. Elicitors: Role in secondary metabolite production in medicinal plants. In: *Genetic Manipulation of Secondary Metabolites in Medicinal Plant*, pp. 147–178.

Chen, X., Wang, Y., Li, Z. and Zhang, H. 2020. Salicylic acid-induced metabolic changes in medicinal plants under in vitro conditions. Phytochemistry Letters, 38: 101–109.

Li, H., Wang, J., Liu, Y. and Zhang, Q. 2021. Role of salicylic acid in regulating secondary metabolite biosynthesis in *Glycyrrhiza glabra*. Journal of Plant Growth Regulation, 40(3): 1125–1137.

Liu, R., Chen, L., Zhang, Y. and Wei, C. 2022. Elicitation of secondary metabolites in *Glycyrrhiza glabra* by salicylic acid: A transcriptomic and metabolomic approach. BMC Plant Biology, 22(1): 1–15.

Rivas-San Vicente, M. and Plasencia, J. 2011. Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development. Journal of Experimental Botany, 62: 3321–3338.

Wahab, S.H., Annadurai, S., Abullais, S.H. and Das, G. 2021. *Glycyrrhiza glabra* (Licorice): A comprehensive review on its phytochemistry, biological activities, clinical evidence and toxicology. Plants, 10: 27–51.

Wang, J., Li, X., Zhao, M. and Yang, L. 2023. Optimizing in vitro culture conditions for enhanced glycyrrhizic acid production in licorice. Industrial Crops and Products, 191: 115–123.

Zhang, Y., Liu, H., Wang, X. and Sun, W. 2022. Salicylic acid enhances secondary metabolite production in medicinal plants through defense pathway activation. Plant Physiology and Biochemistry, 180: 45–53.

Zhao, L., Wu, J., Li, F. and Chen, R. 2023. Synergistic effects of salicylic acid and jasmonic acid on secondary metabolite accumulation in plant tissue culture. Frontiers in Plant Science, 14: 1–12.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of Elicitor on Growth and Biochemical Characteristics of Glycyrrhiza glabra in Vitro Conditions

Hamid Reza Shakary[1*], Bahare Kashefi[1] and Mehdi Naeimi[2]
1. Department of Horticultural Science, Islamic Azad University, Damghan Branch, Iran
2. Department of Plant Protection, Islamic Azad University, Damghan Branch, Iran
Corresponding author: Bahareh.kashefi@gmail.com

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of different concentrations of salicylic acid (SA) on the growth and biochemical traits of licorice (*Glycyrrhiza glabra L.*) under in vitro conditions. The experiment was arranged in a completely randomized design with three replications and four SA concentrations (0, 100, 200, and 300 µM). Traits such as number of explants, shoot number, multiplication rate and shoot length were measured. Data were analyzed using SAS and means were compared by Duncan's test at 5% probability level. The results showed that SA had significant effects on most traits. The highest shoot number and multiplication rate were recorded at 200 µM. GC-MS analysis revealed changes in secondary metabolite profiles, with glycyrrhizic acid and licochalcone A levels increased under SA treatment. Positive correlations were found between explant number and shoot number (r=0.95**). It can be concluded that SA is an effective elicitor to enhance secondary metabolite production and improve licorice quality under in vitro culture.

Keywords: *Glycyrrhiza glabra* L., GC-MS, Salicylic acid, Secondary metabolite, Tissue culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر غلظت‌های مختلف ۲، ۴-D بر رشد گیاهچه و تولید استویوزید در *Stevia rebaudiana* تحت شرایط کشت بافت

بهمن محمودجانلو[۱] و بهاره کاشفی[۲*]

۱- گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران
* نویسنده مسئول: *bahareh.kashefi@gmail.com*

چکیده

در این مطالعه، تأثیر غلظت‌های مختلف ۲، ۴-D بر صفات مورفولوژیکی و تولید متابولیت ثانویه استویوزید در گیاه دارویی *Stevia rebaudiana* تحت شرایط کشت بافت بررسی شد. قطعات رویشی گیاه در محیط کشت MS حاوی ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر ۲، ۴-D کشت داده شدند و پس از ۳۰ روز، صفات رشدی شامل ارتفاع گیاهچه، سطح برگ، وزن تر و خشک گیاهچه و میزان استویوزید با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که کمترین غلظت ۲،۴-D (۱ میلی‌گرم بر لیتر) بیشترین میزان استویوزید (۱۴.۶۶ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) را نسبت به تیمار شاهد (۱۰.۵۰ میلی‌گرم بر گرم) افزایش داد. با این حال، این تیمار باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع گیاهچه و سطح برگ شد. در مقابل، تیمار ۲ میلی‌گرم بر لیتر ۲، ۴-D بیشترین وزن تر (۷۳ میلی‌گرم) و خشک (۳۶ میلی‌گرم) را تولید کرد، در حالی که ارتفاع گیاهچه و سطح برگ نسبت به شاهد کاهش یافت. با افزایش غلظت ۲، ۴-D به بیش از ۳ میلی‌گرم بر لیتر، تولید استویوزید و صفات رشدی به‌طور کلی کاهش یافت. تجزیه واریانس داده‌ها (SPSS 24.0) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن ($p<0.05$) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان داد. بنابراین، استفاده از غلظت پایین ۲، ۴-D (۱ میلی‌گرم بر لیتر) برای افزایش تولید استویوزید مؤثر است، اما با کاهش رشد رویشی همراه است. این یافته‌ها بر دو نقش متفاوت ۲، ۴-D به عنوان القاکننده متابولیت ثانویه و مهارکننده رشد تأکید دارند.

کلمات کلیدی: استویا، ارتفاع گیاهچه، تنظیم کننده رشد، سطح برگ، وزن تر و خشک.

مقدمه

Stevia rebaudiana Bertoni، گیاهی چندساله از تیره کاسنی (Asteraceae)، به‌عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی بدون کالری شناخته می‌شود که به دلیل داشتن ترکیبات گلیکوزیدی دی‌ترپنوئیدی، به‌ویژه استویوزید و ربادیوزید A مورد توجه صنایع غذایی و دارویی قرار گرفته است (Lemus-Mondaca et al., 2012). این ترکیبات به دلیل شیرینی بسیار بالا (۳۰۰ برابر ساکارز)، عدم اثر بر قند خون و خواص ضد دیابتی و ضد فشار خون، جایگزین مناسبی برای قند محسوب می‌شوند (Mandal et al., 2015). با این حال، تولید این ترکیبات در شرایط طبیعی تحت تأثیر عوامل محیطی، تغذیه و تنش‌های زیستی و غیرزیستی قرار دارد که باعث نوسان در میزان تولید آن‌ها می‌شود.

در سال‌های اخیر، کشت بافت گیاهی به‌عنوان یک روش کنترل‌شده برای تولید مداوم و پایدار ترکیبات ثانویه مطرح شده است. در این سیستم‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (PGRs) نقش کلیدی در تنظیم رشد و تولید متابولیت‌های ثانویه دارند. از جمله این تنظیم‌کننده‌ها، ۲، ۴-دی‌کلروفنوکسی استیک اسید، به‌عنوان یک آئوکسین مصنوعی، در غلظت‌های پایین می‌تواند تولید ترکیبات ثانویه را القا کند (Bayraktar et al., 2016). با این حال، در غلظت‌های بالا، این ماده باعث ایجاد استرس اکسیداتیو، اختلال در تقسیم سلولی و کاهش رشد می‌شود (Schrader et al., 1999).

مطالعات نشان داده‌اند که ۲، ۴-D با القای بیان ژن‌های کلیدی مانند UGT74G1 و UGT76G1 که در مسیر زیست‌سنتز استویوزید نقش دارند، تولید این ترکیب را افزایش می‌دهد (Richman et al., 1999). با این حال، این اثر به‌شدت وابسته به غلظت است و غلظت‌های

بالا می‌توانند بیان این ژن‌ها را مهار کنند. از این رو، بهینه‌سازی غلظت ۲، ۴-D برای دستیابی به حداکثر تولید ترکیبات شیرین‌کننده از اهمیت بالایی برخوردار است.

مطالعات اخیر (۲۰۱۹–۲۰۲۳) نیز بر اهمیت استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در بهینه‌سازی تولید متابولیت‌های ثانویه تأکید داشته‌اند. به‌عنوان مثال، Farjaminezhad و Garoosi (۲۰۱۹) نشان دادند که ترکیب ۲، ۴-D با سایر القاکننده‌ها می‌تواند تولید استویوزید را در کالوس Stevia افزایش دهد. همچنین، مطالعات اخیر بر نقش استرس‌های کنترل‌شده در القای تولید ترکیبات ثانویه تأکید دارند (Tavarini et al., 2018). با این حال، اطلاعات دقیقی در مورد اثر غلظت‌های مختلف ۲، ۴-D بر دو ترکیب اصلی استویوزید و رباودیوزید A در شرایط کشت بافت وجود دارد که نیاز به بررسی دقیق دارد.

هدف از این مطالعه، بررسی اثر غلظت‌های مختلف ۲، ۴-D بر تولید استویوزید و صفات رشدی شامل ارتفاع گیاهچه، سطح برگ، وزن تر و خشک در گیاه *Stevia rebaudiana* تحت شرایط کشت بافت است. با توجه به اهمیت این ترکیبات در صنایع غذایی و دارویی، یافتن غلظت بهینه ۲، ۴-D می‌تواند به افزایش بازده تولید این متابولیت‌ها در مقیاس صنعتی کمک کند.

مواد و روش‌ها

قطعات رویشی (ریزنمونه) گیاه *Stevia rebaudiana* از شرکت کشت بافت در پارک علم و فناوری ساری تهیه شد. از قطعات ساقه به طول ۱۰–۱۵ سانتی‌متر که دارای جوانه‌های جانبی بودند، استفاده شد. ریزنمونه ها قبل از کشت استریل شدند که شامل شست‌وشوی اولیه با آب روان به مدت ۵ ساعت، ضدعفونی با الکل ۷۰٪ به مدت ۱ دقیقه، غوطه‌وری در سدیم هیپوکلرایت ۱.۵٪ به مدت ۱۵ دقیقه و شست‌شوی نهایی با آب مقطر استریل چهار بار بود. پس از استریلیزاسیون، ریزنمونه ها در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS) حاوی غلظت‌های مختلف ۲، ۴-D (۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر) کشت داده شدند. محیط کشت MS به دلیل ترکیب متعادل مواد معدنی و قابلیت پشتیبانی از رشد بهینه گیاهچه‌ها، به عنوان محیط پایه انتخاب شد. pH محیط کشت به ۵.۸ تنظیم شد و پس از افزودن آگار (۸ گرم بر لیتر)، محیط‌ها در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱.۵ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شدند. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی (CRD) با ۵ تکرار برای هر تیمار انجام شد. هر تکرار شامل ۵ شیشه کشت بود که هر کدام حاوی ۳ ریزنمونه بودند. کشت‌ها در محفظه رشد با دمای ۲۵ ± ۲ درجه سانتی‌گراد، دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی و شدت نور ۳۰۰۰ لوکس به مدت ۴۵ روز نگهداری شدند. کشت های مجدد نمونه ها، هر ۲۱ روز یک‌بار انجام شد تا از تهی شدن مواد مغذی جلوگیری شود. پس از ۴۵ روز، صفات رشدی شامل ارتفاع گیاهچه (از پایه تا نوک بخش هوایی)، سطح برگ، وزن تر (وزن کل گیاهچه بلافاصله پس از برداشت) و وزن خشک (پس از خشک‌کردن گیاهچه‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا دستیابی به وزن ثابت) اندازه‌گیری شدند. برای تعیین میزان استویوزید، برگ‌های خشک‌شده آسیاب شدند و عصاره‌گیری با متانول انجام شد. نمونه‌ها پس از فیلتراسیون از میلی‌پور ۰.۴۵ میکرون، با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC، Knauer، آلمان) تجزیه و تحلیل شدند. ستون استفاده‌شده C-18 (TSKgel ODS، ۵ میکرون، ۴.۶ × ۲۵۰ میلی‌متر) بود و فاز متحرک مخلوطی از استونیتریل و آب (۲۵:۷۵ v/v) با دبی ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. طول موج تشخیص ۲۱۰ نانومتر و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر بود. کالیبراسیون با استانداردهای خالص استویوزید انجام شد و مقدار ترکیب بر اساس منحنی کالیبراسیون محاسبه شد. داده‌های حاصل از سه تکرار آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS 24.0 تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ($p<0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که غلظت ۲، ۴-D تأثیر معنی‌داری ($p<0.01$) بر صفات رشدی و تولید استویوزید در *Stevia rebaudiana* دارد. بیشترین میزان استویوزید (۱۴.۶۶ ± ۱.۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در تیمار حاوی ۱ میلی‌گرم بر لیتر ۲، ۴-D مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (۱۰.۵۰ ± ۰.۸۲ میلی‌گرم بر گرم) افزایش معنی‌داری داشت. با افزایش غلظت به ۲ میلی‌گرم بر لیتر، مقدار استویوزید به ۱۳.۲۰ ± ۱.۱۰ میلی‌گرم بر گرم کاهش یافت. در غلظت‌های بالاتر (۳–۵ میلی‌گرم بر لیتر)، میزان تولید به ترتیب به ۱۰.۰۰، ۱۱.۵۰ و ۱۱.۰۰ میلی‌گرم بر گرم رسید که تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت.

ارتفاع گیاهچه با افزایش غلظت ۲، ۴-D کاهش یافت. کمترین ارتفاع (۹.۵۰ سانتی‌متر) در تیمار ۳ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد که نسبت به شاهد (۱۴.۶۶ سانتی‌متر) کاهش ۳۵.۲۰٪ داشت. در تیمار ۱ میلی‌گرم بر لیتر، ارتفاع به ۱۲.۳۶ سانتی‌متر کاهش یافت.

سطح برگ در تیمار ۱ میلی‌گرم بر لیتر به ۱.۵۴ سانتی‌متر مربع کاهش یافت که کمترین مقدار بود، در حالی که در سایر تیمارها (۲ تا ۵ میلی‌گرم بر لیتر) تقریباً ثابت ماند. وزن تر و خشک گیاهچه تحت تأثیر معنی‌دار ۲، ۴-D قرار نگرفت ($p>0.05$). با این حال، بیشترین وزن تر (۷۳ میلی‌گرم) و خشک (۳۶ میلی‌گرم) در تیمار ۲ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. کمترین وزن تر (۴۳ میلی‌گرم) و خشک (۲۴ میلی‌گرم) در تیمار ۳ میلی‌گرم بر لیتر بود.

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که غلظت پایین ۲، ۴-D (۱ میلی‌گرم بر لیتر می‌تواند تولید استویوزید را در کشت بافت *Stevia rebaudiana* به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. این افزایش ممکن است به دلیل القای بیان ژن‌های کلیدی در مسیر زیست‌سنتز این ترکیبات باشد. مطالعات نشان داده‌اند که ۲، ۴-D با فعال‌سازی ژن‌های UGT74G1 و UGT76G1 که در گلیکوزیلاسیون استویول نقش دارند، تولید گلیکوزیدهای استویا را افزایش می‌دهد (Richman et al., 1999). همچنین، این تنظیم‌کننده رشد می‌تواند آنزیم‌های پیش‌ساز مانند HMGR و DXR را القا کند که در تولید اسکوالن و استویول ضروری هستند (Aharoni et al., 2006).

با این حال، این تیمار با افزایش میزان استویوزید، باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع گیاهچه و سطح برگ شد. این کاهش ممکن است به دلیل القای استرس اکسیداتیو و اختلال در تقسیم و کشیدگی سلولی باشد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ۲، ۴-D در غلظت‌های بالا باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود که منجر به اختلال در مسیرهای متابولیک و کاهش بیان ژن‌های زیست‌سنتز می‌شود (Zhang and Xing, 2008). این یافته با مطالعات Bayraktar و همکاران (۲۰۱۶) که کاهش تولید استویوزید را در غلظت‌های بالای ۲، ۴-D گزارش کردند، همخوانی دارد.

مطالعات اخیر (۲۰۱۹–۲۰۲۳) نیز بر اهمیت بهینه‌سازی تنظیم‌کننده‌های رشد در کشت بافت تأکید دارند. Farjaminezhad و Garoosi (۲۰۱۹) نشان دادند که ترکیب ۲، ۴-D با القاکننده‌های دیگر می‌تواند تولید استویوزید را افزایش دهد. Tavarini و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش کردند که تنش‌های کنترل‌شده می‌توانند تولید متابولیت‌های ثانویه را القا کنند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که استفاده از ۲، ۴-D در غلظت‌های پایین می‌تواند به عنوان یک استراتژی برای افزایش تولید استویوزید مورد استفاده قرار گیرد.

تیمار ۲ میلی‌گرم بر لیتر ۲، ۴-D بیشترین وزن تر و خشک را تولید کرد که نشان‌دهنده تجمع بیومس بالا است. این امر ممکن است به دلیل تحریک موقت رشد سلولی و تقسیم سلولی باشد. با این حال، این تیمار نیز با کاهش ارتفاع و سطح برگ همراه بود که نشان‌دهنده تأثیر مهارکنندگی ۲، ۴-D بر رشد طولی است. وزن تر و خشک در تیمار ۳ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافت که نشان‌دهنده سمیت شدید این غلظت است.

در مجموع، نتایج این مطالعه بر دو نقش متفاوت ۲، ۴-D تأکید دارند: – افزایش تولید استویوزید در غلظت‌های پایین و کاهش رشد رویشی در تمام غلظت‌های بالاتر از صفر. این یافته‌ها برای بهینه‌سازی پروتکل‌های کشت بافت استویا حائز اهمیت است. برای افزایش تولید استویوزید، استفاده از غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر ۲، ۴-D توصیه می‌شود، اما برای تولید گیاهچه‌های سالم با بیومس بالا، ممکن است استفاده از ۲، ۴-D مناسب نباشد یا نیاز به ترکیب با تنظیم‌کننده‌های رشد دیگر داشته باشد.

منابع

Bayraktar, M., Naziri, E., Akgun, I.H., Karabey, F., Ilhan, E., Akyol, B. and Gurel, A. 2016. Elicitor-induced stevioside production, in vitro shoot growth, and biomass accumulation in micropropagated *Stevia rebaudiana*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 127(2): 289–300.

Farjaminezhad, M. and Garoosi, G.A. 2019. Effect of different concentrations of 2,4-D and NAA on callus induction and plant regeneration in *Stevia rebaudiana* Bertoni. Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 144: 23–30.

Tavarini, S., Passera, B., Martini, A., Avio, L., Sbrana, C., Giovannetti, M. and Angelini, L.G. 2018. Plant growth, steviol glycosides, and nutrient uptake as affected by arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorous fertilization in *Stevia rebaudiana* Bert. Industrial Crops and Products, 111: 899–907.

Zhang, L. and Xing, D. 2008. Methyl jasmonate induces production of reactive oxygen species and alterations in mitochondrial dynamics that precede photosynthetic dysfunction and subsequent cell death. Plant and Cell Physiology, 49(7): 1092–1111.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of different concentrations of 2,4-D on seedling growth and stevioside production in *Stevia rebaudiana* under tissue culture conditions

Bahman mahmodjanlou[1] and Bahareh Kashefi[2*]
1. Department of Biotechnology, Faculty of Agriculture, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran
2. Department of Horticultural Science, Islamic Azad University, Damghan Branch, Iran
[*]*Corresponding Author: bahareh.kashefi@gmail.com*

Abstract

In this study, the effects of different concentrations of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) on morphological traits and secondary metabolite production (specifically stevioside) in the medicinal plant *Stevia rebaudiana* under in vitro culture conditions were investigated. Stem explants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 0, 1, 2, 3, 4, and 5 mg/L of 2,4-D. After 30 days of culture, growth parameters including seedling height, aerial part length, root length, leaf area, fresh weight, and dry weight were measured, and stevioside content was quantified using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). Results showed that the lowest concentration of 2,4-D (1 mg/L) significantly increased stevioside production (14.66 mg/g dry weight) compared to the control (10.50 mg/g). However, this treatment led to a significant reduction in seedling height (12.36 cm), aerial part length (12.89 cm), and leaf area (1.54 cm²). In contrast, the 2 mg/L 2,4-D treatment resulted in the highest fresh (73 mg) and dry weight (36 mg) accumulation, although plant height and leaf area were still lower than in the control. Increasing 2,4-D concentration to 3 mg/L or higher led to a general decline in both growth traits and stevioside production. Analysis of variance (SPSS 24.0) and Duncan's multiple range test ($p<0.05$) revealed significant differences among treatments. Therefore, low concentrations of 2,4-D (1 mg/L) can effectively enhance stevioside production, but at the expense of vegetative growth. These findings highlight the dual role of 2,4-D as both an elicitor of secondary metabolites and an inhibitor of shoot development.

Keywords: Fresh and dry weight, Leaf area, Plant growth regulator, Stevia, Seedling height.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر متیل جاسمونات بر صفات رشدی و تولید اسید رزمارینیک در کشت بافت گیاه دارویی مرزه (*Hyssopus officinalis* L.)

هوشمند محمودجانلو[۱]، بهاره کاشفی[۲*] و اسماعیل باباخانزاده[۳]

۱- گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران

۳- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، شاهرود، ایران

*نویسنده مسئول: *bahareh.kashefi@gmail.com*

چکیده

گیاه مرزه (*Hyssopus officinalis* L.) به عنوان یک گیاه دارویی مهم از خانواده نعناعیان، دارای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی متعددی است که به ویژه اسید رزمارینیک به عنوان یک ترکیب فعال دارویی با خاصیت آنتی اکسیدانی بالا شناخته شده است. با توجه به محدودیت تولید این ترکیبات در شرایط طبیعی، کشت بافت گیاهی به عنوان یک روش نوین برای افزایش تولید متابولیتهای ثانویه مطرح است. در این مطالعه، تأثیر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر صفات رشدی شامل طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، سطح برگ و و همچنین میزان تولید اسید رزمارینیک در کشت بافت مرزه بررسی شد. نتایج نشان داد که متیل جاسمونات تأثیر منفی معنی‌داری بر صفات رشدی داشته و باعث کاهش طول گیاهچه و سطح برگ شد. بیشترین طول گیاهچه (۸.۹۲ سانتیمتر) در تیمار شاهد و کمترین آن (۳.۸۰ سانتیمتر) در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. با این حال، بیشترین وزن تر (۰.۸۲ گرم) و خشک (۰.۰۷۵ گرم) گیاهچه در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر متیل جاسمونات به دست آمد. همچنین، بیشترین میزان اسید رزمارینیک (۰.۷۷ میکروگرم بر گرم ماده خشک) نیز در این غلظت مشاهده شد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که متیل جاسمونات با تحریک پاسخ‌های دفاعی گیاه، رشد را کاهش داده، اما تولید متابولیت‌های ثانویه را افزایش می‌دهد. بنابراین، استفاده از متیل جاسمونات در کشت بافت مرزه می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای افزایش تولید اسید رزمارینیک پیشنهاد شود.

کلمات کلیدی: آنتی اکسیدان، تنظیم کننده رشد، سطح برگ، طول گیاهچه، گیاه دارویی، نعناعیان.

مقدمه

گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی ترکیبات زیست فعال، نقش مهمی در صنایع دارویی و غذایی ایفا میکنند. مرزه (*Hyssopus officinalis L.*) یکی از گیاهان دارویی بومی ایران است که به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و اسانس‌ها، به طور گسترده در درمان سرفه، برونشیت و بیماریهای تنفسی استفاده میشود (Shoja and Shishavan, 2021). از جمله مهمترین ترکیبات فعال آن، اسید رزمارینیک است که دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد التهابی است (Jain et al., 2019). با این حال، میزان تولید این ترکیبات در شرایط طبیعی بسیار پایین است و تحت تأثیر عوامل محیطی و فصلی قرار دارد. به همین دلیل، فناوری کشت بافت گیاهی به عنوان یک روش کنترل شده و مستقل از شرایط محیطی، برای تولید مداوم و مقیاس‌پذیر متابولیتهای ثانویه مورد توجه قرار گرفته است (Anand et al., 2019). در این راستا، استفاده از الیسیتورها به‌عنوان ترکیباتی که پاسخهای دفاعی گیاه را شبیه‌سازی می‌کنند، می‌تواند تولید متابولیت‌های ثانویه را به‌طور چشمگیری افزایش دهد (Wasternack and Hause, 2013). متیل جاسمونات یکی از مهمترین هورمون‌های گیاهی است که در تنظیم پاسخ به تنش‌های زنده و غیرزنده نقش دارد. این ماده با فعال‌سازی مسیرهای بیوسنتز ترکیبات ثانویه، مانند فلاونوئیدها و ترپن‌ها، باعث افزایش تولید آنها می‌شود (Lang et al., 2020). مطالعات نشان داده‌اند که متیل جاسمونات در کشت سلولی گیاهان مختلف مانند Hypericum perforatum (Wang et al., 2015)، Taxus spp. (Zhao et al., 2010) تولید ترکیبات دارویی را افزایش می‌دهد. در مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی ایرانی، تأثیر متیل جاسمونات بر تولید متابولیت‌های ثانویه در گونه‌هایی مانند Ziziphora persica (Zare-Hassani et al., 2019) و Scrophularia striata (Sadeghnezhad et al., 2016) گزارش شده

است. با این حال، اطلاعات محدودی در مورد تأثیر این محرک بر صفات رشدی و تولید اسید رزمارینیک در گیاه مرزه در شرایط کشت بافت وجود دارد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات بر صفات رشدی و تولید اسید رزمارینیک در کشت بافت مرزه انجام شد.

مواد و روش‌ها

دانه های گیاه مرزه (*Hyssopus officinalis* L.) از بانک بذر مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ایران تهیه شدند. ابتدا دانه ها به مدت ۲۰ دقیقه با آب روان شستشو داده شدند. سپس به منظور ضدعفونی سطحی، در الکل ۷۰ درصد به مدت ۴۵ ثانیه و در سدیم هیپوکلریت ۲.۵ درصد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند و در نهایت سه بار با آب مقطر استریل شسته شدند. دانه‌های ضدعفونی‌شده در شیشه‌های کشت حاوی محیط کشت پایه MS قرار داده شدند و به مدت ۳۰ روز در اتاقک رشد با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتیگراد، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و شدت نور ۴۵۰ لوکس نگهداری شدند. از گیاهچه های حاصل، قلمه‌های ساقه‌ای حاوی یک گره و دو برگ با استفاده از قیچی ضدعفونی‌شده جدا شده و در محیط کشت MS حاوی غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) کشت داده شدند. ظروف کشت به مدت ۴۰ روز در شرایط مشابه (دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتیگراد، دوره نوری ۸/۱۶ ساعت و شدت نور ۴۵۰ لوکس) نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت، صفات رشدی شامل طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه و سطح برگ اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری اسید رزمارینیک، بافت خشک برگها پودر شده و ۲۰ گرم از آن در ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. نمونه‌ها سرد شده، به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و این فرآیند دوبار تکرار شد. عصاره نهایی در سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و تا زمان تزریق به دستگاه HPLC در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. مقدار اسید رزمارینیک با استفاده از دستگاه HPLC (مدل Knauer، آلمان) مجهز به ستون C18 (TSKgel-ODS C-18، ۵ میکرومتر، ۴.۶ × ۲۵۰ میلیمتر) و با فاز متحرک متانول و اسید استیک ۰.۱ درصد با نسبت ۵۰:۵۰، دبی ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه و حجم تزریق ۱۰ میکرولیتر اندازه‌گیری شد. جذب در طول موج ۳۳۰ نانومتر خوانده شد و مقدار ترکیب بر اساس منحنی استاندارد اسید رزمارینیک محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

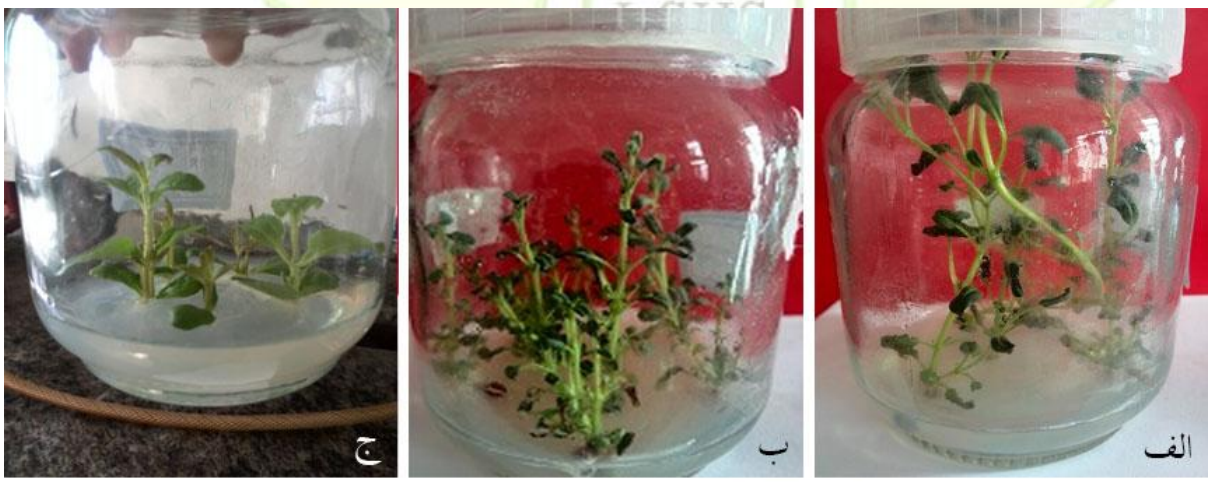
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که متیل جاسمونات تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات رشدی و میزان اسید رزمارینیک داشته است ($p < 0.05$). متیل جاسمونات تأثیر منفی بر صفات رشدی گیاهچه داشت. بیشترین طول گیاهچه (۸.۹۲ سانتیمتر) در تیمار شاهد مشاهده شد و با افزایش غلظت متیل جاسمونات، این صفت کاهش یافت. کمترین طول گیاهچه (۳.۸۰ سانتیمتر) در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر متیل جاسمونات به دست آمد. این کاهش رشد می‌تواند ناشی از القای تنش فیزیولوژیک توسط متیل جاسمونات باشد که با تخصیص منابع به سمت تولید متابولیت‌های دفاعی، رشد سلولی را مهار می‌کند (Lang et al., 2020). طول ریشه نیز تحت تأثیر متیل جاسمونات کاهش یافت. بیشترین طول ریشه (۰.۹۲ سانتیمتر) در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد که هرچند کمتر از شاهد بود، اما نسبت به سایر تیمارها بهتر بود. کمترین طول ریشه (۰.۵۶ سانتیمتر) در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ثبت شد. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که نشان می‌دهند متیل جاسمونات رشد ریشه را مهار می‌کند، همخوانی دارد (Li et al., 2016). وزن تر و خشک گیاهچه با افزایش غلظت متیل جاسمونات افزایش یافت. بیشترین وزن تر (۰.۸۲ گرم) و خشک (۰.۰۷۵ گرم) در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر متیل جاسمونات به دست آمد که به ترتیب ۵.۳۵ و ۵.۵۴ برابر بیشتر از شاهد بود. این افزایش ممکن است ناشی از تجمع مواد متابولیک و افزایش چگالی سلولی باشد، هرچند که رشد اندامهای هوایی و ریشه کاهش یافته است. سطح برگ و تعداد برگ نیز با افزایش غلظت متیل جاسمونات کاهش یافت. بیشترین سطح برگ (۱.۳۴ سانتیمترمربع) در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین آن (۰.۸۲ سانتیمترمربع) در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. تعداد برگ نیز از ۲۱.۸ در شاهد به ۹.۸ در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافت. این کاهش می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مهارکنندگی متیل جاسمونات بر تقسیم سلولی و گسترش برگ باشد.

جدول ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در کشت گیاه زوفا.

غلظت‌های متیل-جاسمونات (mg/L)	طول گیاهچه (cm)	وزن تر گیاهچه (gr)	وزن خشک گیاهچه (gr)	سطح برگ (cm^2)	رزمارینیک اسید (µg/g)
شاهد	۸/۹۲±۱/۱۹^{a}	۰/۱۵±۰/۰۳^{c}	۰/۰۱۴±۰/۰۰۵^{cd}	۱/۴۴±۰/۱۰^{a}	۰/۳۲±۰/۰۶^{b}
۱	۳/۸۰±۰/۴۶^{c}	۰/۰۴±۰/۰۱۵^{c}	۰/۰۰۴±۰/۰۰۱^{d}	۱/۰۰±۰/۱۲^{abc}	۰/۲۶±۰/۰۵^{b}
۲	۵/۷۲±۰/۴۵^{b}	۰/۱۳±۰/۰۶^{c}	۰/۰۴۰±۰/۰۰۷^{bc}	۱/۳۴±۰/۲۰^{ab}	۰/۶۳±۰/۰۹^{a}
۳	۴/۳۰±۰/۷۶^{bc}	۰/۰۶±۰/۰۳^{c}	۰/۰۱۷±۰/۰۰۲^{cd}	۰/۸۲±۰/۱۱^{c}	۰/۴۵±۰/۰۶^{b}
۴	۴/۰۰±۱/۱۹^{bc}	۰/۴۳±۰/۱۳^{b}	۰/۰۵۳±۰/۰۰۹^{ab}	۰/۹۰±۰/۱۷^{bc}	۰/۳۵±۰/۰۹^{b}
۵	۴/۳۶±۱/۱۴^{bc}	۰/۸۲±۰/۱۱^{a}	۰/۰۷۵±۰/۰۱۱^{c}	۱/۰۸±۰/۱۴^{abc}	۰/۷۷±۰/۰۹^{a}

در مورد محتوای اسید رزمارینیک، متیل جاسمونات تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار اسید رزمارینیک (۰.۷۷ میکروگرم بر گرم ماده خشک) در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر متیل جاسمونات به دست آمد که ۲.۴۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. کمترین مقدار (۲۶ میکروگرم بر گرم ماده خشک) در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. این نتایج با مطالعات دیگری که نشان می‌دهند متیل جاسمونات مسیرهای بیوسنتز ترکیبات فنلی را تحریک می‌کند، همخوانی دارد (Mendoza et al., 2018). برای مثال، در کشت سلولی Thevetia peruviana، متیل جاسمونات باعث افزایش ۱.۴۹ برابری محتوای فنل شد. در کل، نتایج این مطالعه نشان میدهد که متیل جاسمونات با ایجاد یک تنش شبیه سازی شده، رشد گیاهچه را کاهش می‌دهد، اما تولید متابولیت‌های دفاعی مانند اسید رزمارینیک را افزایش می‌دهد. این پدیده که می‌توان هزینه رشد به نفع دفاع نامید، در گیاهان دارویی به ویژه در کشت بافت بسیار مهم است. بنابراین، برای تولید اسید رزمارینیک در مقیاس صنعتی، استفاده از غلظت بالای متیل جاسمونات (۵۰۰ میلیگرم بر لیتر) توصیه می‌شود، هرچند که رشد گیاهچه کاهش می‌یابد.



شکل الف) گیاهچه زوفا در محیط کشت MS حاوی ۱/۱ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۴/۴ میکرومولار BAP، ب) گیاهچه زوفا در محیط کشت MS حاوی ۱/۱ میکرومولار IBA و ۴/۴ میکرومولار کینتین، ج) گیاهچه زوفا حاصل از جوانه‌زنی بذر در محیط کشت MS.

منابع

Anand, U., Jacobo-Herrera, N., Altemimi, A. and Lakhssassi, N. 2019. A comprehensive review on medicinal plants as antimicrobial therapeutics: Potential avenues of biocompatible drug discovery. Metabolites, 9(11): 258.

Jain, C., Khatana, S. and Vijayvergia, R. 2019. Bioactivity of secondary metabolites of various plants: A review. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 10(2): 494–504.

Lang, D., Yu, X., Jia, X., Li, Z. and Zhang, X. 2020. Methyl jasmonate improves metabolism and growth of NaCl-stressed *Glycyrrhiza uralensis* seedlings. Scientia Horticulturae, 266: 109287.

Li, B., Wang, B., Li, H., Peng, L., Ru, M., Liang, Z. and Zhu, Y. 2016. Establishment of *Salvia castanea* Diels f. *tomentosa* Stib. hairy root cultures and the promotion of tanshinone accumulation and gene expression with Ag^{+}, methyl jasmonate, and yeast extract elicitation. Protoplasma, 253(1): 87–100.

Mendoza, D., Cuaspud, O., Arias, J.P., Ruiz, O. and Arias, M. 2018. Effect of salicylic acid and methyl jasmonate in the production of phenolic compounds in plant cell suspension cultures of *Thevetia peruviana*. Biotechnology Reports, 19: e00273.

Sadeghnezhad, E., Sharifi, M. and Zare-Maivan, H. 2016. Profiling of acidic (amino and phenolic acids) and phenylpropanoids production in response to methyl jasmonate-induced oxidative stress in *Scrophularia striata* suspension cells. Planta, 244(1): 75–85.

Shoja, H.M. and Shishavan, H.K. 2021. Effects of different hormonal treatments on growth parameters and secondary metabolite production in organ culture of *Hyssopus officinalis* L. BioTechnologia. Journal of Biotechnology Computational Biology and Bionanotechnology, 102(1): 45–52.

Wang, J., Qian, J., Yao, L. and Lu, Y. 2015. Enhanced production of flavonoids by methyl jasmonate elicitation in cell suspension culture of *Hypericum perforatum*. Bioresources and Bioprocessing, 2(1): 1–9.

Wasternack, C. and Hause, B. 2013. Jasmonates: Biosynthesis, perception, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. An update to the 2007 review in Annals of Botany. Annals of Botany, 111(6): 1021–1058.

Zare-Hassani, E., Motafakkerazad, R., Razeghi, J. and Kosari-Nasab, M. 2019. The effects of methyl jasmonate and salicylic acid on the production of secondary metabolites in organ culture of *Ziziphora persica*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 138(3): 437–444.

Zhao, J.L., Zhou, L.G. and Wu, J.Y. 2010. Effects of biotic and abiotic elicitors on cell growth and tanshinone accumulation in *Salvia miltiorrhiza* cell cultures. Applied Microbiology and Biotechnology, 87(1): 137–144.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of methyl jasmonate on growth traits and rosmarinic acid production in in vitro culture of *Hyssopus officinalis* L.

Hoshmand Mahmoudjanlou[1], Bahareh Kashefi[2*], Esmaeil Babakhanzadeh[3]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran
3. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), Semnan, Iran

Corresponding Author: Bahareh.kashefi@gmail.com

Abstract

Hyssopus officinalis L. is an important medicinal plant with significant pharmacological properties, primarily due to bioactive compounds such as rosmarinic acid. This study investigated the effect of different concentrations of methyl jasmonate (0, 100, 200, 300, 400, and 500 mg/L) on growth parameters and rosmarinic acid production in in vitro cultures of hyssop. The results showed that methyl jasmonate significantly reduced seedling length, root length, leaf surface area, and number of leaves, indicating a growth-inhibitory effect. The highest seedling length (8.92 cm) was observed in the control, while the lowest (3.80 cm) was recorded at 100 mg/L. However, fresh and dry weights of seedlings increased with higher concentrations of methyl jasmonate, reaching 0.82 g and 0.075 g, respectively, at 500 mg/L. The highest rosmarinic acid content (0.77 µg/g DW) was also obtained at 500 mg/L. These findings suggest that methyl jasmonate induces a trade-off between growth and defense, suppressing vegetative growth while enhancing the biosynthesis of secondary metabolites. Therefore, the application of 500 mg/L methyl jasmonate is recommended for maximizing rosmarinic acid production in in vitro cultures of hyssop.

Keywords: Hyssopus officinalis, Methyl jasmonate, Growth traits, Rosmarinic acid, In vitro culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر ریزنمونه و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی جهت القاء کالوس در گیاه شاهدانه *Cannabis sativa* L.

زینب احمدی[1*]، سید علی اندی[2] و مرتضی غلامی[3]
۱- گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران
۲- گروه علوم کشاورزی مرتبط، دانشکده گیاهان دارویی، دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران
۳-گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *zeynab1998ahmadi@gmail.com*

چکیده

گیاهان دارویی، منابع غنی از ترکیبات شیمیایی به نام متابولیت‌های تخصصی هستند که تحقیقات نشان می‌دهد مصرف آن‌ها با کاهش بروز بیماری‌ها مرتبط است. شاهدانه با نام علمی *Cannabis sativa* L.، یک گیاه یک‌ساله است که به خانواده Cannabaceae تعلق دارد. کانابینوئیدها برجسته‌ترین و شناخته‌شده‌ترین گروه از متابولیت‌های تخصصی شاهدانه محسوب می‌شوند. با توجه غلظت پایین آن‌ها در بافت‌های گیاه نیاز به روش‌های کشت بافت برای تولید سریع و انبوه کاملاً ضروری است. در این پژوهش به منظور شناسایی مناسب‌ترین ریزنمونه و غلظت‌های هورمون‌های اکسین و سایتوکینین به منظور القاء کالوس به ترتیب از ریزنمونه ریشه، ساقه، برگ و غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر از هورمون‌های کینتین و D-۲,۴ استفاده شد. نتایج این پژوهش بهترین ریزنمونه را برگ و مناسب ترین غلظت هورمونی را مقدار ۱ میلی‌گرم در لیتر از هورمون‌های کینتین و D-۲,۴ تعیین کرد. با توجه به اهداف نهایی تحقیقات، برای کاربردهایی همچون کشت‌های سوسپانسیون سلولی و جنین‌زایی سوماتیک این پروتکل می‌تواند بسیار کارآمد باشد.

واژه‌های کلیدی: شاهدانه، کانابینوئید، کشت کالوس، متابولیت‌های تخصصی.

مقدمه

گیاهان دارویی، گنجینه‌های ژنتیکی با ترکیبات فعال زیستی هستند که از دیرباز پایه علم پزشکی بوده‌اند. امروزه، با افزایش نیاز به درمان‌های طبیعی، نقش آن‌ها در داروسازی مدرن پررنگ‌تر شده است. گیاهان دارویی، منابع غنی از ترکیبات شیمیایی به نام متابولیت‌های تخصصی هستند که تحقیقات نشان می‌دهد مصرف آن‌ها با کاهش بروز بیماری‌ها مرتبط است. به طور کل خواص دارویی گیاهان به متابولیت‌های تخصصی نسبت داده می‌شود (Facchini , 2005). تولید متابولیت‌های تخصصی در گیاهان در پاسخ به تنش‌ها رخ می‌دهد و همین امر موجب غلظت پایین آن‌ها در بافت‌های گیاهی می‌شود (Rao and Ravishankar, 2002). شاهدانه با نام علمی *Cannabis sativa* L.، یک گیاه یک‌ساله است که به خانواده Cannabaceae تعلق دارد. شاهدانه گیاهی دو پایه است که به سه زیرگونه اصلی ساتیوا (sativa)، ایندیکا (indica) و رودرالیس (ruderalis) تقسیم می‌شود (Zhang et al., 2018). کانابینوئیدها برجسته‌ترین و شناخته‌شده‌ترین گروه از متابولیت‌های تخصصی شاهدانه محسوب می‌شوند. کانابینوئیدها به طور عمده در تریکوم‌های غده‌ای گل آذین‌های ماده تولید می‌شوند. شاهدانه بر اساس غلظت THC به دو گروه اصلی مخدر که میزان THC آن بیش از ۰/۳ درصد و طبی که کمتر از ۰/۳ درصد است تقسیم می‌شود. با توجه به افزایش تقاضا برای کانابینوئیدها در صنایع مختلف و همچنین غلظت پایین این ترکیبات در گیاه، نیاز به روش‌های نوین برای تولید سریع و انبوه کاملاً ضروری است. به همین منظور، دانشمندان از بیوتکنولوژی و روش‌های کشت بافت استفاده می‌کنند تا گیاه شاهدانه را به یک منبع پایدار و تجدیدپذیر برای تولید این ترکیبات ارزشمند تبدیل کنند (Monthony et al., 2021). تکنیک‌های کشت بافت ابزاری بسیار مؤثر برای تکثیر سریع گیاهان و افزایش متابولیت‌های تخصصی آن‌ها هستند. این روش‌ها به‌ویژه برای گیاهانی که کشت آن‌ها دشوار یا بازده تولید ترکیبات زیست‌فعال آن‌ها پایین است، کاربرد فراوانی دارند. در این میان، کالوس‌ها به عنوان یک منبع جایگزین، امکان تولید انبوه متابولیت‌های ارزشمند را فراهم می‌کنند و با دستکاری محیط کشت، می‌توان تولید ترکیبات خاص را

بهینه‌سازی کرد (اسکندری و همکاران، ۱۴۰۲). در سال ۲۰۱۸، مطالعه‌ای توسط جان دوبوا و همکاران به منظور بهینه‌سازی تولید کالوس از برگ شاهدانه صورت گرفت. در این تحقیق، ۱۶ ترکیب مختلف از هورمون‌های گیاهی در محیط کشت MS مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نسبت‌های مساوی از هورمون‌های اکسین و سیتوکینین (با غلظت‌های ۱:۱، ۲:۲ و ۳:۳ میکرومولار) بهترین کارایی را در القای کالوس داشتند. همچنین، نسبت‌های دیگری مانند ۲:۱، ۲:۳ و ۳:۲ (اکسین به سیتوکینین) نیز موفقیت‌آمیز بودند (DuBois et al., 2018). پژوهش سلامی و همکاران نشان داد که در کشت بافت شاهدانه، نوع محیط کشت و تعادل هورمونی نقشی کلیدی در تولید کالوس دارند. بهترین نتیجه برای تولید کالوس، در محیط کشت MS با ترکیب ۲ میکرومولار2,4-D و ۲/۵ میکرومولار BA به دست آمد، در حالی که محیط DKW با ترکیب ۵ میکرومولار 2,4-D و ۲/۵ میکرومولار BA، نامناسب‌ترین محیط برای این منظور بود (اسکندری و همکاران۱۴۰۲). این یافته‌ها بر اهمیت بهینه‌سازی دقیق محیط کشت برای موفقیت در القای کالوس از گیاه شاهدانه تأکید می‌کند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از گیاه شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) استفاده شد. به منظور القای کالوس، محیط کشت MS (Murashige and Skoog) همراه با ۳۰ گرم در لیتر ساکارز و ۷ گرم در لیتر آگار به عنوان محیط پایه انتخاب گردید (Murashige & Skoog, 1962). ریزنمونه‌های مورد استفاده شامل برگ با ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر و ریشه و ساقه با اندازه ۱ سانتی‌متر بودند. برای شناسایی بهترین ریزنمونه و بهترین محیط کشت در تولید کالوس، ریزنمونه‌های مختلف در محیط‌های حاوی هورمون‌های کینتین (Kin) و 2,4-D با سه غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر به مدت چهار هفته کشت داده شدند و سپس ارزیابی شدند تا بهترین محیط و ریزنمونه برای القای موفقیت‌آمیز کالوس به طور دقیق مشخص گردد.

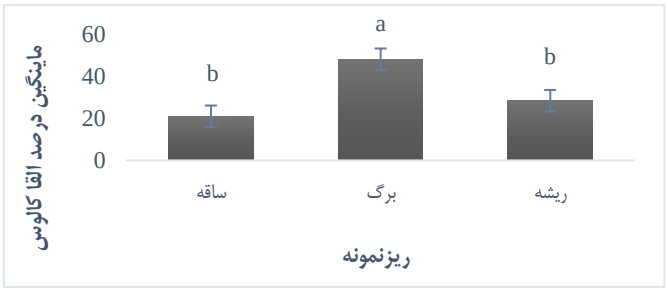
نتایج و بحث

با توجه به آنالیز آماری داده‌ها، نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان می‌دهد که بین ریزنمونه‌های مختلف گیاه شاهدانه، از نظر تولید کالوس، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. با این حال، تأثیر محیط‌های کشت به صورت مجزا معنی‌دار نبوده است. نکته حائز اهمیت این است که اثر متقابل ریزنمونه و محیط کشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد، که این امر نشان‌دهنده واکنش متفاوت ریزنمونه‌ها به محیط‌های کشت گوناگون است.

جدول ۸- جدول تجزیه واریانس میانگین مربعات درصد القا کالوس شاهدانه.

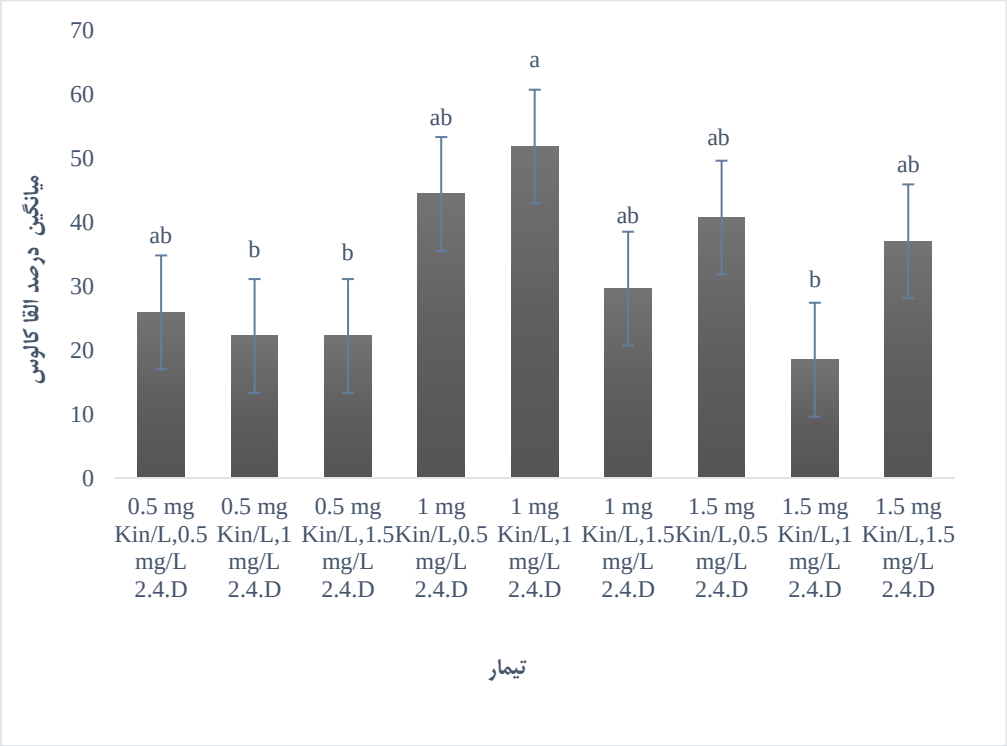
منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
محیط کشت	۸	۱۱۹۶/۶۰۶
ریزنمونه	۲	۵۳۲/۲۹۵**
اثر متقابل	۱۶	۱۴۶۴/۰۴۲*
خطا	۵۴	۷۱۳/۱۶۳

طبق شکل۱ نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ریزنمونه برگ در مقایسه با ریزنمونه‌های ساقه و ریشه، اختلاف معنی‌داری در القای کالوس دارد. بیشترین میزان موفقیت در القای کالوس با استفاده از ریزنمونه برگ به دست آمد که ۴۸ درصد بود، در حالی که کمترین میزان مربوط به ریزنمونه ساقه با ۲۱ درصد بود.



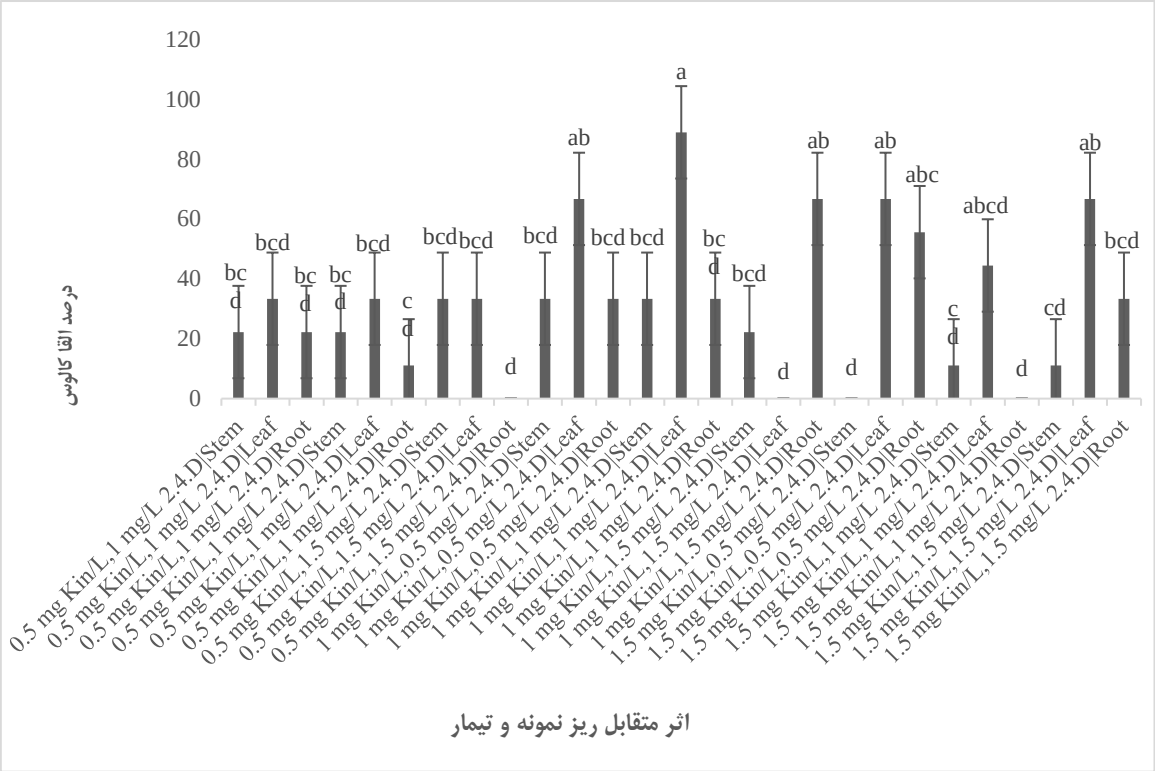
شکل ۱- تاثیر نوع ریز نمونه بر درصد القا کالوس.

با توجه به شکل ۲ بیشترین میزان موفقیت در القای کالوس (به میزان ۵۲ درصد) در تیمار شامل محیطی با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر کینتین و ۱ میلی‌گرم بر لیتر D-۲,۴ به دست آمد. در مقابل، کمترین میزان القای کالوس در تیمار با مشخصات ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر کینتین و ۱ میلی‌گرم بر لیتر D-۲,۴ مشاهده شد.



شکل ۲- تاثیر تیمار بر درصد القاء کالوس.

باتوجه به شکل شماره۳ اثر متقابل محیط و ریزنمونه درسطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و بیشترین میزان القا کالوس مربوط به ریزنمونه برگ در محیط حاوی یک میلی‌گرم بر لیتر کینتین و D-۲,۴ بود. ریزنمونه ریشه در محیط حاوی ۰.۵ میلی‌گرم بر لیتر کینتین و ۱.۵ میلی‌گرم بر لیترD-۲,۴، ریزنمونه برگ در محیط حاوی یک میلی‌گرم بر لیتر کینتین و ۱.۵ میلی‌گرم بر لیتر D-۲,۴، ریزنمونه ساقه در محیط حاوی ۱.۵ میلی‌گرم بر لیتر کینتین و ۰.۵ میلی‌گرم بر لیتر D-۲,۴ و ریزنمونه ریشه در محیط حاوی ۱.۵ میلی‌گرم بر لیتر کینتین و ۱ میلی‌گرم بر لیتر D-۲,۴ هیچگونه القاء کالوس نشان ندادند.



شکل ۳- اثر متقابل محیط و ریزنمونه.

تحقیقات در زمینه کشت بافت شاهدانه محدود است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر نوع ریزنمونه و غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد بر القای کالوس انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین القای کالوس از ریزنمونه برگ به دست می‌آید، یافته‌ای که با مطالعات قبلی (Feeney and Punja, 2003) که آن‌ها نیز کالوس فراوانی از برگ و ساقه به دست آورده بودند، مطابقت دارد. با این حال، در این مطالعه، کمترین میزان القای کالوس در ریزنمونه ساقه مشاهده شد، که با گزارش ویلگوس و همکاران در مورد کمترین میزان القای کالوس از ریشه، متفاوت است (Wielgus et al., 2008). نتایج این پژوهش تأکید می‌کند که ترکیب متعادل اکسین و سیتوکینین در محیط کشت، بهترین شرایط را برای القای کالوس فراهم می‌کند. هورمون‌های اکسین و سیتوکینین برای این فرآیند ضروری هستند، زیرا اکسین‌ها باعث افزایش طول سلول و سیتوکینین‌ها به تقسیم سلولی کمک می‌کنند. برخلاف مطالعه فینی و پانجا که از نسبت ۱:۵ اکسین به سیتوکینین استفاده کرده بودند، در این تحقیق نسبت مساوی از این دو هورمون بهترین عملکرد را نشان داد. این نتیجه با یافته‌های دوبوا و همکاران در مطالعه‌ای بر روی پنج واریته مختلف شاهدانه در سال ۲۰۱۸ نیز همخوانی دارد.

در کشت بافت گیاهی، تولید کالوس یک مرحله حیاتی است که اهداف متعددی را دنبال می‌کند. این فرآیند نه تنها پیش‌نیازی برای تولید گیاهان تراریخت و کشت سوسپانسیون سلولی است، بلکه به منظور افزایش متابولیت‌های تخصصی نیز اهمیت دارد. کالوس‌های حاصل از گیاهان دارویی می‌توانند ترکیبات فعال زیستی تولید کنند که دارای کاربردهای گسترده‌ای در صنایع دارویی، بهداشتی و صنعتی هستند. استفاده از این روش، تولید مقادیر کافی از متابولیت‌های تخصصی را در شرایط آزمایشگاهی ممکن می‌سازد. این رویکرد، تولید مداوم و با کیفیت بالای ترکیبات مورد نظر را، فارغ از محدودیت‌های محیطی و محدودیت‌های جغرافیایی تضمین می‌کند.

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که ریزنمونه برگ به عنوان بهینه‌ترین ریزنمونه برای القای کالوس شناسایی شده است. همچنین، مناسب‌ترین غلظت برای هورمون‌های کینتین و ۲,۴-D ۱ میلی‌گرم در لیتر از هر کدام تعیین شده است. این پروتکل بهینه، با توجه به اهداف نهایی تحقیقات، برای کاربردهایی همچون کشت سوسپانسیون سلولی و جنین‌زایی سوماتیک بسیار کارآمد است.

منابع

اسکندری، ن.، عبادی، ع.، و سالمی، س. ا. (۲۰۲۳). بهینه‌سازی تشکیل کالوس در شاهدانه (*Cannabis sativa L.*). مجله سلول و بافت، ۱۴(۴)، ۳۳۷-۳۵۲.

Facchini, P.J. and St-Pierre, B. 2005. Synthesis and trafficking of alkaloid biosynthetic enzymes. Current Opinion in Plant Biology, 8(6): 657–666.

Feeney, M. and Punja, Z.K. 2003. Tissue culture and *Agrobacterium*-mediated transformation of hemp (*Cannabis sativa* L.). In Vitro Cellular & Developmental Biology–Plant, 39: 578–585.

Kumar, J. and Gupta, P. 2008. Molecular approaches for improvement of medicinal and aromatic plants. Plant Biotechnology Reports, 2: 93–112.

Monthony, A.S., Page, S.R., Hesami, M. and Jones, A.M.P. 2021. The past, present and future of *Cannabis sativa* L. tissue culture. Plants, 10(1): 185.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15(3): 473–497.

Rao, S.R. and Ravishankar, G.A. 2002. Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advances, 20(2): 101–153.

Thacker, X., Thomas, K., Fuller, M., Smith, S. and DuBois, J. 2018. Determination of optimal hormone and mineral salts levels in tissue culture media for callus induction and growth of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). Agricultural Sciences, 9: 1250–1268.

Vanisree, M. and Tsay, H.-S. 2007. Plant cell cultures: Production of biologically important secondary metabolites from medicinal plants of Taiwan. In: Kayser, O. and Quax, W. (Eds.), *Medicinal Plant Biotechnology: From Basic Research to Industrial Application*, pp. 267–285. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., KGaA, Weinheim.

Wielgus, K., Luwanska, A., Lassocinski, W. and Kaczmarek, Z. 2008. Estimation of *Cannabis sativa* L. tissue culture conditions essential for callus induction and plant regeneration. Journal of Natural Fibers, 5(3): 199–207.

Zhang, Q., Chen, X., Guo, H., Trindade, L.M., Salentijn, E.M.J., Guo, R., Guo, M., Xu, Y. and Yang, M. 2018. Latitudinal adaptation and genetic insights into the origins of *Cannabis sativa* L. Frontiers in Plant Science, 9: 1876.

Investigating the effect of explant and growth regulators on callus induction in *Cannabis sativa* L.

Zeynab Ahmadi[1*], Seyd Ali Andi[2] and Morteza Gholami[3]
1. Department of Chemistry, Golestan University, Gorgan, Iran
2. Faculty of Medicinal Plants, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran
3. Department of Chemistry, Golestan University, Gorgan, Iran
[*]*Corresponding Author: zeynab1998ahmadi@gmail.com*

Abstract

Medicinal plants are rich sources of chemical compounds known as specialized metabolites, which research indicates are linked to a reduced incidence of diseases. *Cannabis sativa* L**.** is an annual plant from Cannabaceae family, and its most important specialized metabolites are cannabinoids. Due to the low concentration of these compounds in plant tissues, tissue culture methods are essential for their rapid and large-scale production. This study aimed to identify the best explant and optimal hormone concentrations for callus induction. In this research used root, stem, and leaf explants, and tested Kinetin and 2,4-D hormones at concentrations of 0.5, 1, and 1.5 mg/L. The results showed that the leaf was the best explant for callus induction, and the most suitable hormone concentration was 1 mg/L for both Kinetin and 2,4-D. This optimized protocol is highly effective for future applications, such as cell suspension culture and somatic embryogenesis.

Keywords: Callus culture, *Cannabis sativa* L., Cannabinoids, Specialized metabolites.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تشخیص نر عقیمی و ارزیابی صفات مورفولوژیکی و کیفی میوه در ژنوتیپ‌های هلو ایرانی

رحیم عبدالهی*[۱] و جعفر حاجیلو[۲]

۱- مرکز تحقیقات ابریشم ایران (ISRC)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، گیلان، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

*نویسنده مسئول: *abdollahi23465@gmail.com*

چکیده

ویژگی‌های درخت و میوه زیرمجموعه‌ای از ژنوتیپ‌های هلو ایرانی طی دو سال متوالی ارزیابی شد. صفات مورفولوژیکی شامل تاریخ گلدهی و برداشت، و ویژگی‌های گل و برگ بررسی شدند. خصوصیات میوه از جمله وزن تازه، محتوای مواد جامد محلول (SSC)، سفتی، ویتامین C، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، فنول‌های کل و شاخص رسیدن (RI) اندازه‌گیری شد. تحلیل خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به دو گروه متمایز تقسیم کرد. برای اولین بار، نر عقیمی در برخی ژنوتیپ‌های هلو ایرانی شناسایی شد؛ سرعت جوانه‌زنی گرده در «انجیر تابستانی» ۲۸.۲۸ درصد، در «انجیر زعفرانی ۱» ۱۸.۳۳ درصد، و در سایر ژنوتیپ‌ها مانند جوادی ۱ و حامدی صفر بود. این یافته‌ها پتانسیل ژنوتیپ‌های ایرانی را برای اصلاح و مدیریت باغات تک‌رقمی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: نر عقیمی، هلو، ویژگی های کیفی، تحلیل خوشه‌ای.

مقدمه

هلو (*Prunus persica* L)، گونه‌ای کلیدی از خانواده Rosaceae، به دلیل میوه‌های جذاب و خوش‌طعم خود از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است و برای مصرف تازه و فرآوری کشت می‌شود (Zeballos et al., 2016). انتخاب صفات مرتبط با ظاهر و کیفیت بافتی میوه در برنامه‌های اصلاحی هلو و شلیل برای موفقیت اقتصادی حیاتی است (Cantín et al., 2010). درک روابط ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های هلو برای حفاظت و اصلاح موثر ضروری است. تنوع ژنوتیپ‌های هلو از طریق تحلیل مورفولوژیکی و فنولوژیکی توصیف شده است (Font i Forcada et al., 2014).

نر عقیمی، که به‌عنوان ناتوانی گیاهان دوجنسی در تولید گرده زنده تعریف می‌شود، صفتی کلیدی در اصلاح هلو است. این صفت برای تولید بذر هیبرید از طریق بهره‌گیری از هتروزیس ارزشمند است، اما در باغات تک‌رقمی به دلیل کاهش عملکرد ناشی از نقص گرده‌افشانی نامطلوب است (Farinati et al., 2023). بساک‌های نر عقیم از نظر بصری با رنگ زرد کم‌رنگ از بساک‌های بارور (مایل به قرمز) قابل‌تشخیص هستند (Chaparro et al., 1994). این صفت توسط یک ژن مغلوب منفرد (Ps) کنترل می‌شود (Dirlewanger et al., 2006). آزمون‌های جوانه‌زنی گرده در شرایط آزمایشگاهی برای ارزیابی قدرت گرده و زنده‌مانی آن، که معمولاً با جوانه‌زنی همبستگی خطی دارد، استفاده می‌شود (Sulusoglu and Cavusoglu, 2014).

این مطالعه با هدف ارزیابی ژنوتیپ‌های هلو ایرانی در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ برای شناسایی نر عقیمی، بررسی صفات درخت و میوه انجام شد.

مواد و روش‌ها

در باغات تجاری شند آباد، واقع در ۱۱ کیلومتری شهر شبستر از توابع استان آذربایجان شرقی، طی دو سال متوالی ۱۳۹۲و ۱۳۹۳ برخی ژنوتیپ های هلو بر اساس تفاوت های تک درخت شناسایی و پلاک‌کوبی شدند و در مراحل مختلف فنولوژیکی بررسی مورفولوژیکی

ارقام و ژنوتیپ‌ها با استفاده از دستورالعمل اتحادیه بین المللی حمایت از ارقام گیاهی (UPOV)، در مراحل مختلف رشد از مرحله باز شدن جوانه تا مرحله خواب با اندازه‌گیری ۱۰ نمونه و میانگین‌گیری از آنها انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- شماره ژنوتیپ، طبقه‌بندی و ویژگی‌های اصلی میوه ۱۱ ژنوتیپ مورد مطالعه.

Local name	Genotype Number	Flower type	Fruit size	Fruit ground color of skin	Fruit hue of over color of skin	Carotenoid coloration of flesh	Stone shape
Anjiri-Zaferani 1	R6	Non-showy	medium	orange yellow	dark red	orange yellow	oblate
Maleki	R14	Showy	large	cream green	dark red	cream white	oblate
Anjiri-Zaferani 2	R15	Non-showy	medium	cream yellow	dark red	orange yellow	oblate
Mori	R30	Showy	medium	cream green	dark red	cream white	oblate
Anjiri-Tabestani	R36	Showy	medium	Green	dark red	greenish white	oblate
Gajerganat1	R2	Non-showy	large	cream yellow	dark red	orange yellow	elliptic
Javadi 1	R13	Non-showy	large	cream white	dark red	cream white	elliptic
Hamedi	R17	Non-showy	very large	cream yellow	dark red	cream white	elliptic
Javadi 2	R19	Non-showy	large	cream green	dark red	cream white	elliptic
Gajerganat2	R35	Non-showy	large	cream yellow	dark red	orange yellow	elliptic
Khouni	R8	Non-showy	very large	Green	dark red	cream white	elliptic

سفتی بافت توسط سفتی سنجی (پنترومتر) مدل FT 011 ساخت ایتالیا با پروپ ۸ میلی‌متر برحسب نیوتن اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سفتی در دو طرف میوه بعد از حذف پوست انجام گرفت. اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل عصاره میوه (TSS) در دمای اتاق با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی مدل (Atago Model PR-1، ساخت کشور ژاپن) بر اساس درجه بریکس قرائت شد. pH آب میوه با دستگاه pHمتر دیجیتالی مدل (WTW Inolab pH-L1، ساخت کشور آلمان) کالیبره شده با بافرهای ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد. وزن میوه ها (گرم) با ترازوی دیجیتالی با حساسیت ۰/۱، طول (cm) و قطر میوه (cm) با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد و میانگین آنها در محاسبات به کار رفت. دوره رسیدگی میوه از زمان تمام گل تا برداشت میوه به صورت روز بعد از تمام گل محاسبه گردید. اندازه‌گیری میزان ویتامین ث با روش تیتراسیون با محلول۲-۶ دی کلروفنل ایندوفنل استاندارد و اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون به روش تیتراسیون توسط هیدروکسیدسدیم۰/۱ نرمال (۴ گرم در لیتر) تا pH= ۸/۲ صورت گرفت. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده در طول دو سال متوالی انجام شد.

جهت انجام آزمایشات جوانه زنی دانه گرده، گل‌ها در مرحله بادکنکی از تمام جهات درخت جمع‌آوری شدند. بساک‌ها از جوانه‌های گل جدا شده و در طول شب تحت لامپ رشته‌ای بر روی کاغذ قرار گرفتند. در روز بعد، دانه‌های گرده در یک ویال شیشه‌ای کوچک جمع‌آوری شدند. جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی بر روی محیط آگاروز-ساکارز انجام شد. ۱۵٪ ساکارز به همراه ۱.۲٪ آگار به محیط افزوده شد (Sulusoglu and Cavusoglu, 2014). جوانه‌زنی گرده در پایان یک دوره انکوباسیون ۲۴ ساعته مشاهده شد.. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار طراحی شد. در هر دو سال، نرخ‌های جوانه‌زنی گرده بسیار نزدیک به یکدیگر بود. تمامی داده‌های جمع‌آوری‌شده ترکیب و میانگین مقادیر در تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد.

نتایج و بحث

جوانه‌زنی گرده در شرایط آزمایشگاهی بالاترین مقدار را در ژنوتیپ‌های «انجیر تابستانی» (۲۸.۲۸±۲٪) و «انجیر زعفرانی ۱» (۱۸.۳۳±۱.۵٪) نشان داد. ژنوتیپ‌های «جوادی ۱»، «حامدی»، «موری»، «گاجرگانات ۱»، «انجیر زعفرانی ۲»، «گاجرگانات ۲»، «جوادی ۲»، «مالکی» و «خونی» هیچ‌گونه جوانه‌زنی گرده‌ای نداشتند. علاوه بر این، این ژنوتیپ‌ها مقدار بسیار کمی گرده در بساک تولید کردند و می‌توان آنها را به عنوان بساک عقیم در نظر گرفت (جدول ۲). این اولین گزارش از نر عقیمی در ژنوتیپ‌های هلو ایرانی است. جوانه‌زنی

گرده در بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود و نر عقیمی در برخی از آنها مشاهده شد که به طور قابل‌توجهی عملکرد را در سیستم‌های تک‌کشتی به دلیل اختلال در باروری کاهش می‌دهد. ارزیابی زنده‌مانی و پتانسیل جوانه‌زنی گرده برای تعیین ظرفیت باروری در انتخاب ژنوتیپ‌ها حیاتی است (Ćalić et al., 2013). نر عقیمی، به‌ویژه نوع سیتوپلاسمی، در باغات تک‌رقمی هلو چالش‌های قابل‌توجهی ایجاد می‌کند، زیرا نقص در تولید گرده زنده می‌تواند گرده‌افشانی و عملکرد میوه را به شدت کاهش دهد (Han et al., 2021). این مشکل در ژنوتیپ‌هایی مانند «جوادی ۱»، «حامدی» و «خونی» که در این مطالعه هیچ جوانه‌زنی گرده‌ای نشان ندادند، مشهود بود. علاوه بر این، شناسایی ژن‌های ترمیم‌کننده نر عقیمی، به‌ویژه در تلاقی‌های بین‌گونه‌ای هلو، می‌تواند راه‌حلی برای غلبه بر محدودیت‌های باغات تک‌رقمی ارائه دهد (Donoso et al., 2015). پیشرفت‌های اخیر در فناوری ویرایش ژن، مانند CRISPR/Cas9، نیز فرصت‌هایی برای ایجاد ژنوتیپ‌های نر عقیم هدفمند برای تولید هیبرید فراهم می‌کند، در حالی که مدیریت دقیق این صفت در باغات تجاری ضروری است (Farinati et al., 2023).

جدول ۲- درصد جوانه‌زنی گرده و تعداد گرده تولیدشده در ژنوتیپ‌های هلو مورد مطالعه.

Genotype	%Germination	Number of pollen	Germinated
Javadi 1	0b	59	0
Hamedi	0b	35	0
Mori	0b	36	0
Gajerganat1	0b	38	0
Anjiri-Zaferani 2	0b	75	0
Gajerganat2	0b	7	0
Javadi 2	0b	80	0
Maleki	0b	34	0
Anjiri-Zaferani 1	18.33a	43	10
Khouni	1.52b	11	1
Anjiri-Tabestani	28.28a	583	172

تاریخ‌های برداشت برای زیرمجموعه مورد مطالعه از ژنوتیپ‌های هلو ایرانی از اواخر تیر (زودترین) تا اوایل مهر (دیرترین) متغیر بود. ژنوتیپ «انجیر تابستانی» دیرتر از همه به گلدهی کامل رسید، اما زودتر از همه (۱۱۰ روز پس از گلدهی کامل [DAFB]، اواخر تیر) برداشت شد. گلدهی زودهنگام برای دستیابی به عملکرد زودهنگام مطلوب است، اما خطر آسیب سرمازدگی بهاری را افزایش می‌دهد که ممکن است در برخی سال‌ها تولید را کاهش دهد. صفات گلدهی و برداشت در هلو و سایر گونه‌های پرونوس به صورت کمی به ارث می‌رسند (Dirlewanger et al., 1999).

هلوهای گرد «حامدی» (۳۱۱.۳۳±۵.۴ گرم) و «خونی» (۲۴۶.۸۵±۸.۹ گرم) بالاترین وزن میوه را داشتند، در حالی که هلوهای تخت «انجیر تابستانی» (۹۸.۴۸±۶.۸۵ گرم)، «انجیر زعفرانی ۱» (۱۰۵.۷۵±۶.۸۱ گرم) و «موری» (۱۱۶.۰±۵.۴۱ گرم) کمترین وزن میوه را نشان دادند (جدول ۳). سفتی، مواد جامد محلول (SSC)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و شاخص رسیدن (RI) به شدت در بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود. دامنه سفتی از ۵۴ تا ۷۲ نیوتن (N)، SSC از ۹ تا ۱۴ بریکس، TA از ۰.۲ تا ۰.۷ گرم اسید مالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه (FW) و نسبت SSC/TA از ۱۸ تا ۷۱ متغیر بود. هلوهای تخت «انجیر زعفرانی ۱» (۷۲.۱۸±۰.۹ N)، «حامدی» (۷۲.۵±۰.۸۵ N) و «موری» (۶۷.۵±۰.۹ N) بالاترین سفتی را داشتند. برای SSC، ژنوتیپ‌های «انجیر زعفرانی ۲» (۱۴.۵±۱.۱۶)، «خونی» (۱۴.۰۴±۰.۷۳) و «انجیر تابستانی» (۱۳.۸۵±۱.۱۱) بالاترین مقادیر بریکس را نشان دادند؛ در مقابل، «جوادی ۱» (۱۰.۱۷±۰.۰۶) و «گاجرگانات ۱» (۹.۹۷±۱.۲۸) کمترین مقادیر را داشتند (جدول ۳). برای اسیدیته میوه (TA)، «انجیر تابستانی» (۰.۱۹±۰.۰۲)، «مالکی» (۰.۲۱±۰.۱) و «انجیر زعفرانی ۲» (۰.۲۶±۰.۰۲) کمترین مقادیر را داشتند، در حالی که «موری» (۰.۷±۰.۰۶) و «جوادی ۲» (۰.۶۲±۰.۰۶) بالاترین مقادیر TA را نشان دادند

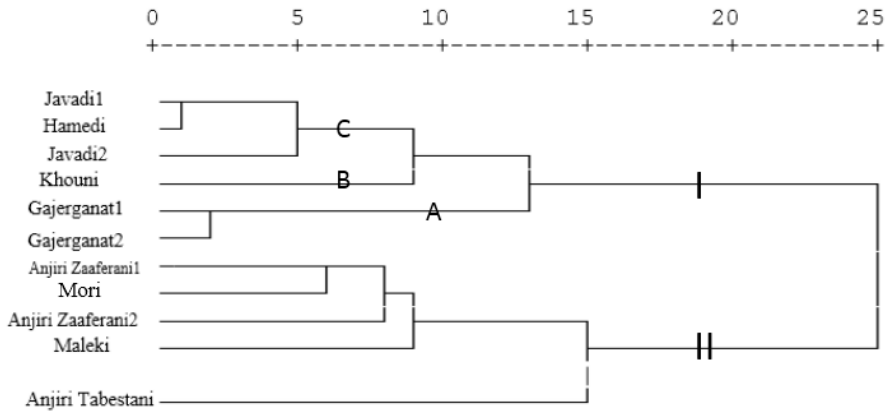
(جدول ۴). در مورد pH، «انجیر زعفرانی ۱» (۰.۱۲±۴.۶۳) و «انجیر تابستانی» (۰.۱۰±۴.۶۰) بالاترین مقادیر را داشتند. در میان ژنوتیپ‌ها، «انجیر تابستانی» با ۱.۱۳±۷۱.۲۸ بالاترین شاخص رسیدن (RI) و «موری» با ۱.۱۲±۱۸.۱ کمترین مقدار را نشان داد (جدول ۳). محتوای ویتامین C از ۳ تا ۱۱ میلی‌گرم اسید اسکوربیک (ASA) در ۱۰۰ گرم وزن تازه متغیر بود؛ «موری» (۱۱±۱.۴۱) بالاترین و «مالکی» (۳±۰.۵) کمترین مقدار را داشتند که با یافته‌های Zeballos et al. (۲۰۱۶) همخوانی دارد و اهمیت آن را برای ارزیابی ژنوتیپ‌های تجاری برجسته می‌کند (Zeballos et al., 2016). (جدول ۳).

سفتی میوه از ۵۴ تا ۷۲ نیوتن، محتوای مواد جامد محلول (SSC) از ۹ تا ۱۴ بریکس، و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) از ۰.۲ تا ۰.۷ گرم اسید مالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه (FW) متغیر بود، با نسبت SSC/TA که از ۱۸ تا ۷۱ متغیر بود. حداقل SSC برای پذیرش مصرف‌کننده ۱۰ بریکس است؛ در این مطالعه، برخی ژنوتیپ‌ها زیر این آستانه بودند. مقادیر TA و SSC/TA با مطالعات قبلی هلو سازگار بود (Abidi et al., 2014; Cantín et al., 2010). شاخص رسیدن (RI)، به عنوان یک صفت کلیدی کیفیت ارگانولپتیک که تحت تأثیر نسبت SSC/TA قرار دارد، اهمیت این پارامترها را در کیفیت میوه نشان داد.

جدول ۳- میانگین مقادیر صفات پومولوژیکی ارزیابی‌شده در ژنوتیپ‌های هلو.

CV	Harvest date (DAFB)	weight	firmness	TSS	TA	pH	RI	VC
Javadi 1	172±5a	201±7.59bcd	66.67±0.97b	10.17±0.6c	0.54±0.02c	3.85±0.21bc	18.73±0.08j	4±0.5ef
Hamedi	158±4b	311.33±5.4a	72.5±0.85a	13.03±1.01ab	0.58±0.02bc	3.7±0.14c	22.36±1.03h	6±0.41cd
Mori	156±4b	116±5.41fg	67.5±0.9b	12.73±1.06ab	0.7±0.05a	3.7±0.14c	18.1±1.12j	11±0.61a
Gajerganat1	155±4b	188.67±8.64cd	58±1.23c	9.97±1.08c	0.38±0.02d	3.73±0.15c	26.11±1.3g	4±0.5ef
Anjiri-Zaferani 2	151±4b	143.36±5.33efg	54.13±0.1c	14.5±1.16a	0.26±0.02g	4.63±0.12a	55.49±1.18c	5±0.5de
Gajerganat2	144±3c	219.62±5.98bc	60.5±0.7bc	12.3±1.13b	0.36±0.02ef	3.8±0.14bc	34.64±1.15e	6.33±0.58c
Javadi 2	144±4c	159.36±7.83de	58.25±0.3bc	12.88±0.98ab	0.62±0.04b	3.6±0.14c	20.67±1.04i	6.5±0.71c
Maleki	129±3d	143.63±7.75efg	63.33±0.7b	13.73±1.02ab	0.21±0.01gh	4.03±0.15b	64.03±1.92b	3±0.5f
Anjiri-Zaferani 1	129±4d	105.75±6.81g	72.18±0.9a	12.56±1.21b	0.33±0.02f	3.85±0.13bc	38±1.23d	8.25±0.5b
Khouni	116±5e	246.85±8.99b	64.4±0.8b	14.04±0.73ab	0.45±0.02d	3.8±0.1bc	31.27±0.75f	4±0.5ef
Anjiri-Tabestani	110±6f	98.48±6.85g	56.43±0.8bc	13.85±1.11ab	0.19±0.02h	4.6±0.1a	71.28±1.13a	4.33±0.58e

برای هر صفت، میانگین‌هایی که با حرف یکسان مشخص شده‌اند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای به روش وارد (Ward) در ژنوتیپ‌های هلو.

ارزیابی ژنوتیپ‌های هلو ایرانی تنوع قابل‌توجهی را در صفات زراعی و کیفیت میوه نشان داد که پتانسیل ژنتیکی بالایی را برای برنامه‌های اصلاحی پایدار در راستای بهبود کیفیت میوه و پاسخگویی به نیازهای بازار فراهم می‌کند. نر عقیمی، که برای اولین بار در برخی ژنوتیپ‌های هلو ایرانی شناسایی شد، صفتی کلیدی در اصلاح نژاد هلو است، زیرا می‌تواند برای تولید بذر هیبرید با بهره‌گیری از هتروزیس مفید باشد. با این حال، در باغات تک‌رقمی، نر عقیمی چالش‌های جدی مانند کاهش عملکرد به دلیل نقص در گرده‌افشانی ایجاد می‌کند، به‌ویژه به دلیل عدم تولید گرده زنده که باروری را مختل می‌کند. این مشکل نیازمند استراتژی‌های مدیریتی مانند استفاده از گرده‌افشان‌های مکمل یا انتخاب ژنوتیپ‌های بارور با استفاده از نشانگرهای مولکولی مانند SSR است که در این مطالعه برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی با موفقیت استفاده شد. تحلیل‌های آماری چندمتغیره، از جمله تحلیل خوشه‌ای، تنوع گسترده صفات را تأیید کرد و ژنوتیپ‌ها را به دو خوشه اصلی با سه زیرگروه تقسیم‌بندی کرد.. علاوه بر این، نر عقیمی سیتوپلاسمی، که احتمالاً به دلیل تغییرات در ژنوم میتوکندریایی ایجاد می‌شود، نیاز به تحقیقات بیشتر برای شناسایی ژن‌های کاندید و توسعه روش‌های اصلاحی هدفمند، مانند استفاده از ژن‌های ترمیم‌کننده، دارد. این یافته‌ها بر اهمیت حفظ ژنوتیپ‌های سنتی سازگار و استفاده از ابزارهای مولکولی برای غلبه بر چالش‌های نر عقیمی در باغات تک‌رقمی و بهبود برنامه‌های اصلاحی تأکید می‌کنند.

منابع

Abidi, W., Cantín, C.M., Jiménez, S., Giménez, R., Moreno, M.Á. and Gogorcena, Y. 2014. Influence of antioxidant compounds, total sugars and genetic background on the chilling injury susceptibility of a non-melting peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) progeny. Journal of the Science of Food and Agriculture.

AOAC. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists.

Cantín, C.M., Gogorcena, Y. and Moreno, M.Á. 2010. Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. Euphytica, 171: 211–226.

Donoso, J.M., Eduardo, I., Picañol, R., Batlle, I., Howad, W., Aranzana, M.J. and Arús, P. 2015. High-density mapping suggests cytoplasmic male sterility with two restorer genes in almond × peach progenies. Horticulture Research, 2: 15011.

Han, S., Li, Y., Li, Z., Zhang, Y. and Wang, Y. 2021. Potential association of reactive oxygen species with male sterility in peach. Frontiers in Plant Science, 12: 669103.

Detection of Male Sterility and Evaluation of Morphological and Fruit Quality Traits in Iranian Peach Genotypes

Rahim Abdollahi[1*] and Jaafar Hajilou[2]
1. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Guilan, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding Author: Abdollahi23465@gmail.com

Abstract

Tree and fruit characteristics of a subset of Iranian peach genotypes were evaluated over two consecutive years. Morphological traits, including bloom and harvest dates, flower, and leaf attributes, were assessed. Fruit traits such as fresh weight, soluble solids content (SSC), firmness, vitamin C, titratable acidity (TA), total phenolics, and ripening index (RI) were quantified. Cluster analysis grouped genotypes into two distinct categories. Male sterility was detected for the first time in some Iranian peach genotypes, with pollen germination rates of 28.28 % in 'Anjiri-Tabestani', 18.33% in 'Anjiri-Zaferani 1', and absent in others (e.g., 'Javadi 1' and 'Hamedi'). Genetic diversity was assessed using 18 SSR primer pairs, yielding 96 alleles (mean 5.33 per locus, range 3-9). These findings highlight the potential of Iranian genotypes for breeding and monoculture orchard management.

Keywords: Fruit quality, Male sterility, Peach.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

رفتار رشدی بذر گل مغربی (*Oenothera biennis* L.) تحت تنش شوری و در شرایط درون‌شیشه‌ای

مهلا کلاسنگیانی[۱]، عظیم قاسم‌نژاد[۱]، مصطفی خوشحال سرمست[۱] و امید سهرابی[۲]

۱- علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان
۲- علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
*نویسنده مسئول: *mahla.kolasangiani_s02@gau.ac.ir*

چکیده

این پژوهش به بررسی تاثیر تنش شوری بر رشد و جوانه‌زنی بذر گل‌مغربی(*Oenothera biennis* L.) در شرایط درون‌شیشه پرداخت. بذرها در محیط کشت MS نیم‌غلظت و تحت غلظت‌های مختلف شوری (۰،۵،۱۵،۳۰،۵۰،۱۵۰،۲۰۰،۴۰۰،۶۰۰،۷۵۰ میلی‌مولار) کشت شدند. نتایج نشان داد که افزایش شوری سبب کاهش معنی‌دار در شاخص‌های رشدی و جوانه‌زنی گیاه شد که به علت تنش اسمزی و سمیت یونی بود. بذر گل مغربی به عنوان یک گیاه نسبتا حساس به شوری قادر بود از میان دامنه شوری ۰ تا ۷۵۰ میلی‌مولار تا دامنه ۱۵ میلی‌مولار به خوبی جوانه زده و گیاه چه ای با رشد نرمال تولید کند. این در حالی است که جوانه زنی بذر با افزایش شوری محیط به ۳۰ میلی‌مولار شروع به کاهش کرد. تاجاییکه در شوری بالا تر از ۵۰ میلی‌مولار جوانه زنی بذر متوقف شد. بر اساس یافته های بررسی حاضر می توان بذر گل مغربی را از نظر جوانه زنی در ردیف بذور حساس به شوری طبقه بندی کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، شاخص‌های رشدی، کشت بافت، گل‌مغربی(*Oenothera biennis* L.).

مقدمه

گل‌مغربی (*Oenothera biennis* L.) یک گیاه دوساله و بومی امریکای شمالی می‌باشد (Steckel et al., 2019). روغن موجود در برگ‌ها و دانه‌های آن در داروسازی و صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند منبعی از مواد اولیه را برای صنعت داروسازی فراهم کند (Nohutçu et al., 2024). شور شدن خاک که توسط عواملی همچون نفوذ آب دریا به زمین‌های کشاورزی ساحلی و مدیریت ناکارآمد خاک در شرایط تغییرات اقلیمی تشدید شده‌است، به یکی از مشکلات زیست‌محیطی جدی تبدیل شده‌است (Guo et al., 2023). خاک با شوری بالا رشد گیاه را کاهش می‌دهد، اما ممکن است متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی را افزایش دهد. البته اثر آن بر عملکرد فیزیولوژیکی این گیاهان به نوع گیاه و شدت تنش بستگی دارد (Ghassemi and Abdoli.,2022). اصلاح نژاد برای افزایش تحمل به شوری در گیاهان زراعی، راهکاری مهم برای مقابله با شوری فزاینده خاک‌های کشاورزی است (Chandler and Thorpe., 1986). تکنیک‌های بیوتکنولوژی مانند کشت‌بافت، به ویژه جنین‌زایی سوماتیکی، می‌توانند با تسریع تولید واریته‌های بهبود یافته از طریق تکثیر سریع کلون‌ها و تسهیل انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری، جایگزینی مؤثر برای روش‌های اصلاح سنتی باشند. هرچند تحقیقات در این زمینه برای Oenothera biennis هنوز محدود است (Martinez and de Halac, 1995; Ghasemnezhad and Honermeier, 2007; Pavingerova et al., 1996). در بررسی حاضر سعی بر این است تا مقاومت گل مغربی به شوری مورد ارزیابی قرار گیرد. در این مقاله تنها نتایج مرتبط به بذر ارائه شده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با هدف بررسی رفتار رشدی بذر گل‌مغربی (*Oenothera biennis* L.) تحت تنش شوری در شرایط درون‌شیشه‌ای (In vitro) انجام شد. برای این منظور، بذرها پس از ضدعفونی سطحی در شرایط استریل، در محیط کشت MS نیم‌غلظت و در ده سطح شوری (۰،۵،۱۵،۳۰،۵۰،۱۵۰،۲۰۰،۴۰۰،۶۰۰،۷۵۰ میلی‌مولار سدیم کلراید) کشت شدند. با این حال، به دلیل عدم مشاهده جوانه‌زنی در سطوح بالاتر از ۶۰۰ میکرومولار، تجزیه و تحلیل‌های آماری تنها برای تیمار های ۰ تا ۶۰۰ میکرومولار انجام گرفت. دو هفته پس از شروع کشت درصد جوانه زنی و چهل روز پس از کشت، شاخص‌های رشدی اندازه گیری و ثبت شدند.

مواد گیاهی و کشت بذر

بذر گل‌مغربی از شرکت پاکان‌بذر تهیه شد. بر اساس بررسی های قبلی بذرهای گل‌مغربی ابتدا به منظور چینه سرمایی به مدت سه روز در شرایط مرطوب و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و پیش از کشت به مدت دو ساعت در محلول اسیدجیبرلیک با غلظت ۳۰۰۰ ppm قرار گرفتند. ضدعفونی سطحی بذرها در شرایط استریل زیر هود لامینار با هیپوکلریت‌سدیم ۰/۵ درصد و دو قطره توین۸۰ انجام شد. پس از آن بذرها سه تا پنج مرتبه با آب مقطر استریل شسته شدند تا جهت کشت آماده شوند. بذرها پس از ضدعفونی، در محیط کشت MS نیم‌غلظت همراه با تیمارهای شوری (۰،۵،۱۵،۳۰،۵۰،۱۵۰،۲۰۰،۴۰۰،۶۰۰،۷۵۰ میلی‌مولار)، در ۵ تکرار (هر تکرار شامل ۵ بذر) کشت شدند. ارزیابی جوانه‌زنی بذرها دو هفته پس از کشت و ثبت شاخص‌های رشدی مانند درصد جوانه‌زنی، طول ریشه و ساقه، وزن تر و خشک گیاه و سطح برگ ۴۰ روز پس از کشت، صورت گرفت.

شرایط اتاق رشد

پس از کشت، ظروف حاوی بذرها به اتاق رشد با شرایط کنترل شده شامل دمای ثابت ۲۸ درجه سانتی‌گراد، چرخه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و نور ترکیبی حاصل از لامپ‌های فلورسنت منتقل شدند.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده

شاخص‌های رشدی شامل تعداد بذرهای جوانه زده، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه و ساقه، وزن تر و خشک گیاهچه و سطح برگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. طول ریشه و ساقه از تصاویر ثبت شده با استفاده از نرم‌افزار تحلیل تصویر Fiji اندازه‌گیری شدند. سطح برگ نیز با استفاده از نرم‌افزار Adobe Photoshop و تکنیک آنالیز پیکسل تخمین زده شد. وزن تر و خشک گیاهچه‌ها نیز با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت بالا (±۰.۰۰۰۱) اندازه‌گیری شد.

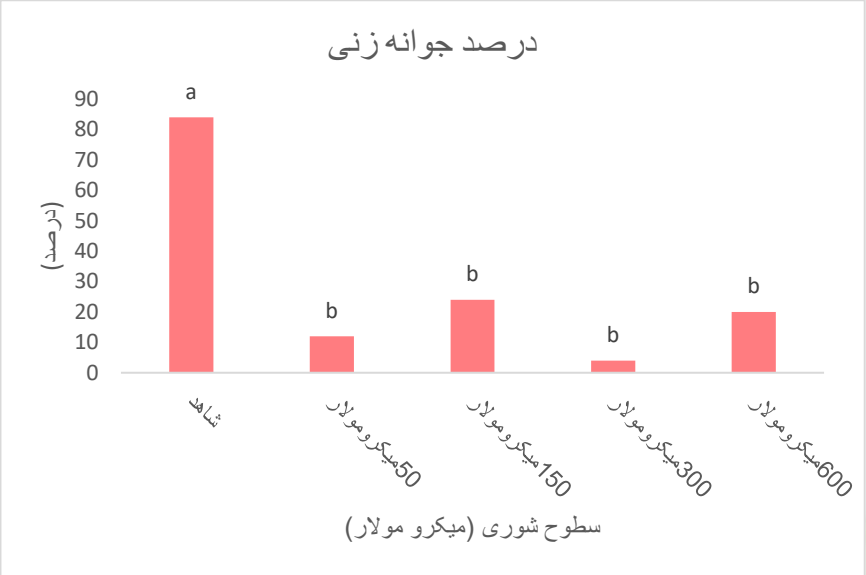
نتایج و بحث

داده‌ها پس از تجزیه واریانس، با آزمون LSD در سطح احتمال ۰.۵ درصد مقایسه شدند. اختلاف میانگین‌ها در جداول با استفاده از حروف انگلیسی نشان داده شده است.

اثر شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر

همانگونه که در نمودار ۱ مشاهده شد؛ درصد جوانه‌زنی به شدت در مواجهه با شوری کاهش یافت. تیمار شاهد جوانه‌زنی بالا و مطلوبی داشت اما با افزایش شوری در سطوح ۳۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار به شدت کاهش یافت. به نظر می‌رسد این امر می‌تواند ناشی از ماهیت نمک‌ها

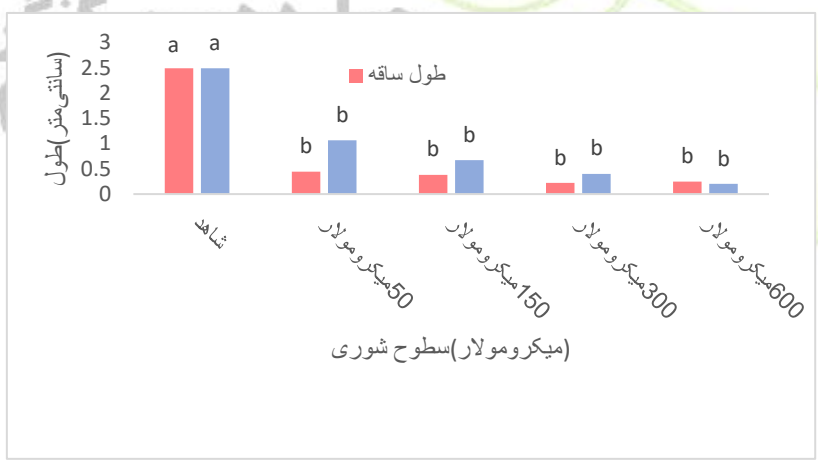
در محدود کردن جذب آب توسط بذر باشد. شوری با کاهش پتانسیل اسمزی، مانع جذب مناسب آب شده و در نتیجه، فرایندهای متابولیکی لازم برای جوانه‌زنی مختل می‌گردند (Sikha et al., 2014).



نمودار ۱- درصد جوانه‌زنی بذور گل‌مغربی در سطوح مختلف شوری در شرایط درون‌شیشه‌ای.

اثر شوری بر خصوصیات رشدی گل مغربی

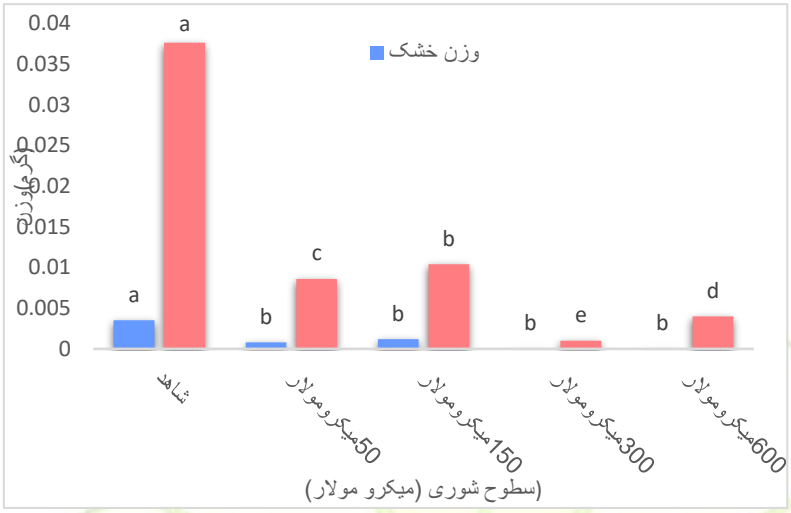
تنش شوری اثر معنی‌داری بر کاهش طول ساقه و ریشه داشت، به گونه‌ای که در بالاترین سطح شوری، کاهش قابل توجهی در هر دو صفت مشاهده شد. این کاهش می‌تواند به اثرات اسمزی و سمیت یونی ناشی از تجمع یون‌های سمی باشد که رشد سلولی را محدود می‌کند (Munns and Testeer.,2008). کاهش همزمان این صفات نشان‌دهنده اثر سیستمیک تنش شوری بر رشد گیاه است.



نمودار ۲- طول ساقه و ریشه گل مغربی تحت تاثیر سطوح مختلف شوری در شرایط درون‌شیشه‌ای.

۱-اثر شوری بر زیست‌توده گل مغربی

همانطور که در نمودار ۳ نشان داده شده، تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار در وزن تر و خشک گیاه شد که بعنوان شاخصی از زیست‌توده کل محسوب می‌شود. این کاهش عمدتا به اثرات سمی اولیه (کاهش جذب آب و تضعیف رشد سلولی) و همچنین تجمع یون‌های سمی (Na^+ و Cl^-) در بافت‌ها مربوط است که فرایند فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی و رشد را مختل می‌کند (Munns and Testeer.,2008). در نتیجه، کاهش تولید ماده خشک و زیست‌توده یکی از پیامدهای مستقیم محدودیت در رشد رویشی گیاه تحت شوری است.



نمودار ۳- اثر شوری بر بیومس گل مغربی.

اثر تنش شوری بر سطح برگ گل مغربی

شوری موجب کاهش معنی‌دار سطح برگ شد. این کاهش عمدتا ناشی از اثرات اولیه تنش اسمزی است که منجر به کاهش تقسیم و کشش سلولی در مریستم‌ها می‌شود. همچنین تجمع یون‌های سمی مانند Na^+ و Cl^- در بافت‌های برگ، رشد برگ را محدود کرده و در مراحل بعدی سبب پیری زودرس و کاهش دوام برگ می‌گردد. کاهش سطح برگ، علاوه بر محدود کردن فتوسنتز، یکی از مکانیسم‌های دفاعی گیاه برای کاهش تعرق و صرفه‌جویی در مصرف آب در شرایط شوری است (Munns and Tester, 2008).



نمودار ۴- اثر سطوح مختلف شوری بر سطح برگ گل مغربی.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش در شرایط کنترل‌شده‌ی کشت درون‌شیشه‌ای نشان داد که تنش شوری به‌طور معنی‌داری موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، رشد ریشه و ساقه، سطح برگ و بیومس گل مغربی می‌شود. این کاهش عمدتاً ناشی از اثرات اسمزی و سمیت یونی تنش شوری است که با محدود کردن جذب آب، اختلال در فرایندهای متابولیکی و تجمع یون‌های سمی مانند Na^+ و Cl^- در بافت‌های گیاهی، رشد گیاه را مختل می‌سازد. با توجه به محیط یکنواخت و قابل‌کنترل کشت بافت، این نتایج می‌تواند نمایانگر حساسیت ذاتی گیاه به سطوح مختلف شوری باشد. بنابراین، گل مغربی در شرایط آزمایشگاهی واکنش منفی سیستمیکی به شوری از خود نشان داده و یافته‌های این تحقیق می‌تواند در تدوین راهبردهای به‌زراعی و به‌نژادی برای تحمل شوری مفید واقع شود.

منابع

Chandler, S.F. and Thorpe, T.A. 1986. Variation from plant tissue cultures: Biotechnological application to improving salinity tolerance. Biotechnology Advances, 4: 117–135.

Ghasemnezhad, A. and Honermeier, B. 2007. Seed yield, oil content and fatty acid composition of *Oenothera biennis* L. affected by harvest date and harvest method. Industrial Crops and Products, 25: 274–281.

Ghassemi-Golezani, K. and Abdoli, S. 2022. Physiological and biochemical responses of medicinal plants to salt stress. In: *Environmental Challenges and Medicinal Plants: Sustainable Production Solutions under Adverse Conditions*, pp. 153–181.

Guo, X., Ma, J.Y., Liu, L.L., Li, M.Y., Wang, H., Sun, Y.K., Wang, T., Wang, K.L. and Meyerson, L.A. 2023. Effects of salt stress on interspecific competition between an invasive alien plant *Oenothera biennis* and three native species. Frontiers in Plant Science, 14: 1144511.

Martinez, L.D. and de Halac, I.N. 1995. Organogenesis of anther-derived calluses in long-term cultures of *Oenothera hookeri* de Vries. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 42(1): 91–96.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59(1): 651–681.

Nohutçu, L., Tunçtürk, M., Tunçtürk, R. and Şelem, E. 2024. Investigation of nutrient element content, physicochemical and biochemical properties of evening primrose (*Oenothera biennis* L.). Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(5): 2181–2189.

Sikha, S., Sunil, P., Arti, J., Sujata, B., Navdeep, D. and Kranti, T. 2014. Effect of salt stress on seedling growth and survival of *Oenothera biennis* L. International Research Journal of Environmental Science, 3: 70–74.

Steckel, L.E., Sosnoskie, L.M. and Steckel, S.J. 2019. Common evening-primrose (*Oenothera biennis* L.). Weed Technology, 33: 757–760.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Growth behavor of evening primrose(*Oenothera biennis* L.) seeds under salinity stress in vitro conditions

Mahla Kolasangiani[1*], Azim Ghasemnezhad[1], Mostafa Khosh-hal Sarmast[1] and Omid Sohrabi[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

**Corresponding Author: mahla.kolasangiani_s02@gau.ac.ir*

Abstract

This study investigated the effects of salt stress on the growth and seed germination of evening primrose (*Oenothera biennis* L.) under in vitro conditions. Seeds were cultured on half-strength MS medium with different salt concentrations (0, 5, 15, 30, 50, 150, 200, 400, 600, and 750 mM). The results showed that increasing salinity caused a significant decrease in growth parameters and seed germination, which was attributed to osmotic stress and ion toxicity. Evening primrose seeds, considered a relatively salt-sensitive species, were able to germinate well and produce normally growing seedlings up to 15 mM salinity within the tested range of 0 to 750 mM. However, seed germination began to decline at 30 mM salinity and was completely inhibited at salinity levels above 50 mM. Based on the findings of this study, evening primrose seeds can be classified as salt-sensitive in terms of germination.

Keywords: Growth parameters, *Oenothera biennis* L, Tissue culture, Salinity stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه خصوصیات مغز هسته زردآلو در ژنوتیپ‌های محلی برتر در منطقه خلخال

رضا غلامی[1*]، سعید پیری پیرایواتلو[2] و ولی ربیعی[3]
۱- علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی ابهر، ابهر، ایران
۳- گروه باغبانی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *rezagtk@yahoo.com*

چکیده

باتوجه به پتانسیل اکولوژیکی مناسب برای رشد و پرورش زردآلو در منطقه خلخال و تنوع بالای درختان میوه زردآلو، بدلیل تکثیر از طریق بذر، این تحقیق در ادامه تکمیل ارزیابی و شناسایی ظرفیت ژنتیکی ژنوتیپ‌های زردآلوی موجود در منطقه از نظر صفات کمی و کیفی مرتبط با مغز هسته زردآلو طی دو سال روی ۲۰ ژنوتیپ برتر گزینش شده زردآلو در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. در تمام صفات مورد مطالعه مغز هسته، تفاوت آماری معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید و همچنین اثر سال به‌دلیل تغییرات آب و هوایی، به‌غیر از صفت پوسته چوبی هسته، بر سایر صفات مغز هسته موثر بود. اکثر ژنوتیپ‌ها دارای مغز شیرین بودند، فقط ژنوتیپ‌های BG_5 و EG_1دارای مغز با طعم تلخی زیاد و ژنوتیپ GG_2 مغز هسته با طعم تلخی متوسط بودند. وزن مغز هسته بین ۱.۱۵-۰.۳ گرم و حجم مغز هسته بین ۱.۰۴-۰.۲۸ سانتی‌مترمکعب در بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود که ژنوتیپ‌های EG_2 و GG_8 به‌دلیل وزن و حجم مغز بالا و طعم شیرین مغز می‌توانند در برنامه تولید اقتصادی مغز زردآلو مفید باشند. ژنوتیپ SG_6 از نظر صفات ابعاد مغز هسته و ژنوتیپ BG_2 از نظر بیشترین درصد گوشت از کل میوه برتر بودند و در مجموع، میان ژنوتیپ‌های محلی زردآلو، تنوع ژنتیکی بالایی مشاهده گردید و برخی از ژنوتیپ‌های امیدبخش با خصوصیات ویژه مغز هسته از قبیل EG_2 ، GG_8، BG_2 و KG_1 در این مجموعه وجود داشت که می‌توان از این ژنوتیپ‌های محلی زردآلو برای اصلاح و معرفی ارقام، تولید اقتصادی مغز زردآلو و فرآوری صنعتی مثل تولید دارو، لوزام آرایشی وغیره استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: زردآلو، ژنوتیپ محلی، تنوع ژنتیکی، معرفی رقم، مغز هسته.

مقدمه

زردآلو (*Pruns armenica* L) یکی از مهم‌ترین گونه‌های درختان میوه که از زمان‌های خیلی قدیم در ایران کشت‌کار می‌شود و با شرایط آگروکلیمایی منطقه سازگار است. منطقه خلخال با پتانسیل اکولوژیکی مناسب برای رشد و پرورش زردآلو شناخته شده است و محصول آن به‌صورت تازه‌خوری، کمپوت، مربا، برگه زردآلو و غیره مصرف می‌شود، از طرف دیگر، اکثر باغات زردآلو در منطقه، بذری هستند در نتیجه ژنوتیپ‌هایی با ویژگی‌های مطلوب و متفاوت در خصوصیات فنولوژیکی، پومولوژیکی و مورفولوژیکی موجود هستند که به دلیل استفاده‌های محلی و تنوع زیاد غالباً برای کانون‌های تولید زردآلوی کشور ناشناخته مانده‌اند (پیری و همکاران، ۱۳۹۶). حفاظت از منابع ژنتیکی هر گونه و داشتن مشخصات ارقام محلی نیاز به اطلاع از تنوع ژنتیکی و ارتباط بین گونه‌ها و ژنوتیپ‌ها دارد (گنجی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰). ژنوتیپ‌های محلی و هم‌گروه‌های بومی به‌دلیل سازگاری با محیط و دارا بودن ژن‌های مفید در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند و این منابع بایستی برای استفاده در برنامه‌های اصلاح زردآلو مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد (Milosevic et al., 2009). برای استفاده از منابع ژنتیکی بسیار غنی ژنوتیپ‌های محلی در برنامه‌های اصلاح زردآلو، اطلاع از سطح تنوع ژنتیکی در برنامه‌های به‌نژادی و حفظ ذخایر توارثی اهمیت بسیار بالایی دارد (Kumar et al., 2009). هسته زردآلو حاوی روغن (۲۷.۷ درصد تا ۶۶.۷ درصد روغن)، ویتامین به‌همراه برخی مواد معدنی و ترکیباتی بنام آمیگدالین می‌باشد و گزارش شده است هسته زردآلو نسبت به قسمت گوشتی آن، حاوی مقدار زیادی آنتی‌اکسیدان طبیعی بوده و میزان روغن و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در هسته‌های زردآلوی شیرین بیشتر از هسته‌های تلخ است. هسته زردآلو برای مقاصد مختلفی مانند لوازم آرایشی، روغن‌ها، کربن فعال، عطر، پیش‌غذا و همچنین در محصولات نانوایی استفاده می‌شود (Qian et al., 2023).

(نجاتیان، ۱۳۸۷) با مطالعه یازده رقم از زردآلوی ایرانی گزارش نمود که از نظر خصوصیات هسته، تنوع نسبتا زیاد و گسترده‌ای در بین ارقام وجود دارد و بیان نمود که این تنوع در غنی‌سازی بانک ژن، پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب ارقام زردآلو برای اهداف و مصارف مختلف، بسیار مطلوب و مفید هستند. (Vachun,2003) طی پنج سال بررسی خصوصیات میوه و هسته۲۱ ژنوتیپ جمع‌آوری شده از کشورهای چکواسلواکی، اوکراین، کانادا و آمریکا گزارش نمود که وزن، طول و قطر میوه و هسته در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، متفاوت بود. (گنجی مقدم و همکاران، ۱۴۰۰) طی بررسی خصوصیات کیفی و کمی ۳۵ دورگ و ژنوتیپ امیدبخش زردآلو گزارش نمودند اکثر ژنوتیپ‌ها دارای مغز شیرین بودند و از نظر خصوصیات هسته و مغز متنوع بودند.(Asma and Ozturk, 2005) تغییرات معنی‌داری در خصوصیات میوه و هسته 128 ژرم‌پلاسم مورد مطالعه در ترکیه را گزارش نمودند که اکثراً مغز هسته شیرین بودند. در ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌ها، صفات مربوط به هسته برای گزینش ارقام و ژنوتیپ‌هایی با هسته کوچک در مصرف تازه‌خوری و ژنوتیپ‌هایی با مغز هسته بزرگ‌تر و شیرین برای ارزش اقتصادی تولید مغز زردآلو در سال‌های اخیر اهمیت ویژه دارد و همچنین ژنوتیپ‌هایی دارای مغز تلخ در صنعت داروسازی و آرایشی، بسیار بااهمیت هستند (Bata et al., 2002). با توجه به تنوع ژنتیکی بالایی که زردآلو در سطح منطقه خلخال دارد، هنوز بهره‌برداری مناسبی از آن صورت نگرفته است. با علم به‌اینکه هیچ برنامه به‌زراعی و به‌نژادی بدون تعیین مشخصات و شناخت دقیق ارقام و آشنایی منابع ژنی میسر نیست، لذا کار شناسایی، جمع‌آوری و حفظ ذخایر ارزشمند ژنتیکی امری ضروری است، از اینرو این مقاله در راستای تکمیل مطالعه خصوصیات میوه، هسته و بذر بیست ژنوتیپ برتر زردآلو با هدف معرفی ژنوتیپ‌های برتر جهت کاربرد در اصلاح ارقام مطلوب، تولید پایه و استفاده از ژنوتیپ‌هایی دارای مغز شیرین در ارزش اقتصادی تولید مغز زردآلو و کاربرد ژنوتیپ‌هایی دارای مغز تلخ در صنایع داروئی و آرایشی در شرایط منطقه خلخال انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو فصل رشد (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) در منطقه خلخال واقع در جنوب استان اردبیل انجام گرفت. منطقه موردنظر دارای مختصات جغرافیای بین ۴۱-۳۷ درجه عرض شمالی و ۴۸-۳۹ درجه طول شرقی با اقلیم سرد کوهستانی (زمستان‌های سرد و تابستان‌های خنک) با متوسط دما ۷.۴ درجه سانتی‌گراد و حداقل دما منفی ۳۱.۵- درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود. مواد گیاهی مورد بررسی ۲۰ ژنوتیپ برتر از میان ۸۰ ژنوتیپ زردآلو با میانگین سنی ۲۱ ساله بودند. تمام ژنوتیپ‌های انتخاب شده به‌روش سنتی متداول در منطقه پرورش یافته‌بودند. برای سهولت مطالعه ژنوتیپ‌های انتخابی در منطقه خلخال نام محل نمونه‌ها، شامل برندق، کلور، هشجین، ایلوانق، کیوی و شال، ژنوتیپ‌ها با حروف اختصاری به‌ترتیب B، K، H، E، G و S در کنار حرف اول نام محقق غلامی (G) و با ذکر شماره ژنوتیپ، کدبندی شدند. شناسایی، مقایسه و گزینش اولیه ژنوتیپ‌ها برای مطالعات بعدی بر اساس صفات موردنظر در آنها طبق "توصیف‌نامه هسته‌دارها" انجام شد(Perret, 1988) . در بررسی و اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌ها، دو نوع صفات شامل صفات کمی و صفات کیفی بود در مورد صفات کمی طبقه‌بندی صفات موردنظر با شماره‌های فردی و طبقه‌بندی صفات کیفی بصورت کد و اعداد متوالی (۱،۲،۳،۴...) انجام گرفت. طرح بلوک کامل تصادفی برای صفات مورد بررسی بکار برده‌شد و همچنین مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها بااستفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد ارزیابی قرارگرفت.

نتایج و بحث

از نظر تمام خصوصیات مغز زردآلو مورد بررسی، تفاوت آماری معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح یک درصد مشاهده شد و ژنوتیپ بر خصوصیات مغز موثر بود که این تفاوت‌ها ناشی‌از تنوع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر خصوصیات مغز بود (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد سال بر تمام خصوصیات مغز مورد مطالعه در سطح یک درصد تاثیر داشت، بجز اینکه در صفت عرض مغز در سطح پنج درصد اثر داشت و بر صفت وزن پوسته چوبی هسته هیچ تاثیر آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۱). براساس دیسکریپتور صفت تلخی مغز هسته با سه وضعیت ندارد یا کم، متوسط و زیاد ارزیابی گردید که براساس نتایج بدست آمده ۸۵ درصد ژنوتیپ‌ها دارای وضعیت طعم شیرین، ۵ درصد با طعم تلخی متوسط و ۱۰ درصد با طعم تلخی زیاد بودند که بعبارتی ژنوتیپ‌های BG_5 و EG_1 دارای مغز تلخ بودند و تنها در ژنوتیپ GG_2 میزان تلخی مغز هسته متوسط بود. در مطابقت با این تحقیق، (گنجی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰) مزه مغز تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به‌استثنای دو ژنوتیپ، شیرین گزارش کرده بودند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن مغز (۱.۱۵ گرم) و

بیشترین حجم مغز (۱.۰۴سانتی‌مترمکعب) مربوط به ژنوتیپEG_2 بود که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت آماری معنی‌داری داشت. بعلاوه، نتایج مشخص نمود که بیشترین طول و عرض مغز مربوط به ژنوتیپ SG_6 و کمترین میزان آنها به ژنوتیپHG_1 تعلق داشت. اگرچه، از نظر میزان عرض مغز بین بعضی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه هیچ تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲). همچنین مشخص شد که ژنوتیپ‌های HG_1 ، EG_1 و KG_1 به‌ترتیب بیشترین وزن پوسته چوبی هسته و ژنوتیپ BG_2 با ۰.۶۵ گرم کمترین وزن پوسته چوبی هسته را دارا بودند. همچنین ژنوتیپ EG_2 با ۰.۰۶ درصد بیشترین درصد مغز از کل میوه در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را داشت. بعلاوه، ژنوتیپ EG_1 با میزان ۰.۱۷ درصد بیشترین درصد هسته از کل میوه و ژنوتیپ‌های BG_2 و GG_9 با میزان ۰.۰۳ درصد کمترین درصد هسته از کل میوه را داشتند، از طرفی بیشترین و کمترین درصد گوشت از کل میوه به‌ترتیب با ۰.۹۷۵ درصد و ۰.۸۳۵ درصد به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های BG_2 و EG_1 تعلق داشت (جدول۲). در تایید یافته‌های تحقیق حاضر، (Asma and Ozturk,2005) میزان وزن مغز را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۰.۳ تا ۰.۹۱ گرم گزارش کرده بودند. همچنین (گنجی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰) وزن مغز اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را زیر یک گرم گزارش نموده بودند. بعلاوه (نجاتیان، ۱۳۸۷) میزان وزن پوسته چوبی را بین ۰.۸۶ گرم تا ۲.۴۰ گرم و میزان وزن مغز را بین ۰.۴۴ گرم تا ۰.۹۶ گرم گزارش نموده بود. همچنین (Balta et al., 2002) دامنه وزن مغز را بین ۰.۵ گرم تا ۰.۹ گرم گزارش نموده بودند. ژنوتیپ‌های EG_1، EG_2، KG_1، KG_3، SG_1، SG_6، HG_1 و EG_2 از نظر بعضی خصوصیات مغز ارزشمند بودند، بخصوص ژنوتیپ EG_2 از نظر خصوصیات مغز هسته و ژنوتیپ‌های BG_2، HG_4 و SG_6 از نظر میزان درصد مغز از کل میوه، پایین‌ترین ارزش را داشتند و دامنه وسیع تغییرات، نشانگر وجود تنوع ژنتیکی بالا از حیث خصوصیات مربوط به زردآلو در منطقه می‌باشد و با توجه به تنوع بالای موجود در ژنوتیپ‌های زردآلو در منطقه، شناسایی و استفاده از ژرم‌پلاسم‌های موجود در برنامه‌های اصلاحی زردآلو امری ضروری به‌شمار می‌آید و نیاز است ژنوتیپ‌های برتر منطقه در برنامه‌های اصلاحی و به‌نژادی زردآلو بخصوص در تولید اقتصادی مغز زردآلو و فرآوری صنعتی این محصول به‌کار گرفته شوند.

جدول۱- تجزیه واریانس مرکب خصوصیات مغز هسته بیست ژنوتیپ برتر زردآلو طی دو سال آزمایش.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن مغز	حجم مغز	طول مغز	عرض مغز	درصد گوشت از کل میوه	درصد هسته از کل میوه	درصد مغز از کل میوه	وزن پوسته چوبی هسته
سال	۱	۰.۰۳**	0.023**	2.767**	0.529*	0.001**	0.001**	۰.۰۰۰۳**	۰.۰۰۶
ژنوتیپ	۱۹	۰.۰۸۷**	0.078**	6.274**	3.713**	0.003**	0.003**	0.00031**	۰.۴۶۸**
خطای آزمایشی	۱۹	۰.۰۰۲	0.002	0.086	0.072	0.00011	0.00011	0.000013	۰.۰۲
حداقل	–	۰.۳	0.28	۱۲/۵۰	8.15	0.81	0.02	0.01	۰.۵
حداکثر	–	۱.۲	1.13	۱۹/۹۵	12.28	0.96	0.19	0.06	۲.۵
C.V%		۶.۹۱	۷.۸۲	۱.۷۴	۲.۷۱	۱	۱۰.۹۹	۱۳.۹۵	۹.۴۰

ns,*,**: بترتیب غیرمعنی دار و معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ درصد می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات مغز هسته بیست ژنوتیپ برتر زردآلو طی دو سال آزمایش.

کد	ژنوتیپها	خصوصیات مغز مورد ارزیابی ژنوتیپها							
		وزن مغز (gr)	حجم مغز (cm^3)	طول مغز (mm)	عرض مغز (mm)	درصد گوشت از کل میوه (٪)	درصد هسته از کل میوه (٪)	درصد مغز از کل میوه (٪)	وزن پوسته چوبی هسته (gr)
۱	BG_1	۰.۸۵^{bc}	۰.۷۹^{bc}	۱۶.۸۴۵^{efg}	۹.۱۹^{f}	۰.۹۳۵^{def}	۰.۰۶۵^{def}	۰.۰۲^{e}	۱.۴۰^{ef}
۲	BG_2	۰.۵۵^{efg}	۰.۵۰۵^{ghi}	۱۸.۸۲^{b}	۱۰.۵۳^{de}	۰.۹۷۵^{a}	۰.۰۲۵^{i}	۰.۰۱^{f}	۰.۶۵^{i}
۳	BG_3	۰.۸۵^{bc}	۰.۸۱^{bc}	۱۸.۸۸^{b}	۱۱.۰۶^{cd}	۰.۹۴$^{c-f}$	۰.۰۶$^{d-g}$	۰.۰۲^{e}	۱.۶۰$^{b-e}$
۴	BG_5	۰.۶۵^{de}	۰.۵۹^{efg}	۱۷.۴۳^{cde}	۱۱.۲۸^{C}	۰.۹۰۵^{g}	۰.۰۹^{c}	۰.۰۲۵^{de}	۱.۸۵^{bc}
۵	KG_1	۰.۸۵^{bc}	۰.۷۹^{bc}	۱۶.۱۶^{h}	۸.۵۲^{ghi}	۰.۸۸^{h}	۰.۱۲۰^{b}	۰.۰۳۵^{c}	۲.۲۵^{a}

۶	KG_3	۰.۶^{ef}	۰.۵۶^{fgh}	۱۴.۸۶^{h}	۸.۵^{hi}	۰.۸۸^{h}	۰.۱۲۰^{b}	۰.۰۳^{cd}	۱.۷۵^{bcd}
۷	KG_7	۰.۷۵^{cd}	۰.۶۹^{cde}	۱۷.۸۲^{c}	۱۱.۶۳^{abc}	۰.۹۴$^{c-f}$	۰.۰۶$^{d-g}$	۰.۰۲۵^{de}	۱.۱۰^{fg}
۸	HG_1	۰.۵^{fgh}	۰.۴۶^{hi}	۱۲.۷۶^{j}	۸.۲۵^{i}	۰.۸۵^{i}	۰.۱۵۰^{A}	۰.۰۲۵^{de}	۲.۴۰^{a}
۹	HG_3	۰.۸۵^{bc}	۰.۷۸^{bc}	۱۷.۵۴^{cd}	۱۰.۰۴^{e}	۰.۹۰۵^{g}	۰.۰۹^{C}	۰.۰۳۵^{c}	۱.۵۰^{de}
۱۰	HG_4	۰.۳^{i}	۰.۲۸^{k}	۱۶.۸۵^{e}	۸.۹۲^{fgh}	۰.۹۶^{abc}	۰.۰۴^{ghi}	۰.۰۱^{f}	۱.۱۰^{fg}
۱۱	EG_1	۰.۸۵^{bc}	۰.۷۵^{cd}	۱۵.۳۳^{h}	۸.۷۴$^{f-i}$	۰.۸۳۵^{i}	۰.۱۶۵^{a}	۰.۰۴۵^{b}	۲.۳۰^{a}
۱۲	EG_2	۱.۱۵^{a}	۱.۰۴^{a}	۱۳.۵۶^{i}	۹.۱۳^{fg}	۰.۸۹^{h}	۰.۱۲۰^{b}	۰.۰۵۵^{a}	۱.۴۰^{ef}
۱۳	EG_4	۰.۶^{ef}	۰.۴۴^{ij}	۱۶.۳۲^{fg}	۹.۲۳^{f}	۰.۹۵۵$^{a-d}$	۰.۰۴۵$^{f-i}$	۰.۰۲^{e}	۰.۷۵^{h}
۱۴	GG_2	۰.۷۵^{cd}	۰.۶۵^{def}	۱۶.۶۹^{f}	۸.۷۹$^{f-i}$	۰.۹۰۵^{g}	۰.۰۹^{c}	۰.۰۳۵^{c}	۱.۵۵^{cde}
۱۵	GG_5	۰.۸۵^{bc}	۰.۷۵^{cd}	۱۶.۴۴^{fg}	۸.۷۵$^{f-i}$	۰.۸۷^{h}	۰.۱۳۰^{b}	۰.۰۴۵^{b}	۱.۶۰$^{b-e}$
۱۶	GG_8	۰.۹۵^{b}	۰.۸۷۵^{b}	۱۶.۷۴^{fg}	۱۱.۲۴^{c}	۰.۹۲۵^{fg}	۰.۰۷۵^{cd}	۰.۰۲۵^{de}	۱.۷۰$^{b-e}$
۱۷	GG_9	۰.۴^{hi}	۰.۳۴^{jk}	۱۸.۶۷^{b}	۱۱.۹۵^{ab}	۰.۹۷^{ab}	۰.۰۳^{hi}	۰.۰۱^{f}	۱.۰^{g}
۱۸	SG_1	۰.۵۵^{efg}	۰.۴۹^{ghi}	۱۸.۸۵^{b}	۱۱.۵۳^{bc}	۰.۹۳^{de}	۰.۰۷^{de}	۰.۰۲^{e}	۱.۵۵^{cde}
۱۹	SG_4	۰.۷۵^{cd}	۰.۶۵^{def}	۱۶.۹۱^{def}	۸.۷۹$^{f-i}$	۰.۹۵$^{b-e}$	۰.۰۵$^{e-h}$	۰.۰۲^{e}	۱.۱۰^{fg}
۲۰	SG_6	۰.۴۵^{gh}	۰.۳۹۵^{ij}	۱۹.۶۴^{a}	۱۲.۲۱^{a}	۰.۹۴$^{c-f}$	۰.۰۶$^{d-g}$	۰.۰۱^{f}	۱.۹۰^{b}

*در هر ستون میانگین های دارای حروف یکسان براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

منابع

پیری، س.، غلامی، ر.، پیری، ش.، مهری، ش. و عینی‌زاده، ش. ۱۳۹۶. تجزیه خصوصیات ویژه پوموشیمیایی برخی از ژرم‌پلاسم‌های زردآلو گزینش‌شده از منطقه خلخال. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۷(۲): ۱۱۷–۱۳۱.

نجاتیان، م.ع. ۱۳۸۷. زردآلوی ایرانی: خصوصیات ژنتیکی، فنولوژیکی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، نشر آموزش کشاورزی ۵، صص. ۳۸–۱۰۰.

گنجی‌مقدم، ا.، دژم‌پور، ج. و زمانی‌پور، م. ۱۴۰۰. مقایسه خصوصیات کمی و کیفی ۵۳ دورگ و ژنوتیپ امیدبخش زردآلو در شرایط استان خراسان رضوی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۸(۳): ۶۱–۸۸.

Asma, B.M. and Ozturk, K. 2003. Analysis of morphological and yield characteristics of some apricot germplasm in Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution, 52: 305–313.

Balta, F., Kaya, T., Yarilogac, T., Kazankaya, A., Balta, M.F. and Koyuncu, M.A. 2002. Promising apricot genetic resources from the Lake Van Region. Genetic Resources and Crop Evolution, 49: 409–413.

Kumar, M., Mishra, G.P., Singh, R., Kumar, J., Naik, P.K. and Singh, S.B. 2009. Correspondence of ISSR and RAPD markers for comparative analysis of genetic diversity among different apricot genotypes from cold arid deserts of trans-Himalayas. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 15(3): 225–236.

Milosevic, T., Milosevic, N., Glisic, I. and Krska, B. 2009. Characteristics of promising apricot (*Prunus armeniaca* L.) genetic resources in Central Serbia based on blossoming period and fruit quality. Journal of Horticultural Science, 37(2): 46–55.

Perret, P.M. 1988. The ECP/GR Prunus Working Group: A collaborative action programme for Prunus genetic resources in Europe. Acta Horticulturae, 224: 19–32.

Qian, H., Ying-Ying, C., Gao-Ying, Z., Han, Z., Lin, W., Hui-Min, L., Tana, W., Fang-Dong, L. and Gao-Pu, Z. 2023. On the value of apricot kernel in modern medicine and its future development. Pakistan Journal of Botany, 55(2): 649–655.

Vachun, Z. 2003. Variability of 21 apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids in selected traits of fruit and stone. Journal of Horticultural Science, 30(3): 90–97.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of apricot kernel characterisics in superior local genotypes in Khalkhal region

Reza Gholami[1*], Saeed Piri Pireivatlou[2] and Vali Rabiei[3]
1. Department of Horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
2. Department of horticultural Science, Islamic Azad University of Abhar, Iran
3. Department of horticultural Science, University of Zanjan, Iran
Corresponding Author: rezagtk@yahoo.com

Abstract

Considering the suitable ecological potential for apricot growth and cultivation in the Khalkhal region and the high diversity of apricot fruit trees due to propagation through seeds, this research was conducted in continuation of the evaluation and identification of the genetic capacity of apricot genotypes in the region in terms of quantitative and qualitative characters related to apricot kernels during two consecutive growing seasons on the top 20 selected apricot genotypes in a randomized complete block design.In all the studied traits of the kernel, a statistically significant difference was observed between the genotypes, and also the effect of year due to climatic changes was effective on other kernel traits, except for the woody pit trait. Most genotypes had sweet kernels, only BG_5 and EG_1 genotypes had kernels with a high bitter taste and GG_2genotype had kernels with a moderate bitter taste.Kernel weight ranged from 0.3-1.15 g and kernel volume ranged from 0.28-1.04 cm^3 among genotypes. The EG_2 and GG_8 genotypes could be useful in economic apricot kernel production programs due to their high kernel weight and volume and sweet kernel taste.The SG_6 genotype was superior in terms of the characteristics of the kernel dimensions and the BG_2 genotype was superior in terms of the highest percentage of flesh in the whole fruit.Overall, high genetic diversity was observed among local apricot genotypes, and some promising genotypes with special kernel characteristics such as EG_2, GG_8, BG_2, and KG_1 were present in this collection. These local apricot genotypes can be used for breeding and introducing varieties, economic production of apricot kernels, and industrial processing such as the production of medicines, cosmetics, etc.

Keywords: Apricot, Cultivar introduction, Genetic diversity, Kernel, Local genotype.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

چالش‌ها (عمدتا سرمازدگی) و فرصت‌های (ارقام متحمل به سرما و پربار) صنعت بادام‌کاری کشور

علی ایمانی[1*]

۱- پژوهشکده میوه های معتدله و سرد سیری مؤسسه تحقیقات باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ،تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *Imani_a45@yahoo.com*

چکیده

بادام یکی از مهمترین محصولات خشکباری کشور است. صادرات خشکبار و به ویژه بادام علاوه بر ارز آوری و تقویت اقتصاد کشور منبع عمده درآمد برای تولیدکنندگان آن به شمار می رود. علاوه برآن از بادام به عنوان یک درخت متحمل به خشکی یا به عبارتی تحمل در برابر کم‌آبی نام برده می‌شود. با توجه به قرار گرفتن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک و کمبود آب در ایران و همچنین سهولت برداشت و حمل و نگهداری میوه واشتغال زایی بادام، این گونه از دیرباز مورد توجه باغداران ایران بوده است. علی‌رغم مزیت نسبی خوب بادام، مشکلاتی در سر راه تولید بادام وجود داشته که باید این موانع برطرف می‌شد. به هرحال، کشت و تولید بادام در ایران با چالش اصلی کمیت و کیفیت پایین محصول مواجه است. این چالش دارای مؤلفه های زیادی می باشد ولی مشکل سرمازدگی بادام، از الویت زیادی برخوردار می باشد. برای غلبه بر ابرچالش سرمازدگی بادام، انتخاب ارقام دیرگل و متحمل به سرما و خودگشن مهم‌ترین استراتژی و راهکار مقابله با سرما و افزایش عملکرد بشمار می‌رود و چگونکی غلبه بر مشکلات عمده صنعت بادام کاری کشور از جمله برطرف نمودن سه مشکل اصلی [سرمازدگی، پایین بودن عملکرد یا تشکیل پایین میوه و پایین بودن کیفی محصول] با استفاده از تکنیک اصلاح و بهنژادی ارقام بادام جهت بهبود روند تولید می باشد که در ارائه مقاله به عنوان مهمترین استراتژی و راهکاراجرایی تبیین خواهد شد. دراین روند پروژه اصلاح بادام تعدادی ارقام معرفی شده و تعدای از ژنوتیپ های امیدبخش به عنوان رقم و یا پایه برای اهداف مختلف گزینش و در حال معرفی می‌باشند که ویژگی‌های هرکدام از آنها در این مقاله توصیف شده اند.

واژه‌های کلیدی: بادام، سرمازگی، دورگ‌گیری، سلکسیون، هیبرید.

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis* Mill) بعنوان یکی از مهم‌ترین میوه‌های خشک جهان و صنعت تولید بادام از لحاظ اقتصادی و ارزآوری و نقش آن در صنایع مختلف غذایی، داروسازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می باشد. صادرات خشکبار و به ویژه بادام علاوه بر ارزآوری و تقویت اقتصاد کشور منبع عمده درآمد برای تولید کنندگان آن به شمار می رود. بادام بطور وسیع در جهان کشت می‌شود و از لحاظ تولید کشورهای ایالات متحده آمریکا(۲۳۷۰۰۲۱تن)، اسپانیا (۴۱۶۹۵۰ تن)، استرالیا(۲۲۱۸۸۶ تن) و ایران (۱۶۴۳۴۸تن)، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در سال ۲۰۲۰ تولید جهانی بادام ۳/۴۹ میلیون تن بود و بیشترین سطح زیرکشت (بارور) بادام در مهمترین کشورهای تولید کننده بادام به ترتیب مربوط به اسپانیا(۷۱۸۵۴۰هکتار)، آمریکا(۵۰۵۸۵۸ هکتار)، مراکش(۲۰۹۲۳۳ هکتار)، تونس(۱۷۱۳۸۵ هکتار) و ایران (۷۶۳۹۲ هکتار) می‌باشد. بر اساس آمار مذکور، کشور ایران از نظر سطح زیرکشت بارور(۷۶۳۹۲ هکتار) در رتبه پنجم جهان قرار دارد، ولی از نظر میزان تولید(۱۶۴۳۴۸ تن) بعد از کشورهای آمریکا، اسپانیا و استرالیا در رتبه چهارم قرار دارد. متاسفانه ایران به دلیل عدم توانایی رقابت با سایر تولید کنندگان جهانی بادام جایگاه خود را به خوبی نتوانسته حفظ نماید(ایمانی، ۱۳۹۹).

مزایا و محدودیت های کشت کار بادام

بادام به علت داشتن ویژگی های منحصر به فرد از جمله کارایی بالایی در مصرف آب و تولید میوه، نقطه اشباع نوری بالا، منحنی خاص رشد میوه، وجود خاصیت تطابقاسمزیی در برگ ها، مورفولوژی ویژه برگ و میوه و سیستم ریشه بندی قوی و عمودی می تواند در شرایط نامساعد خاک از جمله خاکهای آهکی و سنگلاخی و با کمی رطوبت به حیات خود ادامه دهد .به همین خاطر از بادام به عنوان

یک درخت مقاوم به خشکی یا به عبارتی گونه کم آب بر نام برده می شود (Kester et al., 1996) با توجه به قرار گرفتن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک و کمبود آب در ایران و همچنین سهولت برداشت و حمل و نگهداری میوه و اشتغال زایی بادام، این گونه از دیرباز مورد توجه کشاورزان ایران بوده است. با وجود این کشت و کار بادام نه تنها در ایران بلکه در اکثر نواحی دنیا با ریسک بالای یک سری عوامل محدود کننده از جمله شوری، خشکی و به ویژه سرمای دیرس بهاره شناخته می شود (Godini and Palasciano,1997;Imani et al.,2023) اگر چه بادام مقاوم به سرمای زمستانه می باشد ولی درجه حرارت های پایین در اوایل بهار باعث آسیب ر ساندن به اندام های زایشی در دوره گلدهی می شود .بنابرین سرمای دیرس بهاره را می توان به عنوان فاکتوراصلی محدود کننده بادام در اکثر نواحی تولید این محصول محسوب کرد(Garcia, *et al.*, 1996; Dicenta *et al.*, 2009).

بنابراین دسترسی به ارقام دیر گل برای جلوگیری از این مشکل می تواند تولید این محصول را در نواحی با ریسک سرمای بهاره حائز اهمیت قرار دهد(Kester et al.,1996; Vargas et al., 2008) .بنابرین صفت دیر گلدهی به

عنوان یک هدف اصلی در برنامه های اصلاحی مورد توجه ا ست(Kester et al.,1996; Egea et al., Vargas et al., 2008; Dicenta et al., 2009).

اهداف اصلاحی

بادام یکی از قدیمی ترین و مهمترین محصول باغبانی در ایران است. ایران به دلیل شرایط اقلیمی منا سب، یکی از مراکز مهم پرورش بادام های اهلی و وحشی در دنیا به شمار می رود. لذا دستیابی به ارقام مقاوم به سرما و پرمحصول ,زود بارده ,سهل پو ست ده , سهل بردا شت و بازار پسند، مقاوم به تنش های زنده و غیر زنده (با تاکید ویژه بر سرمازدگی دیررس بهاری)از مهمترین اهداف اصلاحی بادام می باشد. در این راستا برنامه های اصلاحی بادام در ایران به طور خلاصه بیان می گردد.

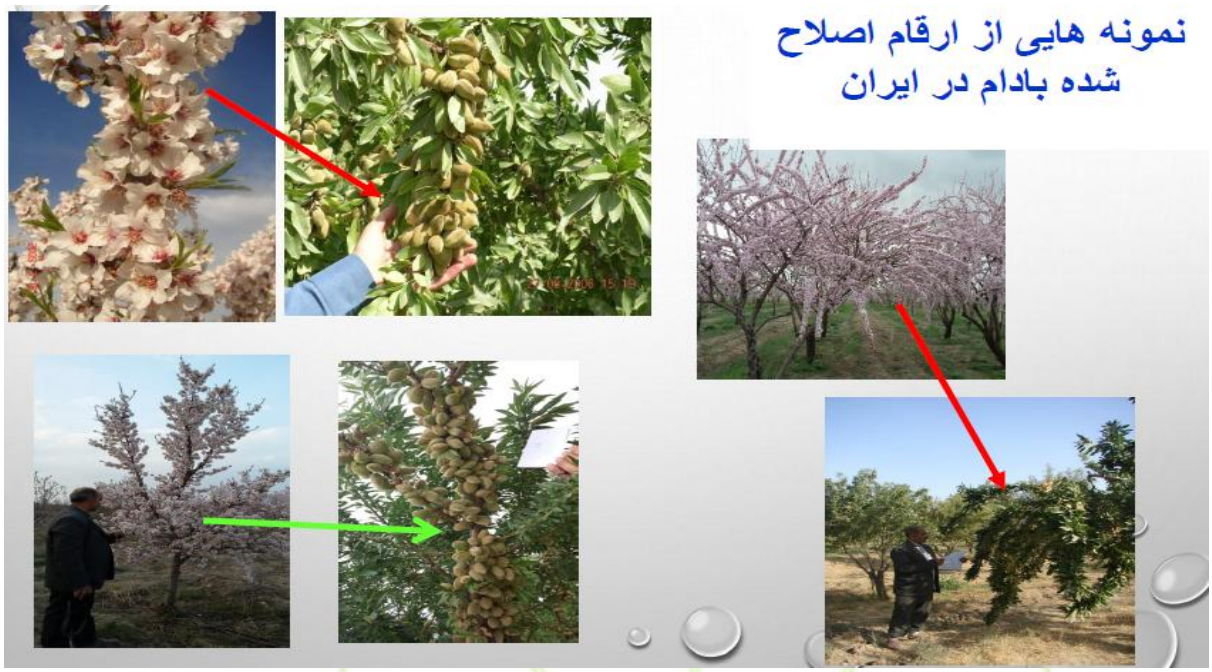
مواد و روش‌ها

برنامه اصلاحی بادام در ایران از دهه ۱۹۶۰ با ا ستفاده از روش های مختلف اصلاحی (سلکسیون، دورگ گیری و ایجاد جهش) برای دستیابی به ارقام مناسب و پایه های مطلوب در موسسه تحقیقات باغبانی شروع شده است. این روند تحقیقات با معرفی تعدادی از ارقام و گزینش تعدای از ژنوتیپ های امیدبخش به عنوان رقم و یا پایه برای اهداف مختلف در حال ادامه است.

نتایج و بحث

روند اصلاح بادام و دستاورد های آن

اولین برنامه شناسایی، جمع آوری و اصلاح بادام در ایران را می‌توان به باغداران پیشرو نسبت داد. این برنامه به طور مدون نبوده است ولی بر اساس صفات ظاهری و عملکرد برخی از ژنوتیپ ها شناسایی و با نام گذاری محلی مورد کشت قرار می‌گرفتند که از آن جمله می‌توان به ارقام انتخابی در شهرکرد مثل مامایی، ربیع و سفید و یا ارقام تاجری، دو بهره و غیره در اصفهان و یا سنگی، دستمالی و غیره در خراسان و یا بادام فلق در مراغه (آذربایجان) اشاره نمود (ایمانی و همکاران، ۱۳۸۵). برنامه‌های بعدی را می‌توان در سه مرحله مورد بررسی قرار داد.



شکل ۱- نمونه‌هایی از ارقام اصلاح شده بادام در ایران.

مرحله اول

در ایران کار تحقیقات درختان میوه از سال ۱۳۲۸ توسط اداره کل بررسی های باغبانی شروع شده است. در ابتدا ارقام محلی میوه‌های مختلف جمع آوری و در باغ کلکسیون کشت شده و با ارزیابی‌های اولیه، ارقام مناسب از بین آنها انتخاب و معرفی شده‌اند. این بررسی‌ها در مناطق عمده میوه‌خیز کشور صورت گرفته است. با تشکیل موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در سال ۱۳۳۹ و به دنبال آن با تشکیل بخش تحقیقات باغبانی فعالیت‌های تحقیقاتی منسجم و علمی باغبانی شروع شد. ارزیابی و بررسی‌های اولیه و معرفی ارقام مطلوب بادام در آن زمان توسط سعید چایچی (۱۳۸۱) انجام شده و در ابتدا اصلاح بادام عملاً با جمع آوری و ارزیابی ژرم پلاسم بومی و سازگاری ارقام خارجی در ایران آغاز شد. در این دوره (۱۹۵۳ الی ۱۹۶۶ میلادی) علاوه بر شناسایی، جمع آوری و ارزیابی ژنوتیپ‌های بومی بادام، هم زمان ارزیابی ناحیه‌ای ارقام وارداتی از کشورهای خارجی در ایستگاه‌های سهند، شاهرود، زرقان، طرق و کرج آغاز شد. بعد از مطالعه ۱۲۰ ژنوتیپ بومی و ۲۳ رقم تجارتی وارداتی از کشورهای صاحب نام بادام، یک رقم بومی تحت عنوان سهند ،۳ رقم خارجی (فرانیس، نون پاریل و نپلوس التزا) در ایستگاه‌های سهند و برخی ارقام کشورهای دیگر تحت عناوین شاهرود۲۱، ۱۷، ۱۸ ، ۱۵ و ۱۲ در ایستگاه شاهرود انتخاب شدند. این ارقام اغلب دیرگل بودند. در زمان ارزیابی ارقام خارجی و ژنوتیپ‌های بومی، یک برنامه دورگ‌گیری برای به دست آوردن ارقام دیر گل در ایستگاه سهند توسط سعید چایچی آغاز شد. در نهایت ۳ رقم هیبرید تحت عناوین آذر، شکوفه و حریر از این برنامه حاصل شد (چایچی، ۱۳۸۱).

مرحله دوم

در این مرحله، سلکسیون تکمیلی ژرم پلاسم بومی و دورگ‌گیری بادام از سال۱۳۷۰ شروع شده است. تا به حال در این برنامه، ژنوتیپ‌های برتر و بیش از هزار هیبرید در اثر ترکیب تلاقی بین ارقام تجارتی دیرگل انتخابی مرحله اول در طی سال های ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲ در ایستگاه سهند توسط علی ایمانی حاصل شد و پس از ارزیابی اولیه ۲۰ هیبرید امید بخش به منظور گزینش در ایستگاه‌های کرج، سهند،

شهرکرد و شاهرود تحت مطالعه سازگاری برای معرفی نهایی شدند. گرچه دو رقم از آنها تحت عناوین اسکندر و آراز معرفی شده‌اند (چایچی ،۱۳۸۱) ولی برخی از هیبرید های تحت مطالعه از شانس بیشتری برای معرفی در آینده نزدیک برخوردارند.

مرحله سوم

در این مرحله، سلکسیون تکمیلی ژرم پلاسم بومی بادام و دورگ‌گیری برای به دست آوردن ارقام دیرگل و سازگار به دامنه وسیع اقلیمی و برخورداری از خواص کمی و کیفی خوب به ویژه خود گشنی (رسولی، ۱۳۹۹؛ Socias i Company, 1990) با تکیه بر استفاده از ارقام بومی به عنوان یکی از والدین از سال ۱۳۸۰ در ایستگاه باغبانی کرج شروع شده است. تا به حال در این برنامه، بیش از هزار ژنوتیپ و هیبرید برتر تحت مطالعه می‌باشند. اخیراً دو رقم از آنها تحت عنوان صبا و آیدین معرفی شده است(ایمانی، ۱۳۹۹). همچنین همگام با شروع مرحله سوم، ۶ رقم خود بارور ایتالیایی به همراه برخی ارقام تجارتی در چندین منطقه کشور از جمله در ایستگاه‌های کرج، سهند، شهرکرد و شاهرود تحت ارزیابی قرار گرفتند که در نهایت دو رقم خودگشن تونو و سوپرنوا به همراه شاهرود ۱۲ به عنوان ارقام سازگار شناسایی و مورد توصیه کشت قرار گرفتند. علاوه بر آن نتاج حاصل ازدورگ‌گیری ارقام خود بارور با ارقام دیرگل برای دستیابی به ارقام دیرگل خود بارور با کیفیت بالا در ایستگاه باغبانی کرج ، سهند و شهر کرد تحت مطالعه هستند.

دوره چهارم

در این مرحله دورگ گیری بادام از سال ۱۳۸۹ شروع شده تا به حال در این برنامه، بیش از هشت هزار هیبرید در اثر 41 ترکیب تلاقی بین ارقام تجارتی دیرگل انتخابی و ارقام خود گشن در طی سالهای ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ توسط علی ایمانی در ایستگاه تحقیقات باغبانی کرج حاصل شد و پس از ارزیابی اولیه 51 هیبرید و ژنوتیپ امید بخش برای معرفی گزینش شده و اکنون در قالب قرار داد با بخش خصوصی در ۱۰ استان کشور در حال انجام مطالعه سازگاری آنها برای معرفی نهایی بوده، که امید می رود از این برنامه چندین رقم بادام جدید به ارقام دیر گل خود بارور با کیفیت بالا معرفی شوند تا در آینده صنعت بادام کاری ک شور بر پایه آنها بنا شده باشد.

علاوه بر رقم برنامه اصلاح پایه نیز از طریق بررسی سازگاری پایه های وارداتی(خارجی)، روش سلکسیون و دورگ گیری در قالب برنامه مدون از سال۱۳۹۸ در کرج در حال اجرا بوده که در این رابطه دو تا پایه خارجی تحت عناوین GF677 و GN15 مناسب تشخیص داده شده و در حال استفاده در برنامه های های توسعه ای هستند .همچنین از بر نامه به نژادی پایه در کرج یک پایه موتا نت حاصل از پایه(GN15 دارای برگ قرمز)تحت عنوان پایه (GN2 برخلاف پایه GN15 دارای پهنک برگ سبز با رگبرگ های قرمز و مطلوب تر از پایه GN15 نسبت به تنش ها مثل خشکی و ...) درحال معرفی است و همچنین چهار هیبرید هلو و بادام (با شماره های TT4 ،P34-12، P34-8 و P450-4) از میان تعداد 120 هیبرید هلو و بادام به عنوان پایه از تلاقی بادام انتخابی تلخ شماره 22 با شلیل مقاوم به کلروز در سال 1390 ایجاد شده، که به عنوان پایه جدید تجارتی کشور جهت ا ستفاده در باغ انتخاب شده اند که اکنون این امیدبخش ها در مرحله آخر ارزیابی تکمیلی نهایی برای معرفی می باشند که خصوصیات و جزئیات بیشتر این ژنوتیپ های امیدبخش در دست معرفی در ارائه مقاله توصیف خواهند شد.

منابع

ایمانی، ع. ۱۳۹۹. مقایسه تکنولوژی باغبانی بادام در ایران با سایر کشورها. نشریه ترویجی. تهران: نشر آموزش کشاورزی، ۳۰ ص.

ایمانی، ع. ۱۳۹۹. صنعت بادام‌کاری در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۴۳ ص.

چایچی، س. ۱۳۸۱. راهنمای کاشت، داشت و برداشت بادام. انتشارات اداره تکنولوژی آموزشی، ۱۷۲ ص.

دژم‌پور، ج.، زرین‌بال، م.، فتحی، ح. و موسوی‌زاده، ع. ۱۳۹۶. خصوصیات میوه برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بادام شمال غرب ایران. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲: ۱-۳۳.

رسولی، م.، جعفری‌طائمه، ع.، رحمتی‌جنیدآباد، م. و جنتی‌زاده، ع.ع. ۱۳۹۹. ارزیابی سازگاری گرده‌افشانی و انتخاب گرده‌زای مناسب برای رقم تجاری بادام شاهرود ۱۲. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۵(۲): ۱۴۱–۱۵۴.

Dicenta, F., Ortega, E., Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., Martínez-García, P.J., Cremades, T. and Egea, J. 2009. Breeding late-flowering almonds in the Cebas-Csic, Murcia, Spain. 5th International Symposium on Pistachios and Almonds, 6–10 October 2009, Sanliurfa, Turkey.

Godini, A. and Palasciano, M. 1997. Growth and yield of four self-unfruitful and four self-fruitful almonds onto three rootstocks: A thirteen-year study. Acta Horticulturae, 470: 200–207.

Kester, D.E., Gradziel, T.M. and Grasselly, C. 1996. Almond. In: Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. Moore, J.N. and Ballington, J.R. Jr. (eds). Acta Horticulturae, 290: 699–758.

Socias i Company, R. 1990. Breeding self-compatible almonds. Plant Breeding Reviews, 8: 313–338.

Vargas, F., Romero, M., Clavé, J., Vergé, S.J., Santos, J. and Batlle, I. 2008. ‘Vayro’, ‘Marinada’, ‘Constantí’, and ‘Tarraco’ almonds. HortScience, 43(2): 535–537.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Challenges (*Mainly Frost* Damage) and Opportunities (Fros-Tolerant and Productive Varieties) of the Country's Almond Industry

Ali Imani[1*]
1. Temperate Fruit Research Center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: Imani_a45@yahoo.com*

Abstract

Almond (*Prunus dulcis*) represents one of the most economically important nut crops in Iran, serving as a key agricultural commodity that contributes significantly to foreign exchange earnings while strengthening the national economy and providing substantial income for producers. This species is particularly valued for its remarkable drought tolerance and ability to withstand water-deficient conditions, characteristics that make it ideally suited for cultivation in Iran's predominantly arid and semi-arid climatic zones. The crop's relative ease of harvest, transportation, and long-term storage, coupled with its capacity to generate employment opportunities, has established almond as a preferred cultivation choice among Iranian orchardists for generations. However, despite these comparative advantages, almond production in Iran faces persistent challenges, most notably concerning yield quantity and product quality, with spring frost damage emerging as the single most critical constraint. To address these production limitations - specifically targeting frost susceptibility, low fruit set percentages, and suboptimal quality parameters - the Almond Breeding Project has implemented a comprehensive, science-based improvement program spanning over three decades of continuous research. This initiative employs advanced breeding methodologies and genetic improvement strategies, with particular emphasis on developing late-flowering cultivars exhibiting enhanced cold resistance and self-pollination capabilities. The project has successfully identified and characterized numerous promising almond genotypes and cultivars, each demonstrating unique combinations of desirable traits suitable for various cultivation purposes, either as commercial varieties or rootstock materials, all of which will be thoroughly described and evaluated in the present study.

Keywords: Almond, Breeding, frost resistance, Hybrid, Selection.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش فرآیند ضدعفونی در کنترل عارضه شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها در گیاه مو

محبوبه رحیمی[۱]، عباس یداللهی[۱*] و سید علیرضا سلامی[۲]
۱- گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *yadollah@modares.ac.ir*

چکیده

در فرآیند کشت بافت گیاهی، ضدعفونی ریزنمونه‌ها یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین مراحل است که تأثیر مستقیم بر موفقیت یا شکست مراحل بعدی دارد. عارضه شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها، به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی در کشت گیاهان چوبی، مانع پیشرفت در تکثیر گیاهان می‌گردد و باعث کاهش درصد بقاء و رشد ریزنمونه‌ها می‌شود. این پدیده معمولاً منجر به کاهش و توقف رشد، سپس مرگ نوساقه‌ها و ایجاد اختلال در روند تکثیر می‌شود؛ لذا کاهش یا حذف این مشکل اهمیت فراوانی دارد. در این مطالعه، با هدف تعیین بهترین روش ضدعفونی قطعات گره‌دار نیمه خشبی گیاه مو (*Vitis vinifera* L.) و کاهش میزان شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا شد. در این آزمایش، اثر غلظت‌های مختلف اتانول (۷۰ و ۸۰ درصد) و مدت زمان‌های کاربرد (۳۰، ۶۰ و ۱۸۰ ثانیه) بر درصد شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها ارزیابی شد. پس از تیمار، قطعات تهیه شده به‌صورت افقی روی محیط‌کشت MS بدون حضور تنظیم‌کننده‌های رشد قرار گرفتند و پس از گذشت ۳۰ روز، میزان شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد اتانول با غلظت بیش از ۷۰ درصد در مدت زمان‌های ۳۰ و ۶۰ ثانیه، عارضه شیشه‌ای شدن را در قطعات گره‌دار نیمه خشبی مو افزایش می‌دهد و همچنین کاربرد غلظت بیش از ۷۰ درصد با مدت زمان سه دقیقه علاوه بر سرسوختگی برگ منجر به مرگ غالب نوساقه‌ها می‌شود. کاربرد اتانول ۷۰ درصد در مدت سه دقیقه نیز عارضه شیشه‌ای شدن را تشدید می‌کند. یافته‌ها اهمیت بهبود روش‌های ضدعفونی در کشت‌ها برای کاهش این عارضه و افزایش درصد بقای نوساقه‌ها را تایید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: اتانول، انگور، شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها، ضدعفونی ریزنمونه، کشت بافت گیاهی.

مقدمه

توسعه گیاهان در محیط‌های کنترل‌شده، هدف اصلی زیست‌فناوری است، اما پدیده شیشه‌ای شدن گیاهان که تغییرات ساختاری و عملکردی ایجاد می‌کند، چالشی جدی در این مسیر محسوب می‌شود و نیازمند بررسی و کنترل است (معینی و کهریزی، ۱۳۸۲). در آزمایشگاه‌ها، شرایط ظروف کشت گیاهان متفاوت است؛ غلظت مواد حل‌شده در آن‌ها، اغلب بالاست که باعث افزایش فشار اسمزی و در نتیجه، غلظت دی‌اکسیدکربن در داخل آن‌ها تا حدود ۱۴ درصد می‌شود، در حالی‌که غلظت CO_2 در هوا تنها حدود ۰/۰۳ درصد است. غلظت اتیلن بالا و رطوبت زیاد در محیط باعث تغییرات نامطلوب در ساختار گیاهان، از جمله ضخیم شدن غیرطبیعی ساقه و ظاهری نیمه‌شفاف شبیه شیشه‌ای شدن به‌ویژه در کشت‌های آزمایشگاهی می‌شود (خرازی و همکاران، ۱۳۸۹). اصطلاح «شیشه‌ای شدن» یا Vitrification که گاه با تعابیر دیگری چون Hyperhydricity، Translucency، Transformation، Glauciness، Waterlogging و Glassiness همراه است که وضعیتی ناهنجار در بافت‌های گیاهی است که تاثیر منفی بر سلامت و رشد گیاه دارد و اولین بار در سال ۱۹۸۱ معرفی شد و تحقیقات بعدی نقش منفی آن در کاهش کیفیت کشت‌های گیاهی را اثبات کرد (Tian, 2008). پدیده شیشه‌ای شدن، حالتی است که در آن ساختارهای گیاه در فرآیندهای کشت درون‌سلولی تغییر می‌کند و گیاهان سبز کم‌رنگ، شفاف، ضخیم، شکننده و کم‌فعالیت فتوسنتزی می‌شوند و در نتیجه پایداری آن‌ها در محیط‌های طبیعی کاهش می‌یابد (خرازی و همکاران، ۱۳۸۹). بررسی‌های علمی نشان می‌دهد که این پدیده در محیط‌های کشت حاوی آب فراوان و با تأثیر پتانسیل ماتریکس و ریزنمونه رخ می‌دهد. در فرآیند شیشه‌ای شدن، توقف سنتز لیگنین و سلولز (مواد اصلی دیواره سلولی هستند)، نقش مهمی در توسعه آن دارد (Yang and Pei, 2006).

درک دقیق روندهای زیستی و فیزیکی نقش مهمی در کنترل یا تسهیل شیشه‌ای شدن دارد، به‌ویژه تأثیر عواملی مانند غلظت عناصر، ترکیبات نمکی و وضعیت محیط‌کشت، که در محیط‌های کشت مایع و کاهش غلظت آگار، این پدیده بیشتر رخ می‌دهد (Tian, 2008). تغییر غلظت عناصر مغذی بر اساس غلظت آگار و کنترل آن‌ها می‌تواند در کاهش شیشه‌ای شدن مؤثر باشد (سادات نوری و همکاران، ۱۳۹۰). تأثیر هم‌زمان غلظت آگار و قند، خاصیت مقاومتی گیاهان را کاهش می‌دهد، زیرا غلظت بالای قند، به‌ویژه ساکارز، باعث تشکیل ساختارهای بیولوژیکی و از دست رفتن آب سلولی و در نتیجه شیشه‌ای شدن سلول‌ها می‌شود (Buitink *et al.*, 1998). نوع ظروف و عوامل مرتبط با تبادلات گازی، نقش مهمی در کنترل پدیده شیشه‌ای شدن دارند و استفاده از فرآیندهای محدودکننده تبادلات مانند درپوش پارافیلم به کاهش این پدیده کمک می‌کند؛ بنابراین، مدیریت عوامل محیطی و فیزیولوژیکی کلید جلوگیری از آن در کشت‌های درون شیشه‌ای است (خرازی و همکاران، ۱۳۸۹). عوامل شیمیایی و فیزیولوژیکی مانند غلظت اتیلن و آمونیوم، نور، دما، مدت استریلیزاسیون، سیتوکینین و pH پایین در بروز این پدیده تأثیر دارند (سادات نوری و همکاران، ۱۳۹۰). کاهش آهسته آمونیوم در محیط کشت می‌تواند از شیشه‌ای شدن جلوگیری کند (سید طباطبایی و امیدی، ۱۳۹۰). تغییر در ترکیب و غلظت نمک‌های ماکرو و کاهش جذب آب، به‌ویژه در گیاهان جوان، در کاهش شیشه‌ای شدن تاثیر دارد و موجب محدودیت تماس قلمه‌ها با محیط می‌شود (سادات نوری و همکاران، ۱۳۹۰). حضور هورمون‌هایی مانند سیتوکینین‌ها، مانند: بنزیل آمینو پورین (BAP) و فیتاژل باعث افزایش احتمال شیشه‌ای شدن گیاهان در محیط کشت بافت می‌شود (خرازی و همکاران، ۱۳۸۹). مدیریت پارامترهای محیط کشت و کاهش دما به کاهش شیشه‌ای شدن کمک می‌کند (سید طباطبایی و امیدی، ۱۳۹۰). تحقیقات نشان می‌دهد که عمر، تعداد تکرار واکنش و حساسیت سنی نمونه‌ها در بروز این پدیده موثرند؛ به‌خصوص در سنین پایین‌تر که حساسیت بیشتر است، شیوع شیشه‌ای شدن نیز بیشتر است (Zhu *et al.*, 2006). تفاوت‌های ژنوتیپی در گیاهان مختلف می‌تواند بر میزان شیشه‌ای شدن تأثیر بگذارد. شرایط فیزیولوژیکی و بهداشتی گیاهان مادر نقش مهمی در موفقیت کشت بافت دارد. همچنین، افزایش غلظت آگار و کاهش غلظت هورمون‌های گیاهی می‌تواند به کاهش شیشه‌ای شدن کمک کند (Haigang and Xiang-sheng, 2010).

در یک مطالعه، تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر شیشه‌ای شدن و تکثیر درون شیشه‌ای دو رقم گل میخک (*Dianthus caryophyllus*) بررسی شد. نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف BAP و اسید نفتالیک استیک (NAA) بر نرخ شیشه‌ای شدن تأثیرگذار بودند (Nemati *et al.*, 2011). در مطالعه‌ای، تأثیر غلظت‌های ساکارز و BAP بر تکثیر و شیشه‌ای شدن در گیاه آرویا (*Aronia melanocarpa*) بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت BAP در ترکیب با ساکارز بالا، منجر به افزایش شیشه‌ای شدن می‌شود (Bayhan and Yücesan, 2024).

نقش فرآیندهای گندزدایی ریزنمونه‌ها در جلوگیری از آلودگی و مقاومت میکروارگانیسم‌ها اهمیت دارد، الکل‌ها در آب پروتئین‌ها را تغییر می‌دهند و خاصیت ضدعفونی آن‌ها به بودنشان در کنار مولکول‌های آب بستگی دارد. مواد ضدعفونی‌کننده مانند اتانول با تخریب غشای سلولی، به حفظ نمونه‌ها و پیشگیری از عفونت‌ها کمک می‌کنند (داراب و همکاران، ۱۳۸۹).

الکل به‌عنوان یک عامل ضدعفونی‌کننده در مراحل مختلف کشت بافت استفاده می‌شود. در تحقیقی، اثر الکل ۷۰ درصد به‌عنوان یک عامل ضدعفونی‌کننده بر جوانه‌های گیاه دارویی *Vernonia condensata*، بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از الکل در مراحل مختلف کشت می‌تواند بر میزان شیشه‌ای شدن تاثیر بگذارد (Vicente *et al.*, 2009).

اثر الکل بر شیشه‌ای شدن نوساقه و گیاهچه‌های درون شیشه‌ای در کشت بافت گیاهان، به‌ویژه انگور، موضوعی مهم در علوم گیاهی است. در یک مطالعه، استفاده از الکل ۷۰ درصد به‌مدت ۴۵ ثانیه به‌عنوان یک روش ضدعفونی مؤثر برای نوساقه‌ها گزارش شده است (Mei-long, 2009).

مقدار الکل، به‌ویژه در زمینه نگهداری در دماهای پایین و کشت بافت می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر شیشه‌ای شدن در گیاهان داشته باشد. الکل‌ها، به‌ویژه زمانی که به‌عنوان عوامل محافظت‌کننده در برابر سرما استفاده می‌شوند، می‌توانند این فرآیند را تحت تأثیر قرار دهند و با تغییر محتوای آب و وضعیت فیزیکی بافت‌ها، به شیشه‌ای شدن کمک کنند (Zamecnik *et al.*, 2021). غلظت‌های بالای الکل می‌توانند شیشه‌ای شدن را افزایش دهند. به‌عنوان مثال، در مطالعاتی که بر جوانه‌های نعناع و سیر انجام شده، غلظت‌های خاصی از محافظت‌کننده‌های سرما، از جمله الکل‌ها، مؤثر در کاهش محتوای آب و افزایش شیشه‌ای شدن گزارش شده‌اند (Teixeira, 2013). از سوی دیگر، غلظت‌های

بیش از حد الکل می‌توانند منجر به کم‌آبی و سمیت شوند که تأثیر منفی بر بافت‌های گیاهی دارند (Kroin, 2016). در برخی مطالعات، غلظت‌های پایین‌تر الکل کمتر مؤثر بودند، در حالی‌که غلظت‌های بالاتر به بهبود تشکیل حالت شیشه‌ای کمک کردند بدون اینکه آسیب قابل توجهی به بافت‌های گیاهی وارد کنند (Markova and Somova, 2022).

با توجه به موارد فوق به نظر می‌رسد که غلظت الکل نقش حیاتی در فرآیند شیشه‌ای شدن بافت‌های گیاهی ایفا می‌کند و تأثیرات مثبت و منفی آن بستگی به غلظت خاص مورد استفاده دارد. تحقیقات بیشتری برای بهینه‌سازی این غلظت‌ها برای گونه‌های مختلف گیاهی و کاربردهای مختلف ضروری است. لذا، این مطالعه به بررسی پدیده شیشه‌ای شدن در گیاه مو در کشت‌های درون شیشه‌ای و ارائه راهکارهای کاهش عارضه مذکور برای بهبود موفقیت و کارایی پروژه‌های بیوتکنولوژی گیاهی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. در این طرح، دو عامل اتانول و مدت زمان کاربرد آن، در سه سطح متفاوت و با سه تکرار (هر تکرار شامل دو ریزنمونه) مورد مطالعه قرار گرفتند. ریزنمونه‌ها (به‌طول ۱/۵ سانتی‌متر و قطر ۲/۲ تا ۳/۳ میلی‌متر) از شاخه‌های نیمه‌خشبی درختچه مو (۲۴ رقم ایرانی و خارجی) تهیه شدند. اتانول با غلظت‌های ۷۰ و ۸۰ درصد در مدت زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۸۰ ثانیه، هر کدام به مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر، مورد استفاده قرار گرفت. حین استریل کردن، ظروف به آرامی و به‌صورت مداوم تکان داده می‌شدند. سپس نمونه‌ها در شرایط کاملاً استریل روی محیط کشت MS، بدون مواد تنظیم‌کننده رشد، شامل ۲۰ گرم در لیتر ساکارز، هشت گرم در لیتر آگار و pH برابر ۵/۷، کشت شدند. این کشت‌ها در اتاقک رشد با دمای ۲۵±۲ درجه سانتی‌گراد و دوره فتوپریودی شامل هشت ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی نگهداری شدند. پس از ۳۰ روز شاخص‌هایی نظیر درصد غیرفعال بودن ریزنمونه‌ها، شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها و درصد نرمال بودن نوساقه‌ها مورد ارزیابی قرارگرفتند. برای آزمون نرمالیته و تجزیه تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. همچنین، مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که هر چه غلظت و مدت زمان تیمار اتانول افزایش یابد، درصد نوساقه‌های شیشه‌ای شده بیشتر می‌شود، در حالی‌که درصد نوساقه‌های نرمال کاهش می‌یابد و ریزنمونه‌های غیرفعال و رکود دار افزایش می‌یابند.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر عامل زمان و غلظت‌های مختلف اتانول بر عارضه شیشه‌ای شدن در گیاه مو.

	تیمارها	درصد نوساقه‌های شیشه‌ای شده	درصد نوساقه‌های نرمال	درصد ریزنمونه‌های غیرفعال
غلظت اتانول (درصد)	۷۰	b۳۴/۳۲	a۶۳/۱۲	b۲۶/۱۴
	۸۰	a۵۶/۳۸	b۲۲/۹۹	a۵۰/۹۵
مدت زمان (ثانیه)	۳۰	b۳۴/۷۷	a۵۶/۰۶	b۳۱/۹۵
	۶۰	b۴۲/۴۱	a۴۴/۶۹	b۳۶/۷۲
	۱۸۰	a۵۸/۸۶	b۲۸/۴۱	a۴۶/۹۶

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

با استناد به جدول (۲)، بیشترین نوساقه شیشه‌ای شده در تیمارهای با ۸۰ درصد اتانول به‌مدت ۶۰ و ۱۸۰ ثانیه مشاهده شد و کم‌ترین نوساقه شیشه‌ای شده در تیمارهای با ۷۰ درصد اتانول به‌مدت ۳۰ و ۶۰ ثانیه بود، در ضمن، تفاوت آماری معنی‌داری بین گروه‌ها وجود نداشت.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل عامل زمان و غلظت‌های مختلف اتانول بر عارضه شیشه‌ای شدن در گیاه مو.

تیمارها	درصد نوساقه‌های شیشه‌ای شده	درصد نوساقه‌های نرمال	درصد ریزنمونه‌های غیرفعال
اتانول ۷۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه	c۲۲/۵۹	a۷۳/۳۱	d۲۰/۹۱
اتانول ۷۰ درصد به مدت ۶۰ ثانیه	c۲۴/۳۵	a۷۰/۰۷	d۲۲/۵۹

اتانول ۷۰ درصد به مدت ۱۸۰ ثانیه	ab۵۶/۰۰	b۴۵/۹۷	c۳۴/۹۲
اتانول ۸۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه	b۴۶/۹۵	b۳۸/۸۱	bc۴۲/۹۹
اتانول ۸۰ درصد به مدت ۶۰ ثانیه	a۶۰/۴۷	c۱۹/۳۰	ab۵۰/۸۰
اتانول ۸۰ درصد به مدت ۱۸۰ ثانیه	a۶۱/۷۱	c۱۰/۸۶	a۵۹/۰۰

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

در یک مطالعه، ارتباط بین تغذیه نیتروژنی و ظهور گیاهان شیشه‌ای در برش‌های درختی بررسی شده است. این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از اتانول می‌تواند به شیشه‌ای شدن بافت‌ها منجر شود و این اثرات به غلظت و زمان تماس بستگی دارد (Daguin and Letouzé, 1985). در بررسی‌های انجام شده، استفاده از اتانول با غلظت‌های بالا به‌مدت طولانی می‌تواند منجر به آسیب‌های جدی به بافت‌های گیاهی، از جمله سرسوختگی برگ‌ها و مرگ نوساقه‌ها شود (Kumsa, 2020). همچنین، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد اتانول می‌تواند عارضه شیشه‌ای شدن را تشدید کند، به‌ویژه در شرایطی که غلظت و زمان تماس با بافت‌ها افزایش یابد (Shan and Seaton, 2014).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، برای بهینه‌سازی کشت بافت و جلوگیری از شیشه‌ای شدن، توجه به شرایط کشت، نوع ضدعفونی‌کننده‌ها و ویژگی‌های ژنوتیپی گیاهان ضروری است. کاربرد اتانول با غلظت بیش از ۷۰ درصد در مدت زمان‌های ۳۰ و ۶۰ ثانیه، عارضه شیشه‌ای شدن را در قطعات گره‌دار نیمه خشبی مو افزایش می‌دهد و همچنین، کاربرد غلظت بیش از ۷۰ درصد با مدت زمان سه دقیقه علاوه بر سرسوختگی برگ منجر به مرگ غالب نوساقه‌ها می‌شود. کاربرد اتانول ۷۰ درصد در مدت سه دقیقه نیز عارضه شیشه‌ای شدن را تشدید می‌کند.

منابع

خرازی، س.م.، نعمتی، ح.، تهرانی‌فر، ع.، باقری، ع. و شریفی، ا. ۱۳۸۹. بررسی عوامل مؤثر بر پدیده شیشه‌ای شدن در کشت درون‌شیشه‌ای و راهکارهای مقابله با آن. دومین کنگره ملی تخصصی زیست‌شناسی محققان سراسر کشور، دانشگاه تهران، ص. ۱۳۹.

داراب، ح.، سلیمان‌پور، ر. و زلفی، ا. ۱۳۸۹. مجموعه آموزشی ضدعفونی‌کننده‌ها و گندزداها. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی آذربایجان غربی، معاونت امور بهداشتی، گروه تخصصی بهداشت محیط و حرفه‌ای، ۵۴ ص.

سادات نوری، س.ا.، میرمعصومی، س.م. و میرباقر، ن.ا. ۱۳۹۰. اصول کشت سلول و بافت گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

سید طباطبایی، ب.ا. و امیدی، م. ۱۳۹۰. کشت بافت و سلول گیاهی. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

معینی، ا. و کهریزی، د. ۱۳۸۲. کشت بافت گیاهی. انتشارات سازمان بسیج دانشجویی، تهران.

Bayhan, N., Yücesan, B. and B. 2024. The impact of sucrose and 6-benzylaminopurine on shoot propagation and vitrification in *Aronia melanocarpa* (black chokeberry). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 157.

Buitink, J., Laessens, M.M.A.E., Hemmings, M.A. and Hoekstra, F.A. 1998. Influence of water content and temperature on molecular mobility and intracellular glasses in seeds and pollen. Plant Physiology, 118: 531–541.

Daguin, F. and Letouzé, R. 1985. Relations entre hypolignification et état vitreux chez *Salix babylonica* en culture in vitro. Rôle de la nutrition ammoniacale. Botany, 63: 324–326.

Haigang, L. and Xiang-sheng, K. 2010. The research on vitrification of *Paeonia suffruticosa* plantlets. Journal of Biology, 27: 35–42.

Kroin, J. 2016. Advances using indole-3-butyric acid (IBA) dissolved in water for rooting cuttings, transplanting, and grafting.

Kumsa, F. 2020. Factors affecting in vitro cultivation of grape (*Vitis vinifera* L.): A review. International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology, 10: 1–5.

Markova, M. and Somova, E. 2022. Initiation of horticultural crop explants in vitro. Izvestiâ Timirâzevskoj sel′skohozjajstvennoj akademii.

Mei-long, X. 2009. Study on tissue culture and preventing vitrification of *Thymus quinquecostatus*. Journal of Anhui Agricultural Sciences.

Nemati, H., Tehranifar, A., Bagheri, A. and Sharifi, A. 2011. In vitro culture of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) focusing on the problem of vitrification. Journal of Biological and Environmental Sciences, 5.

Shan, F. and Seaton, K. 2014. Semi-sterilized tissue culture for rapid propagation of grapevines (*Vitis vinifera* L.) using immature cuttings. HortScience, 49: 949–954.

Teixeira da Silva, J.A., Dobránszki, J. and Ross, S. 2013. Glassy state and cryopreservation of mint shoot tips. Biotechnology Progress, 29.

Tian, D. 2008. Container production and post-harvest handling of lotus (*Nelumbo*) and micropropagation of herbaceous peony (*Paeonia*). A dissertation submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in partial fulfillment of the requirements for the degree of PhD, Auburn, Alabama, pp. 1–292.

Vicente, M.A.A., Almeida, A.M.R. and Ferreira, A.M. 2009. Multiplicação in vitro e aclimatação de *Vernonia condensata* Baker. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 11(2): 1–6.

Yang, H.C. and Pei, D.L. 2006. Study on embryo culture of peony seed. Agricultural Sciences, Guangxi, 37: 108–110.

Zamecnik, J., Faltus, M. and Bilavcik, A. 2021. Vitrification solutions for plant cryopreservation: Modification and properties. Plants, 10.

Zhu, X.X., Sun, L. and Tao, C.P. 2006. Seedling vitrification in vitro regenerative secondary culture of *Cucumis melo*. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 26: 1468–1472.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Impact of Disinfection on Vitrification in *Vitis vinifera* Micropropagation

Mahboubeh Rahimi[1], Abbas Yadollahi[1*] and Seyed Alireza Salami[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
Corresponding Author: yadollah@modares.ac.ir

Abstract

In plant tissue culture, explant sterilization represents a critically sensitive step, directly determining the success or failure of subsequent propagation stages. Vitrification of plantlets, a significant challenge in woody plant culture, impedes efficient propagation by reducing explant survival and growth. This phenomenon typically leads to stunted and arrested growth, often culminating in plantlet mortality and a compromised propagation process; consequently, its reduction or elimination is paramount. This study employed a factorial experiment within a completely randomized design to identify the optimal sterilization method for semi-hardwood nodal segments of grapes (*Vitis vinifera* L.) and to mitigate plantlet vitrification. We evaluated the effect of varying ethanol concentrations (70% and 80%) and application durations (30, 60, and 180 seconds) on the percentage of plantlet vitrification. Following treatment, the prepared segments were horizontally cultured on MS medium devoid of growth regulators, and plantlet vitrification rates were assessed after 30 days. Results indicated that exposure to ethanol concentrations exceeding 70% for durations of 30 and 60 seconds significantly increased vitrification incidence in grape semi-hardwood nodal segments. Furthermore, applying ethanol at concentrations above 70% for three minutes not only caused leaf tip burn but also resulted in the death of most plantlets. Even the application of 70% ethanol for three minutes intensified the vitrification phenomenon. These findings underscore the critical need for refining sterilization protocols in tissue culture to minimize this disorder and enhance plantlet survival.

Keywords: Grape, Vitrification of microshoots, Plant tissue culture, Sterilization of explants.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی مقایسه‌ای سیتوکینین BAP از دو منبع تجاری و نقش آن در بروز عارضه شیشه‌ای شدن در گیاه مو

محبوبه رحیمی[۱]، عباس یداللهی[۲*]، سید علیرضا سلامی[۲]
۱- گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲- گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
*نویسنده مسئول: *yadollah@modares.ac.ir*

چکیده

شیشه‌ای شدن (Vitrification) شاخه‌ها یکی از چالش‌های اساسی در کشت بافت گیاهان چوبی به‌شمار می‌رود، زیرا به‌طور جدی بقا و کارایی باززایی ریزنمونه‌ها را کاهش می‌دهد. بنابراین، رفع این اختلال فیزیولوژیک برای موفقیت در ریزازدیادی درون‌شیشه‌ای گیاه مو (*Vitis vinifera* L.) اهمیت ویژه‌ای دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر منابع و غلظت‌های مختلف ۶-بنزیل‌آمینو پورین (BAP) بر شاخه‌زایی و کاهش شیشه‌ای شدن در قطعات نیمه‌خشبی ساقه انجام پذیرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل شامل غلظت BAP (صفر، دو و چهار میلی‌گرم بر لیتر) و منبع BAP (Sigma-Aldrich و Dochefa) اجرا گردید. پس از ۳۰ روز کشت، درصد بروز شیشه‌ای شدن و میزان کلروفیل کل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از BAP تولیدی Sigma-Aldrich به‌طور معنی‌داری درصد شاخه‌های شیشه‌ای شده را کاهش داده و محتوای کلروفیل را نسبت به BAP تولیدی Dochefa بهبود بخشید. این یافته‌ها اهمیت انتخاب منبع BAP را در بهینه‌سازی پروتکل‌های ریزازدیادی و غلبه بر محدودیت‌های ناشی از شیشه‌ای شدن در کشت بافت گیاه مو برجسته می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: انگور، سبزینگی برگ مو، سیتوکینین، شیشه‌ای شدن ساقه‌ها، محتوای کلروفیل.

مقدمه

اصطلاح «شیشه‌ای شدن» یا Vitrification که گاه با تعابیر دیگری چون Transformation، Glauciness، Waterlogging، Hyperhydricity، Translucency و Glassiness همراه است (Tian, 2008)، حالتی است که در آن ساختارهای گیاه در فرآیندهای کشت درون‌سلولی تغییر می‌کند و گیاهان سبز کم‌رنگ، شفاف، ضخیم، شکننده و کم‌فعالیت فتوسنتزی می‌شوند و در نتیجه پایداری آن‌ها در محیط‌های طبیعی کاهش می‌یابد. درک دقیق روندهای زیستی و فیزیکی نقش مهمی در کنترل یا تسهیل شیشه‌ای شدن دارد (خرازی و همکاران، ۱۳۸۹). در فرآیند شیشه‌ای شدن، توقف سنتز لیگنین و سلولز (مواد اصلی دیواره سلولی هستند)، نقش مهمی در توسعه آن دارد (Yang and Pei, 2006). حضور هورمون‌های سیتوکینین، مانند: بنزیل آمینو پورین (BAP) باعث افزایش احتمال شیشه‌ای شدن گیاهان در محیط کشت بافت می‌شود. عواملی مانند شدت نور، دما و رطوبت در طول فرآیند کشت می‌توانند بر اثر بخشی BAP تأثیر بگذارند. غلظت BAPدر محیط کشت می‌تواند تأثیر زیادی بر نرخ تکثیر و رشد گیاهان داشته باشد (خرازی و همکاران، ۱۳۸۹).

بهینه‌سازی pH و غلظت BAP برای هر گونه گیاهی خاص ضروری است تا بهترین نتایج در کشت بافت به‌دست آید. این بهینه‌سازی می‌تواند شامل تنظیم pH به حدود ۵/۷ تا ۵/۸ باشد که در بسیاری از مطالعات به‌عنوان محدوده ایده‌آل شناخته شده است (Hernández-Mendoza, 2021). pH محیط‌کشت می‌تواند با تأثیر بر BAP در تحریک رشد و توسعه گیاهان تأثیر بگذارد. pH مناسب می‌تواند جذب BAPرا افزایش دهد و در نتیجه به بهبود رشد و تولید جوانه‌ها کمک کند (Dantas et al., 2021).

در مطالعه‌ای مشخص شد که غلظت دو میلی‌گرم بر لیتر BAP بالاترین نرخ تولید شاخساره را در برخی از گیاهان ایجاد می‌کند (Rogalski et al., 2003). غلظت ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر BAP برای تمایز جوانه‌ها در گیاهان بهینه شناخته شده است (Sangavai and

Chellap, 2008). کاهش غلظت هورمون‌های گیاهی می‌تواند به کاهش شیشه‌ای شدن کمک کند (Haigang and Xiang-sheng, 2010). نیاز به آزمایش‌های خاص برای هر نوع گیاه است تا غلظت و ترکیب بهینه BAP تعیین شود (Wei et al., 2013).

در یک مطالعه، تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر شیشه‌ای شدن و تکثیر درون شیشه‌ای دو رقم گل میخک (*Dianthus caryophyllus*) بررسی شد. نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف BAP و اسید نفتالیک استیک (NAA) بر نرخ شیشه‌ای شدن تأثیرگذار بودند (Nemati et al., 2011). در مطالعه‌ای بر گیاه آرونیا *Aronia melanocarpa* مشخص شد که وجود BAP در ترکیب با غلظت‌های مختلف ساکارز، منجر به افزایش قابل توجه در تعداد شاخساره‌ها می‌شود. بیشترین تعداد شاخساره (هفت شاخساره در هر بخش گره‌ای) در محیط کشت MS (Murashige and Skoog) با سه درصد ساکارز و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP مشاهده شد (Bayhan and Yücesan, 2024).

وجود قند در محیط کشت می‌تواند تأثیرات مثبتی روی اثرات BAP داشته باشد، به‌طوری که ترکیب BAP با ساکارز می‌تواند منجر به افزایش رشد و توسعه گیاهچه‌ها شود (Mujib et al., 2022). در مطالعه‌ای، تأثیر غلظت‌های ساکارز و BAP بر تکثیر و شیشه‌ای شدن در گیاه آرونیا بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت BAP در ترکیب با ساکارز زیاد، منجر به افزایش شیشه‌ای شدن می‌شود. نوع و غلظت منبع کربن در محیط کشت نیز می‌تواند بر اثربخشی BAP تأثیر بگذارد. غلظت‌های بالاتر ساکارز همراه با BAP می‌تواند باززایی جوانه را تقویت کند اما ممکن است به مشکلاتی مانند شیشه‌ای شدن منجر شود (Bayhan and Yücesan, 2024). غلظت‌های مختلف BAPبه‌طور قابل توجهی بر رشد گیاه انگور تأثیر می‌گذارد. استفاده از BAP در کشت بافت انگور، در حالی‌که برای ترویج تکثیر جوانه‌ها مفید است، چندین معایب بالقوه دارد. غلظت‌های بالای BAP می‌تواند منجر به تکثیر بیش از حد جوانه‌ها شود که ممکن است به کیفیت پایین گیاهچه‌ها منجر گردد. این تکثیر بیش از حد می‌تواند مدیریت کشت‌ها را دشوار کند و ممکن است باعث کمبود منابع کافی برای هر جوانه شود که در نهایت بر رشد و توسعه آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Danish et al., 2024). قرارگیری طولانی‌مدت در معرض BAP می‌تواند خطر تغییرات سوماکلونال را افزایش دهد که ممکن است منجر به ناپایداری ژنتیکی در گیاهان بازسازی شده شود. این تغییرات می‌تواند منجر به ویژگی‌های نامطلوب شود که بر یکنواختی و کیفیت گیاهان انگور تولید شده تأثیر می‌گذارد (Ashrafuzzaman, 2012). انجام آزمایش‌های اولیه با غلظت‌های مختلفBAP (۰/۵، ۱، ۲ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر) می‌تواند به شناسایی غلظت بهینه کمک کند. در یک مطالعه، مشخص شد که غلظت دو میلی‌گرم بر لیتر BAP بهترین نتیجه را در القای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها به‌همراه داشته است (Yulianti et al., 2024).

با توجه به موارد فوق به نظر می‌رسد که بررسی پدیده شیشه‌ای شدن در گیاه مو و دستیابی به راهکارهای کاهش عارضه مذکور برای بهبود موفقیت و کارایی پروژه‌های بیوتکنولوژی این گیاه الزامی است. لذا پژوهش حاضر، به بررسی BAP از نظر نوع شرکت سازنده و غلظت‌های مختلف این هورمون گیاهی بر عارضه شیشه‌ای شدن و میزان محتوای کلروفیل گیاه پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام پذیرفت. در این طرح آزمایشی، دو عامل غلظت‌های مختلف BAP (صفر، دو و چهار میلی‌گرم بر لیتر) و نوع BAP (BAP شرکت Sigma-Aldrich و BAP شرکت Dochefa) با سه تکرار (هر تکرار شامل دو ریزنمونه) مورد مطالعه قرار گرفته شد. ریزنمونه‌ها (قطعات گره‌دار به طول ۱/۵ سانتی‌متر و قطر تقریبا یکسان ۲/۲ تا ۳/۳ میلی‌متر) از شاخه‌های نیمه خشبی درختچه مو (۲۴ رقم ایرانی و خارجی) تهیه شدند. قبل از ضدعفونی اصلی ریزنمونه‌ها با قارچ‌کش سیستمیک رورال تی اس، دو در هزار به‌مدت نیم‌ساعت و سپس با دو قطره مایع ظرفشویی پریل به‌مدت دو دقیقه، تیمار و آب‌شویی شدند. پس از آن، در محوطه هود لامینار با غلظت ۷۰ درصد اتانول در مدت زمان۶۰ ثانیه، وایتکس ۶۰ درصد (۵/۲۵ درصد کلر فعال) به‌مدت نیم ساعت و سه بار آبشویی با آب مقطر استریل ضدعفونی شدند. حین استریل کردن، ظروف به آرامی و به‌صورت مداوم تکان داده می‌شدند. سپس نمونه‌ها در شرایط کاملاً استریل روی محیط کشت MS، حاوی ۳۰ گرم در لیتر ساکارز، هشت گرم در لیتر آگار و pH برابر ۵/۷، کشت شدند. نمونه‌ها در اتاقک رشد با دمای ۲± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره فتوپریودی شامل هشت ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی نگهداری شدند. صفاتی نظیر: درصد شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها و محتوای کلی کلروفیل (توسط دستگاه Chlorophyll Content Meter CCM-200 Made in)

USA)) مورد ارزیابی قرار گرفت. ۳۰ روز پس از کشت، نتایج مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تجزیه تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. همچنین، مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، هر چه غلظت تیمار با BAP افزایش یافته، درصد نوساقه‌های شیشه‌ای شده بیشتر و میزان محتوای کلی کلروفیل کمتر شده است (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر عامل غلظت و نوع BAP بر شیشه‌ای شدن و محتوای کلی کلروفیل در گیاه مو.

تیمارها		درصد نوساقه‌های شیشه‌ای شده	محتوای کلی کلروفیل
نوع BAP	Sigma-Aldrich	b۱۴/۳۲	a۷/۱۲
(شرکت سازنده)	Dochefa	a۵۶/۳۸	b۳/۵۷
غلظتBAP (میلی‌گرم بر لیتر)	صفر	c۴/۷۷	a ۷/۰۰
	دو میلی‌گرم بر لیتر	b۲۲/۴۱	b۵/۷۲
	چهار میلی‌گرم بر لیتر	a۶۸/۵۶	c۲/۴۱

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

بیشترین نوساقه شیشه‌ای شده در تیمارهای شامل غلظت دو و چهار میلی‌گرم بر لیتر و کم‌ترین نوساقه شیشه‌ای شده (به‌جز تیمار شاهد) در تیمار دو میلی‌گرم بر لیتر BAP شرکت Sigma-Aldrich مشاهده شده است. با افزایش غلظت BAP شرکت Dochefa میزان محتوای کلی کلروفیل کاهش یافته است (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل عامل غلظت و نوع BAP بر شیشه‌ای شدن و محتوای کلی کلروفیل در گیاه مو.

تیمارها	درصد نوساقه‌های شیشه‌ای شده	محتوای کلی کلروفیل
Sigma-Aldrich شرکت BAPغلظت صفر	c۰/۰۰	a۷/۹۱
Sigma-Aldrich شرکت BAPغلظت دو میلی‌گرم بر لیتر	c۲/۵۰	a۷/۰۷
Sigma-Aldrich شرکت BAPغلظت چهار میلی‌گرم بر لیتر	bc۲۴/۳۵	a۶/۹۷
Dochefa شرکت BAPغلظت صفر	c۰/۰۰	a۶/۸۱
Dochefa شرکت BAPغلظت دو میلی‌گرم بر لیتر	b۴۷/۴۷	b۳/۹۳
Dochefa شرکت BAPغلظت چهار میلی‌گرم بر لیتر	a۶۱/۷۱	c۲/۸۶

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

پژوهشگران در تحقیقی به بهینه‌سازی هورمون‌های رشد گیاهی، به‌ویژه BAP برای افزایش باززایی شاخه در گیاه انگور پرداخته‌اند که به‌طور مستقیم با بررسی اثرات BAP بر کاهش بروز شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها در تحقیق حاضر مرتبط است (Khan et al., 2015). تحقیقی بر تکنیک‌های ریزازدیادی برای گیاه انگور تمرکز دارد و نقش BAP در آغاز و رشد شاخه‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد که با هدف تحقیق حاضر در بهبود رشد شاخه و کاهش شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها مرتبط است (Kinfe et al., 2017). نتایج مطالعه‌ای که به بررسی روش‌های بیوتکنولوژیکی برای ریزازدیادی گیاه انگور می‌پردازد و تأثیر هورمون‌های رشد بر کیفیت گیاه را مورد بررسی قرار می‌دهد مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر در مورد تأثیر منابع مختلف BAP بر نتایج کشت بافت انگور می‌باشد (Melyan et al., 2024).

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در کشت بافت گیاه مو، کاربرد BAP شرکت Sigma-Aldrich در مقایسه با کاربرد BAP شرکت Dochefa، موجب کاهش درصد شیشه‌ای شدن نوساقه‌ها و افزایش محتوای کلی کلروفیل می‌شود.

منابع

خرازی، س.م.، نعمتی، ح.، تهرانی‌فر، ع.، باقری، ع. و شریفی، ا. ۱۳۸۹. بررسی عوامل مؤثر بر پدیده شیشه‌ای شدن در کشت درون‌شیشه‌ای و راهکارهای مقابله با آن. دومین کنگره ملی تخصصی زیست‌شناسی سراسر کشور، دانشگاه تهران، ص. ۱۳۹.

Bayhan, N. and Yücesan, B. 2024. The impact of sucrose and 6-benzylaminopurine on shoot propagation and vitrification in *Aronia melanocarpa* (black chokeberry). Plant Cell, Tissue and Organ Culture.

Danish, S., Rehman, R.A., Maqbool, A., Ali, M., Idrees, M., Irshad, I., Munir, S., Alahmadi, T.A. and Ansari, M.J. 2024. Effects of benzyl amino purine on growth, antioxidants, and chlorophyll contents of *Phaseolus vulgaris* L. cultivated under heat stress. Pakistan Journal of Botany, 56(5).

Dantas, L., Santos, A.M., Oliveira, J.A. and Campos, R.M. 2021. The impact of carbon source on cell growth and the production of bioactive compounds in cell suspensions of *Hancornia speciosa* Gomes. Scientific Reports, 11: 3845.

Haigang, L. and Xiang-sheng, K. 2010. The research on vitrification of *Paeonia suffruticosa* plantlets. Journal of Biology, 27: 35–42.

Khan, N., Maqsood Ahmed, I., Hafiz, N., Abbasi, S., Ejaz, S. and Anjum, M.A. 2015. Optimizing the concentrations of plant growth regulators for in vitro shoot cultures, callus induction and shoot regeneration from calluses of grapes. OENO One, 49: 37–45.

Kinfe, B., Tileye Feyssa, and Bedada, G. 2017. In vitro micropropagation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) from nodal culture. African Journal of Biotechnology, 16: 2083–2091.

Mujib, A., Fatima, S. and Malik, M. 2022. Cryo-derived plants through embryogenesis showed same levels of vinblastine and vincristine (anticancer) in *Catharanthus roseus* and had normal genome size. Scientific Reports, 12.

Nemati, H., Tehranifar, A., Bagheri, A. and Sharifi, A. 2011. In vitro culture of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) focusing on the problem of vitrification. Journal of Biological and Environmental Sciences, 5.

Rogalski, M., Silva, M.A. and Ferreira, M. 2003. In vitro multiplication of 'Santa Rosa' plum: Effect of cytokinin BAP. Revista Brasileira de Fruticultura, 25: 365–367.

Sangavai, C. and Chellap. 2008. In vitro propagation of a tuberose plant (*Polianthes tuberosa* L.). Electronic Journal of Biology, 4.

Tian, D. 2008. Container production and post-harvest handling of lotus (*Nelumbo*) and micropropagation of herbaceous peony (*Paeonia*). A dissertation submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in partial fulfillment of the requirements for the degree of PhD, Auburn, Alabama, pp. 1–292.

Wei, K., Zhang, Y., Liu, Y. and Wang, Y. 2013. Tissue culture of *Sophora tonkinensis* Gapnep. and its quality evaluation. Pharmacognosy Magazine, 9: 323–330.

Yang, H.C. and Pei, D.L. 2006. Study on embryo culture of peony seed. Agricultural Sciences Guangxi, 37: 108–110.

Yulianti, S., Noli, Z.A. and Idris, M. 2024. Shoot induction of black stem potato (*Solanum tuberosum* L. var. Cingkariang) with several concentration of 6-benzylaminopurine (BAP). Journal Biologi Tropis.

Comparative Evaluation of BAP Cytokinin from Two Commercial Sources and Its Role in the Incidence of Vitrification in Grape

Mahboubeh Rahimi[1], Abbas Yadollahi[2*] and Seyed Alireza Salami[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

[*]*Corresponding Author: yadollah@modares.ac.ir*

Abstract

Shoot vitrification is a significant challenge in woody plant tissue culture, as it severely reduces explant survival and regeneration efficiency. Therefore, addressing this physiological disorder is crucial for successful *in vitro* micropropagation of grapes (*Vitis vinifera* L.). This study investigated the effects of varying sources and concentrations of 6-benzylaminopurine (BAP) on shoot proliferation and vitrification reduction in semi-hardwood stem cuttings. The experiment employed a factorial design within a completely randomized framework, considering two factors: BAP concentration (zero, two, and four milligrams per liter) and BAP source (Sigma-Aldrich and Dochefa). After 30 days of culture, the percentage of vitrification and total chlorophyll content were measured. The results showed that BAP from Sigma-Aldrich significantly reduced the percentage of vitrified shoots and improved chlorophyll content compared to BAP from Dochefa. These findings underscore the importance of BAP source selection for optimizing micropropagation protocols and mitigating vitrification-induced limitations in grape tissue culture.

Keywords: Chlorophyll content, Cytokinin ,Grape, Grape leaf greenness, Vitrification of stems.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تجزیه و تحلیل بیان ژن *myb33* در گیاه آرابیدوپسیس تالیانا

ابوالفضل لولایی[۱*] و مصطفی خوشحال سرمست[۲]

۱- اصلاح و بیوتکنولوژی علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: *a.lolaei1403@gmail.com*

چکیده

رشد گیاهان به شدت تحت تأثیر تنش‌های محیطی چون خشکی، شوری زیاد، درجه حرارت کم یا زیاد قرار می‌گیرد و بر این اساس شناسایی ژن‌هایی که در انطباق یا تحمل تنش نقش دارند ضروری است. پروتئین‌های MYB یک خانواده بزرگ از عوامل رونویسی هستند که از اهمیت خاصی در تنظیم فرایندهای نموی و پاسخ‌های دفاعی در گیاهان برخوردارند. هدف از انجام این تحقیق، تجزیه و تحلیل پروموتر و پروتئین‌های برهمکنش دهنده با myb33 در گیاه آرابیدوپسیس تالیانا با راهبرد شناخت ایده نو برای ایجاد مقاومت به تنش های زیستی و غیرزیستی میباشد. شناسایی نواحی اتصال عوامل رونویسی با استفاده از تارنمای PlantCARE ، برهمکنش پروتئینها به کمک پایگاه داده STRING، توالی های موتیف موجود شناسایی و برای پی بردن به عملکرد این ناحیه موتیفی از سایت elm.eu.org استفاده شد. رسم درخت درخت فیلوژنی به وسیله نرم افزار OMEGA7انجام که داده های اولیه از NCBIو Tairحاصل شدند. نتایج تجزیه و تحلیل MYB33 نشان داد که نواحی عناصر پاسخ دهنده متفاوتی مانند هورمون‌ها، تنش‌های غیر زیستی بر روی راه اندازه آن وجود دارد. حضور نواحی زیاد مربوط به محل اتصال عوامل رونویسیMYB33 و هم چنین نواحی پاسخ دهنده به هورمون هایی مانند اکسین و جیبرلین تاکید بر نقش این ژن در تنش های غیر زیستی دارد. در مجموع تجزیه داده ها، آنالیز راه انداز، پیش بینی ساختار پروتئین و بررسی روابط فیلوژنتیک، شواهدی اشکار در رابطه با وجود اورتولوگ های مختلف MYB33 در گیاه آرابیدوپسیس با تفاوت در ساختار سه بعدی پروتئین و تفاوت در میزان بیان و نقش زیستی در تنش‌های زیستی و غیر زیستی و همچنین سایر تنش ها دارد.

واژه‌های کلیدی: آرابیدوپسیس، بیان ژن، تالیانا، تحلیل، myb33.

مقدمه

در طول تکامل، گیاهان استراتژی‌های گوناگونی را برای تحمل به تنشهای مختلف توسعه داده اند (Zhou et al., 2012). تنش محیطی اثر بسیار مهمی بر رشد کمی و کیفی گیاهان دارد. (Ahsan et al.,2025).گیاهان در مواجهه با تنش باید پاسخ‌های متابولیک را تحریک و مولکولهایی را سنتز کنند تا سبب فعالشدن مکانیسمهای محافظتی شوند و تاثیرات مضر تنشها بر رشد و تولید مثل گیاه محدود شود (Ferror et al., 2018). برای جلوگیری از تاثیرات پس از تنش و کاهش در تولید محصول، گیاهان وضعیت فیزیولوژیک و بیوشیمیایی خود را از طریق تغییرات مولکولی تغییر میدهند (Formentin et al., 2018). وجود تنش‌های زیستی و غیرزیستی عملکرد گیاهان را کاهش و زیانهای اقتصادی ایجاد می‌کند. از مهمترین تنش‌های غیرزیستی شامل خشکی، شوری، گرما، سرما و تنشهای اکسیداتیو است. خشکی و شوری مهمترین تنش محیطی است که تاکنون به محصولات کشاورزی خسارت وارد کرده است(Zamani et al.,2020). تاکنون تلاش‌های زیادی در جهت بهبود محصول در شرایط کمبود آب صورت گرفته است. تنش شوری از طریق برهمزدن تعادل یونی، کاهش پتانسیل آب و سمیت یونی بر رشد گیاهان اثر می‌گذارد (Khan and Ungar, 2001). در گیاهان تحت شرایط تنش خشکی و شوری، ممکن است تجمع ترکیبات فنلی را برای مقابله با اثرات سمی بالقوه افزایش دهند.گیاهان با استفاده از یک سری تغییرات رشدی و فیزیولوژیکی برای پاسخگویی و مقاومت در برابر تنش ها، با تغییرات محیطی سازگار می شوند. ژن های متعددی به تحمل استرس در گیاهان کمک می‌کنند، از جمله ژن های مرتبط با سیگنال دهی، فاکتورهای رونویسی و هورمون های گیاهی.است (Haghpanah et al., 2024). فعالیت آنها ممکن است باعث تغییرات ژنتیکی و اپی ژنتیکی در بیان ژن شود که در نهایت منجر به انعطاف پذیری گیاه در برابر استرس می شود. تجزیه و تحلیل عملکردی نشان داد که پروتئین‌های R2R3-MYB نیز یکی از بزرگترین خانواده‌های TF مرتبط با محرک‌های محیطی و پاسخ‌های استرس در گیاهان،

مانند خشکی، گرما، شوری و کم‌آبی هستند(Liu et al., 2023). فاکتورهای رونویسی (TFs) در ژن myb یکی از بزرگترین دسته های فاکتورهای رونویسی در گیاهان است و تعادل آن عمدتا به تکامل سریع زیر خانواده MYB نسبت داده میشود (Jiang and Rao, 2020). سوپر خانواده MYB یکی از بزرگترین خانواده ژنی متعلق به ژن‌های عامل رونویسی است که در بیشتر گیاهان سبب کنترل تنش های زیستی و غیر زیستی می‌شود. تا حالا بیش از ۱۰۰ عضو از این خانواده در آرابیدوپسیس و ۸۰ عضو دیگر در برنج و ۷۸ عضو دیگر در ذرت شناسایی شده است (Chen et al., 2005). پروتئین‌های خانواده MYBنقش مهمی در تنظیم متابولیسم برای رشد و نمو گیاه و همچنین پاسخ‌های استرس ایفا می‌کنند، بنابراین، پتانسیل زیادی در اصلاح گونه‌های گیاهی جدید با صفات بهبود یافته مانند تحمل به تنش غیرزیستی دارند (So et al., 2024). تاریخچه تکاملی R2R3-MYBs در گیاهان به دلیل تنوع ژنتیکی و عملکردی قابل توجه آنها جالب است. با این حال، اطلاعات مربوط به روابط فیلوژنتیکی بین و درون زیرگروه‌های R2R3-MYB و طرح‌های طبقه‌بندی زیرگروه‌ها هنوز محدود است. پروتئین های MYBتنظیم کننده های همه کاره رشد گیاه، پاسخ های استرس و مسیرهای بیوسنتزی متابولیت ثانویه می‌باشند(Bhatt et al., 2025). در بسیاری از گونه های گیاهی، فاکتورهای رونویسی MYB (TFs) برای تنظیم بیوسنتز متابولیت های ثانویه مختلف، از جمله فلاونوئیدها، آنتوسیانین ها، لیگنین و گلوکوزینولات ها یافت شده است (Cao et al., 2020). آرابیدوپسیس تالیانا (*Arabidopsis thaliana* (L. متعلق به تیرهٔ کلمیان (Brassicaceae) دارای چندین صفت مهم است که آن را به یک ارگانیسم مدل مهم برای شناسایی ژنها و تعیین عملکرد آنها تبدیل کرده است. گیاه آرابیدوپسیس تالیانا ارگانیسم مدلی است که به طور گسترده در ژنتیک گیاهی و زیست شناسی مولکولی استفاده میشود. (Katam et al., 2011) ژنوم هسته‌ای آن کوچک و میزانDNA ی تکراری آن بسیار پایین است (The Arabidopsis genome iniative, 2000). این گیاه به عنوان یک ارگانیسم مدل برای انجام تحقیقات در این حوزه به دلیل ژنوم بزرگ مورد توجه قرار گرفته و با توجه به اینکه در محیط آزمایشگاهی به راحتی قابل پرورش و نگهداری و دارای بذرهای بسیار زیادی بوده، این تحقیق برای تبیین تجزیه و تحلیل بیان ژن MYB33 در گیاه آرابیدوپسیس تالیانا انجام شده است.

با توجه به فعالیت ژن MYB33، بررسی آن در شرایط تنش در گیاهان، با استفاده از روشهایی همچون Real-time PCR و در یک تنش خاص ارزیابی میگردید، لذا جنبه نوآوری این تحقیق که در بسیاری از تحقیقات کمتر پرداخته شده بررسی بیوانفورماتیکی ژن MYB33 از طریق بازیابی توالی ژن و پروتئین، تحلیل ویژگی های اولیه پروتئین، آنالیز موتیف ها و دومین ها، شاختارهای پروتئین، رم درخت فیلوژنی، تحلیل پروموتور و بررسی بیان ژن بوده که میتواند اطلاعات خوبی

مواد و روش‌ها

هدف از این تحقیق مربوط به تجزیه و تحلیل های بیوانفورماتیکی بیان ژن MYB33 در گیاه ارابیدوپسیس رقم تالیانا و به کمک نرم افزاهای تحت وب و تحت ویدنوز مورد تحلیل قرار گرفته است. آنالیزهای انجام شده شامل: توالی نوکلئوتیدی DNA ژن MYB33 (AT5G06100) از سایت TAIR دریافت و آنالیز پروموتور توسط سایت Plant Care انجام شد(Lescot et al.,. 2002). برای آنالیز بازهای موجود، کل توالی را به چند قسمت تقسیم و در هر بار فقط قسمت کوتاهی از آن را آنالیز و به صورت Bax ذخیره و سپس به بررسی عناصر موجود پرداخته شد روی هر cis-element موقعیت آن، توالی آن و عملکرد آن مشخص که به صورت جداول طبقه بندی گردید. پس از طراحی پرایمر، از طریق سایت primer Blast آنالیز، جهت انجام پیش بینی برهمکنش تمامی پروتئینهای MYB33 در گیاه آرابیدوپسیس تالیانا، از سایت معتبر string استفاده شد. برای یافتن موتیف های توالی، یک توالی پروتئین را از NCBI تهیه و جهت آنالیز از سایت meme انجام شد. جهت آنالیز توالی پس از شناسایی توالی های موتیف موجود در توالی داده شده نمایان و هر یک از موتیف ها را به طور جداگانه در سایت http://elm.eu.org/ برای پی بردن به عملکرد این ناحیه موتیف آنالیز گردید. جهت رسم درخت فیلوژنی یا اصطلاحا فیلوژنتیک جهت مطالعه تکامل نژادی در گونه ها در راستای به دست آوردن اطلاعات بیشتر از قرابت و نزدیکی ژن های MYB در آرابیدوپسیس تالیانا با گونه های گیاهی، توالی های کد کننده ژن ها و پروتئین های MYB از سایت NCBI به کمک گزینه BLAST و به فرمت FASTA جمع آوری و توالی ها وارد نرم افزار MEGA5.05 و سپس به کمک نرم افزار ClustalW ، هم ردیفی اولیه انجام شد(Kumar et al.,2016.).

نتایج و بحث

آنالیز پروموتور

در بررسی عناصر پروموتور در مهندسی ژنتیک، پس از اینکه پروموتر از لحاظ ساختمانی شناسایی شد، مناطقی که مورد نظر برای الحاق به ژن هدف میباشند را شناسایی نموده تا بعدا برای ترانسفورماسیون گیاه استفاده نمایند(Porto et al. 2014). آنالیز پروموتور و بررسی عناصر مرتبط با ژن MYB33 ، شناخت ما را در رابطه با نوع و عملکرد عوامل رونویسی موثر بر بیان آنها در پاسخ به تنش فراهم می سازد. نتایج نشان دادند که توالی پروموتر ژن MYB33 شامل عناصر تنظیمی مختلفی مانند TATA box -CAAT box، P box به عنوان عناصر پاسخ به زخم، خشکی و غیره است که باعث القای بیان ژن‌های رمز کننده گیرنده های شبه کینازی در طول رشد و نمو و تحت تنش های زنده و غیرزنده می شود. در تجزیه راه اندازه ژن MYB33 نشان داد که نواحی Cis-element متفاوتی مانند هورمون ها، تنش های غیر زیستی بر روی راه اندازه وجود دارند. حضور نواحی زیاد مربوط به محل اتصال عوامل رونویسیmyb و هم چنین نواحی پاسخ دهنده به هورمون هایی مانند جیبرلین تاکید بر نقش این ژن در تنش‌های غیر زیستی دارد. با توجه به بررسی‌های انجام شده قسمت اعظم عناصر موجود در پروموتر مسئول پاسخ به تنشها مانند خشکی و عنصر مشترک عامل سیس در نواحی پروموتر و تقویت کننده هستند. البته وجود سیس المنت بر روی پروموتر این ژن در گیاه آرابیدوپسیس، ارتباط بین این ژن و تقویت کننده عامل سیس در نواحی پروموتر را نشان میدهد(Parry et al., 2010). از عناصر تنظیم کننده مرتبط با نور در پروموتر برخی از ژن های گیاهی می باشد که میتواند نقش مهمی در دریافت سیگنالهای نوری و در طی آن تنظیم بیان ژن های وابسته به نور دارد (Lindlof et al., 2009). حضور نواحی زیاد مربوط به محل اتصال عوامل رونویسیmyb و هم چنین نواحی پاسخ دهنده به هورون جیبرلین تاکید بر نقش این ژن در تنش های غیر زیستی دارد. وجود المنتهای مرتبط با DNA حفاظت شده، نقش این ژن را در پاسخ به تنش آشکار مینماید.

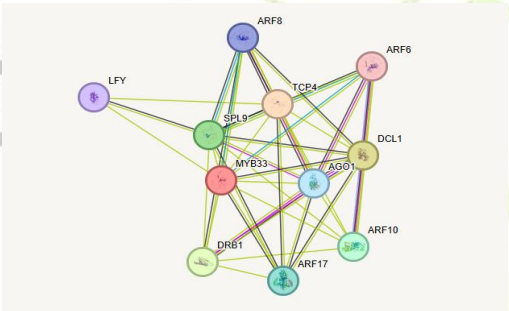
جدول ۱- نقش و نواحی هسته عناصر پاسخ دهنده ژنMYB33 در آرابیدوپسیس تالیانا و گیاهان مرتبط.

عنصر مشترک عامل سیس در نواحی پروموتر و تقویت کننده				
نام ناحیه	**دنباله هسته عنصر**	**تعداد**	**نقش**	**گیاه**
CAAT-box	CAAAT	۳	common cis-acting element in promoter and enhancer regions **عنصر مشترک عامل سیس در نواحی پروموتر و تقویت کننده**	Pisum sativum Arabidopsis thaliana
MYB	CAACAG	۱	common cis-acting element in promoter and enhancer regions **عنصر مشترک عامل سیس در نواحی پروموتر و تقویت کننده**	Arabidopsis thaliana
TATA-box	TATA	۲	common cis-acting element in promoter and enhancer regions **عنصر مشترک عامل سیس در نواحی پروموتر و تقویت کننده**	Arabidopsis thaliana
عناصر پاسخ دهنده به پاسخ های نوری				
نام ناحیه	**دنباله هسته عنصر**	**تعداد**	**نقش**	**گیاه**
GT1-motif	GGTTAAT	۲	light responsive element عناصر پاسخ دهنده به پاسخ های نوری	Avena sativa
GT1-motif	GGTTAA	۱	light responsive element عناصر پاسخ دهنده به پاسخ های نوری	Arabidopsis thaliana
TCT-motif	TCTTAC	۱	part of a light responsive element عناصر پاسخ دهنده به پاسخ های نوری	Arabidopsis thaliana
عناصر پاسخ دهنده به پروموتور هسته حدود -۳۰شروع نویسی				
نام ناحیه	**دنباله هسته عنصر**	**تعداد**	**نقش**	گیاه
TATA-box	TATAA	۲	core promoter element around -30 of transcription start عناصر پاسخ دهنده به پروموتور هسته حدود -۳۰شروع نویسی	Arabidopsis thaliana
TATA-box	TATATA	۲	core promoter element around -30 of transcription start عناصر پاسخ دهنده به پروموتور هسته حدود -۳۰شروع نویسی	Arabidopsis thaliana Helianthus annuus
TATA-box	TATA	۴	core promoter element around -30 of transcription start عناصر پاسخ دهنده به پروموتور هسته حدود -۳۰شروع نویسی	Arabidopsis thaliana

TATA-box	ATATAT	۱	core promoter element around -30 of transcription start عناصر پاسخ دهنده به پروموتور هسته حدود -۳۰شروع نویسی	Brassica napus
TATA-box	ATTATA	۱	core promoter element around -30 of transcription start عناصر پاسخ دهنده به پروموتور هسته حدود -۳۰شروع نویسی	Brassica napus
عناصر پاسخ دهنده به جیبرلین				
نام ناحیه	**دنباله هسته عنصر**	**تعداد**	**نقش**	**گیاه**
GARE-motif	TCTGTTG	۱	gibberellin-responsive element عناصر پاسخ دهنده به جیبرلین	Brassica oleracea
P-box	CCTTTTG	۱	gibberellin-responsive element عناصر پاسخ دهنده به جیبرلین	Oryza sativa
			عناصر پاسخ دهنده به محل اتصالmyb	
نام ناحیه Site name	Element core sequence	تعداد	نقش function	Organism
MRE	AACCTAA	۱	MYB binding site involved in light responsiveness عناصر پاسخ دهنده به محل اتصالmyb	etroselinum crispum Arabidopsis thaliana
عناصر پاسخ دهنده به ماژول حفاظت شدهDNA				
نام ناحیه	**دنباله هسته عنصر**	**تعداد**	**نقش**	**گیاه**
Box 4	ATTAAT	2	part of a conserved DNA module involved in light responsiveness عناصر پاسخ دهنده به ماژول حفاظت شده DNA	Petroselinum crispum

پیش بینی برهمکنش تمامی پروتئین‌های MYB33

پیشبینی برهمکنش پروتئینهای MYB با دیگر پروتئینهای آرابیدوپسیس تالیانا موجود در پایگاه داده. تصویر با استفاده از STRING v10حاصل شده است در واقع پروتئین MYB33 با پروتئین هایARF8 و ARF6، LFY، SPL9، TCP4، DCL1، AGO1، DRB1، ARF17، ARF10 برهمکنش مستقیم دارند.



شکل ۱- پیش بینی برهمکنش تمامی پروتئینهایMYB33 در پایگاه داده .تصویر با استفاده از STRING v10.

در بررسی پروتینهای برهمکنش داشته با پروتئین ژنMYB33 ، بیشترین میزان برهمکنش با پروتین های TPC4(در واقع فاکتور رونویسی TCP4; عامل رونویسی نقش محوری در کنترل مورفوژنز اندام های شاخساره دارد) و DCL1(اندوریبونوکلئاز دایسر همولوگ ۱; ریبونوکلئازIII درگیر در خاموشی ژن پس از رونویسی با واسطه PTG (RNA) میباشد. یعنی این دو پروتین ها ابتدا با یکدیگر برهمکنش داشته اند .همچنین بین DCL1 و TCP4 برهمکنش آنها در آزمایشگاه ثابت نشده و بین MYB33 با DCL1 برهمکنش در شرایط آزمایشگاهی اثبات شده است.

پیدا کردن موتیف های توالی پروتئین

بررسی و شناسایی موتیف های شناخته شده در پروموتر ژن های مهم و پیش بینی تغییر بیان این ژن ها تحت تاثیر تنش های زنده وغیرزنده با استفاده از تکنیک های رایانه ای یکی از زمینه های جذاب در بیوانفورماتیک است. برای یافتن موتیف های یک توالی، توالی پروتئین MYB33 را از NCBI به صورت FASTA دریافت و با بررسی صورت گرفته از نتایج، سه موتیف با توالی های موتیف ۱(CRARWAGH) ، موتیف ۲(DDIGNDYMN) و موتیف ۳(YRGCASTI) شناسایی شد.

جدول ۲- موتیف‌های پروتئین MYB33.

	MOTIFS	WIDTH	**Motif Similarity Matrix**	**Motif Similarity Matrix**	**Motif Similarity Matrix**
۱	CRARWAGH	۸	---	۰.۱۴	۰.۱۸
۲	DDIGNDYMN	۹	۰.۱۴	----	۰.۱۲
۳	YRGCASTI	۸	۰.۱۸	۰.۱۲	---

شناسایی توالی های موتیف

جهت شناسایی توالی های موتیف موجود در توالی داده شده نمایان خواهد شد هر یک از موتیف ها را به طور جداگانه در سایت http://elm.eu.org/ انجام و در جدول زیر آمده است. برای پی بردن به فانکشن این ناحیه موتیفی آنالیز کنید.

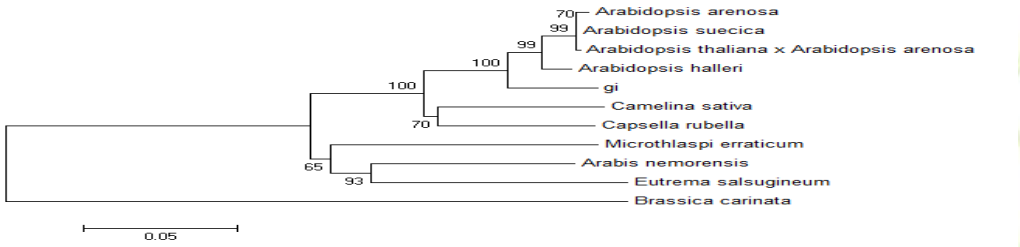
جدول ۳- شناسایی توالی‌های موتیف MYB33.

موتیف ۱ **CRARWAGH**					
Elm Name	Instance (matched sequence)	Position	description	Cell compartment	proba bility
DEG_Nend_UBRBOX_4	CR	۱-۲ (A)	از ubr ترمینال که با اتصال به جعبه Nموتیف تشخیص و تخریب پروتئین را آغاز میکند. این N به cys -ترمینال n شامل n-degronنوع عنوان باقی مانده عامل بیثبات کننده است.	سیتوزول	1.768 e-05
TRG_ER_diArg_1	RARW	۲-۵ (B)	توسط دو باقیمانده آرژنین متوالی diargموتیف) تعریف میشود.این RXRبا یک درج منفرد(موتیف توسط یک باقیمانده ابگریز/آرژنین مجاور که ممکن است در دو طرف جهت ارگ باشد تکمیل میگردد.	شبکه اندوپلاسمی سیتوسول-پروتئین انتگرال –غشای وزیکول انتقال-شبکه اندوپلاسمی سیسترنا و ناهموار	5.369 e-03
موتیف ۲ DDIGNDYMN					
DEG-CRBN-cyclicter-1	DYMN	6-9(A)	دگرون توسط دامنه اتصال به تالیدومید و تخریب پروتئازومی بعدی شناسایی شد	cul-ringسیتوسول غشای پلاسمایی کمپلکس یوبیوکنیتین لیگاز	1.614 e-04
DEG-Ved-UBRbox-2	DO	1-2 (C)	ترمینال که پروتئین را آغاز میکند. nموتیف n-dergonتخریبیا اتصال به جعبه این نوع به عنوان باقیمانده glu یا aspترمینال nشامل بی ثبات کننده است.	سیتوسول	2.537 e-04
موتیف ۳ YRGCASTI					

2.302 e-04	سیتوسول	ترمینال که تخریب پروتئین را با اتصال nموتیف N-DEGRON آغاز میکند.این نوع n-boxبه - ترمینال nشامل یک باقیمانده آبگریز حجیم به عنوان باقی مانده بی ثبات کننده است.	1-2(A)	YR	DEG-Nend-Nbox-1
7.255 e-05	سیتوسول سمت داخلی غشای پلاسمایی	به طور c کلاس ۱ ترمینال pdzموتیف اتصال) نشان داده vil(xکلاسیک با الگویی مانند میشود.	3-8(A)	GCASTI	LIG-PDZ-class-1

درخت فیلوژنتیک

تجزیه و تحلیل مقایسه ای داده های توالی مولکولی برای بازسازی تاریخچه تکامل گونه ها ضروری است. استنباط ماهیت و میزان نیروهای انتخابی شکل دهنده تکامل ژن ها و گونه ها در پایگاه های داده، ساخت همترازی های توالی و درختان فیلوژنتیک و استفاده از روش های بیوانفورماتیک تکاملی در پایه زیست شناسی، زیست پزشکی و تکامل میباشد. (Li, 1997). در بررسی روابط فیلوژنتیکی بین گیاهان مورد استفاده در واقع پروتئین ژن MYB33 که در درخت فیلوژنی با نماد (gi) نام گذاری شده است با CAE6087783.1 [Arabidopsis arenosa]، [Arabidopsis halleri. CAL9229343. و [Arabidopsis suecica KAG7554275.1 و (Arabidopsis thaliana x Arabidopsis arenosa) KAG7549681.1 بیشترین غرابت و نزدیکی را و به میزان ۱۰۰ درصد نشان داد. با توجه به درخت ترسیمی، بین گونه مورد مطالعه و Brassica carinate به دلیل داشتن جد مشترک دور، دو گونه ارتباط کمتری با هم دارند. در بررسی صورت گرفته از درخت حالت پلی تومی (Polytomy) بین گونه های ، Arabidopsis arenosa، Arabidopsis suecica وArabidopsis thaliana x Arabidopsis arenosa مشاهده شده است.



شکل ۲- رسم درخت فیلوژنتیک ژن MYB33 در آرابیدوپسیس تالیانا و گیاهان مرتبط.

محققین درآزمایش‌های خاموش‌کننده ژن، گزارش دادند که دو ژن MYB سبب القای خشکسالی، همولوگ‌های Arabidopsis MYB96 و MYB94، به عنوان یک تنظیم‌کننده منفی گره‌زایی ریشه عمل می‌کنند. نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان پایه‌ای قوی برای توضیح بیشتر عملکرد فیزیولوژیکی و مولکولی ژن‌های دو تکراری MYB در بادام زمینی میباشد(Abhilasha et al., 2024). نتایج تحقیق تان و همکاران، (۲۰۲۵)، نشان داد که بیان بیش از حد CtMYB76 در تنباکو به طور قابل‌توجهی باعث دگرگونی ژن‌های ساختاری بیوسنتز فلاونوئید، همراه با تجمع فلاونول‌ها شد. گزارشگر دوگانه لوسیفراز و تجزیه و تحلیل یک هیبریداسیون مخمر تایید کرد که CtMYB76 می تواند با پروموتر ژن های ساختاری متصل شود و بیان آنها را فعال کند. نتایج نشان داد که بیان ژن TaMYB73بین سطوح مختلف تنش خشکی و بین ارقام مورد بررسی متفاوت بود (Tabaraki et al., 2017). همچنین نتایج مشابهی توسط نعیمی و همکاران، (۲۰۱۹)، در خصوص بررسی اثر تنش خشکی بر بیان نسبی ژن MYB و میزان تنظیم کننده های اسمزی پنج زنوتیپ گندم دوروم گزارش شده است. نتایج پژوهش هوشیار دل و همکاران(۲۰۱۵) نشان داد که عوامل رونویسی، نقش مهمی در کنترل ژن های القا کننده مقاومت به گیاه به بیماری ساقه سیاه دارد. سو و همکاران، ۲۰۱۰، در پژوهش بر روی موتانت ها در برنج نشان دادند که مقاومت به تنش سرما به شدت بسته به بیان ژن MYBمیباشد. همچنین نتایج مشابهی توسط رهایی و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص بیان ژن myb جهت مقاومت به شوری گزارش دادند. رییدی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که پروتئین mbc1 که توسط ژن mybs3 بیان میشود با باند شدن به منطقه ای به

نام GATA یک غیر فعال کننده بیان هورمون جیبرلین در دانه های جو شده است. گزارش مشابهی دیگری نیز توسط ریچتر و همکاران، ۲۰۱۲، گزارش شد که خانواده MYB به هنگام بروز تنش های غیرزنده افزایش می یابد.در تحقیقی توسط گوانگ و همکاران، (۲۰۲۴) ژن MYB33 پنبه جهت تنظیم تبادل و رشد و دفاع گیاه در عفونت Verticillium dahlia را بررسی کردند . نتای نشان داد که بیان GhMYB33 مقاوم به miR319c(rGhMYB33) باعث رشد گیاه همراه با با کاهش قابل توجه مقاومت در برابر Verticillium dahliae. شد و برعکس، جهت از بین رفتن آن، ghmyb33، محدودیت رشد و تقویت همزمان مقاومت V. dahliae را نشان داد. وو و همکاران، (۲۰۲۲)، گزارش دادند که myb نقش مهمی در شبکه های نظارتی ایفا می کند بر رشد، نمو و متابولیسم گیاه حاکم است که ممکن است در پاسخ های گیاهی به انواع غیرزیستی و زیستی نقش داشته اند.همچنین گزارش مشابهی توسط نعیمی و همکاران(۲۰۱۹) ارایه شده است. در تحقیقی که گوانگ و جیانگ، ۲۰۲۴، به بررسی ژن MYB33 در پنبه پرداختند، نشان داده شده که یک ژن مرکزی موازنه بین رشد گیاه و دفاع را در عفونت Verticillium dahliae تنظیم و در واقع این ژن در کنترل تنش در گیاه موثر است.

نتیجه‌گیری

جنبه نوآوری این تحقیق، تحلیل بیوانفورماتیکی (Bioinformatics analysis) استفاده از ابزارها و روش‌های محاسباتی برای تجزیه و تحلیل داده‌های زیستی با هدف استخراج اطلاعات معنادار و درک فرآیندهای بیولوژیکی ژن MYB33 گفته می‌شود. از یافته های این تحقیق میتوان نتیجه گرفت که تجزیه و تحلیل بیان ژن myb33 در گیاه آرابیدوپسیس تالیانا اطلاعات مهمی در خصوص این ژن در گیاه مورد مطالعه و سایر گیاهان در شرایط تنش های زیستی و غیر زیستی میدهد و کمک فراوانی به تحلیل عملکرد گیاه در شرایط محیطی تنش زا خواهد نمود.

منابع

نعیمی، ط.، طاهری، ف.، فهمیده، ل. و فاخری، ب. ۲۰۱۹. بررسی اثر تنش خشکی بر بیان نسبی ژن MYB و میزان تنظیم تنظیم‌کننده‌های اسمزی پنج ژنوتیپ گندم دوروم. یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۶(۲): ۲۱۷–۲۲۸.

Abhilasha, A., Shukla, A., Amiben, L. and Choudhury, S.R. 2024. Genome-wide analysis of two repeats containing MYB transcription factors in groundnut identifies drought-inducible genes involved as a negative regulator of root nodulation. Environmental and Experimental Botany, 105981.

Ahsan, M., Younis, A., Jamal, A., Alshaharni, M.O., Algopishi, U.B., Al-Andal, A., Sajid, M., Naeem, M., Khan, J.A., Radicetti, E., Valipouri, M. and Akhtar, G. 2025. Melatonin induces drought stress tolerance by regulating the physiological mechanisms, antioxidant enzymes, and leaf structural modifications in *Rosa centifolia* L. Heliyon, 11(1): e41236.

Bhatt, P., Gurav, T.P., Kondhare, K.R. and Giri, A.P. 2025. MYB proteins: Versatile regulators of plant development, stress responses, and secondary metabolite biosynthetic pathways. International Journal of Biological Macromolecules, 288: 138588.

Ferrer, M., Travierso, C., Cilloniz, C., Gabarrus, A., Ranzani, O.T., Polverino, E., Liapikou, A., Blasi, F. and Torres, A. 2018. Severe community-acquired pneumonia: Characteristics and prognostic factors in ventilated and non-ventilated patients. PLoS One, 13: e0191721.

Formentin, E., Sudiro, C., Ronci, M.B., Locato, V., Barizza, E., Stevanato, P., Ijaz, B., Zottini, M., De Gara, L. and Lo Schiavo, F. 2018. H2O2 signature and innate antioxidative profile make the difference between sensitivity and tolerance to salt in rice cells. Frontiers in Plant Science, 9: 1549.

Haghpanah, M.S., Hashemipetroudi, A., Arzani, F. and Araniti, F. 2024. Drought tolerance in plants: Physiological and molecular responses. Plants, 13(21): 2962.

Hoshyardel, F., Hatami Malki, H., Darvishzadeh, R. and Jafari, M. 2015. Study of expression of transcription factor associated with resistance to black stem disease in sunflower. 3(2): 78–95.

Hu, G., Ge, X., Wang, Z., Wang, Y., Wang, P., Shi, L., Wang, B., Zhang, A., Li, F. and Wu, J. 2024. The cotton MYB33 gene is a hub gene regulating the trade-off between plant growth and defense in *Verticillium dahliae* infection. Journal of Advanced Research, 61: 1–17.

Jiang, C.K. and Rao, G.Y. 2020. Insights into the diversification and evolution of R2R3-MYB transcription factors in plants. Plant Physiology, 183(2): 637–655.

Katam, R., Panthee, D.R., Bhattacharya, A., Basha, S.M. and Kole, C. 2011. Arabidopsis. In: Kole, C. (ed.). Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, 1: 1–16.

Khan, M.A. and Ungar, I.A. 2001. Seed germination of *Triglochin maritima* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Biologia Plantarum, 44: 301–303.

Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. Molecular Biology and Evolution, 33: 1870–1874.

Lindlof, A., Brautigam, M., Chawade, A., Olsson, O. and Olsson, B. 2009. In silico analysis of promoter regions from cold-induced genes in rice (*Oryza sativa* L.) and *Arabidopsis thaliana* reveals the importance of combinatorial control. Bioinformatics, 25: 1345–1348.

Liu, Y., Wang, M., Huang, Y., Zhu, P., Qian, G., Zhang, Y. and Li, L. 2023. Genome-wide identification and analysis of R2R3-MYB genes response to saline-alkali stress in quinoa. International Journal of Molecular Sciences, 24(11): 9132.

Parry, T.J., Theisen, J.W.M., Hsu, J.-Y., Wang, Y.-L., Corcoran, D.L., Eustice, M., Ohler, U. and Kadonaga, J.T. 2010. The TCT motif, a key component of an RNA polymerase II transcription system for the translational machinery. Genes & Development, 24(18): 2013–2018.

Rahaie, M., Xue, G.-P., Naghavi, M.R., Alizadeh, H. and Schenk, P.M. 2011. The expression analysis of transcription factors under long term salt stress in tolerant and susceptible wheat genotypes using reverse northern blot technique. Iranian Crop Sciences, 13(3): 580–595. (In Farsi with English abstract).

Reddy, A.R., Chiatanya, K.V. and Vivekanandan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology, 161(11): 1189–1202.

Richter, J., Schlesner, M., Hoffmann, S., Kreuz, M., Leich, E., Burkhardt, B., Rosolowski, M. and Ammerpohl, O. 2012. Recurrent mutation of the ID gene in Burkitt lymphoma identified by integrated genome, exome and transcriptome sequencing. Nature Genetics, 44(12): 1316–1320.

Shanker, A.K. and Venkateswarlu, B. 2011. Abiotic stress response in plants: Physiological, biochemical and genetic perspectives. InTech, pp. 5–10.

Tabaraki, H., Fahmideh, L. and Fooladvan, Z. 2017. Study of MYB gene expression under drought stress in some bread wheat cultivars. EJBGE, 6: 95–104.

Wu, Y., Wen, J., Xia, Y., Zhang, L. and Du, H. 2022. Evolution and functional diversification of R2R3-MYB transcription factors in plants. Horticulture Research, 9: uhac058.

Zamani. 2020. Improving drought stress tolerance in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) by exogenous melatonin. Plant Biosystems, 154: 643–655.

Analysis of MYB33 Gene Expression in Arabidopsis Thaliana

Abolfazl Lolaei[1*] and Mostafa Khoshhal Sarmast[2]

1. Horticultural Science Breeding and Biotechnology, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. Iran

2. Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Corresponding Author: a.lolaei1403@gmail.com

Abstract

Plant growth is strongly affected by environmental stresses such as drought, high salinity, low or high temperature, and therefore it is essential to identify genes that play a role in stress adaptation or tolerance. MYB proteins are a large family of transcription factors that are of particular importance in regulating developmental processes and defense responses in plants. The aim of this study was to analyze the promoter and interacting proteins with myb33 in Arabidopsis thaliana with a novel idea recognition strategy for resistance to biotic and abiotic stresses. Identification of transcription factor binding regions using the PlantCARE website, protein interactions using the STRING database, existing motif sequences were identified and to find out the function of this motif region, elm.eu.org was used. Phylogeny tree drawing was performed using OMEGA7 software, with primary data obtained from NCBI and Tair. The results of MYB33 analysis showed that there are different response element regions such as hormones, abiotic stresses on its pathway. The presence of many regions related to the binding site of MYB33 transcription factors as well as hormone-responsive regions such as auxin and gibberellin emphasizes the role of this gene in abiotic stresses. In summary, data analysis, promoter analysis, protein structure prediction and phylogenetic relationship investigation provide clear evidence for the existence of different MYB33 orthologs in Arabidopsis with differences in the three-dimensional structure of the protein and differences in expression levels and biological roles in biotic and abiotic stresses as well as other stresses.

Keywords: Arabidopsis thaliana, Analysis, Gene expression, Myb33.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی فامیل‌های نیمه‌خواهری پیازهای روزکوتاه از نظر صفات کمی وکیفی

عبدالستار دارابی[1*] و زهرا عباسی[2]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *darabi6872@yahoo. com*

چکیده

این پروژه با هدف تولید و ارزیابی فامیل‌های نیمه‌خواهری پیاز روزکوتاه از نظر بهبود صفات کمی و کیفی و در نهایت انتخاب فامیل‌های برتر انجام شد. در طی دو سال زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۹، طرح ژنتیکی پلی‌کراس بین ۹ ژنوتیپ پیاز روزکوتاه در منطقه اصفهان اجرا و فامیل‌های نیمه‌خواهری تهیه شدند. ارزیابی نتاج به‌همراه والدین این نتاج در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان در طی سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. برای انجام این پژوهش بذور در اواسط مهر ماه در خزانه کشت و نشاءها در اوایل دی به زمین اصلی منتقل شدند. سوخ ها در اوایل خرداد برداشت شدند. پس از برداشت خاصیت انبارمانی ژنوتیپ‌ها در انبار کنترل نشده به مدت سه ماه ارزیابی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ بر تعداد و ارتفاع برگ، عملکرد سوخ، متوسط وزن و قطر سوخ، متوسط قطر گردن، درصد ماده خشک سوخ، کل مواد جامد محلول و خاصیت انبارمانی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. رقم پالیز حداکثر عملکرد سوخ را تولید نمود. از لحاظ این صفت برتری این رقم فقط بر رقم داستر و فامیل‌های نیمه‌خواهری سحر، داستر و ساوانا سویت معنی‌دار بود. کمترین ضایعات انبارمانی به رقم سحر تعلق داشت. افزایش این صفت در ارقام ساوانا سویت، گلدن‌آی و داستر و فامیل نیمه خواهری گلدن‌آی در مقایسه با رقم مزبور معنی‌دار شد. بر اساس نتایج این پژوهش فامیل های نیمه خواهری تگزاس‌ارلی‌گرانو، صبا، پریماورا، ایمپراتریز و داستر انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، ژنوتیپ، سوخ، عملکرد.

مقدمه

پیاز (*Allium cepa* L.) گیاهی تک لپه‌ای از جنس آلیوم است. سابقه کشت این محصول به ۵۰۰۰ سال پیش و یا بیشتر برمی‌گردد. ارقام تجاری پیاز شامل ارقام آزادگرده افشان و ارقام هیبرید هستند. روش‌های اصلاحی مختلفی برای ایجاد ارقام آزادگرده افشان معرفی شده است. یکی از روش‌های مناسب، کم هزینه و آسان برای ایجاد جمعیت متنوع اولیه، روش پلی‌کراس است که منجر به تولید فامیل‌های نیمه‌خواهری می‌شود. با ارزیابی این افراد در طی چند نسل انتخاب توده‌ای و یا دوره‌ای، فراوانی ژن‌های مطلوب در راستای صفت خاص مورد نظر و یا مجموعه کلی صفات مهم افزایش می‌یابد تا در نهایت جمعیت اصلاح شده به‌عنوان رقم آزادگرده‌افشان معرفی شود (Kearsey and Pooni, 1996).

در ایران، پیاز با سطح زیر کشت ۵۱۴۹۹ هکتار یکی از محصولات پرمصرف سبزی‌ها بوده که در سبد خرید روزانه مردم قرار دارد. سطح زیر کشت این محصول در مناطق روزکوتاه جنوب کشور ۲۵۹۶۴ هکتار بوده که معادل بیش از ۵۰٪ از سطح زیر کشت این محصول در کل کشور می باشد، درقسمت اعظم این مناطق، ارقام روزکوتاه وارداتی کشت می‌شوند. این موضوع علاوه بر خروج مبالغ هنگفتی ارز از کشور به سبب افزایش نرخ ارز در سال‌های اخیر سبب افزایش هزینه‌های تولید نیز شده است. در راستای حل این مشکلات معرفی ارقام

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

روزکوتاه تولید داخل به‌شدت مورد نیاز می‌باشد. به همین دلیل این پژوهش به منظور ایجاد فامیل‌های نیمه‌خواهری از طریق آزادگرده افشانی بین نه رقم پیاز و سپس انتخاب بهترین فامیل های نیمه خواهری از نظر صفات کمی و کیفی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در اوایل آذرماه سال ۱۳۹۹، جهت تولید نشا، بذور نه ژنوتیپ انتخابی پیاز روزکوتاه (هشت هیبرید سحر، پالیز، صبا، ساوانا سوئیت،گلدن آی، داستر و ایمپراتریز و رقم آزادگرده افشان تگزاس ارلی‌گرانو) در سینی‌های نشاء مجزا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دستگرد واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان داخل گلخانه کشت شد. نشاءها در اوایل اسفندماه ۱۳۹۹ و در مرحله دو تا سه برگی به زمین اصلی منتقل شدند. در تیرماه ۱۴۰۰ سوخ‌های رسیده برداشت و در انبار نگهداری شدند. در مهرماه سال ۱۴۰۰ سوخ- های سالم و درشت در خزانه پلی‌کراس در مزرعه در قالب نقشه مربع لاتین ۳×۳ با ۲۵ تکرار (از هر ژنوتیپ یک سوخ در هر تکرار) با فواصل حدود ۵۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها داخل تکرار و فاصله ۸۰ سانتی‌متر بین تکرارها اجرا شد تا در طول زمستان ورنالیزاسیون برای رشد زایشی فراهم گردد. در اردیبهشت‌ماه همزمان با باز شدن گلچه‌ها برای انتقال گرده گل‌ها بین بوته‌ها از مگس خانگی استفاده شد. در زمان بازشدن حدود ۲۰ درصد کپسول‌ها، در فاصله زمانی ۴ تا ۲۵ تیرماه ۱۴۰۱، برداشت بذور از هر ژنوتیپ در هر تکرار جداگانه به‌صورت دستی انجام شد. در پایان، بذور پلی‌کراس حاصل از هر ژنوتیپ با مخلوط مقدار مساوی از بذرهای تکرارهای مختلف که خانواده‌های نیمه‌خواهری را تشکیل می‌دادند، جمع آوری شدند. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی فامیل‌های نیمه‌خواهری به همراه والدین این نتاج در مهرماه ۱۴۰۱ به مدت یک سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار انجام گرفت. برای انجام این پژوهش بذور در اواسط مهر ماه در خزانه کشت و نشاءها در مرحله دو تا سه برگی، و در اوایل دی ماه، به زمین اصلی منتقل شدند. سوخ‌ها در زمان رسیدن فیزیولوژیک که در ۵۰ تا ۸۰ درصد بوته‌ها، گردن (ساقه دروغی) نرم و در نتیجه پهنک‌ها افتاده و ریزش و مرگ آن‌ها آغاز شده بود (دارابی، ۱۳۹۴) در اوایل خرداد ماه، برداشت شدند. پس از برداشت به‌منظور التیام دهی، سوخ‌ها به‌مدت دو هفته در مزرعه و در سایه قرار گرفته و سپس برای مقایسه قابلیت انبارمانی به انبار کنترل نشده منتقل شدند. در پایان ضایعات کل انبارمانی شامل درصد کاهش فیزیولوژیک وزن سوخ، درصد سوخ‌های لهیده و آلوده به کپک خاکستری محاسبه گردید. در انتها با نرم افزار SPSS بر روی نتایج حاصله تجزیه واریانس انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ژنوتیپ بر تمام صفات مورد ارزیابی (تعداد و ارتفاع برگ، عملکرد سوخ، وزن وقطر متوسط سوخ، قطر گردن، درصد ماده خشک سوخ ، کل مواد جامد محلول و درصد کل ضایعات سوخ) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. عملکرد پیاز بستگی به شاخص سطح برگ دارد. با افزایش شاخص سطح برگ، جذب نور افزایش یافته، کربوهیدرات بیشتری تولید و ساکارز زیادتری توسط سوخ جذب خواهد شد. شاخص سطح برگ در پیاز بستگی به ارتفاع و تعداد برگ دارد. حداکثرتعداد و ارتفاع برگ به رقم پالیز مربوط بود ولی کاهش این صفات در ارقام سحر، تگزاس‌ارلی‌گرانو و فامیل نیمه خواهری تگزاس‌ارلی‌گرانو در مقایسه با رقم مزبور معنی‌دار نبود. عملکرد سوخ در واحد سطح به عنوان شاخص مهم اقتصادی و در واقع هدف اصلی تولید پیاز می‌باشد. رقم پالیز حداکثر عملکرد سوخ را تولید نمود. از لحاظ این صفت برتری این رقم فقط بر رقم داستر و فامیل‌های نیمه خواهری سحر، داستر و ساوانا سویت معنی‌دار بود (جدول۱).

از نظر تئوریک، عملکرد پیاز از حاصل ضرب تراکم در وزن متوسط سوخ به دست می‌آید و در صورت ثابت بودن تراکم در اثر عملیات داشت، عملکرد پیاز تحت تأثیر وزن متوسط سوخ قرار می‌گیرد. چنین رابطه‌ای دراین پژوهش نیز مشاهده گردید، به‌طوری که وزن متوسط سوخ، در ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالاتری بودند (ارقام پالیز و سحر) نیز بیشتر بود. در پیاز عملکرد بالا به تنهایی تضمین کننده موفقیت در تولید نبوده بلکه بایستی سایر خصوصیات سوخ از جمله قطر سوخ و قطر گردن و شکل سوخ نیز مطابق با سلیقه مصرف کننده باشد. مشابه با وزن سوخ ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا (پالیز و سحر، قطر) متوسط سوخ بیشتری را نیز به خود اختصاص دادند. در برنامه‌های به‌نژادی پیاز، کوچک بودن قطر گردن از اهداف مهم اصلاحی محسوب می‌شود و معمولا مصرف کنندگان پیازهایی با گردن بسته را ترجیح می‌دهند. بسته بودن قطر گردن باعث جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به درون سوخ و در نتیجه افزایش خاصیت انبارمانی آن خواهد

شد. کمترین قطر گردن به رقم تگزاس‌ارلی‌گرانو مربوط بود. افزایش قطر گردن در ارقام سحر، صبا و فامیل‌های نیمه خواهری تگزاس‌ارلی‌گرانو و ساوانا سویت سحر در مقایسه با رقم تگزاس‌ارلی‌گرانو معنی‌دار نشد (جدول ۱). درصد ماده خشک سوخ از عوامل مهم کیفیت پیاز بوده و نقش بسزایی در تولید فرآورده‌ها و خاصیت انبارمانی این محصول دارد. بیشترین درصد ماده خشک به رقم تگزاس‌ارلی‌گرانو تعلق داشت کاهش درصد ماده خشک سوخ در ارقام سحر و صبا و فامیل نیمه خواهری تگزاس‌ارلی‌گرانو و ساواناسویت نسبت به رقم مزبور معنی‌دار نشد (جدول ۱). در این آزمایش روند تغییرات کل مواد جامد محلول سوخ مشابه با روند تغییرات درصد ماده خشک سوخ بود و رقم تگزاس‌ارلی‌گرانو و فامل نیمه‌خواهری نگزاس‌ارلی گرانو بیشترین کل مواد جامد محلول سوخ را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). خاصیت انبارمانی پیاز به عوامل متعددی از جمله ساختمان و شرایط انبار (دما، رطوبت و تهویه)، رقم، شرایط اقلیمی در هنگام رشد و نمو و تیمارهای قبل و بعد ازبرداشت بستگی دارد (Petropoulos et al., 2017) کمترین ضایعات انبارمانی به رقم سحر تعلق داشت. افزایش این صفت در ارقام ساوانا سویت، گلدن‌آی و داستر و فامیل‌های نیمه‌خواهری گلدن‌آی در مقایسه با رقم سحر معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج این پژوهش فامیل‌های نیمه خواهری تگزاس‌ارلی‌گرانو، صبا، پریماورا، ایمپراتریز و داستر که اختلاف عملکرد آنها با والدین پرمحصول خودشان معنی‌دار نبود و از نظر صفات کیفی و خاصیت انبارمانی وضعیت قابل قبولی داشتند انتخاب شدند.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های عملکرد، درصد ماده خشک و کل مواد جامد محلول سوخ و درصد ضایعات انبارمانی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه.

ژنوتیپ	عملکرد سوخ (تن در هکتار)	درصد ماده خشک سوخ	کل مواد جامد محلول (درجه بریکس)	درصد ضایعات انبارمانی
سحر	۷۰/۰۵ ab	۷/۷۷ab	۸/۱۰abcd	۹/۷۴d
پالیز	۷۹/۳۱a	۶/۷۵cd	۷/۲۳de	۱۴/۳۷cd
صبا	۶۹/۲۷ ab	۷/۹۷abc	۸/۳۰ab	۱۱/۹۱cd
ساوانا سوئیت	۷۱/۸۳ab	۶/۵۶d	۷/۱۰de	۳۵/۳۱a
گلدن‌ای	۶۶/۴۲ ab	۶/۷۰cd	۷/۷۷bcde	۲۳/۶۰b
داستر	۵۵/۱۹b	۶/۴۶d	۶/۹۳e	۲۷/۲۹b
ایمپراتریز	۶۳ab	۶/۹۱cd	۸/۶۰ab	۱۶/۲۳cd
پریماورا	۶۳/۱۹ab	۶/۶۸cd	۷/۴۳cde	۱۲/۵۹cd
تگزاس ارلی گرانو	۶۳/۸۳ab	۸/۷۳a	۸/۸۷a	۱۰/۷۷cd
نیمه خواهری سحر	۵۶/۱۶b	۶/۸۳cd	۷/۶۰bcde	۱۴/۷۴cd
نیمه خواهری پالیز	۵۷/۵۸b	۶/۸۶cd	۷/۷۰bcde	۱۱/۸۲cd
نیمه خواهری صبا	۶۶/۴۶ab	۷/۳۱bcd	۷/۶۷bcde	۱۵/۴۱cd
نیمه خواهری ساواناسویت	۵۹/۲۲b	۸/۵۴ab	۷/۹۳abcde	۱۴/۰۲cd
نیمه خواهری گلدن‌آی	۶۰/۴۴ab	۶/۷۷cd	۷/۴۰cde	۱۶/۹۹c
نیمه خواهری داستر	۶۵/۱۸ab	۷/۴۷bcd	۷/۷۳bcde	۱۱/۷۰cd
نیمه خواهری ایمپراتریز	۶۱/۳۰ab	۶/۷۹cd	۷/۰۳bcde	۱۶/۹۹c
نیمه خواهری پریماورا	۶۱/۲۹ab	۷/۱۹cd	۷/۳۳bcde	۱۲/۵۵cd
نیمه خواهری تگزاس ارلی گرانو	۶۸/۲۹ab	۷/۵۳abcd	۸/۵۷a	۱۳/۸۷cd

میانگین های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از لحاظ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

منابع

آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۳. جلد اول–محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ص. ۶۲.

دارابی، ع. ۱۳۹۴. فیزیولوژی و تولید پیاز. نشر آموزش کشاورزی، ۲۷۶ ص.

Brewster, J.L. 2008. Onions and other vegetable alliums. CABI, UK.

Petropoulos, S.A., Ntatsi, G. and Ferreira, I.C.F.R. 2017. Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. Food Reviews International, 33(1): 62–83.

Kearsey, M.J. and Pooni, H.S. 1996. The genetical analysis of quantitative traits. Chapman & Hall, London.

Shah Murad, S., Khalid Niaz, K., Ali, A. and Aslam, A. 2018. Ginger and onion: New and novel considerations. Pharmacy & Pharmacology International Journal, 6: 49–52.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Short Day Onions Half-Sib Families for Quantitative and Qualitative Characteristics

Abdulsattar Darabi[1*] and Zahra Abasi[2]
1. Crop and Horticultural Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran
2. Crop and Horticultural Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Researchand Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
Corresponding Author: darabi6872@yahoo.com

Abstract

This project was carried out to producing and evaluating half-sib families of short-day onion in terms of improving quantitative and qualitative traits and ultimately selecting superior families. During the two crop years of 2020-2022, a polycross genetic design was conducted among 9 short-day onion genotypes (Sahar, Paliz, Saba, Savanasweet, Goldeneye, Duster, Impriaterize, Primavera and Texas Early Grano) in Isfahan location and half-sib families were prepared. The evaluation of the progeny along with their parents was carried out in randomized complete block design (RCBD) with 18 treatments and three replications in Behbahan Agriculture Research Station in crop year of 2022-2023. Seeds were sown in nursery in early October and seedling transplanted at 2-3leaf stage in late December. Bulbs were harvested when 50-80% of foliage had dried and fallen in mid May. After harvesting the storability of studied genotypes were evaluated in uncontrolled storage during three months. The results of analysis variance showed the effect of genotype on leaf number and height, yield, mean bulb weight and diameter, mean neck diameter, bulb dry matter percentage, bulb total soluble solid and bulb storability were significant at 1% probability level. Paliz cultivar produced the highest yield. The increase yield of this cultivar was significant as compared with Duster cultivar and Sahar, Daster and Savanasweet half-sib families. The least storage losses belong to Sahar cultivar. Increase the storage losses in Savanasweet, Goldeneye and Duster cultivars and Goldeneye half- sib family was not significant in comparison to Sahar cultivar. According to results, Texas Early Grano, Saba, Primavera and Duster half-sib families were selected.

Key words: Bulb, Genotype, Storability, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر کارایی عصاره تام برخی گیاهان دارویی به عنوان الیسیتور زیستی در کشت درون‌شیشه‌ای

نسترن کاظمی[۱]، عبدالله حاتم‌زاده[۱] و امید سهرابی[۲*]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- گروه علوم ومهندسی باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *o.sohrabi@razi.ac.ir*

چکیده

این مقاله مروری به بررسی اثر برخی عصاره گیاهان دارویی با هدف جایگزینی مناسب برای تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی سنتزی در کشت بافت پرداخته است. هدف اصلی این مطالعه، بهینه‌سازی تولیدات متابولیکی، تحریک کالوس‌زایی و بیوسنتز متابولیت‌های گیاهی بر اثر ترکیب عصاره برخی گیاهان دارویی در درون محیط کشت بافت در شرایط کنترل‌شده، است. در بررسی مطالعات انجام شده، رابطه دوز-پاسخ (Hormesis) در این عصاره‌ها مشخص گردید. نکته بسیار مهم اثر برخی عصاره های گیاهی بر میزان تجمع متابولیت های دارویی در گیاه استویا بود. در قلمه های استویا کشت شده در محیط کشت حاوی عصاره گل قاصدک، به عنوان یک الیسیتور قدرتمند، میزان گلیکوزیدهای استویوزاید و ریبودیوزاید A افزایش یافت (>۱۰۰٪). دلایل متعددی در این اثرگذاری دخیل هستند، با این وجود به نظر می رسد که وجود ترکیبات زیست‌فعال از قبیل ترکیبات فنولیک، به ویژه فلاونوئیدها نقش کلیدی در این نوع اثرگذاری دارند. این رویکرد می‌تواند مسیری نو در تولید پایدار گیاهان دارویی و کاهش هزینه‌های کشت بافت ایجاد نماید، البته درک صحیح مکانیزم اثر گذاری عصاره های گیاهی در مقایسه با تنظیم کننده های شیمیایی بر باززایی بافت برخی از گیاهان نیازمند بررسی بیشتر است.

کلمات کلیدی: استویوزاید،کالوس زایی، گیاه برای گیاه، مهندسی متابولیت.

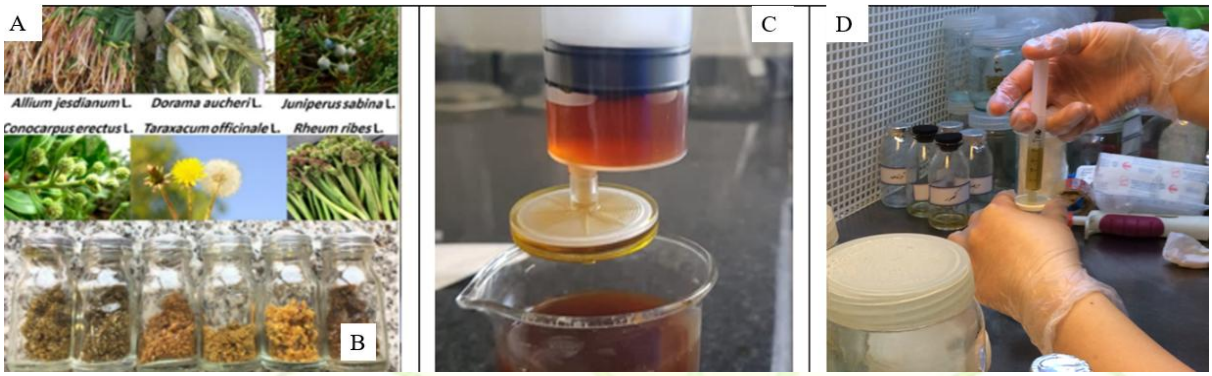
مقدمه

جهان زیستی پیوسته در حال تغییر، نیازمند درک عمیق از فرآیندهای حیاتی موجودات زنده است. فیزیولوژی گیاهی شاخه‌ای بنیادین است که به بررسی فرآیندها، مکانیسم‌ها و عملکردهای درونی گیاه، از جذب مواد مغذی و فتوسنتز گرفته تا تنظیم پیچیده رشد توسط تنظیم کننده های گیاهی و تولید ترکیبات ثانویه، می‌پردازد. گیاهان از طریق فرآیندهای شیمیایی پیچیده‌ای با محیط پیرامون و سایر موجودات تعامل دارند که مهم‌ترین آن آللوپاتی (Allelopathy) است (قاسم نژاد و همکاران،۱۴۰۰) که این پدیده که دارای اهمیت ویژه ای هست، می‌تواند بازدارنده (Ghezel et al., 2022) یا محرک رشد باشد (Sohrabi et al., 2024) و پتانسیل استفاده از عصاره‌های گیاهی را به‌عنوان زیست‌محرک در کشاورزی نوین مطرح می‌سازد (سهرابی و همکاران، ۱۴۰۰؛ قاسم نژاد و همکاران، ۱۴۰۰). گیاهان دارویی منبعی تجدیدناپذیر از ترکیبات زیست‌فعال، شامل فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ترپنوئیدها هستند که پایه و اساس طب سنتی و مدرن را تشکیل می‌دهند. استفاده از منابع طبیعی که هر روز درحال گسترش است، سبب شده که مطالعه و استفاده از گیاهان دارویی بیش از هر زمان دیگری حیاتی باشد (قاسم نژاد و همکاران، ۱۳۹۸). بر همین اساس، تکنیک کشت بافت گیاهی (Plant Tissue Culture) به‌عنوان یک راهکار مؤثر و ضروری مطرح می‌شود. این رویکرد، تلفیقی نوآورانه از فیزیولوژی، بیوشیمی و بیوتکنولوژی برای تضمین تأمین پایدار سلامت و کشاورزی در آینده است. بر همین اساس، در این بررسی ها، اثر عصاره گیاهان ارس (*Juniperus sabina*)، بن سرخ (*Allium jesdianum*)، کهور آمریکایی (*Conocarpus erectus*)، گل قاصدک (*Taraxacum officinale*)، کندل کوهی (*Dorema aucheri*)، ریواس (*Rheum ribes*) وترکیبات خام آنها بر رشد کالوس و گیاهچه، فیتوشیمی و مورفولوژی چند گیاه از جمله گوجه فرنگی، زاموفیلیا و استویا، مورد بررسی قرار گرفته است تا شروع کننده راهی جدید برای کاربرد گیاهان دارویی و کاهش استفاده از مواد شیمیایی در کشت بافت باشد.

مواد و روش‌ها

مواد روش در این مقاله، شامل تحقیقات انجام شده توسط نویسندگان در قالب مقالات نشریه ای، کتاب و مقالات همایشی و تحقیقات در دست انجام، بود که به تجمیع و تحلیل داده‌های حاصل از پروژه‌های مشترک نویسندگان نیز پرداخته است.

شناسایی گیاهان و تهیه پودر گیاهی: محققان در ابتدا، بر اساس بررسی های فیتوشیمیایی و تاثیرات آنها بر تقسیم سلولی و میتوز با کلید واژه تقسیم سلولی، گیاهان را مورد بررسی مروری قرار دادند. بعد از انتخاب، گیاهان جمع آوری و سایه خشک شدند و بر اساس پروتکل موجود عصاره گیری و پودر خشک تهیه گردید. پروتکل‌های استخراج عصاره با استفاده از امواج فراصوت (Ultrasonic-assisted extraction) و فیلتراسیون سرد جهت حفظ ترکیبات حساس به حرارت انجام گرفت (سهرابی و همکاران، ۱۴۰۰) (شکل ۱).



شکل ۱- (A): تصویر و نام علمی گیاهان مورد مطالعه جهت عصاره گیری (B): تغلیظ عصاره توسط دستگاه تبخیر کننده دوار (C): پودر خشک عصاره گیاهان دارویی پس از فریز درایر (D): عبور دادن عصاره از فیلتر جهت آلودگی زدایی (سهرابی و همکاران، ۱۴۰۰).

تاثیر عصاره گیاهان دارویی برکشت بافت بذر و ریز نمونه ساقه گیاه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) (Sohrabi et al., 2025):

در این تحقیق، از عصاره گیاهان تهیه شده در شکل ۱، در غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در محیط کشت موراشیک و اسکوک مخلوط گردید و بذور و ریزنمونه های استریل ساقه گوجه فرنگی، در محیط قرار داده شدند (Sohrabi et al., 2025). بعد از رشد و جوانه زنی بذور گوجه فرنگی، از همان نمونه های استریل جهت تهیه ریز نمونه برای بررسی واکنش کالوس زایی استفاده گردید. در این مطالعه صفاتی از جمله طول ساقه، وزن تر گیاهچه، وزن کالوس و شاخص رشدی کالوس مورد بررسی قرار گرفت.

تاثیر عصاره گیاهان دارویی برکشت بافت گیاه زاموفیلیا (*Zamioculcas zamiifolia*) (Taghi-doust et al., 2022):

در این مقاله، قلمه های برگ گیاه زاموفیلیا مشکی، در محیط کشت موراشیک و اسکوک حاوی عصاره گیاهان دارویی بن سرخ، گل قاصدک و کندل در غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سه تکرار و هر تکرار سه ریز نمونه، پس از آلودگی زدایی کشت گردید (Taghi-doust et al., 2022). در این مطالعه صفاتی از جمله وزن، حجم، درصد و سختی کالوس مورد بررسی قرار گرفت.

تاثیر عصاره گیاهان دارویی بر تغییرات تعداد برگ و متابولیت های شاخص گیاه استویا (*Stevia rebaudiana*):

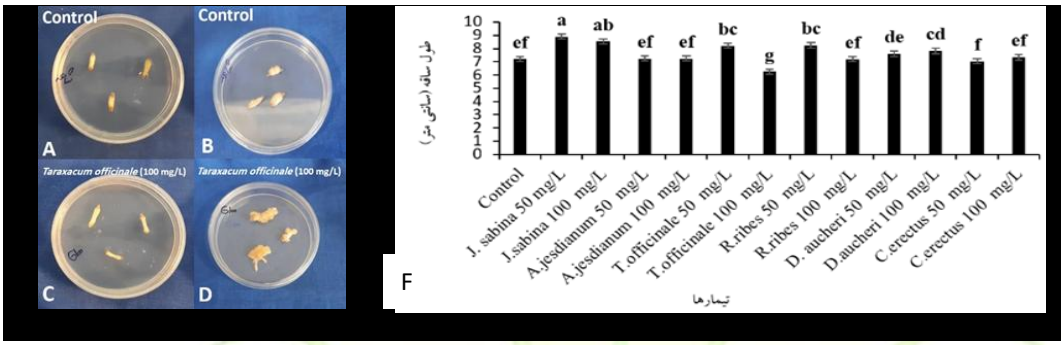
در جدیدترین تحقیق انجام شده توسط نویسندگان، اثر اختلات عصاره دو گیاه دارویی بن سرخ و گل قاصدک با غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در مقایسه با تنظیم کننده های رشدی BAP و NAA (محیط موراشیک و اسکوک با غلظت ۱ میلی گرم بر لیتر هورمون BAP و NAA، محیط موراشیک و اسکوک با غلظت ۱ میلی گرم بر لیتر IAA و ۲ میلی گرم BAP و ۲ میلی گرم IAA و ۱ میلی گرم BAP) بر تعداد برگ و گلیکوزیدهای شاخص گیاه استویا بررسی گردید. در این مطالعه، در تیمار شاهد هیچگونه تنظیم کننده

رشدی، اضافه نگردید و تنها محیط کشت موراشیک و اسکوک تهیه گردید. تیمارها شامل نمونه شاهد، عصاره گل قاصدک، بن سرخ و سه غلظت مختلف از تنظیم کننده رشدی (BAP و NAA) به صورت جداگانه، بود که بهترین نمونه ها توسط دستگاه HPLC مورد ارزیابی ترکیبات دارویی، قرار گرفت.

نتایج و بحث

اختلات عصاره گیاهی در محیط کشت بافت گیاهچه های بذری گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*):

نتایج نشان داد که اثر عصاره های گیاهی بر صفات طول ساقه، وزن تر گیاهچه، وزن کالوس و شاخص رشدی کالوس در سطح یک درصد معنادار بود (Sohrabi et al., 2025) (شکل ۲).



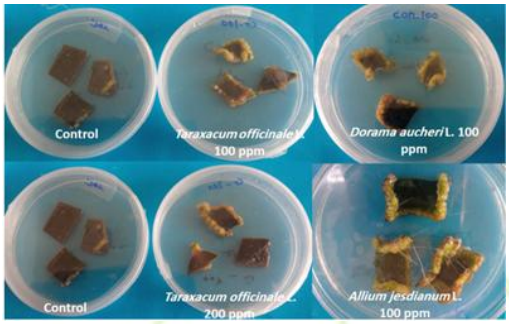
شکل ۲- (A و B): میزان کالوس زایی ریزنمونه ساقه گوجه فرنگی در تیمار شاهد بعد یک ماه، (C و D): میزان رشد ریزنمونه ساقه گوجه فرنگی تحت تیمار عصاره گل قاصدک بعد از یک ماه (F): تاثیر عصاره برخی گیاهان دارویی بر رشد طولی ساقه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) (Sohrabi et al., 2025).

بیشترین طول ساقه در تیمار عصاره گیاه ارس در غلظت ۵۰ و کمترین مقدار در تیمار گل قاصدک با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بدست آمد حتی کمتر از شاهد. نکته برجسته در شکل ۱، اثر تحریک کنندگی رشد همین عصاره در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر می باشد. بر اساس نتایج مشاهده گردید که عصاره ها اثر مورفولوژیک متفاوتی باهم دارند که حتی در یک عصاره خاص، دو غلظت متفاوت می تواند اثر متفاوتی ایجاد نماید (Sohrabi et al., 2025). تمام عصاره های گیاهی با نمونه شاهد اختلاف معناداری داشتند به گونه ای کمترین شاخص رشد کالوس، مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۲ A و B). نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده وجود یک رابطه دوز-پاسخ (Dose-Response) و تفاوت در پتانسیل آللوپاتیک عصاره‌های گیاهی مختلف بر رشد طول ساقه است که می توان به دو بخش تقسیم گردد. اثر محرک (Stimulatory Effect) عصاره گیاه ارس (به‌ویژه در غلظت ۵۰) و ریواس دارای ترکیبات تقویت‌کننده رشد هستند. این عصاره‌ها احتمالاً با افزایش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در دیواره سلولی، باعث تسهیل طویل شدن ساقه شده‌اند. در مقابل اثر بازدارنده (Inhibitory Effect) گیاه گل قاصدک در غلظت بالا (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) به‌عنوان یک بازدارنده عمل کرده است. این کاهش رشد نشان‌دهنده وجود مواد سمی یا بازدارنده (مانند ترکیبات فنولی) در این عصاره است که در غلظت‌های بالا مانع از تقسیم سلولی می‌شوند.

اختلات عصاره گیاهی در محیط کشت بافت قلمه های برگی گیاه زاموفیلیا مشکی (*Zamioculcas zamiifolia*)

نتایج تاثیر اختلات عصاره گیاهان دارویی با محیط کشت موراشیک و اسکوک بر کالوس زایی گیاه زاموفیلیا مشکی، در صفاتی از جمله وزن، حجم، درصد و سختی کالوس، نشان دهنده اثر معنادار در سطح ۱ درصد بود (Taghi-doust et al., 2022) (شکل ۳). نتایج این تحقیق نشان داد که در برخی عصاره ها با افزایش غلظت، شاخص های مختلف کالوس زایی افزایش پیدا نموده و در برخی دیگر، روند کاهشی بوده است. البته در مقایسه با شاهد، تمام تیمارها اثر افزایشی از خود نشان داده اند. عصاره بن‌سرخ با غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر، موفق‌ترین تیمار در تمامی شاخص‌ها بوده است. این عصاره بالاترین میزان وزن کالوس (۲.۴۶ گرم)، حجم (۲ سی سی) و ضخامت (۲.۷۷ میلی متر) را ایجاد کرده است. برخلاف برخی آزمایش‌های رشد طولی، در کالوس‌زایی زاموفیلیا، افزایش غلظت عصاره بن‌سرخ از ۱۰۰ به

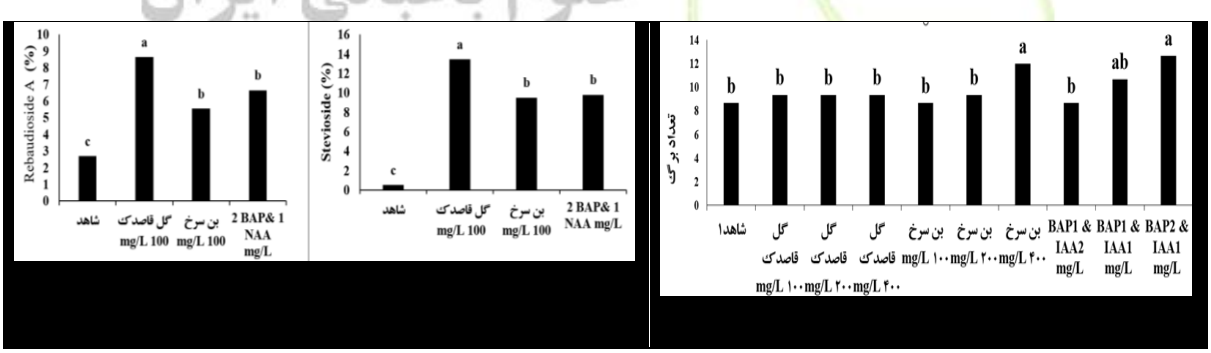
۲۰۰ منجر به بهبود دو برابری وزن و ضخامت کالوس شده است. این نشان می‌دهد که بافت‌های زاموفیلیا برای غلبه بر سختی کالوس‌زایی به دوزهای بالاتری از محرک‌های طبیعی نیاز دارند. بر اساس مطالعات و بررسی منابع، دلیل اصلی موفقیت عصاره بن‌سرخ در این گیاه، احتمالا وجود ترکیبات سولفوره و آنتی‌اکسیدان‌های قوی در خانواده سیر و پیاز است. این مواد با کاهش تنش اکسیداتیو در محل برش ریزنمونه و تنظیم بیان ژن‌های مربوط به کالوس‌زایی، مسیر تمایززدایی سلولی را در این گیاه سخت‌زا تسهیل می‌کنند که نیازمند مطالعات سلولی- مولکولی بیشتری می باشد.



شکل ۳- تاثیر عصاره برخی گیاهان دارویی بر کالوس زایی گیاه زاموفیلیا (*Zamioculcas zamiifolia*) بعد یک ماه (Taghi-doust et al., 2022).

اختلات عصاره گیاهی در محیط کشت بافت قلمه های استویا (*Stevia rebaudiana*):

نتایج مطالعه اثر عصاره ی گیاهان دارویی بن سرخ و گل قاصدک بر تغییرات تعداد برگ و متابولیت های دارویی گیاه استویا، به ترتیب بیانگر اختلاف معنادار در سطح پنج و یک درصد بود. در میان تیمارهای گیاهی، عصاره بن‌سرخ با غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر با میانگین ۱۲ عدد برگ، بیشترین تأثیر مثبت را داشته است. در این عصاره در پاسخ به غلظت (Dose-Response) ، با افزایش غلظت از ۱۰۰ به ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر ، تعداد برگ‌ها روند صعودی از ۸.۶۶ به ۱۲ را طی کرده است. این امر بیانگر وجود ترکیبات محرک تقسیم سلولی در این عصاره است که در دوزهای بالاتر فعال‌تر می‌شوند. در مقابل، رفتار خنثی در عصاره گل قاصدک در تمامی سطوح غلظتی۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر واکنشی یکنواخت داشته و تعداد برگ‌ها را در مقدار ثابت ۹.۳۳ حفظ کرده است. این عصاره علیرغم بهبود اندک نسبت به شاهد، پتانسیل جهشی در افزایش تعداد برگ نشان نداده است. نکته حائز اهمیت این است که عصاره بن‌سرخ ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر توانسته است عملکردی معادل و هم‌تراز با تیمار تنظیم کننده رشدی ترکیبی 2BAP & 1IAA (۱۲/۶۶برگ) ایفا کند که می توان بیان نمود عصاره گیاه بن‌سرخ در غلظت‌های بالا می‌تواند به عنوان یک محرک زیستی (Biostimulant) کارآمد، جایگزین ترکیبات شیمیایی جهت افزایش عملکرد رویشی و تعداد برگ در گیاه استویا شود (شکل ۴).



شکل ۴- تاثیر اختلات عصاره برخی گیاهان دارویی با محیط کشت موراشیک و اسکوک بر تعداد برگ، استویوزاید و ریبادیوزاید A در گیاه استویا (*Stevia rebaudiana*).

بر همین اساس، بررسی نتایج این آزمایش با دستگاه HPLC-Agilent 1100، ستون Nucleosil-100-NH2 شرکت Knauer (طول ستون 150 mm و قطر ستون 4.6 mm)، طول موج ۲۱۰ نانومتر، دمای ستون ۲۵ درجه سانتی گراد، حجم تزریق۲۰ ماکرولیتر و حلال آب/استونیتریل (B) نشان داد که عصاره های گیاهی حتی بدون حضور تنظیم کننده های رشد توانستند میزان دو متابولیت مهم گیاه استویا را به طور چشمگیری افزایش دهند (شکل ۴). همانگونه مشخص است در شکل ۳، تیمار عصاره گل قاصدک در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر، توانست دو گلیکوزید دارویی و مهم استویوزاید و ریبادیوزاید A را بیش از ۱۰۰ درصد افزایش دهند. عصاره‌های گیاهی (مانند گل قاصدک و بن‌سرخ) حاوی ترکیبات فعالی مثل فلاونوئیدها، اسیدهای آلی و پلی‌ساکاریدها هستند که برای گیاه استویا به عنوان سیگنال‌های تنشی ملایم یا الیسیتور عمل می‌کنند. این سیگنال‌ها باعث فعال شدن مسیرهای بیوسنتزی مانند مسیر (MEP) می‌شوند که مسئول تولید ریبودیوزاید A و استویوزاید هستند. همچنین برتری عصاره گل قاصدک ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر نسبت به تنظیم کننده رشدی شیمیایی به این دلیل است که این عصاره‌ها مجموعه‌ای از محرک‌ها را به طور همزمان وارد چرخه متابولیکی گیاه می‌کنند. در خصوص ارتباط عصاره ها با تنظیم کننده های رشدی داخلی (Endogenous Plant Growth Regulators)، عصاره‌هایی که باعث افزایش تعداد برگ و طول ساقه شده‌اند، مانند بن‌سرخ و ارس، حاوی ترکیبات اکسینی، شبه‌اکسینی یا پیش‌سازهای تنظیم کننده های دیگر، ترکیبات فنلی و پتانسیل آنتی اکسیدانی بالایی، هستند (Sohrabi et al., 2025)که این مواد با اثر بر مریستم‌های انتهایی، سرعت تقسیم سلولی را افزایش داده و منجر به تولید برگ‌های بیشتر می‌شوند. همچنین در خصوص طویل شدن سلول، در مورد افزایش طول ساقه، این مواد با سست کردن دیواره سلولی(Acid Growth Hypothesis)، اجازه می‌دهند فشار تورژس باعث کشیدگی سلول‌ها شود. همچنین، پدیده هورمسیس(Hormesis) و اثر دوز بیان می نماید که غلظت‌های پایین معمولاً بهتر از غلظت‌های بسیار بالا عمل می‌کنند. این یافته ها روشن می نماید که نیاز به مطالعات بیشتری در این مسیر وجود دارد. بر همین اساس، پدیده هورمسیس و اهمیت تعیین غلظت بهینه برای هر گیاهی در مطالعات دیگرو جایگزینی با مواد سنتزی، ضروری به نظر می رسد. از طرفی، پتانسیل بالای عصاره‌های گیاهان ذکر شده در این مطالعه در مهندسی متابولیت، می تواند کمکی به صنعت داروسازی در افزایش تولید مواد دارویی گیاهی باشد و در پایان، بهبود باززایی در گیاهان سخت تکثیر و کندرشد به کمک عصاره بن سرخ و گل قاصدک، می تواند تکثیر این گیاهان را آسان تر بنماید.

منابع

سهرابی، ا.، حاتم‌زاده، ع.، قاسم‌نژاد، ع.، سمیع‌زاده لاهیجی، ح. و عرفانی‌مقدم، و. ۱۴۰۰. مطالعه اثر برخی عصاره‌های گیاهی بر تغییرات رشدی گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) در شرایط درون و برون‌شیشه‌ای. دو فصلنامه علوم سبزی‌ها، ۵(۱۰): ۱۸۱–۱۹۷.

قاسم‌نژاد، ع.، سهرابی، ا. و محمدیان، م. ۱۴۰۰. آللوپاتی، پتانسیلی برای کشاورزی سبز. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۰۸ ص.

قاسم‌نژاد، ع.، سهرابی، ا.، ورزندی، ا.ر. و شمالی، آ. ۱۳۹۸. زیست‌فناوری و تولید ترکیبات ضد سرطان. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۴۱ ص.

Ghezel, M.A., Ghasemnezhad, A., Hemmati, K. and Sohrabi, O. 2022. Effect of foliar application of plant extracts on the growth behavior and quality of evening primrose (*Oenothera biennis* L.). International Journal of Horticultural Science and Technology, 9(4): 393–404.

Sohrabi, O., Hatamzadeh, A., Ghasemnezhad, A., Samizadeh, H. and Erfani-Moghadam, V. 2025. A preliminary experimental protocol for enhanced tomato callus formation and growth via several medicinal plant extracts. International Journal of Horticultural Science and Technology, 12(1): 83–100.

Sohrabi, O., Hatamzadeh, A., Ghasemnezhad, A., Samizadeh, H. and Erfani-Moghadam, V. 2024. Exploring the effects of medicinal plant extracts on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) morphology, biochemistry, and

plant growth regulators under greenhouse conditions. International Journal of Horticultural Science and Technology, 11(3): 285–298.

Taghi-Doust, P., Amirzadeh, S. and Sohrabi, O. 2022. Evaluation of callus induction of Zamiifolia (*Zamioculcas zamiifolia*), as an ornamental plant under the influence of methanolic extracts of various medicinal plants. 5th National and International Congress on Flower and Ornamental. 13–15 September 2022, Shiraz, Iran.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A review on the efficacy of total extracts of some medicinal plants as biotic elicitors in in-vitro

Nastaran Kazemi[1], Abdollah Hatamzadeh[1] and Omid Sohrabi[2*]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
Corresponding Author: o.sohrabi@razi.ac.ir

Abstract

This review article investigates the effect of some medicinal plant extracts as viable alternatives to synthetic plant growth regulators (PGRs) in tissue culture. The primary objective of this research is to optimize metabolic production, stimulate callogenesis, and enhance the biosynthesis of plant metabolites under controlled conditions. Analysis of existing studies indicates the presence of a dose-response relationship (hormesis) within these extracts. The very important point of this study was the significant effect of plant extracts on the accumulation of secondary metabolites in stevia plant. Specifically, it was observed that Stevia cuttings, cultured in a medium enriched with dandelion (Taraxacum officinale) extract, (acting as a potent biotic elicitor) exhibited increased concentrations of stevioside and rebaudioside A glycosides (>100%). While multiple factors contribute to this efficacy, the presence of bioactive compounds, particularly phenolics and flavonoids, appears to play a key role in these physiological responses. This approach paves the way for the sustainable production of medicinal plants and the reduction of tissue culture costs; however, a comprehensive understanding of the underlying mechanisms by which these extracts influence tissue regeneration necessitates further investigation.

Keywords: Callogenesis, Metabolic engineering, Plant-for-plant, Stevioside.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پا کوتاه‌کنندگی و زودباردهی در تعدادی از رقم پایه‌های هیبرید امیدبخش سیب

داریوش آتشکار[1*]
۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *datashkar2002@yahoo.com*

چکیده

در این تحقیق قدرت پاکوتاه کنندگی تعداد ۲۷ پایه امید بخش حاصل از پروژه اصلاح پایه‌های رویشی سیب در ایران به همراه پایه پاکوتاه M9 (شاهد پاکوتاه) و MM111 (شاهد پابلند) در قالب طرح آماری لاتیس با ۲ درخت در هر کرت آزمایشی با فاصله استاندارد۴×۲/۵ متر در ایستگاه کمالشهر کرج بررسی شد. صفات رویشی و زایشی درختان شامل سازگاری محل پیوند، ارتفاع و قطردرخت (۱۰سانتیمتر بالاتر از محل پیوند)، سایه‌انداز، رشد رویشی سالیانه درختان ، استقراردرختان، میزان کلروفیل برگ (SPAD) و سن شروع باردهی، یادداشت برداری شد. در پایان تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم فزار آماری SPSS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت. نتایج به دست آمده در سال اول پس از کاشت نشان داد، کم‌ترین ارتفاع درختان به ژنوتیپ پایه‌های تحت کد85AZ×M92، 85Azop1، 85Azop2، به ترتیب با ارتفاع ۱۳۶/۲۵، ۱۵۵، ۱۵۵/۷۵ سانتی‌متر، نسبت به پایه رویشی پاکوتاهM9 با ارتفاع ۱۶۱/۲۵ پاکوتاهتر بودند.کم‌ترین رشد شاخه سال جاری مربوط به درختان روی پایه رویشی M9 و ژنوتیپ پایه 85Azop2 به ترتیب با طول ۳۴ و ۳۴/۹۴ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ پایه‌های 86Azop1، 86Azop5، 87M9op3 ، 87AZ×B92 ، 87AZ×M272، 87AZ×B91 و 85AZ×M27 باعث القاء باردهی درختان در سال اول گردید.

واژه‌های کلیدی: سیب، پایه، پاکوتاه، رویشی، زایشی، ژنوتیپ.

مقدمه

وبستر و هولاندز (Webater and Hollands 1999) اثرات ۱۱ نوع پایه رویشی سیب با منشا ژنتیک متفاوت بر میزان رشد رویشی و کاهش ارتفاع و ابعاد درختان سیب و خصوصیات کمی، کیفی محصول رقم کوکس اورنج پیپین (Cox's Orange Pippin) در جنوب شرقی انگلستان مورد ارزیابی قرار دادند. آنان گزارش دادند دو پایه B.146 ,P22 درختانی خیلی‌پاکوتاه با محصول زیاد و میوه‌هایی با اندازه کوچک نسبت به پایه M27 و EMLA تولید کردند. درختان بر پایه P2 قدرت رشد متوسط بین پایه M9, M27 داشتند ولی محصول آن‌ها مناسب و زودرس بود. همچنین درختان کوکس بر پایه MAC9، B9 و P16 محصول کافی، زودرس با اندازه مناسب و کیفیت خوب تولید کردند اما هیچیک از این پایه‌ها از نظر تولید محصول از پایه M9 و EMLA برتری نداشتند. لوکارد و اشنایدر(Lockard and Schneider 1981) روابط بین پایه وپیوندک، ناسازگاری و علائم آن، ساز و کار پاکوتاهی و اثرات هورمون‌های درونی را بر میزان رشد پایه و پیوندک در سیب را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند هر یک از هورمون‌ها تأثیر مثبتی بر رشد پایه و پیوندک دارند، آنان همچنین دریافتند پاکوتاهی می‌تواند به دلیل ضعف و کم‌رشد بودن پوست پایه و طول پیوندک باشد. پریستون (Preston 1974) اثرات ۹ پایه رویشی و ۳ میان‌پایه را بر میزان رشد رویشی و خصوصیات کمی، کیفی محصول درختان سیب رقم کوکس اورنج به مدت ۱۲ سال مورد بررسی قرار داد، وی گزارش داد پایه‌های M26, M9, MM106 و همچنین میان پایه‌های M7, M26, M9 بر پایه MM104 به خوبی قادر به کنترل رشد رویشی درختان سیب کوکس اورنج شده و محصول خوبی تولید کنند. کزینکزیک (Czynczyk) اثرات ۲ میان‌پایه B9, M9 را بر ۳ رقم سیب بانکروفت (Bancroft)، مکین‌تاش (Mcintosh) و استارکینگ (Starking) پیوندی بر پایه‌های بذری آنتونوفکا (Antonovka) و MM111 برای تولید درختان پاکوتاه مقاوم به سرما، در شرایط سخت زمستان کشور لهستان، به مدت ۱۴ سال مورد بررسی قرار داد، وی

گزارش داد اگر چه پایه M9 به عنوان پاکوتاه‌ترین پایه برای احداث باغ‌های متراکم در غرب اروپا بکار می‌رود ولی در شرایط سرمای سخت زمستان دچار خسارت می‌شود. هر چند که پایه یا میان‌پایه‌های B9, M9 به میزان ۸۳- ۴۸ درصد درختانی، پاکوتاهتر از پایه بذری آنتونوکا تولید کردند ولی بسیاری از درختان بر پایه M9 به دلیل استقرار ضعیف و حساسیت به سرما از بین رفتند در صورتی‌که فقط ۱۲ درصد از درختان بر میان‌پایه B9 از بین رفتند. بنابراین B9 به دلیل تولید درختانی مقاوم به سرمای زمستان در شرایط لهستان به عنوان میان‌پایه مناسب و مقاوم معرفی شده است. رابرتز (Roberts 1946) راجرز و بیک بین (Beak bane and Ragers 1957)، توکی (Tukey 1964)، تابز (Tubbs 1973) و جونز (Jones 1976) قابلیت برخی از درختان محلی سیب را در پاکوتاه سازی ارقام پیوندی مطالعه کردند (۱۳). فری و کارلسون (Ferree and Carlson 1978) اسامی ۴۷ رقم‌پایه رویشی سیب که برای محل‌های گوناگون و اهداف متفاوت تولید شده بودند و در آمریکا کشت و کار می‌شدند را منتشر کردند (۹ و ۱۱). پرات (Pratt 1988) خصوصیات مورفولوژی و ساختمان جوانه بارده، گل آذین، گل و اندام‌های تشکیل‌دهنده آن، گرده افشانی و لقاح، بذر، میوه و روند رشد و تکامل آن‌ها را در درخت سیب مورد بررسی قرار دادند. همچنین وی در سال ۱۹۹۰ (Pratt 1990) ساختمان و خصوصیات مورفولوژی اعضای مختلف یک درخت سیب شامل ریشه، ساقه، برگ، شاخه و روش های تکثیر غیرجنسی درختان سیب را مطالعه نموده‌است. صادقی (۱۳۶۴) پایه‌های رویشی EM2 ، EM4 ، M9 ، M26 ، MM104 ، MM106 ، MM111 را طی سال های ۱۳۵۷ تا ۱۳۶۴ در ایستگاه تحقیقات طرق مشهد از نظر سازگاری و اثرات پایه‌ها بر رشد رویشی، کمیت و کیفیت محصول دو رقم رد دلیشز و گلدن دلیشز مورد بررسی قرار داد. وی پایه‌های M9،MM104,MM111, MM106 و M26 را جهت تکثیر ارقام سیب توصیه نموده است. مصطفوی (۱۳۷۵) اثر تراکم کاشت را بر درختان سیب رقم گلدن اسموتی بر M9 را مطالعه کرد. وی عملکرد این درختان در تراکم ۱۶۶۶ درخت در هکتار را ۱۰ تن و در تراکم ۳۵۷۱ درخت ۱۸ تن در هکتار گزارش کرد. پیرمرادیان (۱۳۸۸) برای انتخاب مناسب‌ترین پایه‌رویشی برای تکثیر ارقام سیب رد دلیشز ، گلدن دلیشز، گلاب کهنز و گلاب اصفهان بر ۶ پایه M9 ، B9، M26 ، MM106 و MM111 و پایه بذری سیب را بررسی نمود. وی گزارش داد شروع میوه‌دهی ارقام سیب بر پایه‌های رویشی کم‌رشد در سال دوم ولی بر پایه‌های بذری از سال پنجم آغاز شد. بیشترین عملکرد درختان ارقام مختلف سیب مربوط به پایه M9 و کمترین میزان عملکرد آن‌ها مربوط به پایه بذری بود. علیزاده (۱۳۸۳) طی آزمایشات سازگاری، اثرات ۵ پایه رویشی (M9 ، M26 ، M27 ، MM106، MM111 و گمی‌آلماسی) را بر میزان رشد رویشی و عملکرد درختان ۴ رقم گلدن دلیشز، ترکمان، گرانی اسمیت و گلاب به مدت ۷ سال در استان آذربایجان‌غربی مورد بررسی قرار داده و گزارش نمود بیشترین ارتفاع درخت مربوط به رقم گلاب بر MM106 و کمترین ارتفاع درخت در ترکیب پیوندی گلدن دلیشز- گمی آلماسی ثبت گردید. قاسمی (۱۳۸۹) اثرات دو پایه محلی سیب آزایش و گمی آلماسی همراه با MM106 را بر چهار رقم سیب رد دلیشز، گلدن دلیشز، فوجی و گالا از سال ۱۳۸۱ به مدت ۸ سال در ایستگاه تحقیقات باغبانی سمیرم مورد ارزیابی قرار داد. وی نتیجه گرفت پایه‌های آزایش و گمی‌الماسی دارای خاصیت پاکوتاه‌کنندگی و تولید محصول در سطح M9 هستند. به منظور دستیابی به پایه‌های‌رویشی سیب سازگار به خاک مناطق پرورش سیب در ایران، در پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، از سال۱۳۸۴ لغایت سال۱۳۸۷ تلاقی‌های هدفمندی بین ژنوتیپ‌های پاکوتاه بومی ایران (آزایش اصفهان و مربایی مشهد) به عنوان والد مادری و پایه‌های تجاری رویشی سیب (M9, M27, B9) به عنوان والد پدری انجام گرفت. در ارزیابی‌های مقدماتی از مجموع ۳۸۲۳ دانهال حاصل از هیبریداسیون و گرده افشانی آزاد والدین، تعداد۲۷ ژنوتیپ امید بخش با قابلیت تکثیر رویشی آسان در شرایط خوابانیدن کپه‌ای، قلمه خشبی و مقاومت ظاهری نسبت به شته مومی انتخاب و علامت گذاری شدند (آتشکار۱۳۸۹). در این پژوهش قدرت پاکوتاه کنندگی ۲۷ ژنوتیپ پایه به همراه پایه شاهد پاکوتاه کننده M9 و پایه پابلند MM111 مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق قدرت پاکوتاه‌کنندگی تعداد ۲۷ پایه تنی و ناتنی امیدبخش تولیدشده در قالب پروژه به‌نژادی پایه‌های رویشی سیب در ایران دربرگیرنده ترکیب‌تلاقی‌های M9×آزایش اصفهان (۳ نژادگان)، B9×آزایش اصفهان (۴ نژادگان)، M27×آزایش اصفهان (۳ نژادگان) ، M9× مربایی مشهد (۱ نژادگان)، گرده‌افشانی‌آزاد آزایش (۸ نژادگان)، گرده‌افشانی آزادM9 (۷ نژادگان) و گرده افشانی آزادB9 (۱ نژادگان) به همراه شاهد پاکوتاه M9 و شاهد پابلندMM111 در قالب طرح آماری لاتیس با ۲ درخت در هر کرت آزمایشی و در دو تکرار بررسی

شد. بدین صورت که پایه‌های سیب هیبرید با روش خوابانیدن نواری در خزانه تکثیر و با رقم گلدن دلیشز پیوند شد. نهال‌های پیوندی به محل اصلی اجرای پروژه در ایستگاه کمالشهر کرج و ایستگاه کهریز در استان آذربایجان‌غربی منتقل و در قالب طرح آماری لاتیس با فاصله استاندارد۴×۲/۵ مترکشت شدند. یک ردیف سیب رقم رد دلیشز به عنوان گرده‌زا در حاشیه پروژه کشت شد. درختان با سیستم محور مرکزی تغییریافته تربیت شده و حداقل هرس در آنها اعمال گردید تا قدرت رویشی پایه‌ها را نمایان کنند. سپس صفات رویشی سازگاری پایه پیوندک، ارتفاع درخت و قطر تنه (۱۰سانتیمتر بالاتر از محل پیوند)، سایه انداز، رشد رویشی شاخه سالجاری درختان، پاجوش‌دهی، استقرار درختان در خاک زمان باز شدن جوانه‌ها، میزان کلروفیل برگ(SPAD) سن شروع باردهی، یادداشت برداری شد. در پایان تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم فزار آماری SPSS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

همانگونه جدول تجزیه‌واریانس نشان می‌دهد، درختان یکساله سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم پایه‌های هیبرید امیدبخش به لحاظ صفات رویشی شامل ارتفاع، قطر تنه (۱۰ سانتی متر بالاتر از محل پیوند)، سطح مقطع تنه، قطر سایه انداز درختان در جهت شمالی-جنوبی و شرقی-غربی، طول و قطر شاخه سالجاری و میزان سبزینگی برگ تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند (جدول ۱ و۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات رویشی رقم گلدن دلیشز بر رقم پایه‌های امید بخش سیب.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع درخت MS	قطر تنه MS	سطح مقطع تنه MS	سایه انداز درخت (شمالی-جنوبی) MS	سایه انداز درخت (شرقی-غربی) MS
ژنوتیپ پایه	28	2255.927**	1.005**	14.936**	723.553**	884.162**
بلوک	2	993.655^{ns}	.968^{ns}	13.077^{ns}	30.271^{ns}	508.147^{ns}
خطای آزمایشی	84	763.949	.220	3.319	343.996	406.716

ns و **: به ترتیب اختلاف غیر معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار درسطح احتمال ۱٪

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات رویشی رقم گلدن دلیشز بر رقم پایه‌های امید بخش سیب.

منابع تغییر	درجه آزادی	طول شاخه MS	قطر شاخه MS	سبزینگی برگ(SPAD) MS
ژنوتیپ پایه	28	532.358**	1.553**	24.422**
بلوک	2	131.247^{ns}	1.613^{ns}	1.789
خطای آزمایشی	82	212.774	.580	10.661

ns و **: به ترتیب اختلاف غیر معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار درسطح احتمال ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات رویشی سیب رقم گلدن دلیشز بر رقم پایه‌های امید بخش سیب.

گلدن دلیشز/ ژنوتیپ پایه	ارتفاع درخت (cm)	قطر تنه (cm)	سطح مقطع تنه (cm^2)	قطر سایه انداز(شمالی-جنوبی) (cm)	قطر سایه انداز(شرقی-غربی) (cm)
85AZ×M9[2]	136.25^{g}	1.41^{h}	1.58^{i}	45.25^{cde}	44.75^{de}
85Azop1	155.00^{fg}	$^{e-}$2.55 ^{b}	$^{f-}$6.03^{b}	57.50 $^{a-e}$	55.50 $^{b-e}$
85Azop[2]	155.75^{fg}	$^{g-}$2.23 ^{d}	$^{i-}$4.11 ^{d}	43.25^{de}	41.75^{e}
M9	161.25^{efg}	1.69^{fgh}	2.27^{ghi}	49.25^{b-e}	48.25^{de}
86Morb×M9	163.75^{d-g}	2.06 $^{e-h}$	3.60^{f-i}	55.33 $^{a-e}$	43.00^{de}

44.75^{de}	43.50^{de}	1.95^{hi}	1.56^{gh}	170.00^{c-g}	87AZ×M9
54.00^{b-e}	52.00^{b-e}	3.69^{f-i}	2.06^{e-h}	171.25^{c-g}	85Azop^{3}
50.00^{de}	54.00^{a-e}	3.29^{f-i}	1.97^{e-h}	171.25^{c-g}	MM111
53.25^{cde}	45.25^{cde}	3.49^{f-i}	2.07^{e-h}	173.75^{bc-g}	86Azop^{4}
45.00^{de}	36.75^{e}	3.09^{f-i}	1.96^{e-h}	176.25^{b-g}	85AZ×M9^{1}
78.75^{a-e}	55.50^{a-e}	3.98^{e-i}	2.20^{d-g}	182.50^{a-f}	85M9op
78.75^{a-e}	64.50^{a-e}	4.40^{d-i}	2.36^{c-f}	190.00^{a-f}	86Azop^{2}
78.75^{a-e}	51.50^{b-e}	5.46^{c-f}	2.56^{b-e}	192.50^{a-f}	86M9op^{1}
78.75^{a-e}	80.00^{ab}	4.64^{d-i}	2.43^{c-f}	192.50^{a-f}	87AZ×M27^{2}
78.75^{a-e}	61.00^{a-e}	4.99^{c-h}	2.44^{c-f}	195.00^{a-f}	87M9op^{4}
51.00^{de}	45.50^{cde}	4.34^{d-i}	2.34^{d-g}	196.25^{a-f}	87M9op^{3}
78.75^{a-e}	61.75^{a-e}	4.96^{c-h}	2.47^{c-f}	197.50^{a-f}	87M9op^{1}
78.75^{a-e}	58.00^{a-e}	4.48^{d-i}	2.39^{c-f}	200.00^{a-f}	87AZ×B9^{2}
42.00^{de}	77.50^{abc}	8.50^{ab}	3.29^{ab}	203.75^{a-e}	86Azop^{5}
78.75^{a-e}	69.00^{a-e}	5.00^{c-h}	2.50^{cde}	207.50^{a-e}	85AZ×B9^{1}
78.75^{a-e}	70.25^{a-d}	5.98^{b-f}	2.75^{b-e}	207.50^{a-e}	85AZ×B9^{2}
78.75^{a-e}	76.75^{abc}	7.76^{abc}	3.14^{abc}	208.75^{a-e}	87AZ×B9^{1}
56.75^{b-e}	58.50^{a-e}	5.18^{c-g}	2.55^{b-e}	210.00^{a-d}	87B9op
78.75^{a-e}	75.25^{a-d}	6.96^{a-e}	2.97^{a-d}	213.75^{abc}	86Azop^{3}
78.75^{a-e}	69.00^{a-e}	4.97^{c-h}	2.51^{b-e}	213.75^{abc}	86M9op^{2}
88.50^{ab}	80.25^{ab}	7.21^{a-d}	3.00^{a-d}	221.25^{ab}	86Azop^{1}
86.75^{abc}	80.25^{ab}	7.84^{abc}	3.13^{abc}	221.25^{ab}	87AZ×M27^{1}
78.75^{-d}	69.50^{a-d}	6.99^{a-e}	2.96^{a-d}	225.00^{a}	87M9op^{2}
88.25^{ab}	84.50^{a}	9.21^{a}	3.42^{a}	226.25^{a}	85AZ×M27

جدول ۴– مقایسه میانگین صفات رویشی سیب رقم گلدن دلیشز ر رقم پایه‌های امید بخش سیب.

سبزینگی برگ (SPAD)	قطر شاخه سال جاری (mm)	طول شاخه سالجاری (cm)	گلدن دلیشز/ژنوتیپ پایه
56.86^{cde}	4.51^{g}	34.00^{de}	M9
64.59^{a}	4.94^{d-g}	34.94^{de}	85Azop2
59.84^{abcde}	4.93^{d-g}	41.81^{cde}	85Azop1
55.48^{e}	5.16^{c-g}	51.44^{b-e}	85Azop3
60.11^{abcde}	5.58^{b-g}	51.56^{b-e}	85M9op
62.61^{abc}	5.84^{b-f}	51.88^{b-e}	85AZ×M91
59.68^{abcde}	5.28^{b-g}	55.50^{a-e}	86Azop2
55.48^{e}	5.24^{c-g}	57.75^{a-d}	86Azop4
61.01^{a-e}	5.50^{b-g}	58.63^{a-d}	MM111
58.18^{b-e}	4.88^{fg}	58.75^{a-d}	87AZ×M9

59.38 a-e	6.00 b-f	61.06 abc	85AZ×M92
60.78 a-e	6.44abc	61.56 abc	87M9op3
57.02cde	5.35 b-g	62.94 abc	87M9op4
61.09 a-e	5.95 b-f	63.06 abc	87AZ×M271
61.46a-e	6.38abc	65.06 abc	85AZ×B91
58.33b-e	6.05a-f	66.06 abc	86Azop1
60.43 a-e	5.90b-f	66.25 abc	86M9op2
58.26 b-e	6.69 ab	66.50 abc	86Azop5
61.75 a-d	5.86b-f	67.56 abc	87M9op1
61.16 a-e	6.32 a-d	67.81 abc	85AZ×B92
62.45a-d	6.26a-f	67.81abc	85AZ×M27
63.56 ab	5.60 b-g	69.31 ab	87AZ×M272
62.14 a-d	6.33 a-d	70.75 ab	87M9op2
65.01 a	5.94b-f	71.00 ab	87AZ×B92
63.97 ab	6.38 abc	71.19 ab	86Azop3
63.43ab	6.16 a-f	73.75 ab	86M9×مربایی
62.32 a-d	6.67ab	77.06ab	87AZ×B91
59.01 a-e	6.55abc	79.94a	86M9op1
61.20 a-e	7.40a	80.63 a	87B9op

همان‌طور که جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، درختان یکساله سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم‌پایه‌های هیبرید امیدبخش به لحاظ ارتفاع تفاوت معنی‌داری نشان دادند.کم‌ترین ارتفاع درختان مربوط به ژنوتیپ پایه‌های$_2$85AZ×M9، 85Azop1، 85Azop$_2$، به ترتیب با ارتفاع ۱۳۶/۲۵، ۱۵۵، ۱۵۵/۷۵ سانتی‌متر که نسبت به پایه‌رویشی پاکوتاه۹M با ارتفاع ۱۶۱/۲۵ پاکوتاه‌تر بودند. درختان سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم‌پایه‌های Morb×M9، 87AZ×M9 و 85Azop^3 به ترتیب با ارتفاع۱۶۳/۷۵، ۱۷۰ و۱۷۱/۲۵ سانتی‌متر حدواسط بین پایه شاهد پاکوتاه۹M به ارتفاع ۱۶۱/۲۵ و پایه شاهد پابلند MM111 به ارتفاع ۱۷۱/۲۵ قرار گرفتند. بیشترین ارتفاع مربوط به ژنوتیپ‌پایه‌های85AZ×M27، 87M9op^2، 87AZ×M27^1 به ترتیب با ارتفاع ۲۲۶/۲۵، ۲۲۵ و۲۲۱/۲۵ سانتی‌متربود. سایرژنوتیپ پایه‌ها پابلندتر از MM111 و پاکوتاه‌تر از اینها قرار گرفتند که تفاوت معنی‌داری باهم نشان ندادند (نمودار۱). بیشترین قطر و سطح مقطع تنه درختان در (۱۰ سانتی‌متر بالاتر از محل پیوند) سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم‌پایه‌های 85AZ×M27، 86Azop^5 به ترتیب با قطر۳/۴۲ و ۳/۲۹ سانتی‌متر و سطح مقطع ۹/۲۱ و ۸/۵۰ سانتی‌متر مربع و کم‌ترین قطر و سطح مقطع تنه درختان در (۱۰ سانتی‌متر بالاتر از محل پیوند) مربوط به سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم‌پایه‌های 85AZ×M9^2 و87AZ×M9 به ترتیب با قطر۱/۴۱ و ۱/۵۶سانتی‌متر و سطح مقطع ۱/۵۸و۱/۹۵ سانتی‌متر مربع بود. بیشترین قطر سایه انداز درختان در جهت شمالی- جنوبی و شرقی- غربی مربوط به درختان سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم‌پایه 85AZ×M27 با قطر۸۴/۵۰ و۸۸/۲۵ سانتی‌متر و کم‌ترین قطر سایه انداز مربوط به درختان سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم‌پایه85AZ×M9^1 با قطر۳۶/۷۵ و ۴۵ سانتی‌متر بود(جدول۳). درختان سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر رقم-پایه‌های مختلف به لحاظ طول و قطر شاخه سالجاری نیز تفاوت‌های آشکاری نشان دادند. بیشترین رشد شاخه سالجاری مربوط به درختان سیب به نرکیب‌های پیوندی "گلدن دلیشز 87B9op " و 86M9op1 به ترتیب با طول ۸۰/۶۳ و ۷۹/۹۴ سانتی‌متر و قطر ۷/۴۰ و ۶/۵۵ میلی‌متر بود. و کم‌ترین رشد شاخه سالجاری مربوط به درختان نرکیب‌های پیوندی گلدن دلیشز - M9 و گلدن دلیشز - 85Azop2 به ترتیب با طول ۳۴ و ۳۴/۹۴ سانتی‌متر و قطر ۴/۵۱ و ۴/۹۴ میلی‌متر بود. بیشترین سبزینگی (SPAD) برگ درختان سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر پایه‌های87AZ×B92 و85Azop2 به ترتیب با ۶۵/۰۱ و۶۴/۵۹ و کم‌ترین آن مربوط به درختان سیب رقم گلدن دلیشز پیوندی بر

پایه‌های85Azop3 و 86Azop4 با ۵۵/۴۸ ثبت گردید(جدول۴). شروع باردهی درختان سیب صفت بسیار مهمی است که تحت تاثیر نوع پایه مورد استفاده قرار می گیرد. هر نوع پایه رویشی که باعث القاء باردهی درختان در سالیان اولیه پس از کاشت شود در واقع نوعی امتیاز محسوب می شود. پایه رویشی پاکوتاه کننده M9 به عنوان شاهد زود بارده در بین پایه‌های رویشی تجاری در دنیا مشهور است. در این پروژه تعدادی از ژنوتیپ پایه‌های مورد استفاده باعث القاء باردهی درختان سیب رقم گلدن دلیشز درهمان سال اول گردید که حتی نسبت به پایه M9 زودبارده‌تر بودند. این ژنوتیپ پایه‌ها شامل: $86Azop^{1}$، $86Azop^{5}$، $87M9op^{3}$، $AZ\times B9^{2}87$، $87AZ\times M27_{2}$، $87AZ\times B9^{1}$و 85AZ×M27 بودند.

منابع

آتشکار، د. ۱۳۸۹. دورگ‌گیری بین پایه‌های رویشی تجارتی سیب و ژنوتیپ‌های پاکوتاه بومی، به منظور دستیابی به پایه‌های کلونال برتر. گزارش نهایی پروژه، شماره فروست ۸۹/۸۰۹ مورخ ۸۹/۷/۱۷، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۲۹ ص.

پیرمرادیان، م. ۱۳۸۹. گزارش نهایی طرح بررسی سازگاری و تعیین مناسب‌ترین پایه‌های رویشی برای ارقام تجارتی سیب در منطقه سمیرم. چاپ اول، انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، شماره ثبت ۸۹/۴۰۶.

رسول‌زادگان، ی. ۱۳۷۰. میوه‌کاری در مناطق معتدله (ترجمه). چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷۵۸ ص.

صادقی، ب. ۱۳۶۴. بررسی موفقیت پایه‌های مالینگ در ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ۵۶۰ ص.

قاسمی، ا.ع. ۱۳۸۰. گزارش نهایی طرح مطالعه خصوصیات فیزیولوژیک و نقش پاکوتاه‌کنندگی دو ژنوتیپ سیب محلی به نام‌های آزمایش و گمی آلماسی روی ارقام تجارتی سیب. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، نشریه شماره ۸۰/۶۲۶.

مقالات اولین کنگره علوم باغبانی ایران. نشر آموزش کشاورزی، ۷۶ مقاله.

Andrews, P.K. and Marquez, C.S. 1998. Graft incompatibility. Horticultural Reviews, 15: 183–232.

Czynczy, K.A. 1980. The effect of interstock of M9 and B9 on the field performance of three apple cultivars. Acta Horticulturae, 119: 192–197.

Cummins, J.N. and Aldwinckle, H.S. 1983. Breeding apple rootstocks. Plant Breeding Reviews: 295–394.

Lockard, R.G. and Schneider, G.W. 1981. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple. Horticultural Reviews, 3: 315–375.

Preston, A.P. 1979. Apple rootstock studies: Some rootstock and interstock comparisons. Horticulture Research, 14: 47–53.

Pratt, C. 1988. Apple flower and fruit: Morphology and anatomy. Horticultural Reviews, 10: 273–308.

William, J.L., Greene, D.W., Damon, R.A. and Baker, J.H. 1985. Effects of stem piece and rootstock combinations on growth, leaf mineral concentration, yield and fruit quality of Empire apple trees. Journal of the American Society for Horticultural Science, 110(3): 422–425.

Johnson, W.C. 1999. The USDA-ARS/Cornell University apple rootstock breeding and evaluation program. Cornell University.

Webster, A.D. and Hollands, M.S. 1999. Apple rootstock studies: Comparison of Polish, Russian, VSA and UK selections as rootstock for the apple cultivar Cox's Orange Pippin. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74(3): 367–374.

Dwarfing and precocity evaluation in some elite hybrid apple rootstocks

Dariush Atashkar[1*]
1. Research Institute of Temperate and Cold Fruit Crops, Horticultural Sciences Research Institute, Karaj, Iran
**Corresponding author: datashkar2002@yahoo.com*

Abstract

In this research, the dwarfing ability of 27 promising apple rootstocks obtained from the apple rootstock improvement program in Iran along with M9 (dwarf control) and MM111 (vigorous control) in Lattice statistical design format was assisted with 2 trees in each experimental plot. In this way, the hybrid apple rootstocks were propagated by the laying method in the nursery and grafted with the Golden Delicious cultivar. Seedlings were transferred to the main location of the project in Kamalshahr Karaj station. after training with a modified central axis system, were planted in the form of a statistical lattice design with a standard distance of 2.5 x 4. Then the vegetative and reproductive characteristics of the trees, including the compatibility of scion- rootstock, height and diameter of the tree (10 cm above the grafting), , annual vegetative growth of the trees, establishment of the trees, leaf chlorophyll level (SPAD) and precocity were recorded. At the end, data analysis was done using SPSS statistical software and comparing averages using Duncan's multi-range test method. The obtained results showed that the symptoms of incompatibility were not observed in the apple rootstock genotypes. The trees showed significant differences in terms of vegetative traits. 85AZ×M92 ،85Azop1, 85Azop2 genotyps, with heights of 136.25, 155, and 155.75 cm, respectively, were shorter than M9 with 161.25 cm height. The lowest annual branch growth was related to the trees on M9 rootstock and 85Azop2 rootstock genotype with a length of 34 and 34.94 cm, respectively. In this project, some of the genotypes induced precocity of trees in the first year, which were even earlier than the M9. These genotypes included: 86Azop1, 86Azop5, 87M9op3, 87AZ×B92, 87AZ×M272, 87AZ×B91 and 85AZ×M27.

Key words: Apple, Dwarfing, Genotype, Vegetative, Productive, Rootstock.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خصوصیات کیفی و شیمیایی آب‌میوه رقم انار وارداتی "واندرفول" و مقایسه‌ی آن با ارقام تجاری "ملس و آلک ساوه"

وحیده نرجسی[1*] و سکینه فرجی[1]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *vnarjesi@areeo.ac.ir*

چکیده

انار رقم واندرفول با ارقام تجاری ساوه ملس و آلک در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار و سه درخت در هر تکرار در دو سال در یک باغ سازگاری در شهرستان ساوه مورد مطالعه قرار گرفت و شاخص‌های کیفی و ترکیبات بیوشیمیایی آب‌میوه آنها با یکدیگر مقایسه شد. ارقام مورد بررسی در صفات مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. رقم واندرفول در مقایسه با ارقام تجاری ملس و آلک ساوه دارای بالاترین میزان مواد جامد محلول (۱۷/۷۸) و شاخص طعم (۱۲/۳۱) بود. اسیدیته قابل تیتر در ارقام بومی (آلک ساوه: ۱/۶۵ درصد و ملس ساوه: ۱/۵۹ درصد) بالاتر از رقم واندرفول (۱/۴۵۴ درصد) بود. بالاترین میزان pH آب میوه (۳/۵۸) به رقم ملس و پائین ترین (۳/۴۳) به رقم واندرفول اختصاص داشت. رقم واندرفول بالاترین آنتوسیانین کل (۳۵/۱۹ میلی‌گرم در لیتر) و ویتامین C (۴۳/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی) را داشت؛ در حالیکه رقم ملس بیشترین میزان فنول کل (۲۳/۴۸ میلی گرم اسید گالیک/ لیتر) را دارا بود. در اقلیم ساوه رقم واندرفول در بسیاری صفات برتر و یا مشابه ارقام بومی بود؛ رقم واندرفول با توجه به ظاهر بازارپسند (میوه‌های درشت با پوست قرمز)، صفات مطلوب آریل (آریل‌های قرمز با هسته‌ای نرم)، طعم آب میوه مناسب (مواد جامد محلول بالا، اسید قابل تیتر کمتر و مزه‌ی شیرین‌تر) و ارزش غذایی بالا (آنتوسیانین و ویتامین C بالا) می‌تواند در مصارف تازه خوری کاربرد بیشتری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، مواد جامد محلول، واندرفول.

مقدمه

شهرستان ساوه در استان مرکزی به عنوان پایتخت انار ایران با ۱۱ هزار هکتار باغ انار و متوسط تولید ۱۵ تن در هکتار، بیشترین سطح زیرکشت انار را بعد از استان فارس داراست. از ده رقم انار تجاری کشور ارقام ملس ساوه و آلک ساوه، بومی این شهرستان می‌باشند. علی رغم وجود ارقام و ژنوتیپ‌های بومی و تجاری در ساوه، معرفی و ورود ارقام جدید و خارجی انار می‌تواند برای بهبود صنعت انار در این منطقه مفید باشد. یکی از ارقام جدید وارد شده به شهرستان رقم واندرفول می‌باشد که دارای میوه‌های بزرگ (ظاهر میوه جذاب و رنگ پوست قرمز درخشان) و در زمان رسیدگی کامل آریل‌های آبدار با رنگ قرمز و طعم ملس و هسته نرم می‌باشد. کشت این رقم در مناطقی با روزهای گرم و شب‌های خنک، توسعه یافته یافته است (Usanmaz et al., 2014). رقم واندرفول از سال سوم به بار می‌نشیند و در ۵ تا ۶ سالگی به عملکرد مناسب و میوه‌ی با کیفیت تجاری می‌رسد (James et al., 2014). رقم واندرفول، رقمی تجاری و صنعتی است که بیش از ۹۰ درصد کل باغ‌های تجاری آمریکا را به خود اختصاص داده است (Sun et al., 2024). مطالعه روی رقم واندرفول در مناطق انار خیز ایران به طور محدود انجام شده است. با توجه به اینکه از مهم‌ترین اهداف وارد کردن ارقام خارجی، استفاده مستقیم از آنها برای احداث باغات جدید و جایگزینی با برخی ارقام موجود (در صورت نشان دادن سازگاری و برتری نسبت به این ارقام) و یا وارد شدن آنها در برنامه‌های به‌نژادی برای انتقال ژن‌های مطلوب به ارقام داخلی می‌باشد، لذا برای استفاده صحیح از این ژنوتیپ‌ها باید سازگاری آنها به شرایط محیطی در مناطق مختلف درکشور مقصد بررسی شود و کم توجهی به این موضوع خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به همراه دارد، زیرا بسیاری از صفات

کمی وکیفی ارقام انار با انتقال از یک منطقه به دیگر مناطق تغییر می‌کنند، در نتیجه انجام مطالعات سازگاری ارقام وارداتی می‌تواند ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش دهد (Usanmaz et al., 2014).

مواد و روش‌ها

نهال‌های یک‌ساله انار ارقام واندرفول، ملس و آلک ساوه در سال ۱۳۹۷ در باغی در روستای استوج از دهستان قره‌چای بخش مرکزی شهرستان ساوه (عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی) به فاصله ۲/۵ ×۳ متر کشت شدند. بافت خاک باغ لومی با هدایت الکتریکی ۳/۹ (ds/m) و pH آن ۷/۷۱ بود. هدایت الکتریکی آب آبیاری، ۲/۵۳ (ds/m) با pH ۷/۴۵ بود. درختان آزمایش از نظر آبیاری، هرس و مبارزه با علف‌های هرز تحت مدیریت مناسب و پایدار بودند. در جدول ۱ و اشکال ۱ تا ۳ برخی خصوصیات کیفی ارقام واندرفول، ملس ساوه و آلک ساوه آورده شده است.

جدول ۱- برخی از صفات کیفی سه رقم انار کشت شده در ساوه.

مزه	رنگ آریل	رنگ پوست	رنگ دانه	زمان رسیدن میوه	ارقام
ملس	قرمز تیره	قرمز تیره	صورتی	متوسط	واندرفول
ملس	قرمز تیره	قرمز	سفید	دیر	ملس ساوه
ملس	قرمز تیره	قرمز تیره	سفید مایل به صورتی	زود	آلک ساوه



شکل ۱- رنگ پوست ، آریل و دانه در رقم واندرفول.



شکل ۲- رنگ پوست، آریل و دانه در رقم ملس ساوه.



شکل ۳- رنگ پوست، آریل و دانه در رقم آلک ساوه.

طی سال های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ ارزیابی صفات کیفی و بیوشیمیایی آب‌میوه ارقام انجام شد. میزان مواد جامد محلول (TSS) با دستگاه قندسنج (رفراکتومتر) دیجیتالی بر حسب بریکس، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) به روش عیارسنجی (تیتراسیون) با استفاده از هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال تا رسیدن به pH=۸/۲، شاخص طعم میوه از نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA)، pH

آب‌میوه با pH متر، اندازه‌گیری شد. فنول کل با استفاده از روش فولین-سیوکالته (Singleton *et al.*, 1999)، آنتوسیانین کل با روش pH افتراقی و بر حسب رنگدانه سیانیدین ۳- گلوکوزاید موجود در انار اندازه‌گیری شد (Nakamura *et al.*, 1990). برای اندازه‌گیری ویتامین Cاز روش عیارسنجی (تیتراسیون) با یدور پتاسیم و معرف نشاسته استفاده شد. ظهور رنگ آبی تیره نشانه پایان آزمایش بود (Majedi, 1994). پس از جمع‌آوری داده‌ها، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، مقایسهٔ میانگین صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال یک درصد) با استفاده از نرم افزار SAS v.9.4 انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بالاترین مواد جامد محلول (TSS) متعلق به رقم واندرفول (۱۷/۷۸) بود. پس از آن ارقام بومی ساوه دارای مواد جامد محلول کمتری بودند. پائین‌ترین میزان مواد جامد محلول در رقم آلک ساوه (۱۶/۴۷) ثبت گردید (جدول ۲). ارقام مورد بررسی در صفت اسیدیته قابل تتراسیون (TA) نیز دارای اختلاف معنی‌داری بودند. رقم ملس ساوه با ۱/۵۹ درصد دارای بالاترین و رقم واندرفول با ۱/۴۵۴ درصد دارای پائین‌ترین میزان اسید بودند. رقم آلک در مقایسه با دو رقم دیگر دارای میزان اسید متوسطی (۱/۵۹) بود (جدول ۲). شاخص طعم در رقم واندرفول با ۱۲/۳۱ درصد بالاترین مقدار در مقایسه با ارقام بومی بود. بعد از رقم واندرفول، رقم ملس با ۱۱/۴۱ درصد و رقم آلک با ۱۰/۰۳ درصد شاخص طعم پائین‌تری داشتند (جدول ۲). میزان pH در رقم ملس ساوه اختلاف معنی داری با میزان pH در ارقام واندرفول و آلک ساوه داشت. رقم ملس ساوه دارای بالاترین میزان pH آب‌میوه (۳/۵۸) بود و اختلاف معنی‌داری با میزان pH در ارقام واندرفول (۳/۴۳) و آلک (۳/۴) داشت (جدول ۲). ارقام مورد بررسی در میزان آنتوسیانین کل اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. رقم واندرفول دارای بالاترین میزان آنتوسیانین کل (۳۵/۱۹ میلی‌گرم/ لیتر) در مقایسه با ارقام بومی بود (جدول ۲). رقم ملس ساوه پس از رقم واندرفول دارای آنتوسیانین کل (۳۱/۳۹ میلی‌گرم/ لیتر) بالایی بود. پائین‌ترین میزان آنتوسیانین کل (۸۴/ ۲۸ میلی‌گرم/ لیتر) در رقم آلک ساوه مشاهده شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بالاترین میزان فنول کل در رقم ملس ساوه (۲۳/۴۸ میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر) و پس از آن با اختلاف معنی‌داری در رقم واندرفول (۲۱/۸۱ میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر) و رقم آلک ساوه (۲۰/۹۹ میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر) مشاهده شد (جدول ۲). در میزان ویتامین C نیز بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. میزان ویتامین C در ارقام ولندرفول و ملس با آلک اختلاف معنی‌داری داشت. ارقام ملس ساوه و واندرفول به ترتیب با ۴۳/۳۳ و ۴۳/۲۵ میلی گرم در ۱۰۰ سی‌سی آب‌میوه مقادیر ویتامین C بالایی داشتند. رقم آلک ساوه با ۲۳/۱۷ میلی گرم در ۱۰۰ سی‌سی آب‌میوه، پائین‌ترین مقدار ویتامین C را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات کیفی و برخی صفات بیوشیمیایی آب‌میوهٔ سه رقم انار (میانگین داده‌های دو ساله).

ارقام	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتر (درصد)	شاخص طعم	pH	آنتوسیانین کل لیتر) (میلی‌گرم/	فنول کل (میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر)	Cویتامین (میلی‌گرم/۱۰۰ سی‌سی)
واندرفول	17.78[a]†	1.454[c]	12.31[a]	3.43[b]	35.19[a]	21.81[b]	43.25[a]
ملس ساوه	17.73[a]	1.59[b]	11.41[b]	3.58[a]	31.39[b]	23.48[a]	43.33[a]
آلک ساوه	16.47[b]	1.65[a]	10.03[c]	3.40[b]	28.84[c]	20.99[b]	23.17[b]

† حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنها در سطح ۱ درصد است.

در مطالعه Tarantino و همکاران نیز گزارش شد که بین ارقام انار بومی ایتالیا و واندرفول اختلاف معنی‌داری در میزان مواد جامد محلول مشاهده شد (Tarantino et al., 2022). با توجه به صفات کیفی آب میوه رقم واندرفول به دلیل دارا بودن میزان مواد جامد محلول بالا، اسیدیته و pH پائین و رنگ بیشتر در آریل و پوست برای مصرف تازه خوری مناسب‌تر باشد؛ نتایج ما با نتایج تینبرا و همکاران، مطابقت دارد (Tinebra et al., 2021). میوه‌های انار رقم واندرفول رنگ قرمز تیره‌ای دارند و در مقایسه با ارقام بومی استان فارس، رقم واندرفول دارای بالاترین سطح آنتوسیانین در پوست و آریل می‌باشد (Jihad Al-Aslan et al., 2023).

در پایان می‌توان اظهار داشت رقم واندرفول بدلیل طعم آب میوه مناسب (مواد جامد محلول بالا، اسید قابل تیتر کمتر و مزه‌ی شیرین‌تر) و ارزش غذایی بالا (آنتوسیانین و ویتامین C بالا) می‌تواند در مصارف تازه خوری کاربرد بیشتری داشته باشد.

منابع

Jihad Al-Aslan, A., Alizadeh, M., Seifi, E., Jafari, M. and Atashi, S. 2023. Evaluation of the qualitative and quantitative traits of some Iranian local pomegranates as compared to 'Wonderful' commercial cultivar. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 6(2): 115–130.

Nakamura, Y., Hidaka, M., Masaki, H., Seto, H. and Uozumi, T. 1990. Major anthocyanin of the flowers of *Hibiscus* (*Hibiscus rosa-sinensis* L.). Agricultural and Biological Chemistry, 54(12): 3345–3346.

Majedi, M. 1994. Methods chemical test of food. Tehran University Publications of Jahad, Tehran.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substances by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152–178.

Sun, Y., Niu, G. and Masabni, J.G. 2024. Growth, gas exchange, and mineral nutrition of 'Wonderful' pomegranate irrigated with saline water. Technology in Horticulture, 4(1).

Tarantino, A., Frabboni, L., Mazzeo, A., Ferrara, G. and Disciglio, G. 2022. Comparative evaluation of yield and fruit physico-chemical characteristics of five commercial cultivars of pomegranate grown in southeastern Italy in two consecutive years. Horticulturae, 8(6): 497.

Tinebra, I., Scuderi, D., Sortino, G., Mazzaglia, A. and Farina, V. 2021. Pomegranate cultivation in Mediterranean climate: Plant adaptation and fruit quality of 'Mollar de Elche' and 'Wonderful' cultivars. Agronomy, 11(1): 156.

Usanmaz, S., Kahramanoğlu, I. and Yılmaz, N. 2014. Yield and pomological characteristics of three pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars: Wonderful, Acco and Herskovitz. American Journal of Agriculture and Forestry, 2(3): 61–65.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the qualitative and chemical properties of the juice in pomegranate cultivar "Wonderful" and its comparison with commercial cultivars "Malas and Alak Saveh"

Vahideh Narjesi[1*] and Sakineh Faraji[1]
1. Crop and Horticultural Science Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Cente r (AREEO), Arak, Iran
Corresponding Author: v.narjesi@areeo.ac.ir

Abstract

Pomegranate cv. Wonderful was studied in one adaptation orchards in Saveh city during two years with Malas and Alak Saveh as RCB design in four replications and three trees in each replication, and the quality indices and biochemical compositions of their juice were compared. Wonderful cultivar had the highest soluble solids content (17.78) and flavor index (12.31). Titratable acidity in native cultivars (Alak Saveh: 1.65 % and Malas Saveh: 1.59 %) was higher than that of the Wonderful cultivar (1.454 %). The highest juice pH (3.58) was assigned to the Malas cultivar and the lowest (3.43) to the Wonderful cultivar. The Wonderful variety had the highest total anthocyanin (35.19 mg/L) and vitamin C (43.25 mg/100 cc); while the Malas variety had the highest total phenolic content (23.48 mg/L gallic acid). In the Saveh climate, the Wonderful variety was superior or similar to native varieties in many traits; the Wonderful variety could be more useful for fresh consumption due to its marketable appearance, suitable juice flavor (high soluble solids, lower titratable acid, and sweeter taste), and high nutritional value (high anthocyanin and vitamin C).

Keywords: Anthocyanin, Soluble solids, Wonderful.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محیط‌های کشت کم‌هزینه برای تکثیر موز از طریق کشت بافت (*Musa* sp.)

هوشنگ گوهرچینی[۱*]

۱- مرکز تحقیقات میوه‌های معتدله، پژوهشکده علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *hgohar129@gmail.com*

چکیده

موز به‌عنوان یک میوه گرمسیری، هر ساله در باغ‌های سراسر جهان در سطح وسیعی کشت و تولید می‌شود. در بسیاری از نقاط جهان، برای تکثیر این گیاه ارزشمند از روش‌های ریزازدیادی و کشت بافت استفاده می‌شود. بنابراین، بررسی روش‌هایی برای کاهش هزینه‌های تکثیر موز از طریق کشت بافت می‌تواند مفید باشد. در این پژوهش، ابتدا تعدادی نهال موز در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار از محیط‌های کشت کم‌هزینه با ترکیبات متفاوت تهیه شد تا محیط کشت مناسب و کم‌هزینه‌ای برای ریزازدیادی موز تعیین شود. تیمارها شامل محیط کشت کامل MS حاوی ویتامین‌ها و هورمون‌ها به‌عنوان شاهد بود. در تیمار دوم، آهن و میو-اینوزیتول حذف شدند؛ در تیمار سوم، تنها ویتامین‌ها حذف شدند؛ در تیمار چهارم، تنها هورمون‌ها حذف شدند؛ و در تیمار پنجم، تنها عناصر پرمصرف، عناصر کم‌مصرف، قند و آگار مورد استفاده قرار گرفتند. صفات مختلف شامل تعداد گیاهچه‌ها، ارتفاع گیاه و تعداد برگ اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، تیمار پنجم با کاهش ۶۰ واحد هزینه می‌تواند به‌عنوان محیط کشت اولیه برای تکثیر از طریق کشت بافت مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، محیط کشت تیمار سوم محیط مناسبی برای مراحل تکثیر است که بدون کاهش کیفیت تکثیر، می‌تواند موجب صرفه‌جویی حداقل ۴۴ واحد در هزینه تهیه محیط کشت برای تکثیر موز از طریق ریزازدیادی، در مقایسه با محیط‌های کشت مورد استفاده در روش‌های متداول، شود.

واژه‌های کلیدی: موز، محیط کشت کم‌هزینه، ریزازدیادی، کشت بافت.

مقدمه

موز (*Musa* sp.) متعلق به خانواده Musaceae است و یکی از محبوب‌ترین میوه‌های تازه در سراسر جهان به شمار می‌رود. تقریباً تمام ارقام موز از دو گونه *Musa balbisiana* و *Musa acuminata* منشأ گرفته‌اند (Hasan et al., 2020). نام موز از واژه عربی «بنان» به معنای انگشت گرفته شده است. موز دارای ارزش غذایی بالایی است و مقادیر زیادی پیریدوکسین) ویتامین(B6 ، پتاسیم، کربوهیدرات و فیبر دارد. تکثیر تجاری موز از طریق کشت بافت انجام می‌شود که امکان تکثیر انبوه، جوان‌سازی ارقام قدیمی، حذف بیماری‌ها، حفاظت از منابع ژنتیکی و مدیریت تنش‌های غیرزیستی و زیستی را فراهم می‌کند (Mahmoud, 2020).

تکنیک‌های کشت بافت برای تولید تعداد زیادی گیاه یکنواخت، باکیفیت و عاری از بیماری مفید هستند. این روش امکان تولید مواد گیاهی مورد نیاز را در مدت‌زمان کوتاه و در تمام طول سال، در هر زمان و خارج از فصل، بدون محدودیت‌های ناشی از شرایط آب‌وهوایی فراهم می‌کند. تولید نهال موز از طریق ریزازدیادی در بسیاری از کشورها رایج است و برآورد می‌شود سالانه حدود ۲۵ میلیون گیاه در سراسر جهان به این روش تولید شود. مناسب‌ترین محیط کشت برای ریزازدیادی موز، محیط MS است (Murashige and Skoog, 1962) که در آن از مریستم نوک ساقه به‌عنوان ریزنمونه استفاده می‌شود. بااین‌حال، مهم‌ترین مانع گسترش ریزازدیادی، هزینه بالای این فناوری است که کاربرد گسترده آن را محدود می‌کند. در دهه ۱۹۹۰، ۳۲ شرکت تولیدکننده نهال از طریق ریزازدیادی در هند به دلیل هزینه‌های بالا تعطیل شدند.(Saraswathi et al., 2016)

ریزازدیادی نخستین روش زیست‌فناوری بود که به‌صورت تجاری برای تولید گیاهان باکیفیت و یکنواخت در محصولات مهم اقتصادی مانند موز، پاپایا و گیاهان دارویی مورد استفاده قرار گرفت .(Agnihotri et al., 2004) بااین‌حال، استفاده از روش‌های آزمایشگاهی دارای محدودیت‌هایی نیز هست که از جمله آنها می‌توان به هزینه بالای تولید هر نهال، تکثیر ضعیف و یا از بین رفتن تعداد قابل‌توجهی از گیاهان در مرحله سازگاری با شرایط محیطی اشاره کرد.(Kozai et al., 1988)

در پژوهشی با هدف کاهش هزینه‌های کشت بافت موز، محیط کشت با استفاده از آب معمولی، شکر تجاری و کاهش میزان اجزای نمکی محیط برای تولید گیاه موز تهیه شد و کاهش هزینه‌ای تا ۳۱٫۲ درصد حاصل شد (Hung et al., 2006). در گیاهان مختلف نیز با استفاده از محیط‌های کشت کم‌هزینه، ظروف آزمایشگاهی ارزان‌تر و جایگزین‌های مناسب برای سایر اجزای کشت بافت، کاهش هزینه‌های تکثیر از طریق ریزازدیادی با موفقیت انجام شده است (Varshney et al., 2000; Kodym and Arias, 2001; Kadota and Niimi, 2004).

با توجه به اینکه تکنیک‌های کشت بافت به‌طور گسترده در تکثیر موز مورد استفاده قرار می‌گیرند، توسعه روش‌های نوآورانه برای کاهش هزینه‌ها ضروری است. تولید گیاه موز از طریق کشت بافت باید همراه با کاهش هزینه و افزایش کارایی فرآیند باشد؛ بااین‌حال، کاهش هزینه نباید موجب کاهش کیفیت گیاهان تکثیرشده شود.(Saranya et al., 2024)

کاربرد کشت بافت گیاهی در مطالعات بنیادی و کاربردی بر روی گونه‌های زیستی مختلف به‌سرعت در حال افزایش است. استفاده از فناوری درون‌شیشه‌ای برای تکثیر تجاری گونه‌های گیاهی و تولید ترکیبات زیست‌فعال از آنها، در سراسر جهان به یک فعالیت سودآور در صنعت تبدیل شده است (Yancheva and Kondakova, 2018). هنگامی که منابع کربنی موجود در محیط کشت متفاوت باشند، رشد ریزنمونه‌ها نیز متفاوت خواهد بود که این امر ممکن است ناشی از حساسیت متفاوت بافت‌ها به فورفورال یا هیدروکسی‌متیل‌فورفورال تولیدشده در طی اتوکلاو کردن باشد. در مطالعه Hsiao and Bornman (1989) ، به‌جای ساکارز از ۳ درصد (وزنی/حجمی) شکر معمولی استفاده شد که موجب سبزشدن زودتر و بیشترین تعداد شاخساره در هر ریزنمونه (۵٫۷۵ شاخساره) شد. پس از آن، ۳ درصد (وزنی/حجمی) نبات (۳٫۷۵ شاخساره) و ۴ درصد (وزنی/حجمی) نبات (۱٫۷۵ شاخساره) در رقم Udhayam قرار داشتند. این امر ممکن است به این دلیل باشد که شکر معمولی حاوی ۹۶–۹۷ درصد ساکارز است، درحالی‌که ساکارز آزمایشگاهی حاوی ۹۹٫۹۸ درصد ساکارز است. گزارش شده است که استفاده از شکر معمولی به‌جای ساکارز آزمایشگاهی موجب کاهش ۹۵ درصدی هزینه‌ها شده است. در مطالعه دیگری، Kodym and Arias (2001)نیز با جایگزین کردن ساکارز و Gelrite™ به‌ترتیب با شکر معمولی و نشاسته، به کاهش ۹۰ درصدی هزینه‌ها دست یافتند.

با توجه به مطالعات گسترده انجام‌شده در سراسر جهان درباره تکثیر نهال موز از طریق کشت بافت، هدف این پژوهش بررسی روش‌هایی برای کاهش هزینه‌های مرتبط با این تکنیک تکثیر بود. بنابراین، بررسی شد که کدام‌یک از اجزای محیط کشت را می‌توان بدون تأثیر قابل‌توجه بر کمیت یا کیفیت تکثیر حذف کرد و در عین حال هزینه‌ها را کاهش داد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی

ابتدا تعدادی گیاهچه موز تهیه شدند. این گیاهچه‌ها به اتاقک رشد با دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۶۰–۷۰ درصد و شدت نور ۶۰۰۰–۷۰۰۰ لوکس منتقل شدند (شکل‌های ۱–۱).

تهیه محیط کشت

محیط پایه مورد استفاده در این پژوهش، محیط MS (Murashige and Skoog) بود. عناصر معدنی، ویتامین‌ها و هورمون‌ها به‌صورت محلول‌های ذخیره تهیه شدند. عناصر معدنی شامل عناصر پرمصرف و کم‌مصرف محیط کامل MS بودند. در محیط کشت شاهد، برای القای شاخساره، ۰٫۲۳ میلی‌گرم در لیتر ایندول–۳–استیک اسید (IAA) همراه با ۵ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آمینوپورین (BAP) اضافه شد. برای ریشه‌زایی در کشت‌های زیرکشت نیز ۰٫۲۳ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰٫۱۹ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید (NAA) اضافه شد.

آهن، هورمون‌ها و ویتامین‌ها نیز به‌صورت محلول‌های ذخیره با غلظت ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر تهیه شدند. ویتامین‌ها شامل تیامین با غلظت ۰٫۱ میلی‌گرم در لیتر، پیریدوکسین و اسید نیکوتینیک با غلظت ۰٫۵ میلی‌گرم در لیتر و اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر بودند. اسیدآمینه گلیسین نیز با غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر تهیه شد.

pH محیط کشت روی ۵٫۸ تنظیم شد و برای رسیدن به pH مورد نظر از اسید کلریدریک نرمال و هیدروکسید سدیم نرمال استفاده شد. در محیط کشت شاهد از ساکارز استفاده شد، درحالی‌که در سایر محیط‌ها پیش از افزودن آگار از شکر معمولی استفاده شد. محیط‌ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱٫۵ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه استریل شدند و برای جامد کردن محیط، ۷ گرم آگار در هر لیتر اضافه شد.

کشت ریزنمونه‌ها در محیط کشت

پس از انتقال گیاهان به آزمایشگاه، برگ‌ها، شاخساره‌ها و غلاف برگ حذف شدند تا مریستم رأسی، که به آن نوک شاخساره گفته می‌شود، به دست آید و به‌عنوان ریزنمونه کشت شود. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در محلول ۲۰ درصد سفیدکننده همراه با یک یا دو قطره Tweenتکان داده شدند. سپس نمونه‌ها دو بار با آب مقطر شست‌وشو داده شده و سه بار زیر هود جریان لامینار آبکشی شدند.

پس از آن، قطعه‌ای به طول ۲ سانتی‌متر زیر هود جریان لامینار منتقل شد و غلاف‌های باقی‌مانده برگ از آن جدا شدند تا قطعه‌ای به اندازه ۰٫۵–۱ سانتی‌متر به دست آید که شامل مریستم رأسی همراه با یک یا دو پیش‌برگ (نوک شاخساره) بود. این ریزنمونه‌ها در محیط‌های کشت مختلف کشت شدند.

پس از کشت، درپوش ظروف به‌طور کامل با پارافیلم پوشانده شد و ظروف در اتاق رشد با دمای ۲۷–۳۰ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت قرار گرفتند. زیرکشت هر نمونه پس از یک هفته با همان ترکیبات قبلی انجام شد و این روند تا ظهور شاخساره‌ها ادامه یافت. پس از ظهور شاخساره‌ها، نمونه‌ها به محیط ریشه‌زایی منتقل شدند.

به‌منظور تعیین محیط کشت مناسب و کم‌هزینه برای تکثیر موز، محیط‌های کشت با ترکیبات مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد و برای اطمینان از دقت بیشتر نتایج، آزمایش دو بار تکرار شد. صفات اندازه‌گیری‌شده شامل تعداد گیاهچه‌های رشدکرده، ارتفاع گیاه و تعداد برگ بود. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بودند:

تیمار ۱ :محیط کشت کامل حاوی ساکارز به‌عنوان شاهد استفاده شد.

تیمار ۲ :محیط کشت بدون آهن و میو–اینوزیتول، همراه با شکر معمولی.

تیمار ۳ :ویتامین‌ها و اسیدآمینه گلیسین حذف شدند و از شکر معمولی استفاده شد.

تیمار ۴ :ویتامین‌ها اضافه شدند، هورمون‌ها حذف شدند و از شکر معمولی استفاده شد.

تیمار ۵ :تنها عناصر پرمصرف و کم‌مصرف و شکر معمولی مورد استفاده قرار گرفتند.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstatc انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت (شکل‌های ۱–۴).



شکل ۱- گیاهچه‌های اولیه؛ ۲- کشت نمونه‌های بافتی در ظروف پتری؛ ۳- اندازه‌گیری ارتفاع گیاهچه‌ها؛ ۴- اعمال تیمارهای مختلف پس از دو هفته.

نتایج و بحث

در ابتدا، هزینه هر یک از محیط‌های کشت در تیمارهای مختلف بر اساس نوع محیط کشت، هورمون‌ها، ویتامین‌های مورد استفاده، نوع منبع کربن و سایر اجزای ضروری محیط کشت برآورد شد. ابتدا هزینه یک لیتر محیط کشت برای هر تیمار بر اساس فهرست مواد مورد نیاز و قیمت بازار آنها تعیین شد.

در تیمار شاهد که شامل محیط کشت کامل همراه با هورمون‌ها، ویتامین‌ها، ساکارز و میو-اینوزیتول بود، هزینه برآوردشده ۱۰۰ واحد در نظر گرفته شد. در تیمار دوم، پس از حذف اجزای مشخص‌شده از محیط کشت، هزینه به ۱۸ واحد رسید. هزینه تیمار سوم ۲۸ واحد، تیمار چهارم ۵۰ واحد و تیمار پنجم ۴۰ واحد برآورد شد.

تجزیه واریانس داده‌ها انجام شد و مشخص شد که تعداد گیاهان رشدکرده در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت. بااین‌حال، صفات ارتفاع گیاه و تعداد برگ دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف اندازه‌گیری‌شده در محیط‌های کشت مختلف.

Source of Variation	Degree Freedom	Mean squares		
		N.P.G[1]	N. L[2]	P.H[3]
Treatment	4	0.092[ns]	0.36*	0.246*
Error	10	0.063	0.071	0.061
C.V		13.37	14.35	14.35

۱-تعداد گیاهچه‌های رشدیافته، ۲- تعداد برگ‌ها، ۳- ارتفاع گیاه. تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است.

در تعیین محیط کشت مناسب برای ریزازدیادی، تعداد گیاهچه‌های رشدکرده پس از کشت معیار مناسبی برای ارزیابی محسوب می‌شود. در این آزمایش، از آنجا که برای این صفت اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد، هر تیماری که هزینه کمتری داشته باشد می‌تواند برای شروع کار مناسب باشد. در این آزمایش، تیمار پنجم کمترین هزینه را داشت و با صرفه‌جویی ۶۰ واحد از ۱۰۰ واحد هزینه، محیط کشت امیدبخشی برای کاهش هزینه‌های ریزازدیادی موز در آزمایشگاه بود.

میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند (جدول ۲). در تعداد گیاهان رشدکرده بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج، تیمار پنجم مناسب‌ترین تیمار تشخیص داده شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد.

Treatment	Number of Grown Plants	Number of Leaves	Plant Height (cm)
Complete Medium	2.00a	2.20a	2.18a
Medium Without Iron and Myo-Inositol	2.00a	2.10a	1.75ab
Medium Without Vitamins	1.91a	1.91ab	1.69b
Medium Without Hormones	1.91a	1.48b	1.49b
Medium Without Hormones, Vitamins, Iron, and Myo-Inositol	1.57a	1.44b	1.48b

توجه: مقادیر دارای حروف یکسان) برای مثال«a» ، «ab»و («b» نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها در یک ستون و در سطح معنی‌داری تعیین‌شده هستند.

با این‌حال، صفات تعداد برگ و ارتفاع گیاه اختلاف معنی‌داری داشتند. بر اساس مقایسه میانگین‌ها برای تعداد برگ، در تیمار سوم تعداد برگ‌های تولیدشده کمتر بود، اما تعداد برگ با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. این محیط کشت ۲۸ واحد هزینه کمتری داشت و نشان داد که استفاده از این محیط در مراحل زیرکشت می‌تواند بدون کاهش کیفیت فرآیند تکثیر، به کاهش هزینه‌های تکثیر کمک کند.

صفت ارتفاع گیاه نیز بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نشان داد که تنها محیط کشت تیمار دوم، که ۱۸ واحد هزینه کمتری داشت، می‌توانست نهال‌هایی با ارتفاع مشابه نهال‌های تولیدشده در محیط کشت شاهد ایجاد کند، اما با هزینه‌ای به‌طور معنی‌داری کمتر.

در مجموع، بر اساس نتایج این آزمایش، استفاده از محیط کشت تیمار پنجم که ۶۰ واحد هزینه کمتری دارد، در مرحله اولیه ریزازدیادی توصیه می‌شود. برای مراحل زیرکشت نیز استفاده از تیمار سوم که موجب کاهش ۲۸ واحدی هزینه می‌شود، مناسب است و در مجموع می‌تواند حداقل ۴۴ واحد کاهش هزینه در تهیه محیط کشت ایجاد کند.

مطالعات بیشتر نشان داده‌اند که استفاده از جایگزین‌های کم‌هزینه برای آب دوبار تقطیرشده، ساکارز و/یا آگار می‌تواند موجب کاهش قابل‌توجه هزینه‌ها شود. بیشترین کاهش هزینه (۸۶٫۴ درصد) زمانی حاصل شد که ساگو به‌تنهایی به‌عنوان ماده ژل‌کننده استفاده شد. پس از آن، استفاده از ترکیب ساگو و آگار با کاهش هزینه ۸۳٫۹ درصد، ساگو همراه با آگار با ۷۸٫۷ درصد، استفاده از اسفرزه به‌تنهایی با ۷۰٫۹ درصد و اسفرزه همراه با آگار با ۶۴ درصد قرار داشتند. همچنین، هزینه آب و منابع کربنی به‌ترتیب ۸۶ و ۹۵ درصد کاهش یافت (Saraswathi et al., 2016).

در مطالعه حاضر، هزینه مواد ژل‌کننده ارزیابی نشد؛ بااین‌حال، کاهش سایر اجزای محیط کشت موجب صرفه‌جویی ۴۴ واحد، معادل ۵۰ درصد کاهش هزینه، بدون تأثیر بر سرعت یا کیفیت تکثیر شد.

در صورت بررسی ماده ژل‌کننده و جایگزینی آن با یک گزینه مقرون‌به‌صرفه، می‌توان به صرفه‌جویی بیشتری دست یافت. در پژوهش حاضر، تمرکز اصلی بر کاهش تعداد اجزای محیط کشت بود، درحالی‌که مطالعه مذکور بر استفاده از مواد جایگزین تمرکز داشت و به همین دلیل کاهش هزینه بیشتری را گزارش کرد.

کاملاً مشخص است که رشد اندام‌های هوایی، تعداد برگ‌ها و ارتفاع گیاه تحت تأثیر هورمون‌ها قرار می‌گیرند. در تیماری که هورمون‌ها حذف شدند، تعداد برگ‌ها و ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد حاوی هورمون، اختلاف معنی‌داری داشتند Wong (1986). نقش BAP را در افزایش تعداد شاخساره‌ها در کشت بافت گیاه موز بررسی کرد و نتیجه گرفت که افزودن BAP موجب افزایش القای شاخساره در ریزنمونه‌ها می‌شود. بااین‌حال، غلظت بهینه توصیه‌شده BAP برای ریزازدیادی موز ۲۰ میکرومول است.

نتایج این آزمایش نیز نشان داد که در تیمارهای چهار و پنج، با حذف هورمون‌ها، تعداد شاخساره‌ها و برگ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

در تمام محیط‌هایی که حاوی غلظت‌های مختلف NAA بودند، و همچنین در محیط‌های متداول و کم‌هزینه حاوی ترکیب NAA وGA3 ، آغاز و توسعه ریشه مشاهده شد. برتری NAA ، IAA و IBA در ریشه‌زایی آزمایشگاهی نهال‌های موز ارقام Williams و Grande Naine گزارش شده است. در مقابل، Ehsan et al. (1998) گزارش کردند که بهترین پاسخ در محیط MS فاقد هورمون برای موز معمولی (*Musa sapientum*) به دست آمد.

منابع

Agnihotri, A., Prem, D. and Gupta, K. 2004. Biotechnology in quality improvement of oil seed brassicas. In: Srivastava, P.S., Narula, A. and Srivastava, S. (Eds.), *Plant Biotechnology and Molecular Markers*, pp. 144–155. Anamaya Publishers, New Delhi.

Hasan, A.S., Khasim, S.M. and Ramudu, J. 2020. Development of standard protocols for in vitro regeneration of some selected banana cultivars (*Musa* spp.) from India. In: Khasim, S.M., Long, C., Thammasiri, K. and Lutken, H. (Eds.), *Medicinal Plants: Biodiversity, Sustainable Utilization and Conservation*, Vol. 45, pp. 743–759. Springer Nature, Singapore.

Hsiao, K.C. and Bornman, C.H. 1989. Cyanide initiated nitrogen consumption in autoclaved culture media containing sugars. Plant Cell Reports, 8: 90–92.

Hung, D.C., Johnson, K. and Torpy, F. 2006. Liquid culture for efficient micropropagation of *Wasabia japonica* (Miq.) Matsumura. In Vitro Cellular & Developmental Biology–Plant, 42: 548–552.

Kadota, M. and Niimi, Y. 2004. Improvement of micropropagation of Japanese yam using liquid and semisolid medium culture. Scientia Horticulturae, 102: 461–466.

Kodym, A. and Zapata-Arias, F.J. 2001. Low-cost alternatives for the micropropagation of banana. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 66: 67–71.

Kozai, T., Kobuta, C. and Watanabe, I. 1988. Effects of basal medium composition on the growth of carnation plantlets in auto- and mixotrophic tissue culture. Acta Horticulturae, 230: 159–166.

Piatezak, E., Wielanek, M. and Wysokinska, H. 2005. Liquid culture system for shoot multiplication and secoiridoid production in micropropagated plants of *Centaurium erythraea* Rafn. Plant Science, 168: 431–437.

Saraswathi, M.S., Uma, S., Kannan, G., Selvasumathi, M., Mustaffa, M.M. and Backiyarani, S. 2016. Cost-effective tissue culture media for large-scale propagation of three commercial banana (*Musa* spp.) varieties. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 91(1): 23–29.

Saranya, S., Gayathri, M.K., Reni Krishna, R., Bindumole, V.R. and Remakanthan, A. 2024. A rapid and cost effective hardening method for tissue culture derived banana plantlets. Plant Tissue Culture and Biotechnology, 34(1): 11–24.

Shalan, A.M., El-Kady, M.E., El-Boray, M.S., Shabana, Y.M. and Grosser, J.W. 2020. Silicon nanoparticles mitigate oxidative stress of in vitro-derived banana (*Musa acuminata* ‘Grand Nain’) under simulated water deficit or salinity stress. South African Journal of Botany, 132: 155–163.

Tyagi, R.K., Agrawal, A., Mahalakshmi, C., Hussain, Z. and Tyagi, H. 2007

Low-cost culture media for banana propagation through tissue culture (Musa sp.)

Hooshang Goharchini[1*]
1. Faculty member Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: hgohar129@gmail.com*

Abstract

Banana, as a tropical fruit. Every year, many seedlings of this plant grow in gardens worldwide. In many parts of the world, micropropagation and tissue culture are used to propagate this valuable plant, So investigating ways to reduce propagation costs through tissue culture for banana plant propagation can be helpful to. Initially, some banana seedlings were prepared in completely randomized experimental design with five treatments and three repetitions of low-cost culture media with different combinations to determine a low-cost and suitable culture medium for banana micropropagation. The treatments included treatment with complete MS culture medium supplemented with vitamins and hormones as a control; in the second treatment, we removed iron and myo-Inositol; in the third treatment, only vitamins were removed; in the fourth treatment only hormones were removed; and fifth treatment, only were macro, micro elements, sugar and agar. Various traits, plant number, height, and number of leaves were measured. According to the obtained results, the fifth treatment, with a reduction of 60 units of cost, can be used as the primary culture medium for propagation through tissue culture, and the culture medium of the third treatment is a suitable culture medium for cultivation without reducing the quality of reproduction and, in total, results in at least 44 units of cost savings in the preparation of culture medium for banana propagation through micropropagation compared with the culture media used in conventional methods.

Keywords: Banana, low-cost cultivation medium, Micropropagation, Tissue culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی بیوانفورماتیکی پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ در گیاه آرابیدوپسیس

هدی السادات عقیلی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *hoda_aghili@yahoo.com*

چکیده

خانواده چند ژنی پروتئین کینازهای وابسته به کلسیم (CDPKs) در گیاهان نقش مهمی در تنظیم رشد، نمو و تحمل به تنش ایفا می‌کنند. تاکنون ۳۴ ژن از این خانواده در گیاه آرابیدوپسیس شناسایی شده است. *پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱* (*CDPK1*) یکی از اعضای مهم این خانواده ژنی است که با فعال‌سازی واکنش‌های فسفوریلاسیون در پاسخ به تغییرات غلظت کلسیم سیتوزولی سبب تنظیم پاسخ‌های گیاه به محرک‌های محیطی می‌گردد. مطالعه بیوانفورماتیکی *CDPK1* در گیاه آرابیدوپسیس نشان داد که این ژن با ۳۹۹۱ نوکلئوتید روی کروموزوم شماره ۵ و رشته معکوس قرار دارد. همچنین ۷ اگزون و ۶ اینترون برای این ژن مشخص شد. این ژن با ۶۵ ژن دیگر دارای شبکه برهمکنش از نوع برهمکنش فیزیکی می‌باشد. مکان‌یابی زیر سلولی، حضور این پروتئن را در پراکسی‌زوم و غشای پراکسی‌زوم مشخص کرد، این پروتئین دارای ویژگی‌های عملکردی اتصال به DNA، فعالیت کینازی هیستون H2A.S1، فعالیت کینازی پروتئین سرین، فعالیت کینازی سرین/ترئونین و اتصال به یون کلسیم است و در فرآیندهای زیستی اتوفسفوریلاسیون پروتئین، فسفوریلاسیون پروتئین و تنظیم پیری برگ نقش مهمی دارد. بررسی بیوانفورماتیکی این پروتئین نشان داد که دارای ۶۱۰ اسید آمینه و وزن مولکولی ۶۸/۲۵ کیلودالتون است، بیشترین فراوانی اسید آمینه در ترکیب پروتئین CDPK1 به ترتیب مربوط به گلوتامیک اسید با ۵۷ عدد و لوسین و لیزین به ترتیب با ۵۰ و ۴۹ عدد و کمترین فراوانی اسید آمینه مربوط به تریپتوفان و سیستئین به ترتیب با ۵ و ۸ عدد بود. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی برای این پروتئین، شامل شاخص ناپایداری ۴۳/۱۰، نقطه ایزوالکتریک ۵/۳۴، شاخص آلیفاتیک ۷۸/۳۰ و متوسط هیدروپاتی ۰/۴۵۲- بود. بنابراین پروتئین CDPK1، پروتئینی ناپایدار، غیرقطبی و غیرمقاوم به حرارت بالا ارزیابی شد.

واژه‌های کلیدی: آرابیدوپسیس، ، تنش، بیوانفورماتیک، پروتئین ،کلسیم.

مقدمه

در گیاهان، خانواده چند ژنی پروتئین کینازهای وابسته به کلسیم (CDPKs) نقش مهمی در تنظیم رشد، نمو و تحمل به تنش ایفا می‌کنند (Dekomah et al., 2022) این پروتئین‌ها به عنوان حسگرهای کلسیمی در گیاهان شناخته می‌شوند که نقش اساسی در انتقال سیگنال‌های کلسیم و تنظیم پاسخ‌های گیاه به محرک‌های محیطی دارند، این پروتئین‌ها قادر به فعال‌سازی واکنش‌های فسفوریلاسیون در پاسخ به تغییرات غلظت کلسیم سیتوزولی هستند (Huang et al., 2018) و فرآیندهای سیگنالینگ پایین‌دست را آغاز می‌کنند (Dekomah et al., 2022).

در گیاه آرابیدوپسیس (Arabidopsis thaliana) ۳۴ ژن پروتئین کینازهای وابسته به کلسیم شناسایی شده است (Shi et al., 2018). در گیاهان ژن *پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱* (CDPK1/CPK1) منجر به مقاومت به تنش‌های شوری، خشکی، بیماری‌های قارچی و باکتریایی می‌شود و همچنین تاثیر مثبت بر متابولیت‌های ثانویه و کشت‌های سلولی کالوس دارد (Dubrovina and Kiselev, 2025).

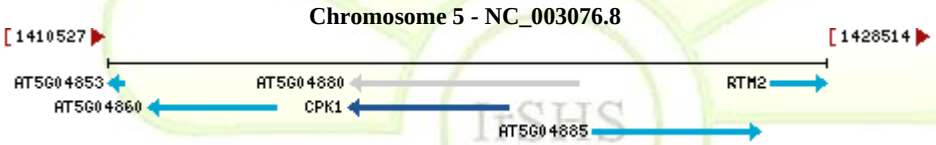
با توجه به اهمیت پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱، هدف این مطالعه، بررسی داده‌های بیوانفورماتیکی آن در گیاه مدل آرابیدوپسیس (A. thaliana) است تا نقش آن در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه روشن‌تر شود و از نتایج حاصل بتوان در اصلاح و مقاومت گیاه در تنش‌های محیطی استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

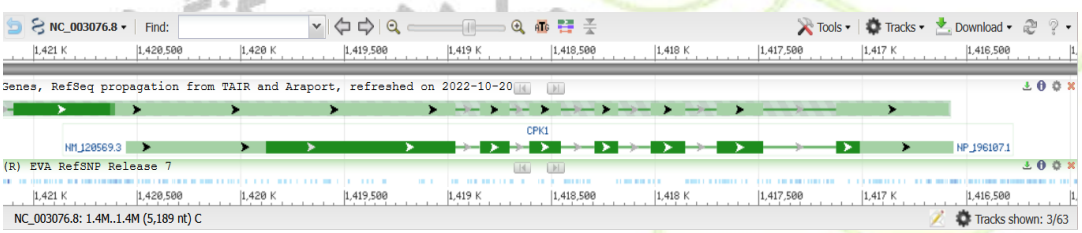
به منظور مطالعه بیوانفورماتیکی ژن *پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱* (CDPK1) در گیاه مدل آرابیدوپسیس (A. thaliana)، نخست از سایت NCBI اطلاعات مربوط به این ژن در گیاه مدل آرابیدوپسیس تالیانا (Gene ID: 830366) به نشانی https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/830366 و پایگاه داده EnsemblPlants (AT5G04870) به نشانی https://plants.ensembl.org/Arabidopsis_thaliana به دست آمد. سپس از پایگاه داده uniprot به شماره دسترسی Q06850 اطلاعات مربوط به پروتئین CDPK1 به نشانی https://www.uniprot.org/uniprotkb/Q06850/entry بررسی شد، با استفاده از پایگاه داده ProtParam خواص فیزیکو شیمیایی آن به نشانی https://web.expasy.org/cgi-bin/protparam/protparam بررسی گردید. همچنین برهمکنش شبکه ژنی آن در پایگاه داده thalemine به نشانی https://bar.utoronto.ca/thalemine/report مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج و بحث

بررسی این ژن در پایگاه داده NCBI و thalemine نشان داد که در گیاه آرابیدوپسیس (A. thaliana)، *پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱* (CDPK1) روی کروموزوم شماره ۵ و روی رشته معکوس قرار دارد، این ژن به طول ۳۹۹۱ نوکلئوتید و دارای هفت اگزون، شش انترون و یک ترنسکریپت است (پایگاه‌های داده NCBI و thalemine) (شکل ۱و ۲) وجود ساختار چند اگزونی در این ژن می‌تواند سبب امکان وقوع پیرایش متناوب و تولید ایزوفرم‌های عملکردی متنوع گردد (Filichkin et al., 2010). همچنین CDPK1 دارای ۴۵ ژن پارالوگ و ۱۸۵ ژن ارتولوگ می‌باشد (پایگاه داده EnsemblPlants) که نشان‌دهنده حفاظت تکاملی گسترده و نقش کلیدی در عملکردهای حفاظتی و تطابق با تنش‌های محیطی است (Mohanta et al., 2019).

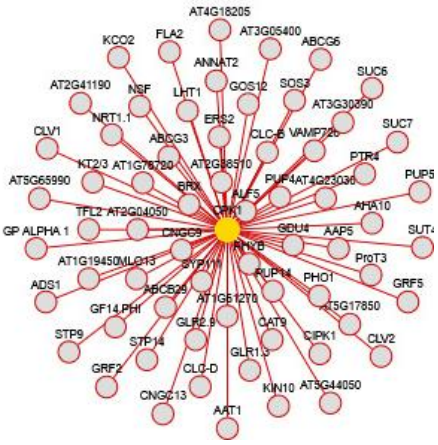


شکل ۱- موقعیت *CDPK1* روی کروموزوم ۵ (پایگاه داده NCBI).



شکل ۲- موقعیت و تعداد اگزون‌ها و انترون‌های *CDPK1* روی کروموزوم ۵ (پایگاه داده NCBI).

بر اساس پایگاه داده thalemine این ژن دارای شبکه برهمکنش ژنی مستقیم با ۶۵ ژن دیگر در مسیرهای رشد و پاسخ به تنش‌های محیطی است که این برهمکنش از نوع برهمکنش فیزیکی می‌باشد (شکل ۳). نتایج بررسی این شبکه برهمکنش ژنی می‌تواند در شناسایی مسیرهای کلیدی سیگنالینگ کلسیم و تعیین ژن‌های هدف برای افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی بکار رود.



شکل ۳- شبکه برهمکنش فیزیکی *CDPK1*.

در پایگاه‌های داده thalemine و uniprot محل قرارگیری آن در سلول در پراکسی‌زوم و غشای پراکسی‌زوم مشخص شد و همچنین برای پروتئین CDPK1 ویژگی‌های عملکردی اتصال به DNA، فعالیت کینازی هیستون H2A.S1، فعالیت کینازی پروتئین سرین، فعالیت کینازی پروتئین، فعالیت کینازی سرین/ترئونین پروتئین و اتصال به یون کلسیم مشخص گردید، این پروتئین در فرآیندهای زیستی اتوفسفوریلاسیون پروتئین، فسفوریلاسیون پروتئین و تنظیم پیری برگ نقش مهمی دارد. مشاهده CDPK1 در پراکسی‌زوم، نشان دهنده وجود مکانیسمی برای تنظیم عملکردهای پراکسی‌زومی واسطه به کلسیم است که در فرآیندهای استرس اکسیداتیو و متابولیسم لیپید نقش دارند (Dammann et al., 2003). پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ به عنوان کیناز مسئول فسفریلاسیون PAL شناسایی شده است، پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ یک کیناز وابسته به کلسیم است که در بسیاری از فرآیندهای سیگنال‌دهی کلسیمی و پاسخ‌های به استرس در گیاهان نقش دارد (Cheng et al., 2001). پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ از طریق فسفریلاسیون ((Resistant Element Oxidative 1 (ORE1)، نقش مهمی در تنظیم فرآیند پیری برگ و مرگ سلولی دارد، به عبارت دیگر ORE1 به عنوان یک هدف فسفریلاسیون توسط پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ ، در تنظیم روند پیری و پاسخ به سیگنال‌های استرس در گیاهان دخیل است (Durian et al., 2020).

خواص فیزیکوشیمایی بدست آمده از پایگاه داده ProtParam، برای این پروتئین با ۶۱۰ اسیدآمینه و وزن مولکولی ۶۸/۲۵ کیلودالتون نشان داد که شاخص آلیفاتیک ۷۸/۳۰ و نقطه ایزوالکتریک پیش بینی شده ۵/۳۴، شاخص GRAVY ۰/۴۵۲- بود، همچنین تعداد کل آمینو اسیدها دارای بار منفی ۱۰۱ آمینواسید (آسپاراتیک اسید و گلوتامیک اسید) و ۸۱ آمینو دارای بار مثبت (آرژنین و لیزین) تعیین شد، ضریب خاموشی این پروتئین در ۲۸۰ nm در محیط آب برابر ۴۳۸۹۰ و شاخص ناپایداری ۴۳/۱۰ محاسبه شد (جدول ۲)، همچنین بیشترین تعداد اسید آمینه در ترکیب پروتئین CDPK1 به ترتیب مربوط به گلوتامیک اسید با ۵۷ عدد (۹/۳٪) و لوسین و لیزین به ترتیب با ۵۰ و ۴۹ عدد (۸/۲٪ و ۸٪) و کمترین تعداد اسید آمینه مربوط به تریپتوفان و سیستئین به ترتیب با ۵ و ۸ عدد (۰/۸٪ و ۱/۳٪) بود (جدول ۱).

با توجه به نتایج ویژگی فیزیکو شیمیایی بدست آمده برای پروتئین CDPK1 در پایگاه داده ProtParam، شاخص ناپایداری این پروتئین بیشتر از ۴۳/۱۰ محاسبه گردید؛ که شاخص بیشتر از ۴۰، این پروتئین در گروه پروتئین‌های ناپایدار قرار می‌دهد (فهیمی بایرامی و همکاران، ۱۳۹۵).

نقطه ایزوالکتریک برای CDPK1 ۵/۳۴ پیش بینی شد. این شاخص برای انتخاب و بهینه‌سازی روش‌های خالص سازی پروتئین مانند کروماتوگرافی تبادل یونی و یا الکتروفورز ایزوالکتریک فوکوسینگ مفید است (فلاح زاده ممقانی، ۱۳۹۵).

شاخص آلیفاتیک برای پروتئین CDPK1 ۷۸/۳۰ محاسبه شد؛ از آنجایی که شاخص آلیفاتیک پروتئین CDPK1 کمتر از ۱۰۰ بود پس این پروتئین در دمای بالا مقاومت حرارتی ندارد (عرب و همکاران، ۱۴۰۰)- (فلاح زیارانی و صفایی زاد، ۱۴۰۱).

متوسط هیدروپاتی کل (GRAVY) پروتئین CDPK1 ۰/۴۵۲- محاسبه شد که بیانگر غیرقطبی بودن این پروتئین است (فلاح زیارانی و صفایی زاد، ۱۴۰۱). این نتایج در بیان نوترکیب این پروتئین، مطالعات بیوشیمیایی و درک عملکرد بیولوژیکی CDPK1 اهمیت دارد.

جدول ۱- ترکیب پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ (CPK1) از پایگاه داده ProtParam.

نام اسید آمینه	تعداد اسید آمینه در ترکیب پروتئین	درصد اسید آمینه در ترکیب پروتئین	نام اسید آمینه	تعداد اسید آمینه در ترکیب پروتئین	درصد اسید آمینه در ترکیب پروتئین
Ala (A)	۴۰	۶/۶	Leu (L)	۴۹	۸/۰
Arg (R)	۳۱	۵/۱	Lys (K)	۵۰	۸/۲
Asn (N)	۱۴	۲/۳	Met (M)	۲۰	۳/۳
Asp (D)	۴۴	۷/۲	Phe (F)	۲۷	۴/۴
Cys (C)	۸	۱/۳	Pro (P)	۳۰	۴/۹
Gln (Q)	۲۰	۳/۳	Ser (S)	۴۵	۷/۴
Glu (E)	۵۷	۹/۳	Thr (T)	۲۹	۴/۸
Gly (G)	۴۱	۶/۷	Trp (W)	۵	۰/۸
His (H)	۱۴	۲/۳	Tyr (Y)	۱۱	۱/۸
Ile (I)	۲۹	۴/۸	Val (V)	۴۶	۷/۵

جدول ۲- ویژگی های فیزیکو شیمیایی پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱ (CPK1) از پایگاه داده ProtParam.

کل آمینو اسیدها دارای بار مثبت	کل آمینو اسیدها دارای بار منفی	ضریب خاموشی	شاخص ناپایداری (II)	شاخص GRAVY	نقطه ایزوالکتریک (pI)	شاخص آلیفاتیک (AI)	وزن مولکولی (KD)	اندازه پروتئین (aa)
۸۱	۱۰۱	۴۳۸۹۰	۴۳/۱۰	۰/۴۵۲-	۵/۳۴	۷۸/۳۰	۶۸/۲۵۳۶۷	۶۱۰

مطالعه حاضر با تحلیل بیوانفورماتیکی ژن *پروتئین کیناز وابسته به کلسیم ۱* در آرابیدوپسیس (*A. thaliana*) نشان داد که *CDPK1* دارای ۴۵ ژن پارالوگ و ۱۸۵ ژن ارتولوگ می‌باشد. همچنین این ژن با ۶۵ ژن کلیدی در مسیرهای رشد و پاسخ به تنش برهمکنش فیزیکی دارد. این پروتئین با دارا بودن دومین‌های کینازی و اتصال به کلسیم، در فرآیندهایی نظیر فسفوریلاسیون پروتئین‌ها، اتوفسفوریلاسیون، تنظیم پیری برگ، و پاسخ به تنش‌های محیطی نقش اساسی ایفا می‌کند. نتایج بیوانفورماتیکی پروتئین CDPK1 نشان داد که یک پروتئین ناپایدار، غیرقطبی و حساس به دما است که در پراکسی‌زوم و غشای پراکسی‌زوم قرار دارد. این ویژگی‌ها بیانگر نقش این CDPK 1 در تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاه است. با توجه به اهمیت این ژن در مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی، نتایج حاصل می‌تواند مبنایی برای مطالعات آینده در جهت بهبود تحمل تنش و اصلاح ژنتیکی گیاهان باشد.

منابع

عرب، م.، نجفی زرینی، ح.، نعمت‌زاده، ق. و هاشمی پطرودی، س.ح. ۱۴۰۰. مطالعه بیوانفورماتیکی پروتئین کینازهای وابسته به کلسیم (CPK) در گیاه آلوروپوس لیتورالیس (*Aeluropus littoralis* L.). فصلنامه علمی زیست‌فناوری گیاهان زراعی، ۱۰(۳۳): ۱–۱۹.

فلاح‌زاده ممقانی، م. ۱۳۹۵. توصیف پروتئین‌های محافظت‌شده فرضی از *Xanthomonas citri* subsp. *citri* با فعالیت محرک تولید اتیلن در گیاه آرابیدوپسیس. مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی، ۵(۱): ۳۱–۳۹.

فلاح زیارانی، م. و صفایی‌زاد، م. ۱۴۰۱. آنالیز *in silico* ژن ۶-فروکتوزترانسفراز در *Triticum aestivum* L. زیست‌فناوری گیاهان زراعی، ۱۱(۴): ۷۵–۹۲.

Cheng, S.H., Sheen, J., Gerrish, C. and Bolwell, G.P. 2001. Molecular identification of phenylalanine ammonia-lyase as a substrate of a specific constitutively active Arabidopsis CDPK expressed in maize protoplasts. FEBS Letters, 503(2–3): 185–188.

Dammann, C., Ichida, A., Hong, B., Romanowsky, S.M., Hrabak, E.M., Harmon, A.C., Pickard, B.G. and Harper, J.F. 2003. Subcellular targeting of nine calcium-dependent protein kinase isoforms from Arabidopsis. Plant Physiology, 132(4): 1840–1848.

Dekomah, S.D., Bi, Z., Dormatey, R., Wang, Y., Haider, F.U., Sun, C., Yao, P. and Bai, J. 2022. The role of CDPKs in plant development, nutrient and stress signaling. Frontiers in Genetics, 13: 996203.

Durian, G., Sedaghatmehr, M., Matallana-Ramirez, L.P., Schilling, S.M., Schaepe, S., Guerra, T., Herde, M., Witte, C.P., Mueller-Roeber, B., Schulze, W.X., Balazadeh, S. and Romeis, T. 2020. Calcium-dependent protein kinase CPK1 controls cell death by in vivo phosphorylation of senescence master regulator ORE1. The Plant Cell, 32(5): 1610–1625.

Filichkin, S.A., Priest, H.D., Givan, S.A., Shen, R., Bryant, D.W., Fox, S.E. and Mockler, T.C. 2010. Genome-wide mapping of alternative splicing in *Arabidopsis thaliana*. Genome Research, 20(1): 45–58.

Huang, K., Peng, L., Liu, Y., Yao, R., Liu, Z., Li, X., Yang, Y. and Wang, J. 2018. Arabidopsis calcium-dependent protein kinase AtCPK1 plays a positive role in salt/drought-stress response. Biochemical and Biophysical Research Communications, 498(1): 92–98.

Kiselev, K.V. and Dubrovina, A.S. 2025. The role of calcium-dependent protein kinase (CDPK) genes in plant stress resistance and secondary metabolism regulation. Plant Growth Regulation: 1–18.

Mohanta, T.K., Kumar, P. and Bae, H. 2019. Genomics and evolutionary aspect of calcium-dependent protein kinases (CDPKs) in plants. BMC Plant Biology, 19(1): 1–21.

Shi, S., Li, S., Asim, M., Mao, J., Xu, D., Ullah, Z., Liu, G., Wang, Q. and Liu, H. 2018. The *Arabidopsis* calcium-dependent protein kinases (CDPKs) and their roles in plant growth regulation and abiotic stress responses. International Journal of Molecular Sciences, 19(7): 1900.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Bioinformatic investigation of calcium-dependent protein kinase 1 in Arabidopsis

Hoda Alsadat Aghili[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Plant Production, Gorgan University Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: hoda_aghili@yahoo.com

Abstract

The calcium-dependent protein kinase (CDPK) gene family plays an important role in regulating growth, development, and stress tolerance in plants. In *Arabidopsis thaliana,* 34 genes from this family have been identified. Calcium-dependent protein kinase 1 (CDPK1) is a key member of this gene family, which regulates the plant's response to environmental stimuli by activating phosphorylation reactions in response to changes in cytosolic calcium concentration. Bioinformatics analysis of *CDPK1* in Arabidopsis revealed that the gene is located on chromosome 5 (reverse strand), spanning 3991, nucleotides, and consists of 7 exons and 6 introns. For the gene, a physical gene network with 65 other genes was identified. The subcellular component of CDPK1 has been identified in the peroxisome and peroxisomal membrane. This protein exhibits molecular functions such as DNA binding, histone H2AS1 kinase activity, protein serine kinase activity, protein kinase activity, protein serine/threonine kinase activity, and calcium ion binding. It plays a significant role in biological processes such as protein autophosphorylation, protein phosphorylation, and leaf senescence regulation. Bioinformatics analysis also showed that CDPK1 consists of 610 amino acids with a molecular weight of 68.25 kDa. The highest frequency of amino acid in the protein composition, CDPK1 was calculated to glutamic acid residues (57), followed by leucine (50) and lysine (49), while tryptophan (5) and cysteine (8) had the lowest frequency. The results of the physicochemical properties of this protein included an instability index of 10.43, an isoelectric point of 34.5, an aliphatic index of 30.78, and an average hydropathy of -0.452. Based on these bioinformatic results, CDPK1 is an unstable, nonpolar protein with low heat stability.

Keywords: Arabidopsis, Bioinformatic, Calcium, Protein, Stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش متیلاسیون در پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی مختلف

اسماعیل کابوسی[1*]، ابوالفضل لولایی[1] و مصطفی خوشحال سرمست[2]

۱- اصلاح و بیوتکنولوژی علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: *esmaeel.kaboosi@gmail.com*

چکیده

تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی، شوری، دماهای بالا و پایین، و کمبود مواد مغذی، از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان هستند. گیاهان برای مقابله با این تنش‌ها از مکانیسم‌های تنظیمی متعددی بهره می‌برند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها تغییرات اپی‌ژنتیکی از جمله متیلاسیون DNA است. متیلاسیون DNA به عنوان یک تغییر اپی‌ژنتیکی پایدار، نقش مهمی در تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با پاسخ به تنش‌های غیرزیستی دارد. این تغییرات می‌توانند به صورت موقتی یا پایدار باشند و حتی در نسل‌های بعدی نیز منتقل شوند که به حافظه اپی‌ژنتیکی گیاه کمک می‌کند. در این مقاله مروری، به بررسی نقش متیلاسیون DNA در گیاهان تحت تنش‌های مختلف غیرزیستی پرداخته شده است. ابتدا مفاهیم پایه‌ای متیلاسیون DNA و اپی‌ژنتیک معرفی شده و اهمیت پاسخ‌های گیاهی به تنش‌ها بیان می‌شود. سپس به بررسی نقش متیلاسیون در پاسخ به تنش‌های خشکی، شوری، دماهای بالا و پایین، و کمبود مواد مغذی پرداخته می‌شود. همچنین نقش حافظه اپی‌ژنتیکی و اثرات انتقالی این تغییرات به نسل‌های بعدی مورد بحث قرار می‌گیرد. یافته‌های اخیر نشان می‌دهد که متیلاسیون DNA به عنوان یک مکانیسم تنظیمی کلیدی، به گیاهان امکان می‌دهد تا به طور مؤثری به تغییرات محیطی پاسخ دهند و تحمل خود را در برابر تنش‌ها افزایش دهند. این بررسی می‌تواند به توسعه راهکارهای نوین برای بهبود مقاومت گیاهان در شرایط نامساعد محیطی کمک کند.

واژه‌های کلیدی: اپی‌ژنتیک، تنش‌های غیرزیستی، تنظیم اپی‌ژنتیکی، سازگاری محیطی، متیلاسیون DNA.

مقدمه

متیلاسیون DNA یکی از مهم‌ترین تغییرات اپی‌ژنتیکی است که در آن گروه‌های متیل به موقعیت‌های خاصی ازDNA ، به ویژه سیتوزین‌ها، افزوده می‌شوند. این تغییرات باعث تنظیم بیان ژن‌ها بدون تغییر در توالی DNA می‌شوند و می‌توانند از نسلی به نسل دیگر منتقل شوند. اپی‌ژنتیک به مجموعه تغییراتی گفته می‌شود که بر بیان ژن‌ها تأثیر می‌گذارند اما توالی DNA را تغییر نمی‌دهند و شامل متیلاسیونDNA ، اصلاحات هیستونی و RNA های کوچک تنظیمی است (Kuhlmann et al, 2021). گیاهان به دلیل ماهیت غیرمتحرک خود، به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی قرار دارند و برای بقا و رشد نیازمند سازگاری با این شرایط هستند. تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی، شوری، دماهای نامساعد و کمبود مواد مغذی، از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد و تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شوند (Miryeganeh, 2021). این تنش‌ها باعث اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان شده و می‌توانند منجر به کاهش رشد و تولید مثل شوند. در سال‌های اخیر، نقش اپی‌ژنتیک و به ویژه متیلاسیون DNA در تنظیم پاسخ‌های گیاهی به تنش‌های غیرزیستی مورد توجه قرار گرفته است. تغییرات در الگوهای متیلاسیون DNA می‌تواند بیان ژن‌های مرتبط با پاسخ به تنش را فعال یا مهار کند و به این ترتیب به گیاهان کمک کند تا به شرایط نامساعد محیطی سازگار شوند (Shriti et al., 2024). هدف این مقاله مروری، جمع‌بندی یافته‌های جدید در زمینه نقش متیلاسیون DNA در تنظیم پاسخ‌های گیاهی به تنش‌های غیرزیستی مختلف است. این مقاله به بررسی مکانیسم‌های متیلاسیون DNA در گیاهان، نقش آن در پاسخ به تنش‌های خشکی، شوری، دما و کمبود مواد مغذی، و همچنین حافظه اپی‌ژنتیکی و اثرات انتقالی آن می‌پردازد.

متیلاسیون DNA در گیاهان

متیلاسیون DNA در گیاهان به طور عمده در سه زمینه سیتوزین رخ می‌دهد CG، CHG و CHH که در آن H می‌تواند A ، Tیا Cباشد. این تغییرات توسط آنزیم‌های DNA متیل‌ترانسفراز انجام می‌شود و می‌تواند بیان ژن‌ها را از طریق تغییر ساختار کروماتین تنظیم کند (Kuhlmann et al, 2021). گیاهان به طور خاص قادر به متیلاسیون در زمینه‌های نامتقارن (CHH) هستند که این ویژگی در سایر موجودات کمتر دیده می‌شود. این متیلاسیون به کمک مکانیزم-RNA هدایت کننده متیلاسیون DNA (RdDM) انجام می‌شود که در آن RNAهای کوچک نقش کلیدی دارند (Shriti et al., 2024). متیلاسیون DNA معمولاً با ساختارهای کروماتین هتروکروماتینی مرتبط است و می‌تواند باعث سرکوب تکرارهای ژنتیکی و تنظیم بیان ژن‌ها شود. این تغییرات می‌توانند از طریق تقسیم سلولی حفظ شوند و حتی در نسل‌های بعدی منتقل شوند (Kuhlmann et al, 2021). مطالعات نشان داده‌اند که الگوهای متیلاسیون DNA در پاسخ به شرایط محیطی مانند تنش‌های غیرزیستی دچار تغییر می‌شوند و این تغییرات می‌توانند به تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با پاسخ به تنش کمک کنند (Yong-Villalobos et al., 2015). در گیاهان، متیلاسیون DNA نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای رشد، نمو و پاسخ به استرس‌ها ایفا می‌کند. این تغییرات می‌توانند به صورت موضعی یا گسترده در ژنوم رخ دهند و باعث تغییر بیان ژن‌ها شوند. به علاوه، متیلاسیون DNA می‌تواند با سایر تغییرات اپی‌ژنتیکی مانند اصلاحات هیستونی تعامل داشته باشد و شبکه‌ای پیچیده از تنظیمات اپی‌ژنتیکی را شکل دهد (Bhadouriya et al., 2021). در نهایت، متیلاسیون DNA یک مکانیسم انعطاف‌پذیر است که به گیاهان امکان می‌دهد تا به سرعت به تغییرات محیطی پاسخ دهند و سازگاری خود را افزایش دهند.

متیلاسیون و پاسخ به تنش‌های غیرزیستی

تنش خشکی

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که باعث کاهش شدید تولید محصولات کشاورزی می‌شود. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تحت شرایط خشکی، الگوهای متیلاسیون DNA در گیاهان تغییر می‌کند و این تغییرات می‌توانند بیان ژن‌های مرتبط با پاسخ به خشکی را تنظیم کنند (Miryeganeh, 2021). به عنوان مثال، در برنج، تغییرات متیلاسیون در نواحی خاصی از ژنوم باعث فعال شدن ژن‌های مقاوم به خشکی شده است. همچنین، گیاهان مقاوم به خشکی معمولاً الگوهای متیلاسیون پایدارتری نسبت به گیاهان حساس دارند (Kumar and Mohapatra, 2021). مطالعات نشان داده‌اند که برخی تغییرات متیلاسیونی ناشی از خشکی حتی پس از برگشت به شرایط عادی حفظ می‌شوند و به عنوان حافظه اپی‌ژنتیکی به نسل‌های بعدی منتقل می‌شوند که این امر به بهبود سازگاری گیاهان با خشکی کمک می‌کند (Miryeganeh, 2021). متیلاسیون DNA در تنظیم ژن‌های مرتبط با تنظیم هورمون‌ها، تولید رادیکال‌های آزاد و مسیرهای سیگنالینگ نقش دارد که همه این عوامل در پاسخ به خشکی حیاتی هستند (Liu and He, 2020).

تنش شوری

شوری خاک یکی دیگر از عوامل محدودکننده رشد گیاهان است. تغییرات متیلاسیون DNA در پاسخ به شوری منجر به تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با تنظیم یون‌ها و پاسخ‌های ضد استرسی می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که متیلاسیون در نواحی تنظیمی ژن‌های مرتبط با تحمل شوری تغییر می‌کند و این تغییرات می‌توانند به بهبود تحمل گیاهان کمک کنند (Shriti et al., 2024). در گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی و برنج، متیلاسیون DNA باعث تنظیم ژن‌های انتقال‌دهنده یون سدیم و پتاسیم می‌شود که به حفظ تعادل یونی کمک می‌کند و از آسیب ناشی از شوری جلوگیری می‌کند (Yu et al., 2025). همچنین، متیلاسیون DNA می‌تواند به تنظیم مسیرهای آنتی‌اکسیدانی کمک کند که در مقابله با استرس اکسیداتیو ناشی از شوری نقش دارند.

تنش دمایی (سرما و گرما)

دمای بالا و پایین می‌توانند باعث اختلال در رشد و نمو گیاهان شوند. متیلاسیون DNA در پاسخ به تنش‌های دمایی نقش مهمی در تنظیم ژن‌های مرتبط با پاسخ به دما دارد. تغییرات در الگوهای متیلاسیون می‌تواند باعث فعال یا مهار شدن ژن‌های محافظتی شود که به

گیاهان امکان می‌دهد تا به دماهای نامساعد سازگار شوند (Yu et al., 2025). مطالعات نشان داده‌اند که در گیاهانی مانند آفتابگردان و گندم، تنش سرما باعث تغییرات متیلاسیون در ژن‌های مرتبط با تولید پروتئین‌های شوک حرارتی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Miryeganeh, 2021). در مقابل، تنش گرما می‌تواند باعث کاهش متیلاسیون در برخی نواحی ژنومی شود که منجر به افزایش بیان ژن‌های محافظتی می‌شود.

کمبود مواد مغذی

کمبود عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌تواند رشد گیاه را محدود کند. متیلاسیون DNA در تنظیم ژن‌های مرتبط با جذب و استفاده از مواد مغذی نقش دارد. تغییرات اپی‌ژنتیکی می‌تواند باعث تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با جذب مواد مغذی و پاسخ به کمبود آنها شود و به این ترتیب به بهبود کارایی استفاده از مواد مغذی کمک کند (Shriti et al., 2024). مطالعات نشان داده‌اند که کمبود فسفر باعث تغییرات متیلاسیون در ژن‌های مرتبط با جذب فسفات و تنظیم متابولیسم فسفر می‌شود. این تغییرات می‌توانند به تنظیم بهتر جذب و استفاده از فسفر کمک کنند (Bhadouriya et al., 2021). همچنین، کمبود نیتروژن باعث تغییرات در متیلاسیون ژن‌های مرتبط با مسیرهای نیتروژن‌دار می‌شود که می‌تواند به بهبود پاسخ گیاه به کمبود نیتروژن منجر شود.

حافظه اپی‌ژنتیکی و اثرات وراثتی

یکی از ویژگی‌های مهم متیلاسیونDNA ، قابلیت حفظ و انتقال تغییرات اپی‌ژنتیکی به نسل‌های بعدی است. این حافظه اپی‌ژنتیکی به گیاهان امکان می‌دهد تا تجربه تنش‌های قبلی را به نسل‌های بعدی منتقل کنند و پاسخ به تنش‌ها را بهبود بخشند (Miryeganeh, 2021). مطالعات نشان داده‌اند که برخی تغییرات متیلاسیون ناشی از تنش‌های محیطی می‌توانند در نسل‌های بعدی حفظ شوند و باعث افزایش تحمل گیاهان به همان تنش‌ها شوند. این انتقال اپی‌ژنتیکی می‌تواند از طریق گامت‌ها یا سلول‌های زایشی انجام شود و به عنوان یک مکانیسم سازگاری بلندمدت عمل کند (Kumar and Mohapatra, 2021). حافظه اپی‌ژنتیکی می‌تواند به گیاهان کمک کند تا به سرعت به تنش‌های مشابه پاسخ دهند و از آسیب‌های ناشی از تنش‌های مکرر جلوگیری کنند. این مکانیسم اهمیت زیادی در کشاورزی دارد، زیرا می‌تواند به تولید گیاهان مقاوم‌تر و پایدارتر کمک کند. علاوه بر این، تعامل بین متیلاسیون DNA و سایر تغییرات اپی‌ژنتیکی مانند اصلاحات هیستونی و RNA های کوچک، حافظه اپی‌ژنتیکی را تقویت می‌کند و پاسخ‌های گیاهی را بهینه می‌سازد (Liu and He, 2020). در نهایت، درک بهتر حافظه اپی‌ژنتیکی و اثرات انتقالی آن می‌تواند به توسعه استراتژی‌های جدید در بهبود مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی کمک کند.

نتیجه‌گیری

متیلاسیون DNA به عنوان یک مکانیسم اپی‌ژنتیکی کلیدی، نقش مهمی در تنظیم پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی مختلف ایفا می‌کند. این تغییرات می‌توانند به صورت موقتی یا پایدار باشند و حتی به نسل‌های بعدی منتقل شوند، که این امر به حافظه اپی‌ژنتیکی و سازگاری بلندمدت گیاهان کمک می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که متیلاسیون DNA در پاسخ به تنش‌های خشکی، شوری، دما و کمبود مواد مغذی تغییر می‌کند و این تغییرات باعث تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با پاسخ به تنش می‌شوند. این مکانیسم‌ها به گیاهان امکان می‌دهند تا به طور مؤثری به شرایط نامساعد محیطی پاسخ دهند و تحمل خود را افزایش دهند. حافظه اپی‌ژنتیکی ناشی از متیلاسیونDNA ، انتقال تجربیات تنشی به نسل‌های بعدی را ممکن می‌سازد و این ویژگی می‌تواند در توسعه گیاهان مقاوم به تنش‌های محیطی اهمیت زیادی داشته باشد. درک بهتر این مکانیسم‌ها می‌تواند به توسعه راهکارهای نوین برای افزایش مقاومت گیاهان و بهبود عملکرد کشاورزی کمک کند. بنابراین، تحقیقات بیشتر در زمینه اپی‌ژنتیک و متیلاسیون DNA در گیاهان تحت تنش‌های غیرزیستی ضروری است تا بتوان راهکارهای مؤثرتری برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی ارائه داد.

منابع

Bhadouriya, S.L., Mehrotra, S., Basantani, M.K., Loake, G.J. and Mehrotra, R. 2021. Role of chromatin architecture in plant stress responses: An update. Frontiers in Plant Science, 11: 603380.

Kuhlmann, M., Jiang, H., Catoni, M. and Johannes, F. 2021. DNA methylation in plants associated with abiotic stress. Frontiers in Plant Science, 12: 778004.

Kumar, S. and Mohapatra, T. 2021. Dynamics of DNA methylation and its functions in plant growth and development. Frontiers in Plant Science, 12: 596236.

Liu, J. and He, Z. 2020. Small DNA methylation, big player in plant abiotic stress responses and memory. Frontiers in Plant Science, 11: 595603.

Miryeganeh, M. 2021. Plants' epigenetic mechanisms and abiotic stress. Genes, 12(8): 1106.

Shriti, S., Bhar, A. and Roy, A. 2024. Unveiling the role of epigenetic mechanisms and redox signaling in alleviating multiple abiotic stress in plants. Frontiers in Plant Science, 15: 1456414.

Yong-Villalobos, L., González-Morales, S.I., Wrobel, K., Gutiérrez-Alanis, D., Cervantes-Peréz, S.A., Hayano-Kanashiro, C. and Herrera-Estrella, L. 2015. Methylome analysis reveals an important role for epigenetic changes in the regulation of the Arabidopsis response to phosphate starvation. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(52): E7293–E7302.

Yu, M.H., Liao, W.C. and Wu, K. 2025. Histone methylation in plant responses to abiotic stresses. Journal of Experimental Botany, eraf058.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Role of Methylation Under Different Abiotic Stresses in Plants

Esmaeel Kaboosi[1*], Abolfazl Lolaei[1] and Mostafa Khoshhal Sarmast[2]
1. Horticultural Science Breeding and Biotechnology, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran
Corresponding Author: esmaeel.kaboosi@gmail.com

Abstract

Abiotic stresses such as drought, salinity, extreme temperatures (high and low), and nutrient deficiencies are among the most significant limiting factors for plant growth and productivity. To cope with these stresses, plants employ various regulatory mechanisms, one of the most important being epigenetic modifications, including DNA methylation. DNA methylation, as a stable epigenetic change, plays a crucial role in regulating the expression of genes related to abiotic stress responses. These changes can be either temporary or stable and may even be transmitted to subsequent generations, contributing to the plant's epigenetic memory. This review article examines the role of DNA methylation in plants under various abiotic stresses. First, the basic concepts of DNA methylation and epigenetics are introduced, along with the importance of plant responses to stress. Then, the role of methylation in response to drought, salinity, extreme temperatures, and nutrient deficiencies is explored. Additionally, the role of epigenetic memory and the transgenerational effects of these changes are discussed. Recent findings show that DNA methylation, as a key regulatory mechanism, enables plants to effectively respond to environmental changes and enhance their stress tolerance. This review can contribute to the development of novel strategies for improving plant resistance under adverse environmental conditions.

Keywords: Abiotic Stress, DNA Methylation, Environmental adaptation, Epigenetic regulation, Epigenetics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر باززایی ریزنمونه‌های توت‌فرنگی ارقام گاویتا و سلوا

یاسمن ویس‌محمدی[1*]، فرشید چمنی بالابیگلو[2]، فاطمه عباس‌زاده پنجعلی خرابیس[3] و جهاد سورنی[4]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳- گروه ژنتیک و بهنژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- گروه زیست‌شناسی سامانه‌ها، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *yasamanveismohamadi1@gmail.com*

چکیده

این مطالعه به بررسی تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر باززایی ریزنمونه‌های توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa*) از ارقام گاویتا و سلوا در محیط کشت بافت پرداخته است. ریزنمونه‌ها با ارتفاع تقریبی ۱ سانتی‌متر در ظرف شیشه‌ای با درب بسته و حاوی محیط ژلاتینی کشت شدند. در این پژوهش، ترکیبات مختلف هورمونی شامل اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها طی یک دوره ۶ هفته‌ای آزمایش شد تا نرخ باززایی بهینه‌سازی شود. نتایج به دست آمده که در قالب نمودار ارائه شده‌اند، نشان می‌دهند که رقم گاویتا با حداکثر نرخ باززایی ۸۷ درصد در شرایط T2و رقم سلوا با ۸۰ درصد در همان شرایط، پاسخ‌های متفاوتی به تنظیم‌کننده‌های رشد نشان داده‌اند. تصویربرداری کمی تار از ظروف کشت، محیط آزمایشگاهی واقعی را شبیه‌سازی کرده و به نمایش شرایط عملی ریزازدیاری کمک می‌کند. عوامل محیطی نظیر شدت نور، دما و ترکیب محیط کشت نیز به طور دقیق کنترل و بررسی شدند تا تأثیر آن‌ها بر موفقیت باززایی ارزیابی گردد. این تحقیق با ارائه بینش‌های ارزشمند در بهینه‌سازی تکنیک‌های تکثیر توت‌فرنگی، پایه‌ای محکم برای افزایش تولید در باغبانی تجاری فراهم می‌کند. همچنین، این مطالعه به توسعه روش‌های کشاورزی پایدار کمک کرده و می‌تواند به‌عنوان مرجعی برای تحقیقات آینده در زمینه کشت بافت گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده اهمیت انتخاب ترکیبات هورمونی مناسب و شرایط محیطی ایده‌آل برای بهبود بازدهی در تکثیر ریزنمونه‌ها است و می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای تولید نهال‌های سالم و مقاوم کمک کند.

واژه‌های کلیدی: باززایی، توت‌فرنگی، تنظیم‌کننده رشد، ریزازدیادی، کشت بافت.

مقدمه

توت‌فرنگی یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی در جهان است که به دلیل طعم مطلوب، ارزش تغذیه‌ای بالا و وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر آنتوسیانین‌ها و ویتامین C، جایگاه ویژه‌ای در بازارهای جهانی دارد (مهماندوست و اصولی، ۱۳۹۶). این گیاه به دلیل تنوع ژنتیکی و سازگاری با شرایط مختلف اقلیمی، در بسیاری از مناطق جهان کشت می‌شود. با این حال، روش‌های سنتی تکثیر توت‌فرنگی، مانند استفاده از رانر یا بذر، با چالش‌هایی نظیر انتقال بیماری‌های ویروسی و قارچی، یکنواخت نبودن گیاهان تولیدی و زمان‌بر بودن مواجه است (جمالی و بنیان‌پور، ۱۳۹۵). این محدودیت‌ها باعث شده است که روش‌های نوین بیوتکنولوژی، به‌ویژه کشت بافت، به‌عنوان جایگزینی کارآمد برای تولید انبوه گیاهان سالم و یکنواخت مورد توجه قرار گیرند (Mukherjee and Gantait, 2024).

کشت بافت گیاهی امکان تولید گیاهان عاری از بیماری، با ویژگی‌های ژنتیکی یکسان و در مقیاس بزرگ را فراهم می‌کند. این روش از طریق باززایی مستقیم یا غیرمستقیم، با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سایتوکینین‌ها (BAP) و اکسین‌ها (NAA و IBA)، می‌تواند نرخ تکثیر را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد. در این راستا، انتخاب رقم مناسب و بهینه‌سازی پروتکل‌های کشت بافت برای دستیابی به بازدهی بالا از اهمیت بسزایی برخوردار است. ارقام گاویتا (روزکوتاه) و سلوا (همیشه‌بارده) به دلیل ویژگی‌های تجاری مطلوب، از جمله عملکرد بالا و کیفیت میوه، به‌عنوان ارقام هدف در این پژوهش انتخاب شدند. گاویتا به دلیل سازگاری با دوره‌های نوری کوتاه و سلوا به دلیل توانایی تولید میوه در طول فصل رشد، در بازارهای جهانی محبوبیت دارند (همتی‌اصل و دورانی، ۱۳۹۹).

این پژوهش با هدف بهینه‌سازی پروتکل کشت بافت برای باززایی و ریشه‌زایی ریزنمونه‌های برگ و هیپوکوتیل این دو رقم انجام شد. تمرکز اصلی مطالعه بر بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و تعیین ترکیب هورمونی بهینه برای دستیابی به بالاترین نرخ باززایی و ریشه‌زایی بود. نتایج این مطالعه می‌تواند به بهبود تولید تجاری توت‌فرنگی و کاهش وابستگی به روش‌های سنتی کمک کند، ضمن اینکه اطلاعات ارزشمندی برای تحقیقات آینده در زمینه بیوتکنولوژی گیاهی فراهم می‌آورد.

مواد و روش‌ها

ریزنمونه‌های برگ و هیپوکوتیل از گیاهچه‌های چهار هفته‌ای ارقام گاویتا و سلوا تهیه شدند. گیاهچه‌ها در محیط کشت MS (Murashige and Skoog) تحت شرایط استریل رشد کردند. محیط کشت پایه MS با ۳ درصد ساکارز، ۰/۷ درصد آگار و ترکیبات هورمونی مختلف (جدول ۱) استفاده شد. میزان pH محیط به ۵/۷ تنظیم و در اتوکلاو استریل شد.

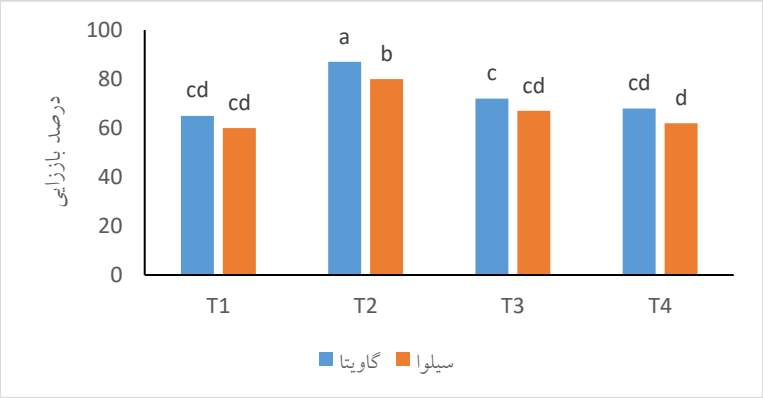
جدول ۱- ترکیبات هورمونی استفاده‌شده در باززایی.

ترکیب	BAP (mg/L)	NAA (mg/L)
T1	1.0	0.5
T2	2.0	0.5
T3	3.0	0.5
T4	2.0	1.0

ریزنمونه‌ها پس از استریل‌سازی سطحی (۷۰ درصد اتانول به مدت ۳۰ ثانیه و ۲ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۱۰ دقیقه) در محیط کشت قرار گرفتند. کشت‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. شاخساره‌های باززایی‌شده به محیط کشت MS حاوی ۰/۵ یا ۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تحلیل شدند.

نتایج و بحث

ترکیب هورمونی T2 یعنی ۲ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر NAA بالاترین نرخ باززایی را در هر دو رقم ایجاد کرد. رقم گاویتا با ۸۷ درصد باززایی در مقایسه با سلوا (۸۰ درصد) عملکرد بهتری داشت (نمودار ۱). این تفاوت ممکن است به دلیل ویژگی‌های ژنتیکی ارقام باشد (جمالی و بنیان‌پور، ۱۳۹۵).



شکل ۱- نرخ باززایی در ارقام گاویتا و سلوا تحت تأثیر ترکیبات هورمونی.

محیط کشت حاوی ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA بهترین نتیجه را برای ریشه‌زایی نشان داد (جدول ۲). میانگین تعداد ریشه در رقم گاویتا (۸/۵ ریشه در هر شاخساره) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سلوا (۶/۸ ریشه در هر شاخساره) بود.

جدول ۲- میانگین تعداد ریشه در هر شاخساره.

رقم	0.5 mg/L IBA	1.0 mg/L IBA
گاویتا	5.5	8.5
سلوا	4.9	6.8

نتایج نشان داد که تعادل مناسب بین سایتوکینین (BAP) و اکسین (NAA) برای باززایی موفقیت‌آمیز ضروری است. رقم گاویتا به دلیل ویژگی‌های روزکوتاه، پاسخ بهتری به شرایط کشت بافت نشان داد (شکل ۱). استفاده از IBA در ریشه‌زایی نیز به دلیل تحریک تقسیم سلولی در بافت‌های ریشه‌زا مؤثر بود (همتی‌اصل و دورانی، ۱۳۹۹). این پروتکل می‌تواند برای تولید انبوه گیاهان سالم توت‌فرنگی مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۲- گیاهچه باززا شده توت فرنگی.

منابع

مهماندوست، ن. و اصولی، ح. ۱۳۹۶. کشت توت‌فرنگی به روش هیدروپونیک (کشت بدون خاک) به عنوان گیاه دارویی در فضای سبز شهری.

جمالی، ب. و بنیان‌پور، ع. ۱۳۹۵. پرورش توت‌فرنگی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، نشریه فنی، شماره ۴۲.

همتی‌اصل، س. و دورانی، ا. ۱۳۹۹. اثر اندازه ریزنمونه و محیط کشت در کشت مریستم توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*). بیست و یکمین کنگره ملی و نهمین کنگره بین‌المللی زیست‌شناسی ایران.

Mukherjee, E. and Gantait, S. 2024. Strawberry biotechnology: A review on progress over past 10 years. Scientia Horticulturae, 338: 113618.

Effect of growth regulators on regeneration of explants strawberry cultivars

Yasaman Veismohammadi[1*], Farshid Chamani Balabeiglou[2], Fatemeh Abaszadeh Panjali Khalrabis[3] and Jahad Soorni[4]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Department of Horticultural Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Department of Plant Breeding and Genetics, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4. Department of Systems Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Karaj, Iran

Corresponding Author: yasamanveismohamadi1@gmail.com

Abstract

This study investigates the effect of growth regulators on the regeneration efficiency of strawberry microcuttings (*Fragaria* × *ananassa*) from the 'Gavita' and 'Selva' cultivars in a tissue culture environment. Microcuttings, approximately 1 cm in height, were cultured in closed jam jars containing a gel-based medium under controlled laboratory conditions. Various hormonal combinations, including auxins and cytokinins, were tested over a 6-week period to optimize regeneration rates. The results, presented in a bar chart, reveal that 'Gavita' achieved a maximum regeneration rate of 87% under the T2 treatment, while 'Selva' reached 80% under the same condition, indicating cultivar-specific responses to growth regulators. The slightly blurry imaging of the culture jars mimics a realistic laboratory setting, reflecting practical micropropagation scenarios. Environmental factors such as light intensity, temperature, and medium composition were meticulously monitored to evaluate their impact on regeneration success. This research provides valuable insights into optimizing strawberry propagation techniques, laying a solid foundation for scaling up production in commercial horticulture. Furthermore, it contributes to the development of sustainable agricultural practices by offering a cost-effective and efficient method for producing healthy, disease-resistant plantlets. The findings underscore the importance of selecting appropriate hormonal combinations and ideal environmental conditions to enhance regeneration efficiency, potentially reducing the time and costs associated with traditional propagation methods. This study serves as a reference for future research in plant tissue culture, with implications for improving crop yield and quality in the agricultural sector.

Keywords: Growth Regulators, Micropropagation, Regeneration, Strawberry, Tissue culture.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تعیین دز بهینه پرتوتابی با اشعه گاما در گل محمدی

مهدی محمدی[۲،۱*]، محمدرضا فتاحی‌مقدم[۱]، مجید شکرپور[۱] و اعظم برزویی[۲]

۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- گروه اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *mahdimohamadi1982@ut.ac.ir*

چکیده

گل محمدی کاربرد زیادی در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی دارد. ترکیبات ارزشمند اسانس دارای خواص دارویی آنتی‌باکتریال، آنتی‌اکسیدانی، سیتوتوکسیک و رایحه‌درمانی بوده و گلاب، تولید جانبی آن است. این گیاه در بسیاری از نقاط جهان به‌صورت صنعتی و اقتصادی کشت می‌شود. با وجود اینکه این محصول بومی ایران بوده و رتبه اول تولید در جهان را دارد؛ ولی متوسط عملکرد آن به‌دلیل نبودن ارقام مناسب، حدود ۲ تن در هکتار می‌باشد؛ در حالی‌که متوسط جهانی آن حدود ۸-۵ تن در هکتار است. روش‌های اصلاحی دورگه‌گیری برای بهبود عملکرد، به دلایلی همچون خزانه ژنی محدود در برخی صفات، ناسازگاری و یا اختلاف در سطوح پلوئیدی میان والدین، موفقیت‌آمیز نبوده است. با تولید ارقام مناسب از طریق اصلاح با روش جهش‌زایی (Mutation Breeding)، ظرفیت بالایی در توسعه اقتصادی، زیست‌محیطی و اشتغال‌زایی دارد. در این پژوهش، برای اولین بار تاثیر دزهای مختلف اشعه گاما (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ گری) روی نرخ زنده‌مانی و رشد جوانه‌های قلمه‌های یکساله چند ژنوتیپ بومی کشور در شرایط گلخانه‌ای در باغ گیاهشناسی دانشگاه تهران در قالب طرح کاملا تصادفی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پرتوتابی قلمه‌ها با دز بیش از ۵۰ گری، اثر بازدارندگی شدید روی نرخ زنده‌مانی جوانه‌های قلمه داشت. میزان زنده‌مانی جوانه‌ها، اختلاف معنی‌داری نشان دادند و مشخص شد براساس نتایج به‌دست آمده با استفاده از آنالیز پروبیت، دز ۳۵-۲۵ گری به‌عنوان محدوده مقادیر بهینه با قابلیت کشندگی ۵۰٪ (LD50) و ۵۰٪ کاهش رشد (GR50) مشخص گردید. دز مناسب جهت القای جهش موثر ۳۰ گری است. نتایج این تحقیق می‌تواند در ایجاد تنوع ژنتیکی در گل محمدی جهت به‌نژادی و تولید ارقام جدید مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پرتو گاما، دز بهینه، نرخ زنده‌مانی جوانه‌ها، قلمه‌های یکساله.

مقدمه

گل محمدی معروف به طلای معطر با نام علمی .Rosa damascena Mill از تیره Rosaceae و نام انگلیسی Damask rose یا Persian rose گیاهی چندساله، نورپسند و به‌صورت درختچه‌ای خزان‌کننده می‌باشد؛ گل‌های این گیاه روی شاخه‌های یک‌ساله تشکیل می‌شود (Venkatesha et al., 2022). گل محمدی یک گونه آلوتتراپلوئید (2n=4x=48) و حاصل دو تلاقی متوالی در سه گونه R. moschata و R. gallica و سپس تلاقی بعدی با R. fedschenkoana Regel بوده است (Venkatesha et al., 2022). گل محمدی، بومی ایران بوده و شواهد نشان می‌دهد که از نظر جغرافیایی و تاریخی، خاستگاه آن ایران باستان بوده و سپس در اروپا و شمال آفریقا گسترش یافته و محصولات آن شامل گلاب، گلبرگ خشک، جوانه گل خشک و سایر کاربردهای مختلف در صنایع خوراکی، زینتی، آرایشی و دارویی می‌باشد (Venkatesha et al., 2022). کشور ایران با سطح زیر کشت ۳۱ هزار هکتار و تولید ۶۸ هزار تن گل محمدی تازه، رتبه نخست تولید در دنیا را دارا بوده و در واقع ۷۱ درصد تولید جهانی را بر اساس آمار جهاد کشاورزی، ۱۴۰۳ دارد؛ اما سهم صادرات اسانس آن از بازارهای جهانی محدود و تنها یک درصد است. به‌طور کلی، میزان عملکرد گل محمدی در هکتار پایین بوده و به‌طور میانگین ۲ تن در هکتار است (Venkatesha et al., 2022). دوره گلدهی کوتاه، عملکرد پایین و مقدار اسانس کم از جمله مسایل و مشکلات اصلی در کشت و کار این گل ذکر شده است (Venkatesha et al., 2022). از سایر مسایل موجود در کشت این گیاه می‌توان به داشتن خار زیاد و همچنین

خسارت آفات و بیماری‌ها اشاره کرد (Venkatesha et al., 2022). تولید برخی از هیبریدها بین R. damascena با R. gallica و دیگر گونه‌های گل رز تحمل بیشتری نسبت به بیماری‌ها و شرایط محیطی شدید نشان می‌دهند؛ با این وجود، آنها برای کشت صنعتی و اقتصادی استفاده نشده‌اند، زیرا ویژگی‌های اسانس گل به‌دست آمده، با استانداردهای جهانی مطابقت نداشته است. از مزایای این گیاه این است که با تولید ارقام مناسب از طریق اصلاح با روش جهش‌زایی (موتاسیون‌بریدینگ)، ظرفیت بالایی جهت اصلاح و درآمدزایی از طریق فروش اسانس دارد (Venkatesha et al., 2022). این گیاه در خاک‌های مختلف کشور قابلیت کشت داشته و نیاز آبی به‌میزان ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال دارد؛ با این اوصاف می‌تواند علاوه بر مقابله با گردوغبار، یک منبع درآمد برای ساکنین مناطق مستعد کم‌برخوردار جهت کشت این گیاه باشد. با وجود اینکه گل محمدی نسبت به شوری، سرما و کمبود مواد غذایی خاک سازگار و متحمل است؛ اما پاسخ آن به حاصلخیزی خاک، آبیاری منظم و کوددهی مناسب، بسیار مثبت بوده و عملکرد گل تازه آن از ۲ تن به ۵ تا ۸ تن در هکتار هم قابل افزایش است (Venkatesha et al., 2022).

روش‌های اصلاح کلاسیک گیاهان، که جهت تهیه یک ژرم‌پلاسم دارای صفات مورد نظر به‌کار می‌رود ممکن است برای برخی از خصوصیات، تنوعی در دسترس نباشد، ولی القای جهش به‌عنوان یکی از منابع ایجاد تنوع، می‌تواند قابلیت‌های بالقوه ژنتیکی را که به‌طور طبیعی امکان بروز نمی‌یابند، ایجاد نماید (Rahemi et al., 2022). با توجه به ارتباط مستقیم تنوع ژنتیکی با کارایی گزینش در برنامه‌های اصلاحی، تنوع القایی می‌تواند در بهبود کارایی گزینش موثر واقع شود (Rahemi et al., 2022). از اهداف اصلاحی در پرتوتابی گیاهان، مانند ایجاد تنوع جهت ایجاد خصوصیات مفید باغبانی مانند تغییر در رنگ و عطر گل، اندازه گل، تعداد گلبرگ، شکل گیاه و غیره می‌باشد (Saadati et al., 2022). در کنار این خصوصیات، تغییر خصوصیات رشدی گیاه مانند پاکوتاهی و یا افزایش شاخه‌دهی و گلدهی، دایم‌گل‌شدن و تغییر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه مانند پاسخ به طول روز، زمان گلدهی، ماندگاری گلها، همزمانی گلدهی و مقاومت به تنش‌ها نیز مورد توجه قرار می‌گیرد (Saadati et al., 2022). اصول بنیادی استفاده از ایجاد جهش ژنتیکی مصنوعی در موجودات زنده، همان اصولی است که طی دوره تکاملی در طبیعت به وقوع می‌پیوند(Saadati et al., 2022).

استفاده از پرتوتابی فیزیکی با اشعه گاما در گیاهان مختلف باغبانی مانند سیب، گلابی، هلو، آلبالو، گیلاس، بادام، موز، انجیر، پرتقال، نارنگی، رز، داوودی و غیره انجام شده و بیش از ۳۰۰۰ رقم در این زمینه ایجاد شده که نتایج آن در پایگاه داده‌های سایت آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (Mutant Variety Database. https://nucleus.iaea.org/sites/mvd) در دسترس است (Sattar و همکاران، ۲۰۲۱). صفات ایجاد شده ناشی از جهش‌زایی با پرتوتابی اشعه گاما با منبع کبالت۶۰ عبارتند از تغییر در اندازه گیاه، زمان گلدهی و رسیدن میوه، رنگ میوه، خودسازگاری، خود تنک‌شدن و مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و تنش‌های غیرزیستی (Sattar و همکاران، ۲۰۲۱). در گذشته صفات مطلوب از طریق اصلاح کلاسیک در گونه‌های گل رز زینتی به‌دست آمده و معرفی شده‌اند، ولی در گل محمدی مطالعات کمتر بوده و محدودیت‌هایی نیز در این روش‌ها وجود دارد؛ زیرا خزانه ژنی گل محمدی برای بعضی از صفات، محدود است؛ از جمله این صفات محدود، می‌توان به رشد هم‌شکل، گلدهی همزمان که به صورت پلی‌ژنتیک هستند اشاره کرد (Venkatesha و همکاران، ۲۰۲۲).

بیشتر تحقیقات اخیر بر روی اسانس و ترکیبات فرار گل محمدی و خواص آنها و همچنین مسیرهای سنتز عطر و رنگ در گل و تاثیر پرتوتابی بر آنها بوده است (Ahadi و همکاران، ۲۰۲۳ و Jariani و همکاران، ۲۰۲۴). با توجه به بررسی‌های انجام شده، تاکنون هیچ‌گونه گزارشی مبنی بر القاء موتاسیون با استفاده از اشعه گاما در محصول گل محمدی در کشور ایران موجود نمی‌باشد. در واقع تابحال از ظرفیت‌های فناوری هسته‌ای در ایجاد تنوع و اصلاح گل‌محمدی به‌عنوان گیاه بومی و با ارزش ایرانی در تکثیر رویشی بهره گرفته نشده است و می‌تواند شروعی برای مطالعات تنوع ژنتیکی ناشی از القای جهش، جهت بررسی تغییرات مورفولوژیکی، هیستولوژیکی، فیزیولوژیک و مولکولی باشد (Rana و همکاران ۲۰۲۰؛ Sattar و همکاران، ۲۰۲۱). مطالعات و تحقیقات نشان دادند که هیچ تفاوتی بین کاربرد روش‌های جهش‌زایی فیزیکی در گیاهان به‌صورت محیطی و یا در شرایط آزمایشگاهی وجود ندارد و انتظار می‌رود نوع جهش‌های ایجاد شده توسط یک جهش‌زای خاص، یکسان باشد (Rahemi و همکاران، ۲۰۲۲). عوامل جهش‌زای شیمیایی در مقایسه با عوامل جهش‌زای فیزیکی به‌میزان بیشتری در دسترس بوده و اصلاح از طریق جهش توسط این عوامل، هزینه کمتری نیز در بر خواهد داشت؛ اما به‌دلیل قدرت نفوذ کم و نرخ پایین عوامل جهش‌زای شیمیایی، کاربرد آنها در افزایش تنوع گونه‌های گیاهی و تولید ارقام جهش‌یافته، به میزان کمتری صورت گرفته است (Sattar و

همکاران، ۲۰۲۱). به‌طور کلی، گیاهان دارای سیستم‌های ژنتیکی ایده‌آلی برای اصلاح به روش جهش بوده و به بسیاری از خصوصیات باغبانی تجاری مانند صفات گل یا عادات رشد، جواب مثبت می‌دهند (Sattar و همکاران، ۲۰۲۱). به‌دلیل اینکه بسیاری از گیاهان با روش رویشی و غیرجنسی ازدیاد می‌یابند، گزینش و نگهداری جهش‌یافته‌ها در نسل اول جهش یا M1، آسان می‌باشد. استفاده توام القاء جهش به کمک موتاژن‌های فیزیکی، نشانگرهای مولکولی و کشت بافت باعث موفقیت‌هایی در گیاهان دیگر شده است (Rusanov و همکاران، ۲۰۰۹؛ Penna و همکاران، ۲۰۲۳ و Baydar و همکاران، ۲۰۲۱).

در پژوهشی توسط ودادی و همکاران در سال ۱۳۹۳ با هدف ایجاد تنوع ژنتیکی جهت ایجاد ارقام جدید در پژوهشکده کشاورزی‌هسته‌ای صورت گرفت؛ اثر پرتوتابی اشعه گاما جهت القای جهش در قلمه‌های یکساله انار رقم ملس ساوه، مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه اولین گام در اصلاح به روش جهش‌زایی، تعیین دوز مطلوب پرتودهی است؛ میزان زنده‌مانی جوانه‌ها در قلمه‌ها در دوزهای مختلف از صفر (به‌عنوان شاهد) تا ۱۲۰ گری، در قالب طرح کاملا تصادفی با ۱۲ تیمار مورد بررسی قرار گرفت. میزان زنده‌مانی جوانه‌ها، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان دادند و مشخص شد دوز ۴۵ گری نقطه LD50 و دوز مناسب پرتوتابی جهت القای جهش، ۳۶ گری می‌باشد (Vedadi و همکاران، ۲۰۱۴).

در پروژه‌ای تحت عنوان القاء جهش در نارنگی به‌منظور ایجاد تنوع ژنتیکی جهت تولید موتانت‌هایی با صفات کیفی برتر در پژوهشکده کشاورزی‌هسته‌ای انجام شد؛ گزارش کردند که پرتوتابی با اشعه گاما باعث معرفی تعدادی درخت با میوه‌های بدون هسته و تعدادی درختچه زودرس و دیررس به‌عنوان کلون‌های برتر شده است که نتیجه نهایی این تحقیق، معرفی چهار واریته جدید نارنگی به نام‌های تابش، زرین، نارین و تابان بود (Saadati و همکاران، ۲۰۲۲).

مواد و روش‌ها

قلمه‌های شاخه‌های یکساله ۲۰-۱۸ سانتی‌متری از گیاهان مادری کلکسیون گل محمدی واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی دانشگاه تهران، در اواخر فصل پاییز تهیه شد. پس از پرتوتابی قلمه‌ها در دستگاه گاماسل پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای کرج، از هورمون اکسین IBA با غلظت۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌مدت ۶۰ ثانیه و قارچکش جهت آغشته‌کردن انتهای قلمه‌ها استفاده شد. پرتوتابی قلمه‌ها با ۱۰ تیمار با دز صفر (نمونه شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ گری در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار ۱۵ تایی انجام شد. بلافاصله پس از پرتوتابی در گلدان‌های ماسه‌ای آماده‌شده واقع در گلخانه باغ گیاهشناسی دانشگاه تهران، کاشته شد. شاخص‌های مورد ارزیابی شامل میزان زنده‌مانی جوانه‌ها، حدود ۴۵ روز پس از پرتوتابی بود (شکل ۱-مراحل ۴-۱).


۱- کلکسیون گل محمدی

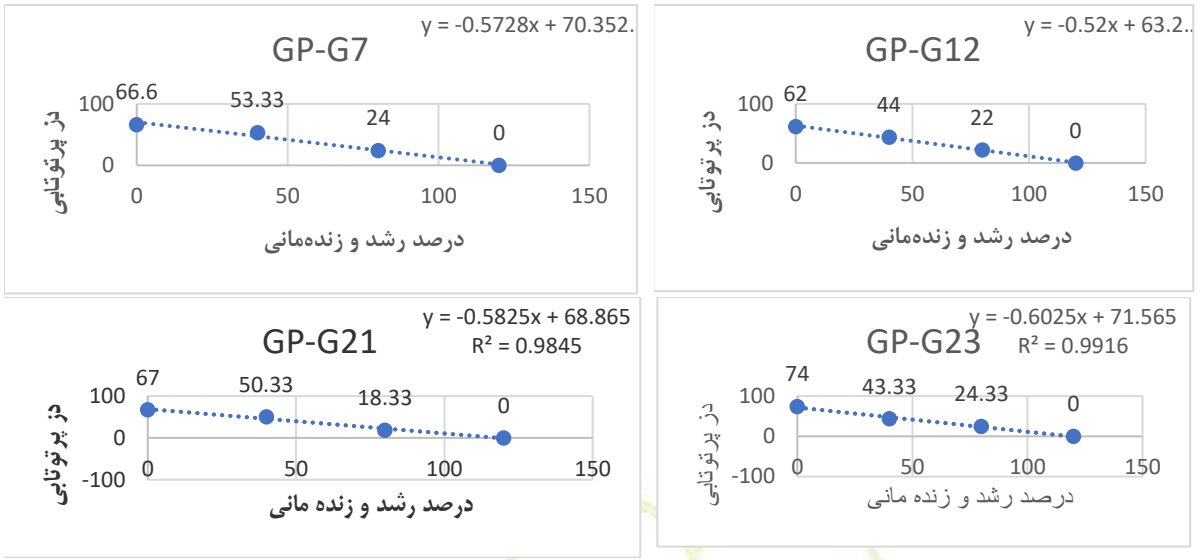

۲- دستگاه گاماسل


۳- هورمون و قارچکش


٤- قلمه‌های پرتوتابی‌شده

نتایج و بحث

در این مطالعه به‌منظور تعیین دز بهینه، قلمه‌های یکساله ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی بومی کشور، با دزهای مختلف اشعه گاما (۰-۱۲۰ گری) پرتوتابی شدند. سپس درصد رشد و زنده‌مانی جوانه‌ها در شرایط گلخانه‌ای در باغ گیاهشناسی دانشگاه تهران مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده با استفاده از آنالیز پروبیت بیانگر شروع تاثیر منفی در دزهای بالاتر از ۴۰ گری روی رشد جوانه‌ها بود؛ به‌طوری‌که در دزهای بالاتر از ۵۰ گری رشد جوانه‌ها با کاهش شدید و توقف رشد جوانه‌ها مواجه شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده با استفاده از آنالیز پروبیت، دز ۳۵-۲۵ گری به‌عنوان محدوده دز بهینه با قابلیت کشندگی ۵۰٪ (LD50) و ۵۰٪ کاهش رشد (GR50) مشخص گردید. دز مناسب جهت القای جهش موثر ۳۰ گری است (جدول ۴-۱).



جداول ۴ تا ۱- آنالیز پروبیت ژنوتیپ‌های ۷، ۱۲، ۲۱ و ۲۳ گل محمدی.

منابع

Ahadi, H., Shokrpour, M., Fatahi, R., Naghavi, M.R. and Mirjalili, M.H. 2023. Essential oil, flavonoids and anthocyanins profiling of some Iranian Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) genotypes. Industrial Crops and Products, 205: 117579.

Baydar, H., Akçay, U.Ç., Kazaz, S. and Baydar, N.G. 2021. Floral and molecular characterization of gamma rays induced mutants in oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.). Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 7(1): 21–33.

Jariani, P., Shahnejat-Bushehri, A.A., Naderi, R., Zargar, M. and Naghavi, M.R. 2024. Molecular and phytochemical characteristics of flower color and scent compounds in Dog Rose (*Rosa canina* L.). Molecules, 29(13): 3145.

Penna, S. and Bhagwat, S.G. 2023. Mutagenesis and selection: Reflections on the in vivo and in vitro approaches for mutant development. In: Mutation Breeding for Sustainable Food Production and Climate Resilience, pp. 99–127. Springer Nature Singapore, Singapore.

Rahemi, M.R., Mohammadi, M., Azimi, M.H., Amiripari, M. and Nori, M. 2022. Genetic diversity in gladiolus by using gamma rays. Journal of Nuclear Research and Applications, 2(4): 32–35.

Rusanov, K., Kovacheva, N., Stefanova, K., Atanassov, A. and Atanassov, I. 2009. *Rosa damascena*—genetic resources and capacity building for molecular breeding. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 23(4): 1436–1439.

Saadati, S., Borzouei, A., Rahemi, M.R. and Naserian Khiabani, B. 2022. Alteration of physiological and biochemical properties in leaves and fruits of pomegranate in response to gamma irradiation. Scientific Reports, 12(1): 4312.

Sattar, M.N., Iqbal, Z., Al-Khayri, J.M. and Jain, S.M. 2021. Induced genetic variations in fruit trees using new breeding tools: Food security and climate resilience. Plants, 10(7): 1347.

Vedadi, S., Naserian, B., Tabatabei, S.Z. and Rahimi, M. 2014. Determination of suitable dose of gamma ray for mutation induction in pomegranate buds (*Punica granatum* L. cv. Malase Saveh). Journal of Nuclear Science, Engineering and Technology (JONSAT), 35(3): 85–85.

Venkatesha, K.T., Gupta, A., Rai, A.N., Jambhulkar, S.J., Bisht, R. and Padalia, R.C. 2022. Recent developments, challenges, and opportunities in genetic improvement of essential oil-bearing rose (*Rosa damascena*): A review. Industrial Crops and Products, 184: 114984.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Determining the optimal dose of gamma irradiation in *Rosa damascena* Mill

Mahdi Mohammadi[1,2*], Mohammadreza Fattahi-Moghaddam[1], Majid Shokrpour[1] and Azam Borzoei[2]
1. Department of Horticultural and Green Space Engineering, Faculty of Agriculture, Faculties of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Plant Breeding Department, Nuclear Agricultural Research school, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran
Corresponding Author: MahdiMohamadi1982@ut.ac.ir

Abstract

Rosa damascena Mill has many uses in the food, cosmetic and health industries. The valuable compounds of the essential oil have antibacterial, antioxidant, cytotoxic and aromatherapy medicinal properties, and rose water is its by-product. This plant is cultivated industrially and economically in many parts of the world. Although this product is native to Iran and ranks first in production in the world, its average yield is about 2 tons per hectare due to the lack of suitable varieties; while its global average is about 5-8 tons per hectare. Hybridization methods to improve yield have not been successful for reasons such as limited gene pool in some traits, incompatibility or differences in ploidy levels between parents. By producing suitable varieties through breeding with the mutagenesis method, it has a high potential for economic, environmental and employment development. In this study, for the first time, the effect of different doses of gamma radiation (0, 20, 40, 60, 80, 100, and 120 Gy) on the survival rate and growth of one-year-old cuttings of several indigenous genotypes of the country under greenhouse conditions in the Botanical Garden of the University of Tehran was investigated and evaluated in a completely randomized design. The results showed that irradiation of cuttings with a dose of more than 50 Gy had a strong inhibitory effect on the survival rate of cutting buds. Based on the results obtained using probit analysis, irradiation of cuttings of 25-35 Gy was the range of determined as the optimal values with 50% lethality (LD50) and 50% growth reduction (GR50). The appropriate dose for effective mutation induction is 30 Gy. The results of this study can be used to create genetic diversity in rose for breeding and production of new cultivars.

Keywords: Gamma radiation, One-year-old cuttings, Optimal dose, Survival rate of cutting buds.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر سطوح مختلف نانو ذرات اکسید روی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه گل گاو زبان ایتالیایی در شرایط کشت بافت

بهنام قیصری[۱] و محمد فتاحی[۲*]
۱-علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *mohamadfattahi@yahoo.com*

چکیده

در این تحقیق، اثرات نانو ذرات اکسید روی بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل‌گاوزبان ایتالیایی (*Echium italicum*) در شرایط آزمایشگاهی در گروه باغبانی دانشگاه ارومیه در سال ۱۴۰۲ بررسی شد. آزمایش مورد نظر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. بذر گیاه گل‌گاوزبان ایتالیایی از طبیعت جمع‌آوری شدند و سپس در زیر هود ابتدا با الکل ۷۰ درصد به مدت ۱ دقیقه و سپس با وایتکس ۵ درصد به مدت ۲ دقیقه و ۳ دفعه شستشو با آب مقطر استریل شدند. بذور استریل شده در محیط کشت حاوی MS، پرلیت و حاوی تیمار نانو ذرات اکسید روی در چهار سطح صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم کشت شدند و پس از رشد کافی گیاهان در شیشه‌ها، اندازه‌گیری صفات وزن، طول و عرض برگ، فلاونوئید کل و محتوی فنول کل انجام گردید. آنالیز داده‌ها و نقشه گرمایی با استفاده از نرم‌افزار آماری R و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن انجام گرفت. نتایج نشان داد که کشت *in vitro* و تیمار نانو ذرات اکسید روی اثرات مطلوب و بهبوددهنده‌ای بر روی گیاه گل‌گاوزبان دارد. با توجه به جدول تجزیه واریانس، نتایج نشان می‌دهد که تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات روی باعث تأثیر معنی‌داری بر مقدار وزن‌تر و خشک، طول برگ، عرض برگ و طول ریشه نسبت به شاهد شد. بیشترین مقدار فلاونوئید (۱/۷۸ میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن خشک) و فنول (۱۱/۰۴ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک) در تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات روی مشاهده شد. این مطالعه نشان داد که نانو ذرات اکسید روی، یک ریزمغذی در رشد گیاه و توسعه آزمایشگاهی، تأثیر زیادی بر پارامترهای رشد گیاهچه‌ها و صفات اندازه‌گیری شده در گیاه گل‌گاوزبان ایتالیایی دارد.

واژه‌های کلیدی: فلاونوئیدکل، فنول‌کل، گل‌گاوزبان‌ایتالیایی، نانو ذرات اکسید روی.

مقدمه

گیاه گل‌گاوزبان ایتالیایی با نام علمی (*Echium italicum* L.) یکی از گونه‌های با ارزش دارویی از تیره گل‌گاوزبانیان (Boraginaceae) است که در شمال، شمال غرب و غرب ایران رشد می‌کند. این گیاه از دیرباز در طب سنتی ایران برای ضد اضطراب، آرام‌بخش، ضدالتهاب استفاده گردیده است (Khajoei Nasab et al., 2022). کودها در مقیاس نانو به دلیل سطح ویژه بالا، ویژگی‌هایی مانند واکنش‌پذیری و تحرک بالا، افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی و افزایش تبادل الکترون اهمیت خاصی دارند. نانو ذرات اکسید روی ازجمله ترکیبات معدنی پرکاربرد در کشاورزی هستند. روی به‌عنوان یک ریزمغذی ضروری، نقش مهمی در فرآیندهای زیستی گیاهان ازجمله رشد، تقسیم و تمایز سلولی، و فعالیت‌های آنزیمی ایفا می‌کند (Thompson, 2022). تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که نانو ذرات اکسید روی می‌توانند متابولیسم ثانویه گیاهان را در شرایط *in vitro* تحریک کنند. در گیاه *Nigella sativa*، نانو ذرات اکسید روی در غلظت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر، موجب افزایش ترکیبات فلاونوئیدی و فنولی شده‌اند (Ambreen et al., 2024). همچنین، در گیاه خردل هندی (*Brassica juncea*) غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش طول ریشه، طول ساقه، تعداد دانه، محتوی کلروفیل و پروتئین کل در مقایسه با شاهد شد (Singh et al., 2025). باتوجه به اهمیت گیاه گل‌گاوزبان ایتالیایی و لزوم استفاده از روش‌های کشت بافت در این تحقیق اثر نانو ذرات اکسید روی بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه گل‌گاوزبان در شرایط کشت بافت انجام‌شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش موردنظر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار با تعداد نمونه ۴ گیاه انجام گرفت. بذور ضدعفونی شدند و سپس در محیط کشت MS با پرلیت و نانو ذرات اکسید روی در چهار سطح صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر کاشته شدند و پس از رشد کافی

گیاهان در اتاق کشت بافت (دوره نوری ۸/۱۶ و دمای ۲±۲۵ سانتی‌گراد)، اندازه‌گیری وزن‌تر و خشک برگ با استفاده از ترازو، ارتفاع گیاه، طول برگ، عرض برگ و طول ریشه با استفاده از خط کش انجام گردید (شکل ۱). محتوی فنول کل با استفاده از معرف فولین و کربنات سدیم، جذب در ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. همچنین محتوی فلاونوئید کل با واکنش با نیتریت سدیم، کلرید آلومینیوم و سود، جذب در ۵۱۰ نانومتر سنجیده شد انجام گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری R و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن انجام شد.



شکل ۱- گیاهان گل‌گاوزبان در شرایط کشت بافت و اندازه‌گیری طول برگ.

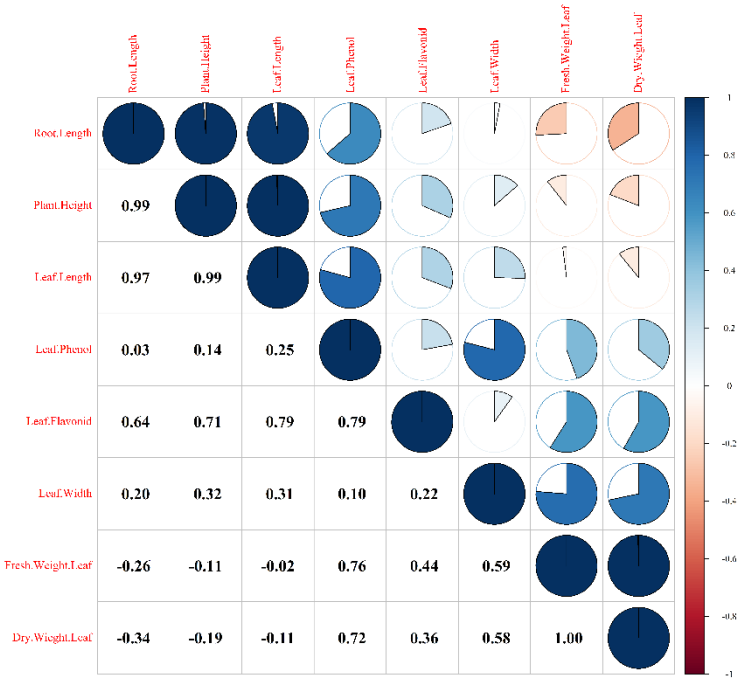
نتایج و بحث

طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) کاربرد نانو ذرات اکسید روی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد بر ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی داشتند. نتایج نشان دادند که تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو روی باعث افزایش ۵/۶۰ درصدی وزن‌تر و ۳/۴ درصدی وزن خشک، ۳۹/۴ درصدی طول برگ، ۱۶/۸ درصدی ارتفاع گیاه، ۶۴/۴ درصدی عرض برگ، ۲ درصدی طول ریشه، ۲۱/۵۱ درصدی فلاونوئید و ۸۶/۱۸ درصدی فنول کل نسبت به شاهد افزایش داد. ارتفاع گیاه و طول برگ همبستگی بالایی باهم دارند و ترکیبات فلاونوئیدی و فنولی داری ضریب همبستگی ۰/۷۹ هستند (شکل ۲). نانو ذرات روی با افزایش جذب آب و مواد مغذی و همچنین تحریک تولید IAA (ایندول-۳-استیک اسید)، به بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی و گسترش ریشه کمک می‌کنند (Salachna et al., 2021). علاوه بر این، این نانو ذرات با افزایش فعالیت فتوسنتزی و باز شدن روزنه‌ها، تأثیر مثبتی بر رشد و بهره‌وری گیاه دارند. نقش دیگر آن‌ها، تقویت جذب عناصر معدنی مؤثر در ساختار کلروفیل، حفظ یکپارچگی غشای سلولی و بهبود ساختار پروتئین است. استفاده از نانو ذرات اکسید روی در شرایط کشت بافت می‌تواند مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های ثانویه را فعال کرده و منجر به افزایش تولید ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی شود (Tymoszuk and Wojnarowicz, 2020). تحقیقات نشان داده‌اند که نانو ذرات اکسید روی در گیاه*Fagonia indica*باعث افزایش ترکیبات فنولی در شرایط کشت بافت شد (Khan et al., 2021). ترکیب محیط کشت با نانو ذرات روی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی تولید ترکیبات فنولی را افزایش می‌دهد و باعث بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه می‌گردد.

جدول ۱- تجزیه واریانس ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی گل‌گاوزبان ایتالیایی تحت تنش نانوذرات اکسید روی در شرایط کشت بافت.

		میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن‌خشک برگ	وزن‌تر برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	طول ریشه	فلاونوئیدکل	فنول کل
نانو اکسید روی	۳	۰/۰۷ **	۰/۰۶۷ *	۲/۵۸**	۰/۱۴۷ *	۰/۰۶۸**	۲/۷۱*	۱/۱۰ **	۱۴/۴۴ **
خطای‌آزمایش	۹	۰/۰۰۳۶	۰/۰۱۴	۰/۳۰	۰/۰۲۸	۰/۰۰۳۹	۰/۴۰۸	۰/۱۴۱۳	۱/۱۰
ضریب تغییر (٪)		۷/۳۳	۵/۵۳	۸/۸	۱۰/۹	۱۱/۸۳	۸/۸	۱۰/۲۳	۱۱/۹

**، * به ترتیب بیانگر معنی‌دار در سطح ۱٪ و معنی‌دار در سطح ۵٪.



شکل ۲- نقشه گرمایی و همبستگی اثرات نانو اکسید روی بر روی خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه گل‌گاوزبان ایتالیایی.

منابع

Ambreen, Khan, M. A., Raza, A., Yousaf, R., Ali, H. and Darwish, H. 2024. Impact of zinc oxide nanoparticles on biosynthesis of thymoquinone in cell cultures of *Nigella sativa*. Plant Nanobiology and Nanotechnology, 10: 100109.

Khajoei Nasab, F., Mehrabian, A. and Nemati, A. 2022. Predicting the effect of climate change on the distribution of *Echium amoenum* and *Echium italicum* in Iran. Iranian Journal of Applied Ecology, 10.

Khan, A. U., Khan, T., Khan, M. A., Nadhman, A., Aasim, M., Khan, N. Z., Ali, W., Nazir, N. and Zahoor, M. 2021. Iron-doped zinc oxide nanoparticles-triggered elicitation of important phenolic compounds in cell cultures of *Fagonia indica*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 147: 287–296.

Salachna, P., Mizielińska, M., Płoszaj-Witkowska, B. and Jaszczak, A. 2021. Zinc oxide nanoparticles enhanced biomass and zinc content and induced changes in biological properties of red *Perilla frutescens*. Materials, 14: 6182.

Singh, T., Saffeullah, P. and Umar, S. 2025. Foliar application of zinc oxide (ZnO) nanoparticles ameliorates growth, yield traits, osmolytes, cell viability, and antioxidant system of *Brassica juncea* (L.) Czern. grown in lead (Pb) stress. Chemosphere, 370: 143950.

Thompson, M. W. 2022. Regulation of zinc-dependent enzymes by metal carrier proteins. BioMetals, 35: 187–213.

Tymoszuk, A. and Wojnarowicz, J. 2020. Zinc oxide and zinc oxide nanoparticles impact on in vitro germination and seedling growth in *Allium cepa* L. Materials, 13: 2784.

The effects of different levels of zinc oxide nanoparticles on some physiological and biochemical traits of *Echium italicum* under *in Vitro* culture conditions

Behnam Gheisary[1] and Mohammad Fattahi[2*]
1.Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[*]*Corresponding author: Mohamadfattahi@yahoo.com*

Abstract

In this study, the effects of zinc oxide nanoparticles on the physiological and biochemical characteristics of Italian borage (*Echium italicum*) were investigated under laboratory conditions at the Horticulture Department of Urmia University in 2023. The experiment was conducted as a completely randomized design with three replications. Seeds of Italian borage were collected from nature and then sterilized under a laminar flow hood by treating them with 70% ethanol for 1 minute, followed by 5% sodium hypochlorite for 2 minutes, and then rinsed three times with sterile distilled water. The sterilized seeds were cultured in a medium containing MS, perlite, and treated with zinc oxide nanoparticles at four concentrations: 0 mg/L (control), 25 mg/L, 50 mg/L, and 75 mg/L. After sufficient plant growth in culture vessels, measurements of traits including fresh and dry weight, leaf length and width, total flavonoid content, and total phenolic content were performed. Data analysis and heatmap generation were conducted using R statistical software, and mean comparisons were made using Duncan's test. The results showed that in vitro culture and treatment with zinc oxide nanoparticles had positive and enhancing effects on Italian borage plants. According to variance analysis, treatment with 50 mg/L zinc oxide nanoparticles had a significant impact on fresh and dry weight, leaf length, leaf width, and root length compared to the control. The highest amounts of flavonoids (1.78 mg quercetin/g/g dry weight) and phenolics (11.04 mg gallic acid/g dry weight) were observed in the 50 mg/L nanoparticle treatment. This study demonstrated that zinc oxide nanoparticles, as a micronutrient in plant growth and laboratory development, have a substantial effect on seedling growth parameters and measured traits in *E. italicum*.

Keywords: *Echium italicum*, Total phenol, Total flavonoid, Zinc oxide nanoparticles.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خصوصیات کمی، کیفی و شیمیایی میوه رقم انار وارداتی "واندرفول" و مقایسه‌ی آن با ارقام تجاری "ملس و آلک ساوه"

وحیده نرجسی[1*] و سکینه فرجی[1]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات وآموزش‌کشاورزی و منابع طبیعی استان‌مرکزی، سازمان تحقیقات و آموزش‌کشاورزی، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *vnarjesi@areeo.ac.ir*

چکیده

انار رقم واندرفول با ارقام تجاری ساوه ملس و آلک در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار و سه درخت در هر تکرار طی دو سال در یک باغ سازگاری در شهرستان ساوه مورد مطالعه قرار گرفت و برخی از خصوصیات رویشی و زایشی درخت و کمی و کیفی میوه و شاخص‌های کیفی و ترکیبات بیوشیمیایی آب‌میوه آنها با یکدیگر مقایسه شد. رقم واندرفول دارای رشد متوسط در مقایسه با ارقام بومی بود و بیشترین وزن میوه (۴۰۳/۱۷ گرم)، وزن آریل (۲۲۹/۹۱ گرم) وزن پوست (۱۷۷/۴ گرم) و ضخامت پوست (۳/۸۷ میلی‌متر) را داشت؛ ولی درصد آب‌میوه در رقم ملس بالاتر بود. رنگ پوست میوه در واندرفول همانند آلک، قرمز پر رنگ و هر سه دارای آریل‌هایی قرمز رنگ بودند. درصد آفتاب‌سوختگی میوه در رقم‌های واندرفول و ملس (به‌ترتیب ۲۲ و ۲۳ ٪) بالا بود. بیشترین درصد ترکیدگی (۱۲/۲۲ ٪) و کمترین عملکرد میوه در درخت (۱۵/۵۸ کیلوگرم در درخت) در انار واندرفول مشاهده شد. کمترین قطر دانه در انار واندرفول که با نرمی دانه ارتباط داشت، ثبت شد. رقم واندرفول در مقایسه با ارقام تجاری ملس و آلک ساوه دارای بالاترین میزان مواد جامد محلول (۱۷/۷۸) و شاخص طعم (۱۲/۳۱) بود. اسیدیته قابل تیتر در ارقام بومی (آلک ساوه: ۱/۶۵ درصد و ملس ساوه: ۱/۵۹ درصد) بالاتر از رقم واندرفول (۱/۴۵۴ درصد) بود. بالاترین میزان pH آب میوه (۳/۵۸) به رقم ملس و پائین ترین (۳/۴۳) به رقم ولندرفول اختصاص داشت. رقم واندرفول بالاترین آنتوسیانین کل (۳۵/۱۹ میلی‌گرم در لیتر) و ویتامین C (۴۳/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی) را داشت؛ در حالیکه رقم ملس بیشترین میزان فنول کل (۲۳/۴۸ میلی گرم اسید گالیک/ لیتر) را دارا بود. در اقلیم ساوه رقم واندرفول در بسیاری صفات برتر و یا مشابه ارقام بومی بود؛ ولی به دلیل حساسیت پوست به ترکیدگی، زمان برداشت میوه‌ها می‌بایست با دقت انتخاب شود. رقم واندرفول با توجه به ظاهر بازارپسند (میوه‌های درشت با پوست قرمز)، صفات مطلوب آریل (آریل‌های قرمز با هسته‌ای نرم)، طعم آب میوه مناسب (مواد جامد محلول بالا، اسید قابل تیتر کمتر و مزه‌ی شیرین‌تر) و ارزش غذایی بالا (آنتوسیانین و ویتامین C بالا) می‌تواند در مصارف تازه خوری کاربرد بیشتری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: سازگاری، عملکرد، واندرفول.

مقدمه

در سالیان اخیر ارقام جدید و وارداتی انار به کشور خصوصا شهرستان ساوه در استان مرکزی به منظور بهره‌برداری در مطالعات سازگاری و به‌نژادی وارد شده است. یکی از این ارقام رقم واندرفول می‌باشد که دارای میوه‌های بزرگ (ظاهر میوه جذاب و رنگ پوست قرمز درخشان) و در زمان رسیدگی کامل آریل‌های آبدار با رنگ قرمز و طعم ملس و هسته نرم می‌باشد. کشت این رقم در مناطقی با روزهای گرم و شب‌های خنک، توسعه یافته یافته است (Usanmaz et al., 2014). رقم واندرفول از سال سوم به بار می‌نشیند و در ۵ تا ۶ سالگی به عملکرد مناسب و میوه‌ی با کیفیت تجاری می‌رسد (James et al., 2014). رقم واندرفول، رقمی تجاری و صنعتی است که بیش از ۹۰ درصد کل باغ‌های تجاری آمریکا را به خود اختصاص داده است (Sun et al., 2024). مطالعه روی رقم واندرفول در مناطق انار خیز ایران به طور محدود انجام شده است. با توجه به اینکه از مهم‌ترین اهداف وارد کردن ارقام خارجی، استفاده مستقیم از آنها برای احداث باغات جدید و جایگزینی با برخی ارقام موجود (در صورت نشان دادن سازگاری و برتری نسبت به این ارقام) و یا وارد شدن آنها در برنامه‌های به‌نژادی برای انتقال ژن‌های مطلوب به ارقام داخلی می‌باشد، لذا برای استفاده صحیح از این ژنوتیپ‌ها باید سازگاری آنها به شرایط محیطی در مناطق مختلف درکشور مقصد بررسی شود و کم توجهی به این موضوع خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به همراه دارد، زیرا بسیاری از صفات کمی وکیفی ارقام انار با

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

انتقال از یک منطقه به دیگر مناطق تغییر می‌کنند، در نتیجه انجام مطالعات سازگاری ارقام وارداتی می‌تواند ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش دهد (Usanmaz et al., 2014).

مواد و روش‌ها

نهال‌های یک‌ساله انار ارقام واندرفول، ملس و آلک ساوه در سال ۱۳۹۷ در باغی در روستای استوج از دهستان قره‌چای بخش مرکزی شهرستان ساوه (عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی) به فاصله ۲/۵ ×۳ متر کشت شدند. بافت خاک باغ لومی با هدایت الکتریکی ۳/۹ (ds/m) و pH آن ۷/۷۱ بود. هدایت الکتریکی آب آبیاری، ۲/۵۳ (ds/m) با pH ۷/۴۵ بود. درختان آزمایش از نظر آبیاری، هرس و مبارزه با علف‌های هرز تحت مدیریت مناسب و پایدار بودند. طی سال های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ ارزیابی صفات کمی و کیفی میوه و آب میوه رقم واندرفول انجام شد. ۱۲ درخت در هر رقم انتخاب، ارتفاع تنه و قطر تنه با متر اندازه گیری شد و تعداد میوه‌های سالم در هر درخت برداشت و شمارش شدند، عملکرد هر درخت بر اساس وزن کل محصول سالم اندازه گیری شد. سپس درصد ترکیدگی میوه و آفتاب سوختگی در هر درخت از طریق رابطه تعداد میوه ترکیده و آفتاب سوخته بر تعداد میوه کل محاسبه شد (Naser et al., 2021). در سال‌های ۴ و ۵، از هر درخت ۱۰ عدد میوه به صورت تصادفی از ۴ سمت درختان انتخاب شد. صفات طول و قطر میوه (میلی‌متر)، ضخامت پوست میوه (میلی‌متر) با کولیس ورنیه و شاخص شکل میوه با تقسیم طول به قطر میوه اندازه‌گیری شد. وزن میوه، وزن پوست و وزن آریل با استفاده از ترازو دیجیتالی تا دو رقم اعشار اندازه‌گیری گردید. صفات رنگ میوه و رنگ آریل با استفاده روش Fawole and Opara (2013) ارزیابی شد. تعداد ۲۰ آریل از هر میوه انتخاب و طول و عرض آریل و ابعاد دانه‌ها (طول و قطر) با استفاده از کولیس ورنیه به میلی‌متر اندازه‌گیری گردید (Jihad Al-Aslan et al., 2023). میزان مواد جامد محلول(TSS)با دستگاه قندسنج (رفراکتومتر) دیجیتالی بر حسب بریکس، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) به روش عیارسنجی (تیتراسیون) با استفاده از هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال تا رسیدن به pH=۸/۲، شاخص طعم میوه از نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA)، pH آب‌میوه با pH متر، اندازه‌گیری شد. فنول کل با استفاده از روش فولین-سیوکالته (Singleton et al., 1999)، آنتوسیانین کل با روشpHافتراقی و بر حسب رنگدانه سیانیدین ۳- گلوکوزاید موجود در انار اندازه‌گیری شد (Nakamura et al., 1990). برای اندازه‌گیری ویتامینCاز روش عیارسنجی (تیتراسیون) با یدور پتاسیم و معرف نشاسته استفاده شد. ظهور رنگ آبی تیره نشانه پایان آزمایش بود (Majedi, 1994). پس از جمع‌آوری داده‌ها، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، مقایسهٔ میانگین صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال یک درصد) با استفاده از نرم افزار SAS v.9.4 انجام شد.

نتایج و بحث

بلندترین ارتفاع تنه (۲/۱۴۷ متر) و بیشترین قطر تنه (۱۴/۱۱ سانتی‌متر) در رقم آلک مشاهده شد. رقم آلک ساوه با ۱۷/۵۵ کیلوگرم بیشترین عملکرد را داشت. متوسط عملکرد هر درخت در رقم ملس ساوه ۱۶/۱۴ کیلوگرم و در رقم واندرفول ۱۵/۵۸ کیلوگرم در هر درخت بود (جدول ۳). بیشترین درصد آفتاب‌سوختگی میوه در رقم ملس ساوه (۲۳/۷۹ ٪) و بدون اختلاف معنی‌داری در رقم واندرفول (۲۲/۰۸ ٪) مشاهده شد. بین ارقام مورد بررسی درصد ترکیدگی میوه تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین درصد ترکیدگی (۱۲/۲۲ ٪) در میوه‌های رقم واندرفول مشاهده شد. بیشترین درصد آلودگی به کرم گلوگاه (۶/۰۲ ٪) مربوط به رقم آلک ساوه بود. ارقام واندرفول و ملس ساوه به ترتیب با ۲/۹۳ و ۲/۰۲ درصد میزان آلودگی کمتری به کرم گلوگاه داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات رویشی و عملکردی سه رقم انار (میانگین داده‌های دو ساله).

ارقام	ارتفاع تنه (cm)	قطر تنه (cm)	عملکرد (kg/tree)	درصد آفتاب‌سوختگی (٪)	درصد ترکیدگی (٪)	درصدآلودگی‌به‌کرم گلوگاه (٪)
واندرفول	1.93^{b}†	13.95^{a}	15.58^{c}	22.08^{a}	12.22^{a}	3.93^{b}
ملس ساوه	1.758^{c}	13.15^{b}	16.14^{b}	23.79^{a}	8.6^{b}	2.02^{b}
آلک ساوه	2.147^{a}	14.11^{a}	17.55^{a}	7.29^{b}	3.54^{c}	6.02^{a}

† حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنها در سطح ۱ درصد است.

بیشترین متوسط وزن میوه در رقم واندرفول، وزن پوست، درصد پوست میوه، ضخامت پوست و قطر میوه (به ترتیب ۴۱۲/۷۹ گرم، ۱۷۷/۴۰ گرم، ۴۳/۱۲ درصد، ۳/۸۷ میلی‌متر و ۸۶/۶۹ میلی‌متر) در رقم واندرفول مشاهده شد. کمترین وزن میوه (۳۳۸/۴۴ گرم) در رقم آلک ساوه، کمترین وزن پوست (۱۴۷/۳۷ گرم) در رقم ملس، پائین‌ترین درصد پوست در رقم ملس ساوه (۴۰/۴۹ درصد) ثبت گردید. بیشترین درصد آب‌میوه (۴۵/۸۶ درصد) به رقم ملس ساوه و پائین‌ترین درصد آب‌میوه در رقم واندرفول با ۳۹/۸۱ درصد، در صفت شاخص شکل میوه رقم آلک بیشترین مقدار (۰/۹۵۷۶) و رقم واندرفول کمترین مقدار (۰/۹۰۹۵) را داشتند. بیشترین میزان رنگ پوست میوه در ارقام واندرفول و آلک مشاهده شد. ارقام واندرفول و آلک رنگ پوست قرمزتری در مقایسه با رقم ملس ساوه داشتند. در مطالعه مقایسه ارقام بومی استان فارس با رقم واندرفول نیز گزارش شد که اثر رقم بر وزن میوه، ضخامت پوست و وزن پوست از نظر آماری معنی‌دار است و کمترین وزن آریل در میوه‌های رقم واندرفول به ثبت رسید (Jihad Al-Aslan et al., 2023). Tinebra و همکاران نیز با بررسی دو رقم انار تجاری واندرفول و مولار، تفاوت‌های قابل توجهی را با توجه به صفات فیزیکی میوه مشاهده کردند (Tinebra et al., 2021). درصد آب‌میوه در ارقام بومی بالاتر از رقم واندرفول بود که این میزان کاهش در آب‌میوه در رقم واندرفول را می‌توان با وزن پوست بالاتر و ضخامت پوست بیشتر در این رقم توجیه نمود. هر چه میزان پوست بیشتر باشد، از میزان آریل آن کاسته می‌شود که این ویژگی از لحاظ کیفی مناسب نیست. در مطالعه‌ای نیز گزارش شده است که هر چه نسبت پوست به آریل بیشتر باشد، نشان‌دهنده‌ی ضخامت بیشتر و درصد رطوبت بالاتر پوست می‌باشد، که از لحاظ اقتصادی برای مصرف‌کنندگان مناسب نیست (Zarei and Azizi, 2010).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات فیزیکی میوه در سه رقم انار (میانگین داده‌های دو ساله).

ارقام	وزن میوه (گرم)	وزن پوست (گرم)	درصد پوست	وزن آب‌میوه (گرم)	ضخامت پوست (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	شاخص‌شکل میوه	رنگ پوست
واندرفول	412.79a†	177.4a	43.12a	39.81c	3.87a	78.79 a	86.69a	0.9059b	5.718a
ملس ساوه	371.02b	147.37c	40.49b	45.86a	2.92c	80.81a	84.9ab	0.9328ab	5.08b
آلک ساوه	338.44c	150.27b	42.4a	42.26b	3.6b	80.6a	84.04b	0.9576a	5.72a

† حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنها در سطح ۱ درصد است.

رقم واندرفول با ۲۳۶/۷۸ گرم بالاترین و رقم آلک ساوه با ۲۰۱/۱ گرم پائین‌ترین وزن آریل را داشت. رقم واندرفول و سپس ملس بیشترین رنگ آریل را داشتند. ارقام ملس و آلک ساوه به ترتیب با (۱۳/۷۸ و ۱۳/۶۵ میلی‌متر) بالاترین و رقم واندرفول با ۱۰/۹۴ میلی‌متر پائین‌ترین طول آریل را داشتند. بالاترین قطر آریل در رقم ملس (۹/۰۲ میلی‌متر) و پائین‌ترین قطر آریل در رقم واندرفول (۷/۶۲ میلی‌متر) بود. ارقام بومی ساوه طول دانه بیشتری داشتند. طول دانه در رقم واندرفول با اختلاف معنی‌داری پائین‌ترین مقدار (۶/۷۵ میلی‌متر) بود. قطر دانه در ارقام آلک و ملس (به ترتیب ۳/۳۴ و ۳/۲۷ میلی‌متر) بیشتر از قطر دانه در رقم واندرفول (۲/۹۷ میلی‌متر) بود (جدول ۵). نتایج ما با نتایج Jihad Al-Aslan و همکاران که گزارش کردند تفاوت معنی‌داری بین ارقام بومی استان فارس با رقم واندرفول از نظر خصوصیات فیزیکی آریل و هسته انار وجود دارد، مطابقت دارد (Jihad Al-Aslan et al., 2023).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مرتبط با آریل و دانه سه رقم انار (میانگین داده‌های دو ساله).

ارقام	وزن آریل (گرم)	رنگ آریل	طول‌آریل(میلی‌متر)	قطر آریل(میلی‌متر)	طول دانه (میلی‌متر)	قطر دانه (میلی‌متر)
واندرفول	236.7a†	3.83a	10.94b	7.62c	6.75b	2.97b
ملس ساوه	221.08b	3.57b	13.78a	9.02a	6.94a	3.27a
آلک ساوه	201.1c	3.32c	13.65a	8.7b	7.03a	3.34a

† حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنها در سطح ۱ درصد است.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بالاترین مواد جامد محلول (TSS) متعلق به رقم واندرفول (۱۷/۷۸) بود. پس از آن ارقام بومی ساوه دارای مواد جامد محلول کمتری بودند. پائین‌ترین میزان مواد جامد محلول در رقم آلک ساوه (۱۶/۴۷) ثبت گردید (جدول

۶).ارقام مورد بررسی در صفت اسیدیته قابل تتراسیون (TA) نیز دارای اختلاف معنی‌داری بودند. رقم ملس ساوه با ۱/۵۹ درصد دارای بالاترین و رقم واندرفول با ۱/۴۵۴ درصد دارای پائین‌ترین میزان اسید بودند. رقم آلک در مقایسه با دو رقم دیگر دارای میزان اسید متوسطی (۱/۵۹) بود (جدول ۶). شاخص طعم در رقم واندرفول با ۱۲/۳۱ درصد بالاترین مقدار در مقایسه با ارقام بومی بود. بعد از رقم واندرفول، رقم ملس با ۱۱/۴۱ درصد و رقم آلک با ۱۰/۰۳ درصد شاخص طعم پائین‌تری داشتند (جدول ۶). میزان pH در رقم ملس ساوه اختلاف معنی داری با میزان pH در ارقام واندرفول و آلک ساوه داشت. رقم ملس ساوه دارای بالاترین میزان pH آب‌میوه (۳/۵۸) بود و اختلاف معنی‌داری با میزان pH در ارقام واندرفول (۳/۴۳) و آلک (۳/۴) داشت (جدول ۶). ارقام مورد بررسی در میزان آنتوسیانین کل اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. رقم واندرفول دارای بالاترین میزان آنتوسیانین کل (۳۵/۱۹ میلی‌گرم/ لیتر) در مقایسه با ارقام بومی بود (جدول ۶). رقم ملس ساوه پس از رقم واندرفول دارای آنتوسیانین کل (۳۱/۳۹ میلی‌گرم/ لیتر) بالایی بود. پائین‌ترین میزان آنتوسیانین کل (۸۴/ ۲۸ میلی‌گرم/ لیتر) در رقم آلک ساوه مشاهده شد (جدول ۶). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بالاترین میزان فنول کل در رقم ملس ساوه (۲۳/۴۸ میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر) و پس از آن با اختلاف معنی‌داری در رقم واندرفول (۲۱/۸۱ میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر) و رقم آلک ساوه (۲۰/۹۹ میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر) مشاهده شد (جدول ۶). در میزان ویتامین C نیز بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. میزان ویتامین C در ارقام ولندرفول و ملس با آلک اختلاف معنی‌داری داشت. ارقام ملس ساوه و واندرفول به ترتیب با ۴۳/۳۳ و ۴۳/۲۵ میلی گرم در ۱۰۰ سی‌سی آب‌میوه مقادیر ویتامین C بالایی داشتند. رقم آلک ساوه با ۲۳/۱۷ میلی گرم در ۱۰۰ سی‌سی آب‌میوه، پائین‌ترین مقدار ویتامین C را به خود اختصاص داد (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات کیفی و برخی صفات بیوشیمیایی آب‌میوهٔ سه رقمانار (میانگین داده‌های دو ساله).

ارقام	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتر (درصد)	شاخص طعم	pH	آنتوسیانین کل (میلی‌گرم/ لیتر)	فنول کل (میلی‌گرم اسید گالیک/ لیتر)	ویتامین C (میلی‌گرم/۱۰۰ سی‌سی)
واندرفول	17.78^{a}†	1.454^{c}	12.31^{a}	3.43^{b}	35.19^{a}	21.81^{b}	43.25^{a}
ملس ساوه	17.73^{a}	1.59^{b}	11.41^{b}	3.58^{a}	31.39^{b}	23.48^{a}	43.33^{a}
آلک ساوه	16.47^{b}	1.65^{a}	10.03^{c}	3.40^{b}	28.84^{c}	20.99^{b}	23.17^{b}

† حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین آنها در سطح ۱ درصد است.

در مطالعه Tarantino و همکاران (2022) نیز گزارش شد که بین ارقام انار بومی ایتالیا و واندرفول اختلاف معنی‌داری در میزان مواد جامد محلول مشاهده شد. با توجه به صفات کیفی آب میوه رقم واندرفول به دلیل دارا بودن میزان مواد جامد محلول بالا، اسیدیته و pH پائین و رنگ بیشتر در آریل و پوست برای مصرف تازه خوری مناسب‌تر باشد؛ نتایج ما با نتایج تینبرا و همکاران، مطابقت دارد (Tinebra et al., 2021). میوه‌های انار رقم واندرفول رنگ قرمز تیره‌ای دارند و در مقایسه با ارقام بومی استان فارس، رقم واندرفول دارای بالاترین سطح آنتوسیانین در پوست و آریل می‌باشد (Jihad Al-Aslan et al., 2023).

رقم واندرفول در شرایط آب‌وهوایی نیمه خشک ساوه مورد ارزیابی قرار گرفت و با ارقام بومی ساوه مقایسه گردید. نتایج پژوهش نشان داد که رقم واندرفول در سن چهار سالگی به رشد و تولید اقتصادی خواهد رسید. با ارزیابی رقم واندرفول مشخص شد، این رقم به دمای بالا (۳۹ تا ۴۰ درجه سانتی گراد) در طول ماه های گرم سال (تیر و مرداد ماه) حساس بوده و منجر به آفتاب سوختگی میوه های آن خواهد شد. شرایط نامساعد آب‌وهوایی در زمان برداشت و تاخیر در زمان برداشت نیز منجر به ترکیدگی درصد بالایی از میوه‌ها خواهد شد. در پایان می‌توان اظهار داشت رقم واندرفول، بدلیل داشتن میوه‌های بزرگ با رنگ پوست و آریل قرمز و دانه‌ی نرم،بدلیل طعم آب میوه مناسب (مواد جامد محلول بالا، اسید قابل تیتر کمتر و مزه‌ی شیرین‌تر) و ارزش غذایی بالا (آنتوسیانین و ویتامین C بالا) می‌تواند در مصارف تازه خوری کاربرد بیشتری داشته باشد.

منابع

Fawole, O. A. and Opara, U. L. 2013. Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. 'Bhagwa'). South African Journal of Botany, 85: 23–31.

Jihad Al-Aslan, A., Alizadeh, M., Seifi, E., Jafari, M. and Atashi, S. 2023. Evaluation of the qualitative and quantitative traits of some Iranian local pomegranates as compared to 'Wonderful' commercial cultivar. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 6(2): 115–130.

Naser, A., Abd-Alrazik, A. M. and Khalifa, S. M. 2021. Effect of some nutrients on growth, yield and fruit quality of 'Wonderful' cultivar pomegranate. Al-Azhar Journal of Agricultural Research, 46(1): 1–15.

Sun, Y., Niu, G. and Masabni, J. G. 2024. Growth, gas exchange, and mineral nutrition of 'Wonderful' pomegranate irrigated with saline water. Technology in Horticulture, 4(1).

Tarantino, A., Frabboni, L., Mazzeo, A., Ferrara, G. and Disciglio, G. 2022. Comparative evaluation of yield and fruit physico-chemical characteristics of five commercial cultivars of pomegranate grown in southeastern Italy in two consecutive years. Horticulturae, 8(6): 497.

Tinebra, I., Scuderi, D., Sortino, G., Mazzaglia, A. and Farina, V. 2021. Pomegranate cultivation in Mediterranean climate: Plant adaptation and fruit quality of 'Mollar de Elche' and 'Wonderful' cultivars. Agronomy, 11(1): 156.

Usanmaz, S., Kahramanoğlu, I. and Yılmaz, N. 2014. Yield and pomological characteristics of three pomegranate (**Punica granatum** L.) cultivars: Wonderful, Acco and Herskovitz. American Journal of Agriculture and Forestry, 2(3): 61–65.

Zarei, M. and Azizi, M. 2010. Evaluation of some physical and chemical properties of six Iranian pomegranate fruit cultivars at ripening stage. Journal of Horticultural Sciences, 24(2): 175–182.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the wonderful pomegranate variety and its comparison with two commercial Iranian pomegranate varieties

Vahideh Narjesi[1*] and Sakineh Faraji[1]
1. Crop and Horticultural Science Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Arak, Iran
[*]*Corresponding author: v.narjesi@areeo.ac.ir*

Abstract

Pomegranate cv. Wonderful was studied in one adaptation orchard in Saveh city during two years with Malas and Alak Saveh as RCB design in four replications and three trees in each replication, and the vegetative characteristics of the tree, quantity and quality of fruit and biochemistry of their fruit juice was compared with each other. The Wonderful cultivar had average growth compared to native cultivars and had the highest fruit weight (403.17 g), aril weight (229.91 g), skin weight (177.4 g) and skin thickness (3.87 mm); but the percentage of juice was higher in Malas cultivar. The color of the skin of the fruit in Wonderful, like Alak, was dark red and all three had red arils. The percentage of fruit sunburn was high in Wonderful and Malas (22 and 23%). The highest cracked percentage (12.22%) and the lowest fruit yield (15.58 kg per tree) were observed in Wonderful. The smallest seed diameter was recorded in Wonderful, which was related to seed softness. Wonderful cultivar had the highest soluble solids content (17.78) and flavor index (12.31). Titratable acidity in native cultivars (Alak Saveh: 1.65% and Malas Saveh: 1.59%) was higher than that of the Wonderful cultivar (1.454%). The highest juice pH (3.58) was assigned to the Malas cultivar and the lowest (3.43) to the Wonderful cultivar. The Wonderful variety had the highest total anthocyanin (35.19 mg/L) and vitamin C (43.25 mg/100 cc); while the Malas variety had the highest total phenolic content (23.48 mg/L gallic acid). In Saveh region, Wonderful was superior or similar to native varieties in many traits; but due to the sensitivity of the skin to cracking, the time to harvest the fruits should be chosen carefully. Wonderful cultivar due to its marketable appearance, desirable aril traits and suitable juice flavor (high soluble solids, lower titratable acid, and sweeter taste), and high nutritional value (high anthocyanin and vitamin C), can be more useful for fresh consumption.

Keywords: Compatibility, Wonderful, Yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی عملکرد و خصوصیات میوه ارقام جدید و ژنوتیپ‌های امیدبخش به در شرایط اقلیمی ارومیه

مشهید هناره[1*]، حمید عبداللهی[2] و حسن اکبری[3]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *mashhidh@gmail.com*

چکیده

ایران با تولید بیش از ۸۲ هزار تن میوه به، پس از کشورهای ازبکستان، چین و ترکیه، بیشترین تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. به رقم اصفهان در حال حاضر رقم غالب کشور می‌باشد. این رقم گرچه از کیفیت میوه مطلوبی برخوردار است لیکن دارای معایبی مانند کم‌باردهی و حساسیت بالا به بیماری آتشک می‌باشد. به منظور دستیابی به ارقام و ژنوتیپ‌های بهتر، نهال‌های ارقام به ویدوجا، بهتا، اصفهان و ژنوتیپ‌های امیدبخش اصفهان ۲، اصفهان ۳، اصفهان ۵ پیوند شده روی دو پایه بذری به و زالزالک در اوایل فروردین ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه کشت شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمین باغ اجرا شد. خصوصیات میوه و عملکرد این ارقام و ژنوتیپ‌ها به مدت چهار سال از سال ۱۴۰۰ مطالعه شد. نتایج نشان داد پایه به نسبت به پایه زالزالک تعداد میوه را ۳۳/۳٪، عملکرد را ۲۷/۹٪، مواد جامد محلول میوه را ۶٪ در ارقام و ژنوتیپ‌های به افزایش و اسیدیته میوه را ۱۱/۴٪ کاهش داد. ارقام و ژنوتیپ‌های به در تمامی صفات مورد مطالعه به غیره از مواد جامد محلول اختلاف معنی‌داری داشتند. میانگین بیشترین تعداد میوه در درخت در رقم ویدوجا با ۱۱۵/۷ عدد بود که با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین تعداد میوه با ۴۷/۵ عدد در رقم به اصفهان مشاهده شد. بیشترین میزان عملکرد درخت در ۲۲/۷ و ۲۲ کیلوگرم به‌ترتیب در رقم ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ روی پایه به ثبت شد.

واژه‌های کلیدی: تعداد میوه، ژنوتیپ‌های به، عملکرد درخت.

مقدمه

خاستگاه درخت به، اروپای جنوب شرقی و آسیای صغیر بوده و مراکز انتشار آن، ایران، افغانستان و اروپای جنوبی می‌باشد. برخی محققین ایران و ترکمنستان را خاستگاه این گونه می‌دانند (عبداللهی، ۱۴۰۲). هرچند ایران یکی از تولیدکنندگان عمده این محصول در جهان محسوب می‌شود. اما از لحاظ عملکرد با ۱۱/۴ تن در هکتار پس از ترکیه با ۲۵/۴ تن در هکتار و ازبکستان با۱۷/۱ تن در هکتار در رتبه سوم قرار دارد (FAO, 2023). مقدار عملکرد به عوامل مختلف از جمله عوامل به‌باغی، پایه، رقم و سایر موارد بستگی دارد. نقش رقم در عملکرد و تولید هر محصولی بسیار حائز اهمیت است. (هناره و حسنی، ۱۳۹۸). به‌منظور دستیابی به ارقام برتر به، در دهه اخیر دو رقم ویدوجا و بهتا توسط محققین معرفی شده‌اند. مهمترین صفت شاخصه این دو رقم عملکرد بالای آنها نسبت به رقم غالب کشور یعنی رقم به اصفهان است (Tatari et al., 2024). میوه‌کاری مدرن و صنعتی امروزه مستلزم استفاده از پایه‌های اصلاح شده و سازگار با شرایط محیطی و تنش‌هاست (هناره و تاتاری، ۱۴۰۱). پایه‌های بذری به، زالزالک و پایه‌های رویشی کوینس BA29, A, B و C برای درخت به مورد استفاده قرار می‌گیرد که در کشور، ارقام به بیشتر بر روی دو پایه بذری به و زالزالک پیوند می‌گردند. به‌طور معمول گونه‌های زالزالک موجود در طبیعت، تحمل مطلوبی به خشکی و شوری داشته و در خاک‌های آهکی کارآیی بالاتری در جذب آهن دارد که پتانسیل‌های فوق می‌تواند در کنار اثر پاکوتاه‌کنندگی آن روی ارقام به، لزوم استفاده از این پایه برای باغات به در بعضی مناطق کشور را می‌طلبد (محمدی و ربیعی، ۱۴۰۲). هدف از این تحقیق مطالعه خصوصیات میوه و باردهی ارقام جدید و ژنوتیپ‌های امیدبخش به بر روی پایه بذری به و زالزالک در شرایط خاکی و اقلیمی ارومیه بود.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق ارقام جدید به ویدوجا، بهتا، و ژنوتیپ‌های امیدبخش اصفهان ۲، اصفهان ۳ و اصفهان ۵ و رقم اصفهان بعنوان شاهد روی دو پایه بذری به و زالزالک به مدت چهار سال (۱۴۰۰-۱۴۰۳) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه مورد مطالعه قرار گرفتند. در زمان مطالعه (سال ۱۴۰۰) درختان چهار ساله بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمین باغ اجرا شد. در هر کرت آزمایشی سه درخت پیوندی در یک ردیف سه‌تائی به فواصل ۳×۴ متر کشت شد. فاکتورها مورد مطالعه شامل رقم و ژنوتیپ در شش سطح و پایه در دو سطح بود. در هر سال در زمان برداشت، تعداد میوه در درخت، وزن میوه، طول و عرض میوه، مواد جامد محلول (TSS) میوه با رفراکتومتر مدل DDR18416، pH عصاره میوه به وسیله pH متر مدل Methrohm691، اسید قابل تیتراسیون میوه برحسب اسید مالیک (اسید غالب در به) با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و عملکرد درخت ارقام و ژنوتیپ‌های به اندازه‌گیری شد. پس از رسیدن میوه، محصول هریک از ارقام و ژنوتیپ‌ها به مورد بررسی در هر یک از کرتهای آزمایشی به‌طور جداگانه برداشت و توزین گردید و بر حسب عملکرد درخت محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که پایه در شرایط خاکی و اقلیمی ارومیه بر تعداد میوه در درخت، عملکرد، مواد جامد محلول و اسیدیته میوه ارقام و ژنوتیپ‌های به اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). پایه بذری به در این شاخص‌ها بهتر عمل نمود. بطوریکه میانگین تعداد میوه در درخت، در درختان پیوند شده روی پایه به ۸۴/۹ عدد و در پایه زالزالک ۶۳/۷ عدد ثبت شد. عملکرد درخت در پایه به و پایه زالزالک به‌ترتیب ۱۵/۶ و ۱۲/۲ کیلوگرم بود. پایه به نسبت به پایه زالزالک مواد جامد محلول ارقام و ژنوتیپ‌های به را افزایش و اسیدیته را کاهش داد. نوع پایه می‌تواند بر انتقال عناصر غذایی، کربوهیدرات‌ها و تنظیم کننده‌های رشد بین ریشه و شاخه‌ها اثرگذار باشد و رشد و باردهی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۵). استقرار بهتر پایه بذری به نسبت به پایه زالزالک در ارومیه، باعث بهبود رشد رویشی ارقام و ژنوتیپ‌های به شده (هناره و همکاران، ۱۳۹۹) و در نتیجه باعث افزایش باردهی در درخت شده است.

تفاوت معنی‌داری بین تمام صفات بررسی شده به غیره از مواد جامد محلول در ارقام و ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (جدول ۱). میانگین بیشترین تعداد میوه در درخت در رقم ویدوجا با ۱۱۵/۷ عدد بود که با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. بعد از رقم ویدوجا، بیشترین تعداد میوه در ژنوتیپ اصفهان ۵ با میانگین ۹۵/۴ عدد مشاهده شد و افزایش معنی‌داری نسبت به سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها داشت. کمترین تعداد میوه با ۴۷/۵ عدد در رقم به اصفهان مشاهده شد. رقم بهتا با ۲۶۳/۷ گرم از بالاترین وزن میوه برخوردار بود و با بقیه ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. بعد از رقم بهتا، رقم اصفهان با ۲۴۵/۵ گرم وزن میوه در رتبه دوم قرار داشت و با دیگر ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد. کمترین وزن میوه در ژنوتیپ اصفهان ۲ با میانگین ۱۶۶/۵ گرم مشاهده شد. بیشترین طول میوه در ارقام بهتا، اصفهان و ژنوتیپ اصفهان ۳ ثبت شد. بیشترین عرض میوه با ۸/۶ سانتی‌متر در رقم اصفهان دیده شد و با دیگر ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد اختلاف قابل توجهی بین ارقام و ژنوتیپ‌ها در عملکرد وجود داشت، بیشترین عملکرد درخت رقم با ۱۸/۸ و ۱۸ کیلوگرم به‌ترتیب مربوط به رقم به ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ بود که با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری داشتند. ژنوتیپ اصفهان ۲ و به اصفهان به‌ترتیب با ۷/۵ و ۱۰/۹ کیلوگرم از کمترین عملکرد در درخت برخوردار بودند و نسبت به سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. دامنه تغییرات pH میوه ارقام و ژنوتیپ‌ها بین ۳/۶ تا ۳/۷۹ بود. بیشترین مقدار اسیدیته بر حسب اسید مالیک به‌مقدار ۰/۸۳ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه ژنوتیپ اصفهان ۳ مشاهده شد و با بقیه ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشت.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات میوه و عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های به پیوند شده روی دو پایه به و زالزالک در طی چهار سال.

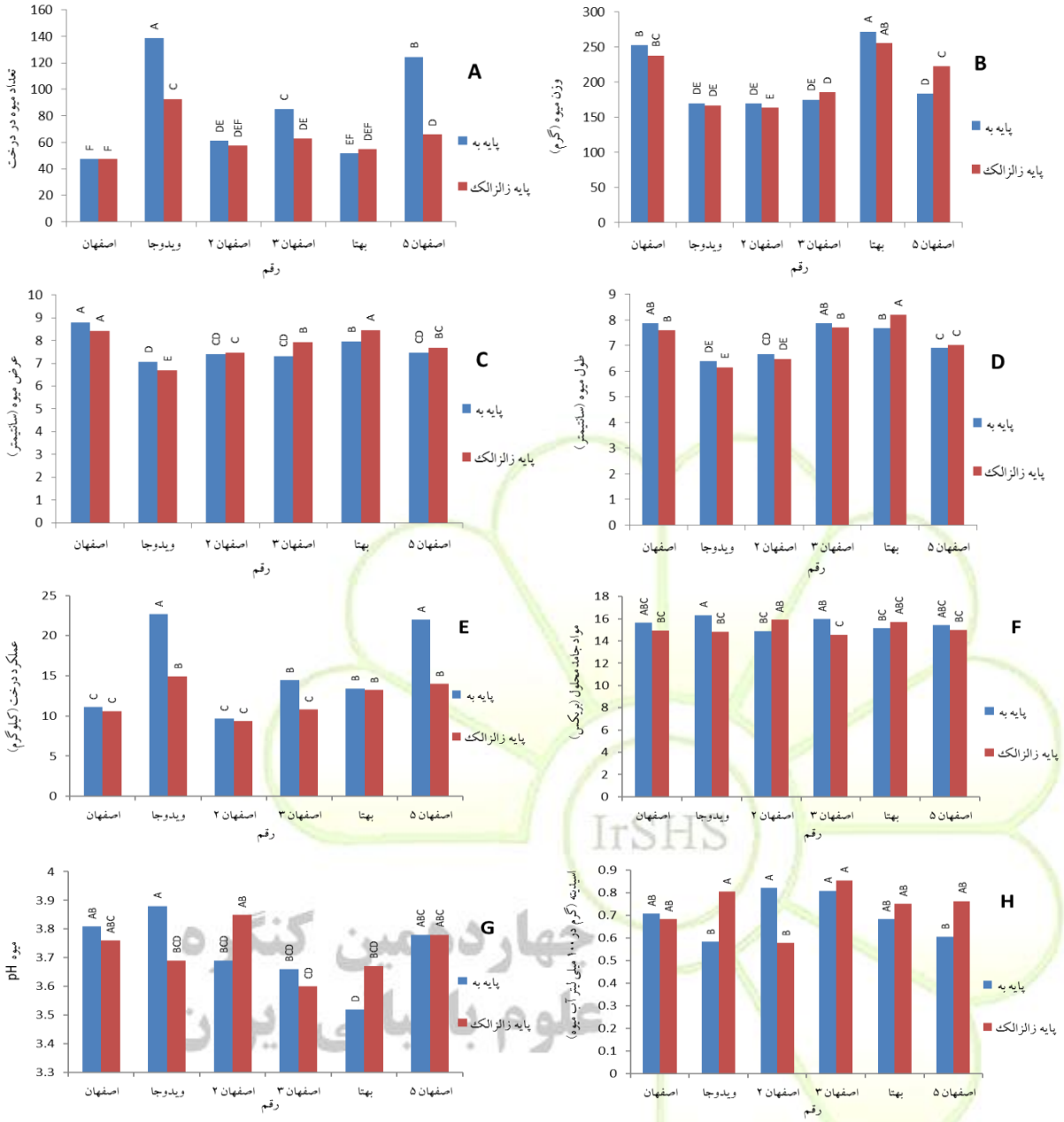
فاکتور	تعداد میوه در درخت	وزن میوه (gr)	طول میوه (cm)	عرض میوه (cm)	عملکرد درخت (kg)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	pH میوه	اسیدیته (gr/100ml)
پایه به	۸۴/۹^{a}	۲۰۳/۸^{a}	۷/۲^{a}	۷/۷^{a}	۱۵/۶^{a}	۱۵/۹^{a}	۳/۷۲^{a}	۰/۷^{b}
زالزالک	۶۳/۷^{b}	۲۰۵/۴^{a}	۷/۴^{a}	۷/۸^{a}	۱۲/۲^{b}	۱۵^{b}	۳/۷۴^{a}	۰/۷۸^{a}

رقم								
اصفهان	۴۷/۵^{e}	۲۴۵/۵^{b}	۷/۷^{a}	۸/۶^{a}	۱۰/۹^{c}	۱۵/۳^{a}	۳/۷۸^{a}	۰/۶۹^{b}
ویدوجا	۱۱۵/۷^{a}	۱۶۸/۷^{de}	۶/۳^{d}	۶/۹^{d}	۱۸/۸^{a}	۱۵/۶^{a}	۳/۷۹^{a}	۰/۶۹^{b}
اصفهان ۲	۵۹/۵^{d}	۱۶۶/۵^{e}	۶/۶^{c}	۷/۴^{c}	۷/۵^{c}	۱۵/۴^{a}	۳/۷۷^{a}	/۷^{b}
اصفهان ۳	۷۴^{c}	۱۸۰/۱^{d}	۷/۸^{a}	۷/۶^{c}	۱۲/۶^{b}	۱۵/۳^{a}	۳/۶۳^{b}	۰/۸۳^{a}
بهتا	۵۳/۵^{de}	۲۶۳/۷^{a}	۷/۹^{a}	۸/۲^{b}	۱۳/۳^{b}	۱۵/۴^{a}	۳/۶^{b}	۰/۷۲^{b}
اصفهان ۵	۹۵/۴^{b}	۲۰۳/۲^{c}	۷^{b}	۷/۶^{c}	۱۸^{a}	۱۵/۲^{a}	۳/۷۸^{a}	۰/۶۹^{b}

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

برهمکنش پایه با رقم بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشت. تعداد میوه در درخت در رقم به ویدوجا و ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ و ۵، پیوند شده روی پایه بذری به افزایش معنی‌داری نسبت به پایه زالزالک داشت اما در سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در این صفت بین دو پایه مشاهده نشد. بیشترین تعداد میوه در درخت با ۱۳۸/۷ و ۱۲۴/۶ عدد به‌ترتیب در رقم به ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ روی پایه به و کمترین آن به‌تعداد ۴۷/۵ عدد در رقم به اصفهان روی هر دو پایه ثبت شد (شکل ۱-A).وزن میوه در ژنوتیپ اصفهان ۵ روی پایه زالزالک افزایش معنی‌داری نسبت به پایه بذری به داشت. اما در ارقام و ژنوتیپ‌های دیگر در این شاخص تفاوت معنی‌داری بین دو پایه مشاهده نشد. بیشترین و کمترین وزن میوه با ۲۷۲/۱ و ۱۶۳/۴ گرم به‌ترتیب از رقم بهتا روی پایه به و ژنوتیپ اصفهان ۲ روی پایه زالزالک مشاهده شد (شکل ۱-B). در عرض میوه در ارقام ویدوجا، بهتا و ژنوتیپ اصفهان ۳، تفاوت بین دو پایه معنی‌دار بود در دیگر ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف دو پایه معنی‌دار نبود (شکل ۱-C).در طول میوه فقط در رقم بهتا اختلاف بین دو پایه معنی‌دار شد (شکل ۱-D). عملکرد درخت در رقم به ویدوجا و ژنوتیپ‌های اصفهان ۳ و ۵، پیوند شده روی پایه بذری به افزایش معنی‌داری نسبت به پایه زالزالک نشان داد اما در سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در شاخص عملکرد بین دو پایه مشاهده نشد. بیشترین میزان عملکرد درخت به‌مقدار ۲۲/۷ و ۲۲ کیلوگرم در رقم ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۵ روی پایه به و کمترین مقدار آن به‌مقدار ۹/۷ و ۹/۳ کیلوگرم در ژنوتیپ اصفهان ۲ به‌ترتیب روی پایه به و زالزالک بدست آمد (شکل ۱-E). مواد جامد محلول در رقم به ویدوجا و ژنوتیپ اصفهان ۳ پیوند شده روی پایه بذری به افزایش معنی‌داری نسبت به پایه زالزالک داشت و در سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در این صفت کیفی بین دو پایه مشاهده نشد. بالاترین مقدار مواد جامد محلول به‌مقدار ۱۶/۳ درجه بریکس در رقم به ویدوجا روی پایه بذری ثبت شد (شکل ۱-F). pH میوه فقط در رقم ویدوجا تفاوت معنی‌داری بین دو پایه مشاهده شد (شکل ۱-G). اسیدیته میوه در رقم ویدوجا در پایه زالزالک نسبت به پایه به و در ژنوتیپ اصفهان ۲ بر عکس در پایه به نسبت به پایه زالزالک افزایش معنی‌داری داشت. در سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در این شاخص بین دو پایه وجود نداشت (شکل ۱-H). برهمکنش رقم و پایه با تنظیم توزیع مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها و هورمون‌ها، نقش مهمی در رشد و عملکرد درختان میوه دارد (علیزاده فلاح و همکاران، ۱۴۰۱).

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران



شکل ۱– میانگین صفات میوه و عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های به پیوند شده روی دو پایه به و زالزالک در ارومیه. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

منابع

تاتاری، م.، قاسمی، ا. و رضائی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی خصوصیات رویشی و زایشی برخی ارقام تجاری گلابی روی پایه‌های هم‌گروه کوئینس در شرایط آب و هوایی اصفهان. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۳۲(۱): ۴۵–۶۲.

عبداللهی، ح. ۱۴۰۲. مروری بر تاریخچه کشت، ذخایر ژنتیکی، گزینش ارقام و بهبود خصوصیات درخت و میوه به (*Cydonia oblonga* Mill.) در ایران. مجله نهال و بذر، ۳۹(۲): ۴۴۵–۴۹۳.

علیزاده فلاح، م.، یادگاری، م.، داوری‌نژاد، غ. و نعمتی، ح. ۱۴۰۱. اثرات برهمکنش پایه و پیوندک بر خصوصیات رشدی و باردهی درختان جوان گلابی. نشریه علوم باغبانی، ۳۶(۲): ۵۱۹–۵۳۱.

محمدی، ش. و ربیعی، و. ۱۴۰۲. تأثیر دو پایه کوئینس A و زالزالک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و پومولوژیکی به رقم محلی اصفهان. مجله پژوهش‌های میوه‌کاری، ۸(۲): ۱۱–۱۹.

هناره، م. و حسنی، ق. ۱۳۹۸. بررسی خصوصیات رویشی، پومولوژیک و عملکردی برخی از ارقام گلابی وارداتی در شرایط اقلیمی ارومیه. مجله علوم باغبانی ایران، ۵۰(۲): ۳۳۷–۳۴۸.

هناره، م.، اکبری، ح. و عبداللهی، ح. ۱۳۹۹. بررسی سازگاری و مقایسه خواص کمی و کیفی ارقام جدید به روی دو پایه در شرایط اقلیمی ایران (فاز اول). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی.

هناره، م. و تاتاری، م. ۱۴۰۱. توسعه باغات گلابی با استفاده از گونه‌های متحمل به خشکی. پنجمین همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ۲۷ مهر، ارومیه، ایران، ۱–۵.

FAO. 2023. World and Food Agriculture. Statistical Yearbook 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 368 pp.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of yield and fruit characteristics of quince cultivars and promising genotypes on two rootstocks in urmia conditions

Mashhid Henareh[1*], Hamid Abdollahi[2] and Hasan Akbari[3]
1. Field and Horticulture Crops Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Karaj, Iran
3. Field and Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
Corresponding author: mashhidh@gmail.com

Abstract

Iran with the production of 82,000 tons of quince fruit has the highest production of quince after Uzbekistan, China and Turkey in the world. Isfahan cultivar of quince is the dominant cultivar in Iran at now. Although this cultivar has good fruit quality, it is susceptible to fire blight and has yield less than some genotypes of Iran. In order to access to better varieties and genotypes, Vidoja, Behta, Isfahan cultivars and promising genotypes of Isfahan2, Isfahan3, Isfahan5 grafted on quince seedling and hawthorn rootstock were evaluated. Grafted seedlings were planted in orchard at Saatloo Agricultural Research Station in Urmia in early April 2016. Fruit traits and yield of cultivars and genotypes were studied for four years. The results showed that seedling quince rootstock compared to hawthorn rootstock, increased fruit number/tree 33.3%, yield/tree 27.9%, fruit TSS 6% at cultivars and genotypes and decreased fruit titratable acidity 11.4%. Varieties and genotypes of quince had significant differences in all studied traits except TSS. The most fruit number/tree with 115.7 number was recorded in Viduja cultivar, which was significantly different with other cultivars. The lowest fruit number/tree with 47.5 were observed in the Isfahan variety. The highest yield/tree with 22.7 and 22 kg was observed respectively in Vidoja cultivar and Isfahan5 genotype on quince rootstock.

Keywords: Fruit number, Quince genotypes, Yield/Tree.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

توده‌های مادری و کلون‌های سیر در شرایط اقلیمی ارومیه عملکرد ارزیابی

مشهید هناره[1*] و محمد حسین عالم خومرام[2]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: *mashhidh@gmail.com*

چکیده

سیر از لحاظ تولید جهانی در بین سبزی‌های پیازی بعد از پیاز خوراکی قرار دارد و به لحاظ ارزش غذایی و دارویی از اهمیت زیادی برخوردار است. ایران در کشت و مصرف سیر سابقه طولانی دارد. افزایش عملکرد سوخ در واحد سطح از اهداف مهم اصلاحی گیاه سیر می‌باشد. این مطالعه جهت بررسی روابط صفات مورفولوژیک با عملکرد سوخ و شناسایی مهمترین صفات موثر بر عملکرد به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌های برتر انجام شد. در این تحقیق شش کلون سیر شامل کلون‌های ۲ و ۳ از توده مادری ارومیه، کلون‌های ۶ و ۸ از توده مادری تویسرکان و کلون‌های ۵ و ۶ از توده مادری علی‌آباد به همراه توده‌های مادری‌شان طی دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کهریز ارومیه کشت شدند. جهت ارزیابی ژنوتیپ‌ها صفات تعداد برگ، ارتفاع گیاه، قطر گردن سوخ، تعداد حبه در سوخ، وزن حبه‌های سوخ، ارتفاع سوخ، عرض سوخ، طول سوخ و عملکرد در متر مربع اندازه‌گیری گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری در تعداد برگ، ارتفاع گیاه، قطر گردن سوخ، تعداد حبه در سوخ، وزن حبه‌های سوخ، وزن سوخ و عملکرد بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. بطوریکه بیشترین وزن سوخ و عملکرد از کلون ۲ ارومیه حاصل گردید. عملکرد سوخ با صفات قطر گردن سوخ، وزن سوخ، ارتفاع سوخ و طول سوخ همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.

واژه‌های کلیدی: تعداد حبه در سوخ، سیر، ضریب همبستگی.

مقدمه

سیر با نام علمی *Allium sativum* L. متعلق به خانواده پیاز (Amarylidaceae) و جنس *Allium* می‌باشد. سیر از لحاظ تولید جهانی در بین سبزی‌های پیازی بعد از پیاز خوراکی قرار دارد و به لحاظ ارزش غذایی و دارویی از اهمیت زیادی برخوردار است (Yeshiwas, and Negash, 2017). سیر به علت داشتن ترکیبات مختلف آنتی‌اکسیدان و همچنین ترکیبات سولفوردار نظیر آلیسین، فیتوآلکسین، دی آلیل دی سولفید و تری سولفید در بهبود بیماری‌های مفصلی نقش دارد. خاصیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه باعث تقویت سیستم ایمنی بدن می‌شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). میزان تولید این محصول در دنیا ۲۹ میلیون تن بوده که از این مقدار ۲۱ میلیون تن (۷۲/۵ درصد) به کشور چین اختصاص یافته، ایران با ۶۰ هزار تن در رتبه ۲۵ دنیا قرار دارد. عملکرد این محصول در ایران ۱۲ تن، متوسط عملکرد جهانی ۱۸ تن و بیشترین عملکرد با ۳۳ تن در هکتار به کشور ازبکستان اختصاص دارد (FAOSTATE, 2023). نژادهای محلی و توده‌های بومی سیر به دلیل سازگاری خاص با شرایط محیطی و دارا بودن ژن‌های مفید در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند (عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۶). بهبود ژنتیکی توده‌ها و تولید و تکثیر ارقام پربازده بین زارعین از اهمیت فراوانی برخوردارا ست. استفاده از گزینش کلونی در مورد گیاهان با تکثیر غیرجنسی مانند سیر روشی شناخته شده و کارآمد به حساب می‌آید (Zepeda, 1997). ارزیابی ژنوتیپ‌های سیر در مناطق مختلف کشور و بررسی تنوع موجود در میان آن‌ها، ضمن شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و سازگار با منطقه، می‌تواند زمینه را برای توسعه کشت سیر و تدوین و اجرای برنامه‌های بهنژادی در این گیاه فراهم کند.

مواد و روش‌ها

قبلاً در یک پروژه مقدماتی ۲۴ کلون سیر از سه توده بومی ارومیه، تویسرکان همدان و علی آباد همدان مورد مطالعه قرار گرفتند. در تحقیق حاضر شش کلون امیدبخش، شامل کلون‌های ۲ و ۳ از توده مادری ارومیه، کلون‌های ۶ و ۸ از توده مادری تویسرکان و کلون‌های ۵ و ۶ از توده مادری علی‌آباد به‌همراه توده‌های مادری طی دو سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در اواسط آبان‌ماه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کهریز ارومیه کشت شدند. هر کرت آزمایشی ۱۲ متر مربع، فاصله خطوط کشت ۲۵ سانتی‌متر، فاصله کشت حبه‌ها روی خطوط کشت از همدیگر ۱۰ سانتی‌متر و عمق کشت حبه‌ها پنج تا هشت سانتی‌متر بود. آبیاری کرت‌ها به‌صورت جویچه‌ای انجام شد. آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. جهت ارزیابی کلون‌های سیر و توده‌های مادری، یادداشت برداری از خصوصیات مورفولوژیک ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت شامل تعداد برگ و ارتفاع گیاه با خط‌کش آخر فصل رشد، تعداد و وزن حبه‌های سوخ، قطر گردن سوخ، ارتفاع سوخ (قطر عمودی)، عرض سوخ (قطر کوچک)، طول سوخ (قطر بزرگ) با کولیس و عملکرد در متر مربع بعد از برداشت (دهه اول تیر ماه) انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام گردید. جهت پی بردن به روابط بین متغیرها، ضرایب همبستگی بین آنها با نرم افزارSPSSمحاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های مورد مطالعه به غیر از ابعاد سوخ در کلون‌ها و توده‌های مادری وجود دارد (جدول ۱). دامنه تغییرات در ارتفاع گیاه بین ۴۸/۳ الی ۵۶/۵ سانتی‌متر بود، بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه به ترتیب در کلون ۲ ارومیه و کلون ۸ تویسرکان ثبت شد. کلون ۲ ارومیه با ۱۳/۲ عدد برگ بیشترین تعداد برگ در گیاه داشت و با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری داشت اما تفاوت معنی‌داری بین سایر ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. در قطر گردن باز کلون ۲ ارومیه با ۱۳/۷ میلی‌متر در رتبه اول قرار گرفت که به‌غیر از کلون ۵ علی‌آباد (۱۲/۱ میلی‌متر) با بقیه ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین قطر گردن سوخ با ۱۰ میلی‌متر در توده مادری ارومیه مشاهده گردید (جدول ۱). در تعداد و وزن حبه‌های سوخ تفاوت چشمگیری بین ژنوتیپ‌های سیر مشاهده شد. بیشترین تعداد حبه در سوخ با ۸/۲ عدد در کلون ۲ ارومیه و کلون ۸ تویسرکان و کمترین آن با ۶/۵ عدد در کلون ۶ علی‌آباد ثبت شد. دامنه تغییرات وزن حبه بین ۴/۴ گرم در کلون ۸ تویسرکان و ۵/۹ گرم در کلون ۶ علی‌آباد بود. در وزن سوخ که مهمترین شاخص در سیر بوده و در حقیقت عملکرد سوخ را تشکیل می‌دهد، کلون‌های ارومیه و تویسرکان نسبت به توده مادری‌شان برتری نشان دادند هر چند این تفاوت زیاد معنی‌دار نبود. ولی دو کلون علی‌آباد نسبت به توده مادری‌شان هیچ تفاوت معنی‌داری نداشتند. دامنه تغییرات وزن سوخ بین ۳۵/۷ الی ۴۲/۲ گرم بود. وزن بالای سوخ علاوه بر افزایش عملکرد، بازارپسندی محصول را بهبود می‌بخشد. در عملکرد که مهمترین مشخصه هر گیاه می‌باشد دامنه تغییراتی بین ۱/۱۲۳ الی ۰/۸۳ کیلوگرم در متر مربع مشاهده شد، بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب به کلون ۲ ارومیه و توده مادری تویسرکان اختصاص داشت. عالم‌خومرام و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه ۱۸ توده محلی سیر، دامنه تغییرات برای صفات قطر گردن سوخ ۵/۸ الی ۱۷/۲ میلی‌متر، ارتفاع گیاه ۵۵ الی ۷۵ سانتی‌متر، تعداد برگ در گیاه ۷/۷ الی ۱۱/۵ عدد، تعداد حبه در سوخ ۵/۹ الی ۱۳/۱ عدد، وزن حبه ۰/۹۲ الی ۷/۳ گرم، وزن سوخ ۱۲/۸ الی ۴۸ گرم و عملکرد ۰/۲۱ الی ۱/۲ کیلوگرم در متر مربع بیان نمودند.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های سیر.

ژنوتیپ	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد برگ	قطر گردن سوخ (میلی‌متر)	تعداد حبه	وزن حبه (گرم)	وزن سوخ (گرم)	ارتفاع سوخ (میلی‌متر)	عرض سوخ (میلی‌متر)	طول سوخ (میلی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در متر مربع)
کلون ۲ ارومیه	۵۶/۵^{a}	۱۳/۲^{a}	۱۳/۷^{a}	۸/۲^{a}	۴/۸^{bc}	۴۲/۴^{a}	۳۲/۹^{a}	۴۲/۶^{a}	۵۰/۴^{a}	۱/۱۲^{a}
کلون ۳ ارومیه	۵۲/۴^{abc}	۱۲^{b}	۱۱/۴^{b}	۷^{bc}	۵/۵^{ab}	۴۱/۹^{a}	۳۲/۴^{a}	۴۲/۹^{a}	۵۰/۳^{a}	۱/۱^{ab}
توده ارومیه	۵۱/۵^{bc}	۱۲/۱^{b}	۱۰^{b}	۷/۶^{abc}	۴/۷^{bc}	۳۷/۷^{ab}	۳۱/۴^{a}	۴۱/۹^{a}	۴۹/۳^{a}	۰/۹^{bc}
کلون ۶ تویسرکان	۵۳/۹^{ab}	۱۲^{b}	۱۰/۶^{b}	۸/۱^{ab}	۴/۷^{bc}	۴۰/۸^{a}	۳۲^{a}	۴۲/۸^{a}	۴۸/۸^{a}	۰/۹۶^{abc}
کلون ۸ تویسرکان	۴۸/۳^{c}	۱۱/۷^{b}	۱۰/۸^{b}	۸/۲^{a}	۴/۴^{c}	۳۸/۹^{ab}	۳۰/۴^{a}	۴۴^{a}	۵۰^{a}	۰/۹۶^{abc}
توده تویسرکان	۵۱^{bc}	۱۱/۱^{b}	۱۰/۹^{b}	۷/۲^{abc}	۴^{c}	۳۵/۷^{b}	۳۰^{a}	۴۰/۶^{a}	۴۷/۵^{a}	۰/۸۳^{c}
کلون ۵ علی‌آباد	۵۳/۷^{ab}	۱۲/۱^{ab}	۱۲/۱^{ab}	۸^{ab}	۴/۹^{bc}	۴۲/۲^{a}	۳۱/۲^{a}	۴۳/۲^{a}	۵۰/۳^{a}	۱/۱^{ab}

کلون ۶ علی‌آباد	۵۳/۱^{ab}	۱۱/۴^{b}	۱۱/۴^{b}	۶/۵^{c}	۵/۹^{a}	۴۱/۷^{a}	۳۱/۱^{a}	۴۳/۱^{a}	۵۱^{a}	۱/۰۴^{ab}
توده علی‌آباد	۵۳^{ab}	۱۱/۵^{b}	۱۱/۵^{b}	۷/۵^{abc}	۵/۱^{bc}	۴۱/۲^{a}	۳۱^{a}	۴۳/۱^{a}	۵۰/۴^{a}	۱/۰۶^{ab}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بررسی همبستگی بین صفات مورد بررسی، عملکرد سوخ که از مهم‌ترین شاخص مورد بررسی در این پژوهش بود با صفات قطر گردن سوخ، وزن سوخ، ارتفاع سوخ و طول سوخ همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۲). تجزیه همبستگی نشان داد که ژنوتیپ‌هایی که از گردن قطورتری، وزن سوخ بیشتری و ابعاد سوخ (طول و ارتفاع) بزرگتری برخوردار بودند، دارای عملکرد بالاتری بودند. در انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا می‌توان از این صفات استفاده نمود. دو شاخص عرض سوخ و ارتفاع گیاه با عملکرد همبستگی بالایی داشتند هر چند این همبستگی‌ها معنی‌دار نبود. قطر گردن سوخ علاوه بر عملکرد فقط با ارتفاع گیاه همبستگی مثبت معنی‌داری داشت، یعنی ژنوتیپ‌هایی با گردن قطور از ارتفاع بالاتری برخوردار بودند. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که با افزایش ارتفاع گیاه، ارتفاع سوخ نیز افزایش یافت. تعداد برگ در گیاه با ارتفاع سوخ همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. اجزای وزن سوخ را تعداد حبه در سوخ و وزن حبه تشکیل می‌دهد. نتایج نشان داد که همبستگی منفی معنی‌داری بین این دو شاخص وجود دارد و با افزایش تعداد حبه در سوخ، وزن حبه کاهش یافت. وزن سوخ با ابعاد سوخ (طول، عرض و ارتفاع سوخ) ارتباط مثبت معنی‌داری داشت. طول و عرض سوخ همبستگی مثبت معنی‌داری با هم داشتند. در مطالعه ۲۷ ژنوتیپ سیر در هندوستان، عملکرد سوخ با ارتفاع گیاه، تعداد برگ در گیاه، قطر گردن، ابعاد سوخ (طول، عرض و ارتفاع)، تعداد حبه در سوخ و وزن حبه همبستگی مثبت معنی‌داری داشت (Bamaniya et al., 2018).

جدول ۲– ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های سیر.

صفت	قطر گردن سوخ	ارتفاع گیاه	تعداد برگ	تعداد حبه	وزن حبه	وزن سوخ	ارتفاع سوخ	عرض سوخ	طول سوخ	عملکرد
قطر گردن سوخ	۱									
ارتفاع گیاه	۰/۷۱۹*	۱								
تعداد برگ	۰/۴۴۸	۰/۵۰۴	۱							
تعداد حبه	۰/۲۳۱	۰/۰۹۹	۰/۲۵۱	۱						
وزن حبه	۰/۱۷۶	۰/۳۰۶	۰/۰۳۱	−۰/۷۹۱*	۱					
وزن سوخ	۰/۶۴۸	۰/۶۶۳	۰/۳۵۶	۰/۰۶۷	۰/۵۵۲	۱				
ارتفاع سوخ	۰/۵۱۴	۰/۷۳۲*	۰/۷۶۸*	۰/۲۲۴	۰/۲۶۰	۰/۷۲۹*	۱			
عرض سوخ	۰/۱۸۷	−۰/۰۴۴	۰/۰۹۶	۰/۲۵۴	۰/۲۱۸	۰/۶۶۸*	۰/۲۷۱	۱		
طول سوخ	۰/۴۹۹	۰/۳۶۳	۰/۲۸۶	−۰/۱۵۰	۰/۶۴۷	۰/۸۳۸**	۰/۴۹۱	۰/۷۳۰*	۱	
عملکرد	۰/۷۵۹*	۰/۶۳۲	۰/۳۴۶	۰/۰۵۹	۰/۵۲۲	۰/۹۶۰**	۰/۶۸۲*	۰/۶۲۵	۰/۸۷۹**	۱

* و **: به ترتیب همبستگی معنی‌دار درسطح احتمال۵٪ و ۱٪

منابع

عالم خومرام، م. ح.، کشتکار، ا. ح. و میرزایی اصل، ا. ۱۳۹۸. بررسی تنوع ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی، و تجزیه علیت عملکرد سوخ و میزان آلیسین توده‌های محلی سیر ایرانی در منطقه همدان. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۳(۳): ۴۸۱–۴۹۷.

عبداللهی، م.، قربانی، م. و کیان‌ارثی، ف. ۱۳۹۶. گروه‌بندی کلون‌های سیر همدان و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر تولید سیرچه در شرایط کشت درون‌شیشه‌ای با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۴(۱): ۸۹–۹۸.

موسوی، ط.، افضلی، م.، زکوی، ع.، حسینی ولیکی، ف.، یوسف‌پور، م.، فخار، م.، رفیعی، ع.، علیزاده نوایی، ر. و رمضانی، آ. ۱۳۹۵. خواص تغذیه‌ای–درمانی سیر از دیدگاه طب اسلامی–ایرانی و طب مدرن، یک مطالعه مروری. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۶(۱۳۹): ۲۲۷–۲۴۵.

Bamaniya, B. S., Shree, S., Verma, R. B., Kumar, R. and Verma, R. K. 2018. Polygenic variations and character association studies in garlic. Current Journal of Applied Science and Technology, 31(3): 1–8.

FAOSTAT. 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Yeshiwas, Y. and Negash, B. 2017. Genetic variability, heritability and genetic advance of growth and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) germplasms. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 21(7): 84–91.

Zepeda, A. 1997. Number of cloves per bulb: Selection criteria for garlic improvement. I. Results with “Chileno” type. Acta Horticulturae, 433: 265–270.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of landraces and clones garlic yield in Urmia conditions

Mashhid Henareh[1*] and Mohamad Hosein Alemkhoumaram[2]
1. Field and Horticulture Crops Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran
2. Field and Horticulture Crops Research Department, Hamadan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamadan, Iran
Corresponding Author: mashhidh@gmail.com

Abstract

Garlic (Allium sativum L.) is the second most widely cultivated Allium crop after onion in the world. It is very important in nutritional and medicinal value. Iran has a long history in the cultivation and consumption of garlic. Increasing of yield is one of the important goals of garlic plant breeding. This study was carried out to assess the relationships between morphological traits and bulb yield in order to selection of superior genotypes. In this research, six garlic clones, including clones 2 and 3 from Urmia landrace, clones 6 and 8 from Tuyserkan landrace and clones 5 and 6 from Aliabad landrace along with their landraces, were investigated in Kahriz Agricultural Research Station during two years. To evaluate the genotypes, morphological characteristics including the number of leaves, plant height, crown diameter, number of cloves, weight of clove, bulb weight, bulb height, bulb width, bulb length and bulb yield were recorded. Analysis of variance revealed significant difference among genotypes for number of leaves, plant height, crown diameter, number of cloves, weight of clove, bulb weight and bulb yield characters. The highest bulb weight and yield was recorded from clone 2 of Urmia. A positive significant correlation was observed between bulb yield with crown diameter, bulb weight, bulb height and bulb length.

Keywords: Correlation coefficient, Garlic, Number of leaves.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود تولید کالوس و ریزبنه در زعفران از طریق بهینه سازیی محیط کشت

مائده محمدزاده[1*] ، سیامک کلانتری[1] ، مجید شکرپور[1] و خدیجه احمدنژاد[1]

۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *kalantaris@ut.ac.ir*

چکیده

زعفران (*Crocus sativus*) یک گیاه دارویی و تجاری بسیار ارزشمند در ایران است که عمدتاً از طریق بنه‌ها تکثیر می‌شود. این روشبا مشکلاتی مانند انتقال بیماری‌ها و تولید نامنظم بنه‌ها همراه است. فنون کشت بافت راه‌حلی امیدوارکننده برای تولید ماده گیاهی سالم و عاری از آفات است. هدف از این مطالعه، بهینه‌سازی محیط کشت به منظور بهبودکالوس زایی و توسعه بنه‌های زعفران بود. بدین منظور، ترکیبات هورمونی مختلف همراه با دو غلظت ساکارز (۱/۵ و ۳ درصد) و دو غلظت محیط کشت (MS کامل MS۱/۲) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که محیط MS غنی‌شده با ۲ میلی‌گرم در لیتر D-۲,۴ و ۲ میلی‌گرم در لیتر BAP بیشترین نرخ کالوس‌زاییرا فراهم کرد. علاوه بر این، ترکیب BAP و NAA در غلظت‌های بهینه، توسعه بنه را به طور قابل توجهی افزایش داد. این یافته‌ها بر اهمیت تنظیم هورمونی و تغییر محیط کشت در بهبود کارایی کشت بافت زعفران تأکید دارد. اجرای پروتکل‌های بهینه می‌تولند به تولید انبوه بنه‌های سالم، یکنواخت و بدون بیماری کمک کند و از این طریق توسعه کشت پایدار و کنترل کیفیت زعفران را تقویت نماید. در کل، بهینه‌سازی محیط کشت از طریق تغییرات هورمونی، رویکردی عملی برای پیشرفت‌های در حوزه ازدیاد، استانداردسازی و تجاری‌سازی زعفران است.

واژگان کلیدی: کالوس، کشت بافت، زعفران، هورمون.

مقدمه

زعفران (Crocus sativus) گیاهی از تیره Iridaceae است که به دلیل ساختار تریپلوئیدی نابارور بوده و قادر به تولید بذر نیست؛ بنابراین تنها روش تکثیر آن از طریق بنهاست (Abbas and Elahe, 2015). این گیاه به عنوان گران قیمت‌ترین ادویه جهان از طریق تشکیل بنهبنه‌های دختری از بنه مادری تکثیر و رشد می‌یابند (Tahiri et al., 2023). عوامل محیطی محدود کننده می‌تواند عملکرد کمی و کیفی رشد موثر زعفران از جمله تولید بنه‌های دختری سالم و مناسب کشت را تا حد زیادی تحت تاثیر قرار دهد (Tahiri et al., 2023). از این رو استفاده از محیط‌های کنترل‌شده جهت بهینه‌سازی کلیه عوامل محیطی زیستی و غیر زیستی، می‌تواند راهکار مفیدی برای تولید بنه سالم و گواهی‌شده باشد. در این راستا، کشت درون شیشه‌ای زعفران جهت ریزازدیادی و تولید بنه‌های مناسب از روش‌های موثر به شمار می‌رود (Tahiri et al., 2023). زعفران دارای نواحی مریستمی زیادی هست از این‌رو ریزنمونه‌های مناسب زیادی در کشت بافت برای تولید ریزبنه است(ایزانلو و همکاران، ۱۳۹۷).تولید کالوس و باززایی آن گام مهمی در سیستم ریزازدیادی و انتقال گیاهان به مزرعه می‌باشد (Chib et al., 2020). در زعفران استفاده از این روش با استفاده از بنه‌های تولید شده در محیط درون شیشه مطالعه شده‌است (Chib et al., 2020).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه‌ها و ایستگاه تحقیقاتی گروه مهندسی باغبانی و فضای سبز دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمدشهر کرج انجام شده است. به منظور بهینه سازی محیط کشت القای کالوس و تولید ریزبنه، دو نوع ریزنمونه (برگ و بنه) در ترکیب‌های مختلف نوع و غلظت هورمونی همراه با دو غلظت مختلف محیط کشت (MS کامل وMS۱/۲) و دو غلظت ساکارز (۱/۵ و۳ درصد)به کار برده شد. بر اساس یافته‌های پژوهش‌های گذشته دو آزمایش بر اساس ترکیب‌های تیماری مختلف طراحی گردید. در

آزمایش اول، هورمون NAA در سه غلظت ۰، ۲ و ۳ mg/l در ترکیب با D-۲,۴ در دو غلظت ۰ و mg/l۳ به کار برده‌شد. در آزمایش دوم ترکیب هورمون IBA با غلظت ۱/۵، ۲ و۲/۵ mg/lبا هورمون BAP در غلظت‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ mg/l اســتفاده شــد. غلظت‌های محیط کشت و ساکارز در هر دو آزمایش هر کدام در دو سطح ذکر شده اعمال گردید. آزمایشات تحقیق حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و در هر تکرار ۳ ریزنمونه در شرایط تاریکی و درجه حرارت ۲۵ در جه سلسیوس اجرا شد. در کلیه محیط‌های کشـت به منظور ممانعت از تاثیر ترکیب‌هایی حاصـل از ریزنمونه ها در محیط کشـت بر القای کالوس و توسـعه ریزنمونه که منجر به تغییر رنگ محیط کشت می‌گردید، از ذغال فعال به میزان یک گرم در لیتر استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه واریانس داده ها بر اسـاس طرح آزمایشـی مربوطه و مقایسـه میانگین دادهها به روش LSD در سـطح احتمال ۵٪با اسـتفاده از نرم‌افزار Minitab v.19 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشـان داد محیط ½MS در القای کالوس و باززایی ریزبنه موفقیت کامل (۱۰۰٪) داشت، در حالی که محیط MS کامل تنها در ۴۰٪ موارد منجر به تولید ریزبنه شــد. با این حال، در بیشــتر ترکیب‌های تیماری، القای کالوس در محیط MS نسـبت به ½MS برتری داشت. افزودن ساکارز ۱/۵ ٪ در محیط MS رشد جوانه را بهبود بخشید، در حالی که ساکارز ۳٪ در ½MS رشد کمتری نشان داد. زغال فعال (۱ گرم بر لیتر) با حذف مواد ترشــحی ریزنمونه‌ها، تغییر رنگ مایل به زردی محیط را کاهش داد، اما در برخی موارد رشــد را محدود کرد.

ترکیب ۲ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۲ میلی‌گرم بر لیتر D-۲,۴در محیط MS با ساکارز ۱/۵ ٪ ، پس از یک ماه بیشترین القای کالوس (۵۰٪) و شــاخص‌های رشــدی (قطر و ارتفاع) را ایجاد کرد. محیط MS حاوی ۲ میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۳ میلی‌گرم بر لیتر D-۲,۴با ســاکارز ۱.۵٪، پس از ۲ ماه و ۳ هفته، بالاترین تولید ریزبنه (۵۰٪) را نشــان داد. در مقابل، غلظت بالاتر ۳D(-۲,۴ میلی‌گرم بر لیتر) در ½MS با ساکارز ۳٪ تنها به ریشه‌زایی و جوانه‌زایی بدون تشکیل بنه منجر شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف هورمون‌های D-۲,۴ و NAA روی صفات اندازه‌گیری شده.

منبع تغییرات	درجه آزادی	قطر بنه (میانگین مربعات)	ارتفاع بنه (میانگین مربعات)	قطر کالوس (میانگین مربعات)
2,4-D	1	17,274	19,184	0/0113*
NAA	1	0/0323	0/0059*	0/0399*
2.4-D*NAA	2	12/1239*	14/3482	0/757
خطا	29	Feb-15	Feb-47	0/523
CV	-	0/8321	0/8989	0/2695

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر هورمون‌های BAP و IBA روی تمایز سلولی اندام‌های واکشت شده.

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع جوانه (میانگین مربعات)
BAP	1	1/93*
IBA	1	1/12*
BAP*IBA	1	10/84**
خطا	7	0/753
CV	-	0/392

طبق نتایجی که ایزانلو و همکارانش در سال ۱۳۹۷ به‌دست آوردند تیمارهای مختلف هورمونی اثر معنی‌داری بر تعداد و همچنین اندازه ریزبنه‌ها نداشت و برای تشکیلشان دمای پایین لازم است. در برخی پژوهش‌های دیگری معلوم شد که وجود اکسین و سیتوکینین ضروری است (Khoshkhoy and Sharaf, 2004).

آزمایش با هورمون‌های NAA و ۲,۴–Dدر غلظت‌های متفاوت، منجر به تشکیل کالوس، جوانه و ریشه در ریزنمونه‌های ریزبرش‌شده شد. آزمایش سوم با روش سطح پاسخ و ترکیبات)۳BAP–۱ میلی‌گرم بر لیتر) و)IBA۲.۵–۱.۵ میلی‌گرم بر لیتر)، ۱۳ تیمار هورمونی را در دو محیط کشت آزمود و بهترین غلظت‌ها برای تولید کالوس شناسایی شد.

در مقایسه ریزنمونه‌های بنه و برگ، ریزنمونه‌های بنه(با NAA و۲,۴–D) و برگ (با BAP و ۲,۴–D) در محیط‌های MS و MS1/2 مقایسه شدند. بنه‌ها در حضور ۲,۴–)۴D–۳ میلی‌گرم بر لیتر) و برگ‌ها با ۲,۴–)۳.۵D–۲.۵ میلی‌گرم بر لیتر) بیشترین پاسخ القای کالوس را نشان دادند. این پژوهش گام مؤثری در تعیین پروتکل بهینه کشت بافت زعفران با تأکید بر نقش کلیدی هورمون‌ها و ریزمغذی‌ها بودترکیب ۲ میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۳ میلی‌گرم بر لیتر۲,۴–D در محیط MS، پس از ۳۰ روز، ۹۰٪ القای کالوس (کالوس‌های سفید و شفاف) و بیشترین قطر کالوس و بنه را ایجاد کرد. افزایش ۲,۴–Dبه ۳ میلی‌گرم بر لیتر، قطر کالوس را به‌طور معنادار افزایش داد (سطح ۱٪).

در مطالعه حاضر، ریزنمونه‌های مریستم جانبی نسبت به مریستم راسی، بازدهی بالاتری در تولید ریزبنه نشان دادند. ترکیب ۲ میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۳ میلی‌گرم بر لیتر ۲,۴–D در محیط MS، پس از ۲ ماه و ۳ هفته، حداکثر شاخص رشدی (۹۰٪) و تشکیل بنه در انتهای جوانه را رقم زد. انتقال ریزبنه‌ها به محیط خاکی (پرلیت و کوکوپیت) پس از ۵ ماه، تشکیل ریشه و بنه‌های دختری انجام شد

نتیجه‌گیری

در این پژوهش ، اثر محیط‌های کشت MS و MS1/2 همراه با ساکارز در غلظت‌های ۱.۵٪ و ۳٪ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که محیط کشت MS حاوی ساکارز ۱.۵٪ بیشترین تعداد ریزنمونه را تولید کرده است. در زمینه تولید کالوس، مشخص شد تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اکسین و سیتوکینین (شامل ترکیبات هورمونی IBA، BAP، NAA و KIN در غلظت‌های مختلف) نقش تعیین‌کننده‌ای در القای کالوس دارند. به‌طور خاص، ترکیب هورمونی IBA و NAA در محیط کشت MS با ساکارز ۱.۵٪ پس از سه هفته منجر به تشکیل کالوس شد، هرچند در برخی موارد هیچ نشانه‌ای از القای کالوس مشاهده نگردید. از سوی دیگر، در محیط کشت MS با ساکارز ۱.۵٪، ترکیب هورمونی BAP و NAA موجب تمایز سلولی و تشکیل جوانه در شرایط کشت شد. هورمون BAP نیز به‌عنوان عاملی کلیدی در تعامل با سایر تنظیم‌کننده‌های رشد، روشی کارآمد برای کشت بافت زعفران معرفی شد. این یافته‌ها حاکی از آن است که با تنظیم دقیق محیط کشت و ترکیبات هورمونی می‌توان به موفقیت چشمگیری در تکثیر زعفران از طریق کشت بافت دست یافت و زمینه را برای تحقیقات آینده در جهت بهینه‌سازی این فرایند فراهم کرد.

منابع

ایزانلو، م.، درخشان، م.، علیزاده، م. و بهدانی، م. ع. ۱۳۹۷. تولید ریزبنه در زعفران (**Crocus sativus** L.) از طریق کشت درون‌شیشه‌ای. پژوهش‌های زعفران، ۶(۲): ۱۷۹–۱۸۹.

Abbas, M. S. and Elahe, P. 2015. Evaluation of callus formation and embryogenesis in saffron (**Crocus sativus** L.) for flower harvesting. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 6: 127–131.

Chib, S., Thangaraj, A., Kaul, S., Dhar, M. K. and Kaul, T. 2020. Development of a system for efficient callus production, somatic embryogenesis and gene editing using CRISPR/Cas9 in saffron (**Crocus sativus** L.). Plant Methods, 16: 1–10.

Sharafzadeh, S. H. and Khoshkhoi, M. 2004. Effects of precooling and growth regulators on micropropagation of Estahban saffron (**Crocus sativus** L.).

Tahiri, A., Mazri, M. A., Karra, Y., Ait Aabd, N., Bouharroud, R. and Mimouni, A. 2023. Propagation of saffron (**Crocus sativus** L.) through tissue culture: A review. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 98(1): 10–30.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Improving callus and micro-corm production in saffron via culture medium optimization

Maedeh Mohammadzadeh[1], Siamak Kalantari[1*], Khadijeh Ahmadnejad[1] and Majid Shokrpour[1]
1. Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[*]Corresponding Author*: kalantaris@ut.ac.ir*

Abstract

Saffron (Crocus sativus) is a highly valuable medicinal and commercial crop in Iran, primarily propagated through corms. However, this traditional method faces challenges such as disease transmission and irregular corm production. Tissue culture techniques offer a promising solution for generating healthy, pest-free plant material. This study aimed to optimize the culture medium to improve callogenesis and enhance corm development in saffron. To achieve this, various hormonal combinations were tested alongside two sucrose concentrations (1.5% and 3%) and two strengths of MS medium (full-strength and half-strength). The results demonstrated that full-strength MS medium supplemented with 2 mg/L 2,4-D and 2 mg/L BAP yielded the highest callus induction rate. Furthermore, the combination of BAP and NAA at optimal concentrations significantly enhanced corm development. These findings underscore the critical role of hormonal regulation and medium modification in improving the efficiency of saffron tissue culture. Implementing optimized protocols could facilitate the mass production of healthy, uniform, and disease-free corms, thereby promoting sustainable cultivation and quality control in saffron production. Overall, culture medium optimization through hormonal adjustments presents a practical approach to advancing saffron propagation, standardization, and commercialization.

Keywords: Callus, *Crocus sativus*, Hormone, Tissue culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارقام کنارهندی معرفی شده در استان هرمزگان

حامد حسن‌زاده خانکهدانی[۱*]، اسحق بهرامی[۲]، مریم شاهی[۳]، یعقوب حسینی[۴]، احمد مستعان[۵] و عزیز تراهی[۶]

۱- بخش باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی فارس، شیراز، ایران
۲- ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب، ایران
۳- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندرعباس، ایران
۴- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، ایران
۵- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران
۶- پژوهشکده خرما و میوه های گرمسیری، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *Hamed51h@gmail.com*

چکیده

کنارهندی بومی هندوستان است و در سال‌های بسیار دور میوه آن وارد ایران شده و در مناطق مختلف کشت شده است. از سال ۱۳۸۶ هجری شمسی، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب اقدام به شناسایی و جمع‌آوری ژنوتیپ‌های مختلف کنار پیوندی از نقاط مختلف استان هرمزگان شد. در این زمینه حدود ۸۰ ژنوتیپ کنار شناسایی و در نهایت ۱۳ ژنوتیپ جمع‌آوری و در یک کلکسیون به تعداد هر ژنوتیپ ۵ اصله روی پایه کنار محلی کوپیوند و کشت شدند. در بین این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های امیدبخشی وجود دارند که با بقیه ارقام قابل رقابت بوده و با توجه به ذائقه افراد، مورد تقاضای مصرف‌کنندگان هستند. از سال ۱۴۰۰ تاکنون ۶ رقم کنار هندی به نامهای هرمز، خاوران، جاسک۱، آنامیس، هنگام و کهن معرفی شده است. این ارقام دارای ویژگی‌های منحصربفردی هستند که در مقاله حاضر به آن پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: تحمل به شوری ، حساسیت به سرما، رشد رویشی مناسب، کناربمبئی، کنارپیوندی.

مقدمه

با توجه به شیوع بیماری جاروک لیموترش از اواسط دهه ۷۰ شمسی در استان هرمزگان، بخش عظیمی از باغ‌های لیموترش از بین رفت و پس از امحاء این باغ‌ها، سازمان جهاد کشاورزی هرمزگان اقدام به توزیع نهال‌های کنار پیوندی با میوه‌های سیبی شکل در سطح وسیعی در نوار ساحلی استان هرمزگان نمود. این رقم سیبی شکل و دیررس بوده و در بازه زمانی اواسط تا اواخر بهمن برداشت می‌شود. در مقابل، ژنوتیپ‌های موجود در کلکسیون ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب، تنوع زیادی از نظر زودرسی داشته و برخی ارقام زودرس، از نیمه دی‌ماه آماده برداشت می‌شوند. بر این اساس، جهت تأمین بازار مصرف در بازه زمان طولانی‌تر ضروری است تا معرفی ارقامی که قابلیت تولید میوه زودرس یا میان‌رس را داشته باشند، صورت گیرد تا تنوعی نیز در تولید میوه در شکل‌های مختلف صورت پذیرد. لازم به ذکر است براساس ذائقه‌پسندی مصرف‌کنندگان، ارقام غیرسیبی (تخم‌مرغی، کشیده، دوکی و ...) از تقاضای بسیار بالایی در بازار مصرف برخوردار هستند. بنابراین، معرفی این ارقام می‌تواند باعث ایجاد ارقام متنوع در چرخه تولید کنار پیوندی شود. عمده ارقام تجاری کنارهندی به صورت رسمی در هند و پاکستان معرفی و ثبت شده است که مهمترین این ارقام عبارتند از: نازوک، کایتلی، عمران، چوهارا، ایلایچی، جوگیا، بانارسی‌کاراتا، نرما، سندورا نارنائول، سئو، تورنلس، زد- جی، گلا و سب (بوس و میترا، ۱۹۹۰). اسویت و همکاران (۲۰۰۷) در منطقه دنیزلی ترکیه، ۵۲ ژنوتیپ کنار را از نظر میزان تولید و خواص کمی و کیفی میوه مورد بررسی قرار دادند. آنها ۷ ژنوتیپ را بر اساس حجم میوه، میزان عملکرد، نسبت گوشت به هسته، کل مواد جامد محلول و ویتامین ث انتخاب کردند. میرحیدری و همکاران (۲۰۲۱)، ۱۱۹ ژنوتیپ کنار هندی را در منطقه سیستان و بلوچستان از نظر ریخت‌شناسی و خواص میوه مورد ارزیابی قرار داده و در نهایت ۲۱ ژنوتیپ را از نظر وزن میوه، طعم میوه، رنگ پوست میوه، به عنوان ژنوتیپ های امیدبخش برای برنامه های آتی اصلاحی انتخاب کردند. السیف و همکاران (۲۰۲۱) بر اساس رنگ و خصوصیات ریخت‌شناسی میوه، ۱۱ رقم کنار در عربستان سعودی را مورد بررسی قرار داد. معرفی و ثبت ارقام برتر کنارهندی که منجر به ایجاد تنوع در چرخه تولید این محصول می‌شود، از مهمترین اهداف این پژوهش بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور ایجاد یک کلکسیون از ارقام برتر کنار هندی، از سال ۱۳۸۶ جمع آوری پیوندک ارقام برتر کنار هندی از نقاط مختلف استان هرمزگان آغاز و این پیوندکها در ۵ تکرار در قطعه زمینی واقع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب، روی پایه کنار وحشی (*Ziziphus spina-christi*) کوپیوند شدند. بررسی صفات کمی و کیفی میوه، نحوه تکثیر پایه، بهترین تکنیکهای مرتبط با پیوند و بهترین روش مبارزه با مگس میوه در طول چندین سال در این کلکسیون مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت از سال ۱۴۰۰ معرفی و ثبت ارقام برتر از طریق موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال انجام شد. در این راستا ۶ رقم تاکنون معرفی شده است که مشخصات آنها در بخش نتایج و بحث ارائه شده است.

نتایج و بحث

از سال ۱۴۰۰ تاکنون ۶ رقم کنار هندی توسط نگارنده ثبت و معرفی شده است که مشخصات آنها در جدول ۱ نمایش داده شده است. در این جدول رقم پیشین به عنوان یکی از ارقام معرفی شده در استان سیستان و بلوچستان (سابکی، ۱۳۹۹) و رقم شاهد سیبی به عنوان رقم غالب کشت در استان هرمزگان مطرح هستند.

جدول ۱- مشخصات ارقام کنار معرفی شده.

رقم	صفت			
	زودرسی	شکل میوه	عملکرد/درخت (کیلوگرم)	زمان برداشت
هرمز	میان رس	کشیده	۶۳/۲	اوایل تا اواسط بهمن
خاوران	زودرس	تخم مرغی	۶۵/۶	اواسط دی
جاسک۱	میان رس	تخم مرغی	۸۲/۳	اوایل تا اواسط بهمن
آنامیس	میان رس	گرد	۶۸/۳	اوایل تا اواسط بهمن
هنگام	زودرس	گرد	۸۳/۴	اواخر دی تا اوایل بهمن
کهن	میان رس	دوکی مانند	۷۸/۳	اوایل تا اواسط بهمن
پیشین	زودرس	گرد	۱۱۹/۰	اوایل دی
رقم شاهد سیبی	دیررس	گرد	۴۴/۳	اواخر بهمن تا اوایل اسفند

کاهش کیفیت آب آبیاری و نیز تغییرات اقلیمی تاثیر زیادی بر پرورش درختان میوه گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در نوار ساحلی خلیج فارس داشته است. درخت کنار هندی از مهم‌ترین گونه‌های گیاهی است که به شرایط نامساعد تحمل بسیار بالایی داشته و می‌تواند در معیشت باغدار نقش موثری ایفا نماید. لذا گسترش سطح زیر کشت این محصول نیاز به تنوع ارقام دارد تا بتوان محصول را از نظر زودرسی و دیررسی در بازه زمانی طولانی‌تری به بازار عرضه نمود. ضمن این‌که کشت تک رقم از یک محصول از نظر ریسک مقابله با آفات و بیماری‌های خاص، منطقی نیست و بایستی ارقام مناسب دیگری از یک محصول نیز در منطقه تحت کشت قرار گیرد. بر این اساس معرفی ارقام جدید کنار هندی می‌تواند هم از نظر اقتصادی و هم از نظر اجتماعی تبعات موثری در گسترش صحیح سطح زیر کشت این محصول داشته باشد. رقم هرمز (شکل ۱) به عنوان یک رقم میان‌رس با شکل میوه کشیده و بافت میوه بسیار ترد و آبدار و رقم خاوران (شکل ۲) به عنوان یک رقم زودرس با شکل میوه تخم مرغی است که نسبت به همه ارقام موجود در کلکسیون کنار ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب زودرس تر است. رقم جاسک۱ (شکل ۳) میان‌رس بوده و در اوایل تا اواسط بهمن قابل برداشت است و با تولید میوه تخم‌مرغی و بسیار ترد و آبدار می‌تواند نیاز ذائقه‌ای افراد را تأمین نماید. همچنین این رقم از طعم بسیار مناسبی برخوردار است و در مرحله سبز بودن در حداکثر اندازه خود، قابلیت خوراکی دارد و نیاز به زرد شدن یا ورود به مرحله رسیدن ندارد. رقم آنامیس (شکل ۴) میان‌رس بوده و در اوایل تا اواسط بهمن قابل برداشت است و تولید میوه گرد و بسیار ترد و آبدار می کند. همچنین این رقم از طعم بسیار مناسبی برخوردار است و در مرحله سبز-زرد، قابلیت خوراکی دارد. رقم هنگام (شکل ۵) به دلیل شکل میوه گرد اما طبیعت زودرس قابلیت رقابت بسیار مناسبی با رقم سیبی غالب در منطقه داشته و به دلیل زودرسی ارزش اقتصادی بالایی برای باغدار دارد. همچنین رقم کهن (شکل ۶) به دلیل شکل میوه منحصربفرد دوکی شکل و اندازه میوه درشت، در بین مصرف‌کنندگان جایگاه ویژه‌ای دارد که می‌تواند ارزش اقتصادی بیشتری برای باغدار نسبت به ارقام

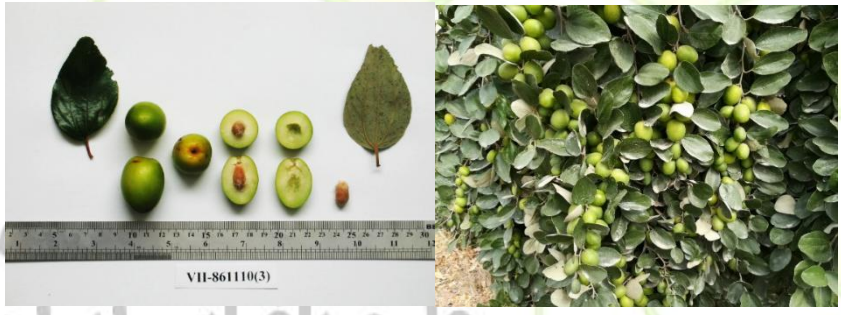
رایج در منطقه داشته باشد. در مجموع با معرفی ۶ رقم مذکور، احداث و توسعه باغات کنارهندی با تنوع بیشتری از نظر زمان برداشت، شکل میوه و ذائقه پسندی امکان پذیر شده و تولیدکنندگان و باغداران کنار در استانهای جنوبی ایران می توانند برای تهیه پیوندک این ارقام به ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب مراجعه نمایند.



شکل ۱- رقم هرمز (Hormoz).



شکل ۲- رقم خاوران (Khavaran).



شکل ۳- رقم جاسک۱ (Jask1).



شکل ۴- رقم آنامیس (Anamis).



شکل ۵– رقم هنگام (Hengam).



شکل ۶– رقم کهن (Kohan).

منابع

سابکی، ا. ۱۳۹۹. معرفی رقم پیشین در استان سیستان و بلوچستان. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، ایرانشهر.

Al-Saif, A. M., Abdel-Sattar, M., Aboukarima, A. M. and Eshra, D. H. 2021. Identification of Indian jujube varieties cultivated in Saudi Arabia using an artificial neural network. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(10): 5765–5772.

Bose, T. K. and Mitra, S. K. 1990. Fruits: tropical and subtropical. Naya Prokash, Calcutta, pp. 592–615.

Ecevit, F. M., San, B., Unal, T. D. and Turk, F. K. 2007. Selection of superior ber (*Ziziphus jujuba* L.) genotypes in Civril region. Suleyman Demirel University, 14(1): 51–56. (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) as revealed by fruit-related traits. Food Science and Nutrition, 10: 903–913.

The presented Indian ber (*Ziziphus mauritiana*) cultivars in Hormozgan province

Hamed Hassanzadeh Khankahdani[1*], Eshagh Bahrami[2], Maryam Shahi[3], Yaaghoob Hosseini[4], Ahmad Mostaan[5] and Aziz Torahi[6]

1. Department of Horticulture, Fars Agricultural Organization, Shiraz, Iran
2. Minab Agricultural Research Station, Minab, Iran
3. Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Bandar Abbas, Iran
4. Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Shiraz, Iran
5. Horticultural Sciences Research Institute, Karaj, Iran
6. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Ahvaz, Iran

[*]Corresponding author: Hamed51h@gmail.com

Abstract

Indian ber (*Ziziphus mauritiana*) is native of India and its fruit has been brought to Iran in many years ago and it has been cultivated in different regions. Since 2007, at the Minab Agricultural Research Station, different genotypes of Indian ber were identified and collected from different parts of Hormozgan province. In this context, about 80 genotypes were identified and finally 13 genotypes were collected and they were budded and cultivated in one collection with 5 trees per genotype. Among these genotypes, there are promising genotypes that can compete with the other cultivars and are demanded by consumers according to people's tastes. Since 2021, six Indian ber cultivars have been introduced namely Hormoz, Khavaran, Jask1, Anamis, Hengam, and Kohan. These cultivars have unique features that are discussed in the present article.

Keywords: Grafted ber, Mumbai ber, Suitable vegetative growth, Susceptible to cold, Tolerance to salinity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارقام جدید بادمجان "سالار و نگار"، مناسب برای کشت در مناطق گرم ایران

حامد حسن‌زاده خانکهدانی[1*]، اسحق بهرامی[2]، مریم شاهی[3]، محمود باقری[4] و سیبگل خوشکام[5]

۱- بخش باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی فارس، شیراز، ایران
۲- ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب، ایران
۳- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندرعباس، ایران
۴- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، کرج، ایران
۵- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، جیرفت، ایران
*نویسنده مسئول: *Hamed51h@gmail.com*

چکیده

به منظور انتخاب لاین برتر از توده‌های بومی بادمجان میناب، پژوهشی سه ساله در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب اجرا شد. جمع‌آوری بذور از مناطق عمده کشت بادمجان انجام شد. در سال اول این پروژه، انتخاب بوته‌های مطلوب در درون پنج توده با توجه به صفات مورد بررسی صورت پذیرفت. در سال دوم، بذر ۵۰ تک بوته انتخابی به همراه ۵ توده مادری کشت شد. انتخاب بوته‌های مطلوب در درون هر پنج توده با توجه به صفات مورد نظر صورت پذیرفت. بر اساس این معیارها در مجموع ۱۶ لاین انتخاب و عملیات بذرگیری انجام گرفت. در سال سوم، بذر ۱۶ لاین انتخابی به همراه ۳ توده مادری کشت شد. در نهایت براساس نتایج به‌دست آمده لاین‌های منتخب بذرگیری شدند. بر اساس نتایج آزمایش سه ساله انتخاب لاین برتر، در مجموع ۱۵ لاین جهت انجام آزمایشات سازگاری و پایداری انتخاب شد. به منظور بررسی سازگاری و پایداری لاین‌های گزینش شده از توده‌های بومی بادمجان میناب، آزمایشی دو ساله در سه منطقه میناب، جیرفت و کرج اجرا شد. براساس نتایج آزمایش دو ساله سازگاری و پایداری که در سه منطقه میناب، کرج و جیرفت اجرا شد، ژنوتیپ‌های AM7، Y7، SA5 و GHE12 برای منطقه میناب، ژنوتیپ‌های AM5 و SA5 برای منطقه جیرفت و ژنوتیپ‌های SA5 و AM4 برای منطقه کرج قابل توصیه بودند. به منظور بررسی و معرفی لاین‌های امیدبخش بادمجان گلابی‌شکل منتخب از توده‌های بومی بادمجان میناب، سه پروژه تحقیقی ترویجی در سه منطقه میناب، جیرفت و کرج در شرایط زارعین اجرا شد. براساس نتایج آزمایش تحقیقی-ترویجی، در استان البرز، دو لاین امیدبخش کشت‌شده، عملکرد پایین‌تری نسبت به دو رقم شاهد آذین و درخشان داشتند. در منطقه میناب، بر اساس نتایج به دست آمده، میزان عملکرد کل در هکتار در لاین امیدبخش Y7 و SA5 به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده محلی تیرور و رقم خارجی آرلن بود. در منطقه جیرفت، لاین امیدبخش SA5 به‌عنوان لاین برتر برای کشت در منطقه جنوب کرمان انتخاب شد. در نهایت رقم سالار از لاین Y7 و رقم نگار از لاین SA5 معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: انتخاب لاین خالص، جیرفت، سازگاری و پایداری، لاین امیدبخش ، میناب.

مقدمه

بادمجان از جمله محصولاتی است که در سطح وسیع در جنوب ایران کشت شده و با توجه به بالا بودن هزینه تولید، نیاز به ارقامی است که راندمان تولید بالایی داشته باشند. با توجه به این‌که در بخش وسیعی از استان هرمزگان به‌ویژه در منطقه میناب توده‌های بومی بادمجان کشت می‌شود، کشاورزان هر ساله نسبت به بذرگیری از مزارع خود اقدام می‌کنند. اما متأسفانه در بذرگیری نسبت به انتخاب بهترین بوته‌ها اقدام نکرده و در قسمتی از زمین خود، بذر میوه‌های تولیدشده از یک خط را بدون توجه به وجود بوته‌های ناجور گرفته و در سال بعد مورد استفاده قرار می‌دهند. به‌همین دلیل عملکرد و به‌ویژه عملکرد قابل عرضه به بازار در این توده‌ها پایین است چرا که توده‌های داخلی دارای میوه‌های یک‌دست نیستند و قسمت عمده‌ای از محصول تولیدی به صورت ضایعات دور ریخته می‌شود. به علاوه محصول توده‌های داخلی از نظر بازارپسندی وضع چندان مطلوبی نداشته و قابلیت رقابت با ارقام خارجی را ندارند. به همین دلیل در سال‌های اخیر استفاده از

ارقام خارجی رواج یافته که قیمت بذر آن‌ها بالا بوده و به‌علاوه نوعی وابستگی به کشورهای خارجی را ایجاد نموده و موجب خروج ارز از کشور می‌شود. بر این اساس، برنامه‌ریزی برای به‌نژادی و همچنین به‌زراعی توده‌های بومی بادمجان ضروری به نظر می‌رسید.

با توجه به خودگشن‌بودن بادمجان، می‌توان با انجام روش اصلاحی گزینش لاین خالص، به ارقامی دست یافت که دارای محصول یکنواخت با عملکرد مطلوب باشند. بر این اساس، طی یک برنامه اصلاحی، دو رقم سالار و نگار از دو لاین Y7 و SA5 معرفی شدند. با توجه به پتانسیل کم تولید در توده‌های بومی بادمجان میناب و همچنین تنوع زیاد در مزرعه، لاین‌های Y7 و SA5 به دلیل طی‌کردن آزمایشات انتخاب لاین برتر، سازگاری و پایداری و نیز تحقیقی-ترویجی، از پتانسیل بسیار بالایی برای تولید برخوردار بوده و همچنین با توجه به این‌که معیار انتخاب بادمجان در جنوب کشور به ویژه استان هرمزگان و جنوب کرمان، رنگ کاملاً تیره در بادمجان است، این لاین‌ها می‌توانند جایگاه مناسبی در بین توده‌های بومی تحت کشت در منطقه داشته و به مرور زمان جایگزین توده‌های بومی شوند. از طرفی با توجه به افزایش قیمت ارز، واردات ارقام خارجی مقرون به صرفه نبوده و موجب افزایش هزینه‌های تولید می‌شود. هر چند متأسفانه افزایش قیمت محصول همگام با افزایش قیمت نهاده‌ها نبوده و هر ساله هزینه‌های تولید رو به افزایش است. اتکاء به بذر داخلی به طور حتم علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، از خروج ارز از کشور جلوگیری خواهد کرد.

مواد و روش‌ها

برنامه جمع‌آوری و اصلاح توده‌های بومی بادمجان دلمه‌ای میناب از سال ۱۳۹۲ شروع شد و ۵ توده بومی مناطق مختلف میناب پس از جمع‌آوری، در قالب یک پروژه سه ساله (حسن‌زاده خانکهدانی، ۱۳۹۵)، تحت برنامه اصلاحی انتخاب لاین خالص قرار گرفتند. پس از پایان پروژه مذکور، ۱۵ لاین برتر از توده‌های مذکور گزینش و در قالب بررسی سازگاری و پایداری لاین‌های پیشرفته بادمجان دلمه‌ای میناب، به مدت دو سال و در سه منطقه کشور شامل میناب، کرج و جیرفت به همراه دو شاهد، ارزیابی شدند (حسن‌زاده خانکهدانی و همکاران، ۱۳۹۷) که در نهایت با توجه به نتایج این مطالعه، سه لاین به عنوان لاین‌های امیدبخش برای سه منطقه انتخاب شدند. مطالعه این لاین‌ها در شرایط زارعین و در سطح کشت زراعی (آزمایشات تحقیقی-ترویجی) در سه منطقه اجرا شد که در نهایتاً لاین Y7 با هدف کشت در منطقه میناب (حسن‌زاده خانکهدانی، ۱۳۹۹) و لاین SA5 با هدف کشت در منطقه جیرفت و میناب (خوشکام، ۱۳۹۹) جهت معرفی رقم در دستور کار قرار گرفتند. در آزمایش تحقیقی-ترویجی اجرا شده در منطقه کرج، هیچ لاینی قابلیت معرفی رقم نداشت. در نهایت در سال ۱۴۰۲، رقم سالار از لاین Y7 و رقم نگار از لاین SA5 معرفی شد.

نتایج و بحث

رقم سالار پتانسیل تولید بالایی در منطقه میناب داشته و از شکل و رنگ میوه قابل قبولی برخوردار است. همچنین به شرایط اقلیمی حاکم در منطقه در طول پاییز و زمستان متحمل بوده و در مقایسه با ارقام خارجی مقاومت خوبی به بادهای موسوم به "ناشی یا نعشی" دارد (شکل ۱). رقم نگار پتانسیل تولید بالایی در منطقه جیرفت و میناب داشته و از شکل و رنگ میوه قابل قبولی برخوردار است (شکل ۲). گیاهچه هر دو لاین، فاقد رنگیزه آنتوسیانین هیپوکوتیل است، عادت رشدی این لاین‌ها افراشته، ارتفاع بوته متوسط، ساقه فاقد رنگ آنتوسیانین، میزان کرک در ساقه متوسط، اندازه پهنک برگ بزرگ، دندانه‌های لبه پهنک متوسط، فاقد تاول روی پهنک برگ، شدت رنگ سبز برگ متوسط، تعداد گل در گل‌آذین یک تا سه عدد، اندازه گل متوسط، گل‌ها به رنگ بنفش روشن، میوه گلابی‌شکل، طول و بزرگ‌ترین قطر میوه متوسط، نسبت طول به بزرگ‌ترین قطر میوه متوسط، اندازه اثر مادگی خیلی کوچک، انتهای میوه گرد، عمق فرورفتگی اثر مادگی خیلی کم، خمیدگی میوه خیلی کم، رنگ پوست در مرحله برداشت بنفش خیلی تیره (در رقم سالار بسیار براق و در رقم نگار تا حدودی براق)، میوه فاقد هر گونه لکه، نوار و شیار، طول دم میوه بلند، دارای کمی رنگ آنتوسیانین زیر کاسه گل، اندازه کاسه گل متوسط، فاقد رنگ آنتوسیانین در کاسه گل، سطح کاسه گل در رقم سالار کمی خاردار و در رقم نگار به طور متوسط خاردار، چین و چروک روی کاسه گل متوسط، رنگ گوشت متمایل به سفید، رنگ پوست در مرحله رسیدن فیزیولوژیک قهوه‌ای و از نظر گلدهی و میوه‌دهی در شرایط متوسط قرار دارند.

رقم سالار با پتانسیل عملکرد بالا و یکنواخت، ۳۲ درصد بیشتر از توده بومی تحت کشت در منطقه میناب و ۱۰ درصد بیشتر از رقم خارجی تحت کشت در منطقه تولید داشت. متوسط عملکرد شاهد در منطقه میناب (توده محلی) ۹۰ تن در هکتار، متوسط عملکرد رقم سالار ۱۲۵ تن در هکتار و متوسط عملکرد رقم خارجی در منطقه میناب (آرلن) ۱۱۴ تن در هکتار به‌دست آمد. براساس آمار ارائه‌شده (سازمان جهاد کشاورزی هرمزگان، ۱۳۹۸)، کشاورز نمونه منطقه تیرور در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ موفق به تولید حدود ۹۰ تن در هکتار بادمجان با استفاده از توده محلی تیرور شده است. این در حالی است که متوسط عملکرد بادمجان در استان هرمزگان ۵۷ تن در هکتار بود. میزان عملکرد تولیدشده در رقم سالار حدود ۴۰ درصد بیشتر از حداکثر تولید در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و نیز حدود ۱۲۰ درصد بیشتر از متوسط عملکرد در واحد سطح در منطقه بود. افزون بر پتانسیل عملکرد بالا، با توجه به این که منشاء اصلی این رقم، منطقه تیرور میناب است، تحمل بسیار بالایی به شرایط نامساعد اقلیمی خاص این منطقه نظیر باد شدید پاییزه و زمستانه داشت.

رقم نگار با پتانسیل عملکرد بالا و یکنواخت، ۱۶ درصد بیشتر از رقم خارجی تحت کشت در منطقه جیرفت تولید داشت. متوسط عملکرد شاهد در منطقه جیرفت (رقم خارجی باگیرا) ۲۵ تن در هکتار و متوسط عملکرد رقم نگار برابر ۲۹ تن در هکتار به دست آمد. براساس آمار ارائه‌شده (سازمان جهاد کشاورزی جنوب کرمان، ۱۳۹۸)، متوسط عملکرد بادمجان ۲۷ تن در هکتار بود. رقم نگار در منطقه تیرور میناب تولیدی معادل ۹۳ تن در هکتار داشت. دلیل تفاوت عملکرد فاحش بین دو منطقه میناب و جیرفت، تاریخ کشت و همچنین شرایط جوی حاکم در دو منطقه است. افزون بر پتانسیل عملکرد بالا، با توجه به این که میزان تولید رقم نگار با رقم خارجی قابل رقابت بود، با توسعه کشت این رقم، از واردات بذر خارجی بی‌نیاز شده و مانع از خروج ارز از کشور می‌شود. از طرفی از نظر شکل میوه و همچنین براقی رنگ پوست که از مهمترین مشخصه‌های انتخاب آن در بازار مصرف جنوب کشور است، یک رقم مناسب محسوب می‌شود.



شکل ۱- بادمجان رقم سالار منتج از لاین Y7



شکل ۲- بادمجان رقم نگار منتج از لاین SA5

منابع

حسن‌زاده خانکهدانی، حامد. ۱۳۹۵. انتخاب لاین‌های برتر از توده‌های بومی بادمجان میناب. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. بخش تحقیقات سبزی‌های زراعی و حبوبات آبی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. شماره فروست ۵۱۰۹۹ مورخه ۱۳۹۵/۱۱/۳.

حسن‌زاده خانکهدانی، حامد. ۱۳۹۷. ارزیابی سازگاری و پایداری در لاین‌های گزینش‌شده از توده‌های بومی بادمجان میناب گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. بخش تحقیقات سبزی‌های زراعی و حبوبات آبی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. شماره فروست ۵۵۷۷۳ مورخه ۱۳۹۸/۴/۳.

حسن‌زاده خانکهدانی، حامد. ۱۳۹۹. بررسی و مقایسه لاین‌های امیدبخش منتخب از بادمجان دلمه‌ای میناب با رقم خارجی و توده محلی تحت کشت در منطقه تیرور میناب در شرایط زارعین. بخش تحقیقات سبزی‌های زراعی و حبوبات آبی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. شماره فروست ۵۸۳۶۸ مورخه ۱۳۹۹/۷/۲۴.

خوشکام، سیب‌گل. ۱۳۹۹. بررسی و مقایسه لاین‌های امیدبخش منتخب از بادمجان دلمه‌ای میناب با رقم خارجی و توده محلی تحت کشت در منطقه جنوب کرمان در شرایط زارعین. بخش تحقیقات سبزی‌های زراعی و حبوبات آبی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

سازمان جهاد کشاورزی هرمزگان. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی.

سازمان جهاد کشاورزی جنوب کرمان. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

New eggplant varieties, "Salar and Negar", suitable for cultivation in hot regions of Iran

Hamed Hassanzadeh Khankahdani[1*], Eshagh Bahrami[2], Maryam Shahi[3], Mahmoud Bagheri[4] and Sibgol Khoshkam[5]

1. Department of Horticulture, Fars Agricultural Organization, Shiraz, Iran
2. Minab Agricultural Research Station, Minab, Iran.
3. Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Bandar Abbas, Iran
4. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
5. South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Jiroft, Iran

[*]Corresponding author: Hamed51h@gmail.com

Abstract

In order to select superior line from Minab's eggplant landraces, a three-year experiment was performed in Minab Agricultural research station. Seed collecting was done from main regions of eggplant cultivation. At the first year of the project, desirable plants were selected from five landraces based on the evaluated attributes. At the second year, the seed of 50 single selected plants and five mother landraces were sown. The desirable plants were selected from five landraces based on the evaluated attributes. According to the evaluated traits, finally 16 lines were selected and the seeds were extracted. At the third year, the seed of 16 selected lines and three mother landraces were sown. Finally, the seed of the selected lines were extracted based on the obtained results. Based on the results of three-year experiment for selecting the superior line, finally 15 lines were selected for compatibility and stability tests. In order to assess compatibility and stability of the selected lines from Minab's eggplant landraces, a two-year experiment was performed in three regions including Minab, Jiroft, and Karaj. According to the results of two-year compatibility and stability experiments that it was performed in three regions of Minab, Jiroft, and Karaj, the genotypes including AM7, Y7, SA5, and GHE12 were recommended for Minab region, AM5 and SA5 genotypes for Jiroft regions, and SA5 and AM4 genotypes for Karaj regions. In order to evaluate and release of the promising lines of pear-shaped eggplant selected from Minab's eggplant landraces, three research-extension projects were conducted in three regions including Minab, Jiroft, and Karaj in farmer conditions. Based on the results of research-extension project in Alborz province, two promising lines had lower yield compared to control cultivars (Azin and Derakhshan). In Minab region, yield of Y7 and SA5 significantly was more than Tiroor's landrace and Arlen cultivar. In Jiroft region, SA5 line was selected as superior line to cultivate in south region of Kerman. Finally, "Salar" variety was introduced from the Y7 line and the "Negar" variety from the SA5 line.

Keywords: Compatibility and stability, Jiroft, Minab, Promising line, Pure line selection.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه گونه دارویی تشنه‌داری (*Scrophularia striata*) در منطقه ملکشاهی در استان ایلام

محمد جواد رحیمی[۲،۱*]، پرویز رضوانی مقدم[۱]، محسن جهان[۱] و احسان اله زیدعلی[۳]

۱- گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- سازمان جهاد کشاورزی، مهران، ایران

۳- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

*نویسنده مسئول: *mj.rahimi1355jahad@gmai.com*

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی خصوصیات رویشگاهی گونه دارویی و بومی تشنه‌داری (*Scrophularia striata*) از تیره گل میمون در منطقه ملکشاهی استان ایلام در سال‌های ۱۴۰۲، ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ انجام شد. بر اساس اطلاعات موجود در فلورهای گیاهی معتبر و بازدیدهای صحرایی، رویشگاه اصلی این گیاه در استان ایلام انتخاب گردید. بر اساس مشاهدات میدانی، فنولوژی گونه تشنه‌داری تحت تأثیر عوامل اقلیمی و توپوگرافی به ویژه دما و ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. تداوم بارندگی‌های بهاره باعث طولانی شدن دوره حیات این گیاه می‌شود. بوته‌ها از اواخر اسفند تا اوایل اردیبهشت در مرحله رویشی بوده و بعد از آن، وارد مرحله زایشی می‌شوند. گلدهی گیاه از اردیبهشت تا اواسط خرداد، رسیدگی بذرها در تیر ماه و توقف چرخه حیاتی از اواخر تیر تا اواخر زمستان انجام می‌شود. البته تمامی مراحل فنولوژیکی تحت تأثیر افزایش دما و وقوع بارندگی تسریع می‌شوند. ساکنان محلی و افراد بومی منطقه از برگ‌ها و سرشاخه‌های هوایی و ریشه گیاه برای مصارف دارویی (نظیر ضدالتهاب، تسکین‌دهنده زخم و سوختگی و مشکلات تنفسی) و خوراکی استفاده می‌کنند. از آنجا که نتایج این مطالعه بیان‌کننده تاثیر عوامل محیطی بر صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی گونه ارزشمند تشنه‌داری بود، لذا برای دستیابی به جمعیت مناسبی از این گونه بومی بایستی از برنامه‌های حفاظتی چون قرق در زمان و دوره متناسب با زادآوری استفاده نمود. بر این اساس، از آنجا که جغرافیای گیاهان در رویشگاه‌های طبیعی حاصل عوامل زیستی و غیرزیستی می‌باشد، شناسایی این عوامل را بایستی به عنوان نیازهای رویشگاهی گیاهان، به عنوان اولین قدم در حفاظت و احیای گونه‌ها و همچنین فرآیند اهلی‌سازی مدنظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: اهلی‌سازی، جغرافیای گیاهی، خصوصیات توپوگرافی، عوامل اقلیمی، مطالعه رویشگاهی.

مقدمه

رشد گیاهان در رویشگاه‌های طبیعی تحت تأثیر عوامل مختلف چون اقلیم، خاک، توپوگرافی و... می‌باشد. با این‌وجود، خاک و اقلیم مهمترین عوامل موثر بر پراکنش گونه‌ها در رویشگاه‌های مختلف معرفی شده‌اند (Joswig et al., 2022). در این راستا برخی محققان (He et al., 2007; Yuemin et al., 2008) روابط بین خاک و پوشش‌های گیاهی را در مناطق اقلیمی مختلف در دنیا مورد مطالعه قرار داده‌اند. بیشتر گیاهان بومی، به عنوان گونه‌های کم‌توقع در رویشگاه‌های طبیعی، در مناطق حاشیه‌ای و کم‌بازده عملکرد قابل قبولی داشته و علاوه بر این، دارای خصوصیت نهاده‌پذیری کم می‌باشند. لذا این گونه‌ها جهت کاشت در عرصه‌های کشاورزی کم‌نهاده مناسب می‌باشند و لازم است تا با شناخت ویژگی‌های اکولوژیکی این گونه‌ها ضمن کاهش فشار برداشت گیاهان دارویی، علاوه بر حفاظت از تنوع ژنتیکی آنها به تولید پایدار زراعی آنها اقدام نمود. یکی از گیاهان بومی در غرب کشور، گیاه تشنه‌داری (*Scrophularia striata*) با نام محلی سازویی از تیره گل میمون به دلیل ویژگی‌های دارویی و اکولوژیکی مورد توجه محققان قرار گرفته است. در این راستا، این پژوهش با هدف مطالعه خصوصیات رویشگاهی گونه دارویی ارزشمند تشنه‌داری انجام شد.

مواد و روش‌ها

استان ایلام دارای اقلیم نیمه‌خشک تا مدیترانه‌ای با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب است. مناطق غربی (به ویژه ارتفاعات) دارای اقلیم سرد کوهستانی با بارش برف می‌باشد. میانگین دمای سالانه، حداکثر و حداقل به ترتیب ۲۰-۱۵، ۴۵ و ۱۰- درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۶۰۰-۴۰۰ میلی‌متر گزارش شده است. به منظور تعیین رویشگاه‌های طبیعی گیاه تشنه‌داری به فلور ایران، هرباریوم پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد و هرباریوم اوین مراجعه شد. به منظور شناخت منطقه، فهرست گیاهان همراه طی بازدیدهای مختلف در سال‌های ۱۴۰۲، ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ مورد مطالعه قرار گرفت. ویژگی‌های اکولوژیکی رویشگاه شامل اقلیم (شامل میانگین دما، مجموع بارندگی و درصد رطوبت نسبی)، وضعیت توپوگرافی (شامل ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب) و خصوصیات زیستی گونه و گونه‌های همراه ثبت گردید. پس از ورود به رویشگاه، با مشاهده اولین بوته، اقدام به نمونه‌برداری شد.

نتایج و بحث

بر اساس اطلاعات فلورهای گیاهی و بازدیدهای صحرایی، رویشگاه اصلی گیاه تشنه‌داری در استان ایلام انتخاب گردید (شکل ۱) که این رویشگاه در طول و عرض جغرفیایی به ترتیب ۶۵۳۰۶۷ و ۳۶۸۵۸۷۱ قرار گرفته و دارای ارتفاع ۱۴۰۱ متر از سطح دریا می‌باشد.



شکل ۱- بازدیدهای میدانی از گیاه دارویی تشنه‌داری (*Scrophularia striata*) در رویشگاه طبیعی.

بر اساس مشاهدات میدانی، فنولوژی گیاه تشنه‌داری تحت تأثیر عوامل اقلیمی و توپوگرافی بویژه دما و ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. این گونه یکی از مقاوم‌ترین گونه‌های بومی منطقه به خشکی محسوب می‌شود و در سال‌های با بارندگی اندک نیز قابلیت حیات دارد، با این‌وجود، بارندگی‌های بهاره باعث طولانی شدن دوره حیات می‌شود. سیستم ریشه‌ای گیاه راست، با انشعابات فرعی فراوان، با امکان ضخیم‌شدگی جزئی در برخی بخش‌ها است. فنولوژی گیاهان حساسیت ویژه‌ای نسبت به عوامل اقلیمی دارد. در این میان، دما و فتوپریود تنظیم‌کننده فنولوژی محسوب می‌شوند. تغییر در ارتفاع از طریق تغییر دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، میزان آب قابل دسترس و تشعشع واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اقلیم و پستی و بلندی از مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر روی تنوع زیستی و غنای گونه‌ای گیاهان محسوب می‌شوند (Iri et al., 2015). بررسی مراحل فنولوژیکی گیاه تشنه‌داری نشان داد که این گیاه تنها در یک دوره از سال گلدهی و بذردهی دارد. به طوری‌که بوته‌ها از اواخر اسفند ماه تا اوایل اردیبهشت ماه در مرحله رویشی هستند و بعد از آن، وارد مرحله زایشی می‌شوند. گلدهی گیاه از اردیبهشت ماه اواسط خرداد، رسیدگی بذرها در تیر ماه و توقف چرخه حیاتی و شروع دوره رکود از اواخر تیر تا اواخر زمستان انجام می‌شود (جدول ۱ و شکل ۲). البته تمامی مراحل فنولوژیکی تحت تأثیر افزایش دما تسریع می‌شوند.

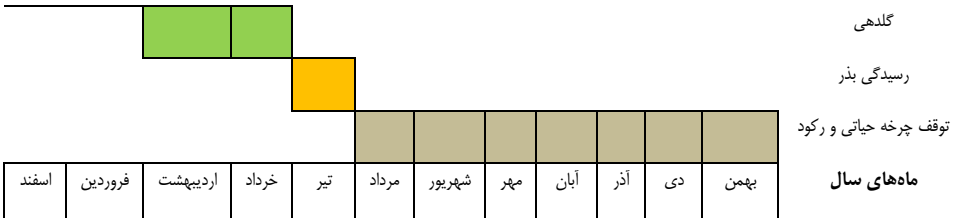
جدول ۱- تاریخ مشاهده مراحل مهم فنولوژیکی گیاه تشنه‌داری در رویشگاه کاخل.

شروع سبز شدن و رشد اولیه	شروع غنچه‌دهی	غنچه‌دهی کامل	شروع گلدهی	گلدهی کامل	شروع رسیدگی بذر	رسیدگی کامل	توقف چرخه حیاتی
۲۵ اسفند	اواخر فروردین	اول اردیبهشت	هفته اول اردیبهشت	اواسط خرداد	اوایل تا اواسط تیر	شهریور	اواخر شهریور

شکل ۲- مراحل فنولوژیکی گونه تشنه‌داری در رویشگاه کاخل در شهرستان ملکشاهی در استان ایلام.

مراحل فنولوژیکی

رشد رویشی



ساکنان محلی و بومی از برگها و سرشاخه‌های هوایی و ریشه برای مصارف دارویی (نظیر ضدالتهاب، تسکین‌دهنده زخم و سوختگی و مشکلات تنفسی) و خوراکی استفاده می‌کنند. نتایج این مطالعه بیان‌کننده تاثیر عوامل محیطی بر صفات مورفولوژیکی گونه ارزشمند تشنه‌داری بود، لذا بایستی برای دستیابی به جمعیت مناسبی از این گونه بومی در رویشگاههای مختلف از برنامه‌های حفاظتی از جمله قرق در زمان مناسب و دوره متناسب با زادآوری این گونه استفاده نمود. عوامل اقلیمی (Shen et al., 2022; Huang et al., 2024)، ویژگی‌های توپوگرافی (Lannuzel et al., 2021; Tenaw et al., 2024) و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Diao et al., 2023) از جمله عوامل موثر بر پراکنش گونه‌ها محسوب می‌شوند. در میان سایر عوامل، ماده آلی (Tenaw et al., 2024) و نیتروژن (Hu et al., 2024) از جمله عوامل موثر بر حضور گونه‌های گیاهی معرفی شده‌اند. از آنجا که بررسی وضعیت گونه‌ها از لحاظ عوامل مختلف اقلیمی، خاکی، توپوگرافی و ... اولین گام اساسی برای امکان اهلی‌سازی و حفاظت از این گونه‌ها محسوب می‌شود. لذا با توجه به پراکنش انواع گونه‌های گیاهی در مراتع، رویشگاه‌ها و عرصه‌های مختلف و اهمیت آنها در مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی لازم است تا مطالعات جامعی در خصوص شناخت عوامل بوم‌شناختی انجام گیرد تا دانش لازم برای حفاظت از گونه‌های گیاهی میسر شود.

نتیجه‌گیری

گونه‌های بومی، اهمیت ویژه‌ای در پایداری اکوسیستم‌های طبیعی، تغذیه دام‌ها و تأمین نیازهای دارویی و خوراکی جوامع محلی دارند. بر این اساس، در راستای مدیریت پایدار عرصه‌های طبیعی با آگاهی با شناخت ویژگی‌های بوم‌شناختی گیاهان، می‌توان در نگهداری، احیاء و توسعه گام برداشت. توزیع جغرافیایی گیاهان در رویشگاه‌های طبیعی حاصل عوامل مختلف زیستی و غیرزیستی می‌باشد و شناسایی این عوامل به عنوان نیازهای رویشگاهی گیاهان اولین قدم در حفاظت و احیای گونه‌ها و همچنین فرآیند اهلی‌سازی محسوب می‌شود.

منابع

Diao, Y., Zhang, S., Liu, Y., Jin, G., Tian, S. and Liu, Y. 2023. Effects of topography on radial growth of tree species with different mycorrhizal types. Forests, 14(3): 546.

He, M. Z., Zheng, J. G., Li, X. R. and Qian, Y. L. 2007. Environmental factors affecting vegetation composition in the Alxa Plateau, China. Journal of Arid Environments, 69: 473–489.

Hu, C. C., Liu, X. Y., Driscoll, A. W., Kuang, Y. W., Brookshire, E. N. J., Lü, X. T., Chen, C. J., Song, W., Mao, R., Liu, C. Q. and Houlton, B. Z. 2024. Global distribution and drivers of relative contributions among soil nitrogen sources to terrestrial plants. Nature Communications, 15: 6407.

Huang, E., Chen, Y. and Yu, S. 2024. Climate factors drive plant distributions at higher taxonomic scales and larger spatial scales. Frontiers in Ecology and Evolution, 11: 1233936.

Irl, S. D. H., Harter, D. E. V., Steinbauer, M. J., Puyol, D. G., Fernández-Palacios, J. M., Jentsch, A. and Beierkuhnlein, C. 2015. Climate vs. topography – spatial patterns of plant species diversity and endemism on a high-elevation island. Journal of Ecology, 103(6): 1621–1633.

Jowsing, J. S. and others. 2022. Climatic and soil factors explain the two-dimensional spectrum of global plant trait variation. Nature Ecology and Evolution, 6: 36–50.

Lannuzel, G., Balmot, J., Dubos, N., Thibault, M. and Fogliani, B. 2021. High-resolution topographic variables accurately predict the distribution of rare plant species for conservation area selection in a narrow-endemism hotspot in New Caledonia. Biodiversity and Conservation, 30: 963–990.

Shen, Y., Tu, Z., Zhang, Zhang, Y. W., Xia, H., Hao, Z., Zhang, C. and Li, H. 2022. Predicting the impact of climate change on the distribution of two relict *Liriodendron* species by coupling the MaxEnt model and actual physiological indicators in relation to stress tolerance. Journal of Environmental Management, 322: 116024.

Tenaw, T. B., Gode, T. B., Molla, E. L. and Woldemariam, Z. A. 2024. Topography and soil variables drive the plant community distribution pattern and species richness in the Arjo-Diga forest in western Ethiopia. PLoS ONE, 19(8): e0307888.

Yuemin, Y., Wang, K., Zhang, B., Chen, Z., Jiao, Q., Liu, B. and Chen, H. 2008. Exploring the relationship between vegetation spectra and eco-geo environmental conditions in Karst region, Southwest China. Environmental Monitoring and Assessment, 160(1–4): 157–168.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of *Scrophularia striata* in the Malekshahi region of Ilam province

Mohammad Javad Rahimi[1,2*], Parviz Rezvani Moghaddam[1], Mohsen Jahan[1] and Ehsanollah Ziaedali[3]
1.College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Agricultural Jihad Organization, Mehran, Iran
3. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
Corresponding Author: mj.rahimi1355jahad@gmai.com

Abstract

This study aimed to investigate the habitat characteristics of Scrophularia striata as a medicinal and native species belonging to the Scrophulariaceae family in the Malekshahi region of Ilam Province during the years 2023, 2024 and 2025. Based on information from floras and field visits, the primary habitat of this plant is Ilam Province. Field observations indicated that the phenology of Scrophularia striata is influenced by climatic and topographic factors, particularly temperature and elevation above sea level. The continuation of spring rainfall prolongs the plant's lifespan. The plants are in the vegetative stage from late March to early April, after which they enter the reproductive stage. Flowering occurs from April to June, seed maturity takes place in July, and dormancy from late July to late winter. It is noteworthy that rising temperatures and rainfall accelerate all phenological stages. Local residents and indigenous people utilize the leaves, aerial parts, and roots of the plant for medicinal purposes, including anti-inflammatory effects, wound healing, and relief from respiratory issues, as well as for culinary purposes. Given that the results of this study demonstrate the impact of environmental factors on the morphological and phenological traits of this valuable species, it is essential to implement conservation programs, such as protective measures during appropriate times for regeneration, to ensure a sustainable population of this native species. Therefore, since the distribution of plants in natural habitats results from both biotic and abiotic factors, identifying these factors should be regarded as a fundamental step in the conservation and restoration of species, as well as in the domestication process.

Keywords: Climatic parameters, Domestication, Habitat assessment, Plant geography, Topographic factors.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه عملکرد ارقام تجاری پسته بر روی پایه بادامی زرند حاصل از کشت بذر و کشت‌بافتی

مریم افروشه[1*]

۱- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *ma.afrousheh@yahoo.com*

چکیده

در مناطق پسته‌کاری ایران، کاشت پایه‌های پسته به صورت بذری می‌باشند. تکثیر به روش غیرجنسی با هدف یکنواختی درختان، کوتاه‌کردن دوره نونهالی و تولید پایه‌های مقاوم به تنش‌های زیستی و محیطی می‌باشد. در این راستا، بررسی سازگاری ارقام تجاری با پایه‌های کشت‌بافتی امری ضروری است. هدف از این پژوهش، مقایسه رشد و عملکرد دو رقم تجارتی احمدآقایی و اوحدی روی پایه کشت‌بذری و کشت‌بافتی بادامی‌زرند می‌باشد. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو پایه، دو رقم در ۳ تکرار اجرا شد. شاخص عملکرد محصول اندازه‌گیری و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن تجزیه و تحلیل شدند.بیشترین میزان عملکرد در هکتار بر حسب کیلوگرم به ترتیب مربوط به رقم احمدآقایی پایه بذری (۸۸۰/۷۲)> احمدآقایی پایه کشت‌بافت (۴۹۳/۳۲)، اوحدی پایه بذر (۴۵۴/۵۶)> اوحدی پایه کشت بافت (۱۹۵/۳۰) بود.

واژه‌های کلیدی: پایه کشت‌بافت، پسته، رقم، عملکرد.

مقدمه

استفاده از پایه و پیوندک مناسب، اولین و مهمترین گام در احداث یک باغ پسته با طول عمر بالا و عملکرد اقتصادی مطلوب می باشد. در درختان پسته، پایه به‌عنوان ریشه و بخشی از ساقه جهت استقرار پیوندک، نقش موثری در جذب عناصر غذایی خاک، کنترل اندازه رشد درخت، سال‌آوری و افزایش تولید محصول، تحمل به تنش‌های زیستی و غیر زیستی و انطباق با شرایط مختلف خاک، آب و هوا دارد. بر همین اساس، انتخاب و ازدیاد پایه‌های برتر، امری مهم و ضروری می‌باشد. امروزه استفاده از روش‌کشت بافت (ریزپیوندی) گیاهی علاوه بر امکان تولید نهال‌های یکنواخت ژنتیکی، امکان تولید گیاهان عاری از بیماری و مقاوم به تنش‌های محیطی را فراهم می‌نماید. این تکنیک نیاز به امکانات کافی آزمایشگاهی و گلخانه‌ای و مهارت کافی تکنیسین دارد.کاربرد این روش برای پسته، در ایران کمتر متداول است اما در آمریکا برای پایه‌های پسته مورد استفاده قرار گرفته است. در آمریکا، پایه UCB1 ، نمونه پایه کشت‌بافتی است که به صورت تجاری نیز عرضه می‌گردد. هدف از این پژوهش، مقایسه بین پایه‌های کشت بذری و کشت‌بافتی بادامی زرند (پایه مرسوم منطقه) و ارزیابی سازگاری آن‌ها با ارقام تجاری پسته (اوحدی و احمدآقایی) می‌باشد.

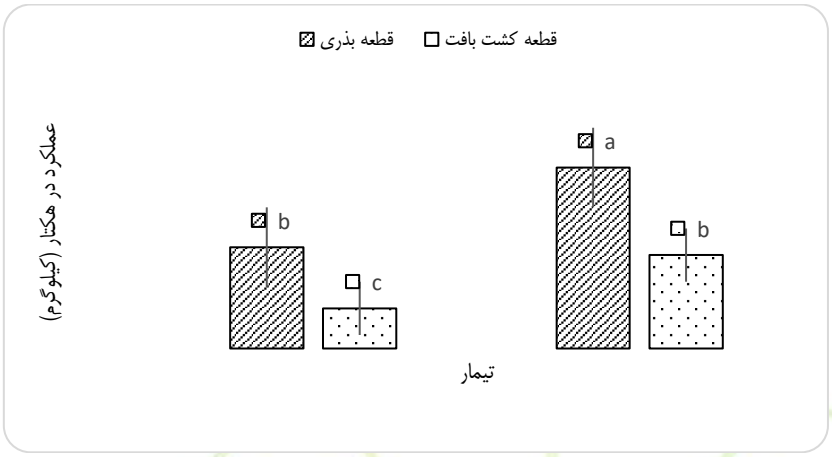
مواد و روش‌ها

این پروژه، در ایستگاه شماره ۲ پژوهشکده پسته در شرایط آب و هوایی رفسنجان اجرا شد. میانگین دمای سالیانه، ۱۸/۲ درجه سانتی‌گراد با میانگین رطوبت نسبی ۳۰ درصد است. در طول فصل رشد بالاترین میزان دما در تیرماه و کمترین میزان دما در فروردین ماه است. در سال ۱۳۸۲، پایه کشت بافتی در پژوهشکده پسته تولید شدند. در سال ۱۳۸۳ نهال‌های یک‌ساله در زمین اصلی واقع در ایستگاه شماره ۲ پژوهشکده پسته کشت شدند و در سال ۱۳۸۴ با پیوندک‌های ارقام تجاری پیوند شدند. ارزیابی شاخص‌های رشدی و عملکرد طی دو سال (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو پایه (کشت‌بافتی و کشت‌بذری بادامی زرند) و دو رقم تجاری پسته (ارقام اوحدی و احمدآقایی) در سه تکرار اجرا شد. در این راستا، شاخص عملکرد ارزیابی شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج، میزان عملکرد در هکتار بر حسب کیلوگرم به ترتیب مربوط به رقم احمدآقایی پایه بذری (۸۸۰/۷۲)> احمدآقایی پایه کشت‌بافت (۴۹۳/۳۲)، اوحدی پایه بذر (۴۵۴/۵۶)> اوحدی پایه کشت بافت (۱۹۵/۳۰) بود (نمودار ۱).

نمودار ۱– مقایسه عملکرد در هکتار بین پایه‌های بذری و کشت بافتی در ارقام تجاری مورد بررسی.



میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

سال‌های اخیر، رقم تجاری احمدآقایی به دلیل داشتن برخی ویژگی‌های کلیدی از جمله رشد و سازگاری با شرایط مختلف محیطی به عنوان گزینه‌ای مناسب برای پیوند در مناطق پسته‌خیز کشور گسترش یافته است (Eskandari Torbaghan, 2023) که با نتایج این تحقیق در بحث افزایش عملکرد در مقایسه با رقم اوحدی مطابقت دارد (Heydari and Hokmabadi, 2015; Ismaili et al., 2015; Arab et al., 2022). نتایج این تحقیق نشان داد بیشترین عملکرد مربوط به پایه بذری روی رقم احمدآقایی است. همچنین رقم احمدآقایی در مقایسه با اوحدی روی پایه‌های کشت‌بافتی دارای بالاترین عملکرد بود که با سایر تحقیقات مطابقت دارد (علیپور و همکاران، ۱۳۹۷).

منابع

علیپور، و. و رضوی‌نسب، ا. ۱۳۹۷. بررسی سازگاری شش رقم تجاری پسته روی پایه‌های کشت‌بافتی حاصل از رقم بادامی زرند در شرایط اقلیمی کرمان. علوم و فناوری پسته، ۳(۶): ۵۷–۷۲.

Arab, H., Afrousheh, M., Abdollahi Ezatabadi, M. and Tajabadipour, A. 2021. The effect of yield fluctuations and production risk on pistachio commercial cultivars in Kerman province. Journal of Nuts, 12(1): 9–15.

Eskandari Torbaghan, M. 2023. Adaptability study of commercial pistachio cultivars in seven regions of Khorasan-Razavi province, Iran. Journal of Horticulture and Postharvest Research: 145–156.

Heydari, M. and Hokmabadi, H. 2015. Investigation of compatibility and evaluation of quantitative and qualitative yield of different pistachio cultivars in Buin Zahra region of Qazvin. In: M. Rouzban, M. Rahemi and A. Ghorbani (eds.), National Conference on Scientific Approaches in Green Gold, Pistachio Industry. Damghan, Iran, pp. 102–107.

Ismaili, A., Hokmabadi, H., Seidi, A. and Sari, H. 2015. Preliminary study of compatibility of 12 pistachio cultivars in climatic conditions of Ilam province. In: M. Rouzban, M. Rahemi and A. Ghorbani (eds.), National Conference on Scientific Approaches in Green Gold, Pistachio Industry. Damghan, Iran, pp. 214–218.

Comparison of yield of commercial pistachio cultivars on "Bademi Zarand" rootstock from seed and tissue culture

Maryam Afrousheh[1*]
1. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (*AREEO*), Rafsanjan
[*]*Corresponding Author: ma.afrousheh@yahoo.com*

Abstract

In the pistachio growing regions of Iran, rootstocks are planted by seed. Asexual propagation is used to achieve uniformity of trees, shorten the vegetative period, and produce rootstocks resistant to biological and environmental stresses. In this regard, it is essential to investigate the compatibility of commercial cultivars with grafted rootstocks. The aim of this study is to compare performance of two commercial cultivars, Ahmad Aghaei and Owhadi on the seed and tissue culture of Badami Zarand rootstocks. This study was conducted as a factorial in a randomized complete block design with two rootstocks, two cultivars, in 3 replications. Quantitative and qualitative yield indices of the product were measured and the data were analyzed using SPSS software and Duncan's test. The yield in kilograms per hectare was related to Ahmad Aghaei cultivar with seed rootstocks (880.72) > Ahmad Aghaei cultivar with tissue culture rootstocks (493.32), Owhadi cultivar with seed rootstocks (454.56) > Owhadi cultivar with tissue culture rootstocks (195.30).

Keywords: Cultivar, Growth, Pistachio, Tissue culture, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر ترکیب محیط‌کشت، غلظت و نوع تنظیم‌کننده‌های رشد بر کالوس‌زایی و رویان‌زایی کشت درون‌شیشهٔ زیتون (*Olea europaea* L.) ژنوتیپ‌های چم ژیه و خیرک جنوبی

راضیه رسولی[۱]، مریم پیوندی[۱*]، امیر موسوی[۲] و نرگس علمی[۲]
۱- گروه ژنتیک، دانشکده علوم‌زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
۲- گروه زیست‌فناوری مولکولی گیاهی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری، تهران، ایران
*نویسندهٔ مسئول: *maryapeyvandi@gmail.com*

چکیده

رویان‌زاییِ سوماتیک یک فرایند مهم در زیست‌شناسیِ گیاهی است که طی آن سلول‌های غیرجنسی (سوماتیک) بدون دخالت تولیدمثل جنسی به رویان تبدیل می‌شوند. این روش نه‌تنها در تحقیقات بنیادی زیست‌شناسیِ گیاهی ارزشمند است بلکه در تکثیر گیاهان، اصلاح نژاد و حفظ گونه‌های ارزشمند کاربرد گسترده‌ای دارد. این فرایند شامل مراحل القا، تشکیل کالوس، تمایز رویان‌های سوماتیک و نهایتاً باززایی به گیاه کامل است. عوامل محیطی، ترکیب هورمونی و نوع ریزنمونه از فاکتورهای تأثیرگذار در موفقیت رویان‌زایی سوماتیک هستند. در این مطالعه، اثر محیط‌کشت، غلظت و نوع هورمون بر رویان‌زایی از بافتِ نابالغ ژنوتیپ‌های چم *ژیه* و خیرک *جنوبی* بنابه صلاحدید تیم پروژهٔ طرح ۸۷۰ و پیش‌بینی برتری‌های لازم موردبررسی قرار گرفت. ریشه‌چه و بخش پروکسیمال لپه‌ها در محیط‌کشت OMC با هورمون‌هایIBA5 میلی‌گرم در لیتر و۰/۵2iP میلی‌گرم در لیتر کشت شدند. نمونه‌ها به‌مدت ۲۱ روز تاریکی نگهداری شدند. در این مدت تغییر چشمگیری حاصل نشد. واکشت اول و دوم در محیط OMC بدون هورمون انجام شد. زمان نگهداری هرکدام از واکشت‌ها مشابه و همچنان در تاریکی بود. در طی این مدت رشد کالوس و ریشه مشاهده شد و رشد رویان بسیار محدود بود. بدین منظور سعی بر تغییر میزان هورمون سیتوکینین (2iP) شد و این میزان به ۲ میلی‌گرم بر لیتر تغییر کرد. اما باز هم رشد ریشه اتفاق افتاد و رویان‌زایی محدود بود. واکشت‌های سوم به بعد در محیط ۱/۴ OM منتقل شدند که توسعه و رشد رویان مشاهده شد. مطالعهٔ حاضر می‌تواند در ایجاد رویان‌های رویشی با اهداف تکثیری و یا انتقال ژن در ژنوتیپ‌های بیان‌شده مورداستفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، رویان‌زایی سوماتیک، زیتون، ژنوتیپ چم ژیه و خیرک جنوبی، کالوس‌زایی، کشت درون‌شیشه‌ای.

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) یکی از گیاهان مهم اقتصادی و دارویی است که به‌دلیل ارزش غذایی و روغن باکیفیت آن موردتوجه کشاورزان و محققان قرار گرفته است. بااین‌حال، تکثیر زیتون به روش‌های سنّتی مانند قلمه‌زنی و پیوند، محدودیت‌هایی از جمله زمان‌بَر بودن و وابستگی به شرایط محیطی دارد. رویان‌زایی سوماتیک یک فرایند مهم در زیست‌شناسیِ گیاهی است که طی آن سلول‌های غیرجنسی بدون دخالت گامت‌ها به رویان تبدیل می‌شوند. این روش نه‌تنها در تحقیقات بنیادیِ زیست‌شناسیِ گیاهی ارزشمند است بلکه در تکثیر گیاهان، اصلاح ژنتیکی و حفظ گونه‌های باارزش کاربرد گسترده‌ای دارد (مجتهدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Rugini , 1988). این فرایند شامل مراحل القا، تشکیل کالوس، تمایز رویان‌های سوماتیک و نهایتاً تبدیل به گیاه کامل است. عوامل محیطی، ترکیب هورمونی و نوع ریزنمونه از فاکتورهای تأثیرگذار در موفقیت رویان‌زاییِ سوماتیک هستند. زیتون به‌دلیل ویژگی‌های زیستی خود، نسبت به رویان‌زاییِ سوماتیک واکنش پیچیده‌ای دارد. این فرایند تحت‌تأثیر نوع ریزنمونه، ترکیب هورمونی، شرایط محیطی و تعداد زیرکشت‌ها قرار دارد. به‌طور کلی، ریزنمونه‌های مختلف واکنش متفاوتی نشان می‌دهند و تنظیم نسبت مناسب اُکسین‌ها و سیتوکینین‌ها در موفقیت رویان‌زایی نقش کلیدی دارد. شرایط محیطی مانند نور، دما و ترکیب مواد مغذی نیز در تمایز کالوس و رشد رویان‌های سوماتیک نیز تأثیرگذار است (Fehér, 2016).

چالش اصلی در زیتون سختی ورود به مسیر ریوان‌زایی است؛ اما بهینه‌سازی محیط‌کشت، تنظیم دقیق غلظت هورمون‌ها و استفاده از فناوری‌های نوین مانند نانومواد و هم‌کشت‌های سلولی می‌تواند میزان موفقیت را افزایش دهد. این روش در تکثیر، اصلاح ژنتیکی و افزایش مقاومت گیاه اهمیت دارد و امکان تولید ارقام با کیفیت‌تر را فراهم می‌کند.

براساس مطالعه‌های انجام‌شده در ایستگاه تحقیقاتی زیتونِ طارم، برخی از ارقام زیتون مانند کنسروالیا و کرونیکی عملکرد خوبی در شرایط آزمایشگاهی نشان داده‌اند. همچنین، پژوهش‌هایی در مورد ارزیابی روابط ژنتیکیِ ارقام امیدبخش و تجاری زیتون در ایران انجام‌شده که نشان می‌دهد برخی از ارقام دارای پتانسیل بالایی برای تکثیر و بهبود صفات زایشی هستند. مطالعهٔ حاضر به منشور ارزیابیِ عوامل مؤثر در موفقیت پنین‌زاییِ رویشی در کشت درون‌شیشه دو ژنوتیپ چم ژیه و خیرک جنوبی انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، فرایند رویان‌زایی سوماتیک در زیتون با استفاده از دو ژنوتیپ چم ژیه و خیرک جنوبی موردبررسی قرار گرفت. دو ژنوتیپ بیان‌شده از کلکسیون باغ مینودشت واقع در گلستان جمع‌آوری شدند و به پژوهشگاه ژنتیک تحویل داده شدند. بذرها از بخش گوشتی جدا و جمع‌آوری شده و در تاریکی خشک شدند. بذرها با استفاده از وسیله‌ای به نام لوله‌بُر از هسته‌ها خارج و به‌منظور استریلیزاسیون آماده شدند. فرایند استریل کردن شامل قرار دادن بذرها به‌مدت ۲۰ دقیقه در هیپوکلریت‌سدیم و شست‌وشوی آن‌ها با آب مقطر استریل به‌مدت ۵ دقیقه بود، سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در تاریکی پس از استریل در داخل پلیت حاوی کاغذ صافی نگهداری شدند. بذرهای جوان شامل ریشه‌چه و بخش نزدیک لپه (Proximal) به‌عنوان منبع بافت انتخاب شدند. محیط‌کشت OMC به‌عنوان بستر رشد استفاده شد. دو نوع هورمون IBA و 2iP با غلظت‌های مختلف در محیط‌کشت القای کالوس استفاده شدند (جدول ۱).

نمونه‌های کشت‌شده در مرحلهٔ اول به‌مدت ۲۱ روز در شرایط تاریکیِ کامل نگهداری شدند. به‌عنوان گروه شاهد، نمونه‌هایی در محیط OMC فاقد تنظیم‌کنندهٔ رشد کشت شدند. این تیمار پایه‌ای برای سنجش تأثیر هورمون‌ها بوده و نتایج محدود بودن رویان‌زایی را در غیاب آن‌ها نشان داد. پس از آن، دو واکشت در محیط‌کشت بدونِ هورمون (محیط‌کشت القای رویان‌زایی) انجام گرفت. واکشت سوم نمونه در محیط‌کشت پایداریِ رویان‌زایی و رویش رویان‌ها (محیط‌کشت OM ۱/۴ دارای هورمون 2iP ۰/۱ میلی‌گرم، هورمونBAP ۰/۱ میلی‌گرم و هورمون IBA ۰/۰۱ میلی‌گرم) انجام شد. از واکشت دوم نمونه‌ها در شرایط دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و دمای ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. در این پژوهش، سه واکشت متوالی برای نمونه‌ها انجام شد که طول مدت هر واکشت ۲۱ روز و در شرایط کنترل‌شده (تاریکی یا روشنایی بسته به مرحله) نگهداری گردیدند (پیوندی و همکاران، ۱۳۸۹ a).

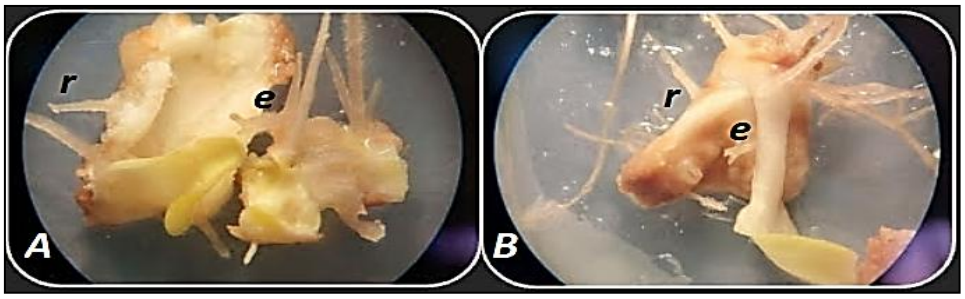
نتایج و بحث

نتایج نشان دادند که هر دو ژنوتیپ اگر در مرحلهٔ القای کالوس در محیط‌کشت M1 کشت شوند، از واکشت اول به بعد توانایی تولید کالوس، ریشه و رویان را داشتند، اما میزان رویان‌زایی به‌طور کلی محدود بود. ولی اگر نمونه‌ها در محیط‌کشت M2 کشت می‌شدند، توانایی ریشه‌زایی در واکشت‌های بعدی کاهش می‌یافت. هچنین در واکشت‌های دوم و سوم رویان‌زایی در هیچ‌کدام از ارقام مشاهده نشد (جدول ۱). با توجه به تعداد محدود رویان‌های به‌دست‌آمده در هر تیمار، جداسازی یا انتقال آن‌ها به محیط‌کشت مجزا صورت نگرفت و ارزیابی براساس محل تشکیل اولیهٔ رویان‌ها انجام شد.

جدول ۱- میانگین (±SE) کالوس‌زایی، ریشه‌زایی، رویان‌زایی، تعداد ریشه و رویان در کالوس‌های کشت‌شده در واکشت سوم، دو رقم خیرک و چم ژیه.

رقم	محیط‌کشت	2iP (mg/l)	IBA (mg/l)	کالوس‌زایی	ریشه‌زایی	رویان‌زایی	تعداد ریشه	تعداد رویان
خیرک	M1	۰/۵	۵	۰/۸۴ ± ۰/۰۵	۰/۷۳ ± ۰/۰۶	± ۰/۰۴ ۰/۱۱	۵/۲۵ ± ۰/۵۶	۰/۱۱ ± ۰/۰۴
چم ژیه	M2	۰/۵	۵	۰/۹۶ ± ۰/۰۳	۰/۹۶ ± ۰/۰۳	± ۰/۲۵ ۰/۲۳	۵/۹۲ ± ۰/۵۶	۰/۲۳ ± ۰/۰۶

خیرک	M1	۲	۲	۰/۹۲ ± ۰/۰۸	± ۰/۱۱ ۰/۰۸۳	۰/۰۰	۴/۳۳ ± ۱/۰۳	۰/۰۰
چم ژیه	M2	۲	۲	۰/۷۸ ± ۰/۱۰	۰/۸۹ ± ۰/۰۸	۰/۰۰	۲/۷۸ ± ۰/۵۶	۰/۰۰



شکل ۱– تشکیل ریشه (r) و رویان (e) در کالوس‌های رقم خیرک(A) و رقم چم ژیه (B).

با وجود اینکه نرخ تبدیل رویان‌های سوماتیکِ زیتون به گیاهان پایین گزارش شده است، پروتکل‌های (دستورالعمل) رویان‌زایی سوماتیکی (SE) امروزه امکان ازدیاد گیاهان را با نرخ قابل‌قبولی فراهم کرده‌اند. اما باید توجه داشت که تمامی مراحل این فرایند به یک اندازه کارآمد نیستند. فرایند افزایش جمعیت‌های رویان‌زا به‌طور کلی ساده است و این امکان را می‌دهد که ویژگی‌های رویان‌زایی برای مدت طولانی حفظ شوند. در زیتون برخلاف بسیاری از گونه‌های گیاهی، رویان‌ها حتی در مراحل اولیهٔ رشد توانایی جوانه‌زنی دارند و نیازی به مرحلهٔ بلوغ واسطه ندارند. با وجود پیشرفت‌های حاصل‌شده در این حوزه، القای فرهنگ‌های رویان‌زا هنوز نیاز به بهینه‌سازی دارد و به ژنوتیپ‌های خاص وابسته است. پژوهش‌های موفقی برای بهبود این فرایند انجام شده است، اما چالش‌هایی مانند دشواری در القای رویان‌زایی از بافت‌های بالغ و نیاز به پروتکل‌های دقیق‌تر همچنان وجود دارند (پیوندی و همکاران، ۱۳۸۹ b). بااین‌حال، پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که برخی روش‌های اصلاحی می‌توانند میزان باز–زایی را افزایش دهند و امکان تولید بیشتر گیاهان سوماتیک زیتون را فراهم کنند (مجتهدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Rugini, 1988).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی اثر دو محیط‌کشت M1 و M2 بر کالوس‌زایی، ریشه‌زایی و رویان‌زایی ژنوتیپ‌های *چم ژیه* و *خیرک جنوبی* زیتون نشان داد که هرچند هر دو ژنوتیپ در محیط M1 توانایی تشکیل کالوس و آغاز فرایندهای ریشه‌زایی و رویان‌زایی را داشتند، اما میزان رویان‌زایی محدود بود. در مقابل، محیط M2 منجر به کاهش چشمگیر ریشه‌زایی و عدم بروز رویان‌زایی در واکشت‌های بعدی شد. این یافته‌ها بیانگر آن است که پاسخ‌های مورفوژنتیکی زیتون به‌شدت تحت‌تأثیر ترکیب محیط‌کشت، نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد قرار دارد و بهینه‌سازی دقیق این عوامل، به‌ویژه برای هر ژنوتیپ به‌صورت اختصاصی، نقش کلیدی در ارتقای بازدهی رویان‌زایی در کشت درون‌شیشه‌ای این گونه دارد.

منابع

پیوندی، م.، ابراهیم‌زاده، ح. و مجد، ا. ۱۳۸۹. رویان‌زایی رویشی از رویان‌های نابالغ زیتون (رقم زرد). مجازی، ۱(۱): ۲۲۶۱–۲۲۶۸.

پیوندی، م.، نعمت‌فرحزادی، ه.، اربابیان، ص. و حسینی‌مزینانی، م. ۱۳۸۹. تأثیر نوع محیط کشت بر رویان‌زایی بدنی زیتون رقم کرونایکی. نشریه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۸(۱): ۹۳–۱۰۱.

مجتهدی، ن.، کوباز، پ. و خسروی، س. ۱۳۹۲. کاربردها، عوامل و ژن‌های دخیل در جنین‌زایی رویشی گیاهان. بیوتکنولوژی کشاورزی، ۵(۳): ۹۹–۱۱۸.

Fehér, A. 2015. Somatic embryogenesis—stress-induced remodeling of plant cell fate. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Gene Regulatory Mechanisms, 1849(4): 385–402.

Rugini, E. 1988. Somatic embryogenesis and plant regeneration in olive (*Olea europaea* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 14: 207–214.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of medium composition and growth regulators concentration and type on callogenesis and somatic embryogenesis of in vitro cultured olive (*Olea europaea* L.) genotypes *Cham Zhieh* and *Khairak-e Jonoubi*

Razieh Rasouli[1], Maryam Peyvandi[1*], Amir Mousavi[2] and Narges Elmi[2]
1. Department of Genetics, Faculty of Biological Sciences, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran
2. Department of Plant Molecular Biotechnology, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: maryapeyvandi@gmail.com*

Abstract

Somatic embryogenesis is a crucial process in plant biology through which somatic (non-reproductive) cells develop into embryos without sexual reproduction. This method is valuable not only for fundamental research in plant biology but also for plant propagation, breeding, and the conservation of valuable species. This process consists of several stages, including induction, callus formation, somatic embryo differentiation, and ultimately conversion into a complete plant. Environmental factors, hormonal composition, and explant type are key determinants of the success of somatic embryogenesis. In this study, the effect of culture medium and hormone concentration and type on embryogenesis from immature tissue of "Cham Zhieh" and "Khairak-e Jonoubi" genotypes was investigated. The radicle and proximal cotyledon sections were cultured in OMC medium containing 5 mg/L IBA and 0.5 mg/L 2iP. The samples were kept in the dark for 21 days, during which no significant changes occurred. The first and second subcultures were performed in OMC medium without hormones, with identical storage conditions in darkness. During this period, callus and root growth was observed, but embryonic development remained very limited. To address this issue, the cytokinin (2iP) concentration was increased to 2 mg/L. However, root growth continued, and embryogenesis remained restricted. Subsequent subcultures were transferred to ¼ OM medium, which led to some embryonic and leaf development. The present study can be used in generating vegetative embryos for reproductive purposes or gene transfer in the aforementioned genotypes.

Keywords: Callus formation, Cham Zhieh and Khairak-e Jonoubi genotype, in vitro culture, olive, plant growth regulators, somatic embryogenesis.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه دو روش سرشاخه‌کاری (جوان‌سازی و تغییر رقم) در درختان بالغ پسته

حسن عرب[1]* و مریم افروشه[1]
۱- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *ma.afrousheh@yahoo.com*

چکیده

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی و صادراتی ایران به‌شمار می‌رود. در بسیاری از باغ‌های قدیمی، به دلیل افزایش سن، تربیت نامناسب و کاهش توان تولید، عملکرد اقتصادی درختان کاهش یافته است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر دو روش «تغییر رقم» و «جوان‌سازی» در احیای عملکرد درختان بالغ پسته، در شهرستان‌های رفسنجان و انار اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت و در هر تکرار سه ردیف هشت‌درختی انتخاب شد. شاخص‌های وزن تر و خشک محصول اندازه‌گیری و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن تحلیل شدند. نتایج نشان داد که هر دو روش تأثیر مثبت و معنی‌داری در بهبود عملکرد کمی و کیفی داشتند. عملکرد در درختان سرشاخه‌کاری‌شده و جوان‌سازی‌شده به‌ترتیب ۸۲٪ و ۵۸٪ نسبت به درختان شاهد افزایش یافت. در مجموع، سرشاخه‌کاری به‌عنوان روشی سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر نسبت به جایگزینی کامل درختان، می‌تواند گزینه‌ای کارآمد برای بازسازی باغات قدیمی پسته باشد.

واژه‌های کلیدی: پسته، تغییر رقم، جوان‌سازی، سرشاخه‌کاری، عملکرد.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از محصولات مهم باغی کشور است که نقش برجسته‌ای در صادرات غیرنفتی ایران دارد. با افزایش سن درختان و نبود مدیریت صحیح تربیت و هرس، عملکرد اقتصادی بسیاری از باغات کاهش یافته است. شاخه‌های نابجای رویشی که در نواحی پایینی درخت و از بافت‌های قدیمی منشأ می‌گیرند، توانایی جوان‌سازی ساختار درخت را دارند. روش‌های سرشاخه‌کاری شامل «جوان‌سازی» (بدون پیوند) و «تغییر رقم» (پیوند با رقم جدید) تاکنون به‌صورت محدود در برخی باغات اجرا شده است، اما مطالعات علمی کافی در این زمینه وجود ندارد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر این دو روش بر عملکرد میوه در درختان مسن پسته انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در باغ‌های پسته شهرستان‌های رفسنجان و انار در شرایط اقلیمی گرم و خشک، با دمای میانگین سالیانه ۲/۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۰ درصد، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱) جوان‌سازی، ۲) تغییر رقم و ۳) شاهد بودند. هر تکرار شامل سه ردیف و در هر ردیف هشت درخت بود. عملیات سرشاخه کاری بر روی درختان کله قوچی با عمر حداقل ۳۰ سال با پایه بادامی با جایگزینی بوسیله رقم احمدآقایی با روش پیوند شکمی و لوله ای انجام شد. بعد از آن، مدیریت باغبانی، آبیاری، کنترل آفات و بیماری ها مورد نظر قرار گرفت و حذف پاجوش اضافی در طی فصول رشد انجام شد. و پس از رسیدن به سن باردهی، شاخص‌های کمی و کیفی عملکرد ارزیابی شدند. شاخص‌های اندازه‌گیری شامل طول و قطر شاخه سال جاری، تعداد جوانه زایشی و گل‌های ریزش یافته و عملکرد تر و خشک محصول بود. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزنخوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد در درختان جوان‌سازی شده در مقایسه با شاهد مشاهده شد. در درختان جوان‌سازی شده میزان عملکرد ۵۸٪افزایش یافت (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مرتبط باشاخص‌های عملکرد در تیمار جوان‌سازی در رقم کله‌قوچی.

تیمار	وزن خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد
درختان شاهد	۵۵/۲۲۷ b	۱۵/۲۲۸ b	۲۰۵/۰۳۳b	۲۲۸/۶۵۳b
درختان جوان‌سازی شده	۶۳/۲۲a	۲۱/۲۲۵a	۲۳۹/۷۷۳a	۵۴۹/۳۳۲a

وجود یک حروف لاتین مشترک بین تیمارهای مختلف برای هر صفت نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد برمبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین میزان عملکرد خشک نشان داد که بیشترین میزان آن در درختان سرشاخه‌کاری شده (۸۲ درصد در مقایسه با شاهد) مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مرتبط باشاخص‌های عملکرد در تیمار سرشاخه کاری در رقم کله‌قوچی به رقم احمدآقایی.

تیمار	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد
درختان شاهد	83/46a	569/583b
درختان سرشاخه‌کاری شده	77/23b	997/667a

وجود یک حروف لاتین مشترک بین تیمارهای مختلف برای هر صفت نشان هنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد برمبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

از آن‌جا که نهال‌های حاصل از بذر طی زمان رشد طبیعی و انجام مراحل پیوند دیر به محصول می‌روند (Hartmann et al., 1990). بنابراین کاربرد این روش‌ها جهت رسیدن به محصول اقتصادی در بسیاری از درختان میوه از جمله سیب، پکان، انگور، مرکبات، پسته و درختان هسته‌دار از دیرباز مرسوم بوده است (Hartmann et al., 1990; Yates and Sparks, 1992; Caglar et al., 1995; Grigoorian, 2002). نتایج مطالعات اسماعیل پور و همکاران(۱۳۸۰) که در بررسی و مقایسه سازگاری ارقام نتیجه گرفتند که رقم احمدآقایی دارای دانه های درشت تری نسبت به رقم ممتاز میباشد، با نتایج پروژه حاضر مطابقت دارد. همچنین اسماعیل پور و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند رقم احمد آقایی بیشترین سازگاری را با پایه اهلی بادامی و بهترین ترکیب پایه و پیوندک برای تولید حداکثر محصول با خصوصیات کمی و کیفی مطلوب در شرایط آب و هوایی رفسنجان و مناطق مشابه می باشد که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. پژوهش‌های اخیر، به ویژه مطالعه صداقت و همکاران (۱۴۰۲) شواهد محکمی را ارائه می‌دهند که نشان می‌دهد جوان‌سازی و اصلاح باغات پسته از طریق تغییر رقم، نه تنها یک راه حل فنی، بلکه یک سرمایه‌گذاری اقتصادی بسیار سودآور است. علاوه بر این، با استناد به تحقیقات بین‌المللی مانند مطالعه (Parthiban et al., 2020) بر روی درختان انبه، مشخص می‌شود که جوان‌سازی باغات یک استراتژی جهانی و پایدار برای افزایش محصول است و مختص به پسته یا ایران نیست.

منابع

اسماعیل‌پور، ع. ۱۳۸۰. بررسی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ۲۸ رقم پسته در شرایط رفسنجان. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات پسته کشور.

صداقت، ر.، عبدالهی، م.، اسماعیل‌پور، ع.، صابری، ن.، عرب، ح. و میرزایی امینیان، س. ۱۴۰۲. ارزیابی اقتصادی سرشاخه‌کاری و جوان‌سازی باغات پسته قدیمی در مناطق پسته‌کاری استان کرمان. گزارش نهایی پژوهشکده پسته کشور، شماره ثبت ۶۴۲۱۰، مورخ ۱۴۰۲/۶/۲۸.

Caglar, S., Kaska, N., Kuden, A. B., Ferguson, L. and Michailides, T. 1995. Top budding of *Pistacia terebinthus* L. rootstocks in Mediterranean region of Turkey. Acta Horticulturae, 419: 237–242.

Grigoorian, V. 2002. Physiology of grafting and grafting methods. Iranian Society for Horticultural Science Press, Iran.

Hartmann, H. T., Kester, D. E. and Davies, F. T. 1990. Plant propagation: principles and practices. Prentice Hall, New Jersey.

Parthiban, S., Santhi, V. P., Snehapriya, M. S., Indumathi, K. and Masilamani, P. 2020. Recent advances in enhancing the productivity of mango (*Mangifera indica* L.) through hi-tech practices. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(8): 1850–1864.

Yates, I. E. and Sparks, D. 1992. Pecan cultivar conversion by grafting onto roots of 70-year-old trees. HortScience, 27(7): 803–807.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparison of two methods of top-working and rejuvenation in mature pistachio trees

Hasan Arab[1*] and Maryam Afrousheh[1]
1. Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (*AREEO*), Rafsanjan, Iran
[*]*Corresponding Author: ma.afrousheh@yahoo.com*

Abstract

Pistachio is one of the most important horticultural and export crops of Iran. In many old orchards, due to tree aging, improper training, and reduced productivity, the economic performance of trees has declined. This study aimed to evaluate the effects of two top-working methods (cultivar change) and rejuvenation on the yield improvement of mature pistachio trees in Rafsanjan and Anar counties. The experiment was conducted as a completely randomized design with three replications, each including three rows of eight trees. Fresh and dry yield indicators were measured, and data were analyzed using SPSS software and Duncan's multiple range test. Results showed that both methods had a significant positive effect on improving the quantitative and qualitative yield. The yield of top-worked and rejuvenated trees increased by 82% and 58%, respectively, compared to the control. Overall, top-working offers a faster and more cost-effective alternative to complete tree replacement and can be considered an efficient strategy for revitalizing old pistachio orchards.

Keywords: Cultivar change, Pistachio, Rejuvenation, Top-Working, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود تولید لیگنان در کتان سفید (*Linum album*) از طریق هم کشتی با قارچ‌های اندوفیت

منیژه عبدالله‌پور[۱]، وحیده ناظری[۲*] ، مجید شکرپور [۲]،اردشیر قادری[۳] و خلیل بردی فتوحی‌فر[۴]

۱- گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهان باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران،کرج

۲- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران،کرج، ایران

۳- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی،کرج، ایران

۴- گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *nazeri@ut.ac.ir*

چکیده

کتان سفید (*Linum album*) گیاه دارویی ارزشمند و انحصاری ایران است که طی سال‌های اخیر به دلیلترکیبات لیگنانی از جمله پودوفیلوتوکسین (PTOX) مورد توجه محققان قرار گرفته‌است.علاقمندی به استفاده از قارچ‌های اندوفیت به‌عنوان جایگزینی برای تولید متابولیتهای دارویی رو به افزایش است. هدف از این مطالعه ایجاد سیستم کشت همزمان گیاهچه‌های حاصل از کشت بافت کتان سفید با قارچ‌های اندوفیت آن‌ها و بررسی تاثیر این سیستم بر رشد گیاه و عملکرد ترکیبات لیگنانی در بافت گیاه بود. در این مطالعه هم‌کشتی سه قارچ اندوفیت *Chaetosphaeronema* sp.(T2) ,*Alternaria* sp.(T1) و*Beauveria pseudobassiana* (T3) که از گیاه کتان سفید جدا شده بود با گیاهچه‌های یک ماهه کتان سفیدبه مدت ۳۰ روز تحت شرایط درون شیشه‌ای، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هم کشتی با قارچ‌های اندوفیت تولید ترکیبات لیگنانی و رشد را به طور معنی‌داری در گیاهچه‌های کتان سفید افزایش می‌دهد. این یافته‌ها بیانگر اهمیتاثرمتقابل اندوفیت با گیاه میزبان است. بر اساس داده‌های به دست آمده قارچ‌های اندوفیت T1، T2 و T3 توانستند ارتباط مفیدی با گیاه دارویی کتان سفید ایجاد کنند و رشد گیاه و تجمع لیگنآن‌ها را بهبود بخشند. در بهبود پارامترهای رشدی، قارچ T3بهتر از سایر سویه‌ها عمل کرد. قارچ‌های T2 و T1 باعث بهبود ترکیبات لیگنانی شدند. بیشترین میزان تولید PTOX (۰/۰۰۱۴ ± ۰/۴۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، MPTOX (۰/۰۲۲± ۰/۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و SECO (۰/۰۲۴ ± ۲/۰۰۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) تحت کشت همزمان با قارچ T2 به دست آمد. در پژوهش حاضر، قارچ‌های اندوفیت و گیاهچه‌ها از نظر فیزیکی با هم تماس نداشتند و مولکول‌های سیگنال منتشر شده از قارچ‌ها، محرک‌های اصلی بودند که تغییراترشدی و فیتوشیمیایی گیاهچه‌های کتان سفید را تحریک کردند.

واژه‌های کلیدی: پودوفیلوتوکسین، قارچ اندوفیت، کتان سفید، هم‌کشتی.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

قارچ‌های اندوفیت منابع ارزشمندی برای کشف ترکیبات طبیعی جدید هستند. این قارچ‌ها می توانند به طور گسترده برای اهداف دارویی، کشاورزی و صنعتی به‌کار روند. کشف اندوفیت‌هایی که قادر به تولید ترکیبات فعال زیستی جدید یا ترکیبات مشابه با گیاهان میزبان خود هستند، امیدواریهای زیادی را برای تولید ترکیبات در مقیاس زیاد از طریق فرآیندهای تخمیر برای تامین نیازهای بازار و نیازهای انسان ایجاد کرده است(Tironi et al., 2024) .

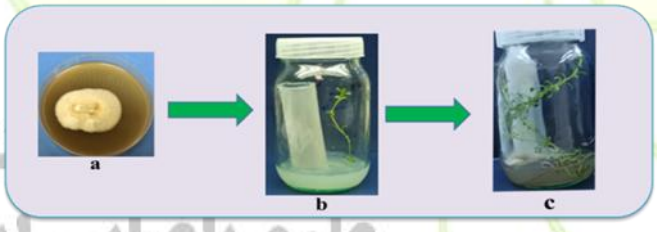
کتان سفید (*Linum album*) گیاهی چندساله و علفی از تیره کتان است که به سبب داشتن ترکیبات لیگنانی به‌ویژه پودوفیلوتوکسین در زمره گیاهان دارویی مهم قرار گرفته است. اهمیت پودوفیلوتوکسین (PTOX) به سبب کاربرد آن در تولید داروهای ضد سرطانی مهم نظیر Etoposide, Teniposide و Etophose به‌خوبی شناخته‌شده است. تولید PTOX به خود گیاه محدود نمی‌شود و مطالعات اخیر توانایی برخی از اندوفیت‌های قارچی در تولید ترکیبات فعال بیولوژیکی ازجمله PTOX را نشان داده‌اند(Seidel et al., 2002).

در مطالعات برهمکنش میزبان و قارچ اندوفیت آن‌ها، از محرکها و قارچ زنده استفاده شده است. تلقیح گیاه *Withania somnifera* با قارچ‌های اندوفیت زنده باعث بهبود کارایی فتوسنتزی آن‌ها شد. گیاهان تیمار شده دارای مقادیر کلروفیل و کارتنوئید بیشتری نسبت به گیاهان شاهد بودند. قارچ اندوفیت *Gilmaniella* sp. که از ساقه گیاه *Atractylodes lancea* جداسازی شده بود توانست یک برهمکنش

سودمند با گیاه میزبان ایجاد کند. بهبود رشد گیاه و تجمع سسکوئی ترپن در دانهال ها در شرایط کشت بافت توسط این قارچ گزارش شده است. اثر تقویت رشد این اندوفیت بر گیاه *Atractylodes lancea* به جذب مواد مغذی، فتوسنتز و تنظیم محتوای فیتوهورمون نسبت داده شده است(Yuan et al., 2016). نتایج نشان داده است که کشت همزمان گیاهچه‌های کشت بافت و قارچ اندوفیت آن‌ها شباهت بیشتری به وضعیت رشد روزانه آن‌ها داشته و همچنین یک شکل طبیعی و بالقوه است. قارچ‌های اندوفیت قادر به افزایش رشد و تولید متابولیت‌های ثانوی در گیاهان دارویی به شیوه‌ای پایدار و سازگار با محیط زیست هستند. اگرچه این پاسخ‌ها در بسیاری از گونه‌های گیاهی نشان داده شده است اما بر روی قارچ‌های اندوفیت گیاه دارویی کتان سفید مطالعه‌ای انجام نشده است. در این آزمایش کشت مشترک کتان سفید با سه جدایه قارچ اندوفیت برای ارزیابی اثرات قارچ انجام شد. هم کشتی با کاربرد قارچ زنده صورت گرفت و برهمکنش قارچ‌های اندوفیت بر رشد گیاه و تولید PTOX بررسی شد. چنانچه اثر ناشی از قارچ‌های اندوفیت بتواند همزمان رشد و تولید لیگنان را افزایش دهد می‌تواند مبنای نظری را برای تولید کم هزینه و صنعتی این متابولیت ارزشمند با بهینه‌سازی سیستم هم کشتی برای سویه برتر فراهم کند.

مواد و روش

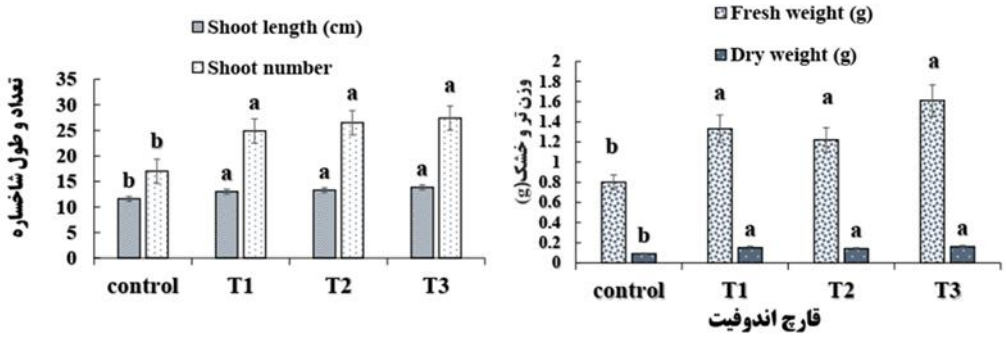
سه قارچ اندوفیت *Chaetosphaeronema* sp.(T2) ,*Alternaria* sp.(T1) و *Beauveria pseudobassiana* (T3) که بر اساس نتایج مطالعه عبدالله پور (۱۴۰۳) قادر به تولید ترکیب PTOX بودند، برای انجام آزمایش انتخاب شدند.به منظور انجام آزمایش هم-کشتی با قارچ زنده، ابتدا این جدایه ها در محیط PDA (Potato Dextrose Agar) کشت شدند. برای کشت همزمان گیاهچه‌های کتان سفید و قارچ‌های اندوفیت در شرایط درون شیشه‌ای، ابتدا یک سیستم همزیستی (دو ظرف در داخل هم) طراحی شد (شکل ۱). گیاهچه‌های یک ماهه کتان سفید و دیسک‌های یک میلیمتری حاوی پرگنه قارچ در دو ظرف در ارتباط با هم قرار گرفتند (شکل ۱) و اجازه داده شد که گیاهچه‌ها به مدت یک ماه در حضور قارچ و متابولیت‌های آن در محیط کشت مشترک رشد کنند. بعد از یک ماه (گیاهچه‌های دو ماهه) برداشت شدند و از لحاظ پارامترهای مورفولوژی و فیتوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. تعداد ۲۰ گیاهچه یکنواخت و هم اندازه برای هر تیمار (شاهد و سه نوع قارچ اندوفیت) در چهار تکرار که هر تکرار حاوی پنج گیاهچه منفرد بود در نظر گرفته شد.



شکل ۱- هم کشتی گیاهچه کتان سفید و قارچ اندوفیت: a) رشد قارچ T3 در محیط PDA b) سیستم همزیستی گیاهچه‌های یک ماهه و قارچ اندوفیت c) رشد گیاهچه‌ها در حضور قارچ بعد از سه هفته.

نتایج و بحث

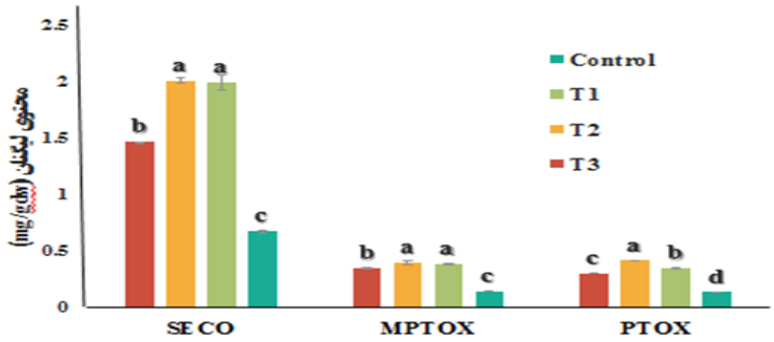
سه روز بعد از تلقیح، هیچ تغییری در محیط کشت و دانهال مشاهده نشد. یک هفته بعد از تلقیح، رنگ محیط کشت به‌ویژه در اطراف فالکون حاوی قارچ تغییر پیدا کرد که به علت متابولیت آزاد شده توسط قارچ به محیط کشت بود. هم کشتی سه نوع قارچ اندوفیت با گیاهچه‌ها اثر مثبت و معنی‌داری بر پارامترهای رشدی مورد مطالعه (طول شاخساره، تعداد شاخساره، وزن تر و وزن خشک) داشتند. در مقایسه با شاهد (کشت گیاهچه‌ها بدون حضور قارچ)، هر سه نوع قارچ اندوفیت به طور معنی‌داری تعداد شاخساره و طول شاخساره را افزایش دادند. بیشترین تعداد شاخساره (۲۷/۴) و طول شاخساره (۱۳/۸۵ سانتی متر) در قارچ T3 مشاهده شد، هر چند بین سه نوع قارچ به لحاظ این پارامترها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲).



شکل ۲- میانگین تعداد شاخه و طول شاخه (a) و وزن تر و خشک (b) گیاهچه‌های کتان سفید در هم کشتی با قارچ‌های اندوفیت Alternaria sp.(T1) , Chaetosphaeronema sp.(T2) و Beauveria pseudobassiana (T3) حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی دار در بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ به روش LSD است.

قارچ‌های اندوفیت مورد مطالعه پس از یک ماه ارزیابی نسبت به شاهد منجر به تولید زیست‌توده (وزن تر) بیشتری در گیاهچه‌ها شدند. در این آزمایش هم کشتی سه نوع قارچ اندوفیت با گیاهچه‌ها، وزن خشک را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. بین سه جدایه قارچ تفاوتی در بهبود وزن خشک وجود نداشت. بیشترین وزن تر (۱/۶۱ گرم) و وزن خشک (۰/۱۶ گرم) تحت تاثیر قارچ T3 تولید شد، هرچند بین قارچ‌های اندوفیت مورد مطالعه در بهبود پارامترهای رشدی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد(شکل ۲). بهبود تعداد و طول شاخساره، وزن خشک و تر در گیاهچه‌ها ممکن است با مواد شبه فیتوهورمون، تولید شده توسط اندوفیت‌ها و یا حضور سایر متابولیت‌های ثانوی موثر بر رشد توضیح داده شود. این موضوع توسط یافته‌های سایر مطالعات که در آن شناسایی مواد شبه جیبرلین، اکسین و زآتین در عصاره قارچ‌های اندوفیت *Fusarium avenaceum* ،*Sarocladium terricola* و *Xylariaceae* sp. گزارش شده است . کاربرد این اندوفیت‌ها باعث بهبود سرعت جوانی زنی و رشددانهال های *Lolium multiflorum* شد (García-Latorre et al., 2023).

کشت همزمان با قارچ‌های اندوفیت می‌تواند باعث تولید متابولیت ثانوی در گیاه میزبان شود. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است تجمع ترکیبات لیگنانی در گیاهچه‌های کتان سفید در هم کشتی با قارچ T2 (*Chaetosphaeronema* sp.) و در مرتبه بعد قارچ T1 (*Altenaria* sp.) بیشتر از قارچT3 (*Beauveria pseudobassiana*) تحت تاثیر قرار گرفته است. هرچند افزایش معنی دار نسبت به شاهد در تولید ترکیبات لیگنانی مورد مطالعه در هر سه جدایه قابل مشاهده بود. بیشترین میزان تولید PTOX (۰/۰۰۱۴ ± ۰/۴۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)،متوکسی‌پودوفیلوتوکسین (MPTOX) (۰/۰۲۲± ۰/۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و سکوایزولاریسی رزینول (SECO) (۰/۰۲۴ ± ۲/۰۰۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) تحت کشت همزمان با قارچ T2 به دست آمد (شکل ۳). این قارچ اندوفیت میزان ترکیبات لیگنانی را به ترتیب ۲۱۵/۴ درصد، ۱۷۸/۶ درصد و ۱۹۸/۹۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. افزایش ترکیبات لیگنانی در کشت همزمان گیاهچه‌های کتان سفید با قارچ‌های اندوفیت جدا شده از آن ممکن است به دلیل همزیستی باشد که سنتز ترکیبات لیگنانی را بهبود بخشیده یا مسیرهای رقابتی را مهار کرده است. مطالعات نشان داده است که سنتز و تجمع ترکیبات لیگنانی در گیاه با کاربرد محرک‌ها تحریک می‌شود(Malik et al., 2014) . از آنجا که لیگنان‌ها نقش مهمی در دفاع گیاه دارند افزایش ترکیبات لیگنانی در گیاهچه‌های تحت هم‌کشتی می‌تواند ناشی از یک مکانیسم خود حفاظتی در برابر عفونت میکروبی خارجی باشد (Figgitt et al ., 1989) .



شکل ۳ – میانگین ترکیبات لیگنانی PTOX، MPTOX و SECO در گیاهچه‌های درون شیشه‌ای کتان سفید در هم کشتی با قارچهای اندوفیت(T1) *Alternaria* sp.(T2) *Chaetosphaeronema* sp. و(T3) *Beauveria pseudobassiana* حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ به روش LSD است. مقادیر به صورت میانگین ± خطای استاندارد.

منابع

عبدالله‌پور، م. ۱۴۰۳. مطالعه تولید پودوفیلوتوکسین و ویژگی‌های رشد در گیاه کتان سفید (*Linum album* K. Y. ex Boiss.) تحت شرایط درون‌شیشه‌ای در همزیستی با برخی قارچ‌های اندوفیت. رساله دکتری، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

Ding, C., Wang, Q., Guo, S. and Wang, Z. 2018. The improvement of bioactive secondary metabolites accumulation in *Rumex gmelini* Turcz through co-culture with endophytic fungi. Brazilian Journal of Microbiology, 49(2): 362–369.

Figgitt, D. P., Denyer, S. P., Dewick, P. M., Jackson, D. E. and Williams, P. 1989. Topoisomerase II: A potential target for novel antifungal agents. Biochemical and Biophysical Research Communications, 160(1): 257–262.

García-Latorre, C., Rodrigo, S., Marin-Felix, Y., Stadler, M. and Santamaria, O. 2023. Plant-growth promoting activity of three fungal endophytes isolated from plants living in dehesas and their effect on *Lolium multiflorum*. Scientific Reports, 13(1).

Malik, S., Bíba, O., Grúz, J., Arroo, R. R. and Strnad, M. 2014. Biotechnological approaches for producing aryltetralin lignans from *Linum* species. Phytochemistry Reviews, 13(4): 893–913.

Seidel, V., Windhövel, J., Eaton, G., Alfermann, W. A., Arroo, R. R., Medarde, M., Petersen, M. and Woolley, J. G. 2002. Biosynthesis of podophyllotoxin in *Linum album* cell cultures. Planta, 215(6): 1031–1039.

Tironi, L. S., Carletto, L. B., Silva, E. O., Schripsema, J. and Luiz, J. H. H. 2024. Endophytic fungi co-culture: An alternative source of antimicrobial substances. Microorganisms, 12(12): 2413.

Yuan, J., Zhou, J., Li, X. and Dai, C. 2016. The primary mechanism of endophytic fungus *Gilmaniella* sp. AL12 promotion of plant growth and sesquiterpenoid accumulation in *Atractylodes lancea*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 125(3): 571–584.

Enhancing lignan production in white flax (*Linum album*) through co-cultivation with endophytic fungi

Manizhe Abdollahpoor[1], Vahide Nazeri[1*], Majid Shokrpou[1], Ardeshir Qaderi[2] and Khalil-Berdi Fotouhifar[3]

1. Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran
3. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

[*]Corresponding author: nazeri@ut.ac.ir

Abstract

White flax (*Linum album*) is a valuable and endemic medicinal plant in Iran that has recently attracted researchers' attention, particularly due to its lignan compounds, such as PTOX. Recent studies have explored the use ofthe endophytic fungi as an alternative approach for producing these compounds. This study aimed to establish a co-culture system of white flax tissue-cultured seedlings with their endophytic fungi to investigate how thisinteraction affects plant growth and lignan production. Three endophytic fungi (*Alternaria* sp., *Chaetosphaeronema* sp., and *Beauveria pseudobassiana*) were isolated from white flax were co-cultured with one-month-old seedlings for 30 days. The Results demonstrated thatco-culturing with endophytic fungi significantly enhanced lignan production and growth parameters in white flax seedlings, indicating a mutually beneficial host-endophyte interaction. Specifically, fungal strains T1, T2, and T3 established advantageous relationships with the plant, promoting both growth and lignan accumulation. Among them, strain T3 showed slightly better performance inenhancing plant growth, while T1 and T2 were more effective in boosting lignan synthesis. Maximum production of PTOX (0.41 ± 0.014 mg/g dry weight), MPTOX (0.39 ± 0.022 mg/g), and SECO (2.003 ± 0.024 mg/g)was occurred in the T2 co-cultures. Notably, the experimental design ensured thatthere was no physical contact between the fungi and the seedlings, suggesting that the observed phytochemical responses in white flax were primarily triggered by fungal-derived diffusible signaling molecules . These findings highlight the potential of endophytic fungi as bio-stimulants for enhancing bioactive compound production in medicinal plants through indirect microbial-plant communication mechanisms.

Keywords: Co-culture system, Endophytic fungi, Podophyllotoxin, White flax.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر محیط کشت در شرایط کشت درون شیشه بر رویان زایی بدنی ژنوتیپ های آمیگدالولیا و T16 زیتون (*Olea europaea* L.)

فاطمه کیامقدم[۱]، امیر موسوی[۲*]، مریم پیوندی[۱] و نرگس علمی[۲]
۱- گروه ژنتیک، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
۲- گروه زیست فناوری مولکولی گیاهی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *m-amir@nigeb.ac.ir*

چکیده

رویان زایی رویشی مسیری است که بوسیله آن گیاهان می توانند ساختارهای شبه جنینی دوقطبی را از یک سلول سوماتیکی (رویشی) باززایی کنند. این ساختارها، بدلیل قابلیت های مربوط به پایداری و سهولت آنها در تکثیر انبوه می توانند در ازدیاد رویشی گونه های درختیو یا برنامه های اصلاح ژنتیکی آنها بکار گرفته شوند. در این پژوهش تأثیر نوع کربوهیدرات های ساکارز و مانیتول و نوع و غلظت هورمون ها برنمونه‌های بدست آمده از بافت جوان گیاه زیتون در شرایط کشت درون شیشه بر رویان زایی رویشی بررسی شد. دو ژنوتیپ آمیگدالولیا و T16 به‌عنوان نمونه‌های مطالعه انتخاب شدند. نتایج نشان داد که ترکیب هورمونی و شرایط محیط کشت بر فرایند کالوس زایی ورویان زایی بدنی موثر بودند و نقش ژنوتیپ‌ها نیز در این فرآیند مؤثر است.استفاده از نسبت بالای اکسین به سیتوکینین در مرحله القای کالوس نقش مهمی در تولید کالوس های رویان زا در مراحل بعد داشت. همچنین وجود مانیتول در محیط کشت موثرتر از ساکارز بود. این نتایج نشان دهنده تأثیر ترکیب محیط کشت و نوع ژنوتیپ بر فرآیند رویان زایی رویشی در گیاه زیتون است که می تواند در تولید بافت گیرنده ژن در فرایند تراریختی ژنتیکی بکار رود.

کلمات کلیدی: رویان زایی، زیتون، ژنوتیپ، کالوس زایی، کشت درون شیشه.

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) یکی از مهم ترین محصولات درختی جهان بخصوص در حاشیه دریایمدیترانه محسوب می شود که به دلیل خواص بی نظیر روغن آن در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی مورد استفاده قرار می گیرد. زیتون نه تنها یکی از منابع اصلی تولید روغن گیاهی است، بلکه به دلیل ترکیبات فنلی و اثرات ضد التهابی، جایگاه مهمی در تحقیقات دارویی دارد.رشد و تکامل زیتون متأثر از عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی، ترکیب ژنتیکی، هورمون های رشد و ترکیبات محیط کشت است. در سال‌های اخیر، فناوری کشت درون شیشه ای به عنوان ابزاری قدرتمند برای بهبود ویژگی های زیتون مورد توجه قرار گرفته است. این روش امکان بررسی اندام زایی، رویان زایی سو ماتیکی و پایداری ژنتیکی را فراهم می آورد و به دانشمندان اجازه می دهد تا تأثیر سن ریز نمونه ها بر روی این فرآیندها را ارزیابی کنند(Rugini, 1988; Shibli et al., 2001). یکی از مهم‌ترین عواملی که بر رویان زایی تأثیر می‌گذارد، نوع ژنوتیپ و غلظت و نوع مواد موجود در محیط کشت و شرایط محیطی (نور و دما) می باشد که می‌تواند نرخ کالوس زایی و توانایی تبدیل کالوس به رویان را تعیین کند. تفاوت در میزان رویان زایی به منشأ ریزنمونه (در بخش نزدیک، میانی،) و به آخرین زمان بقاء ریز نمونه ها برای القاء کالوس در محیط کشت وابسته است (Peyvandi et al., 2001; Peyvandi, 2008). همچنین، نسبت هورمون‌های اکسین به سیتوکینین در محیط کشت نقش اساسی در تحریک یا مهار رویان زایی دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سن ریزنمونه‌ها و نوع ژنوتیپ بر رویان زایی زیتون در شرایط کشت درون شیشه ای انجام شده است همچنین، این مطالعه بررسی می‌کند که چگونه تغییر متغیرهایی همچون شدت نور، دمای محیط، نوع و غلظت هورمون‌های تنظیم کننده رشد، نوع کربوهیدرات و ویژگی های محیط کشت می تواند بر میزان تولید و کیفیت ساختارهای زایشی گیاه (کالوس، رویان، ریشه) تأثیر بگذارد.

مواد و روش‌ها

جمع آوری و آماده سازی نمونه ها: میوه های رقم آمیگدالولیا و T16 زیتون که کمیت و کیفیت روغن مطلوبی دارند، از باغ تحقیقاتی زیتون مینودشت در استان گلستان در مهرماه جمع آوری و در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند.درون بر سخت و چوبی بذرها به صورت مکانیکی شکسته شد و بذر فاقد پوسته با هیپوکلریت سدیم (۵٪) به مدت ۲۰ دقیقه ضدعفونی و سپس ۵ بار با آب مقطر شست و شو شد و سپس بذر ها به پتری حاوی دو کاغذ صافی مرطوب شده انتقال داده شده تا به مدت ۴۸ ساعت جهت استخراج رویان نرم شوند .کشت ریز نمونه ها در محیط کشت القای کالوس زایی: ریشه چه و بخش نزدیک لپه های رویان های بذری(کل رویان را خارج نموده و یک سوم انتهای بخش لپه (بخش دیستال یا دور لپه)را حذف نموده و بخش باقیمانده رویان که دارای ریشه چه و بخش نزدیک لپه بود را به عنوان ریز نمونه برای کشت انتخاب کردیم)در محیط کشت پایه OMC حاوی ۰.۵ میلی گرم درلیتر 2ip و ۵ میلی گرم در لیتر IBA (محیط کشتM1) و یا حاوی ۲ میلی گرم درلیتر 2ip و ۵ میلی گرم در لیتر IBA (محیط کشتM2) کشت شدند. نمونه ها ۲۱ روز در اتاق رشد و در تاریکی نگه داری شدند. واکشت نمونه ها در محیط کشت القای رویان زایی : واکشت کالوس های ۲۱ روزه در محیط های کشت OMC و OM (بدون هورمون) انجام شد. واکشت های بعدی هر ۲۱ روز یک بار انجام شد رویان زایی ۶ هفته پس از کشت اولیه و در ابتدای واکشت دوم آغاز شد و نمونه ها از واکشت دوم به بعد در ۱۶ ساعت روشنایی نگه داری شدند. واکشت سوم در محیط کشت پایداری و رویش رویان ها: واکشت سوم نمونه در محیط کشت پایداری رویان زایی و رویش رویان ها (محیط کشت 1/4OM دارای هورمون 2ip ۰/۱ میلی گرم ، هورمون BAP ۰/۱ میلی گرم و هورمون IBA ۰/۰۱میلی گرم) انجام شد. از واکشت دوم نمونه ها در شرایط دوره نوری۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکیو دمای ۲۴ درجه سانتی گراد نگه داری شدند.

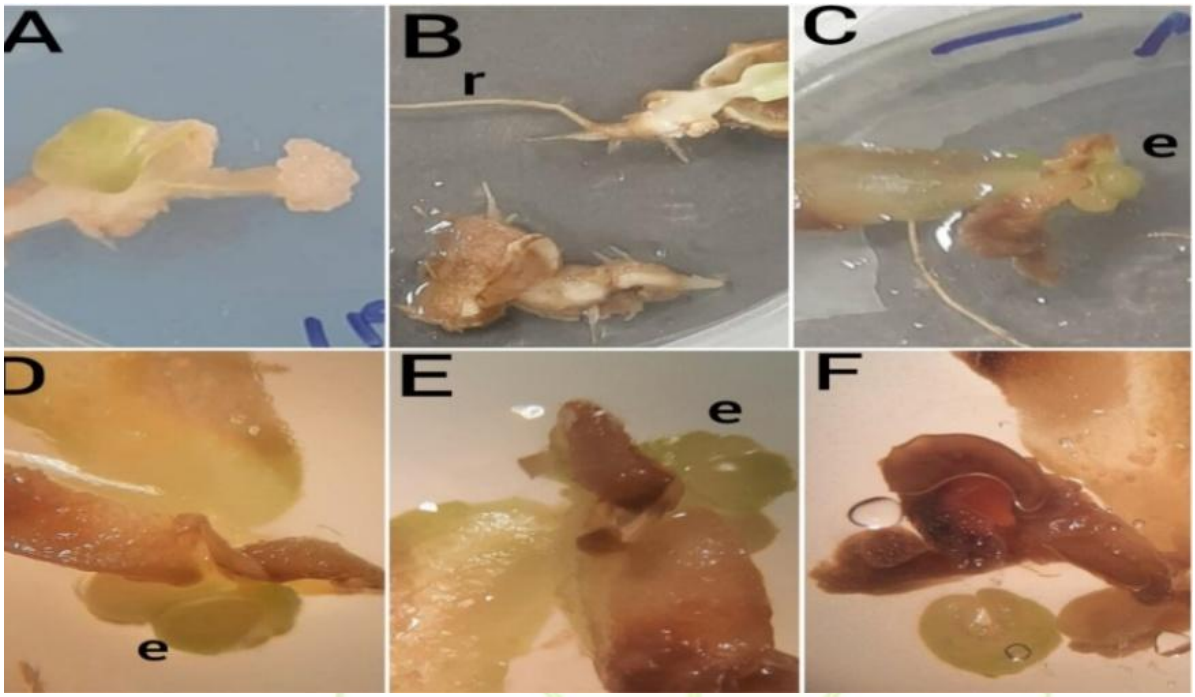
نتایج و بحث

کالوس ها بصورت رویان زا و غیر رویان زا روی جدا کشت های کشت شده تشکیل شدند. رویان زایی از ابتدای واکشت دوم در محیط کشت M1مشاهده شد و توان رویان زایی در واکشت های بعدی نیز حفظ شد .همچنین نتایج نشان داد حضور مانیتول به جای ساکارز در محیط کشت موجب افزایش معنی داری در رویان زایی می گردد(جدول ۱). همچنین استفاده از محیط کشت M2 به عنوان محیط القای کالوس موجب کاهش رویان زایی و ریشه زایی در مراحل بعد گردید(جدول ۱). هر دو رقم در واکشت دوم در محیط کشت القای رویان زایی، قدرت تشکیل رویانو ریشه را داشتند. اگرچه توان رویان زایی در این دو رقم بسیار کم بود.

جدول ۱- میانگین (±SE) کالوس زایی، تعداد ریشه و تعداد رویان ی بدنی در کالوس های حاصل از کشت در محیط های مختلف ۲۱ روز پس از واکشت دوم ، در دو رقم آمیگدالولیا و T16.

			هورمون		کربوهیدرات	
تعداد رویان	تعداد ریشه	کالوس زایی	IBA (میلی گرم/لیتر)	2iP (میلی گرم/لیتر)	مانیتول (گرم /لیتر)	ساکارز (گرم /لیتر)	رقم
۰.۰۰	۰.۴۳±۰.۵۳	۰.۳۲±۰.۱۱	۵	۰.۵	۰	۳۰	آمیگدالولیا
۰.۰۰	۰.۳۵±۲.۷۹	۰.۱۰±۰.۲۶	۵	۰.۵	۰	۳۰	T16
۰.۴۳±۳۰	۰.۴۹±۳.۰۰	۰.۱۸±۰.۷۱	۵	۰.۵	۳۰	۰	آمیگدالولیا
۰.۱۶±۰.۰۹	۰.۳۶±۲.۵۰	۰.۰۸±۰.۷۵	۵	۰.۵	۳۰	۰	T16
۰.۰۰	۰.۵۰±۳.۵۰	۰.۱۲±۰.۳۸	۲	۲	۳۰	۰	T16
۰.۰۰	۰.۸۳±۳.۰۰	۰.۲۵±۰.۶۰	۲	۲	۰	۳۰	آمیگدالولیا
۰.۰۰	۰.۳۶±۲.۲۰	۰.۱۶±۰.۶۰	۲	۲	۰	۳۰	T16

نقش اکسین و نسبت اکسین/ سیتوکنین ابتدا در کالوس زایی و نیز در رویان زایی رویشی تأثیرگذار است (Rugini et al., 2021). تحقیقات وی نشان داد حذف اکسین در واکشت ها موجب تحریک رویان زایی شد، در حالی که حضور آن در محیط کشت باعث سرکوب رویان زایی می گردد که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.مقایسه ریشه زایی در محیط های مختلفنشان داد که ریشه زایی در نمونه هایی که در محیط کشت M1 کشت شده بودند بیشتر از محیط کشت M2 بود. نتایج نشان داده شده است که توان بخش ریشه چه در رویان زایی، ریشه زایی و اندام زایی بیشتر از جدا کشت لپه است که با مشاهدات ما همخوانی دارد (شکل ۱).



شکل ۱- مراحل تولید رویان از کالوس آمیگدالولیا A)کالوس اولیه در بخش ریشه چه و لپه بعد از واکشت اول، B) رشد کالوسو تشکیل ریشه بر روی کالوس ،C) ظهور اولیه رویان از کالوس در ابتدای واکشت دوم، D) رویان رشد یافته در مرحله لپه ای، E) رویان مرحله ی لپه ای کاملا متمایز در واکشت سوم ، F)رویان جدا شده از کالوس با ساختار کامل لپه ای.

پژوهش حاضر نشان داد وجود مانیتول نسبت به ساکارز در رویان زایی هر دو رقم موثرتر است.تحقیقات گذشته نیز نشان داده است که ترکیب محیط کشت و نوع کربوهیدرات در اندام زایی و رویان زایی مؤثر است (Thomas, 2006). نتایج نشان داده اند میزان بالای ساکارز می‌تواند فشار اسمزی محیط را تغییر داده و جذب مواد محلول و آب را تحت تأثیر قرار دهد (Peyvandi et al., 2001; Peyvandi, 2008). درصد بالای مواد فنلی موجود در جدا کشت های زیتون باعث قهوه‌ای شدن و از بین رفتن ریزنمونه‌ها می‌شود.نور و دما از عوامل مهم در حفظ پایداری و پاسخ مناسب ریز نمونه‌ها در کشت

درون شیشه ای زیتون هستند که در آزمایش های آتی می توانند مدنظر قرار داده شوند (Peyvandi et al., 2001; Peyvandi, 2008). پژوهش حاضر، مشخص نمود که ترکیب محیط کشت و نوع ژنوتیپ می‌تواند بر فرآیند رویان زایی و ریشه زایی در گیاه زیتون تأثیر بگذارد. این یافته‌ها می‌توانند در بهبود روش‌های کشت درون شیشه و بدست آوردن بافت گیرنده ژن در برنامه‌های اصلاحی زیتون ازجمله ویراستاری ژنومی مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

Peyvandi, M., Ebrahimizadeh, H. and Majd, A. 2008. Histological studies of somatic embryogenesis at different maturity stages in two olive cultivars. Acta Horticulturae, 791: 213–216.

Rugini, E. 1984. In vitro propagation of some olive cultivars with different root-ability and medium development using analytical data from developing shoots and embryos. Scientia Horticulturae, 24: 123–134.

Rugini, E. 1988. Somatic embryogenesis and plant regeneration in olive (Olea europaea L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 14: 207–214.

Rugini, E. and Tarini, P. 1986. Somatic embryogenesis in olive (Olea europaea L.). In: Moet Hennessy (Ed.), Proceedings Conference Fruit Tree Biotechnology, Paris, pp. 62–70.

Rugini, E. and Caricato, G. 1995. Somatic embryogenesis and plant recovery from mature tissues of olive cultivars (Olea europaea L.) "Canino" and "Moraiolo". Plant Cell Reports, 14: 257–260.

Rugini, E. and Muganu, M. 1998. A novel strategy for the induction and maintenance of shoot regeneration from callus derived from established shoots of apple (Malus × domestica Borkh. cv. Golden Delicious). Plant Cell Reports, 17: 581–585.

Rugini, E., Mencuccini, M., Biasi, R. and Altamura, M.M. 2005. Olive (Olea europaea L.). In: Jain, S.M. and Gupta, P.K. (Eds.), Protocol for Somatic Embryogenesis in Woody Plants, Springer, Netherlands, 77: 345–360.

Rugini, E., Mencuccini, M., Biasi, R. and Altamura, M.M. 2021. Effects of culture medium and plant hormones in organogenesis in olive (cv. Koroneiki). Scientia Horticulturae, 88: 243–256.

Sun, Y., Zhang, X., Jin, S., Liang, S. and Nie, Y. 2003. Somatic embryogenesis and plant regeneration in wild cotton (Gossypium klotzschianum). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 75: 247–253.

Thomas, T.D. 2006. Effects of sugars, gibberellic acid and abscisic acid on somatic embryogenesis in Tylophora indica (Burm.f.) Merrill. Chinese Journal of Biotechnology, 22:465-471.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Influence of in vitro culture medium on somatic embryogenesis in olive (*Olea europaea* L.) genotypes Amigdalolia and T16

Fatemeh Kiamoghadam[1], Amir Mousai[2*], Maryam Peyvandi[1] and Narges Elmi[2]
1. Department of Genetics, Faculty of Biological Sciences, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran
2. Department of Plant Molecular Biotechnology, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran
*Corresponding Author: *m-amir@nigeb.ac.ir*

Abstract

Somatic embryogenesis is a pathway by which plants can regenerate bipolar, embryo-like structures from a single somatic (vegetative) cell. These structures, due to their stability and ease of mass propagation, can be used in the vegetative propagation of tree species or their genetic improvement programs. In this study, the effect of carbohydrate types (sucrose and mannitol), and the type and concentration of hormones on somatic embryogenesis were investigated in in vitro culture conditions using samples obtained from young tissue of the olive plant. Two genotypes, Amygdalolia and T16, were selected as study samples. The results showed that the hormonal composition and culture environment conditions were effective on the callus induction and somatic embryogenesis processes, and the role of genotypes is also effective in this process. The use of a high auxin to cytokinin ratio in the callus induction stage played an important role in the production of embryogenic calluses in later stages. Also, the presence of mannitol in the culture medium was more effective than sucrose. These results indicate the influence of culture medium composition and genotype on the somatic embryogenesis process in the olive plant, which can be used in the production of gene-recipient tissue in the genetic transformation process.

Keywords: Callus formation, Embryogenesis, Genotype, In vitro culture, Olive.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

معرفی پنج رقم جدید زردآلو از ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند

جلیل دژم‌پور[1]* و محمد زرین‌بال[2]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO ، تبریز، ایران

*نویسنده مسئول: *dejampour@yahoo.com*

چکیده

به منظور معرفی ارقام تجارتی جدید زردآلو، از سال ۱۳۷۸ برنامه به‌نژادی زردآلو به روش دورگ‌گیری انجام و ۴۲۰ دورگ بدست آمد. پس از مطالعه و غربالگری آنها در سال ۱۳۸۹ تعداد ۲۶ دورگ انتخاب و بعنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش به همراه ۱۰ ژنوتیپ انتخابی از کلکسیون در سه استان آذربایجان شرقی، البرز و خراسان رضوی جهت انجام آزمایش‌های منطقه‌ای کشت شدند. پس از ارزیابی ۵ ساله و آنالیز آماری بر اساس شاخص‌های گزینش، ژنوتیپ‌های AD921، AD940، AD503، HS203 و AC113 برای معرفی رقم کاندید شدند. ژنوتیپ AD503دورگ (آیباتان × نصیری۹۰)، ژنوتیپ AD921 دورگ (آیباتان × نصیری۹۰) و ژنوتیپ AD940 دورگ (قرمز شاهرود × اردباد۹۰) مناسب برای تازه خوری و خشکباری، ژنوتیپ HS203 دورگ (مراغه ی۹۰ × نصیری۹۰) مناسب برای خشکباری وژنوتیپ AC113 انتخابی از کلکسیون مناسب برای تازه خوری و رومیزی انتخاب شدند. این ژنوتیپ‌ها پس از طی مراحل ثبت و نامگذاری در سال ۱۴۰۲ به ترتیب با نام‌های مجلسی، نیکا، آتا، زرین و آذر توسط موسسه ثبت و گواهی بذر و نهال معرفی شدند.

واژه های کلیدی: ارقام جدید، دورگ‌گیری، زردآلو.

مقدمه

با توجه به جایگاه ایران در تولید زردآلو و مستعد بودن آب و هوای ایران برای تولید این محصول با کیفیت بالا و همچنین وجود تنوع ژنتیکی بسیار بالای آن در ایران و از همه مهمتر آشنایی باغداران با نیاز های زراعی و باغی ،کشت و کارو صنایع تبدیلی آن می تواند بخوبی ضرورت و اهمیت تولید ارقام جدیدزردآلو را توجیه نماید (دژم‌پور، ۱۳۹۶). در سال‌های اخیر، یکی از دلایل اصلی اصلاح رقم‌های جدید زردآلوبخاطر غیریکنواختی ارقام و همچنین بخاطر اینکه رقم‌های زردآلو نیازهای خاص اکولوژیک دارند که نمی‌توان این ژنوتیپ‌ها را در یک ناحیه وسیع کشت کرد(Bassi and Audergon, 2006). دورگ‌گیری، انتخاب از میان توده‌های بومی و همچنین وارد کردن ارقام خارجی از متداول‌ترین روش‌های به‌نژادی و دستیابی به ارقام جدید در باغبانی می‌باشد. در به‌نژادی ارقام زردآلو نیز از این سه روش استفاده می‌شود. تجمیع صفات مطلوب در یک یا چند رقم و معرفی آنها به باغداران از اولویت‌های تحقیقاتی است که در این برنامه به‌نژادی به آن پرداخته شده است. دلیل اصلی عدم تولید تجاری و پایدار محصول زردآلو مطابق با استانداردهای جهانی، عدم دسترسی به ارقام اصلاح شده و یکدست می‌باشد (Layne et al.,1996) و این تحقیق در جهت تولید و معرفی ارقام برتر طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

ژنوتیپ‌ها مورد بحث حاصل برنامه اصلاحی می‌باشد که از سال ۱۳۷۸ در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند آذربایجان شرقی انجام گرفته است (شکل۱۶). ژنوتیپ‌های امید بخش از میان ۴۲۰ نتاج دورگ پس از مطالعه و ارزیابی‌های مزرعه ای ۱۵ ساله و غربال نمودن جمعیت براساس صفات شاخص در دستوالعمل تمایز ، یکنواختی و پایداری(UPOV) انتخاب گردید. این ژنوتیپ‌ها در سال ۱۳۹۱ در سه استان آذربایجان شرقی، خراسان رضوی و البرز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت گردید. در این بررسی غالباً صفاتی مورد ثبت و بررسی قرار گرفتند که در گزینش ارقام زردآلو اهمیت داشته و بیشتر تحت تاثیر مکان و سال می‌باشند. از آن جمله می‌توان به اندازه میوه، درصد مواد جامد محلول (TSS)، رنگ گوشت و پوست میوه، عملکرد، پایداری عملکرد، جدا بودن هسته، زمان

رسیدن میوه، pH میوه، زمان گلدهی، خودناسازگاری گل (زرین‌بال و همکاران ۱۳۹۸) ، شکل میوه اشاره نمود. داده‌ها براساس روش شاخص‌های گزینشی و با استفاده از نرم افزار SPSS(Ver.19) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون جدید چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

۲۶ ژنوتیپ برتر به‌عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش با خصوصیات مطلوب جهت انجام آزمایشات سازگاری ناحیه‌ای انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلدهی همزمان داشته و بین ارقام داخلی و خارجی اختلافی از نظر زمان گلدهی وجود نداشته است (دژم‌پور، ۱۳۹۶). حداکثر اختلاف گلدهی ۴-۵ روز بود که این تفاوت نیز بسته شرایط آب و هوایی در سالهای مختلف فرق می کرد و ثابت نبود. در میان ژنوتیپ‌های انتخابی برخی برای تازه‌خوری نظیرAC113 برخی برای مصارف خشکباری نظیر HS203 و برخی نظیر AD940 AD503 , AD921, دو منظوره بوده و برای تازه‌خوری و خشکباری می‌توانند استفاده شوند (Bassi and Audergon, 2006).

ژنوتیپ HS203 دورگ (مراغه ی۹۰ × نصیری۹۰) بودهو دارای اندازه میوه متوسط، میزان قند میوه (Tss) حدود ۲۳ درصد، شکل میوه تخم مرغی، مغز شیرین، رنگ گوشت نارنجی، هسته جدا، سفتی میوه متوسط، میان رس و خودناسازگار می‌باشد. ارقام گرده دهنده مناسب آن در زمان احداث باغ ارقام آیاتان و قرمزشاهرودمی باشد (قره شیخ بیات، ۱۳۹۶) (شکل ۱).



شکل ۱- فرم درخت، میوه، برگ و گل ژنوتیپ HS203.

ژنوتیپ AD503 دورگ (آیاتان × نصیری۹۰) بوده و دارای اندازه میوه بزرگ، میزان قند میوه (TSS) حدود ۱۸ درصد، شکل میوه تخم مرغی و بازارپسند، مغز شیرین، هسته جدا، میوه سفت، میان رس و خودناسازگار می‌باشد. ارقام گرده دهنده مناسب آن در زمان احداث باغ ارقام اردباد۹۰ و شانلی می‌باشد (قره شیخ بیات، ۱۳۹۶) (شکل ۲).



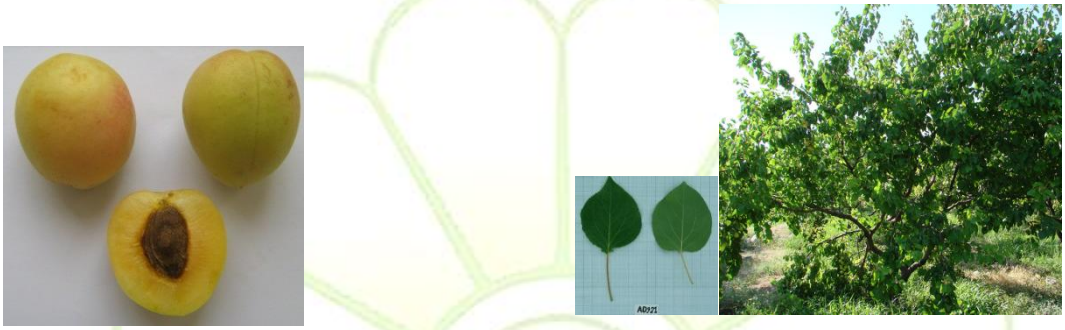
شکل ۲- فرم درخت، میوه، برگ و گل ژنوتیپ AD503.

ژنوتیپ AD940 دورگ (قرمز شاهرود × اردباد۹۰) بوده و دارای اندازه میوه بزرگ، میزان قند میوه (TSS) حدود ۲۲/۳ درصد،شکل میوه تخم مرغی، ضخامت گوشت بیشتر (۱۴mm)، مغز شیرین، هسته جدا، سفتی میوه متوسط ، میان رس و خودناسازگار می باشد. ارقام گرده دهنده مناسب آن در زمان احداث باغ ارقام قرمزشاهرود و کانینو می باشد(شکل۳).



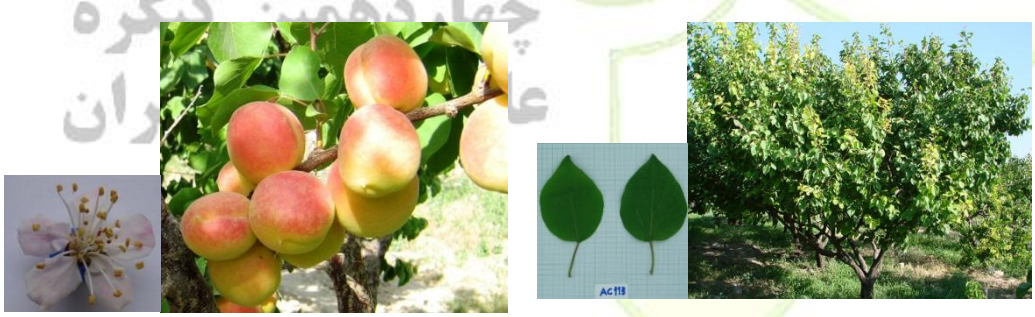
شکل ۳- فرم درخت، میوه، برگ و گل ژنوتیپAD940

ژنوتیپ AD921 دورگ (آیباتان × نصیری۹۰) بوده و دارای اندازه میوه بزرگ، میزان قند میوه (TSS) حدود ۱۸/۷ درصد،شکل میوه تخم مرغی، مغز شیرین، هسته جدا، سفتی میوه متوسط، نسبتا" دیررس و خودناسازگار می باشد (Gharesheikhbayat., 2010). ارقام گرده دهنده مناسب آن در زمان احداث باغ ارقام مراغه ی۹۰ و سهند۹۷ می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴- فرم درخت، میوه، برگ و گل ژنوتیپ AD921.

ژنوتیپ AC113 رقم خارجی بوده و دارای اندازه میوه بزرگ، میزان قند میوه (Tss) حدود ۱۹.۲ درصد، شکل میوه مستطیلی، مغز شیرین، رنگ گوشت کرم، رنگ رویی قرمز و بازارپسند، هسته جدا، سفتی میوه متوسط، میان رس و خودناسازگار می باشد (Zarrinbal et al.,2018) ارقام گرده دهنده مناسب آن در زمان احداث باغ ارقام نصیری۹۰ و مراغه‌ی۹۰ می‌باشد(شکل۵).



شکل ۵- فرم درخت، میوه، برگ و گل ژنوتیپ AC113.

منابع

دژم‌پور، ج. ۱۳۹۶. ارزیابی ژنوتیپ‌های امیدبخش زردآلو به‌منظور معرفی ارقام جدید. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی به شماره فروست ۵۲۲۰۰. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

کشاورز، م. و دژم‌پور، ج. ۱۳۹۶. بررسی مقاومت دورگ‌های امیدبخش زردآلو به شانکر باکتریایی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی به شماره ثبت ۵۳۴۱۳. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

قره‌شیخ‌بیات، ر. ۱۳۹۶. بررسی خودسازگاری تعدادی از ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امیدبخش زردآلو. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی به شماره فروست ۵۰۰۵۳. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

زرین‌بال، م.، باغبان‌کهنه‌روز، ب.، سلیمانی، ع. و دژم‌پور، ج. ۱۳۹۸. ارزیابی درصد میوه‌بندی و وضعیت سازگاری گرده‌افشانی در ارقام مختلف زردآلو. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۹(۹): ۲۰۵–۲۲۱.

Bassi, D. and Audergon, J. M. 2006. Apricot breeding: Update and perspectives. Acta Horticulturae, 701: 279–294.

Krška, B. and Vachůn, Z. 2016. Apricot breeding at the Faculty of Horticulture in Lednice. Agronomy, 6(2): 27.

Gharesheikhbayat, R. 2010. Self-incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca* L.); new achievements and molecular aspects of S-locus allele segregation. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Bologna, Italy. 160 pp.

Layne, R. E. C., Bailey, C. H. and Hough, L. F. 1996. Apricots. In: Janick, J. and Moore, J. N. (Eds.), Fruit Breeding: Tree and Tropical Fruits, Vol. II. John Wiley and Sons, New York. pp. 79–111.

Zarrinbal, M., Soleimani, A., Baghban Kohnehrouz, B. and Dejampour, J. 2018. Self-compatibility in some apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes. Crop Breeding Journal, 8(1–2): 49–59.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Introducing of five new apricot cultivars in Sahand Horticultural Research Station

Jalil Dejampour[1*] and Mohammad Zarrinbal[2]
1. Crop Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran
2. Horticultural Science Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran
Corresponding Author: dejampour@yahoo.com

Abstract

In order to introduce new commercial cultivars of apricot (*Prunus armeniaca* L.), an apricot breeding program was started through crossbreeding since 1998-99 at Sahand Horticultural Research Station. About 32 crosses were carried out and 420 hybrids were obtained in this program. After studying and screening, 26 hybrids were selected in 2010 based on the UPOV international guideline and IBPGIR descriptor of apricot. Then they were cultivated as promising genotypes along with 10 selected genotypes from the collection in three provinces of East Azerbaijan, Alborz and Khorasan Razavi for regional trials. Selected genotypes were studied with respect to some important and effectiveness traits. After a 5-year evaluation and statistical analysis based on selection indices, the genotypes AD921, AD940, AD503, HS203 and AC113 were candidates for cultivar introduction. The AD503 hybrid (Aybatan × Nasiri90), the AD921 hybrid genotype (Aybatan × Nasiri90), and the AD940 hybrid genotype (Qermez Shahroud × Ordoubad90) are suitable for fresh consumption and dried fruit, the HS203 hybrid (Maraghehee 90 × Nasiri90) is suitable for dried fruit, and the AC113 genotype selected from the collection is suitable for fresh consumption and table use. After going through the registration and naming procedures in 2023, these genotypes were introduced by the Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI) with the names Majlesi (AD503), Nika (AD921), Ata (AD940), Zarrin (HS203), and Azar (AC113), respectively.

Key words: Apricot, Hybridization, New cultivars.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه بررسی اثر رقم بر رویان‌زایی بدنی زیتون در ارقام کرونایکی و زرد

نرگس علمی[۱]، امیر موسوی[۱*]، مریم پیوندی[۲] و مهدی حسینی مزینانی[۱]
۱- گروه زیست فناوری مولکولی گیاهی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک وزیست فناوری، تهران، ایران
۲- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران – شمال، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *m-amir@nigeb.ac.ir*

چکیده

رویان‌زایی بدنی (SE) ابزاری کلیدی برای تکثیر و بهبود ژنتیکی زیتون (*Olea europaea* L.) بوده، اما کارایی آن اغلب به ژنوتیپ وابسته است. در این مطالعه تأثیر ژنوتیپ بر SE در ارقام کرونایکی و زرد بررسی شد تا پروتکلی کارآمد برای باززایی درون شیشه‌ای توسعه بدست آید. ریشه‌چه و بخش نزدیک(proximal)لپه رویان های بذری بالغ در محیط کشت القای کالوس‌زایی (OMc حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۰.۵ میلی‌گرم در لیتر2-iP)کشت شد. سپس سه واکشت متوالی با فواصل ۲۱ روز در محیط کشت القای رویان‌زایی(OMc بدون هورمون) انجام گرفت. کالوس‌های رویان‌زا در محیط کشت استقرار واکشت شدند. کالوس‌زایی و رویان‌زایی در سه تکرار زیستی با ۳۰ ریزنمونه ارزیابی شد. نتایج نشان داد همه‌ی ریزنمونه‌ها در هر دو رقم پس از ۲۱ روز کالوس تولید کردند. رویان های کروی در رقم کرونایکی پس از ۴۰ روز و در رقم زرد پس از ۱۰۵ روز ظاهر شدند. کالوس های رویان‌زای رقم کرونایکی رویان های قلبی‌شکل، اژدری و لپه‌ای را به‌ترتیب در روزهای ۴۵، ۵۰ و ۱۰۴ تولید کردند، که به گیاهچه‌های معمولی با برگ و ریشه تبدیل شدند. درکالوس های رویان‌زای رقم زرد، رویان ها غیرطبیعی، چسبیده و غیر قابل تفکیک بودند و به گیاهچه تمایز نیافتند. میانگین تعداد رویان ها در دو رقم تفاوت معنی‌داری نداشت. بدین ترتیب، پروتکل مورد بررسی در این مطالعه ترکیب OMc برای کالوس‌زایی و OM ¼ برای تکامل رویانی موانع ژنوتیپی را در مراحل اولیه SE به حداقل رساند. این پروتکل پتانسیل تکثیر انبوه رویان‌های بدنی زیتون را داراست که می تواند در مقاصد اصلاح ژنتیکی این ارقام بکار رود، اما نیاز به بررسی تکامل رویان و تبدیل گیاهچه دارد.

واژه‌های کلیدی: رویان‌زایی بدنی، زیتون، ژنوتیپ.

مقدمه

درخت زیتون (*Olea europeae* L.) یکی از محصولات زراعی مهم بومی شرق مدیترانه، آسیای صغیر و شمال عراق است که به منظور تولید میوه و روغن خوراکی کشت می‌شود (فرحزادی و همکاران، 1389؛ Mazri et al., 2020؛ Titouh et al., 2022). تکثیر زیتون به صورت تجاری توسط قلمه های ساقه انجام می شود. با این حال، در بسیاری از ژنوتیپ ها، تکثیر رویشی از طریق قلمه ها به دلیل مقاومت در برابر ریشه زایی با مشکل مواجه می شود. بهبود ژنتیکی از طریق اصلاح نژاد توسط عوامل بسیاری از جمله دوره جوانی طولانی (۱۰ تا ۱۵ سال)، هتروزیگوت بالا و مشکلات جوانه زنی بذر محدود شده است. کشت آزمایشگاهی زیتون می تواند جایگزین مناسبی برای روش های مرسوم باشد. در واقع، تکنیک های کشت بافت به ویژه رویان‌زایی بدنی به عنوان یک سیستم موثر باززایی درون شیشه ای مناسب و قدرتمند در چندین گونه گیاهی به کار گرفته شده است، که نه تنها برای تولید تعداد زیادی گیاه سالم در مدت زمان کوتاه می باشد، بلکه برای حذف پاتوژن ها، اهداف تولید بذر مصنوعی، انجماد و دست ورزی ژنتیکی به کار می‌رود (Sánchez-Romero et al., 2019 ؛ Mazri et al., 2020 ؛ Titouh et al., 2022). باززایی در شرایط آزمایشگاهی زیتون از طریق رویان‌زایی بدنی به شدت وابسته به ژنوتیپ است (Sánchez-Romero 2021)، که نیاز به توسعه روش های بهبود یافته برای هر ژنوتیپ را نشان می‌دهد. در مطالعه ای که توسط Narváez و همکاران (2019) انجام شد فقط دو ژنوتیپ Ac-18 و StopVert به میزان ۲/۵ درصد و ۵ درصد از میان ۴ ژنوتیپ زیتون رویان های بدنی تولید کردند. نتایج بدست آمده بر این وابستگی تأکید می‌کند و کارایی القای رویان‌زایی بدنی را در دو ژنوتیپ وحشی زیتون از چهار ژنوتیپ مورد بررسی اولیه را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، هدف از این تحقیق، توسعه یک پروتکل کارآمد

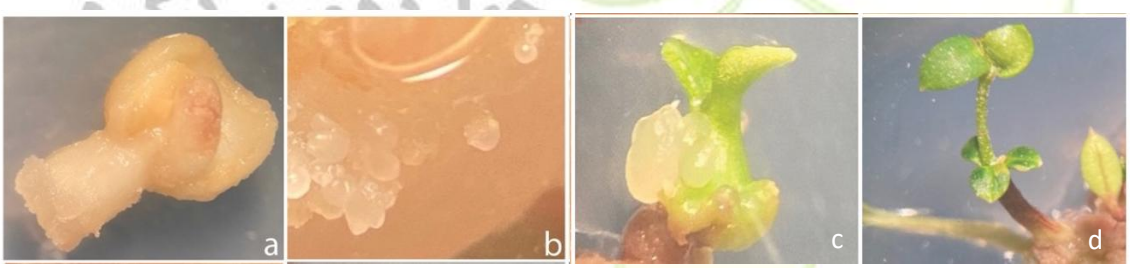
برای باززایی در شرایط آزمایشگاهی گیاهان کامل زیتون توسط رویان‌زایی بدنی القا شده از ریشه چه و بخشی از لپه‌ی رویان‌های بذری بالغ است. در این راستا ژنوتیپ به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر رویان‌زایی بدنی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

میوه های رقم کرونیکی زیتون که کمیت و کیفیت روغن آن مطلوب است از کلکسیون زیتون مینودشت و رقم زرد که علاوه بر کیفیت روغن، استفاده از آن برای تهیه کنسرو رایج است از پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری در شهریورماه ۱۴۰۲ جمع آوری و بلافاصله شسته شده و پس از جدا کردن بخش گوشتی میوه‌ها، بذرها با آب و صابون شسته شده و در دمای معمولی اتاق خشک شدند. قبل از شروع هر آزمایش درون بر سخت و چوبی بذرها، به صورت مکانیکی شکسته شده و بذر فاقد پوسته (رویان همراه اندوسپرم) با هیپوکلریت سدیم (v/v) ۵ درصد به مدت ۲۰ دقیقه سترون و با آب مقطر سترون ۵ بار شستشو شدند. سپس نمونه های سترون، در پتری دیش های دارای دو لایه کاغذ صافی سترون قرار داده شده و۵ میلی لیتر آب مقطر سترون به آنها اضافه گردید. پتری دیش‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای°C ۲± ۲۴ در تاریکی نگهداری شدند. سپس توسط اسکالپل رویان از اندوسپرم جدا شد و بخش‌های ریشه‌چه و نزدیک لپه رویان های بذری بالغ در محیط پایه حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر2-iP کشت گردیدند. در هر پتری دیش ۵ ریزنمونه قرار داده شد. زیرکشت کالوس های ۲۱ روزه در محیط های کشت OMc بدون هورمون انجام گردید. محیط‌ها در تاریکی و دمای °C۲± ۲۴ نگهداری شدند. زیرکشت‌ها سه بار به فاصله هر ۲۱ روز یکبار در محیط کشت OMc بدون هورمون انجام و هرهفته نتایج رویان‌زایی یادداشت برداری شد. رویان‌های به دست آمده به محیط کشت OM ¼حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر 2-iP، 0.1 میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر IBA به منظور طی کردن تکامل رویانی انتقال داده شدند و در دمای °C ۲± ۲۴ و شرایط ۱۶ ساعت نور و ۵ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

نتایج و بحث

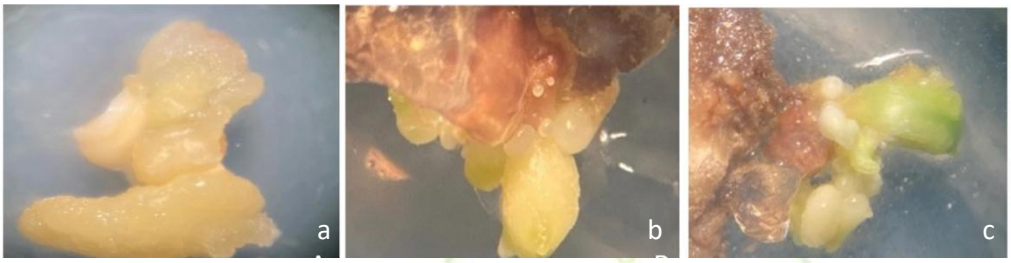
مقایسه بین ۳۱ ریزنمونه کشت شده در رقم کرونیکی و ۲۵ ریزنمونه در رقم زرد پس از سه هفته کشت در تاریکی روی محیط OMc حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر 2-iP نشان داد که همه ریزنمونه‌ها در هر دو رقم، کالوس تولید کردند. میانگین تولید کالوس در هر دو رقم زرد و کرونایکی ۱/۱ بود. کالوس با قطر ۱ میلی متر پس از ۱۰ تا ۱۵ روز مشاهده شد و سپس به قطر ۲ میلی متر در ۲۱ روز (شکل ۱) تبدیل شد.



شکل ۱- رویان‌زایی بدنی در زیتون رقم کرونایکی. (a) کالوس‌زایی پس از ۲۱ روز در محیط OMc حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر 2-iP در تاریکی؛ (b) رویان های بدنی، از جمله رویان بدنی کروی، پس از ۴۰ روز (واکشت دوم) در محیط فاقد هورمون؛; (c) رویان بدنی لپه‌ای پس از ۱۰۴ روز (واکشت پنجم) در محیط OM¼حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر 2-iP، ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و روشنایی 16 ساعت و ۸ ساعت تاریکی؛ (d) رویان رویش‌یافته پس از ۲۱۰ روز (واکشت دهم) در محیط OM¼حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر 2-iP، ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی.

این کالوس‌ها سفید شفاف و شکننده بودند و از انتهای بریده شده قطعات تکثیر می‌شدند. با این حال، رویان‌زایی بدنی در طول دوره رخ نداد. پس از گذراندن سه هفته، کشت ها برای توسعه در تاریکی روی محیط OMc فاقد هورمون واکشت شدند. پس از واکشت اول در محیط تازه فاقد هورمون، رشد کالوس در تاریکی کند بود، اما ساختارهای شبه رویانی ابتدایی و گره های سفید نرم در سطوح کالوس در رقم کرونایکی ایجاد شدند. رویان های کروی متمایز در رقم کرونایکی ۴۰ روز پس از کشت ظاهر شدند (شکل۱). این رویان ها به ترتیب

پس از ۴۵ و ۵۰ روز به رویان های قلبی شکل و اژدری تبدیل شدند (شکل ۱). پس از ۱۰۴ روز و در انتهای واکشت چهارم، گروه‌های رویانی در فرآیند رویان های لپه‌ای ایجاد شدند که با دوقطبی بودن مشخص و جدا شدن آسان از کالوس مادر مشخص می‌شود (شکل۱). رویان های رویش یافته پس از ۲۱۰ روز به گیاهچه های معمولی با برگ و ریشه تبدیل شدند (شکل۱). توده های رویان‌زای در حال تکثیر در محیط پایه رویان‌زایی OM ¼ حاوی ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر 2-iP، ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر IBA به تشکیل ساختارهای کروی با رنگ کرم روشن و تبدیل شدن به گیاهچه در این رقم ادامه دادند. در رقم زرد رویان های کروی پس از ۱۰۵ روز و در انتهای واکشت چهارم ظاهر شدند (شکل ۲).



شکل ۲- رویان‌زایی بدنی در زیتون رقم زرد. (a) کالوس‌زایی پس از ۲۱ روز در محیط OMc حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر 2-iP در تاریکی؛ (b) رویان های بدنی از جمله رویان بدنی کروی پس از ۱۶۸ روز (واکشت هشتم) در محیط OM ¼حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر 2-iP، ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و روشنایی ۱۶ ساعت و ۸ ساعت تاریکی؛ (c) رویان های غیر متمایز پس از ۱۸۹ روز (واکشت نهم) در محیط OM ¼حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر 2-iP، ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر IBA و روشنایی ۱۶ ساعت و ۸ ساعت تاریکی.

در مقایسه با کرونایکی، رویان ها در این رقم بصورت غیر طبیعی و به هم چسبیده و غیرقابل تفکیک بودند که به گیاهچه‌های منفرد تمایز پیدا نکردند (شکل۲). در حالیکه تفاوت معنی داری در میزان رویان‌زایی و میانگین تعداد رویان در دو رقم کرونایکی و زرد مشاهده نشد، تفاوت های مورفولوژیکی مشخص ظاهر شد. واکشت نمونه‌ها در محیط کشت رویان‌زایی OM ¼ حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر 2-ip، نشان داد که در واکشت ششم، میانگین تولید کالوس‌های رویان‌زا در رقم‌های زرد و کرونایکی به ترتیب ۰/۰۴ و ۰/۰۶ بود. میانگین تعداد رویان در هر نمونه در رقم زرد ۰/۴ و کرونایکی ۰/۸ در واکشت ششم بود. همچنین میانگین رویان زایی در رقم زرد و کرونایکی به ترتیب ۰/۱ و ۰/۱ در واکشت ششم بود. به گفته چندین محقق، رویان‌زایی بدنی به ژنوتیپ و در نتیجه به رقم بستگی دارد (Sánchez-Romero et al., 2019). در مطالعه‌ای که توسط Rougini و همکاران (2016) انجام شد گزارش شده است که بسیاری از ارقام زیتون نسبت به کشت در شرایط آزمایشگاهی و به ویژه، به القای رویان‌زایی بدنی مقاومت نشان می‌دهند، در حالی که سایر ارقام کاملاً به این فرآیند باززایی و با پتانسیل رویان‌زایی بالاتر پاسخ می دهند. در این مطالعه برخی از ارقام رویان های کاملاً مشخصی تولید می کنند که به گیاهچه تبدیل می شوند، در حالی که برخی دیگر رویان های غیر طبیعی یا خوشه ای تشکیل می دهند که مانند رقم زرد به کالوس متصل می مانند. نتایج نشان می‌دهد که در حالی که پروتکل بهینه‌شده برای کالوس‌زایی و رویان‌زایی موانع ژنوتیپی را در مراحل اولیه SE به حداقل رساند، عوامل ژنوتیپ خاص بر بلوغ و تبدیل رویان تأثیر گذاشت. وابستگی بالا به ژنوتیپ، کاربرد رویه‌های ایجاد شده را محدود می‌کند و مانع استاندارد سازی پروتکل‌ها می‌شود (Sánchez-Romero et al., 2021)، بدین ترتیب ایجاد یک پروتکل کارآمد برای رویان‌زایی در زیتون می تواند کارایی آن را بهبود بخشد.

منابع

پیوندی، م.، فرحزادی، ه.، اربابیان، ص.، و حسینی مزینانی، م. (۱۳۸۹). تاثیر نوع محیط کشت بر رویان‌زایی بدنی زیتون رقم کرونایکی .*تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران*، ۱۸(۱) ۳۵(۱۰۱-۹۳).

Mazri, M. A., Naciri, R. and Belkoura, I. 2020. Maturation and conversion of somatic embryos derived from seeds of olive (Olea europaea L.) cv. Dahbia: occurrence of secondary embryogenesis and adventitious bud formation. Plants, 9(11), 1489.

Narváez, I., Martín, C., Jiménez-Díaz, R. M., Mercado, J. A. and Pliego-Alfaro, F. 2019. Plant regeneration via somatic embryogenesis in mature wild olive genotypes resistant to the defoliating pathotype of Verticillium dahliae. Frontiers in Plant Science, 10, 1471.

Pires, R., Cardoso, H., Ribeiro, A., Peixe, A. and Cordeiro, A. 2020. Somatic embryogenesis from mature embryos of Olea europaea L. cv. 'Galega Vulgar' and long-term management of calli morphogenic capacity. Plants, 9(6), 758.

Rugini, E. and Silvestri, C. 2016. Somatic Embryogenesis in Olive (Olea europaea L. subsp. europaea var. sativa and var. sylvestris). In Vitro Embryogenesis in Higher Plants, 341-349.

Sánchez-Romero, C. 2019. Somatic embryogenesis in Olea spp. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 138, 403-426.

Sánchez-Romero, C. 2021. Somatic embryogenesis in olive. Plants, 10(3), 433.

Titouh, K., Khadidja, H. M., Boufis, N. and Khelifi, L. 2022. Somatic embryogenesis and plant regeneration from radicles of olive (Olea europaea 'Chemlal') zygotic embryos. Acta agriculturae Slovenica, 118(4), 1-9.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the influence of genotype on somatic embryogenesis in olive cultivars ‘Kronaiki’ and ‘Zard’

Narges Elmi[1], Amir Mousavi[1*], Maryam Peyvandi[2] and Mehdi Hosseini-Mazinani[1]
1. Department of Plant Molecular Biotechnology, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran
2. Biology Department, College of Bioscience, Islamic Azad University, North-Tehran Branch, Tehran, Iran
Corresponding Author: m-amir@nigeb.ac.ir*

Abstract

Somatic embryogenesis (SE) is a vital tool for olive (Olea europaea L.) propagation and genetic improvement, though its success often depends on genotype. This study evaluated SE in Koroneiki and Zard cultivars to develop an efficient in vitro regeneration protocol. Radicles and proximal cotyledon segments from mature seed embryos were cultured on a callogenesis induction medium (OMc with 5 mg/L IBA and 0.5 mg/L 2-iP). Three subcultures, at 21-day intervals, followed on hormone-free OMc for embryogenesis induction. Embryogenic calli were then transferred to an establishment medium. Callogenesis and embryogenesis were assessed across three biological replicates, each with 30 explants. All explants in both cultivars formed callus within 21 days. Globular embryos emerged in Koroneiki after 40 days and in Zard after 105 days. Koroneiki’s embryogenic calli produced heart-shaped, torpedo, and cotyledonary embryos by days 45, 50, and 104, respectively, developing into normal plantlets with leaves and roots. Conversely, Zard’s embryogenic calli yielded abnormal, fused embryos that failed to differentiate into plantlets. No significant difference was found in the average number of embryos between cultivars. The protocol, using OMc for callogenesis and ¼ OM for embryo maturation, effectively reduced genotypic barriers in early SE stages. It shows promise for mass propagation and genetic transformation of olive, though further optimization is needed for embryo maturation.

Keywords: Genotype, Olive, Somatic embryogenesis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی ترکیب‌پذیری ارقام و لاین‌های خربزه در منطقه سیستان

محمد رضا ناروئی‌راد[1*]، رامین رافضی[2]، احمد قاسمی[1] و ابوالقاسم مرادقلی[1]

۱- بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، زابل، ایران
۲- پژوهشکده گلخانه و محیط های کنترل شده، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
*نویسنده مسئول: *mr.narouirad@areeo.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی و چگونگی عمل ژن‌ها در هشت جمعیت خربزه تلاقی های یکطرفه دی‌آلل در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک انجام شد. سپس بذور والدینی و دورگ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شد. صفات طول میوه، عرض میوه، تعداد میوه در بوته، طول حفره، عرض حفره، وزن میوه، مواد جامد محلول، طول بوته، ماندگاری(تعداد روز تا شروع لهیدگی در دمای اتاق و رطوبت۲۲درصد)، ضخامت گوشت و عملکرد مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی داری بین جمعیت های مورد بررسی نشان داد. نتایج تجزیه دای آلل بر اساس روش دو مدل یک گریفینگ نشان داد ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای صفات در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد. اثرات افزایشی ژنها برای صفات طول حفره، مواد جامد محلول و ماندگاری برآورد بالاتری داشتند این مسئله بیانگرامکان گزینش در نسل‌های اولیه به نفع این صفات را فراهم میسازد. لذا با توجه به نتایج موجود و مشاهدات بهترین تلاقی در واقع هیبرید بین خربزه ایوانکی و سفیدک به خصوص در مورد ماندگاری شناخته شد که در پروژه‌های تکمیلی بایستی نسبت به تعریف برنامه‌های اصلاحی اقدام گردد. بررسی نسبت بیکرنشان داد که اثرهای افزایشی بیش از اثرهای غالبیت در تبیین صفات مورد ارزیابی موثر هستند. بالاترین نسبت بیکر در صفت ضخامت گوشت به دست آمد که بیانگر بازده گزینش بالا در نسل‌های اولیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دی‌آلل، عملکرد، گریفینگ، کیفیت میوه.

مقدمه

اساس گزینش والدین دراصلاح نباتات بر شناخت میزان وارزش ژنوتیپی صفات استوار است. ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود دریک جمعیت و همچنین انتخاب مؤثر والدین و روش‌های اصلاحی با بهره‌گیری ازتکنیکهای آماری انجام می‌شود. برای برآورد تنوع ژنتیکی ازتکنیک تجزیه واریانس و برای تخمین اجزای واریانس ژنتیکی از طرح‌هایی نظیر دی‌آلل استفاده می‌شود. منطقه سیستان یکی از مناطق مهم کشور در کشت خربزه می‌باشد به طوریکه میزان سطح زیرکشت در سال۹۸-۹۷ به ۶۲۳۹ هکتار رسید(آمارنامه،۱۳۹۹). ایران از مراکز تنوع و نیز اهلی شدن ملون‌ها در جهان به شمار می آید(Kirkbride, 1993) دربرنامه‌های به نژادی که بر اساس دورگ‌گیری پیاده سازی می‌شوند، انتخاب و تشخیص اینکه کدامیک از والدها عموما باعث بهبود یک صفت می‌شود (ترکیب پذیری عمومی) بسیارمهم است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۹ جمعیت خربزه شامل ۱)سفیدک محلی ۲)جاجرود ۳)شادگان ۴)قصری مشهد ۵)قاینات ۶)درگزی ۷)سبز خط دار ۸)خاتونی ۹)زرد ایوانکی به صورت تلاقی های دی‌آلل یکطرفه در گلخانه تلاقی داده شدند. هر جمعیت در پشته‌هایی اختصاصی برای هر رقم و جمعیت به عرض۵۰سانتی متر و به طول۵ متر کشت شد و در مجموع ۸ پشته ایجاد و آبیاری از طریق سیستم تیپ صورت گرفت و کلیه تلاقی ها به صورت یکطرفه انجام شد. پس از ایجاد مواد ژنتیکی تولید شده شامل۲۸ دورگ، کلیه ترکیبات به همراه والدین در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در۳ تکرار کشت شدند.

نتایج و بحث

با توجه بررسی معنی‌داری میانگین مربعات در جدول تجزیه واریانس مبین اختلاف والدین مختلف از نظر ترکیب پذیری عمومی و همچنین امکان انتخاب یک والد مناسب برای شرکت در تلاقی و نشان دهنده تأثیرعمل اثر افزایشی ژن در کنترل این صفات است. میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی نیز در کلیه صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودکه بیانگرتأثیرعمل غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل صفات مورد بررسی بود. در خصوص طول میوه، دریک بررسی (Akrami and Arzani, 2019) ترکیب پذیری خصوصی و عمومی مثبت و معنی داری برای این صفت گزارش نمودند و میزان وراثت پذیری عمومی و خصوصی را برای این صفت به ترتیب۰/۸۸ و۰/۱۲ بیان نمودند. در رابطه با عرض حفره (چیرانی و همکاران،۱۳۹۱) اشاره به عمل توام اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در رابطه با کنترل این صفت اشاره داشتند. برای این صفت جمعیت‌های سفیدک و جاجرود جهت افزایش عرض حفره می‌توانند موثر واقع شوند. برای مواد جامد محلول دهقانی و محمدی(۱۳۹۷) بیشترین قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی را برای این صفت را برای والدین ساوه‌ای و مگسی گزارش نمودند.

جدول ۱. تجزیه واریانس ساده و دی آلل برای صفات مورد ارزیابی در والدین و دو رگهای آنها

	میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	طول میوه	عرض میوه	تعداد میوه در بوته	طول حفره	عرض حفره	وزن میوه
تکرار	۲	۱۹/۵	۱/۵۷	۰/۰۰۵	۲/۹۸	۱۴/۵	۶۴۸۱۷۵
ژنوتیپ	۳۵	۹۸/۷**	۳۱/۵۲**	۰/۶۵**	۹۶/۶**	۱۲/۹**	۴۲۰۷۲۶۳**
ترکیب پذیری عمومی	۷	۱۵۱/۸**	۴۶/۶**	۱/۰۰۷**	۱۳۸/۱**	۱۹/۴۲**	۵۳۴۳۵۰۹**
MS_{GCA}/MS_{SCA}		۱/۷	۱/۶	۱/۷	۱/۶	۱/۷	۱/۳
ترکیب پذیری خصوص	۲۸	۸۵/۴**	۲۷/۷**	۰/۵۶**	۸۶/۲**	۱۱/۳۱**	۳۹۲۳۱۷۶**
اشتباه	۷۰	۱/۹۶	۰/۸	۰/۰۰۸	۴/۷۷	۱/۵	۲۷۸۷۹

** معنی دار در سطح احتمال آماری ۱٪

ادامه جدول ۱ . تجزیه واریانس ساده و دی آلل برای صفات مورد ارزیابی در والدین و دو رگهای آنها

	میانگین مربعات					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مواد جامد محلول	طول بوته	ماندگاری (تعداد روز تا شروع لهیدگی)	ضخامت گوشت	عملکرد
تکرار	۲	۰/۱۶	۲۳۶۰	۰/۴۴	۰/۰۶	۱۲۵۰۳۶۳۴
ژنوتیپ	۳۵	۲۳/۸۹**	۶۷۶۴**	۱/۰۷**	۱/۵۱**	۲۰۴۰۷۷۳۷۷**
ترکیب پذیری عمومی	۷	۲۸/۴۲**	۶۲۷۱**	۱/۷۴	۳/۶۷**	۳۴۴۸۴۹۵۰**
ترکیب پذیری خصوصی	۲۸	۲۱/۵۱**	۶۸۸۷**	۱/۱۵**	۰/۹۸**	۱۶۸۸۹۶۹۲۱**
MS_{GCA}/MS_{SCA}		۱/۳	۰/۹	۱/۰۲	۳/۷	۰/۲
اشتباه	۷۰	۰/۳۱	۲۰۳	۰/۵۱	۰/۲۳	۷۱۶۰۹۹

جدول ۲ .مقادیر قابلیت ترکیب پذیری عمومی (gi)والدین برای صفات ارزیابی شده

والدین	طول میوه	عرض میوه	تعداد میوه در بوته	طول حفره	عرض حفره	وزن میوه
سفیدک	-۴/۹۸**	۱/۸۳**	۰/۳۲**	-۵/۰۷**	۱/۰۲**	۲۴۶/۸**
جاجرود	۲/۰۹**	۱/۱۵**	۰/۲۲**	۱/۱۷*	۰/۹۷**	۵۷۴/۲**
قصری مشهد	-۰/۷۷*	-۲/۱۵**	-۰/۰۷**	-۰/۳۵	-۱/۴۹**	-۶۷۲/۶**
قاینات	۱/۶۶**	۰/۴۳*	-۰/۰۷**	۱/۰۷*	-۰/۲۷	۲۹/۵۴
سبز خط دار	-۰/۱۲	-۱**	۰/۰۲**	۰/۱۶	-۰/۰۲	-۱۰۸/۱**
درگزی	۰/۲۹	-۰/۳۵	-۰/۱۷**	۰/۷۲	-۰/۲۲	۸۰/۵۴*
خاتونی	۱/۶۲**	۰/۴*	-۰/۰۷**	۱/۷۲**	۰/۳۲	۳۵۶/۸**
زردایوانکی	۰/۱۹	-۰/۳۱	-۰/۱۷**	۰/۵۴	-۰/۲۷	-۵۰۷/۲**
S.E(gi)	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۰۰۶	۰/۳۷	۰/۲۱	۲۸/۵۱

* و ** به ترتیب معنی در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول۳. برآورد پارامتر واریانس افزایشی، غالبیت و وراثت پذیری خصوصی و عمومی صفات مورد ارزیابی

پارامتر ژنتیکی	طول میوه	عرض میوه	تعداد میوه در بوته	طول حفره	عرض حفره	وزن میوه
واریانس افزایشی	۱۵/۴۳	۷/۴۵	۰/۲۶	۵۸/۳	۳/۲۹	۱۰۵۲۰۶۵
واریانس غالبیت	۹۲/۷	۳۷/۹۸	۰/۸۷	۱۲/۵	۹/۳۸	۵۸۵۷۳۹۲
وراثت پذیری عمومی	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۸۸	۰/۷۰	۰/۹۸
وراثت پذیری خصوصی	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۶۳	۰/۲۶	۰/۲۶

ادامه جدول ۳ . برآورد پارامتر واریانس افزایشی، غالبیت و وراثت پذیری خصوصی و عمومی صفات مورد ارزیابی

پارامتر ژنتیکی	مواد جامد محلول	طول بوته	ماندگاری (تعداد روز تا شروع لهیدگی)	ضخامت گوشت	عملکرد
واریانس افزایشی	۳۴/۴	۲۷۰۹	۰/۳۵	۰/۶۱	۸۴۹۷۰۱۰۶
واریانس غالبیت	۲۱/۲	۹۷۸۶	۰/۳۱	۰/۸۰	۲۵۱۶۴۰۸۷۲
وراثت پذیری عمومی	۰/۴۶	۰/۹۱	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۹۹
وراثت پذیری خصوصی	۰/۵۹	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۳۰

منابع

آمارنامه کشاورزی سال زراعی(۹۸-۹۷).۱۳۹۹. وزارت جهاد کشاورزی.

چیرانی، جمالعلی.، پیوست، غالمعلی.، الهیجی، حبیب.، ربیعی، بابک و سید اکبرخداپرست.۱۳۳۱. برآورد ترکیب پذیری عمومی، خصوصی و هتروزیس تعدادی از لاین های خیار برای کیفیت میوه از طریق تلاقی دی آلل ناقص. نشریه علوم باغبانی. دوره۲۶. جلد ۴. ۳۵۷-۳۵۰.

دهقانی، حمید و رسول محمدی.۱۳۳۷. تجریه دو وجهی داده های حاصل از تلاقی دای آلل در توده های بومی طالبی ایرانی. دوره ۴۹. شماره۲. ۳۳۳-۳۲۳.

Akrami M. and A. Arzani. 2019. Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under feld salinity stress. Scientific Reports. 9:1-13.

Kirkbride, JH.1993. Biosystematic Monograph of the Genus Cucumis (Cucurbitaceae). Parkway, North Carolina.

Evaluation of combining ability in some genotypes and lines of melon in sistan region

Mohammad Reza Naroui Rad[1*], Ramin Rafezi[2], Ahmad Ghasemi[1] and Abolghasem Moradgholi[1]
1. Horticulture Crops Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran
2. Horticultural Research Institute, Greenhouse and Controlled Environment Research Center, Education and Extension Organization, AREEO, Karaj, Iran
Corresponding Author: mr.narouirad@areeo.ac.ir

Abstract

In order to investigate general and specific combining abilities and how genes work in eight melon populations, incomplete diallel crosses were performed at Zahak Agricultural Research Station. Then parents seeds and hybrids were planted in a randomized complete block design with three replications. Fruit length, fruit width, number of fruits per plant, cavity diameter, cavity width, fruit weight, total soluble solids, plant length, shelf life (number of days to crushing), flesh thickness and yield were evaluated. The results of analysis of variance showed a significant difference among the studied populations. The results of diallel analysis based on the method two, model 1 of a Griffin showed that general and specific combining abilities for traits were statistically significant at the level of one percent probability. The effect of additive was greater for cavity length, soluble solids and shelf life, which indicates the possibility of selection in early generations for these traits.

Keywords: Melon, Hybridization, Quality, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه‌ای بر تکثیر *Agave tequilana* در شرایط درون شیشه‌ای

عباس یداللهی[1*]، ندا قاسمی[2] و محبوبه رحیمی[3]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- شرکت دانش بنیان نهال گستر رویان، آبیک، قزوین، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *yadollah@modares.ac.ir*

چکیده

گیاه صنعتی و اقتصادی آگاو آبی (*Agave tequilana*) بومی مکزیک بوده که ساقه و برگ‌هایش منبع غنی از فروکتان‌ها و ترکیبات فنلی است. در صنایع غذایی، برای تولید شربت‌ها و اینولین، تغذیه دام، صنایع دارویی و تولید بیودیزل‌های نسل دوم استفاده می‌شود. تکنیک کشت بافت و ریزازدیادی، ابزار مؤثری برای تولید انبوه و حفاظت از این گیاه به‌شمار می‌آیند. بخش‌های مختلف گیاه، از جمله جوانه های جانبی، لایه‌های سلولی نازک (TCL) و برگ‌ها، به‌عنوان ریزنمونه برای آغاز کشت‌ها استفاده می‌شوند. مراحل ریزازدیادی، شامل تکثیر جوانه‌های جانبی، اندام‌زایی و جنین‌زایی سوماتیک هرکدام نیازمندی‌های هورمونی خاصی دارند. پیشرفت‌های اخیر مانند فن‌آوری لایه تعلیق سلول نازکبه بهبود کارایی جنین‌زایی سوماتیک کمک می‌کند و مشکلاتی از قبیل آبکی شدن و متورم شدن غیرطبیعی را کاهش می‌دهد. شرایط محیطی کنترل شده و محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS)، نقش مهمی در موفقیت کشت درون شیشه‌ای این گیاه ایفا می‌کنند. در مطالعات زیادی، برای تحریک رشد جوانه‌های جانبی پنج میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آمینو پورین (BAP) و همچنین برای اندام‌زایی از پنج میلی‌گرم در لیتر بنزیل آمینو پورین و ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر ۲، ۴، ۵- تری‌کلرو فنوکسی اسید استیک (2,4,5-T) استفاده شده است. از هشت میلی‌گرم در لیتر پیکلورام (PIC) و ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آمینو پورین برای القای جنین‌زایی سوماتیک غیرمستقیم که شامل یک مرحله کالوس قبل از تشکیل جنین‌ها است، استفاده شده است. همچنین از هیدرولیزات کازئین و گلوتامین به‌عنوان مکمل در محیط کشت حاوی سه درصد سوربیتول، نه میکرو مولار توفوردی (2,4-D) و شش تا ۱۲ گرم در لیتر فیتاژل برای جنین‌زایی کالوس‌ها استفاده شده است. با اینکه روش‌های درون شیشه‌ای مزایای قابل توجهی دارند، چالش‌هایی مانند تنوع سوماکلونال نیاز به توجه دارد. تحقیق حاضر، با توجه به شرایط آب و هوایی ایران و نیاز آبی کم آگاو آبی، تکثیر درون شیشه‌ای این گیاه را مورد بررسی قرار داده است.

کلمات کلیدی: آگاو، بنزیل آمینو پورین، جنین‌زایی سوماتیک، جوانه‌های جانبی، ریزازدیادی.

مقدمه

آگاو یا آگاوه آبی با نام علمی *Agave tequilana* گیاهی تک لپه بومی مناطق گرم آمریکای جنوبی است. بیشترین روش تکثیر سنتی این گیاه از طریق پاجوش است. به خاک‌های مرطوب حساس است. سرما را تا ۱۲- درجه سانتی‌گراد تحمل می‌کند. در بیابان‌های گرم مکزیک آگاو در شش تا ده سالگی گل می‌دهد ولی در گلخانه‌های سرزمین‌های سرد ممکن است واقعا سال‌ها لازم باشد تا برای دسته‌گل بزرگش به اندازه کافی غذا و آب اندوخته کند. در ایران به‌عنوان گیاه زینتی استفاده می‌شود و در ظاهر به آلوئه‌ورا شباهت دارد. ارتفاع این گیاه به چهار متر هم می‌رسد. تکثیر آن با بذر و یا پاجوش انجام می‌شده است. اگرچه تولید تکیلا از گیاه آگاو در مکزیک، کشورهای غربی و نواحی خشک کره زمین بسیار مقبول و پسندیده است (García-Mendoza et Montoya Martinez et al., 2019 al., 2017; Trejo et al., 2018)، آگاو محصولات دیگری نیز دارد مانند: روغن آگاو و شربت اینولین آگاو که منبع غنی از فروکتان‌ها است. این‌ها به‌عنوان محصولات اصلی فتوسنتزی در سرهای آگاو ذخیره می‌شوند. برگ‌های آگاو تکولانا که اغلب به‌عنوان پسماندهای کشاورزی تلقی می‌شوند، به‌عنوان منبعی قابل‌قبول و ارزان از زیست توده لیگنوسلولز و فروکتان‌ها به‌ویژه برای تولید بیودیزل‌های نسل دوم

مورد بررسی و توجه قرار گرفته‌اند، علاوه بر این، استفاده از برگ‌های آگاو به‌عنوان سیلاژ در خوراک دام را مورد بررسی قرار داده‌اند که نشان‌دهنده پتانسیل آن در تغذیه دام است (Ramírez-Ramírez et al., 2017; Julia del et al., 2014).

از این‌رو، با توجه به شرایط آب و هوایی کشور، نیاز آبی کم و اهمیت اقتصادی این گیاه، درک جامع از گیاه آگاو تکولانا وبیر واریته آبی بسیار حائز اهمیت است.

مواد و روش

این مطالعه بر پایه بررسی و تحلیل مقالات و تحقیقات پیشین در زمینه تکنیک‌های کشت بافت و ریزازدیادی گیاه آگاو تکولانا انجام شده است. مروری جامع بر ادبیات موضوع با استفاده از پایگاه‌های داده مختلف، از جمله PubMed، Scopus و Google Scholar انجام شد. کلید واژه‌هایی نظیر آگاو آبی، محصولات مشتق از آگاو، ریزازدیادی آگاو، کاربردهای آگاو به‌منظور شناسایی مقالات مرتبط منتشر شده در مجلات داوری شده استفاده گردید. مطالعات منتشر شده در ۱۲ سال گذشته (۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴) در نظر گرفته شدند تا از ارائه جدیدترین اطلاعات اطمینان حاصل شود. مقالاتی که به‌طور خاص روی کشت و ریزازدیادی و همچنین ترکیب بیوشیمیایی آن تمرکز داشتند، برای گنجاندن در این مرور انتخاب شدند. توجه ویژه‌ای به مطالعاتی که کشت بافت این گیاه را مورد بررسی قرار می‌دادند، معطوف گردید. داده‌های استخراج شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند تا یافته‌ها خلاصه شوند. سپس یافته‌های مرور ادبیات ترکیب شدند تا درکی یکپارچه از اهمیت آگاو تکولانا فراهم شود.

نتایج و بحث

تکثیر گیاه آگاو در آزمایشگاه و با روش کشت بافت صورت می‌گیرد (شکل ۱). تکنیک‌های تکثیر درون شیشه‌ای، از جمله کشت بافت و ریزازدیادی، ابزارهای ارزشمندی برای تکثیر انبوه، حفاظت و اهداف تحقیقاتی ارائه می‌دهند (Chen et al., 2014). این روش‌ها می‌توانند بر روش‌های سنتی کند تکثیر غلبه کنند و راهی برای بهبود ژنتیکی فراهم کنند (Vega-Ramos et al., 2013). بخش‌های مختلف گیاه آگاو به‌عنوان ریزنمونه برای آغاز کشت درون‌شیشه‌ای *Agave tequilana* استفاده شده‌اند. این موارد شامل موارد زیر است:

-جوانه‌های جانبی و لایه‌های سلولی نازک به‌منظور ایجاد سیستم‌های ریزازدیادی، تحریک یا القا شده‌اند.

-دانه‌ها، قلمه‌های استولون، جوانه‌های گل‌آذین، برگ‌ها و ریشه‌ها نیز به‌عنوان منابع کشت اولیه برای سیستم‌های ریزازدیادی استفاده می‌شوند (Chen et al., 2014). گیاهان درون‌شیشه‌ای به‌منظور تولید کالوس جنین‌زا استفاده شده‌اند.

-برای مطالعات تقسیم میوز، جوانه‌های جوان (≥ ۱/۸ سانتی‌متر) از قسمت فشرده انتهایی ساقه جوان استفاده شده است.

-چندین سیستم ریزازدیادی برای *Agave tequilana* توسعه یافته است (هر یک با پروتکل‌ها و اهداف خاص خود):

- تحریک رشد جوانه‌های جانبی:

ماده تنظیم‌کننده رشد متداول برای این منظور، پنج میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آمینو پورین (BAP) است. این روش نسبت به سایر روش‌ها به مراحل کمتری برای باززایی نیاز دارد.

- اندام‌زایی:

این سیستم شامل القای جوانه‌های جدید از کالوس یا به‌طور مستقیم از بافت‌های کشت شده از طریق مریستم‌ها است. در تحقیقی برای اندام‌زایی در *Agave tequilana* از ۵ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر ۲، ۴، ۵-تری‌کلرو فنوکسی استیک اسید (2,4,5-T) استفاده شده است.

- جنین‌زایی سوماتیک:

این روند شامل القای جنین‌های سوماتیک است که شبیه جنین‌های دانه‌ای هستند و می‌توانند به گیاهچه تبدیل شوند. دو نوع اصلی گزارش شده است:

جنین‌زایی سوماتیک غیرمستقیم:

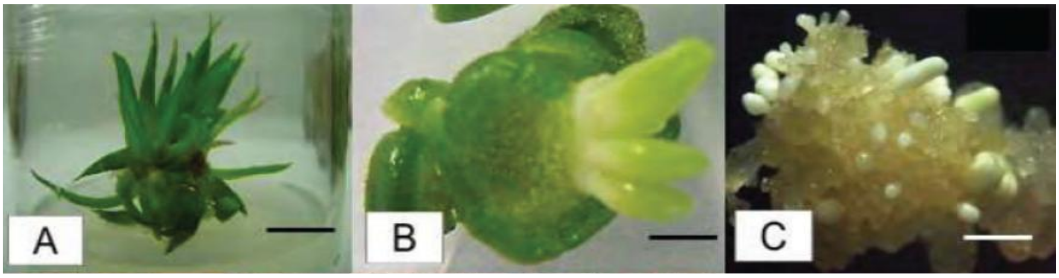
معمولاً شامل یک مرحله کالوس قبل از تشکیل جنین‌ها است. در یک تحقیق از هشت میلی‌گرم در لیتر پیکلورام (PIC) و ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر BAP برای القای جنین‌زایی استفاده شده است (Delgado-Aceves et al., 2019).

جنین‌زایی سوماتیک مستقیم:

این به‌طور مستقیم از بافت اولیه بدون مرحله کالوس مداخله‌ای اتفاق می‌افتد. جنین‌زایی سوماتیک مستقیم در دیگر گونه‌های *Agave* مانند *Agave fourcroydes* با استفاده از کشت لایه سلولی نازک گزارش شده است (Hernández et al., 2014; Monja-Mio et al., 2013). تکنولوژی لایه تعلیق سلولی نازک به‌عنوان یک روش جدید برای جنین‌زایی سوماتیک در *Agave tequilana* پیشنهاد شده است. این تکنیک ترکیبی، مزایای کشت مایع برای تفکیک سلولی کالوس جنین‌زا و محیط جامد برای کشت و توسعه جنین‌زایی را دارد. نمک‌های MS، ویتامین‌های L2، سه درصد سوربیتول، نه میکرو مولار توفوردی (2,4-D)، ۱/۳ مولار BAP با شش تا ۱۲ گرم در لیتر فیتاژل جامد می‌شوند وکالوس جنین‌زا روی محیط القایی جامد تولید می‌شود (Delgado-Aceves et al., 2019). سپس تعلیق‌های سلولی در محیط کشت مایع (نمک‌های MS اصلاح شده، ویتامین‌های L2، سه درصد سوربیتول، هیدرولیزات کازئین و گلوتامین) آماده می‌شوند. لایه نازکی از این تعلیق روی محیط کشت جامد پخش می‌شود. این روش پتانسیل بالایی برای غلبه بر مشکلات آب‌دار شدن و متورم شدن غیرطبیعی (هایپر هیدریسیته) که اغلب در کشت‌های مایع وجود دارد نشان داده است و شامل مراحل کمتری نسبت به تکثیر جوانه‌های ناخواسته می‌باشد. جنین‌های مشاهده شده با استفاده از فناوری TCL دارای منشاء یک‌سلولی هستند. نمک‌های پایهMSبه‌طور مکرر به‌عنوان پایه‌ای برای محیط‌های کشت استفاده می‌شوند. همچنین، ویتامین‌های B5 در زمینه ریزازدیادی آگاو به‌کار گرفته شده‌اند. ساکارز یک منبع کربن رایج است که معمولاً در غلظت سه درصد استفاده می‌شود. غلظت‌های ساکارز می‌توانند بر بیان جنین در فناوری TCL تأثیر بگذارند. هیدرولیزات کازئین و گلوتامین به‌عنوان مکمل در محیط‌های کشت مایع برای جنین‌زایی استفاده شده است (Montoya-Martínez et al., 2019).

برش‌های بافت شناسی برای درک ساختارهای سلولی دخیل در سیستم‌های مختلف ریزازدیادی حیاتی هستند. در مطالعات، از تکنیک‌هایی مانند قرار دادن نمونه‌ها در پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)، برش با میکروتوم چرخشی و رنگ‌آمیزی با سافرانین و آبی استرالی برای تحلیل بافت با میکروسکوپ نوری استفاده شده است (Delgado-Aceves et al., 2019). این تحلیل‌ها به تمایز بین اندام‌زایی و جنین‌زایی سوماتیکی با بررسی منشاء و توسعه ساختارهای تجدید شده کمک می‌کند.

تکثیر درون شیشه‌ای پتانسیل تولید سریع و انبوهی از گیاهان آگاو تکولانا را فراهم می‌کند. این روش می‌تواند برای حفظ مواد ژنتیکی استفاده شود. جنین‌زایی سوماتیکی، به‌ویژه از سلول‌های منفرد، می‌تواند برای بهبود ژنتیکی از طریق غربالگری سلولی ارزشمند باشد. در کشت‌های مایع گیاهان آبدار مانند آگاو تکولانا، آب‌دار شدگی و متورم شدن غیرطبیعی می‌تواند مشکل‌ساز باشد، اما تکنیک‌هایی مانند TCL به‌دنبال کاهش این مشکل هستند. انتخاب سیستم مناسب (تکثیر جوانه‌های جانبی، اندام‌زا یا جنین‌زایی سوماتیکی) بستگی به اهداف خاص و در دسترس بودن مواد زیستی دارد (Puente-Garza, 2015).



شکل ۱- ریزازدیادی در گیاه آگاو تکولانا وبر، رقم آژول A) شاخه‌زایی. مقیاس- ۲ سانتی‌متر، B) اندام‌زایی مستقیم توسط لایه نازک سلولی. مقیاس- ۵ میلی‌متر و C) جنین‌زایی سوماتیک غیرمستقیم. مقیاس- ۲ میلی‌متر (Gutiérrez Mora et al., 2019)

نتیجه‌گیری

تکثیر درون شیشه‌ای مزایای قابل توجهی را ارائه می‌دهد، ملاحظاتی مانند تغییرات سوموکلونال برای کاربردهای تجاری و حفظ ژنتیکی اهمیت دارند. تکنیک‌های تکثیر درون شیشه‌ای برای آگاو تکولانا به‌خوبی تثبیت شده به‌طوری‌که روش‌های مختلفی برای تکثیر انبوه آن ارائه می‌دهند. تکثیر جوانه‌های جانبی، اندام‌زایی و جنین‌زایی سوماتیکی سیستم‌های کلیدی هستند که هر کدام نیازهای هورمونی و مسیرهای توسعه خاص خود را دارند. فن‌آوری لایه تعلیق سلولی نازک، نشان‌دهنده یک پیشرفت در جنین‌زایی سوماتیکی است که می‌تواند کارآیی را بهبود ببخشد و آبکی شدگی و متورم شدن غیرطبیعی را کاهش دهد.

منابع

Chen, Y., Chen, X., Hu, F., Yang, H., Yue, L., Trigiano, R. and Cheng, Z. 2014. Micropropagation of *Agave americana*. HortScience, 49: 320–327.

Gutiérrez Mora, A., Rodríguez Garay, B., Estarrón Espinosa, M., Gschaedler Mathis, A.C., Kirchmayr, M.R., Moreno Terrazas, R., Lappe, P., Camacho Ruiz, R.M., Ortiz Basurto, R.I., Aguilar Uscanga, M.G., Aguilar Juárez, O., Gallardo Valdez, J., Hernández López, J. de J. and Sánchez Osorio, E. 2019. Integral and sustainable use of *Agave*. CIATEJ.

Hernández, A.S., Palacios, H. and Portillo, L. 2014. Histologic origin of micropropagated shoots of *Agave tequilana*. In: Sustainable and Integral Exploitation of *Agave*, pp. 36–39.

Julia del, C. Rodríguez M., De la Mora-Amutio, M., Plascencia-Correa, L.A., Audelo-Regalado, E., Guardado, F.R., Hernández-Sánchez, E., Peña-Ramírez, Y.J., Escalante, A., Beltrán-García, M. and Ogura, T. 2014. Cultivable endophytic bacteria from leaf bases of *Agave tequilana* and their role as plant growth promoters. Brazilian Journal of Microbiology, 45(4) : 1333–1339.

Monja-Mio, K.M., Robert, M.L. and Gómez, L. 2013. Direct somatic embryogenesis of *Agave fourcroydes* Lem. through thin cell layer culture. In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant, 49: 541–549.

Montoya-Martínez, A.C., Rincón-Enríquez, G., Lobit, P., López-Pérez, L. and Quiñones-Aguilar, E.E. 2019. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on *Agave tequilana* growth. Revista Fitotecnia Mexicana, 42(4) : 429–438.

Puente-Garza, C., Gutiérrez-Mora, A. and García-Lara, S. 2015. Micropropagation of *Agave salmiana*: means to production of antioxidant and bioactive principles. Frontiers in Plant Science, 6: 1026.

Ramírez-Ramírez, M.J., Mancilla-Margalli, N.A., Meza-Álvarez, L., Turincio-Tadeo, R., Guzmán de Pena, D. and Avila-Miranda, M.E. 2017. Epidemiology of *Fusarium* agave wilt in *Agave tequilana* Weber var. azul. Plant Protection Science, 53: 144–152.

Trejo, L., Limones, V., Peña, G., Scheinvar, E., Vargas-Ponce, O., Zizumbo-Villarrea, D. and Colunga-García Marín, P. 2018. Genetic variation and relationships among *Agaves* related to the production of tequila and mezcal in Jalisco. Industrial Crops and Products, 125: 140–149.

Vega-Ramos, K.L., Uvalle-Bueno, J.X. and Gómez-Leyva, J.F. 2013. Molecular variability among isolates of *Fusarium oxysporum* associated with root rot disease of *Agave tequilana*. Biochemical Genetics: 51, 243–255.

Introduction to the in vitro propagation of *Agave tequilana*

Abbas Yadollahi[1*], Neda Ghasemi[2] and Mahboubeh Rahimi[3]
1.Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Board Member, Nahal Gostar Royan Knowledge-Based Company, Abyek, Qazvin, Iran.
3. PhD Candidate, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author's: yadollah@modares.ac.ir*

Abstract

The industrial and economic plant blue agave (*Agave tequilana*) is native to Mexico, and its stem and leaves are a rich source of fructans and phenolic compounds. It is used in the food industry for producing syrups and inulin, for animal feed, in the pharmaceutical industry, and for the production of second-generation biodiesels. Tissue culture and micropropagation techniques are effective tools for mass production and conservation of this plant. Various plant parts, including axillary buds, thin cell layers (TCLs), and leaves, are used as explants to initiate cultures. The stages of micropropagation, including axillary bud proliferation, organogenesis, and somatic embryogenesis, each have specific hormonal requirements. Recent advancements, such as thin cell suspension layer technology, help improve the efficiency of somatic embryogenesis and reduce problems like vitrification and abnormal swelling. Controlled environmental conditions and Murashige and Skoog (MS) medium play a crucial role in the success of in vitro culture of this plant. In many studies, five milligrams per liter of benzylaminopurine (BAP) has been used to stimulate axillary bud growth, and five milligrams per liter of benzylaminopurine and 0.2 milligrams per liter of 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T) have been used for organogenesis. Eight milligrams per liter of picloram (PIC) and 0.75 milligrams per liter of benzylaminopurine have been used to induce indirect somatic embryogenesis, which involves a callus stage before embryo formation. Additionally, casein hydrolysate and glutamine have been used as supplements in a culture medium containing three percent sorbitol, nine micromolar 2,4-D, and six to twelve grams per liter of Phytagel for embryogenic callus development. Although in vitro methods offer significant advantages, challenges such as somaclonal variation require attention. The present research investigates the in vitro propagation of blue agave, considering Iran's climatic conditions and the plant's low water requirements.

Keywords: *Agave tequilana*, Benzylaminopurine, Lateral buds, Micropropagation, Somatic embryogenesis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تاثیر روش‌های استریل‌سازی و نوع ریزنمونه بر آلودگی و سوختگی بافت در کشت درون شیشه‌ای ریزنمونه‌های جاتروفا کارکس

مژگان سلیمانی‌زاده[1*]، سمیه کریمی تکلو[1] و علیرضا یاوری[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
*نویسنده مسئول: *m.soleimanizadeh@hormozgan.ac.ir*

چکیده

آلودگی یکی از چالش‌های اصلی در کشت بافت گیاهی است و همچنان یک مانع عمده برای آغاز کشت‌ها در شرایط آزمایشگاهی است. بنابراین، نمونه‌های گیاهی باید با ضدعفونی‌کننده‌ها در غلظت‌های مناسب و برای مدت‌زمان‌های بهینه مورد استفاده قرار گیرند. یک روش استریل‌سازی بهینه می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی نرخ موفقیت کشت بافت را افزایش دهد. جاتروفا کارکس یک گیاه مقاوم به گرما و دانه‌دار روغنی از خانواده فرفیون است. به‌دلیل ارزش اقتصادی بالای آن، که یکی از مواد اولیه اصلی برای تولید بیودیزل است، و اهمیت دارویی آن، توجه قابل‌توجهی را به‌خود جلب کرده است. هدف از این مطالعه بهینه‌سازی روش‌های مختلف استریل‌سازی برای کشت در شرایط آزمایشگاهی جاتروفا بود. یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و چهار ریزنمونه در هر تکرار انجام شد. عوامل شامل پنج روش استریل‌سازی(S_1 تا S_5) چهار نوع ریزنمونه (E_1 تا E_4) بودند. تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که اثر روش‌های استریل‌سازی بر آلودگی و سوختگی بافت در سطح احتمال ۱٪ معنادار بود، در حالی که اثر نوع ریزنمونه و اثر متقابل بین روش استریل‌سازی و نوع ریزنمونه معنادار نبودند. روش استریل‌سازی S_1 (کنترل، بدون هیچ‌گونه تیمار استریل‌سازی) بالاترین میزان آلودگی (۱۰۰٪) را نشان داد. در مقابل، روش S_5 (۳۰ دقیقه در محلول ۳٪ ساولن، ۵ دقیقه در قارچ‌کش بنومیل ۱۰٪، ۱۰ دقیقه در اتانول ۷۰٪، ۵ دقیقه در کلرید جیوه ۱٪، ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ با یک قطره توئین-۲۰، و سپس سه شستشو با آب مقطر، هر یک به‌مدت ۵ دقیقه) منجر به آلودگی صفر شد. روش S_1 کمترین کارایی را داشت. روش S_4 (۳۰ دقیقه در ۳٪ ساولن، ۱ دقیقه در اتانول ۷۰٪، ۱۰ دقیقه در کلرید جیوه ۱٪، ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ با توئین-۲۰، و سه شستشوی ۵ دقیقه‌ای با آب مقطر) بیشترین میزان سوختگی در ریزنمونه‌های جاتروفا را ایجاد کرد. قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض کلرید جیوه در روش S_4 ممکن است به بافت‌های گیاهی آسیب رسانده باشد. با کاهش مدت‌زمان قرارگیری در معرض کلرید جیوه از ۱۵ دقیقه به ۱۰ دقیقه در روش S_5، از سوختگی بافت جلوگیری شد و نتیجه آلودگی صفر و بدون علائم سوختگی به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، استریل‌سازی، بنومیل، کشت بافت گیاهی، کلرید جیوه، گیاه دارویی.

مقدمه

آلودگی همچنان یکی از چالش‌های اصلی در کشت بافت گیاهی است و مانع مهمی برای آغاز کشت‌ها محسوب می‌شود. در نتیجه، کارایی تکثیر و ریشه‌زایی نیز کاهش می‌یابد. حفظ کشت‌های استریل به‌شدت به چندین عامل وابسته است، از جمله: روش‌های مؤثر استریل‌سازی، شرایط مناسب رشد، انتخاب مواد گیاهی مناسب و استفاده از محیط‌های کشت غنی از مواد مغذی (Brondani et al., 2013). استریل‌سازی سطحی برای حذف یا کاهش آلاینده‌ها ضروری است، اما نباید بر قابلیت زیستی گیاه تأثیر منفی بگذارد. به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین مراحل در کشت بافت گیاهی، فرآیند استریل‌سازی باید بهینه شود تا نرخ موفقیت کلی افزایش یابد (Wendling et al., 2014). از آنجا که آلاینده‌های میکروبی با بافت‌های گیاهی برای مواد مغذی رقابت می‌کنند، حضور آن‌ها می‌تواند رشد گیاه را مختل کند. بنابراین، ریزنمونه‌ها باید با غلظت‌های مناسب ضدعفونی‌کننده‌ها و برای مدت زمان مشخص تیمار شوند، زیرا غلظت‌های بیش از حد می‌تواند منجر به آسیب یا مرگ بافت شود (Oyebanji et al., 2009). جاتروفا کارکس، گیاهی گرمادوست با دانه‌های غنی از روغن، نه تنها به‌دلیل ارزش زینتی بلکه به خاطر اهمیت اقتصادی بالا، کاربردهای دارویی و نقش آن به‌عنوان یکی از مواد اولیه اصلی تولید بیودیزل،

توجه زیادی را به‌خود جلب کرده است. به طور سنتی، جاتروفا برای تولید صابون، شمع، رنگ، روان‌کننده‌ها و سایر محصولات استفاده می‌شده است. علاوه بر این، این گیاه به عنوان گونه‌ای مقاوم به خشکی و مناسب برای کنترل فرسایش توصیه شده است. در سال‌های اخیر، کشاورزی سنتی به تنهایی نتوانسته است نیاز جهانی به زیست‌توده گیاهی برای تولید بیودیزل و سایر کاربردها از جمله داروسازی را تأمین کند. بنابراین، استفاده از تکنیک‌های کشت بافت گیاهی که دسترسی به زیست‌توده را افزایش می‌دهند، به یک ضرورت فوری تبدیل شده است (Al-Khayri et al., 2022). هدف این مطالعه بررسی اثر روش‌های مختلف استریل‌سازی و نوع ریزنمونه بر میزان آلودگی و سوختگی در کشت درون شیشه‌ای جاتروفا کارکس است.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی اثر روش‌های استریل‌سازی و نوع ریزنمونه بر میزان آلودگی و سوختگی بافت، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و پنج ریزنمونه در هر تکرار انجام شد. عوامل شامل نوع روش استریل‌سازی در پنج سطح بود. S_1، شاهد: فاقد ضدعفونی، S_2، یک دقیقه اتانول ۷۰ ٪، ۱۰ دقیقه هیپوکلریت سدیم ۱/۵ ٪ همراه با یک قطره توئین ۲۰، و ۳ بار شست و شو با آب مقطر استریل هر بار به مدت ۵ دقیقه، S_3، ۳۰ دقیقه در محلول ضدعفونی کننده ساولن ۳٪، یک دقیقه اتانول ۷۰٪، ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ با یک قطره توئین ۲۰، سه بار شست و شو با آب مقطر هر بار ۵ دقیقه، S_4، ۳۰ دقیقه در محلول ضدعفونی کننده ساولن ۳٪، یک دقیقه اتانول ۷۰٪، ۱۰ دقیقه کلرید جیوه ۱ ٪، ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ همراه با یک قطره توئین ۲۰، سه بار شست و شو هر بار ۵ دقیقه، S_5، ۳۰ دقیقه در محلول ضدعفونی کننده ساولن ۳٪، ۵ دقیقه قارچ کش بنومیل ۱۰٪ ، یک دقیقه اتانول ۷۰٪، ۵ دقیقه کلرید جیوه ۱٪، ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ همراه با یک قطره توئین ۲۰، سه بار شست و شو با آب مقطر هر بار ۵ دقیقه، نوع ریزنمونه نیز شامل چهار سطح بود: E_1 هیپوکوتیل، E_2، کوتیلدون، E_3، برگ و E_4 دمبرگ

نتایج و بحث

ارزیابی اثر روش‌های استریل‌سازی و نوع ریزنمونه بر میزان آلودگی و سوختگی بافت

تحلیل واریانس نشان داد که اثر روش‌های استریل‌سازی بر درصد آلودگی و سوختگی بافت از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. در مقابل، اثر نوع ریزنمونه و تعامل بین روش استریل‌سازی و نوع ریزنمونه بر میزان آلودگی و سوختگی بافت از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنابراین، مقایسه میانگین‌ها تنها برای روش‌های مختلف استریل‌سازی انجام شد.

درصد استریل‌سازی

شکل ۱ نشان می‌دهد که روش‌های مختلف استریل‌سازی تأثیر متفاوتی بر درصد آلودگی ریزنمونه‌ها داشتند. این شکل مقایسه پنج روش استریل‌سازی (S_1 تا S_5) نشان می‌دهد و میزان آلودگی به‌صورت درصد ارائه شده است. روش استریل‌سازی S_1 بیشترین میزان آلودگی را داشت (۱۰۰٪)، در حالی که روش S_5 کمترین میزان آلودگی را نشان داد. شکل ۱ نشان می‌دهد که روش‌های مختلف استریل‌سازی تأثیر متفاوتی بر درصد آلودگی ریزنمونه داشتند. روش استریل‌سازی S1 بیشترین میزان آلودگی را داشت (۱۰۰٪)، در حالی که روش S5 کمترین میزان آلودگی را نشان داد (شکل ۱).

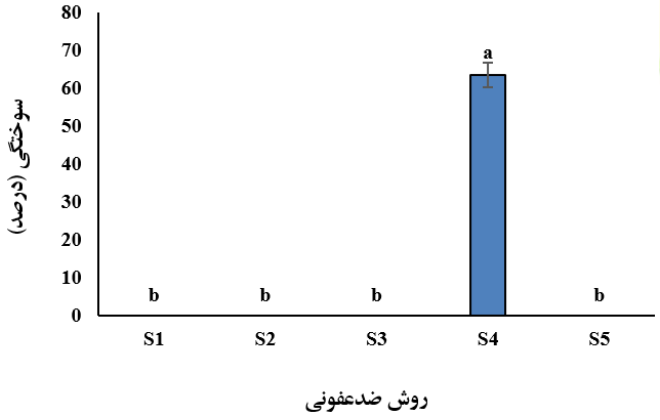


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده روش ضدعفونی بر درصد آلودگی گیاه دارویی جاتروفا. میانگین حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

نتایج نشـان می‌دهد که روش‌های اسـتریل‌سـازی به‌طور قابل توجهی بر میزان آلودگی تأثیر می‌گذارند، به‌طوری که در این مطالعه، روشS_5 به‌عنوان مؤثرترین روش شـناسـایی شـد، در حالی که S_1 کمترین اثرگذاری را داشـت. عوامل متعددی بر اثربخشـی روش‌های استریل‌سازی تأثیر می‌گذارند. هر روش استریل‌سازی دارای خواص ضد میکروبی متفاوتی است. سدیم هیپوکلریت، یک ضدعفونی‌کننده رایج در کشت بافت گیاهی، در روش دوم عملکرد بهتری نسبت به روش اول داشت که احتمالاً به‌دلیل اضافه شدن اتانول و افزایش غلظت هیپوکلریت اسـت. با این حال، تفاوت بین روش‌هایS_1 و S_2 از نظر آماری معنی‌دار نبود. در روش S2، ترکیب ۷۰٪ سـدیم هیپوکلریت با ۱/۵٪ اتانول به‌عنوان یک ضـدعفونی‌کننده قوی عمل کرد و به‌ویژه در برابر آلودگی‌های سـطحی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها مؤثر بود (Sahu et al., 2022) روش S_3 که از سـاولن اسـتفاده کرده بود، میزان آلودگی کمتری نسـبت به روش‌هایS_1 و S_2 نشـان داد که سـاولن ضدعفونی‌کننده قوی با خواص باکتری‌کشی و قارچ‌کشی است و معمولاً برای کاهش آلودگی سطحی و میکروارگانیسم‌های مقاوم استفاده می‌شـود (Sharada et al., 2013) . گزارش‌ها نشـان داده‌اند که سـاولن فعالیت ضـد میکروبی بالایی علیه Staphylococcus aureusو گونه‌های باسیلوسدارد.(Isawumi et al., 2021) . در روش S_5، اضافه شدن قارچ‌کش بنومیل در فرآیند استریل‌سازی باعث کاهش آلودگی به صفر شد و این روش را نسبت به S_4 برتر ساخت. بنومیل یک قارچ‌کش سیستمیک است که به توبولین متصل می‌شود و با اختلال در تشکیل دوک میتوز، تقسیم سلولی قارچ‌ها را متوقف می‌کند و رشد آن‌ها را متوقف می‌سازد. در کشت بافت Gnetum، استفاده از بنومیل در استریل‌سازی باعث کاهش میزان آلودگی از ۱۰۰٪ به ۴۰٪ شد (Ngone et al., 2021).

درصد سوختگی

در میان روش‌های آزمایش شده، روش استریل‌سازی S_4بالاترین سطح سوختگی بافت را در گیاهان جاتروفا ایجاد کرد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده روش ضدعفونی بر درصد سوختگی گیاه دارویی جاتروفا. میانگین حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

در مقابل، روش‌های S_1، S_2، S_3 و S_5 از نظر ایجاد ســوختگی بافت تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نشــان ندادند و هیچ‌یک از آن‌ها علائم قابل مشاهده‌ای از سوختگی ایجاد نکردند. به‌احتمال زیاد، ترکیبات شیمیایی استفاده شده در روش S_4برای بافت‌های جاتروفا سمی بوده و منجر به آسیب و بروز علائم سوختگی شده‌اند. مدت زمان طولانی‌تر قرار گرفتن در معرض ماده ضدعفونی‌کننده (کلرید جیوه) در روش S_4ممکن اســت باعث آســیب به بافت گیاه شــده باشــد. با کاهش زمان قرارگیری در معرض کلرید جیوه از ۱۵ دقیقه در S_4به ۱۰ دقیقه در روش S_5، سوختگی بافت به‌طور کامل حذف شد و درصد سوختگی به صفر رسید. یک مطالعه گزارش کرده است که قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض کلرید جیوه باعث افزایش آســیب بافتی و کاهش بقا در ریزنمونه‌ها می‌شــود، در حالی که زمان‌های کوتاه‌تر با نتایج بهتری از نظر بقا و کاهش سمیت همراه بوده‌اند (Teixeira da Silva et al., 2016).

منابع

Al-Khayri, J.M., Sahana, G.R., Nagella, P., Joseph, B.V., Alessa, F.M. and Al-Mssallem, M.Q. 2022. Flavonoids as potential anti-inflammatory molecules: A review. Molecules, 27: 2901.

Brondani, G.E., Oliveira, L.d., Bergonci, T., Brondani, A.E., França, F.A.M., Silva, A.d. and Goncalves, A.N. 2013. Chemical sterilization of culture medium: A low cost alternative to in vitro establishment of plants.

Ngone, A.M., Ndam, L.M., Njilar, R.M., Oumar, D. and Njock, T.E. 2021. Effective medium for in vitro sprouting of the buds and multiplication of the plantlets, and identification of the fungal contaminant associated with the explants of Gnetum. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences, 16: 001–013.

Oyebanji, O., Nweke, O., Odebunmi, O., Galadima, N., Idris, M., Nnodi, U., Afolabi, A. and Ogbadu, G. 2009. Simple, effective and economical explant-surface sterilization protocol for cowpea, rice and sorghum seeds. African Journal of Biotechnology, 8.

Sahu, P.K., Tilgam, J., Mishra, S., Hamid, S., Gupta, A., K, J., Verma, S.K. and Kharwar, R.N. 2022. Surface sterilization for isolation of endophytes: Ensuring what (not) to grow. Journal of Basic Microbiology, 62: 647–668.

Teixeira da Silva, J.A., Kulus, D., Zhang, X., Zeng, S., Ma, G. and Piqueras, A. 2016. Disinfection of explants for saffron (*Crocus sativus*) tissue culture. Environmental and Experimental Biology, 14.

Wendling, I., Trueman, S.J. and Xavier, A. 2014. Maturation and related aspects in clonal forestry—Part I: Concepts, regulation and consequences of phase change. New Forests, 45: 449–471.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effects of sterilization methods and explant type on contamination and tissue burn in In vitro culture of *Jatropha curcas* explants

Mojgan Soleimanizadeh[1*], Somayeh Karimi takallo[2] and Alireza Yavari[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
[*]Corresponding Author: *m.soleimani380@gmail.com*

Abstract

Contamination remains one of the primary challenges in plant tissue culture and is still a major barrier to initiating in vitro cultures. Therefore, plant samples must be treated with disinfectants at appropriate concentrations and for optimal durations. An optimized sterilization method can significantly enhance the success rate of tissue culture. *Jatropha curcas* L. is a heat-tolerant, oil-seed-bearing plant from the Euphorbiaceae family. Due to its high economic value being one of the main raw materials for biodiesel production and its medicinal significance, it has attracted considerable attention. The objective of this study was to optimize various sterilization methods for in vitro culture of Jatropha. A factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications and four explants per replicate. The factors included five sterilization methods (S1 to S5) and four types of explants (E1 to E4). Analysis of variance revealed that the effect of sterilization methods on contamination and tissue burn was significant at the 1% probability level, whereas the effect of explant type and the interaction between sterilization method and explant type were not significant. Sterilization method S1 (control, without any sterilization treatment) showed the highest contamination rate (100%). In contrast, method S5 (30 minutes in 3% Savlon solution, 5 minutes in 10% Benomyl fungicide, 1 minute in 70% ethanol, 5 minutes in 1% mercuric chloride, 10 minutes in 1.5% sodium hypochlorite with one drop of Tween-20, followed by three rinses with distilled water, each lasting 5 minutes) resulted in zero contamination. Method S1 had the lowest efficiency. Method S4 (30 minutes in 3% Savlon, 1 minute in 70% ethanol, 10 minutes in 1% mercuric chloride, 10 minutes in 1.5% sodium hypochlorite with Tween-20, and three 5-minute rinses with distilled water) caused the highest level of tissue necrosis in Jatropha explants. The extended exposure to mercuric chloride in method S4 may have damaged the plant tissues. By reducing the exposure time to mercuric chloride from 15 minutes to 10 minutes in method S5, tissue necrosis was prevented, resulting in zero burn symptoms.

Keywords: Benomyl, Contamination, Mercuric chloride, Medicinal plant, Plant tissue culture, Sterilization.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر ترکیبی هورمون‌ها، نوع ریزنمونه و نور بر رشد و شکل‌گیری کالوس جاتروفا

مژگان سلیمانی‌زاده[1*]، سمیه کریمی تکلو[1] و علیرضا یاوری[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
*نویسنده مسئول: *m.soleimanizadeh@hormozgan.ac.ir*

چکیده

کشت کالوس از گیاهان دارویی ترکیبات فیتوشیمیایی زیست‌فعال تولید می‌کند که می‌توانند در درمان بیماری‌های مختلف از جمله سرطان، اختلالات قلبی‌عروقی، بیماری‌های عصبی، بیماری‌های عفونی و سایر بیماری‌ها مورد استفاده قرار گیرند. گونه‌های جاتروفا علاوه بر ارزش اقتصادی، منابع غنی از فیتوشیمیایی‌هایی مانند ترپن‌ها، پپتیدهای حلقوی، آلکالوئیدها و لیگنان‌ها محسوب می‌شوند. در میان کلاس‌های فیتوشیمیایی، دی‌ترپن‌ها، سزکویی‌ترپن‌ها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، فنولیک‌ها، لیگنان‌ها، نئولیگنان‌ها، کومارین‌ها و فیتواسترول‌ها بیشترین مطالعه را به‌خود اختصاص داده‌اند. هدف این پژوهش بررسی اثر تیمارهای هورمونی مختلف، نوع ریزنمونه و شرایط نوری بر ویژگی‌های مختلف کشت کالوس درون‌شیشه‌ای جاتروفا بود. پس از کاشت بذر جاتروفا و استریل‌کردن ریزنمونه‌ها، القای کالوس با استفاده از انواع مختلف ریزنمونه (هیپوکوتیل، کوتیلدون، برگ و دمبرگ) بهینه‌سازی شد. یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و پنج ریزنمونه در هر تکرار انجام گرفت. عوامل شامل پنج سطح تیمار هورمونی (H_1 تا H_5)، چهار نوع ریزنمونه (E_1 تا E_4) و دو شرایط نوری بود. ریزنمونه هیپوکوتیل که با ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA (اسید نفتالین‌استیک) و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP (بنزیل‌آمین‌پورین) تحت شرایط نوری (E_1H_2L) تیمار شده بود، بیشترین درصد القای کالوس را نشان داد. سایر تیمارها نیز افزایش معنی‌داری در درصد تشکیل کالوس نشان دادند. تیمار E_1H_2L همچنین منجر به بیشترین وزن تر و حجم کالوس و کوتاه‌ترین زمان آغاز تشکیل کالوس شد.

واژه‌های کلیدی: بنزیل‌آمین‌پورین (BAP)، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (NAA)، کالوس، کشت درون‌شیشه‌ای، نفتالین استیک اسید.

مقدمه

کشت بافت گیاهی در شرایط آزمایشگاهی یک تکنیک پیشرفته در کشاورزی و زیست‌فناوری است که از روش‌های آزمایشگاهی برای تکثیر، نگهداری و بهبود گیاهان استفاده می‌کند. این روش عمدتاً برای تکثیر سریع گیاهان، تولید واریته‌های مقاوم به بیماری و آفات، و تحقیقات در زمینه ژنتیک گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hussain et al., 2012). کشت کالوس می‌تواند برای تولید پایدار و در مقیاس و سیع متابولیت‌های ثانویه که در صنایع دارویی، آرایشی، غذایی و صنایع مرتبط اهمیت دارند، به کار گرفته شود. کالوس حاصل از گیاهان دارویی، فیتوشیمیایی‌های زیست‌فعالی تولید می‌کند که کاربردهای درمانی بالقوه‌ای در درمان بیماری‌های مختلف نظیر سرطان، بیماری‌های قلبی‌عروقی، اختلالات عصبی، بیماری‌های عفونی و غیره دارند. علاوه بر این، ترکیبات فیتوشیمیایی‌های تولیدشده به یک طبقه خاص شیمیایی محدود نبوده وتنوع شیمیایی‌گسترده‌ای رانشان‌می‌دهند(Georgiev et al., 2009). ترکیب مناسبی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در غلظت‌های مشخص می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بازده القای کالوس را افزایش دهد. نور نیز نقش حیاتی در فرآیند کالوژنز ایفا می‌کند(Ullah et al., 2019) . جنس Jatropha متعلق به قبیله Joannesieae در خانواده Euphorbiaceae بوده و شامل تقریباً ۱۷۵ گونه می‌باشد. این گیاه بومی قاره آمریکا بوده اما درحال حاضر بطور گسترده‌ای درمناطق گرمسیری ونیمه‌گرمسیری آسیا وآفریقا پراکنده شده است، جایی که به‌طور سنتی در پزشکی محلی برای درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. نام Jatropha از واژه‌های یونانی "jatros" (پزشک) و "trophe" (تغذیه) گرفته شده است، که بازتاب‌دهنده استفاده تاریخی آن در طب سنتی می‌باشد. به‌دلیل خواص دارویی و ترکیب شیمیایی متنوع، گونه‌های Jatropha توجه علمی قابل‌توجهی را به‌خود جلب کرده‌اند (Jonathan et al., 2012). هدف از

این مطالعه بررسی اثرات تیمارهای هورمونی مختلف، نوع ریزنمونه، و شرایط نوری بر ویژگی‌های مختلف کشت کالوس درون‌شیشه‌ای در جاتروفا بود.

مواد و روش‌ها

بهینه‌سازی القای کالوس در Jatropha :

پس از سترون‌سازی سطحی، القای کالوس با استفاده از انواع مختلف ریزنمونه شامل هیپوکوتیل، کوتیلدون، برگ و پتیول بهینه‌سازی شد. برای این منظور، یک آزمایش فاکتوریل بر اساس طرح کاملاً تصادفی (CRD) با سه تکرار و پنج ریزنمونه در هر تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل پنج سطح تیمار هورمونی (H1 تا H5) ، چهار نوع ریزنمونه (E1 تا E4)، و دو شرایط نوری بود. در این مطالعه، ریزنمونه‌های هیپوکوتیل، کوتیلدون، برگ، و پتیول به‌ترتیب با کدهای E1 ، E2، E3 و E4 مشخص شدند. تیمارهای هورمونی شامل موارد زیر بودند: کنترل(H1) ، ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA + ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر(H2) BAP ، ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP + ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر ۲,۴-D (H3)، ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP + 1 میلی‌گرم بر لیتر(H4) IAA ، و ۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر TDZ (H5). شرایط نوری با کدهای L (روشنایی) و D (تاریکی) مشخص شدند.

نتایج و بحث

ارزیابی اثرات تیمار هورمونی، نوع ریزنمونه، و شرایط نوری بر ویژگی‌های کالوس:

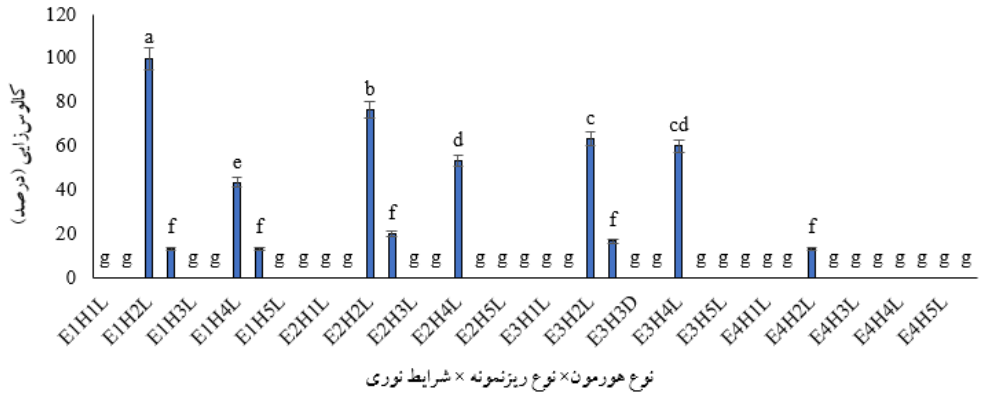
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تیمار هورمونی، نوع ریزنمونه، و شرایط نوری و همچنین اثرات متقابل دوگانه بین هورمون × ریزنمونه، ریزنمونه × شرایط نوری، هورمون × شرایط نوری و اثر متقابل سه‌گانه بین تیمار هورمونی، نوع ریزنمونه و شرایط نوری، همگی در سطح احتمال ۱٪ برای صفات درصد القای کالوس، زمان شروع کالوس، وزن تر و خشک کالوس و حجم کالوس از نظر آماری معنی‌دار بودند. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سه‌گانه، مقایسه میانگین‌ها تنها برای این اثر متقابل انجام شد.

درصد القای کالوس:

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار شامل ریزنمونه هیپوکوتیل، ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA به همراه ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAPتحت شرایط نوری (E_1H_2L) بیشترین درصد القای کالوس را ایجاد کرد (شکل ۱). همچنین تیمار شامل ریزنمونه کوتیلدون با همان ترکیب هورمونی تحت شرایط نوری (E_2H_2L) افزایش معنی‌داری در درصد القای کالوس نشان داد (شکل ۲).



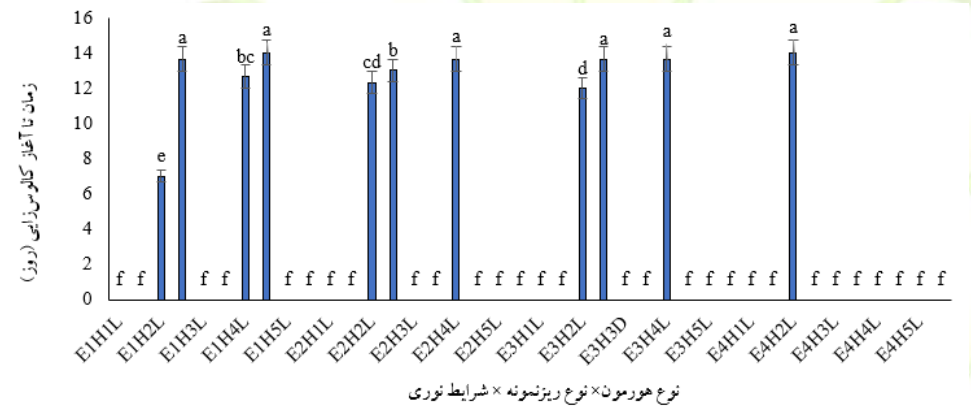
شکل ۱- پاسخ ریزنمونه هیپوکوتیل به القای کالوس



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون، ریزنمونه و شرایط نوری بر درصد کالوس‌زایی گیاه دارویی جاتروفا. میانگین حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

زمان شروع کالوس:

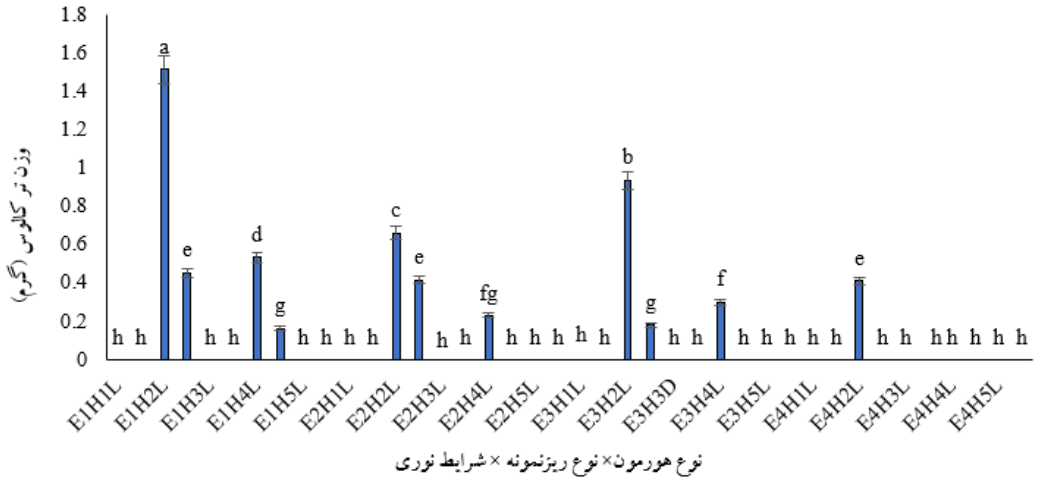
زمان شروع کالوس در تیمارهای مختلف به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (شکل ۳). کوتاه‌ترین زمان برای شروع کالوس در تیمار E_2H_2Lمشاهده شد. در کشت بافت گیاهی، ترکیب هورمون‌ها و شرایط محیطی نظیر نور می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر رشد و توسعه ریزنمونه‌ها داشته باشد (Long et al., 2022).



شکل ۳ – مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون، ریزنمونه و شرایط نوری بر زمان تا آغاز کالوس‌زایی گیاه دارویی جاتروفا. میانگین حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

وزن تر کالوس:

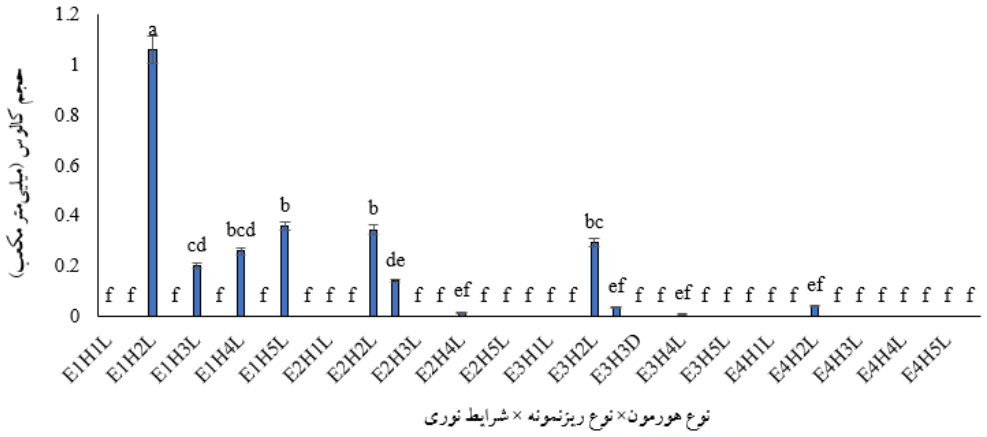
در شکل ۴، تیمار E_1H_2L (هیپوکوتیل، ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA به همراه ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP)، شرایط نوری بیشترین وزن کالوس را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد. این امر نشان می‌دهد که ترکیب این عوامل (نوع ریزنمونه، نوع و غلظت هورمون‌ها، و شرایط نوری) بهینه بوده و منجر به رشد بهتر کالوس شده است. مطالعات مشابه بر روی گیاهانی نظیر *Solanum lycopersicum*نشان داده‌اند که ریزنمونه‌های هیپوکوتیل معمولاً کالوس بیشتری تولید می‌کنند که به‌دلیل سطح بالاتر مواد مغذی ذخیره‌شده و هورمون‌های درون‌زاد می‌باشد. این موضوع با نتایج این مطالعه مطابقت دارد، جایی که هیپوکوتیل در تیمار E_1H_2L وزن بیشتری نسبت به سایر ریزنمونه‌ها نشان داد (Klimek-Chodacka et al., 2020).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون، ریزنمونه و شرایط نوری بر وزن تر کالوس گیاه دارویی جاتروفا. میانگین حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

حجم کالوس:

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حجم کالوس در تیمار E_1H_2L (هیپوکوتیل، ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA به همراه ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP)، شرایط نوری (به میزان ۱/۰۶ میلی‌متر مکعب افزایش یافت (شکل ۵). این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت این ترکیب هورمونی و شرایط محیطی بر رشد کالوس می‌باشد. ترکیب ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA (اکسین) و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP (سیتوکینین) تعادل بهینه‌ای برای تحریک تقسیم سلولی و افزایش حجم کالوس ایجاد می‌کند. مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که نسبت‌های مشابه هورمونی باعث افزایش حجم کالوس در *Brassica napus* می‌شوند (Hasan et al., 2021).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون، ریزنمونه و شرایط نوری بر حجم کالوس گیاه دارویی جاتروفا. میانگین حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است

منابع

Georgiev, M. I., Weber, J. and Maciuk, A. 2009. Bioprocessing of plant cell cultures for mass production of targeted compounds. Applied Microbiology and Biotechnology, 83: 809-823.

Hasan, A. M., ElKaaby, E. A. and AL-Jumaily, R. M. K. 2021. In Vitro Effects of Different Combinations of Phytohormones on Callus Induction from Different Explants of Cabbage Brassica Oleracea Var. Capitata L. Seedlings. Iraqi Journal of Science, 3476-3486.

Hussain, A., Qarshi, I. A., Nazir, H. and Ullah, I. 2012. Plant tissue culture: current status and opportunities. Recent Advances in Plant In Vitro Culture, 6: 1-28.

Jonathan, S., Udoh, E., Ojomo, E., Olawuyi, O. and Babalola, B. 2012. Efficacy of Jatropha curcas Linn. as fungicides in the control of Ceratocystis paradoxa (Chalara anamorph) IMI 501775 associated with bole rot of Cocos nucifera Linn. seedlings. Rep. Opin, 4: 48-60.

Klimek-Chodacka, M., Oleszkiewicz, T., Lowder, L. G., Qi, Y. and Baranski, R. 2020. Efficient CRISPR/Cas9-based genome editing in carrot cells. Plant Cell Reports, 39: 891-893.

Long, J., Li, M., Wu, H., Wu, H., Li, Z. and Wang, Y. 2022. Effects of light quality on the growth and development of in vitro cultured plants: A review. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 148: 1-18.

Ullah, M. A., Tungmunnithum, D., Garros, L., Hano, C. and Abbasi, B. H. 2019. Monochromatic lights-induced trends in antioxidant and antidiabetic polyphenol accumulation in in vitro callus cultures of Lepidium sativum L. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 196: 111505.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effects of hormonal treatments, explant type, and different light conditions on various callus characteristics in *In vitro* culture of *Jatropha*

Mojgan Soleimanizadeh[1*], Somayeh Karimi takallo[1] and Alireza Yavari[1]
1, 2, 3. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
[*]Corresponding Author*: m.soleimani380@gmail.com*

Abstract

Callus culture from medicinal plants produces bioactive phytochemical compounds that can be utilized in the treatment of various diseases, including cancer, cardiovascular disorders, neurological conditions, infectious diseases, and others. *Jatropha* species, in addition to their economic value, are considered rich sources of phytochemicals such as terpenes, cyclic peptides, alkaloids, and lignans. Among the most extensively studied phytochemical classes are diterpenes, sesquiterpenes, alkaloids, flavonoids, phenolics, lignans, neolignans, coumarins, and phytosterols. The aim of this study was to investigate the effects of different hormonal treatments, explant types, and light conditions on various characteristics of in vitro callus culture in *Jatropha* species. After sowing Jatropha seeds and sterilizing the explants, callus induction was optimized using different explant types (hypocotyl, cotyledon, leaf, and petiole). A factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with three replicates and five explants per replicate. The factors included five levels of hormonal treatment (H1 to H5), four types of explants (E1 to E4), and two light conditions. The hypocotyl explant treated with 0.1 mg/L NAA (naphthalene acetic acid) and 0.5 mg/L BAP (benzylaminopurine) under light conditions (E1H2L) exhibited the highest percentage of callus induction. Other treatments also showed significant increases in callus formation percentage. The E1H2L treatment also resulted in the highest fresh weight and volume of callus, as well as the shortest time to the onset of callus initiation.

Keywords: Benzylaminopurine (BAP), Callus, Plant Growth Regulators, In Vitro Culture, Naphthalene Acetic Acid (NAA).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر الیسیتور نیترات نقره بر ویژگی‌های متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی گیاه *Calendula officinalis* در کشت درون‌شیشه‌ای

مژگان سلیمانی زاده[1*]، یونس محمودی[1] و علیرضا یاوری[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
*نویسنده مسئول: *m.soleimanizadeh@hormozgan.ac.ir*

چکیده

تکنیک‌های کشت بافت گیاهی یک رویکرد یکپارچه برای تولید استاندارد ترکیبات دارویی فراهم می‌کنند و ماده گیاهی یکنواختی را برای ارزیابی‌های فیزیولوژیکی و تحلیل ترکیبات زیست‌فعال ارائه می‌دهند. زیست‌فناوران استراتژی‌های گوناگونی را برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در کشت‌های آزمایشگاهی توسعه داده‌اند. در میان این استراتژی‌ها، الیسیتیشن یکی از شناخته‌شده‌ترین و مؤثرترین روش‌ها برای افزایش بازده متابولیت‌ها به شمار می‌رود. هدف این مطالعه بررسی اثر القاگر نیترات نقره بر ویژگی‌های متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی گیاه *Calendula officinalis* تحت شرایط کشت درون‌شیشه‌ای است. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار، چهار تکرار، و پنج بذر در هر تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار غلظت مختلف از الیسیتور نیترات نقره بودند: ۰ (شاهد)، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار. سپس اثر این الیسیتور بر ویژگی‌های مختلف متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی شامل فنول کل، فلاونوئید، آنتوسیانین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای کاروتنوئید بررسی شد. تحلیل واریانس نشان داد که بین تیمارها از نظر محتوای فنول کل، فلاونوئید، آنتوسیانین، کاروتنوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تمامی غلظت‌های نیترات نقره نسبت به تیمار شاهد، افزایش معنی‌داری در محتوای فنول کل مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان فنول به‌ترتیب در تیمار ۲ میلی‌مولار نیترات نقره و تیمار شاهد مشاهده گردید. به‌طور مشابه، نتایج مقایسه میانگین‌ها برای محتوای فلاونوئید، آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای کاروتنوئید نیز نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار این صفات در تیمارهای نیترات نقره نسبت به شاهد بودند.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، الیسیتور، فلاونوئید، کشت بافت گیاهی، متابولیت ثانویه.

مقدمه

روش‌های زیست‌فناورانه مانند کشت بافت گیاهی در حال حاضر نقش مهمی در انتخاب، تکثیر و حفظ ژنوتیپ‌های گیاهان دارویی ایفا می‌کنند. باززایی گیاهان در شرایط درون‌شیشه‌ای به‌طور چشمگیری کیفیت تولید داروهای گیاهی را افزایش می‌دهد. تکنیک‌های کشت بافت گیاهی رویکردی یکپارچه برای تولید استاندارد ترکیبات دارویی فراهم می‌آورند و ماده گیاهی یکنواختی برای ارزیابی‌های فیزیولوژیکی و تحلیل ترکیبات زیست‌فعال در اختیار قرار می‌دهند. زیست‌فناوران استراتژی‌های گوناگونی برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در کشت‌های آزمایشگاهی توسعه داده‌اند (Marchev, Yordanova and Georgiev, 2020). در میان این استراتژی‌ها، الیسیتیشن یکی از شناخته‌شده‌ترین و مؤثرترین روش‌ها برای افزایش بازده متابولیت‌ها است. القاگری به کاربرد القاگرهای خارجی اطلاق می‌شود، ترکیباتی که پاسخ‌های دفاعی گیاه را تحریک کرده و متابولیسم ثانویه را برای محافظت از گیاه در برابر استرس افزایش می‌دهند. این ا الیسیتورها از طریق گیرنده‌های خاص کانال‌های یونی موجود در غشای پلاسمایی، بیان ژن را فعال کرده و پاسخ‌های استرسی در گیاه را القا می‌کنند. این فرایند می‌تواند منجر به افزایش تجمع یا تولید اشکال جدیدی از متابولیت‌های ثانویه ارزشمند شود (Narayani and Srivastava, 2017). این گیاه که به‌طور معمول با نام گل همیشه‌بهار شناخته می‌شود، به دلیل ترکیبات فیتوشیمیایی غنی، منبعی ارزشمند برای توسعه داروهای جدید به‌شمار می‌رود (Shahane et al., 2023). این گیاه به‌طور سنتی برای درمان گستره وسیعی از بیماری‌ها، از جمله سوختگی‌های سطحی، زخم‌های گوارشی، بیماری‌های پوستی، اختلالات بینایی، نامنظمی‌های قاعدگی، واریس، بواسیر، و زخم‌های پپتیکی

استفاده شده است (Shahane et al., 2023). ترکیبات فعال آن شامل ترپنوئیدها، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها، اسیدهای چرب، مواد معدنی و سایر متابولیت‌های ثانویه هستند که در فعالیت‌های ضدالتهابی، ضددیابتی، آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضدباکتری، ضدقارچ، ضدویروس و محافظت‌کننده عصبی نقش دارند (Lima et al., 2022; Shahane et al., 2023). به همین دلایل این گیاه جایگاه برجسته‌ای در طب سنتی دارد. هدف این مطالعه، بررسی اثر الیسیتور نیترات نقره بر ویژگی‌های متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی گیاه *Calendula officinalis* در شرایط کشت درون‌شیشه‌ای است.

مواد و روش‌ها

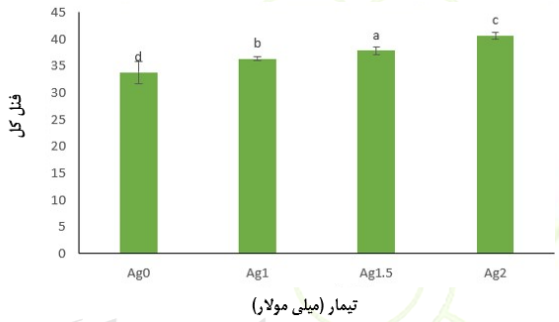
این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار، چهار تکرار و پنج بذر در هر تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار غلظت از الیسیتور نیترات نقره بودند: ۰ (شاهد)، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار. ابتدا، محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS) که حاوی غلظت‌های مختلف الیسیتور بود، در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شد تا استریل شود. پس از ریختن محیط کشت و خنک شدن کامل آن، ظروف کشت مهر و موم شده و برای کاشت آماده شدند. نمونه‌های کشت‌شده سپس به اتاقک رشد کنترل‌شده با شرایط درون‌شیشه‌ای منتقل شدند، جایی که دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با دمای ثابت ۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. محتوای فنول کل براساس روش سولاند و لایما (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد. محتوای فلاونوئید کل با استفاده از آزمون رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم ($AlCl_3$) و بر اساس پروتکل لین و تانگ (۲۰۰۷) تعیین شد. فعالیت رادیکال‌زدایی DPPH طبق روش هاتانو و همکاران (۱۹۸۸) ارزیابی شد. محتوای آنتوسیانین کل با استفاده از محلول متانول اسیدی، بر اساس روش اصلاح‌شده‌ای که توسط واگنر (۱۹۷۹) توصیف شده است، کمی‌سازی شد. محتوای کاروتنوئید نیز طبق روش لیختنتالر (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

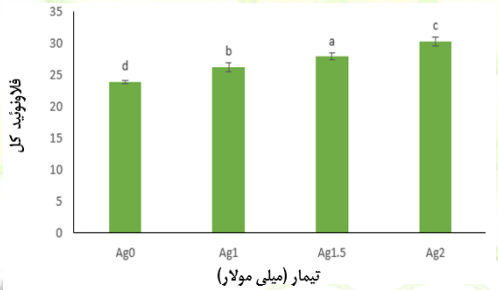
تحلیل واریانس (جدول ۱) نشان داد که بین تیمارها در سطح احتمال ۱٪ از نظر محتوای فنول کل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تمامی غلظت‌های نیترات نقره نسبت به تیمار شاهد، افزایش معنی‌داری در محتوای فنول کل مشاهده شد (شکل ۱). بیشترین و کمترین میزان فنول به‌ترتیب در تیمار ۲ میلی‌مولار نیترات نقره و تیمار شاهد مشاهده گردید. به‌طور مشابه، نتایج مقایسه میانگین‌ها برای محتوای فلاونوئید (شکل ۲)، محتوای آنتوسیانین (شکل ۳)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی (شکل ۴) و محتوای کاروتنوئید (شکل ۵) نیز افزایش معنی‌داری در این صفات تحت تیمارهای نیترات نقره نسبت به شاهد نشان داد. همچنین گزارش شده است که استرس ناشی از فلزات سنگین موجب افزایش سنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌شود که از نقش حفاظتی این ترکیبات حمایت می‌کند. مطالعه قبلی نشان می‌دهد که نیترات نقره به عنوان یک الیسیتور در سنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاهان عمل می‌کند، جایی که یون Ag^+ موجود است. نیترات نقره می‌تواند فعالیت هورمون اتیلن را مهار کند؛ این ممکن است تولید محصولات ثانویه گیاهی، باززایی گیاه و نرخ جنین‌زایی سوماتیک را افزایش دهد (Mahendran, Geetha and Venkatachalam 2019).

جدول ۱- تحلیل واریانس اثر تیمار القاگر نیترات نقره بر ویژگی‌های متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی *Calendula officinalis* L.

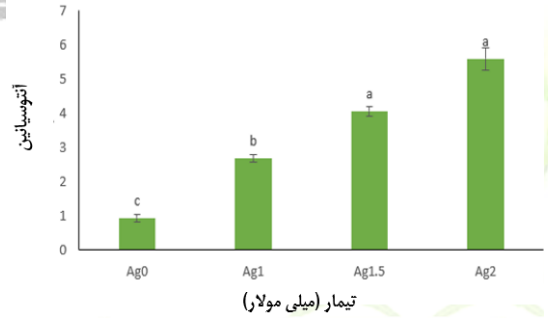
S. O. V.	Df	MS				
		Total phenol	Total flavonoid	Antioxidant activity	Carotenoid	Anthocyanin
Treatment	3	20.40**	17.96**	84.25**	2.82**	9.71**
Error	7	0.20	0.10	0.46	0.018	0.29
C.V. (%)	-	1.21	1.18	1.30	8.86	15.42



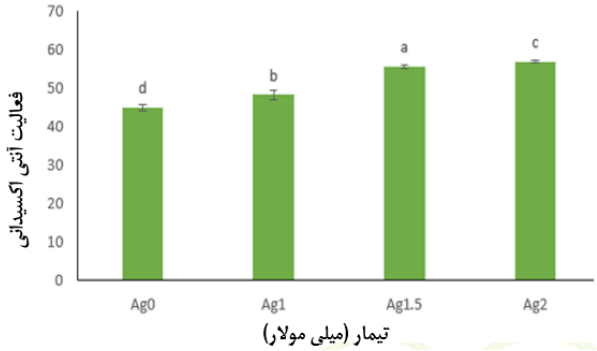
شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار نیترات نقره بر میزان فنل کل در *Calendula officinalis* L.



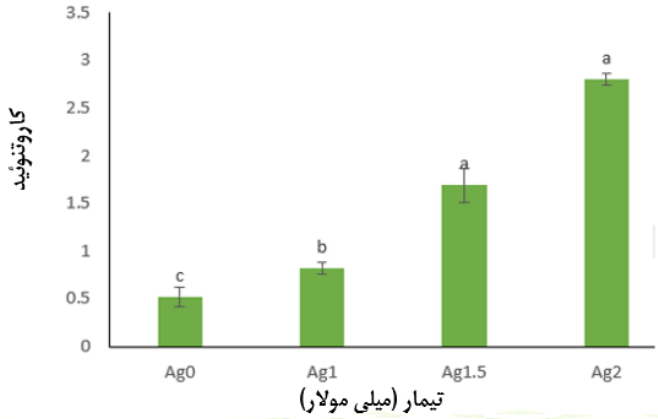
شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار نیترات نقره بر میزان فلاونوئید کل در *Calendula officinalis* L.



شکل ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار نیترات نقره بر میزان آنتوسیانین در *Calendula officinalis* L.



شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار نیترات نقره بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در *Calendula officinalis* L.



شکل ۶- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار نیترات نقره بر میزان کاروتنوئید در *Calendula officinalis* L.

منابع

Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T. and Okuda, T. 1988. Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 36: 2090-2097.

Lichtenthaler, H. K. 1987. [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In Methods in Enzymology, 350-382. Elsevier.

Lin, J.-Y. and Tang, C.-Y. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. Food Chemistry, 101: 140-147.

Mahendran, D., Geetha, N. and Venkatachalam, P. 2019. Role of silver nitrate and silver nanoparticles on tissue culture medium and enhanced the plant growth and development. In Vitro Plant Breeding Towards Novel Agronomic Traits: Biotic and Abiotic Stress Tolerance, 59-74.

Marchev, A. S., Yordanova, Z. P. and Georgiev, M. I. 2020. Green (cell) factories for advanced production of plant secondary metabolites. Critical Reviews in Biotechnology, 40: 443-458.

Narayani, M. and Srivastava, S. 2017. Elicitation: a stimulation of stress in in vitro plant cell/tissue cultures for enhancement of secondary metabolite production. Phytochemistry Reviews, 16: 1227-1252.

Shahane, R. S., Dhale, D. A., Sawant, S. S. and Killedar, S. G. 2023. Calendula officinalis L.: A review of phytochemistry and pharmacological activities. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 12(5) : 87-94.

Soland, S. and Laima, S. 1999. Phenolics and cold tolerance of Brassica napus. Plant Agriculture, 1: 1-5.

Wagner, G. J. 1979. Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. Plant Physiology, 64: 88-93.

Wawrosch, C. and Zotchev, S. B. 2021. Production of bioactive plant secondary metabolites through in vitro technologies-status and outlook. Applied Microbiology and Biotechnology, 105: 6649-6668.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the effect of silver nitrate elicitor on the metabolic and antioxidant properties of *Calendula officinalis* in *In vitro* culture

Mojgan Soleimanizadeh[1]*, Younes Mahmoodi[2] and Alireza Yavari[3]
1, 2, 3. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
*Corresponding Author: *m.soleimanizadeh@hormozgan.ac.ir*

Abstract

Plant tissue culture techniques offer an integrated approach for the standardized production of medicinal compounds and provide uniform plant material for physiological evaluations and analysis of bioactive constituents. Biotechnologists have developed various strategies to enhance the production of secondary metabolites in laboratory-based cultures. Among these strategies, elicitation is one of the most recognized and effective approaches for improving metabolite yield. The aim of this study is to investigate the effect of silver nitrate elicitor on the metabolic and antioxidant properties of *Calendula officinalis* under in vitro culture conditions. This experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with four treatments, four replicates, and five seeds per replicate. The treatments included four concentrations of silver nitrate elicitor: 0 (control), 1, 1.5, and 2 mM. Subsequently, the effect of the elicitor on various metabolic and antioxidant traits, including total phenol, flavonoid, anthocyanin, antioxidant capacity, and carotenoid content, was evaluated. The analysis of variance revealed that there were statistically significant differences at the 1% probability level among the treatments in terms of total phenolic content, flavonoids, anthocyanins, carotenoids, and antioxidant activity. The results of the mean comparison indicated a significant increase in total phenolic content at all silver nitrate concentrations compared to the control. The highest and lowest phenolic contents were observed in the 2 mM silver nitrate treatment and the control, respectively. Similarly, the mean comparison results for flavonoid content, anthocyanin content, antioxidant activity, and carotenoid content also showed significant increases in these traits under the silver nitrate treatments compared to the control.

Keywords: Antioxidant, Elicitor, Flavonoid, Plant tissue culture, Secondary metabolite.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

چشم‌اندازها و چالش‌های کشت‌های درون‌شیشه‌ای گیاهان

نسرین فرهادی[۱*]، سمانه متقی[۱] و مژگان عبدشاهیان[۱]
۱- پژوهشکده گلخانه و محیط‌های کنترل شده، موسسه تحقیقاتی علوم باغبانی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *nasrin.farhadi88@gmail.com*

چکیده

کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان که با نام کشت بافت گیاهی نیز شناخته می‌شود، یک تکنیک قدرتمند زیست‌فناوری است که در آن بخش‌هایی از گیاه (ریزنمونه‌ها) از محیط طبیعی خود جدا شده و پس از ضدعفونی، در شرایط استریل و با مواد مغذی مشخص، کشت داده می‌شوند. این محیط کنترل‌شده، امکان دستکاری دقیق رشد و نمو گیاه را فراهم می‌آورد و به پژوهشگران اجازه می‌دهد تا پاسخ‌های گیاه را به‌راحتی مشاهده و اصلاح کنند. این تکنیک بر پایه اصول توتی‌پوتنسی و انعطاف‌پذیری سلول گیاهی استوار است که به سلول‌ها امکان می‌دهد در شرایط مناسب به گیاهان کامل باززایی شوند. علی‌رغم مزایای فراوان، تکنیک‌های کشت درون‌شیشه‌ای با چالش‌های قابل‌توجهی به‌ویژه از جنبه‌های فنی و اقتصادی مواجه هستند. با این حال، آینده فناوری‌های کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان، با وجود محدودیت‌هایی که در حال حاضر مانع از گسترش تجاری آن می‌شود، همچنان امیدوارکننده به‌نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: تنوع سوماکلونال، چالش‌های اقتصادی، کشت بافت گیاهی، مهندسی ژنتیک.

مقدمه

کاربردهای کشت درون‌شیشه‌ای از زمان پیدایش به‌طور قابل‌توجهی گسترش یافته است. امروزه این روش به‌عنوان ابزاری ارزشمند برای ازدیاد سریع مواد گیاهی عاری از بیماری و یکنواخت (همسان با پایه مادری)، به‌ویژه برای محصولات باغی، غذایی و درختی که به‌صورت رویشی تکثیر می‌شوند، شناخته می‌شود (Jekayinoluwa et al., 2019). فراتر از ازدیاد، تکنیک‌های درون‌شیشه‌ای از کاربردهای گوناگون پژوهشی و تجاری پشتیبانی می‌کنند که از جمله می‌توان به نجات جنین، دستکاری سطح پلوئیدی، هم‌آمیزی پروتوپلاست‌ها، رویان‌زایی پیکری (سوماتیک) و حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهان اشاره کرد (Panis et al., 2020). این تکنیک‌ها همچنین نقش مهمی در کوتاه‌کردن چرخه اصلاح نژاد و تسهیل تراریختی (تبدیل ژنتیکی) گیاهان داشته‌اند (Hasnain et al., 2022).

کارایی کشت درون‌شیشه‌ای به عوامل متعددی بستگی دارد که باید به‌دقت بهینه‌سازی شوند. ترکیب محیط کشت از اهمیت اساسی برخوردار است، به‌گونه‌ای که پاسخ بافت گیاهی بر اساس ژنوتیپ، محتوای مواد مغذی، منبع ریزنمونه و وضعیت فیزیولوژیکی آن، و شرایط فیزیکی کشت همچون دما، pH، دوره نوری و هوادهی، تفاوت می‌کند (Jekayinoluwa et al., 2019). هر دو سیستم کشت نیمه‌جامد و مایع به‌طور رایج مورد استفاده قرار می‌گیرند که هرکدام دارای مزایا و محدودیت‌های خاص خود هستند (Simsek et al., 2023).

کاربردها و مزایای کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان

تسهیل برنامه‌های اصلاح نژاد گیاهان

تکنیک‌های کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان، با ارائه کاربردهای گوناگون در بخش‌های کشاورزی، دارویی و حفاظت از منابع، انقلابی در زیست‌فناوری گیاهی ایجاد کرده‌اند. یکی از مهم‌ترین مزایا، تکثیر سریع و در مقیاس وسیع مواد گیاهی عاری از بیماری و یکنواخت، بدون وابستگی به محدودیت‌های فصلی است. این قابلیت امکان تولید در طول سال گیاهان باکیفیت را فراهم می‌آورد و فرصت‌های اقتصادی جدیدی را برای تولیدکنندگان، کشاورزان و نهالستان‌دارانی که با گیاهان زینتی، میوه‌ها، درختان جنگلی و سبزیجات کار می‌کنند،

ایجاد می‌کند (Pasternak and Steinmacher, 2024). علاوه بر این، این تکنیک‌ها در مقایسه با روش‌های سنتی که ممکن است تا ۲۵ سال برای تولید ارقام بهبودیافته زمان ببرند، چرخه اصلاح نژاد را به‌طور قابل‌توجهی کوتاه‌تر می‌کنند (Hasnain et al., 2022).

تکنیک‌های درون‌شیشه‌ای ابزارهای قدرتمندی برای بهبود ژنتیکی و تحقیقات زیست‌فناوری فراهم می‌آورند. این روش‌ها رویکردهای گوناگونی از جمله مهندسی ژنتیک، القای هاپلوئید، رویان‌زایی پیکری (سوماتیک) و بررسی تنوع سوماکلونال را امکان‌پذیر می‌سازند (Singh et al., 2017). محیط کنترل‌شده کشت‌های درون‌شیشه‌ای، مطالعه فرآیندهای سلولی و مولکولی زیربنای تولید متابولیت‌های ثانویه و تنظیم آنها را تسهیل می‌کند (Singh et al., 2017). این تکنیک مواد گیاهی نسبتاً همگنی را فراهم می‌آورد که برای کاربردهای پژوهشی و تجاری ایده‌آل هستند (Pasternak and Steinmacher, 2024).

تولید متابولیت‌های ثانویه

سیستم‌های کشت درون‌شیشه‌ای به‌عنوان بسترهای کارآمدی برای تولید متابولیت‌های ثانویه‌ارزشمند با کاربردهای دارویی، آرایشی و تغذیه‌ای عمل می‌کنند. بسیاری از ترکیبات دارای اهمیت دارویی، ساختارهای پیچیده‌ای دارند که سنتز شیمیایی آن‌ها را دشوار یا غیرممکن می‌سازد (Abdulhafiz et al., 2020). کارخانه‌های سلولی گیاهی شامل کالوس، ریشه‌های مویین و سوسپانسیون‌های سلولی، محیط‌های کنترل‌شده‌ای برای سنتز این ترکیبات در مقیاس تجاری فراهم می‌کنند. این فناوری‌ها، چالش تأمین ترکیبات زیست‌فعالی را که به‌طور طبیعی در گیاهان با غلظت پایین وجود دارند و تحت تأثیر متغیرهای محیطی قرار می‌گیرند، برطرف می‌سازند (Abdulhafiz et al., 2020). شرایط کنترل‌شده همچنین نگرانی‌های مربوط به کیفیت ناپایدار و تأمین نامنظم را که اغلب بر گیاهان برداشت‌شده از طبیعت تأثیر می‌گذارند، از بین می‌برد (Espinosa-Leal et al., 2018). رویکردهای نوظهور برای افزایش دوام تجاری تولید متابولیت‌های درون‌شیشه‌ای شامل به‌کارگیری ابزارهای زیست‌فناوری مانند تراریختی (تبدیل ژنتیکی)، سامانه‌های کشت ریشه مویین، و استفاده از الیسیتورهای زیستی یا غیرزیستی برای تحریک سنتز متابولیت‌ها است (Halder et al., 2019).

حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهان

حفاظت از تنوع زیستی گیاهی یکی دیگر از کاربردهای حیاتی فناوری‌های درون‌شیشه‌ای به‌شمار می‌رود. این روش‌ها به‌ویژه برای حفظ منابع ژنتیکی گونه‌های دارای بذرهای رکالسیترانت، گیاهان تکثیرشونده به‌صورت رویشی، گونه‌های کمیاب و در معرض انقراض، و محصولات برتر زیست‌فناوری ارزشمند هستند (Vidyagina et al., 2021). با ایجاد پروتکل‌های کشت بافت، متولیان حفاظت می‌توانند از منابع اولیه محدود، مواد فراوانی تولید کنند، از نرخ بازیابی بالای نمونه‌های ذخیره‌شده اطمینان حاصل نمایند، و گیاهان کامل و همسان با پایه مادری را توسعه دهند. این رویکرد با توجه به تخریب زیست‌گاه‌ها، تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت که منابع ژنتیکی گیاهان را در سراسر جهان تهدید می‌کنند، روزبه‌روز مهم‌تر می‌شود (Tarraf and De Carlo, 2024).

چالش‌های کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان

چالش‌های فنی کشت درون‌شیشه‌ای

تکنیک‌های کشت درون‌شیشه‌ای با چالش‌های قابل‌توجهی مواجه می‌شوند که می‌توانند اثربخشی و کاربرد گسترده‌تر آن‌ها را محدود کنند. تنوع سوماکلونال یکی از موانع فنی عمده در کاربردهای کشت بافت به‌شمار می‌رود. این پدیده به تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی اشاره دارد که در طول فرآیند کشت پدید می‌آیند و اغلب منجر به تولید گیاهانی با ویژگی‌های متفاوت از مواد مادری می‌شوند (Hasnain et al., 2022). اگرچه گاهی از این تنوع‌ها برای بهبود محصولات زراعی استفاده می‌شود، اما زمانی که هدف تولید گیاهان یکنواخت و همسان با پایه مادری باشد، این تغییرات معمولاً نامطلوب هستند. تغییرات متیلاسیون DNA تأثیر قابل‌توجهی بر تنوع سوماکلونال دارند و مطالعات نشان داده‌اند که برخی از تغییرات اپی‌ژنتیک القاشده می‌توانند به ارث برسند، در حالی‌که با حذف شرایط تنش‌زا، برخی دیگر بازمی‌گردند (Jekayinoluwa et al., 2019).

انتقال موفقیت‌آمیز گیاهان کشت‌شده درون‌شیشه‌ای به شرایط مزرعه، چالش مهم دیگری را تشکیل می‌دهد. گیاهان حاصل از کشت بافت معمولاً تغذیه‌ای تغییر یافته، کوتیکول مومی کاهش‌یافته و روزنه‌های غیرفعال دارند که سازگاری را دشوار می‌سازد. این ویژگی‌ها می‌توانند منجر به میزان تلفات بالایی در زمان انتقال گیاهان به محیط‌های طبیعی شوند و در نتیجه، نیازمند پروتکل‌های دقیق سازگاری هستند (Budzianowska et al., 2023).

توسعه پروتکل همچنان یکی از بنیادی‌ترین چالش‌ها باقی مانده است، زیرا باید شرایط بهینه برای کشت درون‌شیشه‌ای به‌طور خاص برای هر گونه و اغلب برای ژنوتیپ‌های منفرد تعیین شود. عواملی که نیاز به بهینه‌سازی دارند شامل ترکیب محیط کشت، غلظت هورمون‌ها، انتخاب ریزنمونه و شرایط فیزیکی کشت مانند دما، pH و دوره نوری است (Jekayinoluwa et al., 2019).

چالش‌های اقتصادی و افزایش مقیاس تولید

علی‌رغم مزایای متعدد، فناوری‌های کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان با چالش‌های اقتصادی قابل‌توجهی مواجه هستند که پذیرش تجاری گسترده آن‌ها را محدود می‌کند. هزینه‌ی بالای پیاده‌سازی یکی از بزرگ‌ترین موانع به‌شمار می‌رود، زیرا این تکنیک‌ها در مقایسه با روش‌های سنتی تکثیر، نیازمند سرمایه‌گذاری قابل‌توجهی در تجهیزات تخصصی، مواد شیمیایی و زیرساخت‌ها هستند. بار مالی با نیاز به نیروی کار ماهر برای حفظ شرایط استریل و اجرای صحیح پروتکل‌های پیچیده، بیشتر نیز می‌شود (Abdalla et al., 2022). این محدودیت‌های اقتصادی باعث شده است که بسیاری از فناوری‌های امیدوارکننده درون‌شیشه‌ای، به جای کاربردهای تجاری، در سطح آزمایشگاه‌های تحقیقاتی باقی بمانند (Nirmal et al., 2023).

توسعه تولید درون‌شیشه‌ای از سطح آزمایشگاه به سطح صنعتی با موانع فنی متعددی روبه‌رو است. نرخ پایین تکثیر، خطرات بالای آلودگی در حین افزایش مقیاس، و دشواری‌های سازگاری گیاهان با شرایط خارج‌شیشه‌ای، به‌طور قابل‌توجهی مانع از توسعه تجاری می‌شوند (Nirmal et al., 2023). در زمینه تولید متابولیت‌های ثانویه، با وجود بیش از ۶۰ سال تلاش تحقیقاتی، مشکلات مربوط به بازده پایین و ناپایدار تا حد زیادی حل‌نشده باقی مانده است. گذار به کشت مبتنی بر بیوراکتور، اگرچه برای کاربردهای صنعتی امیدوارکننده است، اما چالش‌های پیچیده‌ای را به همراه دارد که به نوع خاص کشت درون‌شیشه‌ای مورد استفاده بستگی دارد (Espinosa-Leal et al., 2018).

عدم قطعیت‌های بازار، معادله‌ذاقتصادی را برای پیاده‌سازی تجاری فناوری‌های کشت درون‌شیشه‌ای پیچیده‌تر می‌کند. عدم قطعیت تقاضای بازار نسبت به هزینه‌های بالای راه‌اندازی و عملیاتی، پذیرش تجاری را محدود کرده است (Abdulhafiz et al., 2020). به‌طور خاص برای تولید گیاهان دارویی، سنتز شیمیایی ترکیبات پیچیده زیست‌فعال اغلب دشوار یا غیرممکن است و بنابراین، با وجود محدودیت‌های اقتصادی، روش‌های تولید زیستی اجتناب‌ناپذیر هستند (Abdulhafiz et al., 2020).

چشم‌انداز آینده و راه‌حل‌های نوظهور

آینده فناوری‌های کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان، با وجود محدودیت‌هایی که در حال حاضر مانع از پذیرش گسترده تجاری آن می‌شود، همچنان امیدوارکننده به‌نظر می‌رسد. اگرچه تحقیقات در این حوزه طی دو دهه اخیر کاهش یافته است، اما پتانسیل بنیادین این تکنیک‌ها برای همسان‌سازی (کلونینگ) گیاهان، ریزازدیادی، تولید گیاهان عاری از ویروس، هم‌آمیزی پروتوپلاست‌ها، و توسعه هاپلوئیدها ارتباط پایدار آن‌ها را تضمین می‌کند. تحول مستمر این فناوری‌ها، مسیرهای تازه‌ای برای غلبه بر موانع اقتصادی و فنی موجود ایجاد می‌کند (Abdalla et al., 2022). یکی از جهت‌گیری‌های مهم برای پیشرفت، توسعه سامانه‌های بیوراکتور بهبودیافته است. ظهور بیوراکتورهای کم‌هزینه و ساملنه‌های غوطه‌وری موقت، امکانات تازه‌ای را برای ریزازدیادی صنعتی گونه‌های گیاهی با اهمیت تجاری گشوده است. سامانه‌های غوطه‌وری موقت به‌ویژه امیدوارکننده هستند، زیرا مزایای هر دو محیط کشت مرسوم نیمه‌جامد و مایع را با هم ترکیب می‌کنند و در عین حال مشکلات رایجی همچون شیشه‌ای شدن بافت را برطرف می‌سازند. این سامانه‌ها تماس یکنواخت‌تری بین محیط کشت و گیاهان فراهم می‌آورند، میزان قهوه‌ای‌شدن را کاهش می‌دهند، از تجمع گازهای مضر جلوگیری می‌کنند، مدت زمان بین دو زیرکشت را افزایش می‌دهند و مراحل نگهداری را ساده‌تر می‌کنند و در نهایت، هم کارایی تکثیر و هم کیفیت گیاهان را بهبود می‌بخشند (Simsek et al., 2023).

فناوری‌های مهندسی ژنوم، مرز جدید دیگری را برای کاربردهای کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان ایجاد می‌کنند. ظهور ابزارهای ویرایش هدفمند ژنوم، به‌ویژه CRISPR/Cas9، امکاناتی را برای تولید ترکیبات زیست‌فعال بدون نیاز به وارد کردن ژن‌های خارجی فراهم می‌آورد (Espinosa-Leal et al., 2018). این ابزارهای مولکولی به‌طور بالقوه می‌توانند تغییرات آللی، جایگزینی پروموترها، یا ورود مسیرهای متابولیکی جدید را امکان‌پذیر سازند و در نتیجه، گیاهان حاصل قادر به بیان نوین مولکول‌های زیست‌فعال باارزش خواهند بود (Espinosa-Leal et al., 2018). چنین رویکردهایی ممکن است به غلبه بر چالش‌های پایدار بازده پایین و ناپایدار کمک کنند که تاکنون اجرای صنعتی سامانه‌های تولید متابولیت‌های درون‌شیشه‌ای را محدود کرده است.

همان‌طور که تحقیقات به رفع این چالش‌ها ادامه می‌دهد، تکنیک‌های کشت درون‌شیشه‌ای گیاهان این پتانسیل را دارند که با ارائه جایگزین‌های قابل‌کنترل و سازگار با محیط زیست در برابر روش‌های سنتی کشت، تولید پایدار گیاهان و ترکیبات زیست‌فعال باارزش را دگرگون سازند. ادغام این فناوری‌های نوظهور با راهبردهای گسترده‌تر برای بهبود و حفاظت از گیاهان، برای تحقق بخشیدن به پتانسیل کامل آن‌ها در مواجهه با چالش‌های جهانی در زمینه کشاورزی، پزشکی و حفاظت از تنوع زیستی، حیاتی خواهد بود (Panis et al., 2020; Singh et al., 2017).

منابع

Abdalla, N., El-Ramady, H., Seliem, M.K., El-Mahrouk, M.E., Taha, N.A., Bayoumi, Y.A., Shalaby, T.A. and Dobránszki, J. 2022. An academic and technical overview on plant micropropagation challenges. Horticulturae, 8: 677.

Abdulhafiz, F., Mohammed, A., Kayat, F.B., Zakaria, S., Hamzah, Z. and Reddy Pamuru, R. 2020. Micropropagation of *Alocasia longiloba* Miq and comparative antioxidant properties of ethanolic extracts of the field-grown plant, in vitro propagated and in vitro-derived callus. Plants, 9: 816.

Budzianowska, A., Kikowska, M.A., Małkiewicz, M., Karolak, I. and Budzianowski, J. 2023. Phenylethanoid glycosides in *Plantago media* L. organs obtained in in vitro cultures. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 61(1): 75–86.

Espinosa-Leal, C.A., Puente-Garza, C.A. and García-Lara, S. 2018. In vitro plant tissue culture: means for production of biological active compounds. Planta, 248: 1–18.

Halder, M., Sarkar, S. and Jha, S. 2019. Elicitation: A biotechnological tool for enhanced production of secondary metabolites in hairy root cultures. Engineering in Life Sciences, 19: 880–895.

Hasnain, A., Naqvi, S.A.H., Ayesha, S.I., Khalid, F., Ellahi, M., Iqbal, S. et al. 2022. Plants in vitro propagation with its applications in food, pharmaceuticals and cosmetic industries; current scenario and future approaches. Frontiers in Plant Science, 13: 1009395.

Jekayinoluwa, T., Gueye, B., Bhattacharjee, R., Osibanjo, O., Shah, T. and Abberton, M.T. 2019. Agromorphologic, genetic and methylation profiling of *Dioscorea* and *Musa* species multiplied under three micropropagation systems. PLoS ONE, 14(5): e0216717.

Nirmal, D., Teraiya, S. and Joshi, P. 2023. Liquid culture system: An efficient approach for sustainable micropropagation. Current Agriculture Research Journal, 11: 28–42.

Panis, B., Nagel, M. and Van den houwe, I. 2020. Challenges and prospects for the conservation of crop genetic resources in field gene banks, in in vitro collections and/or in liquid nitrogen. Plants, 9: 1634.

Pasternak, T. and Steinmacher, D. 2024. Plant growth regulation in cell and tissue culture in vitro. Plants, 13: 327.

Simsek, Ö., Dönmez, D., Sarıdaş, M.A., Açar, E., Aka Kaçar, Y., Paydaş Kargı, S. and İzgü, T. 2023. In vitro and ex vitro propagation of Turkish myrtles through conventional and plant form bioreactor systems. PeerJ, 11: e16061.

Singh, P., Guleri, R., Angurala, A., Kaur, K.H., Kaur, K., Kaul, S.C., Wadhwa, R. and Pati, P.K. 2017. Addressing challenges to enhance the bioactive of *Withania somnifera* through organ, tissue, and cell culture-based approaches. BioMed Research International, 2017: 3278494.

Tarraf, W. and De Carlo, A. 2024. In vitro biotechnology for conservation and sustainable use of plant genetic resources. Plants, 13: 1897.

Vidyagina, E.O., Kharchenko, N.N. and Shestibratov, K.A. 2021. Efficient cryopreservation of *Populus tremula* by in vitro-grown axillary buds and genetic stability of recovered plants. Plants (Basel), 10(1): 77.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The prospective and challenges of plants *in vitro* cultures

Nasrin Farhadi[1*], Samaneh Mottaghi[1] and Mojgan Abdeshahian[1]
1. Greenhouse and Controlled Environments Research Center (GCER), Horticultural Science Research Institute (HSRI), AREEO, Karaj, Iran
[*]Corresponding Author: Nasrin.farhadi88@gmail.com

Abstract

In vitro plant culture, also known as plant tissue culture, is a powerful biotechnological technique where plant parts (explants) are isolated from their natural environment, disinfected to remove microorganisms, and grown in sterile conditions with well-defined nutrients. This controlled environment enables precise manipulation of plant growth and development within a small space, allowing researchers to easily observe and modify plant responses. The technique is based on the principles of plant cell totipotency and plasticity, which allows plant cells to regenerate into complete plants under appropriate conditions. Despite the numerous benefits, in vitro culture techniques encounter significant challenges especially regarding technical and economical points. However, the future of in vitro plant culture technologies remains promising despite the constraints currently limiting widespread commercial adoption.

Keywords: Economic challenges, Genetic engineering, Somaclonal variation, Tissue culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین برشاخه‌زایی درون‌شیشه‌ای گیاه دراگون‌فروت (*Hylocereus* spp.)

مریم بروجردنیا[1*]

۱- پژوهشکده خرما ومیوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات،آموزش وترویج کشاورزی، اهواز ، ایران

*نویسنده مسئول: *Boroujerdnia@gmail.com*

چکیده

گیاه میوه اژدها (*Hylocereus* spp.) یکی از گیاهان گرمسیری متعلق به خانواده Cactaceae می‌باشد که میوه آن ارزش دارویی بالایی دارد. دراگون فروت به روش سنتی از طریق بذر و قلمه تکثیر می‌شود. تکثیر درون‌شیشه‌ای یکی از روش‌های نوین تکثیر گیاه دراگون فروت است. این تکنیک امکان تولید انبوه گیاهان سالم، یکنواخت و عاری از بیماری را فراهم می‌سازد. در این مطالعه، اثر غلظت‌های مختلف بنزیل‌آدنین (۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر) بر درصد شاخه‌زایی و تعداد شاخه‌های هر گیاهچه و طول شاخه‌ها بر شاخه‌زایی درون‌شیشه‌ای دراگون فروت بررسی شد. پس از ضدعفونی، ریزنمونه‌های ساقه در محیط کشت MS حاوی ساکارز (۳ درصد) و آگار (۰/۷ درصد) به همراه تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد کشت شدند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با۴ تکرار و هر واحد آزمایشی شامل ۴ قطعه ساقه انجام شد. نمونه‌ها در تمام طول آزمایش در اتاقک رشد با دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی گراد و طول روشنایی ۱۶ ساعت و شدت نور ۳۵۰۰ لوکس قرار گرفتند. درصد شاخه‌زایی و تعداد شاخه‌های هر گیاهچه و طول شاخه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد بنزیل آدنین نقش مؤثری در تحریک جوانه‌زنی و افزایش تعداد شاخه‌ها نسبت به شاهد داشت و تیمارهای حاوی بنزیل آدنین به‌طور معنی‌داری باعث افزایش شاخه‌زایی نسبت به شاهد شدند اما غلظت مورد استفاده در میزان شاخه‌زایی ریزنمونه‌های دراگون فروت نقش داشت. بیشترین درصد شاخه‌زایی، طول شاخه و تعداد شاخه در هر گیاه در تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین مشاهده شد و در غلظت بالاتر ۲ میلی‌گرم در لیتر شاخه‌زایی به‌شدت کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: دراگون فروت، ریزازدیادی، سایتوکینین، شاخه‌زایی.

مقدمه

گیاه میوه اژدها (*Hylocereus* spp.) یکی از گیاهان گرمسیری است که در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است و میوه آن ارزش دارویی بسیار بالایی دارد. این گیاه از خانواده Cactaceaeبوده و به‌عنوان یکی از گیاهان مقاوم به شرایط محیطی خشک و کم‌آب شناخته می‌شود (López et al., 2014).

ازدیاد درون‌شیشه‌ای یکی از روش‌های نوین تکثیر گیاه دراگون فروت است. این تکنیک امکان تولید انبوه گیاهان سالم، یکنواخت از نظر ژنتیکی و عاری از بیماری را فراهم می‌سازد و نسبت به روش‌های تکثیر سنتی سریع‌تر می‌باشد.(Sangwan et al., 2017).

در تکثیر درون‌شیشه‌ای، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد به‌ویژه سایتوکینین‌ها نقش کلیدی در تحریک شاخه‌زایی و تقسیم سلولی ایفا می‌کند. بنزیل آدنین به‌طور گسترده در مطالعات تکثیر گیاهان مختلف به‌ویژه کشت‌های درون‌شیشه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Chen et al., 2019). این تنظیم‌کننده رشد گیاهی به‌ویژه در تحریک جوانه‌زنی و افزایش تعداد شاخه‌ها مؤثر بوده و در بسیاری از گیاهان زینتی و تجاری، پاسخ‌های مثبتی از خود نشان داده است (Shah et al., 2018; Sreenivas et al., 2020). مطالعات نشان می‌دهند که غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین تأثیرات متفاوتی بر رشد و توسعه گیاهان دارند. تحقیقات نشان داده که اثر بنزیل آدنین بسته به گونه و شرایط محیطی متفاوت است (Yamamoto et al., 2016; Ahmad et al., 2018).

Arunkumar و همکاران در بررسی اثر غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین بر شاخه‌زایی میوه اژدها بیان کردند که غلظت ۲ تا ۶ میلی‌گرم در لیتر منجر به افزایش تعداد شاخه تا ۱۳ شاخه در هر ریزنمونه می‌شود. Sangwan و همکاران (2017) نشان دادند که کاربرد

تیدیازورون در غلظت ۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر منجر به افزایش باززایی شاخه میوه اژدها می‌گردد. این تحقیق، به منظور بررسی اثرات غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین بر شاخه‌زایی درون‌شیشه‌ای دراگون فروت انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه کشت بافت ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری بر روی دراگون فروت انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار و هر واحد آزمایشی شامل ۴ ریزنمونه انجام شد. ساقه‌های دراگون فروت از گیاه مادری جدا شد و پس از جداسازی قطعات ساقه از گیاه مادری به مدت ۱۵ دقیقه در زیر جریان آب شسته شدند. سپس ضدعفونی ریزنمونه‌ها در تیمارهای مختلف در شرایط سترون زیر هود لامینار انجام شد. پس از ضدعفونی، ریزنمونه‌ها به محیط کشت MS حاوی غلظت‌های مختلف BA (۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر) منتقل شدند. نمونه‌ها در تمام طول آزمایش در اتاقک رشد با دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی گراد و طول روشنایی ۱۶ ساعت و شدت نور ۳۵۰۰ لوکس قرار گرفتند. درصد شاخه‌زایی و تعداد شاخه‌های هر گیاهچه و طول شاخه‌ها پس از ۶ هفته مورد ارزیابی قرار گرفت. آماده‌سازی داده‌ها در برنامه Excel و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کاربرد بنزیل آدنین در محیط کشت باعث افزایش معنی‌دار شاخه‌زایی شده است. این نشان‌دهنده تأثیر مطلوب بنزیل آدنین در تحریک شاخه‌زایی می‌باشد. بیشترین درصد شاخه‌زایی در تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین (۹۲ درصد) مشاهده شد، در غلظت بالاتر ۲ میلی‌گرم در لیتر درصد شاخه‌زایی به‌شدت کاهش یافت، که نشان‌دهنده اثر منفی غلظت بالای بنزیل‌آدنین بر توان زیستی ریزنمونه‌هاست (جدول ۱). در تیمار شاهد کمترین درصد شاخه‌زایی مشاهده شد که نشان‌دهنده نیاز به وجود سایتوکینین در محیط کشت برای القای شاخه‌زایی می‌باشد. سایتوکینین‌ها، به‌ویژه بنزیل آدنین، نقش کلیدی در تقویت رشد و تقسیم سلولی دارند (Chen et al., 2019).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد بر درصد شاخه‌زایی، طول و تعداد شاخه.

تیمار	مقایسه میانگین		
	درصد شاخه‌زایی	طول شاخه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه
شاهد	۲۰^{d}	۱/۵ ^{d}	۱/۴^{d}
۰/۵میلی‌گرم در لیتر BA	۶۵^{b}	۳/۸^{b}	۳/۸^{b}
۱ میلی‌گرم در لیتر BA	۹۲^{a}	۴/۵^{a}	۵/۹^{a}
۲ میلی‌گرم در لیتر BA	۷۸^{ab}	۳/۴^{b}	۴/۲^{b}
۳ میلی‌گرم در لیتر BA	۴۰^{c}	۲/۶^{c}	۲/۵^{c}

تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

کاربرد بنزیل‌آدنین به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد شاخه‌ها نسبت به شاهد شد. بیشترین تعداد شاخه در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که میانگین شاخه‌های تولیدی در این تیمار ۵/۹ شاخه به ازای هر ریزنمونه بود. بین تیمارهای ۰/۵ و ۲ میلی‌گرم در لیتر از نظر تعداد شاخه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اثر بنزیل آدنین بر تعداد شاخه‌ها می‌تواند به دلیل تحریک تقسیم سلولی و افزایش فعالیت‌های متابولیکی در ریزنمونه‌ها باشد (Zhang et al., 2017). در مطالعه مشابهی توسط Sangwan و همکاران (2017) مشاهده شد که بنزیل آدنین موجب افزایش تعداد شاخه‌ها در کشت‌های درون‌شیشه‌ای گیاهان مختلف از جمله درختان میوه می‌شود. این نتایج به‌ویژه در شرایطی که محیط کشت نیاز به تحریک جوانه‌زنی و افزایش شاخه‌ها دارد، بسیار مهم است. با این حال، در غلظت‌های بالاتر از غلظت بهینه، تعداد شاخه‌ها کاهش یافت. این نتیجه به‌طور مشابه در بسیاری از مطالعات دیگر گزارش شده است که غلظت‌های بالا ممکن است باعث ایجاد اثرات سمی یا عدم تعادل در تولید گیاه شوند (Shah et al., 2018).

بیشترین و کمترین میانگین طول شاخه به ترتیب در تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین (۴/۵ سانتی‌متر) و شاهد (۱/۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. در تیمار شاهد، رشد طولی بسیار محدود بود که نقش ضروری بنزیل‌آدنین را در تحریک رشد طولی تأیید می‌کند. بین تیمارهای ۰/۵ و ۲ میلی‌گرم در لیتر از نظر طول ریشه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در غلظت ۳ میلی‌گرم در لیتر، اگرچه شاخه‌هایی تشکیل شده‌اند، ولی کوتاه و ضعیف بودند که ممکن است ناشی از سمیت یا عدم تعادل تنظیم‌کننده رشد باشد. در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، طول شاخه‌ها به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت، اما در غلظت‌های بالاتر، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر نسبت به غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر طول شاخه‌ها به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. این کاهش طول شاخه‌ها می‌تواند به دلیل سمیت یا پاسخ منفی سلول‌ها به غلظت‌های بالای بنزیل آدنین باشد. مطالعات مشابه بر روی گیاهان دیگر نیز نشان داده‌اند که غلظت‌های بهینه بنزیل آدنین معمولاً باعث رشد بهتر شاخه‌ها و افزایش طول آن‌ها می‌شود، اما غلظت‌های بالا ممکن است منجر به رشد ضعیف‌تر یا کوتاه‌تر شاخه‌ها شوند(Yamamoto et al., 2016; Zhang et al., 2017).

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که بنزیل آدنین نقش کلیدی در تحریک شاخه‌زایی درون‌شیشه‌ای دراگون فروت دارد. غلظت بهینه این هورمون در محدوده ۰/۵ تا ۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌تواند منجر به حداکثر شاخه‌زایی با حفظ کیفیت مناسب شاخه‌ها گردد. استفاده بیش از حد از بنزیل آدنین می‌تواند اثر معکوس داشته باشد و موجب کاهش شاخه‌زایی در محیط کشت شود. بنابراین بهترین غلظت برای شاخه زایی درون شیشه‌ای دراگون فروت، کاربرد ۱ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Ahmad, A., Khan, M.A., Ali, S. and Hussain, M. 2018. Effect of Benzyladenine on in vitro Propagation of Pear (*Pyrus* spp.). Acta Horticulturae, 1154: 123–128.

Arunkumar, G., Kavino, M., Auxcilia, J. and Hemaprabha, K. 2023. Efficient in vitro propagation protocol for mass multiplication in Dragon Fruit (*Hylocereus costaricensis*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 14(2): 20–25.

Chen, J., Wang, Y., Li, X. and Zhang, L. 2019. In vitro culture of Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.) for propagation and conservation. Horticulture Research, 6: 50–55.

Kahlon, M.S., Singh, R. and Sharma, P. 2015. Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.): A review on its propagation, cultivation, and nutritional properties. International Journal of Agricultural Sciences, 7(4): 437–442.

López, J.A., González, M. and Hernández, R. 2014. Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.): A review of its cultivation and potential benefits. Journal of Tropical Agriculture, 52(1): 1–10.

Sangwan, N.S., Singh, R. and Kumar, V. 2017. In vitro propagation of Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.): An overview. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 31(6): 1136–1144.

Shah, T., Patel, D. and Mehta, R. 2018. Effect of Cytokinins on in vitro regeneration and shoot proliferation in Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.). Scientia Horticulturae, 239: 220–228.

Sreenivas, S., Rao, P.S. and Reddy, K. 2020. Impact of Cytokinins on shoot regeneration and growth in cactus and other desert plants. Plant Growth Regulation, 92(3): 521–532.

Yamamoto, M., Tanaka, Y. and Suzuki, H. 2016. Optimization of Benzyladenine concentration for in vitro shoot regeneration in Pear (*Pyrus* spp.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 124: 343–352.

Zhang, Z., Li, Y. and Wang, J. 2017. Effect of Benzyladenine on in vitro shoot regeneration of apple trees. Horticultural Science, 52(4): 593–598.

The effect of different concentrations of benzyladenine on in vitro shoot formation of dragon fruit (*Hylocereus* spp)

Maryam Boroujerdnia[1*]
1. Date Palm and Tropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran
[*]Corresponding Author: *Boroujerdnia@gmail.com*

Abstract

Dragon fruit (*Hylocereus* spp.) is a tropical plant belonging to the Cactaceae family whose fruits have high medicinal value. Dragon fruit is propagated conventionally through seed cultures and stem cutting. In vitro propagation is a modern method for dragon fruit propagation. This technique allows for the mass production of healthy, uniform and disease-free plants. In this study, the effect of different concentrations of benzyl adenine (0, 0.5, 1, 2 and 3 mg/L) on the percentage of shoot formation, the number of branches per seedling, and the length of branches on in vitro shoot formation of dragon fruit was investigated. After disinfection, stem explants were cultured in MS medium containing sucrose (3%) and agar (0.7%) along with different treatments of growth regulators. The experiment was conducted in a completely randomized design with 4 replications and each experimental unit consisted of 4 stem segments. The samples were placed in a growth chamber at 25-27°C, 16 hours of light and 3500 lux light intensity throughout the experiment. The percentage of shoot formation and the number of branches per seedling and the length of the branches were evaluated. The results showed that the application of benzyl adenine had an effective role in stimulating germination and increasing the number of branches compared to the control, and the treatments containing benzyl adenine significantly increased shoot formation compared to the control, but the concentration used played a role in the shoot formation rate of dragon fruit explants. The highest percentage of shoot formation, branch length and number of branches per plant were observed in the 1 mg/L benzyl adenine treatment, and at a higher concentration of 2 mg/L, shoot formation was severely reduced.

Keywords: Cytokinin, Dragon fruit, Micropropagation, Shoot formation.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد بر ریشه‌زایی درون‌شیشه‌ای آناناس رقم MD2

مریم بروجردنیا[1*]

۱- پژوهشکده خرما ومیوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات،آموزش وترویج کشاورزی، اهواز ، ایران.

*نویسنده مسئول: *Boroujerdnia@gmail.com*

چکیده

آناناس (*Ananas comosus* Merr.) یکی از مهمترین میوه‌های گرمسیری با ارزش اقتصادی بالا است که تکثیر آن از طریق کشت بافت به‌ویژه در مقیاس تجاری اهمیت زیادی دارد. ریشه‌زایی یکی از مراحل کلیدی در ریزازدیادی این گیاه محسوب می‌شود که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی قرار دارد. در این پژوهش، تأثیر غلظت‌های مختلف (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی گرم در لیتر) ایندول بوتیریک اسید و نفتالین استیک اسید، بر ریشه‌زایی درون‌شیشه‌ای ریزنمونه‌های شاخساره آناناس رقم MD2 مورد بررسی قرار گرفته است. ریزنمونه‌های شاخه در محیط کشت MS حاوی ساکارز (۳ درصد) و آگار (۰/۷ درصد) به همراه تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد کشت شدند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با۴ تکرار و هر واحد آزمایشی شامل ۴ ریزنمونه انجام شد. نمونه‌ها در تمام طول آزمایش در اتاقک رشد با دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی گراد، دوره روشنایی ۱۶ ساعت و شدت نور ۳۵۰۰ لوکس قرار گرفتند. درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه‌های هر گیاهچه و طول ریشه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد افزایش غلظت ایندول بوتریک اسید و نفتالین استیک اسید از ۰/۵ تا ۲ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش تعداد ریشه نسبت به شاهد شد. بیشترین درصد ریشه‌زایی، طول و تعداد ریشه در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بدست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: ایندول‌بوتریک‌اسید، درصد ریشه‌زایی، ریزازدیادی، نفتالین‌استیک اسید.

مقدمه

آناناس با نام علمی *Ananas comosus* Merr. از خانواده بروملیاسه (Bromeliaceae) یکی از مهمترین میوه‌های مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان است که به دلیل ارزش اقتصادی، تغذیه‌ای و صادراتی، جایگاه ویژه‌ای در صنایع کشاورزی دارد. آناناس گیاهی علفی، چندساله و تک‌لپه می‌باشد. از نظر تجاری به روش غیرجنسی تکثیر می‌شود و از اندام‌ها و قسمت‌های متفاوتی (تاج، اسلیپ، هپا، تنه‌جوش و پاجوش) این گیاه برای ازدیاد استفاده می‌شود (Sen, 1990). روش‌های تکثیر مرسوم دارای محدودیت‌هایی از جمله نرخ پایین تکثیر، انتقال بیماری‌ها، ناهمگونی ژنتیکی و زمان‌بر بودن تولید هستند (Jalaja et al., 2020).

در دهه‌های اخیر، استفاده از تکنیک‌های کشت بافت، به عنوان راهکاری کارآمد برای تولید انبوه و یکنواخت گیاهچه‌های سالم آناناس معرفی شده است. یکی از مراحل مهم در تکثیر درون شیشه‌ای آناناس، ریشه‌زایی است که وابسته به نوع و مقدار دقیق تنظیم‌کننده‌های رشد در محیط کشت می‌باشد. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، به‌ویژه اکسین‌ها مانند ایندول بوتیریک اسید(IBA) و نفتالین استیک اسید (NAA)، نقش کلیدی در تحریک تشکیل ریشه ایفا می‌کنند. Almobasher (2016) در مطالعه‌ای بر روی رقم 'Smooth Cayenne' آناناس نشان داد که کاربرد غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید باعث القای بیشترین تعداد ریشه می‌شود، در حالی‌که افزایش غلظت اکسین تا ۲ میلی‌گرم در لیتر منجر به کاهش طول ریشه می‌گردد. Hamed و همکاران (2013) در بررسی اثر غلظت‌های مختلف IBA و NAA بر ریشه‌زایی دو رقم 'Smooth Cayenne' و 'Morris' نشان دادند که غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر نفتالین‌استیک‌اسید در محیط کشت MS باعث بیشترین تعداد ریشه و طول گیاهچه می‌شود.

Aboelsoaud (2016) گزارش داد که استفاده از ۱ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید به طور متوسط منجر به تشکیل ۹ ریشه در هر گیاهچه می‌شود، در حالی که غلظت‌های بالاتر ممکن است باعث تشکیل کالوس و کاهش کیفیت ریشه‌ها شوند. Hamed (2021)

نشان داد که غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید در محیط MS کامل، منجر به ریشه‌زایی ۸۲ درصد با میانگین ۴/۱ ریشه به طول ۱۷/۷ میلی‌متر می‌شود. این مطالعات تأکید می‌کنند که انتخاب نوع و غلظت مناسب اکسین‌ها، برای القای ریشه‌زایی آناناس ضروری است، بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف IBA و NAA بر ریشه‌زایی درون شیشه‌ای آناناس رقم MD2 انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه کشت بافت ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری بر روی رقم تجاری MD2 آناناس در شهرستان اهواز انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با۴ تکرار و هر واحد آزمایشی شامل ۴ ریزنمونه شاخساره انجام شد. شاخه‌های تولید شده به روش درون شیشه‌ای، به محیط کشت ریشه‌زایی MS حاوی غلظت‌های مختلف IBA (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی گرم در لیتر) و NAA (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی گرم در لیتر)،ساکارز (۳ درصد) و آگار (۰/۷ درصد) منتقل شدند. نمونه‌ها در تمام طول آزمایش در اتاقک رشد با دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی گراد، طول روشنایی ۱۶ ساعت و شدت نور ۳۵۰۰ لوکس قرار گرفتند. در انتها، شاخص‌های درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه‌های هر گیاهچه و طول ریشه‌ها پس از ۶ هفته مورد ارزیابی قرار گرفت. آماده‌سازی داده‌ها در برنامه Excel و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های ریشه‌زایی آناناس در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد ریشه‌زایی به میزان ۹۲/۱ درصد در تیمار ایندول بوتریک اسید ۱ میلی‌گرم در لیتر و کمترین آن در تیمار شاهد (۱۶/۲ درصد) مشاهده شد. کاربرد اکسین‌ها باعث افزایش معنی‌دار درصد ریشه‌زایی نسبت به شاهد شد و غلظت بهینه در هر دو نوع اکسین ۱ میلی‌گرم در لیتر بود و افزایش غلظت بیش از ۱ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش درصد ریشه‌زایی شد. این نتایج با نتایج Aboelsoaud (2016) هم‌راستا است که نشان داد تیمار ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید باعث افزایش درصد ریشه‌زایی در رقم 'Smooth Cayenne' می‌شود.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد بر درصد ریشه‌زایی، طول و تعداد ریشه در آناناس.

تیمار	مقایسه میانگین		
	درصد ریشه‌زایی	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد ریشه (میلی‌متر)
شاهد (بدون اکسین)	۱۶/۲^{f}	۱/۵ ^{f}	۰/۶^{f}
۰/۵میلی‌گرم در لیتر IBA	۶۳/۱^{c}	۳/۸^{c}	۳/۲^{c}
۱ میلی‌گرم در لیتر IBA	۹۲/۱^{a}	۵/۴^{a}	۵/۶^{a}
۱/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA	۷۸/۷^{b}	۴/۳^{b}	۴/۵^{b}
۲ میلی‌گرم در لیتر IBA	۵۰/۹^{e}	۲/۶^{e}	۲/۲^{e}
۰/۵میلی‌گرم در لیتر NAA	۶۰/۸^{d}	۲/۹ ^{d}	۲/۷ ^{d}
۱ میلی‌گرم در لیتر NAA	۸۳/۱^{b}	۴/۶^{b}	۴/۸^{b}
۱/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA	۶۸/۸^{c}	۴/۲^{b}	۳/۸^{b}
۲ میلی‌گرم در لیتر NAA	۴۸/۲^{e}	۲/۲ ^{e}	۲/۴^{e}

تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

کاربرد ایندول بوتریک اسید و نفتالین استیک اسید در غلظت مناسب به‌طور معنی‌داری تعداد ریشه و طول ریشه را افزایش داد. در صورتی‌که افزایش غلظت تا ۲ میلی‌گرم در لیتر منجر به کاهش ریشه‌زایی شد. در این تحقیق، بیشترین تعداد ریشه (۵/۶ عدد در هر گیاهچه) در تیمار ۱میلی گرم بر لیتر ایندول بوتریک اسید به‌دست آمد. مطالعه مشابهی توسط حامد و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که ترکیب اکسین‌ها می‌تواند اثر هم‌افزایی بر تعداد ریشه داشته باشد، اما افزایش بیش از حد غلظت، اثر بازدارنده مشاهده می‌شود. نتایج مشابهی توسط کاتیکیران (۲۰۲۲) گزارش شده است.

افزایش غلظت ایندول بوتریک اسید و نفتالین استیک اسید منجر به افزایش طول ریشه نسبت به شاهد می‌شود اما بیشترین افزایش در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید (۵/۴ سانتی‌متر) بدست آمد و پس از آن تیمارهای ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید، ۱ و ۱/۵ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید قرار داشتند که اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. افزایش غلظت ایندول استیک اسید بیش از ۱ میلی‌گرم در لیتر و نفتالین استیک اسید بیش از ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر منجر به کاهش طول ریشه شد. این نتایج با یافته‌های جلیجا و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی دارد، که گزارش دادند غلظت‌های پایین تا متوسط ایندول استیک اسید می‌تواند باعث افزایش طول ریشه‌ها شود. حامد و تاها (۲۰۱۵) دریافتند که در غلظت‌های بالاتر از ۲ میلی‌گرم در لیتر، کاهش معنی‌داری در طول ریشه را سبب می‌شود که ممکن است ناشی از تحریک بیش از حد تمایز سلولی و کاهش تقسیم سلولی در ناحیه ریشه‌زایی باشد.

کاربرد اکسین‌ها باعث افزایش تعداد ریشه در هر گیاه نسبت به شاهد شد. افزایش غلظت ایندول بوتریک اسید و نفتالین استیک اسید از ۰/۵ تا ۲ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش تعداد ریشه نسبت به شاهد شد. بیشترین تعداد ریشه در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید (۵/۶) بدست آمد. بعد از آن تیمارهای ۱ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید مشاهده شد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. غلظت بهینه در کاربرد ایندول بوتریک اسید، ۱ میلی گرم در لیتر بود و افزایش غلظت از ۱ تا ۲ میلی‌گرم در لیتر تعداد ریشه را به طور معنی‌داری کاهش داد. در تیمار نفتالین استیک اسید، بین غلظت ۱ و ۱/۵ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و افزایش غلظت از ۱/۵ تا ۲ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش تعداد ریشه شد.

تعیین نوع و غلظت مناسب تنظیم‌کننده رشد برای ریشه‌زایی موفق در آناناس، گام مهمی در بهینه‌سازی فرآیند ریزازدیادی این گیاه است. بر اساس نتایج بدست آمده غلظت‌های مختلف IBA وNAA اثرات متفاوتی بر شاخص‌های ریشه‌زایی درون شیشه‌ای آناناس دارند. کاربرد اکسین‌ها درصد ریشه‌زایی و تعداد و طول ریشه را افزایش می‌دهد اما بالارفتن غلظت اکسین‌ها بیش از حد بهینه می‌تواند اثرات منفی داشته باشد کهبیانگر سمیت غلظت بالای اکسین است.

منابع

Aboelsoaud, N. A. 2016. In vitro propagation of pineapple (Ananas comosus) using shoot tip explants. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 3(2): 138-144.

Almobasher, A. 2016. In vitro propagation of pineapple (Ananas comosus L.) and its genetic fidelity using RAPD markers. African Journal of Biotechnology, 15(18): 731-738.

Hamad, A. M., Taha, R. M. and Wafa, A. A. 2013. Effect of growth regulators on in vitro rooting and acclimatization of pineapple (*Ananas comosus* L.). African Journal of Agricultural Research, 8(26): 3402-3406.

Hamad, R. M. T. and Mohajer, S. 2015. In vitro induction and proliferation of adventitious roots in pineapple (Ananas comosus L.) cultivars of Smooth Cayenne and Morris. Australian Journal of Crop Science, 7(7): 1038-1045.

Jalaja, N., Sreelekshmi, B. G. and Rajmohan, K. 2020. Micropropagation of pineapple: a review. Indian Journal of Agricultural Sciences, 90(2) : 345-351.

Karthikeyan, R., Abinaya, M. and Anand, T. 2022. Optimization of in vitro rooting in pineapple using plant growth regulators. Scientia Horticulturae, 291: 110585.

Sen, S. K. 1990. Pineapple. In: Fruits – Tropical and Subtropical (T.K. Bose and S.K. Mitra, eds.), Naya Prakash, 206 Bidhan Sarani, Calcutta, pp. 252-279.

Shamim, M., Kumar, M., Ranjan, T., Kumar, R. R., Pal, A. K., Kumar, V., Jha, V. B. and Kumar, P. 2016. Importance of micropropagation in pineapple for disease free plantlets and rapid multiplication. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 5(4): 359-362.

The effect of different concentrations of growth regulators on in vitro rooting of pineapple cultivar MD2

Maryam Boroujerdnia[1*]
1. Date Palm and Tropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran
[*]*Corresponding Author: Boroujerdnia@gmail.com*

Abstract

Pineapple (*Ananas comosus* Merr.) is one of the most important tropical fruits with high economic value, and its propagation through tissue culture is of great importance, especially on a commercial scale. Rooting is one of the key stages in the micropropagation of this plant, which is affected by various factors, including the type and concentration of plant growth regulators. In this study, the effect of different concentrations (0, 0.5, 1, 1.5 and 2 mg/L) of indole butyric acid and naphthalene acetic acid on in vitro rooting of pineapple shoots of MD2 cultivar was investigated. The shoot explants were cultured in MS medium containing sucrose (3%) and agar (0.7%) along with different treatments of growth regulators. The experiment was conducted in a completely randomized design with 4 replications and each experimental unit consisted of 4 shoots. The samples were placed in a growth chamber at 25-27°C for the entire duration of the experiment, with a light duration of 16 hours and a light intensity of 3500 lux. The percentage of rooting, the number of roots per seedling, and the length of the roots were evaluated. The results showed that increasing the concentration of indole butyric acid and naphthalene acetic acid from 0.5 to 2 mg/L increased the number of roots compared to the control. The highest percentage of rooting, length, and number of roots were obtained at a concentration of 1 mg/L of indole butyric acid, and the lowest in the control treatment. Increasing the concentration of indole butyric acid and naphthalene acetic acid from 0.5 to 2 mg/L increased the number of roots compared to the control. The highest number of roots was obtained at a concentration of 1 mg/L of indole butyric acid (5.6).

Keywords: Indole butyric acid, Micropropagation, Naphthalene Acetic acid, Rooting percentage.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهینه‌سازی شرایط القاء و تولید کالوس در گیاه دارویی زرین‌گیاه (*Dracocephalum kotschyi* Boiss)

لیلا جلیلی[1*]، علیرضا زبرجدی[2،1]، زینب چقاکبودی[1]، لیلا زارعی[1] و عبدالحمید پاپزن[3]

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- پژوهشکده گیاهان دارویی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- گروه ترویج و آموزش کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *leilajalili7121375@gmail.com*

چکیده

گیاه *Dracocephalum kotschyi* Boiss از گیاهان دارویی با ارزش و بومی کشور ایران بوده و با نام فارسی زرین‌گیاه یا بادرنجبویه دنایی شناخته می‌شود. در اسانس زرین‌گیاه بیش از ۵۵ نوع ترکیب دارویی وجود دارد. با توجه به اینکه تولید کالوس برای تولید متابولیت‌های ثانویه و هم‌چنین کشت‌های سلولی، به عنوان ماده اولیه ضروری می‌باشد، لذا به‌منظور تعیین ریزنمونه مناسب و غلظت بهینه تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر میزان تولید و رشد کالوس، اثر نفتالین استیک اسید (NAA) در شش سطح (۵ و۰،۱،۲،۳،۴ میلی‌گرم بر لیتر) و بنزیل آمینوپورین (BAP) در پنج سطح (۲، ۱/۵، ۱ و ۰/۵، ۰ میلی‌گرم بر لیتر)، در سه ریزنمونه برگ حقیقی، کوتیلدون و هیپوکوتیل در شرایط درون شیشه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و مشاهدات نشان داد که بهترین ریزنمونه جهت تولید کالوس ریزنمونه هیپوکوتیل و بهترین غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی، ترکیب تیماری ۲ میلی‌گرم بر لیتر BAP و پنج میلی‌گرم بر لیتر NAA بود.

واژه‌های کلیدی: تنظیم کننده رشد گیاهی، ریز نمونه، کالوس.

مقدمه

تیره نعناعیان (Lamiacea) یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی است که دارای بیش از ۳۲۰۰ گونه و۲۸۲ جنس می‌باشد و در منطقه مدیترانه از تنوع بالایی برخوردار است. جنس *Dracocephalum* در ایران هشت گونه گیاهی علفی یک یا چندساله دارویی و معطر دارد، گونه *D. kotschyi* از گونه‌های انحصاری آن در ایران است که با نام فارسی زرین‌گیاه یا بادرنجبویه دنایی شناخته می‌شود (حاتمی و همکاران، ۱۳۹۷). اسامی محلی میشک، میشه، قوچاوتی، ازمیره و... برای زرین گیاه به‌کار می‌رود و در فرهنگ نامه‌های گیاهان ایران علاوه بر بادرنجبویه دنایی، پلنگ مشک نیز آورده شده است (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۲). این گیاه در نواحی مرتفع و کوهستانی و در قسمت‌های شمال، شمال شرقی، غرب و مرکز ایران یافت می‌شود که دارای اسانس زیادی است و به همین علت مورد توجه قرارگرفته است، زرین‌گیاه در طب سنتی جایگاه خاصی دارد و از گذشته به‌عنوان طعم‌دهنده چای و دوغ هم استفاده شده است (غنی و همکاران ۱۳۹۴؛ فتاحی، ۱۳۹۴). نیاز این گیاه به شرایط میکروکلیمایی خاص مانند نقاط مرتفع و صخره‌ای با بارندگی نسبتا زیاد باعث شده است که این گیاه دارای جمعیت‌های کوچک و جدا از هم باشد در نتیجه احتمال رانده شدن ژنتیکی و نیز پس‌روی خویش‌آمیزی وجود خواهد داشت بنابراین تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها کاهش یافته و با کوچکترین تغییرات محیطی خطر انقراض درپی خواهد بود (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۲). در اسانس زرین‌گیاه بیش از ۵۵نوع ترکیب دارویی وجود دارد و این امر موجب کاربرد فراوان آن در طب سنتی شده است، بیشترین ترکیب‌های شیمیایی زرین‌گیاه شامل: میرتنول (۳۰/۸ ٪)، لیمونن (۲۳/۶ ٪)، ژرانیال (۱۴/۳ ٪) است و دارای متیل ژرانیال، فلاونوئید رزمارینیک‌اسید و گلیکوزیدهای مونوترپن هم می‌باشد (غنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ حاتمی و همکاران، ۱۳۹۷). اثرات درمانی زرین‌گیاه عبارتنداز: درمان بیماری‌های روماتوئیدی و ضد التهاب، تنظیم‌کننده سیستم ایمنی و درمان ام اس، ضد تومور، ضد سرطان، ضد اسپاسم، کاهش دهنده چربی خون، کاهش دهنده تب، التیام زخم‌ها، ضد ویروس- قارچ و باکتری و هم‌چنین دارای اثرات مسکنی قوی می‌باشد (غنی و همکاران، ۱۳۹۴).

در مطالعه‌ای که توسط جنوبی و همکاران (۱۳۹۶) به منظور باززایی انجام شد محیط MS حاوی ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر NAA برای ریزنمونه دمبرگ کوتیلدون و دو میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر NAA برای ریز نمونه هیپوکوتیل استفاده شد.

تقی زاده و همکاران (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای بهینه‌سازی کالوس‌زایی در زرین‌گیاه را مورد بررسی قرار دادند، بهترین شرایط برای رشد کالوس در هر سه ریزنمونه هیپوکوتیل، ساقه و برگ در محیط کشت MS حاوی یک میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۴/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP به دست آمد. هدف از مطالعه حاضر تعیین بهترین ریزنمونه و غلظت ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاهی جهت بهینه سازی شرایط القاء کالوس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای از بین بردن خواب بذر ابتدا بذرها را به‌مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در اسید سولفوریک ۹۸ درصد قرار داده و سپس چهار مرتبه شست و شو با آب انجام شد. سپس بذرها را به روش معمول به وسیله الکل ۷۰ درصد و هیپوکلریت سدیم دو درصد استریل کرده در ادامه بذور ضدعفونی شده روی محیط‌کشت MS حاوی ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک‌اسید کشت شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه کشت بافت پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در سال ۱۴۰۴ انجام گرفت. پس از جوانه‌زنی و رشد گیاهان، از برگ، هیپوکوتیل وکوتیلدون به‌عنوان ریزنمونه استفاده شد. از محیط کشت پایه MS به علاوه تنظیم کننده‌های رشد گیاهیBAP در پنج سطح (۲ و ۱/۵، ۱ ، ۰/۵، ۰ میلی‌گرم بر لیتر) و NAA در شش سطح (۵ و۰،۱،۲،۳،۴ میلی‌گرم بر لیتر) استفاده شد. صفات درصد کالوس‌زایی، وزن تر و وزن خشک کالوس‌های حاصله اندازه‌گیری و تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار MSTAT_C انجام گردید.



الف) بذور زرین‌گیاه ب) پیش‌تیمار بذرها به وسیله سولفوریک‌اسید ج) رشد بذرها در محیط‌کشت و) کالوس نمونه هیپوکوتیل در محیط انتخابی پس از یک ماهد) نمونه هیپوکوتیل در محیط کالوسزایی انتخاب شده پس از ۷ روز

نتایج و بحث

بر اساس مشاهدات انجام شده در سطح صفر NAA در ترکیب با تمامی سطوح BAP ، برای هر سه ریزنمونه درصد کالوس‌زایی صفر بوده است لذا سطح صفر NAA از تجزیه‌ها کنار گذاشته شد. نتایج آنالیز داده ها نشان داد ریزنمونه‌ی مناسب برای القای کالوس، ریزنمونه هیپوکوتیل است زیرا کالوس‌زایی در ریزنمونه کوتیلدون نزدیک به صفر بوده و در برگ حقیقی نیز ناچیز و بسیار کند صورت گرفته است، لذا از تجزیه آماری نتایج آن‌ها صرف‌نظر شد.

بر طبق نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف BAP بر درصد کالوس‌دهی اثر معنی‌دار در سطح پنج درصد و بر صفات وزن تر و خشک کالوس در سطح یک درصد داشته است (جدول ۱). همچنین سطوح مختلف NAA بر صفت درصد کالوس‌دهی اثر بسیار معنی‌داری داشته ولی بر دو صفت وزن تر و خشک کالوس اثر معنی داری ندارد (جدول ۱). اثر متقابل دو تنظیم کننده رشد گیاهی بر صفات درصد کالوس دهی و وزن خشک کالوس بسیار معنی دار و بر صفت وزن تر کالوس در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل BAP*NAA برای صفت کالوس‌دهی نشان داد که کمترین میزان کالوس دهی (۶۳/۳۳ درصد) در ترکیب دو میلی‌گرم بر لیتر BAP و یک میلی‌گرم بر لیتر NAA حاصل گردیده است (جدول ۲). با توجه به نتایج این جدول سایر میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار نشان نداده اند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در القاء کالوس زرین‌گیاه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد کالوس‌دهی	وزن تر کالوس	وزن خشک کالوس
BAP	۴	۱۵۸/۶۶۷*	۰/۵۹۴**	۰/۰۳۶**
NAA	۴	۲۸۸/۶۶۷**	۰/۰۲۳ ns	۰/۰۰۵ns
NAA×BAP	۱۶	۱۴۲/۰۰۰**	۰/۳۴۹*	۰/۰۱۴**
اشتباه	۵۰	۲۴۶۶/۶۶۷	۰/۱۷۴	۰/۰۰۵
کل	۷۴			
ضریب تغییرات		۷/۲۹	۱۶/۷۲۵	۲۸/۷۵

ns، * و ** به ترتیب بی معنی، معنی دار در سطح پنج و یک درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل BAP * NAA درصدکالوس‌دهی

هورمون	
BAP NAA	میانگین صفت درصد کالوس‌دهی
۱	A ۹۰/۰۰
۲	A ۱۰۰/۰
A ۱۰۰/۰۳۰	
A ۱۰۰/۴۰	
A ۹۶/۵۶۷	
A ۹۳/۱۳۳	
A۱۰۰ /۲۰	
A ۹۶/۳۶۷ ۰/۵	
A ۱۰۰/۴۰	
A ۱۰۰/۵۰	
A ۹۶/۱۶۷	
A ۹۶/۲۶۷	
A ۹۳/۳۳۳ ۱	
A ۱۰۰/۴۰	
A ۱۰۰/۵۰	
A ۱۰۰/۱۰	

A ۱۰۰/۲۰	
A ۱۰۰/۱۳۰/۵	
A ۱۰۰/۴۰	
A ۹۳/۵۳۳	
B۶۳/۱۳۳	
A ۱۰۰/۲۰	
A ۱۰۰/۲۳۰	
A ۹۳/۴۳۳	
A ۹۶/۵۶۷	

منابع

جنوبی، پ.، مجد، ا. و زمانی، م. ۱۳۹۶. باززایی غیرمستقیم گیاه دارویی در خطر انقراض زرین‌گیاه (*Dracocephalum kotschyi* Boiss.). زیست‌شناسی تکوینی، ۱۰(۱): ۳۳–۴۲.

حاتمی، م.، صمدی، م.ر. و خانیزاده، پ. ۱۳۹۷. اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر زرین‌گیاه (*Dracocephalum kotschyi* Boiss.). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۶(۴): ۹۱۸–۹۳۱.

غنی، ع.، محتشمی، س.، اسماعیل‌پور، م. و اسفنانی، م. ۱۳۹۴. بررسی اثر تیمارهای مختلف بر تحریک جوانه‌زنی گیاه دارویی زرین‌گیاه (*Dracocephalum kotschyi*). نهمین کنگره علوم باغبانی، ایران، اهواز.

فتاحی، م.، ناظری، و.، سفیدکن، ف. و زمانی، ذ.ا. ۱۳۹۲. بررسی آتاکولوژی بادرنجبویه دنایی (*Dracocephalum kotschyi* Boiss.) در ایران. فصلنامه علمی–پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹(۶): ۳۲۵–۳۴۲.

فتاحی، م. ۱۳۹۴. از ژرم‌پلاسم تا تولید دارو؛ پژوهش‌ها، تنگناها، راهکارها و آینده‌نگری‌ها: مطالعه موردی گیاه اندمیک زرین‌گیاه (*Dracocephalum kotschyi*). نهمین کنگره علوم باغبانی، ایران، اهواز.

Taghizadeh, M., Nasibi, F., Kalantari, K.M. and Benakashani, F. 2020. Callogenesis optimization and cell suspension culture establishment of *Dracocephalum polychaetum* Bornm. and *Dracocephalum kotschyi* Boiss.: An *in vitro* approach for secondary metabolite production. South African Journal of Botany, 132: 79–86.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Optimizing the conditions of callus induction and production in Zaringiah (*Dracocephalum kotschyi* Boiss) as a medicinal plant

Leila Jalili[1*], Alireza Zabarjadi[1,2], Zeinab Chaghakaboodi[1], Leila Zarei[2] and Abdol-Hamid Papzan[3]
1. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Research Institute of Medicinal Plants, Razi University, Kermanshah, Iran.
3. Department of Agricultural Extension and Education, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
[*]Corresponding author: *leilajalili7121375@gmail.com*

Abstract

Dracocephalum kotschyi Boiss plant is one of the valuable and native medicinal plants of Iran and is known by the Persian name of Zaringiah or Badranjboye Denai. There are more than 55 types of medicinal compounds in the essential oil of the Zaringiah. Considering that the production of callus is necessary as a raw material for the production of secondary metabolites as well as cell cultures. Therefore, in order to determine the appropriate explant and the optimal concentration of plant growth regulators on the production and growth of callus, the effect of Naphthalene Acetic Acid (NAA) at six levels (0, 1, 2, 3, 4 and 5 mg/L) and Benzyl aminopurine (BAP) at five levels (0, 0.5, 1, 1.5 and 2 mg/L) in three explants such as leaf, cotyledon and hypocotyl was investigated in in vitro condition. The experiment was conducted as a factorial in the form of a completely randomized design with three replications. The results of analysis of variance and means comparison showed that the best explant for the callus production was hypocotyl and the best concentration of plant growth regulator was the combination of 2 mg/L (BAP) and 5 mg/L (NAA).

Keywords: Callus, Explant, Plant growth regulator.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تنوع ژنتیکی جهش‌یافته‌های گل زامی فولیا با استفاده از نشانگر مولکولی ISSR

ابراهیم بیرامی زاده[1*]، اصغر حسینی نیا[1]، رقیه زارعی[2]، سیروس ودادی[3] و سعید کد خدایی[4]

۱-گروه ژنتیک و بهنژادی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات،ایران
۲- گروه زیست شناسی دانشگاه پیام نور، تهران- ایران
۳- پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، کرج- ایران
۴- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان- ایران
*نویسنده مسئول: *e.beyramizadeh@gmail.com*

چکیده

گیاه زامی‌فولیا (*Zamiifolia*) از خانواده*Araceae* یکی از گل‌های جدید آپارتمانی دنیا می‌باشد و گیاهی چند ساله است. این گیاه دارای برگ‌های مرکب بزرگ بوده و توانایی رشد در شرایط نور پایین را دارد. در این پژوهش، سه رقم(سبز، مشکی و هلندی) زامی‌فولیا به عنوان شاهد و ۱۲ ژنوتیپ حاصل از مرحله کالوس‌زایی و پرتوتابی با دزهای ۷۵، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰گری که از نظر ظاهری تاحدی متفاوت انتخاب شده از آزمایش پرتوتابی به روش گاماسل بودند انتخاب و با استفاده از ۲۲ آغازگر ISSR مورد بررسی قرارگرفتند. در این مطالعه از مجموع ۲۳۶ نوار تکثیر یافته، ۱۱۲نوار آن چندشکلی نشان داد. دامنه تعداد نوارهای تکثیرشده بین ۱۵ نوار مربوط به آغازگرSD7 و ۷ نوار مربوط به آغازگر CM2 متغیر بود. میزان چندشکلی ایجاد شده در بین آغازگرها۲۵/۰۰ تا ۸۱/۸۱ درصد محاسبه شد که به ترتیب آغازگر L19 کمترین و آغازگر AK66 بیشترین چند شکلی را ایجاد کردند. میانگین شاخص PIC برای آغازگرهای استفاده شده در این مطالعه ۰/۳۵۳ محاسبه شد که بین ۰/۲۲۶ تا ۰/۴۷۷ متغیر بود. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی، پنج مولفه اول مربوط به نشانگر ISSR در مجموع ۵۸/۱۶ درصداز کل تغییرات را توجیه نمودندکه تقریبا مبین گروه‌بندی‌های انجام‌شده به‌روش تجزیه خوشه‌ای مولکولی بود. تجزیه خوشه‌بندی از طریق روش UPGMA بر اساس اطلاعات مولکولی و شاخص Dice، ژنوتیپ‌ها را به ۶ گروه متمایز کرد. در این زمینه، ژنوتیپ های ۱، ۵ و ۶ احتمالاً دارای تنوع سوماکلونال بودند. همچنین، ژنوتیپ‌هایی که دزهای ۱۰۰ و ۱۲۰ گری دریافت کردند، دارای تنوع متوسط بودند. امکان معرفی رقم با دز کم و تنوع ژنتیکی بالا در کل گروه وجود دارد. ژنوتیپ ۷ در این طبقه بندی، بالاترین دز ۱۶۰ گری را دریافت کرد. در این جمعیت واریته هلندی که به عنوان واریته جدید مورد استفاده قرار گرفت. در نتیجه، نشانگر ISSR می تواند به درستی ژنوتیپ ها را گروه بندی کند.

کلمات کلیدی: تنوع ژنتیکی، زامیفولیا، گاما، ISSRT.

مقدمه

گیاه زامیفولیا با نام علمی *Zamioculcos zamiifolia Engl.* گیاهی چند ساله، بومی آفریقای شرقی و از خانواده آراسه است که در مناطق جنگلی حاره‌ای و مرطوب با زمین‌های سخت رشد می‌یابد. این گیاه دارای برگ‌های بزرگ و ساقه زیرزمینی ضخیم و آبدار (غده‌ای شکل) است و برگ‌های داخلی این گیاه توانایی رشد در شرایط نور پایین را دارد. این گیاه به شدت تحمل بالایی به تنش خشکی، آفات و بیماری‌ها دارد. تنوع ژنتیکی در میان گیاهان زینتی یک فاکتور بسیار مهم است. جهش به عنوان عاملی برای ایجاد تنوع ژنتیکی شناخته می شود. از آنجا که جهش در طبیعت به ندرت اتفاق می افتد و همچنین امکان ایجاد جهش مطلوب بسیار پایین است، القای جهش با استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی در حال گسترش است (Datta, 2014). در جنس و گونه زامیفولیا تنوع ژنتیکی وجود ندارد، بنابراین امکان دو رگ گیری و ایجاد تنوع وجود ندارد. در آزمایش کشت بافت اثر نوع و جهت ریزنمونه‌ها در واکنش به هورمون‌های رشد گیاهی در ریزازدیادی گیاه زامیفولیا را بررسی شد، نتایج نشان داد که بهترین پاسخ به هورمون در کالوس‌های دارای جنین، که در محیطی حاوی هورمون 2,4-D بودند، به دست آمد که ۱۰۰ درصد تولید گیاهچه کردند (Papafation and Martini, 2009). اصلاح گیاهان زینتی

برای بهبود و توسعه ارقام جدید نیازمند تنوع ژنتیکی است. هرچند تنوع ژنتیکی مطلوب اغلب اوقات کافی نیست و مانعی برای اصلاح گیاهان زینتی است. از آنجایی که فراوانی جهش‌های طبیعی به شدت پایین است، تکنیک‌های القاء موتاسیون می‌تواند ابزار مناسبی را برای ایجاد و افزایش سریع تنوع در محصولات به وجود آورد. تنوع ژنتیکی می‌تواند به وسیله موتاژن‌های فیزیکی و شیمیایی و انتخاب جهش‌یافته‌های مطلوب ایجاد شود. گیاهان زینتی سیستم ایده‌آلی را برای القاء جهش در بسیاری صفات دارای اهمیت اقتصادی به نمایش می‌گذارند که به عنوان مثال می‌توان از صفات گل یا عادت رشدی که بعد از تیمار با عوامل جهش‌زا به آسانی دیده می‌شوند نام برد (Schum, 2003). جهت ارزیابی تنوع ژنتیکی در سه دهه اخیر از روش‌های کلاسیک نظیر مورفولوژی و فیزیولوژی استفاده شده است که با روش‌های مولکولی کامل می‌شود (باقری و همکاران، ۱۳۸۶). این نشانگرها تحت تأثیر شرایط محیطی یا مراحل رشدی گیاه قرار نمی‌گیرند و چندشکلی را در سطح DNA آشکار می‌کنند (Collard et al., 2005). آغازگرهای ISSR یانواحی بین توالی‌های تکراری ساده، ازسال ۱۹۹۴ معرفی شد. این نشانگرها نیمه تصادفی بوده و از جمله نشانگرهای مولکولی پرکاربردی است که به دلیل تکرارپذیری بالا، سادگی و کم‌هزینه بودن در بررسی تنوع ژنتیکی، جهت تهیه نقشه ژنتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای طراحی این نشانگر نیاز به داشتن اطلاعات از توالی ژنومی نیست (Denduangboripant et al., 2010; Abdollahi et al., 2015)

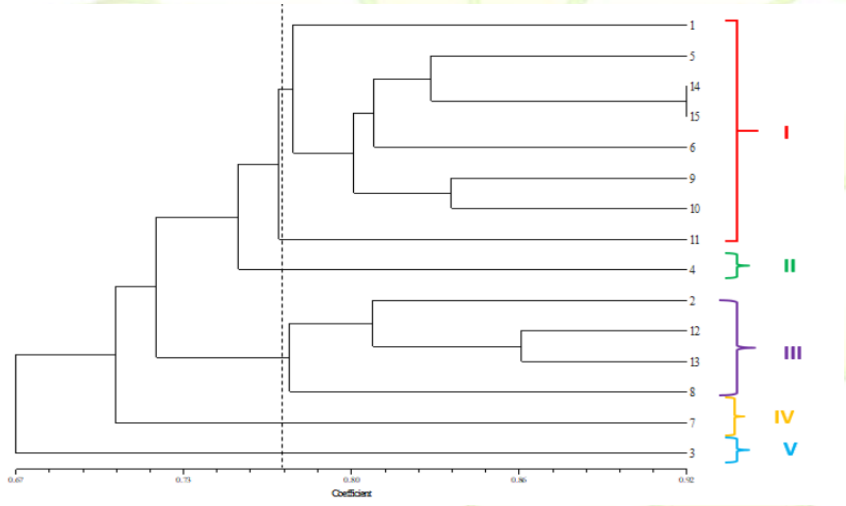
مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در آزمایش قطعات برگ زامیفولیای برگ سبز (*Z. zamiifolia*) بود. به منظور انجام کشت بافت از گلدان‌های زامیفولیا که در گلخانه پژوهشکده گل و گیاهان زینتی نگهداری می‌شد استفاده شد (شکل ۱). کلیه مراحل آزمایش در آزمایشگاه کشت بافت پژوهشکده و شرکت دانش بنیان رویان نهال صورت گرفت. استخراج DNA با استفاده از روش CTAB انجام شد و برای تعیین کمیت و کیفیت DNA استخراج شده از دستگاه نانودراپ و ژل آگارز ۰/۸ درصد TBE استفاده شد. جذب نوری در طول موج‌های ۲۶۰، ۲۸۰ و ۲۳۰ نانومتر قرائت شد. میزان جذب در طول موج ۲۶۰ ناتومتر نشان دهنده مقدار جذب نور توسط DNA، طول موج ۲۸۰ نانومتر نشان دهنده میزان جذب پروتئین‌ها و طول موج ۲۳۰ نانومتر نشان دهنده میزان جذب پلی ساکاریدها و فنول‌هاست. انتخاب آغازگرها براساس چند شکلی‌که درآزمایش اولیه زامیفولیا نشان داده شد، صورت گرفت. ابتدا آغازگرها در غلظت میکرو مولار رقیق شدند. برای بهینه نمودن شرایط واکنش PCR و استفاده از این آغازگرها، دمای مناسب اتصال هر جفت آغازگر با توجه به دمای ذوب آنها انتخاب شد. به منظور انجام واکنش PCR از BioFACT™ 2X PCR Master Mix استفاده شد. مخلوط واکنشPCRدر لوله‌های ۰/۲ میلی لیتری آماده و در دستگاه ترموسایکلر قرار داده شد. جداسازی و تفکیک باندهای تکثیرشده توسط PCR با استفاده از ژل آگارز ۱/۵ درصد TBEانجام شد. برای این منظور ۱۰ میکرو لیتر از محصولPCR به همراه دو میکرو لیتر بافر بارگذاری در چاهک‌های ژل، قرار گرفت و الکتروفورز انجام شد. به منظور نمایان شدن قطعات از GelRed و اشعه UV (دستگاه ژل داک) استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های ژنتیکی در نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم افزارهای GenALExver 6.5 وNTSYS ver 2.02 انجام گرفت. امتیازبندی نوارها به صورت حضور (۱) و عدم حضور (۰) باند صورت گرفت و سپس وجود چندشکلی در ترکیب آغازگرهای مختلف مورد استفاده در تمامی لاین‌ها بررسی شد. برای انجام تجزیه خوشه‌ای از نرم افزار NTSYS pc 2.02 استفاده شد. ضرایب تشابه جاکارد و تطابق ساده و دایس بر اساس روش خوشه‌بندی UPGMA انجام شد. شاخص‌های تنوع ژنتیکی، از جمله درصد چند شکلی، محتوای اطلاعات چند شکلی (PIC)، شاخص مارکر (MI) و شاخص اطلاعات شانون (I) با استفاده از نرم افزار GenAlEx ارزیابی شد. جداسازی وتفکیک باندهای تکثیرشده از طریقPCRبا استفاده از ژل آگارز ۱/۵ درصد TBE انجام شد. امتیازدهی الگوهای باندی نشانگرهای ISSR به صورت یک (وجود باند) و صفر (عدم وجود باند) برای هر آغازگر انجام و در نرم افزار اکسل وارد شد. در جدول ۱۳ توالی آغازگرهای استفاده شده در پژوهش آورده شده است. تجزیه و تحلیل ماتریس داده‌های به دست آمده از نشانگرها با استفاده از نرم افزار GenALEx، مدل نشانگرهای بارز انجام شد. پارامترهای مرتبط با این آغازگرها از جمله تعداد نوارهای تکثیر شده و نوارهای چند شکل، درصد چندشکلی، محتوای اطلاعات چند شکل (Polymorphic information content)(PIC)، شاخص نشانگر (Marker Index)(MI) ، تعداد موثر آلل‌ها و شاخص اطلاعات شانون (I)، نشان داده شده است.

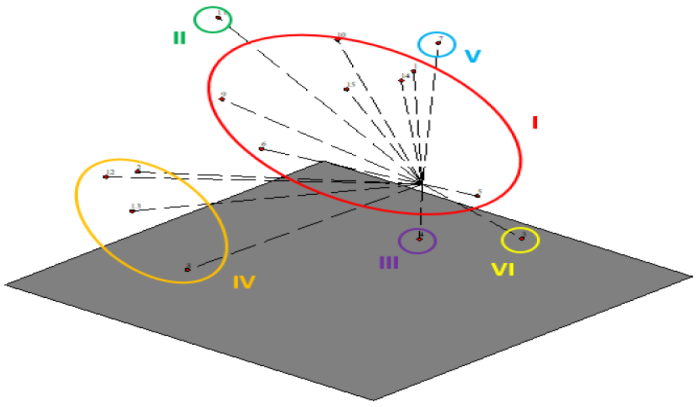
نتایج و بحث

در این مطالعه از مجموع ۲۳۶ نوار تکثیر یافته،۱۱۲نوار آن چندشکلی نشان داد. دامنه تعداد نوارهای تکثیر شده بین ۱۵ نوار متعلق به آغازگرSD7 و ۷ نوار متعلق به آغازگر CM2 متغیر بود. میزان چندشکلی ایجاد شده در بین آغازگرها،۲۵/۰۰ الی۸۱/۸۱ درصد محاسبه شد که به ترتیب آغازگرL19کمترین و آغازگر AK66 بیشترین چند شکلی را ایجاد کردند. میانگین پارامتر PIC برای آغازگرهای استفاده شده در این مطالعه ۰/۳۵۳محاسبه شد که دامنه آن بین ۰/۲۲۶ تا ۰/۴۷۷ متغیر بود. مقدار PIC بسته به ژرم‌پلاسم‌های مختلف، متفاوت است. چنان‌چه پارامترPIC، بین مقادیر ۰/۲۵تا ۰/۵باشد، آغازگر مورد نظر توانسته چندشکلی متوسطی را بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ایجاد کند (Kumar et al. 2014). ارزیابی روابط ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای داده‌های حاصل از نشانگر ISSR انجام شد. برای ترسیم دندروگرام از نرم‌افزار NTSYS pc 2.02e و چندین ضریب تشابه و الگوریتم استفاده شد. ضریب همبستگی کوفنتیک حاصل از داده‌های نشانگر ISSR (r = ۰/۸۱۶) نشان داد که استفاده از ضریب تشابه جاکارد و الگوریتم UPGMA بهترین روش برای ترسیم دندروگرام است، بدین معنی که الگوریتم UPGMA به خوبی ماتریس تشابه محاسبه شده به روش جاکارد را به دندروگرام تبدیل کرده است. دسته‌بندی ۱۵ ژنوتیپ مورد مطالعه بر اساس الگوهای نواری نشانگر ISSR با استفاده از ضریب تشابه جاکارد و الگوریتم UPGMA در شکل یک نشان داده شده است. با توجه به دندروگرام حاصل می‌توان ژنوتیپ‌ها را در پنج گروه دسته بندی نمود. بدین ترتیب مارکر ISSR به درستی توانست ژنوتیپ‌ها را گروه‌بندی کند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی داده‌های حاصل از این روش جهت تفسیر نحوه پراکنش نشانگرها بر روی ژنوم مورد استفاده قرار گرفت و بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی، پنج مولفه اول مربوط به نشانگر ISSR در مجموع ۵۸/۱۶ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند. پنج مولفه اول درصد مناسبی از تغییرات در سطح مولکولی را توجیه کردند و از دیدگاه آماری برای نمایش گرافیکی مناسب هستند که از دیدگاه ژنتیکی نشان دهنده نمونه‌برداری مطلوب از کل ژنوم توسط نشانگرهای مورد استفاده است (شکل ۲).



شکل ۱- دسته بندی ۱۵ژنوتیپ زامیفولیا، مورد مطالعه براساس‌الگوهای نواری نشانگر ISSR با استفاده از ضریب تشابه جاکارد و الگوریتم UPGMA.



شکل ۲- نمایش گرافیکی دسته بندی ژنوتیپ‌های زامیفولیا مورد مطالعه در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی.

از آنجا که زامیفولیا از گیاهان برگ زینتی بدون گل است به علت اثر غالبیت اشعه گاما تغییرات در رنگ برگ ملاحظه نشد، تغییرات مورفولوژیکی برگ تحت تأثیر شرایط محیطی تغییر یافت که قابل اندازه‌گیری نیست. استفاده از پرتودهی در جهت ایجاد تنوع در زامیفولیا امتیاز محسوب می‌شود و نتایجی مانند نازکی برگ، افزایش رشد و ابلقی مشاهده شد، که نیاز به بررسی‌های تکمیلی دارد. همچنین اشعه گاما باعث ایجاد تنوع در شکل برگ شد. آزمایش مارکر مولکولیISSR تنوع موجود در جمعیت حاصل از پرتودهی را تأیید کرد.

منابع

Abdollahi, B., Sadigh, P., Azizi, H., Piri, Y., Nasri, S.H. and Arzhangh, S. 2015. Comparative assessment of IRAP, REMAP, ISSR and SSR markers for evaluation of genetic diversity of alfalfa. Scientific Technology, 17: 991–1010.

Datta, S.K. 2014. Induced mutagenesis: basic knowledge for technological success. National Botanical Research Institute, India, pp. 97–140.

Denduangboripant, J., Setaphan, S., Suwanprasart, W. and Panha, S. 2010. Determination of local tobacco cultivars using ISSR molecular marker. Chiang Mai Journal of Science, 37(2): 293–303.

Kumar, A., Mishra, P., Singh, S.C. and Sundaresan, V. 2014. Efficiency of ISSR and RAPD markers in genetic divergence analysis and conservation management of *Justicia adhatoda* L., a medicinal plant. Plant Systematics and Evolution, 300(6): 1409–1420.

Papafotiou, M. and Martini, A.N. 2009. Effect of position and orientation of leaflet explants with respect to plant growth regulators on micropropagation of *Zamioculcas zamiifolia* Engl. (ZZ). Scientia Horticulturae, 120(1): 115–120.

Schum, A. 2003. Mutation breeding in ornamentals: an efficient breeding method. In: XXI International Eucarpia Symposium on Classical versus Molecular Breeding of Ornamentals-Part I 612, pp. 47–60.

Genetic diversity Study of *Zamifolia* mutants by ISSR molecular marker

Ebrahim Beyramizadeh[1*], Asghar Hossininia[1], RoghayehZarei[2], Syrius Vedadi[3] and said Kadkhodaei[4]

1. Genetic and Breeding Department of Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran
2. Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran
3. Nuclear Agriculture Research school, Nuclear Science and Technology Research Institute Karaj, Iran
4. Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Isfahan, Iran

[*]Corresponding Author: *e.Beyramizadeh@gmail.com*

Abstract

Zamiifolia (Zamiifolia sp.) is a perennial plant in the Araceae family and one of the new apartment plants in the world, three cultivars of Zamiifolia (green, black and Dutch) and 12 genotypes resulted from callus formation stage, irradiated with different gamma rays (0 to 175 Gy, with LD50 as 68 Gy) were selected and the presence of genetic diversity was investigated using 22 ISSR primers. Applying ISSR marker showed that the highest amount of PIC values related to the F19(0.47) and F20(0.38) ISSR primers, which persuasively isolated the studied genotypes. Moreover, the highest efficiency was detected for AK66 marker based on the MI parameter. The PCA and clustering categorization via UPGMA methodology based on molecular information and Dice index, differentiated the genotypes into 6 groups. Genotypes 1(callus), 2(100 Gy) and 3(cultivar from Holand) created separated groups. The 4th group included 6(callus), 8(0 Gy), 9(75 Gy), 11(90Gy), 12(100Gy) and 13(120Gy) genotypes as the largest group. The 5th group included 7(160Gy), 10(80Gy), 14(140Gy) and 15(Zanziber gem black) genotypes. The last group included 4(mather plant) and 5(callus) genotypes. In this context, genotypes 1, 5, and 6 had probably somaclonal variation.Moreover, genotypes that received doses of 100 and 120 Gy, had a medium diversity. There is a high possibility of introducing a cultivar with a low dose and high genetic diversity in the whole group. Genotype 7 in this classification, received the highest dose of 160 Gy. In this population, the Dutch variety, which was used as a new variety. As a result, the ISSR marker could correctly group the genotypes. This is an interesting finding, and it could be hypothesized that the ISSR marker could correctly differentiate Zaamifolia genotypes and probably other ornamental plants under the effect of gamma rays' mutagenesis in order to achieve novel variants.

Key words: Genetical Variation, Gama, ISSR, Zamifolia.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تعیین میزان هتروزیس صفات در هیبریدهای حاصل از تلاقی نیمه دای‌آلل فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای

زهرا رودباری[1*] و شهربانو وکیلی بسطام[2]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: *z.roudbari@areeo.ac.ir*

چکیده

اساس تولید بذر هیبرد، داشتن لاین‌های والدینی خالص با صفاتی برجسته است تا بتوان از طریق دورگ‌گیری بین لاین‌ها، هیبریدهایی تولید نمود که نسبت به والدین برتری یا هتروزیس نشان دهند. به منظور تعیین هتروزیس استاندارد (برتری نسبت به هیبرید تجاری) ۱۵ هیبرید فلفل دلمه‌ای قرمز حاصل از تلاقی نیمه دای‌آلل شش لاین خالص وللدینی، آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد و وزن، طول، قطر و ضخامت گوشت میوه، ارتفاع بوته و عملکرد میوهمورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. براساس نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری از نظر صفات مورد ارزیابی در بین لاین‌ها و هیبریدهای مورد بررسی وجود داشت. از نظر همه صفات در بین برخی از ترکیبات نسبت به دو شاهد تجاری Y90 و دارسنا هتروزیس مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. عملکرد بوته در هیبریدهای تولیدی هتروزیس نشان داد به نحوی که بیشترین هتروزیس مربوط به هیبرید ۲×۷(نسبت به Y90) و ۲×۱۱(نسبت به دارسنا) بود. هر دو هیبرید از یک والد مشترک برخوردارند. مقدار هتروزیس در این دو ترکیب به ترتیب ۱۰۰/۹۹ و ۱۶/۶۹ درصد بود. این دو ترکیب به عنوان هیبریدهای برتر جهت مطالعات تکمیلی و معرفی رقم پیشنهاد می گردند.

واژه‌های کلیدی: فلفل، لاین والدینی، هتروزیس.

مقدمه

جنس *Capsicum* L. شامل گیاهان علفی است که به خانواده Solanaceae تعلق دارد (Motti, 2021). این تیره گیاهی بیش از ۳۰ گونه دارد که از بین آن‌ها *Capsicum annuum*، *C. baccatum*، *C. chinense*، *C. frutescens* و *C. pubescens* رایج‌ترین گونه‌ها هستند. فلفل دلمه‌ای بومی مناطق گرمسیری آمریکاست. در حال حاضر، این سبزی به طور گسترده در سراسر جهان کشت می‌شود (Costa et al., 2020). یکی از اهداف کشاورزی پایدار، تقویت ارقام قوی جدید است. برنامه هیبریداسیون یک روش ضروری برای تکامل گیاهان به‌عنوان منشأ برخی ترکیبات ژنتیکی جدید یا به‌عنوان ابزار گونه‌زایی است (Rego and Rego, 2016).برای دستیابی به این هدف، یکی از مهم‌ترین پارامترها، انتخاب والدین موردنظر در هر برنامه اصلاحی موفق برای ایجاد هیبریدهای جدید با عملکرد بالا است. تلاقی دای‌آلل، یکی از راه‌های ترکیب آلل‌های وللدین برای دستیابی به هیبرید جدید است که از طریق آن می‌توان اطلاعاتی در مورد وراثت‌پذیری، انواع اعمال ژنی دخیل در بیان صفات و میزان هتروزیس نتاج به دست آورد (Syukur et al., 2010).

هتروزیس به عنوان برتری هیبریدهای F_1 نسبت به وللدین آن تعریف می شود. Shull (۱۹۰۸) به این پدیده به عنوان محرک هتروزیگوسی اشاره نمود که نشان دهنده افزایش قدرت، اندازه، باردهی، سرعت رشد، مقاومت در برابر بیماری ها و آفات حشرات در مقایسه با والدین است. سه نوع هتروزیس وجود دارد که عبارتند از هتروزیس نسبی که در آن عملکرد F_1 نسبت به والد متوسط اندازه گیری می شود، هتروزیس والد بهتر که در آن عملکرد F_1 نسبت به والد بهتر آن اندازه گیری می‌شود و هتروزیس استاندارد که در آن عملکرد F_1 نسبت به والد استاندارد اندازه گیری می‌شود. Sran و Jindul (۲۰۲۲) هتروزیس نسبی بالایی (۹۰ درصد) برای تعداد شاخه، ارتفاع بوته (۸۴/۳ درصد) و محتوای کلروفیل (۳۴۸/۴ درصد) در هیبریدهای حاصل از لاین‌های والدینی فلفل شیرین گزارش نمودند. Aditika و

همکاران (۲۰۱۸) هتروزیس مطلوب و معنی داری را برای ارتفاع بوته، تعداد میوه و تعداد شاخه در هیبریدهای فلفل دلمه‌ای گزارش نمودند. این مطالعه به‌منظور تعیین میزان هتروزیس هیبرهای فلفل دلمه‌ای برای استفاده در برنامه تولید بذر هیبرید F_1 انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر ۶ لاین فلفل دلمه قرمز حاصل از ۶ نسل خودگشنی در ۲۰ مرداد۱۴۰۱ جهت تولید نشا، در سینی مخصوص با بستر کوکوپیت و پیت‌ماس کشت شد و در اول مهرماه و در مرحله ۶ برگی به گلخانه انتقال داده شد. پس از شروع گلدهی، دورگ‌گیری بین لاین‌ها به روش نیمه دای‌آلل انجام شد. بذر میوه حاصل از تلاقی بین لاین‌ها و همچنین بذر خودگشن شده لاین‌های والدینی پس از رسیدگی کامل به‌صورت جداگانه برداشت گردید. بذور از میوه‌ها جداشده و در پاکت جهت ادامه پروژه تا فصل بعدی در انبار ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بذور هیبرید حاصل از مرحله قبل به همراه بذور والدینی، در مرداد ۱۴۰۲ در سینی‌نشاء کشت شده و پس از رسیدن به مرحله ۶ برگی به گلخانه منتقل شد. ۱۵ هیبرید فلفل دلمه قرمز به همراه والدین(۶ لاین) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت شدند. در هر تکرار از هر تیمار (هیبریدها یا والدین) ۱۰ بوته و درمجموع ۳۰ بوته کشت شد. فواصل بین ردیف‌ها و بوته‌ها به ترتیب ۱۰۰ و ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. صفات ضخامت گوشت، طول و قطر میوه، ضخامت دم میوه و وزن میوه ثبت و مورد بررسی قرار گرفت.

داده‌های حاصل از آزمایش، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقادیر هتروزیس به روش استاندارد (در مقایسه با شاهد تجاری) برآورد شد. با توجه به اینکه هیبرید های تولیدی به دو تیپ مختلف از نظر ویژگی‌های میوه تقسیم بندی می شدند، برای برآورد هتروزیس هیبریدهایی که یکی از والدین آن‌ها لاین شماره هفت بود از شاهد تجاری Y90 و برای سایر از شاهد تجاری دارسنا استفاده شد.

میزان هتروزیس نسبت به رقم تجاری هیبرید به‌عنوان رقم استاندارد با استفاده از فرمول‌های زیر و بر اساس فرمول زیر تعیین شد (باقری و فارسی، ۱۳۹۱):

$$\text{هتروزیس استاندارد} = \frac{\text{میانگین F1} - \text{میانگین واریته شاهد}}{\text{میانگین واریته شاهد}}$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها (لاین‌های والدینی و هیبریدها) برای تمامی صفات موردمطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

در بین هیبریدهای با والد غیر از لاین ۷، بیشترین میزان هتروزیس نسبت به شاهد استاندارد یعنی دارسنا، از نظر وزن، طول و قطر میوه مربوط به تلاقی ۱۰×۲و۱۱×۲ بود. با این وجود در تمام هیبریدهایی که یکی از والدین آن هالاین ۲ یا ۶ بود، هتروزیس مثبتی را از نظر این صفات مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	ضخامت گوشت میوه	ارتفاع بوته	عملکرد میوه
تکرار	۲	۱۳۰۹/۵۷^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۹۲ ^{ns}	۲/۹۱ ^{ns}
تیمار (ژنوتیپ)	۲۰	۱۰۲۶۶/۳۹**	۲/۲۲**	۲/۶۵**	۲/۲۴**	۲۹۵۹/۶۴**	۱۳۲۱/۲۸**
خطا	۴۰	۵۱۱/۴۳	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۱۱	۱/۴۳	۲/۰۶
درصد ضریب تغییرات	-	۱۱/۲۳	۱۵/۵۶	۱۲/۷۰	۷/۳۴	۲۰/۰۹	۲۱/۱۲

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

در بین تلاقی های با والد ۷، بیشترین هتروزیس نسبت به شاهد Y90 در صفات وزن، طول و قطر میوه متعلق به تلاقی ۲×۷ و به ترتیب به میزان ۲۸، ۱۴ و ۲۰ درصد مشاهده شد. از نظر ضخامت گوشت میوه، بیشترین هتروزیس در مقایسه با هیبرید دارسنا مربوط به تلاقی ۲×۹ و۶×۹ به میزان ۲۳/۸۱ و ۲۳/۵۷ درصد بود. با این وجود تلاقی ۲×۱۱و ۶×۱۱هتروزیس مثبت و معنی داری نسبت به شاهد نشان دادند. در مقایسه با شاهد Y90، همه تلاقی‌های با والد ۷ (به استثنای ۷×۹) هتروزیس مثبت اما غیرمعنی‌داری نشان دادند(جدول ۲). از نظر ارتفاع بوته، بیشترین هتروزیس در دو گروه هیبرید مورد ارزیابی مربوط به تلاقی ۲×۷ و ۲×۹ به ترتیب به میزان ۵۰ و ۱۵/۶۳ درصد بود. مقدار هتروزیس در هیبرید ۲×۱۱ که در مورد سایر صفات، هتروزیس مثبت و معنی داری داشت، صفر بود. عملکرد بوته در برخی هیبریدهای تولیدی هتروزیس نشان داد به نحوی که بیشترین هتروزیس مربوط به هیبرید ۲×۷ و ۲×۱۱ بود. هر دو هیبرید از یک والد مشترک برخوردارند. مقدار هتروزیس در این دو ترکیب به ترتیب ۱۰۰/۹۹ و ۱۶/۶۹ درصد بود. Galal و همکاران (۲۰۱۸) میزان هتروزیس هیبریدهای فلفل را در نسبت با لاین های والدینی در مورد صفت طول میوه ۲۷/۹۰ درصد، وزن میوه ۱۳/۵۵ درصد، ارتفاع بوته ۹/۷۲ درصد و برای عملکرد ۳۰/۲۹ درصد گزارش نمودند. Rao و همکاران (۲۰۱۷) گزارش نمودند که برخی از ترکیب‌های حاصل از لاین های والدینی فلفل از نظر تعداد شاخه، طول، قطر و وزن میوه نسبت به شاهد تجاری، هتروزیس مثبت و معنی داری نشان دادند. پدیده هتروزیس بیانگر تاثیر ژن‌ها بر یکدیگر بوده که در این دو ترکیب به خوبی مشاهده شد. ژنتیک عملکرد پیچیده است و تابعی از اثرات صفات مختلف بویژه ویژگی های میوه می‌باشد.

آگاهی از هتروزیس (نیروی هیبریدی) به اصلاح‌گران اجازه می‌دهد تا از صفات برتر هیبریدها در مقایسه با والدین خود بهره برداری کنند. این امر به ویژه در کشاورزی برای توسعه انواع محصولات با عملکرد بالا مهم است. با توجه به نتایج حاصل و مشاهده هتروزیس در مقایسه با شاهد های تجاری، ترکیبات ۲×۷و ۲×۱۱ به عنوان هیبریدهای برتر جهت مطالعات تکمیلی و معرفی رقم پیشنهاد می گردند.

جدول ۲- میزان هتروزیس نسبت به شاهدهای تجاری (Y90 و دارسنا) در هیبریدهای فلفل دلمه‌ای قرمز هتروزیس در هیبریدهای که یکی از والدین آن‌ها لاین ۷ می‌باشد با هیبرید Y90 و سایر با هیبرید دارسنا سنجیده شده‌اند

هیبریدها	وزن تک میوه	طول میوه	قطر میوه	ضخامت گوشت میوه	ارتفاع بوته	عملکرد میوه
۲×۶	۱/۲۷	۱/۰۹	۱/۴۳	۱۹/۰۵*	-۳/۱۳	۴/۴۳
۲×۷	۲۸/۰۲**	۱۴/۸۳**	۲۰/۸۷**	۵/۰۵	۵۰/۰۰**	۱۰۰/۹۲**
۲×۹	۱/۰۹	۷/۱۶*	۳/۴۰	۲۳/۸۱**	۱۵/۶۳*	۲/۳۱
۲×۱۰	۱۵/۰۵*	۷/۱۱*	۷/۵۵*	۹/۵۲	-۱۵/۶۶*	-۲۴/۷۱*
۲×۱۱	۱۷/۱۱*	۱۱/۲۳**	۹/۲۳*	۱۴/۲۹*	۰/۰۰	۱۶/۶۹*
۶×۷	۳/۲۱	۱/۴۵	۵/۸۳	۵/۱۵	۲۸/۵۷*	۱۱/۸۱
۶×۹	۰/۱۲	۴/۰۶	۰/۰۰	۲۳/۵۷**	-۶/۲۵	-۲۳/۰۲*
۶×۱۰	۰/۲۴	-۳/۳۴	۱/۱۳	۰/۰۰	-۲۱/۲۵*	-۱۶/۲۵
۶×۱۱	۴/۱۴	-۱/۲۳	۴/۱۵	۱۴/۲۹*	-۲۸/۸۸*	-۲۶/۶۹*
۷×۹	-۶/۲۱	-۵/۷۶	۹/۲۲*	۰/۰۰	۲۸/۱۳*	-۱۸/۱۰
۷×۱۰	-۹/۲۳	۰/۱۱	۵/۳۴	۵/۰۰	۱۷/۸۶*	۵۸/۰۳*
۷×۱۱	-۲۹/۱۱**	-۱/۱۷	۶/۸۰*	۵/۰۵	۲۵/۰۰*	۹/۶۷
۹×۱۰	-۱۵/۰۵*	-۱۱/۶۶**	-۹/۰۶*	۰/۰۰	-۲۸/۱۳*	-۲۱/۰۵*
۹×۱۱	-۲/۳۰	۲/۹۰	۳/۰۲	۴/۰۵	۶/۲۵	-۱۶/۲۵*
۱۰×۱۱	-۲/۱۳	-۳/۱۲	-۰/۷۵	۴/۷۶	-۲۵/۰۰*	-۲۲/۵*

منابع

باقری، م. و فارسی، ع. ۱۳۹۱. اصول اصلاح نباتات. انتشارات مشهد، ۳۷۶ صفحه.

Aditika, Kanwar, H.S., Ramesh, K., Dogra, R.K. and Sharma, A. 2018. Mean performance of parents and hybrids involved in half diallel mating design in bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(1): 1040–1043.

Costa, J., Rodríguez, R., Santos, C., Soares, C., Lima, N. and Santos, C. 2020. Mycobiota in Chilean chilli *Capsicum annuum* L. used for production of Merkén. International Journal of Food Microbiology, 334: 108833.

Galal, R.M., Mohamed, A.G. and Ismail, H.E.M. 2018. Combining ability for yield and fruit quality in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Agricultural Research, 45(4): 835–850.

Motti, R. 2021. *Capsicum annuum* L.: A review of its traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. Plants, 10(8): 1585.

Rao, P.G., Reddy, K.M., Naresh, P. and Chalapathi, V. 2017. Heterosis in bell pepper (*Capsicum annuum* L.) for yield and yield attributing traits. Bangladesh Journal of Botany, 46(2): 745–750.

Rego, E.R. and Rego, M.M. 2016. Genetics and breeding of chili pepper *Capsicum* spp. In: Production and Breeding of Chili Peppers (*Capsicum* spp.). Springer, Cham.

Shull, G.H. 1908. What is heterosis? Genetica, 33: 430–446.

Sran, T.S. and Jindal, S.K. 2022. Assessment of heterotic and combining ability effects along with genotype × environment factors influencing the variation of yield and quality components in pepper. Scientia Horticulturae, 299: 111040.

Syukur, M., Sujiprihati, S. and Yunianti, R. 2010. Diallel analysis using Hayman method to study genetic parameters of yield components in pepper (*Capsicum annuum* L.). HAYATI Journal of Biosciences, 17(4): 183–188.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Determining the degree of trait heterosis in hybrids resulting from the crossing of half diallel greenhouse bell pepper

Zahra Roudbari[1*] and Shahrbano Vakili Bastam[2]
1. Crop and Horticultural Science Research Department, Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran
2. Crop and Horticultural Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran
Corresponding Author: z.roudbari@areeoc.ir

Abstract

The basis of hybrid seed production is to have pure parental lines with outstanding traits so that hybrids can be produced through crossing between lines that show superiority or heterosis over the parents. In order to determine the standard heterosis (superiority over commercial hybrids) of 15 red bell pepper hybrids resulting from the half-diallel crossing of six pure parental lines, an experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 replications and the weight, length, diameter and thickness of the fruit flesh, plant height and fruit yield were measured. Based on the results of the analysis of variance, there was a significant difference in terms of the evaluated traits among the lines and hybrids under study. Positive and significant heterosis was observed among some combinations compared to the two commercial controls Y90 and Darsena. Plant yield in the produced hybrids showed heterosis, with the highest heterosis being in hybrids 2×7 (relative to Y90) and 2×11 (relative to Darsena). Both hybrids have a common parent. The heterosis in these two combinations was 100.99 and 16.69 percent, respectively. These two combinations are recommended as superior hybrids for further studies and introduction of the cultivar.

Keywords: Heterosis, Parental Line, Pepper.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش بیوتکنولوژی در ارتقاء کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت سبزی‌ها

الناز اسماعیل‌زاده[۱*]، محمد اعتمادی[۱] و علیرضا شهسوار[۱]
۱- بخش علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *esmaielzadehe@yahoo.com*

چکیده

محصولات باغبانی، به‌ویژه سبزی‌ها، بخش ضروری رژیم غذایی انسان هستند، اما عمر کوتاه پس از برداشت آن‌ها منجر به ضایعات قابل‌توجهی می‌شود. این مقاله مروری، نقش حیاتی بیوتکنولوژی، شامل مهندسی ژنتیک و ابزارهای نوین مانند ویرایش ژنوم (CRISPR/Cas9) و رویکردهای اومیکس، در بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت سبزی‌ها را بررسی می‌کند. راهکارهای بیوتکنولوژیکی با هدف قرار دادن مسیرهای فیزیولوژیکی کلیدی مانند رسیدگی (کنترل اتیلن و فعالیت آنزیم‌های دیواره سلولی)، پاسخ به تنش‌های محیطی (مانند آسیب سرمازدگی)، مقاومت به بیماری‌ها و حفظ کیفیت تغذیه‌ای، پتانسیل بالایی در کاهش خسارات پس از برداشت نشان داده‌اند. در این مقاله، دستاوردهای حاصل از مهندسی آنزیم‌های تجزیه‌کننده، شناسایی و بهره‌برداری از فاکتورهای رونویسی کنترل‌کننده رسیدگی، استفاده از ژنومیک عملکردی برای شناسایی ژن‌های مرتبط با تحمل به تنش، و کاربرد فناوری‌های جدید مانند CRISPR/Cas9 برای اصلاح دقیق صفات مورد بحث قرار گرفته است. همچنین به اهمیت رویکردهای بیوانفورماتیک و اومیکس در تسریع برنامه‌های بهبود و لزوم توسعه پایدار و مسئولانه این فناوری‌ها پرداخته شده است. هدف نهایی، برجسته‌سازی پتانسیل بیوتکنولوژی برای کمک به امنیت غذایی و کاهش ضایعات در زنجیره تأمین سبزی‌ها است.

واژه‌های کلیدی: اومیکس، بیوتکنولوژی، تنش سرما، ماندگاری پس از برداشت، مهندسی ژنتیک.

مقدمه

اهمیت سبزی‌ها و چالش‌های پس از برداشت

سبزی‌ها، به همراه میوه‌ها، ادویه‌ها، گیاهان دارویی و گیاهان نوشابه ای، به‌عنوان محصولات باغبانی، نقش حیاتی در تأمین ویتامین‌ها، مواد معدنی، فیبر و ترکیبات زیست‌فعال ضروری برای سلامت انسان ایفا می‌کنند. با این حال، ماهیت بسیار فاسدشدنی این محصولات، به‌ویژه پس از برداشت، چالش‌های عمده‌ای را برای تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مصرف‌کنندگان ایجاد می‌کند (Goodwin, 2023). خسارات پس از برداشت ناشی از فرآیندهای فیزیولوژیکی طبیعی (مانند رسیدگی، پیری و تنفس)، آسیب‌های مکانیکی، و حمله پاتوژن‌ها، می‌تواند به مقادیر بسیار بالایی برسد. تخمین زده می‌شود که حدود یک‌سوم کل مواد غذایی تولیدشده در جهان برای مصرف انسان، به‌ویژه میوه‌ها و سبزی‌ها، سالانه از بین می‌رود که معادل حدود ۱/۳ میلیارد تن غذا به ارزش تقریبی ۱ تریلیون دلار است (FAOSTAT, 2021). این ضایعات نه تنها نشان‌دهنده اتلاف منابع (آب، زمین، انرژی و نیروی کار) است، بلکه پیامدهای جدی اقتصادی و زیست‌محیطی دارد و مانعی برای دستیابی به امنیت غذایی جهانی محسوب می‌شود (Goodwin, 2023). روش‌های متداول مانند نگهداری در دمای پایین (انبار سرد) و استفاده از اتمسفر کنترل‌شده یا اصلاح‌شده برای کاهش سرعت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی به‌کار می‌روند، اما این شیوه‌ها برای همه، به‌ویژه گونه‌های حساس به سرما، مناسب نبوده و ضمن هزینه‌بر بودن، قادر به پیشگیری کامل از فساد نیستند.

ضرورت بهره‌گیری از بیوتکنولوژی

در مواجه با محدودیت‌های روش‌های سنتی، نوآوری‌های بیوتکنولوژیکی، به‌ویژه در حوزه مهندسی ژنتیک و ابزارهای مولکولی نوین، راه‌حل‌های امیدوارکننده‌ای برای بهبود ذاتی کیفیت و ماندگاری محصولات باغبانی ارائه می‌دهند (Mihrete et al., 2024). با هدف قرار دادن ژن‌های کنترل‌کننده فرآیندهای فیزیولوژیکی کلیدی، می‌توان صفات پس از برداشت را به‌طور مؤثری بهبود بخشید. این فرآیندها

شامل بیوسنتز و پاسخ به هورمون اتیلن (که رسیدگی بسیاری از میوه‌ها را تسریع می‌کند)، فعالیت آنزیم‌های دخیل در نرم شدن بافت (مانند پلی‌گالاکتوروناز)، پاسخ به تنش های غیر زیستی (مانند سرما، گرما و خشکی)، مقاومت به پاتوژن‌های پس از برداشت، و حفظ یا افزایش ارزش تغذیه‌ای می‌باشد. مثال‌های اولیه مانند گوجه‌فرنگی Flavr Savr با بیان کاهش‌یافته ژن پلی‌گالاکتوروناز، پتانسیل این رویکرد را نشان داد، اگرچه موفقیت تجاری آن محدود بود. امروزه، با پیشرفت تکنیک‌های نوین، محصولاتی مانند سیب‌های غیر قهوه‌ای شونده (Arctic Apples) و آناناس صورتی با لیکوپن بالا به بازار عرضه شده‌اند (Baranski et al., 2019). با وجود نگرانی‌های عمومی و چالش‌های نظارتی پیرامون محصولات تراریخته (GMO)، توسعه فناوری‌های دقیق‌تر مانند ویرایش ژنوم با CRISPR/Cas9، که می‌تواند تغییرات ژنتیکی هدفمند را بدون لزوماً درج DNA خارجی ایجاد کند، چشم‌انداز جدیدی برای توسعه ارقام بهبودیافته با پذیرش بالقوه بالاتر گشوده است (Wolt et al., 2016; Yu et al., 2017). با توجه به پیش‌بینی دو برابر شدن جمعیت جهان تا ۵۰ سال آینده، افزایش کارایی تولید و کاهش ضایعات پس‌از برداشت از طریق بیوتکنولوژی، اهمیتی حیاتی برای تأمین غذای پایدار خواهد داشت (Khabbazi et al., 2020). این مقاله مروری به بررسی دستاوردهای کلیدی و پتانسیل کاربرد بیوتکنولوژی در افزایش کیفیت و ماندگاری پس از برداشت سبزی‌ها می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این مقاله یک مطالعه مروری است که بر اساس جستجو و تحلیل گسترده مقالات علمی پژوهشی و مروری منتشر شده در پایگاه‌های داده معتبر علمی نظیر PubMed, Scopus, Web of Science و Google Scholar تهیه شده است. کلیدواژه‌های مورد استفاده در جستجو شامل " biotechnology", "genetic engineering", "genome editing", "CRISPR", "postharvest", "omics", "cell wall", "ethylene", "chilling injury", "fruit ripening", "vegetables", "shelf life" و معادل‌های فارسی آن‌ها بوده است. تمرکز اصلی بر شناسایی و بررسی مطالعاتی بوده که به کاربرد تکنیک‌های بیوتکنولوژی مولکولی برای درک و بهبود صفات مرتبط با کیفیت و ماندگاری پس از برداشت در انواع سبزی‌ها و میوه‌ها (به‌عنوان مدل) پرداخته‌اند. اطلاعات مربوط به مکانیسم‌های مولکولی کنترل‌کننده رسیدگی، پاسخ به تنش، فعالیت آنزیم‌ها، و همچنین کاربرد عملی فناوری‌هایی مانند RNAi, TILLING, CRISPR/Cas9 و رویکردهای اومیکس گردآوری، دسته‌بندی و تحلیل شده است.

نتایج و بحث

راهکارهای مهندسی ژنتیک برای کنترل رسیدگی و نرم شدن بافت

فرآیند رسیدگی و نرم شدن بافت، که منجر به تغییرات نامطلوب در بافت، طعم و حساسیت به عوامل بیماری‌زا می‌شود، یکی از عوامل اصلی محدودکننده عمر انباری بسیاری از سبزی‌ها و میوه‌ها است. بیوتکنولوژی استراتژی‌های مختلفی برای مداخله در این فرآیند ارائه داده است:

مهار آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی: دیواره سلولی نقش مهمی در حفظ استحکام بافت دارد و تجزیه آن توسط آنزیم‌هایی مانند پلی‌گالاکتوروناز (PG)، پکتین متیل استراز (PME)، سلولاز و بتا-گالاکتوزیداز در طی رسیدگی منجر به نرم شدن می‌شود. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، گوجه‌فرنگی Flavr Savr با استفاده از فناوری آنتی‌سنس برای سرکوب ژن PG توسعه یافت (Krieger et al., 2008). اگرچه این محصول خاص موفقیت تجاری پایداری نداشت، اما راه را برای هدف قرار دادن سایر آنزیم‌های دیواره سلولی هموار کرد. کاهش فعالیت این آنزیم‌ها می‌تواند سرعت نرم شدن را کاهش داده و ماندگاری را افزایش دهد. علاوه بر آنزیم‌های دیواره سلولی، تجزیه ماکرومولکول‌های دیگر مانند پروتئین‌ها و نشاسته نیز بر کیفیت پس از برداشت تأثیر می‌گذارد. کاهش نرخ تجزیه این مولکول‌ها از طریق مهندسی ژنتیک می‌تواند به حفظ تازگی کمک کند (Mihrete et al., 2024).

کنترل بیوسنتز و سیگنالینگ اتیلن: اتیلن هورمون کلیدی در تنظیم رسیدگی میوه‌های فرازگرا (Climacteric) مانند گوجه‌فرنگی، موز و خربزه است. دو آنزیم کلیدی در مسیر بیوسنتز اتیلن، ACC سینتاز (ACS) و ACC اکسیداز (ACO) هستند. سرکوب بیان ژن‌های کدکننده این آنزیم‌ها با استفاده از فناوری آنتی‌سنس یا RNAi به‌طور مؤثری تولید اتیلن را کاهش داده و فرآیند رسیدگی را به تأخیر

انداخته است (Mihrete et al., 2024). همچنین، هدف قرار دادن گیرنده‌های اتیلن یا اجزای پایین‌دستی مسیر سیگنالینگ اتیلن نیز می‌تواند پاسخ به اتیلن را کاهش و ماندگاری را افزایش دهد.

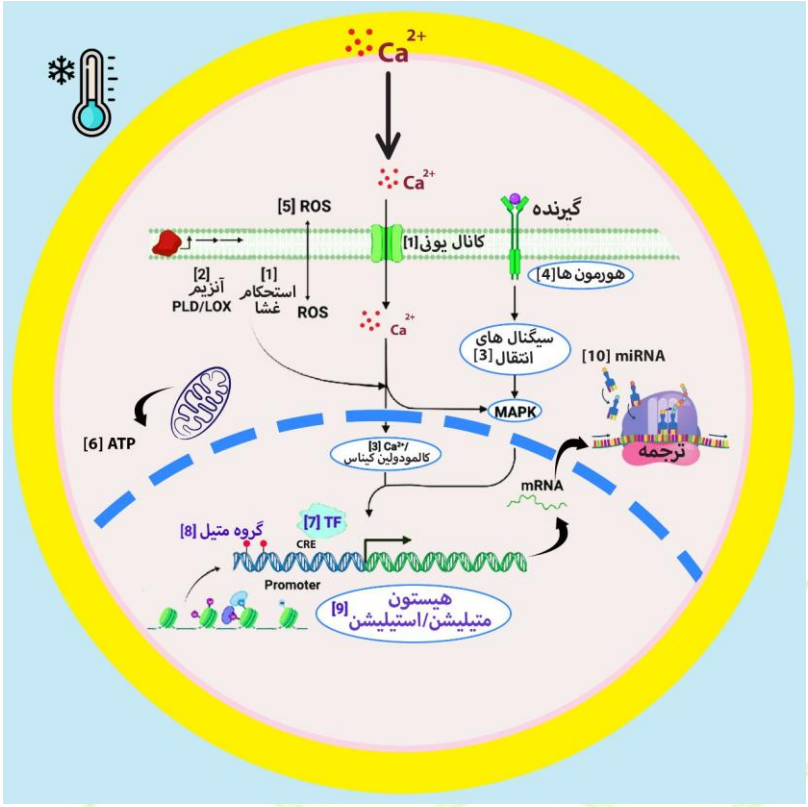
استفاده از ژنتیک معکوس و جهش‌های طبیعی: روش TILLING (Targeting Induced Local Lesions IN Genomes) امکان شناسایی جهش‌های نقطه‌ای القا شده در ژن‌های هدف را فراهم می‌کند. یک مثال کلاسیک، شناسایی آلل جهش‌یافته ژن CmACO1 در خربزه با استفاده از تیمار موتاژن EMS است که منجر به فنوتیپ با رسیدگی بسیار کند و عمر انباری طولانی شد (Ayub et al., 1996). مطالعه جهش‌های طبیعی که منجر به صفات مطلوب پس از برداشت می‌شوند نیز ارزشمند است.

شناسایی و دستکاری فاکتورهای رونویسی: فرآیند رسیدگی توسط یک شبکه پیچیده از فاکتورهای رونویسی (TFs) تنظیم می‌شود. در گوجه‌فرنگی، فاکتورهای رونویسی کلیدی مانند RIN (MADS-box)، NOR (NAC) و CNR (SBP-box) شناسایی شده‌اند که در بالای سلسله مراتب تنظیمی رسیدگی قرار دارند (Pech et al., 2013). جهش در این ژن‌ها منجر به نقص شدید در رسیدگی می‌شود. مشخص شده است که RIN و NOR بیان بسیاری از ژن‌های مرتبط با رسیدگی، از جمله ژن‌های بیوسنتز اتیلن، کاروتنوئیدها و آنزیم‌های دیواره سلولی را کنترل می‌کنند (Kosma et al., 2010; Missio et al., 2015). درک این شبکه‌های تنظیمی، اهداف جدیدی را برای اصلاح دقیق فرآیند رسیدگی از طریق مهندسی ژنتیک یا ویرایش ژنوم فراهم می‌کند.

افزایش تحمل به تنش‌های پس از برداشت، به‌ویژه آسیب سرمازدگی (Chilling Injury)

بسیاری از سبزی‌های با منشأ گرمسیری یا نیمه‌گرمسیری به دماهای پایین حساس هستند و نگهداری در سردخانه (که برای کاهش متابولیسم و افزایش ماندگاری ضروری است) می‌تواند باعث آسیب فیزیولوژیکی موسوم به آسیب سرمازدگی (CI) شود. علائم CI متنوع بوده و شامل فرورفتگی سطح (pitting)، تغییر رنگ داخلی یا خارجی، عدم رسیدگی یکنواخت پس از خروج از سرما، افزایش حساسیت به پوسیدگی و کاهش طعم و عطر می‌شود. درک مکانیسم‌های مولکولی پاسخ به سرما و آسیب ناشی از آن برای توسعه راهکارهای بیوتکنولوژیکی جهت افزایش تحمل ضروری است.

مسیرهای سیگنالینگ سرما: پاسخ گیاه به سرما با درک تغییر دما در سطح غشای سلولی آغاز می‌شود که منجر به تغییر در سیالیت غشا [شکل ۱، قسمت ۱] و فعال شدن کانال‌های یونی، به‌ویژه کانال‌های کلسیم می‌گردد. افزایش ناگهانی غلظت کلسیم در سیتوزول (Ca^{2+} influx) [قسمت ۳] به‌عنوان یک پیام‌رسان ثانویه کلیدی عمل کرده و آبشارهای سیگنالینگ پایین‌دستی را فعال می‌کند. این آبشارها شامل مسیرهای کینازی مانند پروتئین کینازهای وابسته به کلسیم (CDPKs) و مسیر کینازهای فعال‌شده با میتوژن (MAPK) است که فسفریلاسیون پروتئین‌های هدف را انجام می‌دهند. همزمان، تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) [قسمت ۵] مانند سوپراکسید و پراکسید هیدروژن، عمدتاً در میتوکندری و کلروپلاست افزایش می‌یابد. ROS در سطوح پایین نقش سیگنالینگ دارد اما تجمع بیش از حد آن منجر به استرس اکسیداتیو و آسیب به لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA می‌شود. هورمون‌های گیاهی [قسمت ۴] مانند آبسیزیک اسید (ABA)، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و براسینوستروئیدها نیز نقش تعدیل‌کننده مهمی در پاسخ به سرما دارند. این سیگنال‌های مختلف نهایتاً در هسته همگرا شده و منجر به فعال شدن یا سرکوب فاکتورهای رونویسی خاص [قسمت ۷] می‌شوند. مهم‌ترین این فاکتورها، خانواده CBF/DREB هستند که به عناصر تنظیمی خاصی به نام CRT/DRE در پروموتر ژن‌های پاسخ‌دهنده به سرما (COR genes) متصل شده و بیان آن‌ها را القا می‌کنند. محصولات ژن‌های COR شامل پروتئین‌هایی هستند که به محافظت سلول در برابر آسیب سرما کمک می‌کنند (مانند پروتئین‌های ضدیخ، chaperones، آنزیم‌های مسیر اسمولیت‌ها). علاوه بر تنظیم رونویسی، تنظیم اپی‌ژنتیکی [قسمت ۹] (مانند متیلاسیون DNA و تغییرات هیستونی) و تنظیم پس از رونویسی توسط RNAهای کوچک غیرکدکننده مانند microRNAها [قسمت ۱۰] نیز نقش مهمی در شکل‌دهی دقیق پاسخ به سرما دارند. حفظ یکپارچگی غشا (تحت تأثیر آنزیم‌های متابولیسم لیپید مانند فسفولیپازها (PLD) و لیپوکسیژنازها (LOX) [قسمت ۲]) و هموستازی انرژی (سطح ATP [قسمت ۶]) برای بقای سلول در شرایط سرما حیاتی است (Albornoz et al., 2022).



شکل ۱- شماتیک مسیرهای سیگنالینگ سلولی در پاسخ به تنش سرما در گیاهان. (توضیحات اجزای شماره‌گذاری شده درمتن بخش ۳-۲ آمده است).

شناسایی ژن‌های کاندید از طریق ژنومیک عملکردی: مطالعات ژنومیک عملکردی در گوجه‌فرنگی (به‌عنوان مدل برای میوه‌های حساس به سرما) به شناسایی ژن‌هایی کمک کرده است که دستکاری آن‌ها می‌تواند تحمل به سرما را بهبود بخشد. به‌عنوان مثال، بیان بیش از حد فاکتور رونویسی SlGRAS4 منجر به کاهش فرورفتگی‌های سطحی (pitting) ناشی از سرما و بهبود رنگ میوه پس از انبارداری سرد شد (Liu et al., 2020). همچنین، بیان بیش از حد ژن SlCYP90B3 که در بیوسنتز براسینوستروئیدها نقش دارد، باعث تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و کاهش علائم آسیب سرمازدگی در گوجه‌فرنگی‌های نگهداری شده در سرما گردید (Hu et al., 2022). این نتایج نشان می‌دهد که هدف قرار دادن فاکتورهای رونویسی کلیدی یا مسیرهای هورمونی می‌تواند استراتژی مؤثری برای افزایش تحمل به سرما باشد.

مطالعه پاسخ به تیمارهای القاکننده تحمل: تیمارهای فیزیکی (مانند غوطه‌وری در آب گرم، تیمار متناوب گرمایی) یا شیمیایی (مانند متیل جاسمونات، سالیسیلیک اسید، اتیلن، ملاتونین، ATP خارجی) می‌توانند تحمل به سرما را در برخی محصولات القا کنند. مطالعه تغییرات مولکولی (ترانسکریپتوم، پروتئوم، متابولوم) در پاسخ به این تیمارها به درک بهتر مکانیسم‌های تحمل و شناسایی ژن‌های کاندید بیشتر کمک می‌کند (Zhang et al., 2021). برای مثال، تیمار آب گرم قبل از انبارداری سرد، با افزایش بیان پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs) در موز و انبه مرتبط بوده است (Salazar-Salas et al., 2022; Si et al., 2022). کاربرد ATP یا GTP خارجی در موز با فعال‌سازی خانواده ژنی MaAPY و گیرنده ATP (MaDORN1.19)، به حفظ هموستازی ATP و کاهش آسیب سرما کمک کرده است (Shan et al., 2022). تیمار با Ethrel (پیش‌ساز اتیلن) در موز باعث القای بیان فاکتورهای رونویسی MabHLH060 و MabHLH183 شد که با کاهش سختی غشا ناشی از سرما و کاهش علائم ظاهری آسیب همراه بود (Zhou et al., 2022). ملاتونین نیز به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی و مولکول سیگنالینگ، در کاهش آسیب سرما در محصولات مختلف از طریق تنظیم بیان miRNA ها و ژن‌های مرتبط با قهوه‌ای شدن یا متابولیسم لیپید غشا نقش دارد.

سایر مسائل کیفی پس از برداشت

کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی: قهوه‌ای شدن سطوح بریده شده یا آسیب‌دیده در محصولاتی مانند سیب‌زمینی، سیب، کاهو و به‌ویژه قارچ خوراکی، یک مشکل عمده کیفی است که ارزش بازاری محصول را کاهش می‌دهد. این پدیده عمدتاً ناشی از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO) است که ترکیبات فنلی را در حضور اکسیژن اکسید کرده و رنگدانه‌های قهوه‌ای (ملانین) تولید می‌کند (Shipman et al., 2021; Watson, 2016). راهکارهای بیوتکنولوژیکی برای کاهش فعالیت PPO شامل سرکوب بیان ژن(های) PPO با استفاده از RNAi یا ویرایش ژنوم (مانند CRISPR/Cas9) است. قارچ‌های دکمه‌ای سفید ویرایش‌شده با CRISPR که فعالیت PPO در آن‌ها کاهش یافته و مقاومت به قهوه‌ای شدن بیشتری نشان می‌دهند، یکی از اولین نمونه‌های محصولات کشاورزی ویرایش‌شده با CRISPR بود که از بازبینی نظارتی پیش از عرضه به بازار در آمریکا معاف شد. همچنین سیب‌های Arctic® با بیان کاهش‌یافته PPO از طریق RNAi به صورت تجاری در دسترس هستند.

تأخیر در گلدهی (بولتینگ) در سبزی‌های برگی: در سبزی‌های برگی مانند کاهو، گلدهی زودهنگام یا بولتینگ (Bolting)، که انتقال از مرحله رویشی به زایشی است، منجر به تولید ساقه گل‌دهنده، کاهش کیفیت خوراکی برگ‌ها (تلخ شدن) و نامناسب شدن محصول برای بازار یا فرآوری می‌شود. انتخاب ژنتیکی برای ارقام دیرگل‌ده (Slow bolting) همواره یک هدف اصلاحی مهم بوده است (Waycott and Ryder, 1993). بیوتکنولوژی می‌تواند با شناسایی و دستکاری ژن‌های کنترل‌کننده زمان گلدهی (مانند ژن‌های مسیرهای نوری، ورنالیزاسیون، جیبرلین) به توسعه ارقام با دوره رویشی طولانی‌تر و تأخیر در بولتینگ کمک کند و "ماندگاری مزرعه‌ای" (field holding ability) را بهبود ببخشد.

نقش ابزارهای نوین بیوتکنولوژی و رویکردهای اومیکس

ویرایش ژنوم با CRISPR/Cas9: فناوری CRISPR/Cas9 انقلابی در اصلاح نباتات ایجاد کرده است. این سیستم امکان ایجاد تغییرات دقیق و هدفمند در ژنوم گیاهی، از جمله ایجاد جهش‌های حذفی یا اضافه‌شونده کوچک (که می‌تواند منجر به ناکارآمد شدن ژن شود)، جایگزینی آلل‌ها، یا حتی درج توالی‌های جدید در مکان‌های مشخص را فراهم می‌کند (Wolt et al., 2016). دقت بالا، کارایی نسبتاً خوب و امکان ایجاد گیاهان ویرایش‌شده بدون DNA خارجی (transgene-free) از مزایای اصلی این فناوری است که می‌تواند مسیر نظارتی و پذیرش عمومی را تسهیل کند. کاربردهای بالقوه CRISPR/Cas9 در بهبود صفات پس از برداشت از جمله: ویرایش ژن‌های کلیدی رسیدگی (مانند RIN، ACS، ACO، PG) برای افزایش ماندگاری (Yu et al., 2017)، ویرایش ژن‌های PPO برای کاهش قهوه‌ای شدن، و ویرایش ژن‌های دخیل در مسیرهای تحمل به تنش (مانند CBFها یا اجزای سیگنالینگ کلسیم) برای افزایش مقاومت به سرما یا سایر تنش‌ها بسیار گسترده است.

رویکردهای بیوانفورماتیکی و اومیکس: پیشرفت در فناوری‌های توالی‌یابی نسل جدید (NGS) و پلتفرم‌های مختلف اومیکس (Omics) شامل ژنومیکس (Genomics)، ترانسکریپتومیکس (Transcriptomics)، پروتئومیکس (Proteomics)، متابولومیکس (Metabolomics)، یونومیکس (Ionomics) و فنومیکس (Phenomics) – امکان مطالعه جامع سیستم‌های بیولوژیکی گیاهی را فراهم کرده است (Gapper et al., 2014). این رویکردها در شناسایی ژن‌ها، پروتئین‌ها، متابولیت‌ها و مسیرهای بیولوژیکی مرتبط با صفات پس از برداشت نقش حیاتی دارند. برای مثال، آنالیز ترانسکریپتوم در شرایط مختلف (مانند مراحل مختلف رسیدگی یا تحت تنش سرما) می‌تواند ژن‌های کاندید کلیدی را برای مطالعات عملکردی بعدی و اهداف اصلاحی مشخص کند (Albornoz et al., 2019). ادغام داده‌های چندگانه اومیکس با ابزارهای بیوانفورماتیکی قدرتمند، درک ما را از شبکه‌های پیچیده تنظیمی عمیق‌تر کرده و فرآیند بهبود صفات پس از برداشت را تسریع می‌بخشد (Ninama et al., 2024).

نتیجه‌گیری

بیوتکنولوژی گیاهی، با بهره‌گیری از مهندسی ژنتیک و ابزارهای پیشرفته‌تری مانند ویرایش ژنوم و رویکردهای اومیکس، پتانسیل عظیمی برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت سبزی‌ها و کاهش ضایعات غذایی دارد. با هدف قرار دادن دقیق

مکانیسم‌های مولکولی کنترل‌کننده فرآیندهای کلیدی مانند رسیدگی، نرم شدن بافت، پاسخ به تنش‌های محیطی (مانند سرما) و مقاومت به بیماری‌ها، می‌توان ارقامی با صفات پس از برداشت مطلوب‌تر توسعه داد. این امر نه تنها به افزایش عمر مفید محصولات و کاهش خسارات اقتصادی کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در تقویت امنیت غذایی جهانی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که با چالش‌های بیشتری در زنجیره تأمین مواجه هستند، ایفا می‌کند (Ninama et al., 2024). فناوری CRISPR/Cas9 چشم‌انداز روشنی برای اصلاح سریع و دقیق صفات با پذیرش بالقوه بهتر ارائه می‌دهد. با این حال، ضروری است که توسعه و به‌کارگیری این فناوری‌ها با در نظر گرفتن ملاحظات اخلاقی، ارزیابی دقیق اثرات زیست‌محیطی و در چارچوب قوانین نظارتی مناسب صورت گیرد. همچنین باید توجه داشت که راهکارهای بیوتکنولوژیکی به‌تنهایی کافی نبوده و باید با بهبود شیوه‌های مدیریت پس از برداشت، زیرساخت‌های حمل‌ونقل و نگهداری، و آموزش در طول زنجیره تأمین تکمیل شوند تا به حداکثر کاهش ضایعات دست یافت.

منابع

Albornoz, K., Cantwell, M.I., Zhang, L. and Beckles, D.M. 2019. Integrative analysis of postharvest chilling injury in cherry tomato fruit reveals contrapuntal spatio-temporal responses to ripening and cold stress. Scientific Reports, 9(1): 2795.

Albornoz, K., Zhou, J., Yu, J. and Beckles, D.M. 2022. Dissecting postharvest chilling injury through biotechnology. Current Opinion in Biotechnology, 78: 102790.

Ayub, R., Guis, M., Amor, M.B., Gillot, L., Roustan, J.-P., Latché, A., Bouzayen, M. and Pech, J.-C. 1996. Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits. Nature Biotechnology, 14(7): 862–866.

Baranski, R., Klimek-Chodacka, M. and Lukasiewicz, A. 2019. Approved genetically modified (GM) horticultural plants: A 25-year perspective. Folia Horticulturae, 31(1): 3–49.

FAOSTAT. 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. http://www.fao.org/faostat.

Gapper, N.E., Giovannoni, J.J. and Watkins, C.B. 2014. Understanding development and ripening of fruit crops in an 'omics' era. Horticulture Research, 1: 14034.

Goodwin, L. 2023. The global benefits of reducing food loss and waste, and how to do it. World Resources Institute, Washington DC, USA.

Hu, S., Wang, T., Shao, Z., Meng, F., Chen, H., Wang, Q., Zheng, J. and Liu, L. 2022. Brassinosteroid biosynthetic gene SlCYP90B3 alleviates chilling injury of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruits during cold storage. Antioxidants, 11(1): 115.

Khabbazi, S.D., Khabbazi, A.D., Cevik, V. and Ergül, A. 2020. Genetic engineering of horticultural crops contributes to the improvement of crop nutritional quality and shelf life. Transgenic Technology Based Value Addition in Plant Biotechnology, pp. 247–272.

Kosma, D.K., Parsons, E.P., Isaacson, T., Lü, S., Rose, J.K. and Jenks, M.A. 2010. Fruit cuticle lipid composition during development in tomato ripening mutants. Physiologia Plantarum, 139(1): 107–117.

Krieger, E.K., Allen, E., Gilbertson, L.A., Roberts, J.K., Hiatt, W. and Sanders, R.A. 2008. The Flavr Savr Tomato, an early example of RNAi technology. HortScience, 43(3): 962–964.

Liu, Y., Shi, Y., Zhu, N., Zhong, S., Bouzayen, M. and Li, Z. 2020. SlGRAS4 mediates a novel regulatory pathway promoting chilling tolerance in tomato. Plant Biotechnology Journal, 18(7): 1620–1633.

Mihrete, T.B., Workie, M.A. and Bogale, F.A. 2024. Applications of biotechnology for enhancing the shelf life of horticultural crops. Journal of Sustainable Agriculture and Environment, 3(3): e12121.

Missio, J.C., Renau, R.M., Artigas, F.C. and Cornejo, J.C. 2015. Sugar-and-acid profile of Penjar tomatoes and its evolution during storage. Scientia Agricola, 72(4): 314–321.

Ninama, N., Gangal, L., Khayum, A., Harshitha, S.B., Divya, C., Sowmya, H.M., Singh, A. and Anushi. 2024. Post-harvest biotechnology or genetic engineering solutions: Extending shelf life and reducing food waste. Journal of Advances in Biology and Biotechnology, 27(4): 1–26.

Pech, J.-C., Purgatto, E., Girardi, C.L., Rombaldi, C.V. and Latché, A. 2013. Current challenges in postharvest biology of fruit ripening. Current Agricultural Science and Technology, 19(1).

Salazar-Salas, N.Y., Chairez-Vega, D.A., Vega-Alvarez, M., González-Nuñez, D.G., Pineda-Hidalgo, K.V., Chávez-Ontiveros, J., Delgado-Vargas, F. and Lopez-Valenzuela, J.A. 2022. Proteomic changes in mango fruit peel associated with chilling injury tolerance induced by quarantine hot water treatment. Postharvest Biology and Technology, 186: 111838.

Shan, Y., Li, F., Xie, L., Lian, Q., Zhu, H., Li, T., Zhang, J. and Jiang, Y. 2022. Specific binding of NTP to MaDORN1.19 enhances cold tolerance of postharvest banana fruit during storage. Postharvest Biology and Technology, 188: 111883.

Shipman, E.N., Yu, J., Zhou, J., Albornoz, K. and Beckles, D.M. 2021. Can gene editing reduce postharvest waste and loss of fruit, vegetables, and ornamentals? Horticulture Research, 8(1): 1.

Si, J., Fan, Y., Liu, Z., Wei, W., Xiao, X., Yang, Y., Shan, W., Kuang, J., Lu, W. and Fan, Z. 2022. Comparative transcriptomic analysis reveals the potential mechanism of hot water treatment alleviated-chilling injury in banana fruit. Food Research International, 157: 111296.

Watson, E. 2016. What is a GMO? Mushrooms, gene editing and a brave new world for regulators. FoodNavigator-USA.

Waycott, W. and Ryder, E. 1993. Adaptation of lettuce to high-temperature environments. In: Kuo, C.G. (ed.), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress: Proceedings of an International Symposium. AVRDC Publ. No. 410, pp. 285–295.

Wolt, J.D., Wang, K., Sashital, D. and Lawrence-Dill, C.J. 2016. Achieving plant CRISPR targeting that limits off-target effects. The Plant Genome, 9(3): plantgenome2016-05.

Yu, Q., Wang, B., Li, N., Tang, Y., Yang, S., Yang, T., Xu, J., Guo, C., Yan, P. and Wang, Q. 2017. CRISPR/Cas9-induced targeted mutagenesis and gene replacement to generate long-shelf life tomato lines. Scientific Reports, 7: 11874.

Zhang, W., Jiang, H., Cao, J. and Jiang, W. 2021. Advances in biochemical mechanisms and control technologies to treat chilling injury in postharvest fruits and vegetables. Trends in Food Science and Technology, 113: 355–365.

Zhou, Z., Yang, Y., Shan, W., Zhang, H., Wei, W., Kuang, J., Chen, J. and Lu, W. 2022. Ethylene attenuates chilling injury of banana fruit via the MabHLH060/183 module in controlling phosphatidic acid formation genes. Postharvest Biology and Technology, 183: 111724.

Role of Biotechnology in Enhancing Quality and Extending Postharvest Shelf Life of Vegetables

Elnaz Esmaeilzadeh[1*] Mohammad Etemadi[1] and Alireza Shahsavar[1]

1. Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
Corresponding Author: esmaielzadehe@yahoo.com

Abstract

Horticultural products, particularly vegetables, are an essential part of the human diet, but their short post-harvest life leads to significant waste. This review examines the crucial role of biotechnology, including genetic engineering and novel tools such as genome editing (CRISPR/Cas9) and omics approaches, in improving the quality and extending the post-harvest shelf life of vegetables. Biotechnological solutions targeting key physiological pathways such as ripening (controlling ethylene and cell wall degrading enzyme activity), response to environmental stresses (such as chilling injury), disease resistance, and preservation of nutritional quality have shown high potential in reducing post-harvest losses. This article discusses the achievements in engineering degrading enzymes, identifying and utilizing transcription factors controlling ripening, employing functional genomics to identify stress tolerance-related genes, and applying new technologies like CRISPR/Cas9 for precise trait modification. The importance of bioinformatics and omics approaches in accelerating breeding programs and the necessity of sustainable and responsible development of these technologies are also addressed. The ultimate goal is to highlight the potential of biotechnology to contribute to food security and reduce waste in the vegetable supply chain.

Keywords: Biotechnology, Chilling Stress, Genetic Engineering, Omics, Postharvest, Shelf Life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

فناوری امتزاج پروتوپلاست: ابزاری قدرتمند برای اصلاح سبزیجات از طریق هیبریداسیون سوماتیک و مهندسی ژنتیک

الناز اسماعیل‌زاده[۱*] و محمد اعتمادی[۱]
۱- بخش علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *esmaielzadehe@yahoo.com*

چکیده

برای تأمین امنیت غذایی و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، به ویژه سبزیجات، نیاز داریم تا با استفاده از فناوری‌های جدید، برنامه‌های اصلاح نباتات را سرعت ببخشیم. روش‌های سنتی اصلاح سبزیجات اغلب به دلیل طولانی بودن فرآیند تلاقی و انتخاب، و همچنین وجود موانع ناسازگاری بین گونه‌ها و جنس‌های مختلف، نمی‌توانند به طور کامل از تنوع ژنتیکی موجود، به خصوص در خویشاوندان وحشی، بهره ببرند. فناوری پروتوپلاست با جدا کردن سلول‌های گیاهی بدون دیواره سلولی و کشت و تکثیر آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی، راهی قدرتمند در بیوتکنولوژی گیاهی برای غلبه بر این محدودیت‌ها ارائه می‌دهد. حذف دیواره سلولی، پروتوپلاست‌ها را به محیطی ایده‌آل برای هیبریداسیون سوماتیک (ترکیب پروتوپلاست‌های والدینی که از نظر جنسی با هم سازگار نیستند و تولید هیبریدهای سوماتیک یا سایبریدها) و مهندسی ژنتیک (انتقال مستقیم DNA و به ویژه به عنوان یک سیستم انتقال مؤثر برای ابزارهای ویرایش ژنوم مبتنی بر نوکلئازها مانند CRISPR/Cas9) تبدیل می‌کند. این ویژگی، به ویژه برای سبزیجاتی که به تراریختی از طریق *Agrobacterium tumefaciens* مقاوم هستند (مانند برخی از تک‌لپه‌ای‌ها یا ژنوتیپ‌های خاص دولپه‌ای)، اهمیت زیادی دارد. موفقیت در استفاده از پروتکل‌های پروتوپلاست به شدت به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد و نیازمند بهینه‌سازی دقیق عواملی مانند انتخاب بافت اولیه (نوع و مرحله رشد)، شرایط فیزیولوژیکی گیاه مادر (محیط کشت، نور، تهویه)، فرمولاسیون محیط کشت پروتوپلاست [ترکیبات اصلی، هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاهی [PGRs]، مواد تنظیم‌کننده اسمزی مانند مانیتول یا میواینوزیتول] و مدیریت فشار اسمزی در طول دوره کشت است. این مقاله، اصول بیوتکنولوژیکی، پارامترهای کلیدی و کاربردهای استراتژیک فناوری پروتوپلاست را در اصلاح هدفمند سبزیجات از طریق ایجاد تنوع ژنتیکی جدید و مهندسی دقیق ویژگی‌ها مورد بحث قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بیوتکنولوژی گیاهی، پروتوپلاست، سبزیجات، کشت سلول گیاهی، ویرایش ژنوم.

مقدمه

سبزیجات به عنوان منابع اصلی ویتامین‌ها، مواد معدنی و ترکیبات زیست‌فعال، نقش مهمی در سلامت انسان و امنیت غذایی ایفا می‌کنند. افزایش جمعیت و اثرات نامطلوب تغییرات آب و هوایی، نیاز به تولید ارقام سبزی با عملکرد بالاتر، کیفیت تغذیه‌ای و ملندگاری بهتر و مقاومت بیشتر به تنش‌های زیستی (بیماری‌ها و آفات) و غیرزیستی (خشکی، شوری، دماهای شدید) را ضروری کرده است. برنامه‌های سنتی اصلاح نباتات، با وجود موفقیت‌های چشمگیر، در دسترسی به تنوع ژنتیکی گسترده، به ویژه ژن‌های مفید موجود در گونه‌های وحشی یا خویشاوندان دور، به دلیل وجود موانع ناسازگاری جنسی، محدودیت دارند. همچنین، طولانی بودن چرخه‌های اصلاحی مبتنی بر تلاقی و انتخاب، پاسخگویی سریع به نیازهای بازار و چالش‌های زیست‌محیطی را دشوار می‌سازد. در این راستا، بیوتکنولوژی گیاهی و به طور خاص فناوری پروتوپلاست، فرصت‌های جدیدی را در اصلاح سبزیجات ایجاد کرده است. پروتوپلاست‌ها، سلول‌های گیاهی بدون دیواره سلولی هستند که از طریق حذف آنزیمی دیواره سلولی به دست می‌آیند. این ویژگی منحصربه‌فرد، آن‌ها را به ابزاری انعطاف‌پذیر برای کاربردهای مختلف تبدیل می‌کند:

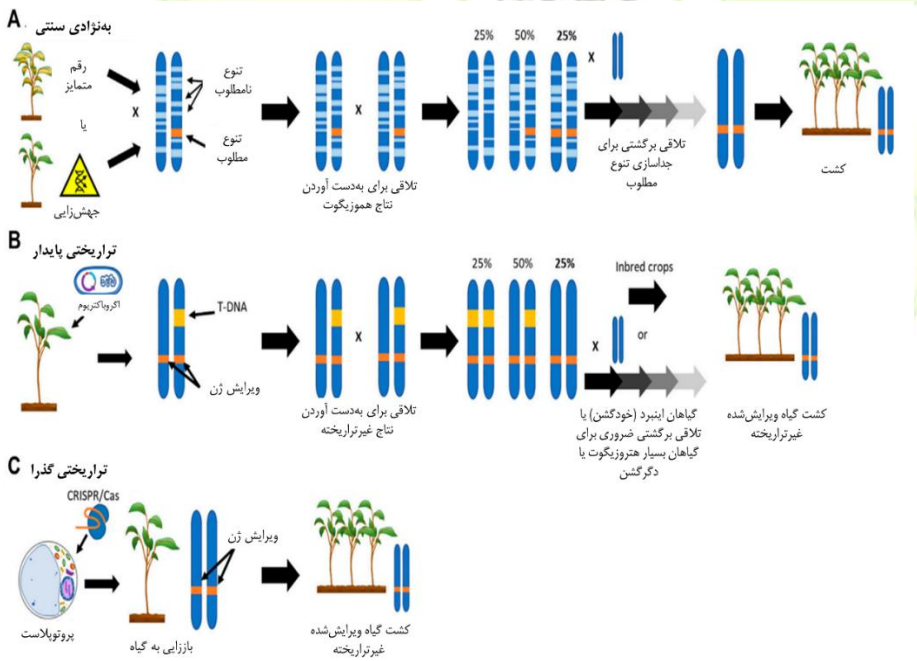
هیبریداسیون سوماتیک

پروتوپلاست‌های به دست آمده از دو والد مختلف (حتی گونه‌ها یا جنس‌های متفاوت و ناسازگار جنسی) می‌توانند تحت شرایط خاص (مانند استفاده از PEG یا الکتروفیوژن) با هم ترکیب شوند. این فرآیند امکان ترکیب کامل مواد ژنتیکی هسته‌ای و سیتوپلاسمی والدین و ایجاد هیبریدهای سوماتیک را فراهم می‌کند. همچنین، امکان تولید سایبریدها نیز وجود دارد که در آن‌ها هسته از یک والد و سیتوپلاسم (یا ترکیبی از سیتوپلاسم والدین) از والد دیگر به ارث می‌رسد. این تکنیک برای انتقال ویژگی‌های کنترل‌شده توسط ژنوم سیتوپلاسمی [مانند ناباروری نر سیتوپلاسمی (CMS)] یا ایجاد ترکیبات جدید هسته‌ای- سیتوپلاسمی با هدف بهبود ویژگی‌هایی مانند مقاومت به تنش‌ها، بسیار ارزشمند است.

مهندسی ژنتیک و ویرایش ژنوم

پروتوپلاست‌ها به دلیل نداشتن دیواره سلولی، به عنوان یک سیستم انتقال بسیار کارآمد برای مولکول‌های بزرگ مانند DNA پلاسمیدی (برای تراریختی پایدار یا موقت) یا کمپلکس‌های ریبونوکلئوپروتئینی (RNPs) مورد استفاده در سیستم‌های ویرایش ژنوم مانند CRISPR/Cas9 عمل می‌کنند. بسیاری از گونه‌های گیاهی، به ویژه تک‌لپه‌ای‌ها، به روش‌های تراریختی معمول مانند Agrobacterium پاسخ مناسبی نمی‌دهند (Hwang et al., 2017). در چنین مواردی، انتقال مستقیم ابزارهای ویرایش ژن به پروتوپلاست‌ها یک راهکار کلیدی است. مزیت دیگر استفاده از پروتوپلاست‌ها، به ویژه در رویکردهای ویرایش ژنوم بدون نیاز به تراریختی (DNA-free)، امکان باززایی گیاه کامل از یک سلول منفرد ویرایش‌شده است که از بروز مشکل کایمریسم (Chimerism) که اغلب در روش‌های مبتنی بر کشت بافت و باززایی از کالوس یا قسمت‌های چندسلولی گیاه رخ می‌دهد، جلوگیری می‌کند(Charrier et al., 2019). این امر منجر به تولید گیاهان ویرایش‌شده همگن و کاهش نیاز به مراحل انتخاب پیچیده در نسل‌های بعدی می‌شود.

هدف این مقاله، بررسی اصول بیوتکنولوژیکی جداسازی، کشت و کاربردهای فناوری پروتوپلاست در اصلاح سبزیجات، با تأکید بر پتانسیل هیبریداسیون سوماتیک برای گسترش تنوع ژنتیکی و استفاده از پروتوپلاست به عنوان سیستم انتقال مؤثر برای فناوری‌های جدید اصلاح نباتات (NPBTs) مانند ویرایش ژنوم، و بررسی عوامل بیولوژیکی و فنی کلیدی مؤثر بر موفقیت این تکنیک‌ها است.



تصویر ۱- نمایش شماتیک از کاربرد فناوریهای جدید اصلاح نباتات (New Plant Breeding Technologies - NPBTs).

مواد و روش‌ها

این بررسی بر اساس تحلیل مقالات علمی-پژوهشی، مقالات مروری و فصل‌های کتاب‌های مرتبط با بیوتکنولوژی گیاهی، کشت سلول و بافت، و اصلاح مولکولی گیاهان، با تمرکز بر گونه‌های سبزی، تدوین شده است. اصول و مراحل فنی پروتکل‌های پروتوپلاست که در این بحث مورد توجه قرار گرفته‌اند، شامل موارد زیر است:

۱. انتخاب و آماده‌سازی منبع گیاهی (اکسپلنت)

انتخاب دقیق اکسپلنت اولیه برای جداسازی پروتوپلاست، یک عامل تعیین‌کننده در موفقیت کل فرآیند است. بافت‌های مختلفی مانند مزوفیل برگ‌های جوان (در Solanum، Brassica)، هیپوکوتیل (در Cucumis، Brassica) (Kiełkowska and Adamus, 2012)، لپه‌ها، کالوس‌های جنین‌زا یا غیرجنین‌زا (Bertini et al., 2019) و کشت‌های سوسپانسیون سلولی فعال از نظر تقسیم (Masani et al., 2013) به عنوان منبع پروتوپلاست در سبزیجات و سایر گیاهان استفاده می‌شوند. وابستگی به ژنوتیپ در پاسخ‌دهی به کشت بافت و باززایی پروتوپلاست یک اصل شناخته شده است (Prange et al., 2010;Jeong et al., 2021)، بنابراین ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه سبزی برای شناسایی ژنوتیپ‌های با پتانسیل باززایی بالا توصیه می‌شود. مرحله رشدی (سن فیزیولوژیکی) بافت منبع نیز اهمیت دارد و معمولاً بافت‌های جوان‌تر و در حال رشد فعال، پروتوپلاست‌هایی با کیفیت و توانایی تقسیم بالاتر تولید می‌کنند (Kiełkowska and Adamus, 2012; Masani et al., 2013). شرایط کشت گیاه مادر (شرایط آزمایشگاهی یا گلخانه) شامل نوع محیط کشت پایه (مثلاً MS در مقابل B5) (Masson and Paszkowski, 1992)، شرایط نوری (شدت و دوره نوری)، دما و تهویه (Chikkala et al., 2009) می‌تواند به طور قابل توجهی بر وضعیت فیزیولوژیکی سلول‌ها و در نتیجه بر بازده جداسازی و پتانسیل تمایززدایی و بازتمایزی پروتوپلاست‌ها تأثیر بگذارد. حفظ شرایط استریل در تمام مراحل ضروری است.

۲. هضم آنزیمی دیواره سلولی

این مرحله شامل قرار دادن بافت‌های گیاهی استریل و خرد شده در محلولی حاوی ترکیبی از آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی (CWDEs) مانند سلولازها، پکتینازها (پلی‌گالاکتورونازها، پکتین لیازها) و همی‌سلولازها است. غلظت بهینه آنزیم‌ها، ترکیب بافر، pH، دما و زمان قرار دادن، پارامترهای حیاتی هستند که باید برای هر سیستم گیاهی بهینه‌سازی شوند. حفظ تورژسانس و پایداری غشای پلاسمایی پروتوپلاست‌ها در طول هضم با استفاده از پلاسمولیز کنترل‌شده توسط عوامل اسمزی مانند مانیتول، سوربیتول یا ساکارز در غلظت مناسب (معمولاً در محدوده ۰.۴-۰.۶ مولار) در محلول آنزیمی ضروری است.

۳. خالص‌سازی، ارزیابی کمی و کیفی، و کشت پروتوپلاست

پس از هضم، سوسپانسیون حاصل که مخلوطی از پروتوپلاست‌ها، سلول‌های هضم‌نشده و بقایای سلولی است، با عبور از فیلترهای نایلونی با اندازه‌های مختلف و سپس سانتریفیوژ شناوری در شیب غلظتی (مانند ساکارز) یا شستشوهای متوالی با محلول اسمزی مناسب، خالص‌سازی می‌شود. بازده جداسازی (تعداد پروتوپلاست در گرم وزن تر بافت) و زنده‌مانی (با استفاده از رنگ‌آمیزی حیاتی مانند FDA یا اوانس بلو) ارزیابی می‌گردد. پروتوپلاست‌های سالم و خالص‌شده با تراکم کشت مشخص در محیط کشت پروتوپلاست قرار می‌گیرند. روش‌های کشت شامل کشت مایع، کشت در آگارز نیمه‌جامد، کشت در سیستم مهره‌های آلژینات/آگارز، یا سیستم دولایه‌ای مایع روی جامد است. فرمولاسیون دقیق محیط کشت شامل نمک‌های پایه (MS, B5, KM, K3, TM2G و غیره) (Murashige and Skoog, 1962; Gamborg et al., 1968; Kao and Michayluk, 1975; Shahin, 1985)، نوع و غلظت هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاهی (PGRs) (به‌ویژه نسبت اکسین به سیتوکینین)، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، و مهم‌تر از همه، اسمزیته اولیه محیط و نوع ماده تنظیم‌کننده اسمزی مورد استفاده (مانیتول، سوربیتول، گلوکز، ساکارز، یا میواینوزیتول که ممکن است اثرات متابولیکی نیز داشته باشد (Jie et al., 2011)، نقش حیاتی در بقا، بازسازی دیواره سلولی، ورود به چرخه سلولی و تشکیل کلونی‌های سلولی دارد (Reed and Bargmann, 2021). کاهش تدریجی اسمزیته محیط کشت در طی چند هفته اول، یک استراتژی رایج برای سازگاری سلول‌های در حال تقسیم و تسهیل رشد کلونی‌ها است (Tomiczak et al., 2015).

۴. القای ادغام پروتوپلاست (هیبریداسیون سوماتیک)

برای تولید هیبریدهای سوماتیک، پروتوپلاست‌های خالص‌شده از والدین انتخابی (که می‌توانند حامل ژن‌های مقاومت، کیفیت یا سایر ویژگی‌های مطلوب باشند) در نسبت‌های معین مخلوط شده و در معرض عوامل القاکننده ادغام (fusogens) قرار می‌گیرند. رایج‌ترین روش شیمیایی استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) با وزن مولکولی بالا (۱۵۰۰-۶۰۰۰ دالتون) در حضور غلظت بالای یون کلسیم (Ca^{2+}) و pH قلیایی (حدود ۸-۱۰) است. روش فیزیکی الکتروفیوژن با استفاده از میدان الکتریکی متناوب برای تجمع پروتوپلاست‌ها و سپس پالس‌های جریان مستقیم با ولتاژ بالا برای ایجاد منافذ برگشت‌پذیر در غشا و القای ادغام، کارایی بالاتری دارد اما به تجهیزات تخصصی نیاز دارد. پس از ادغام، انتخاب سلول‌های هتروکاریون یا هیبریدهای سوماتیک از پروتوپلاست‌های والدینی ادغام‌نیافته و هموکاریون‌ها، یک مرحله چالش‌برانگیز است و می‌تواند بر اساس تکمیل متابولیکی، مقاومت به عوامل انتخابی (مانند آنتی‌بیوتیک‌ها یا علف‌کش‌ها در صورت استفاده از والدین تراریخته)، خصوصیات فیزیکی (مانند فلورسانس در صورت استفاده از نشانگرهای فلورسنت) یا جداسازی دستی با میکرومانیپولاسیون انجام شود.

۵. باززایی گیاه کامل از میکروکالوس‌ها یا هیبریدهای سوماتیک

کلونی‌های سلولی یا کالوس‌های کوچک حاصل از تقسیم پروتوپلاست‌ها یا سلول‌های هیبرید، به محیط‌های کشت باززایی منتقل می‌شوند. این محیط‌ها معمولاً دارای اسمزیته پایین‌تر و ترکیب متفاوتی از PGRs برای القای اندام‌زایی (تشکیل شاخساره و سپس ریشه) یا جنین‌زایی سوماتیک هستند. گیاهچه‌های کامل باززایی شده باید به دقت به شرایط رطوبت نسبی پایین‌تر و محیط غیر استریل گلخانه یا مزرعه سازگار شوند.

نتایج و بحث

کاربرد موفقیت‌آمیز فناوری پروتوپلاست در برنامه‌های اصلاحی سبزیجات مستلزم درک عمیق و کنترل دقیق پارامترهای بیولوژیکی و فنی متعددی است. وابستگی شدید به ژنوتیپ یکی از مهم‌ترین چالش‌هاست؛ ارقام یا لاین‌های مختلف یک گونه سبزی می‌توانند پاسخ‌های بسیار متفاوتی به جداسازی، کشت و به‌ویژه باززایی از پروتوپلاست نشان دهند (Prange et al., 2010a; Jeong et al., 2021). این امر لزوم غربالگری اولیه ژنوتیپ‌ها برای شناسایی آن‌هایی که پتانسیل باززایی بالاتری دارند را ایجاب می‌کند. انتخاب منبع پروتوپلاست نیز حیاتی است؛ مطالعات در کلم نشان داده‌اند که پروتوپلاست‌های مشتق از هیپوکوتیل پتانسیل باززایی بهتری نسبت به پروتوپلاست‌های برگی دارند (Kiełkowska and Adamus, 2012)، در حالی که در گیاهان دیگر ممکن است برگ‌ها یا کالوس‌های جنین‌زا منبع بهتری باشند (Bertini et al., 2019; Zafar et al., 1995). سن فیزیولوژیکی بافت (Kiełkowska and Adamus, 2012) و شرایط رشد گیاه مادر (نور، محیط کشت، تهویه) (Masson and Paszkowski, 1992; Chikkala et al., 2009) نیز به طور قابل توجهی بر کیفیت و پاسخ پروتوپلاست‌ها در کشت تأثیر می‌گذارند.

بهینه‌سازی محیط کشت پروتوپلاست، به‌ویژه تعادل اسمزی، نقشی کلیدی دارد. در حالی که فرمولاسیون‌های پایه استاندارد وجود دارند (Murashige and Skoog, 1962; Gamborg et al., 1968; Kao and Michayluk, 1975)، اما ممکن است نیاز به تنظیم دقیق غلظت ماکرو و میکرونوترینت‌ها، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه و به‌خصوص نوع و غلظت PGRs برای القای تقسیم سلولی و مراحل بعدی باززایی وجود داشته باشد. مدیریت فشار اسمزی با استفاده از مواد تنظیم‌کننده اسمزی مناسب (مانند مانیتول یا میواینوزیتول) (Jie et al., 2011) و کاهش تدریجی آن در طول زمان برای تطابق با بازسازی دیواره سلولی و تقسیمات سلولی حیاتی است (Tomiczak et al., 2015; Reed and Bargmann, 2021).

هیبریداسیون سوماتیک از طریق ادغام پروتوپلاست، پتانسیل فوق‌العاده‌ای برای اصلاح سبزیجات دارد. این تکنیک امکان دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای و بین‌جنسی را فراهم می‌کند که از طریق تلاقی جنسی به دلیل موانع ناسازگاری غیرممکن است. به این ترتیب می‌توان ژن‌های کنترل‌کننده ویژگی‌های مهمی مانند مقاومت به بیماری‌های قارچی (فوزاریوم، ورتیسیلیوم)، باکتریایی (پژمردگی باکتریایی)، ویروسی (موزائیک) یا نماتدها، و همچنین تحمل به تنش‌های غیرزیستی (شوری، خشکی، گرما، سرما) را از گونه‌های وحشی یا

خویشاوندان مقاوم به ارقام زراعی حساس سبزیجات مانند گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، فلفل، بادمجان، کلم، کاهو و... منتقل کرد. علاوه بر تولید هیبریدهای سوماتیک آلوپلی‌پلوئید، امکان ایجاد سایبریدها با ترکیبات سیتوپلاسمی جدید (مثلاً برای انتقال ناباروری نر سیتوپلاسمی یا مقاومت به علف‌کش‌های با هدف کلروپلاستی) نیز وجود دارد که در تولید بذر هیبرید F1 یا مدیریت علف‌های هرز کاربرد دارد.

علاوه بر هیبریداسیون، پروتوپلاست‌ها به عنوان یک پلتفرم کارآمد برای مهندسی ژنتیک و ویرایش ژنوم در سبزیجات مطرح هستند. قابلیت انتقال مستقیم و کارآمد کاست‌های بیان ژن یا کمپلکس‌های RNP سیستم CRISPR/Cas9 به تعداد زیادی از سلول‌های منفرد، و سپس باززایی گیاه کامل از یک سلول هدف (که احتمال کایمریسم را به حداقل می‌رساند)، پروتوپلاست‌ها را به گزینه‌ای جذاب، به‌ویژه برای گونه‌های دشوار برای باززایی یا مقاوم به تراریختی با Agrobacterium تبدیل کرده است (Ma et al., 2020). این رویکرد می‌تواند توسعه ارقام سبزی با ویژگی‌های دقیقاً مهندسی‌شده (مانند بهبود ارزش غذایی، حذف آلرژن‌ها، تغییر در زمان گلدهی یا رسیدن میوه) را به طور قابل توجهی تسریع کند.

با این وجود، چالش‌های مهمی در مسیر استفاده روتین از فناوری امتزاج پروتوپلاست در اصلاح سبزیجات وجود دارد. بازده پایین باززایی گیاه کامل از پروتوپلاست‌ها در بسیاری از گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مهم سبزی (مانند اکثر کدوییان، پیاز، سیر و بسیاری از حبوبات) همچنان یک گلوگاه اصلی است. فرآیند کشت طولانی‌مدت و استرس ناشی از جداسازی و کشت پروتوپلاست می‌تواند منجر به تنوع سوماکلونال و ناپایداری ژنتیکی یا اپی‌ژنتیکی در گیاهان باززایی شده شود. همچنین، روش‌های انتخاب کارآمد و قابل اعتماد برای هیبریدهای سوماتیک یا سلول‌های ویرایش‌شده موفق، همچنان نیازمند توسعه و بهبود هستند. تحقیقات آتی باید بر درک بهتر مکانیسم‌های مولکولی و فیزیولوژیکی کنترل‌کننده تمایززدایی و باززایی از سلول‌های منفرد و توسعه پروتکل‌های باززایی کارآمدتر و قابل تکرارتر برای طیف وسیع‌تری از گونه‌های سبزی متمرکز شود.

نتیجه‌گیری

فناوری پروتوپلاست، با قابلیت‌های دوگانه خود در هیبریداسیون سوماتیک برای غلبه بر موانع ناسازگاری و انتقال کارآمد ابزارهای مهندسی ژنتیک و ویرایش ژنوم، یک پلتفرم بیوتکنولوژیکی قدرتمند و انعطاف‌پذیر برای پیشبرد اهداف اصلاحی در سبزیجات محسوب می‌شود. این فناوری پتانسیل ایجاد تنوع ژنتیکی جدید، انتقال هدفمند ویژگی‌های پیچیده از منابع ژنی غیرقابل دسترس از طریق روش‌های سنتی، و توسعه سریع ارقام بهبود یافته با ویژگی‌های دقیقاً مهندسی‌شده را فراهم می‌آورد. علی‌رغم چالش‌های موجود، به‌ویژه در زمینه باززایی کارآمد و قابل پیش‌بینی در برخی گونه‌ها، پیشرفت‌های مستمر در بهینه‌سازی پروتکل‌های کشت سلول و باززایی، همراه با درک عمیق‌تر بیولوژی سلولی و مولکولی گیاهی، امیدواری برای بهره‌برداری هرچه بیشتر از این فناوری ارزشمند در جهت تأمین امنیت غذایی و بهبود کیفیت سبزیجات را افزایش می‌دهد.

منابع

Bertini, E., Tornielli, G.B., Pezzotti, M. and Zenoni, S. 2019. Regeneration of plants from embryogenic callus-derived protoplasts of Garganega and Sangiovese grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 138: 239–246.

Charrier, A., Vergne, E., Dousset, N., Richer, A., Petiteau, A. and Chevreau, E. 2019. Efficient targeted mutagenesis in apple and first time edition of pear using the CRISPR-Cas9 system. Frontiers in Plant Science, 10: 40.

Chikkala, V.R., Nugent, G.D., Dix, P.J. and Stevenson, T.W. 2009. Regeneration from leaf explants and protoplasts of *Brassica oleracea* var. *botrytis* (cauliflower). Scientia Horticulturae, 119(3): 330–334.

Gamborg, O.L., Miller, R. and Ojima, K. 1968. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. Experimental Cell Research, 50(1): 151–158.

Hwang, H.-H., Yu, M. and Lai, E.-M. 2017. Agrobacterium-mediated plant transformation: Biology and applications. The Arabidopsis Book, 15: e0186.

Jie, E.-Y., Kim, S.-W., Jang, H.-R., In, D.-S. and Liu, J.-R. 2011. Myo-inositol increases the plating efficiency of protoplast derived from cotyledon of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Journal of Plant Biotechnology, 38(1): 69–76.

Jeong, Y.Y., Lee, H.-Y., Kim, S.W., Noh, Y.-S. and Seo, P.J. 2021. Optimization of protoplast regeneration in the model plant *Arabidopsis thaliana*. Plant Methods, 17: 1–16.

Kao, K. and Michayluk, M. 1975. Nutritional requirements for growth of *Vicia hajastana* cells and protoplasts at a very low population density in liquid media. Planta, 126: 105–110.

Kiełkowska, A. and Adamus, A. 2012. An alginate-layer technique for culture of *Brassica oleracea* L. protoplasts. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 48: 265–273.

Ma, X., Zhang, X., Liu, H. and Li, Z. 2020. Highly efficient DNA-free plant genome editing using virally delivered CRISPR-Cas9. Nature Plants, 6(7): 773–779.

Masani, M.Y.A., Noll, G., Parveez, G.K.A., Sambanthamurthi, R. and Prüfer, D. 2013. Regeneration of viable oil palm plants from protoplasts by optimizing media components, growth regulators and cultivation procedures. Plant Science, 210: 118–127.

Masson, J. and Paszkowski, J. 1992. The culture response of *Arabidopsis thaliana* protoplasts is determined by the growth conditions of donor plants. The Plant Journal, 2(5): 829–833.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15(3).

Prange, A.N.S., Bartsch, M., Serek, M. and Winkelmann, T. 2010. Regeneration of different *Cyclamen* species via somatic embryogenesis from callus, suspension cultures and protoplasts. Scientia Horticulturae, 125(3): 442–450.

Reed, K.M. and Bargmann, B.O. 2021. Protoplast regeneration and its use in new plant breeding technologies. Frontiers in Genome Editing, 3: 734951.

Shahin, E. 1985. Totipotency of tomato protoplasts. Theoretical and Applied Genetics, 69: 235–240.

Tomiczak, K., Mikuła, A., Sliwinska, E. and Rybczyński, J.J. 2015. Autotetraploid plant regeneration by indirect somatic embryogenesis from leaf mesophyll protoplasts of diploid *Gentiana decumbens* Lf. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 51: 350–359.

Zafar, Y., Nenz, E., Damiani, F., Pupilli, F. and Arcioni, S. 1995. Plant regeneration from explant and protoplast derived calluses of *Medicago littoralis*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 41: 41–48.

Protoplast Fusion Technology: A Powerful Tool for Vegetable Breeding Through Somatic Hybridization and Genetic Engineering

Elnaz Esmaielzadeh[1*] and Mohammad Etemadi[1]
1. Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shiraz University, Iran
Corresponding Author: esmaielzadehe@yahoo.com

Abstract

To ensure food security and improve the quality of agricultural products, especially vegetables, there is a need to accelerate plant breeding programs using new technologies. Traditional vegetable breeding methods often cannot fully utilize the existing genetic diversity, particularly in wild relatives, due to the lengthy process of crossing and selection, as well as the presence of incompatibility barriers between different species and genera. Protoplast technology, by isolating plant cells without cell walls and culturing and proliferating them under laboratory conditions, offers a powerful avenue in plant biotechnology to overcome these limitations. The removal of the cell wall transforms protoplasts into an ideal medium for somatic hybridization (fusion of sexually incompatible parental protoplasts to produce somatic hybrids or cybrids) and genetic engineering (direct DNA transfer and especially as an effective delivery system for nuclease-based genome editing tools like CRISPR/Cas9). This feature is particularly important for vegetables that are resistant to transformation via *Agrobacterium tumefaciens* (e.g., some monocots or specific dicot genotypes). Success in utilizing protoplast protocols is highly genotype-dependent and requires precise optimization of factors such as initial explant selection (type and developmental stage), physiological conditions of the mother plant (culture medium, light, ventilation), protoplast culture medium formulation (basic components, plant growth regulators (PGRs), osmotic regulators like mannitol or myo-inositol), and osmotic pressure management during the culture period. This article discusses the biotechnological principles, key parameters, and strategic applications of protoplast technology in targeted vegetable breeding through the creation of new genetic variation and precise trait engineering.

Keywords: Genome Editing, Plant Biotechnology, Plant Cell Culture, Protoplast, Vegetables.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر هورمون بنزیل‌آدنین بر کالوس‌زایی ریزنمونه‌های برگ گیاه شاهدانه در محیط کشت بافت

سروش تفاخری[۱]، امیردانش مقدم[۱]، معصومه منفرد[۱]، منیژه اسلامی[۱]، حسین مرادی[۱] و سمیه طایفه[۱*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
*نویسنده مسئول: *somaye.tayefeh1388@gmail.com*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر هورمون بنزیل‌آدنین (BA) برکالوس‌زایی ریزنمونه‌های برگ‌گیاه شاهدانه(*Cannabis sativa* L.)در محیط کشت MS انجام شد. آزمایش در پاییز ۱۴۰۳ در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با غلظت‌های مختلف BA (۰، ۰/۴ و ۰/۷ میکرومولار) همراه با 2,4-D ثابت (۰/۲ میکرومولار) اجرا گردید. نتایج نشان داد که تیمار BA به‌طور معنی‌داری (سطح ۱٪) درصد کالوس‌زایی، طول کالوس، وزن تر و خشک کالوس را افزایش داد، اما بر عرض کالوس اثر معنی‌داری نداشت. بالاترین درصد کالوس‌زایی (۷۵٪)، طول کالوس (۱۸ میلی‌متر)، وزن تر (۰/۷۳ گرم) و وزن خشک کالوس (۰/۷۵ گرم) در غلظت ۰/۴ میکرومولارBA مشاهده شد. بافت کالوس در این تیمار سخت و به رنگ کرم تیره بود. این نتایج حاکی از تأثیر مثبت BA در تحریک تقسیم سلولی و بهبود رشد کالوس است که می‌تواند در باززایی و تولید متابولیت‌های ثانویه شاهدانه کاربرد داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تنظیم کننده‌های رشد، شاهدانه، کالوس‌زایی.

مقدمه

شاهدانه با نام علمی (*cannabis sativa*) گیاهی دو پایه و سریع الرشد از تیره cannabeaceاست که به طور گسترده در مناطق معتدل و گرمسیری پراکندگی دارد. در جهان برای اهداف مختلف غذایی، دارویی، صنعتی، فیبر، سوخت‌های زیستی و... است (Callaway and Laakkonen, 1996). بنابراین شاهدانه گیاهی با ارزش‌های دارویی، تغذیه‌ای و صنعتی بالا است. پتانسیل ها و کاربردهای شاهدانه تنها به فعالیت‌های بیولوژیکی کانابینوئیدها محدود نمی‌شود بلکه توسط ترکیبات غیرکانابینوئیدی نیز تعریف می‌شود. ترکیب سایر کانابینوئیدها همراه با اجزای غیرکانابینوئیدی می‌تواند اثرات مفید THCرا افزایش دهد و عوارض جانبی نامطلوب را کاهش دهد (Martinez, 2021). در مطالعه‌ای اسکندری و همکاران از ریزنمونه‌های برگ، ساقه و دمبرگ برای بررسی کالوس زایی و جنین زایی سوماتیکی شاهدانه در محیط کشت MS حاوی ویتامین های B5 به همراه غلظت‌های متفاوتی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی 2,4-D و BA و KIN همچنین در این بررسی اثر زخم زنی و شرایط تاریکی و نور بر کالوس‌زایی و رشد آن بررسی شد نتایج آن‌ها حاکی از کالوس‌زایی و جنین‌زایی سوماتیکی موفقیت آمیز از گیاه شاهدانه بود، همچنین بهترین ریزنمونه برگ بود(صالح و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهشی دیگر پژوهشگران دریافتند که بهترین بازایی گیاه در محیط کشت MS حاوی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی-2,4 IBA , IAA, D, NAA در سطوح مختلف همراه با ترکیب ۰/۵ درصد میکرومولار TDZ بود. این تحقیق به منظور اثر هورمون بنزیل آدنین بر میزان کالوس‌زایی، ریزنمونه برگ گیاه شاهدانه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز ۱۴۰۳ در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی انجام گرفت. در اولین مرحله بذر های شاهدانه تهیه شده از شرکت پاکان بذر در وایتکس ۸۰ درصد ضدعفونی گردید و در محیط کشت MS کاشته شدند. جوانه‌زنی بذرها در تاریخ ۱۹ و ۲۶ مهرماه ۱۴۰۳ انجام گرفت. نمونه ساقه و غلظت‌های (۰/۱ و ۰/۷) از بین رفت و مورد ارزیابی قرار نگرفت. در تاریخ ۱۹ آبان‌ماه از محیط کشت در آمده و برگ آن‌ها به تعداد قطعه‌های کوچک تقسیم و در محیط کشت MS کشت گردید. این آزمایش در قالب

بلوک‌های کامل تصادفی در ۱۲ شیشه که شامل هورمون BA به غلظت‌های (۰/۱ و ۰/۴ و ۰/۷) میکرومولار بودند. همچنین همه‌ی آن‌ها دارای مقادیر ثابت 2,4-D به غلظت ۰/۲ میکرومولار بود.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس کالوس‌زایی گیاه شاهدانه تحت تیمار بنزیل‌آدنین نشان داد که درصد کالوس‌دهی، طول، وزن تر و وزن خشک کالوس در سطح اختلاف معنی‌داری یک درصد قرار دارند. همچنین این تیمار برعرض‌کالوس نتوانست اختلاف معنی‌داری ایجاد کند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنظیم کننده رشد بنزیل آدنین بر ریز نمونه برگ شاهدانه در محیط کنترل شده.

منابع تغیرات S.O.V	درجه آزادیdf	میانگین مربعات				
وزن خشک کالوس	عرض کالوس	وزن تر کالوس	وزن خشک کالوس	عرض کالوس	وزن تر کالوس	وزن خشک کالوس
۰/۰۰۵۷**	۰/۶۴۲ns	۰/۶۷۶**	۰/۰۰۵۷**	۰/۶۴۲ns	۰/۶۷۶**	۰/۰۰۵۷**
۰/۰۰۰۶	۰/۴۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۴۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۶
۱۱/۶۲		۲/۷۲	۵/۶۳	۱۱/۶۲	۲/۷۲	۵/۶۳

*،** و nsبه ترتیب دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی داری.

درصد کالوس‌زایی

مقایسات میانگین نشان داد که تیمار بنزیل آدنین منجر به افزایش حدود ۳۳ درصدی نسبت به شاهدها شد (جدول ۲). موحدی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که بیشترین میزان کالوس‌زایی در تیمار هورمونی بنزیل آدنین بدست آمد. دلیل این امر می‌تواند این باشد که این هورمون باعث تحریک تقسیم سلولی و رشد بافتی می‌گردد (Mazhar and Javad, 2024).

طول و عرض کالوس

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بنزیل آدنین می‌تواند باعث افزایش ۷۷ درصدی طول کالوس نسبت به شاهدها گردد. همچنین این تیمار نتوانست منجر به افزایش عرض کالوس نسبت به شاهدها گردد (جدول ۲). در مطالعه‌ای بر کالوس برنج مشخص شد که سیتوکنین‌ها مانند BA منجر به افزایش بیان ژن‌ها مرتبط با تولید ساکارز و افزایش جذب آن در محیط می‌شود. این افزایش جذب قندها منجر به افزایش فشار اسمزی داخل سلول‌ها شده و در نتیجه، آب بیشتری به داخل سلول‌ها جذب می‌شود که باعث افزایش تورژسانس و رشد حجمی کالوس می‌گرد. (Lee and Huang, 2013).

وزن تر و خشک کالوس

مقایسه میانگین نشان داد که هورمون بنزیل آدنین توانست در صفت وزن تر کالوس اختلاف حدود ۹۱ درصدی نسبت به شاهدها ایجاد کند. همچنین این تیمار در وزن خشک کالوس منجر به افزایش حدود ۸۲ درصدی نسبت به شاهدها گردد (جدول ۲). پژوهشگران دریافتند که بیشترین میزان وزن تر و خشک بدست آمده در شاهدانه تحت هورمون بنزیل آدنین بدست آمد (موحدی و همکاران، ۱۳۹۵). از دلایل این امر می‌تواند این باشد که ترکیب BA با اکسین مانند 2,4-D می‌تواند تعادل هورمونی مناسبی برای رشد بهینه کالوس فراهم کند (Shah Bano et al., 2022).

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر تنظیم کننده رشد بنزیل آدنین بر ریز نمونه برگ شاهدانه در محیط کنترل شده.

نوع تیمار	درصد کالوس‌دهی	طول کالوس	عرض کالوس	وزن تر کالوس	وزن خشک کالوس	بافت کالوس	رنگ کالوس
BA-0 mg/L	۵۰b	۱۰/۱۳b	۶/۳۱a	۰/۰۶۲۵b	۰/۰۱۲۸b	سخت	سبز روشن
BA- 0.4 mg/L	۷۵a	۱۸a	۵/۷۵a	۰/۷۳a	۰/۰۷۵a	سخت	کرم تیره (قهوه‌ای)

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشـان داد که هورمون بنزیل‌آدنین به‌طور قابل‌توجهی کالوس‌زایی و رشـد ریزنمونه‌های برگ شـاهدانه را در محیط کشت MS بهبود می‌بخشد. غلظت ۰/۴ میکرومولار BA بهترین عملکرد را در افزایش درصد کالوس‌زایی، طول، وزن تر و خشک کالوس نشان داد. این نتایج می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای برای بهینه‌سازی پروتکل‌های کشت بافت شاهدانه و تولید ترکیبات دارویی و صنعتی ارزشمند این گیاه مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، اثر ترکیبات دیگر هورمونی و شرایط محیطی مختلف بر باززایی و تولید متابولیت‌های ثانویه بررسی شود.

منابع

اسکندری، ن.، عبادی، ع. و سلامی، ع. ۱۴۰۲. بهینه‌سازی کالوس‌زایی در شاهدانه *Cannabis sativa* L. سلول و بافت، ۱۴(۴): ۳۳۷–۳۵۲.

موحدی، م.، قاسمی عمران، و. و تراپی، س. ۱۳۹۵. اثر ریزنمونه و ترکیب‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در کالوس‌زایی و ساقه‌زایی گیاه شاهدانه در شرایط درون‌شیشه‌ای. دو ماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲(۱): ۸۳–۹۷.

Bano, A.S., Khattak, A.M., Basit, A., Alam, M., Shah, S.T., Ahmad, N. and Mohamed, H.I. 2022. Callus induction, proliferation, enhanced secondary metabolites production and antioxidants activity of *Salvia moorcroftiana* L. as influenced by combinations of auxin, cytokinin and melatonin. Brazilian Archives of Biology and Technology, 65: e22210200.

Callaway, J.C. and Laakkonen, T.T. 1996. Cultivation of Cannabis oil seed varieties in Finland. Journal International Hemp Association, 3: 32–33.

Lee, S.T. and Huang, W.L. 2013. Cytokinin, auxin, and abscisic acid affects sucrose metabolism conduce to de novo shoot organogenesis in rice (*Oryza sativa* L.) callus. Botanical Studies, 54: 1–11.

Martinez, M.E., Jorquera, L., Poirrier, P., Díaz, K. and et al. 2021. Effect of the carbon source and plant growth regulators (PGRs) in the induction and maintenance of an in vitro callus culture of *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H. Wigg. Agronomy, 11(6): 1181.

Mazhar, M.W. and Javed, S. 2024. Applications of combinations and concentrations of different phytohormones for the induction of callus, shoot, and root of *Cannabis sativa* under tissue culture technique: Induction of callus, shoot, and root of *Cannabis sativa*. Journal of Experimental and Molecular Biology, 25(3): 123–132.

Saleh, R., Ghorbanli, M. and Khalife, S. 2016. Effect of various concentrations of different growth regulating hormones on callus weight and the amount of thymol of *Thymus daenensis*. Plant Physiology, 7: 1919–1923.

Effect of Benzyladenine Hormone on Callogenesis of Cannabis sativa L. Leaf Explants in Tissue Culture Medium

Soroush Tafakhari[1], Amir Danesh Moghaddam[1], Maesume Monfared1, Manizheh Eslami[1], Hossein Moradi[1] and Somaye Tayefeh[1*]

1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Corresponding Author: somaye.tayefeh@ut.ac.ir

Abstract

This study aimed to investigate the effect of benzyladenine (BA) hormone on callogenesis of *Cannabis sativa* L. leaf explants in MS culture medium. The experiment was conducted in autumn 2024 at the Horticulture Laboratory of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, using a completely randomized block design with different BA concentrations (0, 0.4, and 0.7 µM) combined with a fixed 2,4-D concentration (0.2 µM). The results indicated that BA significantly (at 1% level) increased callus formation percentage, callus length, fresh weight, and dry weight, but had no significant effect on callus width. The highest callus formation (75%), callus length (18 mm), fresh weight (0.73 g), and dry weight (0.075 g) were observed at 0.4 µM BA. The callus tissue in this treatment was hard and dark cream in color. These findings highlight the positive role of BA in stimulating cell division and enhancing callus growth, which can be applied in regeneration and production of secondary metabolites in *Cannabis sativa*.

Keywords: Cannabis sativa, Callogenesis, Plant Growth Regulators.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تعیین روش بهینه پرایمینگ بذر سرخارگل در محیط درون شیشه‌ای

سروش‌تفاخری[۱]، سمیه طابفه خانی[۱*]، حسین‌مرادی[۱]، منیژه اسلامی[۱]، مریم معتمدی[۱]، مهدیه بهرامی[۱] و زهرا پازاج[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*نویسنده مسئول: *somaye.tayefeh@ut.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین روش بهینه پرایمینگ بذر سرخارگل (*Echinacea purpurea*) در شرایط کشت بافتی در آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۴۰۳ انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار (سرمایی، اسیدجبرلیک، ترکیبی سرمایی و اسیدجبرلیک، و شاهد) و چهار تکرار طراحی شد. بذرها تحت تیمار سرمایی (یک هفته در ۰ درجه سانتی‌گراد) و اسیدجبرلیک (۴۰ ساعت در محلول ۳۴۴ میلی‌گرم بر لیتر) قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار ترکیبی سرمایی و اسیدجبرلیک با ۷۵٪ جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی ۰.۴۲۸ روز، شاخص ویگور بذر ۲۹۱.۹۴، ارتفاع گیاهچه ۳.۸۹ سانتی‌متر، طول ریشه ۱.۷۵ سانتی‌متر، تعداد برگ ۳.۹۷ و طول برگ ۱.۲۹ سانتی‌متر بهترین عملکرد را داشت. این تیمار به دلیل هم‌افزایی سرما و اسیدجبرلیک، جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه را به طور قابل‌توجهی بهبود بخشید. این روش می‌تواند برای تکثیر تجاری سرخارگل در کشت بافتی توصیه شود.

کلمات کلیدی: اسیدجبرلیک، تیمار سرمایی، پرایمینگ بذر، جوانه‌زنی ، سرخارگل، کشت بافت.

مقدمه

سرخارگل (*Echinacea purpurea*) به دلیل خواص دارویی و کاربرد در صنایع دارویی و مکمل‌های غذایی، گیاهی با ارزش اقتصادی و درمانی است. کشت بافت گیاهی، روشی مؤثر برای تکثیر سریع و تولید گیاهان سالم، به‌ویژه در این گونه، محسوب می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۹۰). پرایمینگ بذر، به‌عنوان تکنیکی برای بهبود جوانه‌زنی و رشد اولیه، می‌تواند کارایی کشت بافتی را ارتقا دهد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پرایمینگ بذر می‌تواند جوانه‌زنی و استقرار گیاه را در شرایط کشت بافتی بهبود بخشد. برای مثال، محققان گزارش کردند که هیدروپرایمینگ در گونه‌های دارویی مانند سرخارگل، نرخ جوانه‌زنی را تا ۳۰ درصد افزایش داده است (Smith and Brown, 2020). همچنین، دیپر پژوهشگران نشان دادند که اسموپرایمینگ با پلی‌اتیلن گلیکول در کشت بافت سرخارگل، رشد اولیه ریشه را بهبود بخشیده و زمان استقرار گیاهچه را کاهش داده است .(Ahmadi and Rezaei, 2022) با این حال، مقایسه جامع روش‌های پرایمینگ در این زمینه کمتر بررسی شده است. هدف این مطالعه، تعیین روش پرایمینگ مناسب برای بهبود جوانه‌زنی و رشد بذر سرخارگل در شرایط کشت بافتی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۳ به‌منظور بررسی اثر روش‌های پرایمینگ بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی سرخارگل (*Echinacea purpurea*) دردانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار (سرمایی، اسیدجبرلیک، ترکیبی سرمایی و اسیدجبرلیک، و شاهد) و چهار تکرار طراحی شد. تیمار سرمایی با نگهداری بذرها به مدت یک هفته در دمای ۰ درجه سانتی‌گراد و پرایمینگ با اسیدجبرلیک با قرار دادن بذرها به مدت ۴۰ ساعت در محلول ۳۴۴ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده (با معیار خروج ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر) از روز دوم به‌صورت روزانه انجام شد. پس از ۱۰ روز، شاخص‌های درصد جوانه‌زنی(GP) ، سرعت جوانه‌زنی (GR) و متوسط زمان جوانه‌زنی(MGT) محاسبه شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس سرخارگل تحت پیش‌تیمارها نشان داد که درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه، شاخص ویگور بذرها، ارتفاع گیاهچه، طول‌ریشه، تعداد برگ توسعه‌یافته و طول برگ در سطح اختلاف معنی‌داری یک درصد قرار دارند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پیش تیمار بر برخی ویژگی های بذر و گیاهچه سرخارگل در محیط کنترل شده.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	شاخص ویگور بذر	ارتفاع گیاهچه	طول ریشه	تعداد برگ توسعه یافته	طول برگ
پیش‌تیمار	۳	۱۶۶۶/۶۶**	۰/۱۱۵**	۵۲۹۶۶/۷۸**	۶/۸۷۳**	۱/۵۲۳**	۶/۶۶۰۹**	۰/۷۵۳**
خطا	۱۲	۰/۰۰۱	۰/۳۴	۴۸/۹۶	۰/۰۱۴۶	۰/۰۵۸	۰/۰۴۲۵	۰/۰۵۹
ضریب تغییرات (٪)		۱/۱۵	۰/۱۷	۵/۲۱	۵/۲۸	۲۰/۱۸	۷/۱۹	۲۲/۱۹

*،** و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی داری.

درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی

تیمار ترکیبی سرمایی و اسیدجبرلیک (T4) با ۷۵٪ بالاترین درصد جوانه‌زنی را نشان داد، در حالی که تیمار اسیدجبرلیک به‌تنهایی (T3)با ۲۵٪ کمترین مقدار را داشت (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های پژوهشگران که گزارش کردند پرایمینگ ترکیبی می‌تواند به طور قابل‌توجهی جوانه‌زنی را در گیاهان دارویی افزایش دهد (Smith and Brown, 2020). دلیل برتری تیمار ترکیبی ممکن است به تحریک متابولیسم بذر از طریق شکستن خواب بذر توسط سرما و فعال‌سازی مسیرهای رشد توسط اسیدجبرلیک مربوط باشد (Niyaz and Khalaf, 2014).

تیمار T4 با سرعت جوانه‌زنی ۰/۴۲۸ روز (کمترین زمان) بهترین عملکرد را داشت، در حالی که تیمار T3 (اسیدجبرلیک) با ۰/۰۷۶ روز کندترین سرعت را نشان داد. این نتایج نشان می‌دهد که ترکیب سرما و اسیدجبرلیک می‌تواند زمان لازم برای جوانه‌زنی را به طور قابل‌توجهی کاهش دهد. محققان دریافتند، سرعت جوانه‌زنی به دلیل فعال‌سازی آنزیم‌های هیدرولیتیک در بذرهای پرایم‌شده افزایش می‌یابد، که در تیمار ترکیبی به دلیل هم‌افزایی دو روش پرایمینگ، بیشتر مشهود است (Ranal and Santana, 2006).

شاخص ویگور بذر

شاخص ویگور بذر در تیمار (291.94) T4 به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود. این شاخص، که ترکیبی از درصد و سرعت جوانه‌زنی است، نشان‌دهنده قدرت و سلامت بذر در شرایط کشت است. نتایج نشان داد پرایمینگ می‌تواند استقرار گیاهچه را از طریق بهبود متابولیسم سلولی و افزایش دسترسی به مواد مغذی بهبود بخشد (Ahmadi and Rezaei, 2022).

ارتفاع گیاهچه و طول ریشه

تیمار T4 با ارتفاع گیاهچه ۳/۸۹ سانتی‌متر و طول ریشه ۱/۷۵ سانتی‌متر بهترین عملکرد را داشت. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت پرایمینگ در ترکیب با تیمار سرمایی بر رشد اولیه گیاهچه است. اسیدجبرلیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها را تحریک می‌کند (Abdolrahmani et al., 2009) ، در حالی احتمالا تیمار سرمایی با بهبود نفوذپذیری غشا، جذب آب و مواد مغذی را تسهیل می‌کند (Niyaz and Khalaf, 2014).

تعداد برگ توسعه‌یافته و طول برگ

تیمار T4 با ۳.۹۷ برگ توسعه‌یافته و طول برگ ۱.۲۹ سانتی‌متر عملکرد بهتری نسبت به سایر تیمارها داشت. پژوهش‌های پیشین نشان داده است که پرایمینگ بذر با جیبرلین می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم‌ها و بهبود متابولیسم کربوهیدرات‌ها، رشد اندام‌های هوایی را تقویت کند (Smith and Brown, 2020).

دلایل برتری تیمار ترکیبی(T4)

برتری تیمار ترکیبی سرمایی و اسیدجبرلیک (T4) در تمامی صفات مورد بررسی به هم‌افزایی این دو روش پرایمینگ مربوط است. تیمار سرمایی با کاهش موانع فیزیولوژیکی خواب بذر، مانند سختی پوشش بذر، به جوانه‌زنی کمک می‌کند. از سوی دیگر، اسیدجبرلیک با تحریک سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌های لازم برای جوانه‌زنی، رشد اولیه را تسریع می‌کند (Ahmadi and Rezaei, 2022). ترکیب این دو روش، با ایجاد شرایط بهینه برای متابولیسم بذر، منجر به بهبود قابل‌توجه در جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شد.

جدول ۱۰- جدول مقایسه میانگین اثر پیش تیمار بر برخی ویژگی های بذر و گیاهچه سرخارگل در محیط کنترل شده.

نوع تیمار	درصد جوانه زنی (درصد)	سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)	شاخص ویگور بذر	ارتفاع گیاهچه (سانتیمتر)	طول ریشه (سانتیمتر)	تعداد برگ توسعه یافته	طول برگ (سانتیمتر)
T1- شاهد- کنترل	۵۰^{b}	۰/۰۹^{c}	۱۹/۳۱^{c}	۱/۸۷۵^{c}	۱/۶۸۷^{a}	۳/۲۵^{b}	۱/۵^{a}
T2 - سرما	۵۰^{b}	۰/۱^{b}	۹۳/۷۵^{b}	۲/۶۲^{b}	۰/۸۶۵^{b}	۳/۲۵^{b}	۱/۳۱^{ab}
T3- جیبرلیک	۲۵^{c}	۰/۰۷۶^{d}	۱۳۱/۲۵^{d}	۰/۷۷۲^{d}	۰/۵^{d}	۱^{c}	۰/۵^{b}
T4- سرما+ جیبرلیک	۷۵^{a}	۰/۴۲۸^{a}	۲۹۱/۹۴^{a}	۳/۸۹^{a}	۱/۷۵^{a}	۳/۹۷^{a}	۱/۲۹^{ab}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که پرایمینگ ترکیبی سرمایی و اسیدجبرلیک (T4) به‌عنوان بهترین روش برای بهبود جوانه‌زنی و رشد اولیه بذر سرخارگل در شرایط کشت بافتی است. این روش می‌تواند در تکثیر سریع و تولید گیاهان سالم سرخارگل در مقیاس تجاری مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، اثر غلظت‌های مختلف اسیدجبرلیک و مدت زمان تیمار سرمایی بررسی شود تا شرایط بهینه دقیق‌تر تعیین گردد.

منابع

امیدبیگی، ر. ۱۳۹۰. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، چاپ ششم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

Abdolrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M. and Feizi-Asl, V. 2009. Seed germination indices in medicinal plants. Iranian Journal of Plant Physiology, 1(3): 45–50.

Ahmadi, M. and Rezaei, A. 2022. Advances in tissue culture of *Echinacea purpurea*. Iranian Journal of Medicinal Plants, 18(2): 45–52.

Niyaz, F. and Khalaf, A. 2014. Effect of seed priming on germination. Journal of Agricultural Science, 6(2): 23–30.

Ranal, M.A. and Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brasileira de Botânica, 29(1): 1–11.

Smith, J. and Brown, T. 2020. Seed priming techniques for enhanced germination in medicinal plants. Journal of Plant Biotechnology, 45(3): 123–130.

Determination of the Optimal Seed Priming Method for Echinacea purpurea in in vitro environment

Soroush Tafakhri[1], Somaye Tayefeh Khani[1*], Hossein Moradi[1], Manizheh Eslami[1], Maryam Motamedi[1], Mahdieh Bahrami[1] and Zahra Pazaj[1]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Corresponding Author: somaye.tayefeh@ut.ac.ir

Abstract

This study was conducted in 2024 at the tissue culture laboratory of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University to determine the optimal seed priming method for *Echinacea purpurea*. The experiment was designed as a completely randomized design with four treatments (cold treatment priming, gibberellic acid, combined cold and gibberellic acid, and control) and four replications. Seeds were subjected to cold treatment (one week at 0°C) and gibberellic acid priming (40 hours in a 344 mg/L solution). Results showed that the combined cold and gibberellic acid treatment achieved the highest performance, with 75% germination, a germination rate of 0.428 days, a vigor index of 291.94, seedling height of 3.89 cm, root length of 1.75 cm, 3.97 developed leaves, and leaf length of 1.29 cm. This treatment significantly enhanced germination and early seedling growth due to the synergistic effects of cold and gibberellic acid. The method is recommended for commercial propagation of *Echinacea purpurea* in tissue culture.

Keywords: Cold Treatment, Echinacea purpurea, Germination, Gibberellic Acid, Seed Priming, Tissue Culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تعیین میزان ریزش گل‌های ماده و تاثیر آن بر تشکیل میوه برخی ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امید بخش گردو

اصغر سلیمانی[1*]، ولی ربیعی[2]، مهدی عباس‌زاده[2] و امیر عباس تقی‌زاده[1]

۱- پژوهشکده میوه های معتدله وسردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *Soleimani1362@gmail.com*

چکیده

در گردو علاوه بر ریزش گلهای گرده افشانی نشده، یک ریزش غیر طبیعی گل‌های ماده در اثر زیادی دانه گرده (PFA) وجود داشته و می‌تواند باعث کاهش باردهی درختان گردو شود. هدف از این مطالعه بررسی میزان PFA در تعدادی از ارقام تجاری («چندلر»، «فرنور»، «فرجین»، «آلسوزنتیوانی۱۱۷» و «سر») و ژنوتیپ های امیدبخش (44t، 35t، 50t و ۲۵-۳) گردوی حاصل از برنامه‌های به نژادی بود. در سال ۱۴۰۰ میزان ریزش گل‌های ماده در اثر PFA، عدم گرده افشانی و میزان تشکیل میوه در ارقام و ژنوتیپ های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت.بر اساس نتایج این پژوهش اغلب شاخص های مورد اندازه‌گیری در بین ارقام و ژنوتیپ های مختلف معنی‌دار شد. بیشترین تعداد گل ماده (۵۸/۰۰) و تعداد میوه (۵۵/۷۵) در شاخه در رقم فرجین، بیشترین تعداد گل ماده ریزش یافته در اثر PFA و درصد ریزش آن به ترتیب با ۵/۴۱ و ۳۷/۱۸ در رقم آلسوزنتیوانی۱۱۷ و کمترین درصد PFA نیز در رقم فرجین و ژنوتیپ 50t به ترتیب با میانگین های ۲/۳ و ۴/۲۷ درصد به دست آمد. بالاترین درصد ریزش در اثر عدم گردافشانی با میانگین ۴۱/۰۹ درصد در رقم فرنور مشاهده شد. بالاترین میزان درصد تشکیل میوه نیز در ژنوتیپ ۲۵-۳ مشاهده شد. بر اساس نتایج به دست آمده حساس‌ترین رقم به ریزش گل در اثر PFA رقم آلسوزنتیوانی ۱۱۷ تعیین شد که میزان ریزش آن در مقایسه با رقم حساس سر نیز بیشتر بود. سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها حساسیت زیادی به این ریزش نشان ندادند. ریزش در اثر عدم گرده افشانی (رقم فرنور) بیشتر ناشی از عدم تامین دانه گرده بوده و با کاشت ارقام گرده زا مشکل حل خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: رقم، ریزش گل ماده، کارایی عملکرد، گردو، PFA.

مقدمه

گردوی ایرانی با نام علمی *Juglans regia* L. متعلق به جنس و خانواده *Juglandaceae* است که با باد گرده افشانی می شود (شارما و شارما، ۲۰۰۱). دانه‌ی گرده گردو به دلیل رطوبت پایین طول عمر کوتاهی (۲ تا ۳ روز) داشته و سریعاً باید روی کلاله قرار گیرد. قرار گرفتن تعداد زیاد دانه گرده روی کلاله باعث بروز ریزش غیر طبیعی و زودهنگام گل‌های ماده گردو می شود که با ریزش طبیعی (در اثر عدم گرده‌افشانی) متفاوت بوده و می‌تواند به میزان زیادی باعث کاهش باردهی، به‌خصوص در ارقام با باردهی انتهایی گردد که به این، عارضه ریزش گل‌های ماده گردو یا PFA (Pistillate flower abortion) گفته می‌شود این عارضه اولین بار در رقم سر مشاهده شده است (González et al., 2008). کاتلین و اولسون (۱۹۹۰) نشان دادند مقدار محصول گردو به دو عامل نسبت شاخه‌های گل‌دهنده و مقدار PFA بستگی دارد. میانگین ریزش گل‌های ماده در مناطق، سال‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف در کرج تفاوت‌های معنی‌داری نشان داد (مرادی و همکاران، ۱۳۸۲). در سالیان اخیر ارقام تجاری دنیا و ژنوتیپ های امید بخش و ارقام داخلی در کشور استفاده می شود که در این پژوهش مقدار ریزش گل های ماده و تاثیر آن در تشکیل میوه در بر خی ارقام جدید واردتی در کلکسیون ملی پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری و ژنوتیپ‌های مهم و امید بخش گردوی ارزیابی شد.

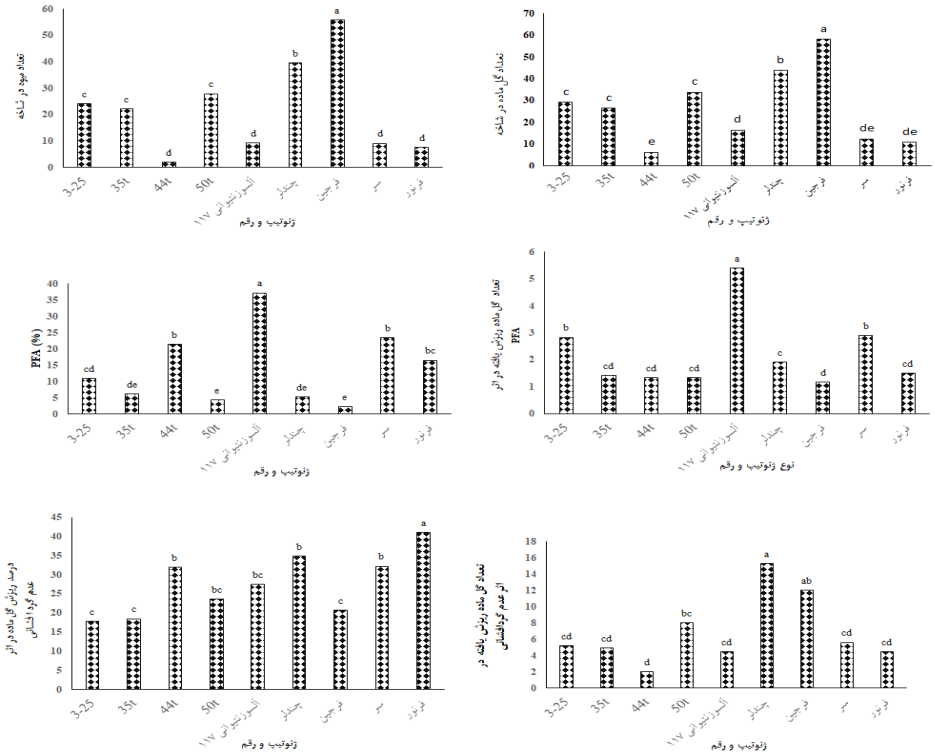
مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار سال ۱۴۰۰ در کلکسیون گردوی ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین دشت متعلق به پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری در کرج روی درختان ۱۰ ساله اندازه گیری شد که با سه تکرار و یک درخت در هر واحد آزمایشی کشت شده بودند. ارقام و ژنوتیپ‌های انتخابی شامل تعداد چهار رقم برتر تجاری چندلر، آلسوزنتیوانی۱۱۷ (رقم غالب کشور مجارستان)، فرنور و فرجین (ارقام فرانسوی) و تعداد چهار ژنوتیپ امیدبخش 44t، 35t، 50t و ۲۵-۳ بودند. با توجه به حساسیت رقم سر به ریزش گل‌های ماده، این رقم نیز به عنوان شاهد انتخاب شد (راموس ، ۱۹۹۸). برای انجام ارزیابی‌ها، از درختان موجود در هر تکرار چهار شاخه با قطر حدود ۵ سانتی متر در چهار جهت جغرافیایی انتخاب شد. برای تعیین میزان PFA در ارقام و ژنوتیپ‌های انتخابی، در اوایل مرحله باز شدن گل‌های ماده، تعداد گل‌های ماده موجود در روی هر شاخه شمارش شدند، سپس به مدت ۱۴ روز، بازدید مداوم از درختان انجام شده و تعداد گل های ریزش یافته در اثر PFA شمارش شدند. حدود ۳۰ روز بعد از باز شدن گل‌های ماده، تعداد گل‌های ریزش یافته در اثر عدم گرده افشانی نیز شمارش شدند و در نهایت در اواسط خرداد ماه تعداد میوه تشکیل شده در هر شاخه شمارش شد. سپس از طریق شمارش تعداد گل‌های ماده ریزش یافته در هر مرحله نسبت به کل گل‌های ماده، میزان ریزش به صورت درصد محاسبه شد. میزان تشکیل میوه نیز از طریق شمارش تعداد میوه تشکیل شده به کل گل‌های ماده به صورت درصد از کل محاسبه شد. تجزیه واریانس و مقایسه های میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن به وسیله از نرم افزار SAS 9.4 انجام شد.

نتایج و بحث

دراین آزمایش اثر رقم و ژنوتیپ برای تمامی صفات مورد مطالعه بر روی تعداد گل های ماده در شاخه و میزان ریزش آن در اثر عارضه PFA و عدم گرده افشانی و تعداد میوه در شاخه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. ضریب تغییرات مشاهده شده در این بخش از آزمایش از ۱۹/۰۳ برای صفت تعداد گل ماده ریزش یافته در اثر PFA تا ۲۶/۳۲ برای صفت تعداد میوه در شاخه متغیر بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بالاترین تعداد گل ماده و میوه در شاخه در رقم فرجین به ترتیب با میانگین‌های ۵۸ و ۵۵/۷ عدد حاصل شد، کمترین تعداد گل ماده در شاخه نیز در ژنوتیپ 44t با ۶/۲۵ عدد و کمترین تعداد میوه در شاخه در رقم های فرنور، سر، آلسوزنتیوانی ۱۱۷ و 44t به ترتیب با میانگین‌های ۷/۵۱، ۹/۰۸، ۹/۳۳ و ۱/۹۱ عدد به دست آمد. بالاترین تعداد گل ماده ریزش یافته در اثر PFA در رقم آلسوزنتیوانی ۱۱۷ با ۵/۴۱ به و کمترین آن در رقم فرجین با میانگین ۱/۰۶ گل ماده به دست آمد. بالاترین درصد ریزش گل ماده در اثر PFA در رقم آلسوزنتیوانی۱۱۷ با میانگین ۳۷/۱۸ درصد و کمترین آن در رقم فرجین و ژنوتیپ 50t به ترتیب با میانگین‌های ۲/۳۳ و ۴/۲۷ درصد به دست آمد (شکل ۱). بیشترین تعداد ریزش گل ماده در اثر عدم گرد افشانی در رقم چندلر با ۱۵/۳ عدد به دست آمد، و کمترین تعداد آن در ژنوتیپ 44t با ۲ عدد بدست آمد. بالاترین درصد ریزش در اثر عدم گردافشانی در رقم فرنور با ۴۱/۰۹ درصد و کمترین مقدار در ژنوتیپ های ۲۵-۳، 35t و رقم فرجین به ترتیب با ۱۷/۸۳، ۱۸/۵ و ۲۰/۶۸ درصد به دست آمد (شکل ۱).

تفاوت در تعداد میوه و گل های ماده درختان گردو بستگی به عادت باردهی درختان گردو دارد، هرچقدر تعداد جوانه های جانبی درختان گردو بیشتر باشد، تعداد گل ماده و میوه تشکیل شده در شاخه و درخت بیشتر خواهد بود هم چنین تفاوت در میزان تشکیل میوه در ژنوتیپهای گردو به عوامل مختلفی از قبیل منشا دانه گرده و نوع ژنوتیپ مادری هم بستگی دارد (Soleimani et al., 2019; Rsaouli et al., 2019). نتایج نشان می‌دهد که میزان عارضه ریزش گلهای ماده در ارقام تجاری و ژنوتیپهای امید بخش گردو متفاوت می‌باشد، به احتمال زیاد دلیل اصلی این موضوع حساسیت متفاوت هر ژنوتیپ یا رقم به این عارضه است. گستردگی دامنهٔ ریزش گل‌های ماده در بین درختان هر محل بیانگر حساسیت متفاوت ژنوتیپها به PFA است. به طور مثال مرادی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که در کلکسیون کرج در سالهای ۷۵ و ۷۶ درختانی فاقد ریزش گل‌های ماده بودند در حالی که درختان دیگری دارای ریزش متوسط یا ریزش بسیار شدید تا بیش از ۹۰ درصد بودند. نکتهٔ قابل توجهی که در ارتباط با حساسیت متفاوت ژنوتیپها به PFA وجود دارد اینکه در طی مشاهدات دو ساله درختانی که در سال اول دارای ریزش پائینی بودند در سال دوم نیز ریزش کمی داشتند و این مسئله در مورد درختان دارای PFA بالا نیز صادق بود. نتایج درمورد تفاوت زیاد ژنوتیپها در حساسیت به PFA با نتایج کاتلین و السون(1990) مطابقت دارد که حاکی از وجود تفاوت در میزان PFA درارقام گردو است.



شکل ۱– مقایسه میانگین تعداد گل ماده در شاخه، تعداد میوه در شاخه، تعداد گل ماده ریزش یافته در اثر PFA، درصد PFA، تعداد گل ماده ریزش یافته در اثر عدم گرده افشانی و درصد ریزش در اثر عدم گرده افشانی.

بر اساس نتایج این پژوهش بالاترین میزان ریزش گل تحت تاثیر PFA در رقم آلسوزنتیوانی ۱۱۷ و پس از آن در رقم سر و ژنوتیپ 44t بود که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمار ها بود. کاتلین و اولسون (۱۹۹۰) طی هفت سال بررسی متوجه شدند که رقم سر یکی از حساسترین ارقام نسبت به PFA است. در این تحقیق نیز رقم سر دارای ریزش PFA زیاد بود. رقم آلسوزنتیوانی ۱۱۷ دارای حساسیت بالاتری نسبت به رقم حساس سر می باشد. دنگ و همکاران (۱۹۹۱) بیان کرد که در گردو شاتون ها با مصرف مقادیر زیادی از مواد غذائی ذخیره شده که برای تشکیل میوه لازم است موجب کاهش درصد تشکیل میوه می‌شوند و این مسئله بویژه در ارقام نر زودرس (پروتوژین) مشهود است. نتایج ما نشان داد در بین ارقام و ژنوتیپ های مورد بررسی واکنش های متفاوتی در خصوص ریزش گل در اثر عدم گرد افشانی دیده می‌شود. در بسیاری از مطالعات نیز نشان داده شده که ارقام مختلف گردو واکنش های متفاوتی به ریزش در اثر عدم گرد افشانی از خود نشان می دهند. در مطالعات انجام شده میزان تشکیل میوه در ارقام و ژنوتیپ های مختلف از حداقل ۱۴ درصد تا ۸۲ درصد متغیر بود. میزان تشکیل میوه و تاثیر منفی ریزش گل‌های ماده در ارقام با باردهی انتهایی بسیار بیشتر از ارقام با عادت باردهی جانبی می باشد چون در این ارقام تعداد گل ماده بسیار کم بوده و در صورت ریزش گل های ماده، میزان تشکیل میوه به شدت کاهش می‌یابد (Soleimani et al., 2024).

منابع

مرادی، ح.، وزوایی، ع. و صانعی شریعت‌پناهی، م. ۱۳۸۲. بررسی مقدماتی علل ریزش گل‌های ماده گردو *Juglans regia* L. در ایران. مجله علوم کشاورزی ایران، ۴۴(۲): ۴۵۵–۴۶۴.

Catlin, P.B. and Olson, E.A. 1990. Pistillate flower abscission of walnut 'Serr', 'Sunland', 'Howard' and 'Chandler'. HortScience, 25: 1391–1392.

Deng, X., Weinbaum, S.A., DeJong, T.M. and Muraoka, T.T. 1991. Pistillate flower abortion in 'Serr' walnut associated with reduced carbohydrate and nitrogen concentration in wood and xylem sap. Journal of the American Society for Horticultural Science, 166: 291–296.

González, C.R., Lemus, G.S. and Reginato, G. 2008. Pistillate flower abscission symptoms of 'Serr' walnut (*Juglans regia* L.). Chilean Journal of Agricultural Research, 68: 183–191.

Ramos, D.E. 1998. Walnut Production Manual. University of California, Davis, USA. Publ. 3373, 304 pp.

Rasouli, M., Ershadi, B. and Karimi, R. 2019. The effect of pollen type of some walnut genotypes on fruit set, and fruit quantitative and qualitative characteristics of MSG15, MKG23 and MKG24 as seed parents. Plant Productions, 42(3): 307–320.

Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D. and Mozaffari, M.R. 2019. Phenological characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes under environmental conditions of Karaj in Iran. Crop Breeding Journal, 9(2): 11–22.

Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D., Mozaffari, M.R. and Dastjerdi, R. 2024. Yield related traits in some Persian walnut cultivars: Analysis of genetic and genetic by environment interaction. Advances in Horticultural Science, 37(4): 367–376.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Determining the rate of female flower dropping and its effect on fruit formation in some commercial cultivars and promising walnut genotypes

Asghar Soleimani[1*], Vali Rabiei[2], Mehdi Abbaszadeh[2] and Amir Abbas Tagizadeh[1]
1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Iran.
Corresponding Author: Soleimani1362@gmail.com

Abstract

In walnut, in addition to the dropping of unpollinated flowers, there is an abnormal dropping of female flowers due to excessive pollen grains (PFA) and it can reduce the yield of walnut trees. The aim of this study was to investigate the amount of PFA in a number of commercial cultivars (Chandler, Fernor, Ferjean, Alsozantivani 117 and Serr) and promising walnut genotypes (44t, 35t, 50t and 3-25) from different breeding programs. In year 2021, the amount of female flower dropping due to PFA, lack of pollination and the amount of fruit set in different cultivars and genotypes were evaluated. Based on the results of this study, most of the measured indicators were significant among different cultivars and genotypes. The highest number of female flowers (58.00) and number of fruits (55.75) per branch were found in the Ferjean cultivar, the highest number of female flowers dropped due to PFA and the percentage of dropping were found in the Alsozentivani 117 cultivar, with 5.41 and 37.18 percent, respectively, and the lowest percentage of PFA was found in the Ferjean cultivar and the 50t genotype with averages of 2.3 and 4.27 percent, respectively. The highest percentage of dropping due to lack of pollination was observed in the Fernor cultivar with an average of 41.09 percent. The highest percentage of fruit set was also observed in the 3-25 genotype. The most sensitive cultivar to PFA was determined to be the Alsozentivani 117 cultivar, whose dropping rate was also higher compared to the sensitive Serr cultivar. The other cultivars and genotypes did not exhibit substantial sensitivity to this abscission. Abscission resulting from inadequate pollination (in Fernor) was primarily attributable to insufficient pollen supply, which can be mitigated by planting pollenizer cultivars.

Keywords: Cultivar, Female Flower Drop, PFA, Yield Efficiency, Walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه تاثیر کیتوزان و سدیم نیتروپروساید بر ریزازدیادی سیب گوشت سرخ

ناهید بهرام‌آبادی[۱*]، علیرضا زبرجدی[۱و۲]، نوشین کاظمی[۳] و عیسی ارجی[۴]

۱- گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲-پژوهشکده گیاهان دارویی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران
۴- گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *bahramabadinahid@gmail.com*

چکیده

سیب گوشت سرخ یکی از درختان میوه خاص و کمیاب می‌باشدکه به دلیل قرمز بودن رنگ گوشت آن،کیفیت خوراکی و میزان بالا آنتی اکسیدان موجود درآن مورد توجه است. بنابراین دستیابی به روش بهینه و مناسب به منظور ریزازدیادی آن از اهداف اصلی کشت بافت می‌باشد. در این مطالعه تاثیرکیتوزان و سدیم نیتروپروساید بر ریزازدیادی سیب گوشت سرخ (بسطام و بکران) مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله پرآوری اثر غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید، کیتوزان و اثر متقابل آنها در محیط کشت پایه MS حاوی تنظیم کننده رشد گیاهی ۱ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج مشاهده شده در مرحله پرآوری بیشترین قطر ساقه (۱۷/. میلی متر) مربوط به ژنوتیپ بسطام در محیط کشت حاوی کیتوزان با غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و بیشترین طول و عرض برگ (۱/۷۴ و۹۷/. سانتی‌متر به ترتیب) در ژنوتیپ بکران درمحیط کشت حاوی کیتوزان با غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. بلندترین ارتفاع گیاهچه (۶/۲۶ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ بسطام در محیط فاقد تیمار SNP و بیشترین تعداد برگ (۱۶/۵۶عدد)، طول و عرض برگ (۱/۴۹ و ۹۰/. سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ بکران در SNP محیط حاوی با غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پرآوری، تنظیم کننده رشد گیاهی، سیب گوشت سرخ، کشت بافت.

مقدمه

ارقام مختلف سیب بر اساس ویژگی فنوتیپی و تجاری آن‌ها به سه گروه: قدیمی، تجاری و گوشت قرمز دسته بندی می‌شوند (Baric et al., 2020). سیب‌های گوشت قرمز دارای منبع ارزشمندی از آنتوسیانین هستند که توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌اند. خواص آنتوسیانین غنی شده سیب گوشت سرخ باعث می‌شود فعالیت آنتی‌اکسیدان قوی‌تری نشان دهد (Zhang et al., 2019). درکشت بافت گیاهی عوامل موثری بر میزان باززایی دخالت دارند که مهمترین آن‌ها ژنوتیپ، نوع ریزنمونه، ترکیبات محیط‌کشت و شرایط محیطی می‌باشد. سدیم‌نیتروپروساید (SNP) به عنوان منبع اصلی اکسید نیتریک (NO)، یک فیتوهورمون القاکننده رشد و نمو گیاه است که در موفوژنز، کاهش خواب بذر، رشد جانبی ریشه، باززایی ساقه و تشکیل ریشه نقش دارد (Hesami et al., 2020). کیتوزان (C6H11O4N) پلی ساکاریدهایی هستند که از کینین (C8H13O5N) تولید می‌شوند حاوی بیش‌از ۷ درصد نیتروژن و کمتر از ۴۰ درصد درجه استیلاسیون است. کیتوزان حاوی درصد بالایی از نیتروژن می‌باشد که به رشد و تقسیم سلول‌ها کمک می‌کند (Zhao et al., 2011). در تحقیقی اثر سدیم نیتروپروساید و TDZ بر ریزازدیادی سیب گوشت سرخ بررسی شد. طبق نتایج به دست آمده حداکثر پرآوری از جوانه‌های جانبی سیب‌گوشت‌سرخ روی محیط MS حاوی ۲ میکرومولارBAP و ۱۷ میکرومولار SNP بود (Kazemi et al., 2019). در مطالعه‌ای اثر کیتوزان، GA3 وBAرا بر تکثیر پایه سیبM26روی محیط MS بررسی کردند. در بین ترکیبات بعد از ۱۲ هفته، کیتوزان با غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر وGA3با غلظت ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر بهترین ترکیب بود. نتایج نشان داد کیتوزان می‌تولند به عنوان یک محرک رشد گیاهی با مقدار کمی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه برای بهبود در سرعت تکثیر پایه سیب M26 در شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گیرد(Dastjerd et al., 2013). این تحقیق با هدف مطالعه اثر سدیم نیتروپروساید و کیتوزان بر ریزازدیادی ژنوتیپ‌های سیب گوشت سرخ انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مرحله اثر غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و کیتوزان بر روی پرآوری ریزنمونه‌های جوانه‌های جانبی ژنوتیپ‌های سیب گوشت سرخ بسطام و بکران مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با فاکتورهای سدیم‌نیتروپروساید با سه غلظت (۰، ۳ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر) و کیتوزان با چهار غلظت (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم برلیتر) با استفاده از محیط پایه MS و حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی ۱ میلی‌گرم بر لیتر BAP و ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA با سه تکرار مورد بررسی و مقایسه‌قرار گرفت. در هرشیشه آزمایش سه نوساقه دارای جوانه‌های جانبی به طول‌های ۲ سانتی‌متر به عنوان ریز نمونه انتخاب و در شرایط دمای ۲۵±۱ درجه سانتی گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با شدت نور۲۰۰۰ لوکس نگهداری شدند. پس از پایان ۸ هفته (واکشت بعد ۴ هفته) صفات مربوط به این آزمایش شامل ارتفاع ساقه، تعداد نوشاخه رشد یافته، تعداد برگ، اندازه برگ، قطر ساقه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ثبت داده‌ها، از نرم افزارExcel و سپس جهت آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS و MSTAT-C و برای مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی صفات اندازه‌گیری شده در مرحله پرآوری، نشان داد ریزنمونه‌های سیب گوشت سرخ، به طور معنی‌داری تحت تاثیر ژنوتیپ، غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و کیتوزان و اثر متقابل آن‌ها قرار داشت (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین نتایج برای ژنوتیپ بسطام در کیتوزان با غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر از نظر صفت قطر ساقه (۰/۱۷ میلی‌متر) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ بسطام در کیتوزان با غلظت صفر با عدد (۰/۱۰ میلی‌متر) بود. بهترین نتایج (شکل ۱) برای صفت طول برگ (۱/۷۴ سانتی‌متر) و عرض برگ (۰/۹۷ سانتی‌متر) برای ژنوتیپ بکران درکیتوزان با غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد و کمترین آن برای ژنوتیپ بکران در کیتوزان با غلظت صفر برای صفت طول برگ (۰/۹۳ سانتی‌متر) و عرض برگ (۰/۴۴ سانتی‌متر) حاصل شد. در تحقیقی اثر کیتوزان، GA3 وBA را بر تکثیر پایه سیبM26 روی محیط MS بررسی کردند. بیشترین سطح برگ (۲ سانتی‌متر) با غلظت ۰/۳ میلی‌گرم بر لیترGA3، غلظت ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر BA و کیتوزان ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش گردید (Dastjerd et al., 2013). نتایج مقایسه میانگین (جدول۳) نشان داد که ژنوتیپ بسطام فاقد تیمارSNP بیشترین ارتفاع گیاهچه (۶/۲۶ سانتی‌متر) را تولید نموده و کمترین ارتفاع گیاهچه (۳/۱۲ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیب بسطام در SNP با غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر حاصل شد که مشخص گردید برای ژنوتیپ بسطام افزایش غلظت SNP سبب کاهش ارتفاع گیاهچه می‌شود. در بررسی ریزازدیادی پایه گیلاس (Gisela6) مشخص گردید SNP موجب طول کاهش ساقه شد و بلندترین ارتفاع گیاهچه (۲۰/۵۰ میلی‌متر) مربوط به محیط فاقد SNP بود (Sarropoulou et al., 2014).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های بسطام و بکران در آزمایش پرآوری.

		میانگین مربعات(MS)					
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاهچه	تعداد برگ	قطر ساقه	طول برگ	عرض برگ	تعداد نوساقه
ژنوتیپ	۱	۴/۲۰۵^{ns}	۱۵۸/۱۲۳**	۰/۰۰۲^{ns}	۱/۴۷۳**	۰/۷۰۰**	۲۹۹/۳۰۸**
Chitosan	۳	۱/۶۳۱^{ns}	۶۹/۲۹۹**	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۴۵۲^{ns}	۰/۲۰۱^{ns}	۹/۸۱۵^{ns}
SNP	۲	۲۱/۵۸۰**	۴/۰۰۵^{ns}	۰/۰۱۹**	۰/۱۴۰^{ns}	۰/۰۹۰^{ns}	۴/۴۰۰^{ns}
ژنوتیپ * Chitosan	۳	۲/۵۳۸^{ns}	۸/۲۱۱^{ns}	۰/۰۰۹*	۰/۶۹۳*	۰/۳۱۲*	۸/۹۴۴^{ns}
ژنوتیپ * SNP	۲	۱۰/۹۹۶**	۱۱۰/۹۱۰**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۶۴۲*	۰/۲۷۲*	۱۱/۷۹۵^{ns}
Chitosan * SNP	۶	۲/۷۷۴^{ns}	۸/۲۸۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۳۱۳^{ns}	۰/۱۱۸^{ns}	۱۰/۶۶۰^{ns}
ژنوتیپ * Chitosan * SNP	۶	۱/۸۹۹^{ns}	۲۰/۵۴۷^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۲۴۴^{ns}	۰/۰۸۴^{ns}	۶/۸۰۶^{ns}
خطا آزمایش	۴۸	۱/۸۶۷	۹/۳۹۶	۰/۰۰۲	۰/۱۷۷	۰/۰۸۴	۷/۶۵۹
ضریب تغییرات (cv)		۳۲/۳۴	۲۲/۲۷	۳۷/۲۱	۳۵/۱۶	۴۶/۲۶	۵۲/۷۴

*، **، ns به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار درسطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و غلظت کیتوزان روی صفات مورد مطالعه در آزمایش پرآوری.

قطر ساقه (mm)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)

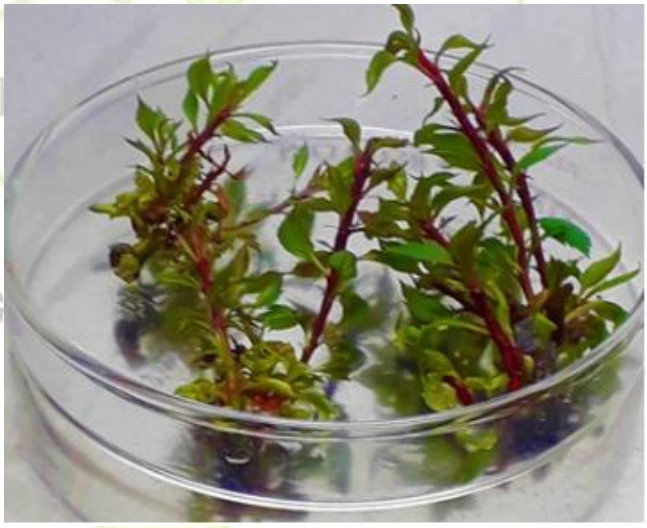
کیتوزان ۰	۰/۱۰^{a}	۱/۰۸^{c}	۰/۵۷^{c}
کیتوزان ۲۰	۰/۱۵^{ab}	۱/۰۱^{c}	۰/۵۲^{c}
بسطام کیتوزان ۴۰	۰/۱۷^{a}	۱/۰۸^{c}	۰/۵۲^{c}
کیتوزان ۶۰	۰/۱۱^{a}	۱/۰۳^{c}	۰/۵۰^{c}
کیتوزان ۰	۰/۱۳^{bc}	۰/۹۳^{c}	۰/۴۴^{c}
کیتوزان ۲۰	۰/۱۱^{c}	۱/۷۴^{a}	۰/۹۷^{a}
بکرانکیتوزان ۴۰	۰/۱۲^{bc}	۱/۱۸^{bc}	۰/۶۳^{bc}
کیتوزان ۶۰	۰/۱۳^{bc}	۱/۵۰^{ab}	۰/۸۵^{ab}

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف یکسان هستند با هم اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ وغلظت SNP روی صفات مورد مطالعه در آزمایش پرآوری.

	ارتفاع گیاهچه (cm)	تعداد برگ	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)
SNP 0	۶/۲۶^{a}	۱۵/۱۱^{ab}	۱/۱۵^{ab}	۰/۶۰^{b}
SNP 3بسطام	۴/۰۰^{bc}	۱۱/۵۱^{cd}	۰/۹۸^{b}	۰/۴۸^{b}
SNP 5	۳/۱۲^{c}	۱۰/۲۰^{d}	۱/۰۲^{b}	۰/۵۰^{b}
SNP 0	۴/۳۲^{b}	۱۳/۲۳^{bc}	۱/۰۶^{b}	۰/۵۸^{b}
SNP 3بکران	۳/۷۶^{bc}	۱۵/۹۷^{a}	۱/۴۶^{a}	۰/۷۰^{ab}
SNP 5	۳/۸۵^{bc}	۱۶/۵۱^{a}	۱/۴۹^{a}	۰/۹۰^{a}

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف یکسان هستند با هم اختلاف معنی‌دار ندارند.



الف



ب

شکل ۱- الف: پرآوری ژنوتیپ بکران حاوی ۱ میلی‌گرم بر لیترBAP و ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA پس از ۸ هفته. ب: پرآوری ژنوتیپ بکران در محیط کشت حاوی ۱ میلی‌گرم بر لیتر BAP، ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA و غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان.

منابع

Baric, S., Storti, A., Hofer, M., Guerra, W. and Dalla Via, J. 2020. Molecular genetic identification of apple cultivars based on microsatellite DNA analysis. I. The database of 600 validated profiles. Erwerbs-Obstbau, 62: 117–154.

Dastjerd, Z.H., Jabbarzadeh, Z. and Marandi, R.J. 2013. Interaction effects of chitosan, benzyladenine and gibberellic acid on in vitro proliferation of M26 apple rootstock. Horticulture, Environment and Biotechnology, 54(6): 538–547.

Hesami, M., Naderi, R., Tohidfar, M. and Yoosefzadeh Najafabadi, M. 2020. Development of support vector machine-based model and comparative analysis with artificial neural network for modeling the plant tissue culture procedures: Effect of plant growth regulators on somatic embryogenesis of chrysanthemum, as a case study. Plant Methods, 16(1): 1–5.

Kazemi, N., Jafarkhani Kermani, M. and Habashi, A. 2019. Sodium nitroprusside stimulates micropropagation and TDZ induces adventitious shoots regeneration in red flesh apple *Malus niedzwetzkyana* Koehne Dieck ex. Journal of Horticultural Research, 27(2): 23–30.

Sarropoulou, V., Dimassi-Theriou, K. and Therios, I. 2014. In vitro plant regeneration from leaf explants of the cherry rootstocks CAB-6P, Gisela 6, and MxM 14 using sodium nitroprusside. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 50: 226–234.

Zhang, X., Huo, H.Q., Sun, X.H., Zhu, J., Dai, H.Y. and Zhang, Y.G. 2019. Nanocrystallization of anthocyanin extract from red-fleshed apple 'QN-50' improved its antioxidant effect through enhanced stability and activity under stressful conditions. Molecules, 24(7): 1421.

Zhao, L.M., Shi, L.E., Zhang, Z.L., Chen, J.M., Shi, D.D., Yang, J. and Tang, Z.X. 2011. Preparation and application of chitosan nanoparticles and nanofibers. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 28: 353–362.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study on effect of chitosan and sodium nitroprusside on the micropropagation of red flesh apple

Nahid Bahramabadi[1*], Alireza Zebarjadi[1,2], Noshin Kazemi[3] and Isa Arji[4]
1. Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Research Institute of Medicinal Plants, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Researcher of Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Karaj, Iran
4. Department of Horticultural Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
Corresponding author: bahramabadinahid@gmail.com

Abstract

Red flesh apple is one of the special and rare fruit trees, which is of interest due to the red color of its flesh, its edible quality and the high amount of antioxidants in it. Therefore, achieving the optimal and suitable method for its micropropagation is one of the main goals of tissue culture. In this study, the effect of chitosan and sodium nitroprusside on micropropagation of red-fleshed apple (Bastam and Bekaran) was investigated. In the proliferation stage, the effect of different concentrations of sodium nitroprusside, chitosan and their interaction in MS base culture medium containing plant growth regulator 1 mg/L BAP and 0.1 mg/L IBA were investigated. According to the results observed in the proliferation stage, the maximum diameter of the stem (0.17 mm) related to the Bastam genotype was observed in the medium containing chitosan with a concentration of 40 mg/L, and the maximum length and width of the leaf (1.74 and 0.97 cm, respectively) was observed in the medium containing chitosan with a concentration of 40 mg/L. The highest seedling height (6.26 cm) corresponds to the Bastam genotype in the medium without SNP treatment and the highest number of leaves (16.56), leaf length and width (1.49 and 0.90 cm) corresponds to the Bekaran genotype in the medium containing SNP with a concentration of 5 mg/L.

Keywords: Plant Growth Regulator, Proliferation, Red Flesh Apple, Tissue Culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر تأثیر ژن در لیکوپن گوجه‌فرنگی

مهرنوش محمدنیایی[1*] و رضا ابوالقاسمی[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
*نویسنده مسئول: *Mehrnooshneiai@gmail.com*

چکیده

لیکوپن یکی از مهم‌ترین کاروتنوئیدهای مهم در گوجه‌فرنگی است که حاوی ترکیبات آنتی اکسیدانی با خواص درمانی فراوان می‌باشد. تولید لیکوپن در گوجه‌فرنگی یک فرآیند پیچیده است که توسط چندین ژن کنترل می‌شود. تولید این ترکیب در گوجه‌فرنگی تحت تأثیر عوامل مختلف ژنتیکی و محیطی قرار دارد. هدف این مطالعه، بررسی نقش ژن‌های مختلف در مسیر بیوسنتز لیکوپن است. در این راستا ابتدا به ساختار و مسیرهای زیست‌شناسی مولکولی سنتز لیکوپن، ژن‌های دخیل در این فرآیند و همچنین نقش عوامل محیطی مانند نور، دما و تغذیه در تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با بیوسنتز لیکوپن بررسی می‌شود. این مطالعه به صورت مروری و بر اساس تحلیل یافته‌های پژوهشی در حوزه‌های ژنتیک مولکولی و بیوتکنولوژی گوجه‌فرنگی است. مطالعات متعددی در مورد تأثیر فناوری‌های نوین مانند ژنومیکس، ترنسکریپتومیکس و ویرایش ژن با استفاده از فناوری کریسپر به منظور استخراج اطلاعات مورد استفاده قرار گرفته است. یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند به بهبود تولید لیکوپن در گوجه‌فرنگی کمک کند و در نهایت به توسعه گیاهانی با ویژگی‌های بهبود یافته در زمینه سلامت و کشاورزی منجر شود.

واژه‌های کلیدی: بیوسنتز رنگدانه، عوامل ژنتیکی، گوجه‌فرنگی، لیکوپن، مسیرهای ژنی.

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از محصولات کشاورزی است که به دلیل ارزش غذایی بالا و نقش اقتصادی قابل توجه آن در صنایع غذایی جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی و تغذیه دارد. در گوجه‌فرنگی لیکوپن به عنوان یکی از آنتی اکسیدان‌های قوی و کاروتنوئید اصلی گوجه‌فرنگی به شمار می‌رود. لیکوپن مسئول رنگ قرمز گوجه‌فرنگی بوده و در سال‌های اخیر به دلیل اثرات بالقوه در پیشگیری از بیماری‌های مزمن مورد توجه قرار گرفته است. لیکوپن با مهار رادیکال‌های آزاد و کاهش استرس اکسیداتیو، نقش کلیدی در محافظت سلول‌ها و بافت ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو دارد (Mohamed and Abdel-Hakeem, 2023). تولید گوجه‌فرنگی با محتوای بالای لیکوپن نیازمند بررسی‌های ژنتیکی و استفاده از روش‌های نوین اصلاح نباتات است. مطالعات ژنتیکی نقش مهمی در شناسایی ژن‌های مرتبط با تولید لیکوپن، مسیرهای بیوشیمیایی آن و تأثیر عوامل محیطی بر بیان این ژن‌ها دارد. با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه وبا استفاده از روش‌های بیوتکنولوژی مانند مهندسی ژنتیک و ویرایش ژنوم امکان افزایش تولید لیکوپن در گوجه‌فرنگی افزایش یافته است . افزایش بیان ژن‌هایی مانند PSY1 به طور قابل توجهی سطح لیکوپن را افزایش می‌دهد. همچنین به مطالعات دیگری بر روی ویژگی‌های ژنتیکی گوجه‌فرنگی و استخراج ژن‌های مرتبط با تولید لیکوپن پرداخته شده است که این مطالعات نشان دهندهٔ اهمیت ژنتیک در تعیین کیفیت و ویژگی‌های میوه گوجه‌فرنگی است (Forotani, 2023). تحقیقات ژنتیکی همچنین به درک بهتر از تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت‌های گوجه‌فرنگی کمک کرده است. این تنوع می‌تواند به عنوان منبعی برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های اصلاحی استفاده شود. همچنین از سوی دیگر عوامل محیطی مانند نور، دما و تغذیه در گیاه نیز نقش مهمی در تنظیم سنتز لیکوپن دارند (Imran et al, 2022). بنابراین ترکیب مطالعات ژنتیکی و مدیریتی می‌تواند به افزایش تولید این ترکیب ارزشمند در گوجه‌فرنگی کمک کند و همچنین فرصت‌های جدیدی را برای توسعهٔ محصولات کشاورزی و صنعتی فراهم کند.

بیوسنتز لیکوپن

بیوسنتز لیکوپن در گوجه‌فرنگی یکی از فرآیندهای پیچیده‌ی بیوشیمیایی است که در مسیر متابولیسم کاروتنوئیدها صورت می‌گیرد. این مسیر بیوشیمیایی با سنتز ایزوپرنوئیدها آغاز می‌شود که به عنوان پیشتاز اصلی در تولید کاروتنوئیدها عمل می‌کند. ایزوپرنوئیدها از طریق دو مسیر اسیدمِوالونیک (MVA) یا مسیر متیل‌اریتریتول‌فسفات (MEP) تولید می‌شوند. مسیر MEP در پلاستید انجام می‌شود و پیش‌سازهایی مانند ایزوپنتیل‌دی‌فسفات (IPP) و دی‌متیل‌آلیل‌دی‌فسفات (DMAPP) تولید می‌کند که واحدهای ساختمانی اصلی در سنتز کاروتنوئیدها هستند. فرآیند بیوسنتز لیکوپن با تراکم (IPP) و (DMAPP) برای تشکیل ژرانیل ژرانیل دی‌فسفات (GGPP) آغاز می‌شود. این مرحله توسط آنزیم ژرانیل ژرانیل دی‌فسفات سنتاز (GGPS) کاتالیز می‌شود سپس دو مولکول (GGPS) تحت تأثیر آنزیم فیتوئن سنتاز (PSY) با یکدیگر ترکیب شده و فیتوئن تولید می‌شود. که اولین کاروتنوئید غیر مشتق‌دار در این مسیر هست. فیتوئن به کمک آنزیم‌های دِساتوراز از جمله فیتوئن دِساتوراز (PDS) و زتا-کاروتن دِساتوراز (ZDS)، دچار دهیدروژناسیون شده و ترکیبات میانجی مانند زتا – کاروتن و لیکوپن تولید می‌کند. در نهایت لیکوپن به عنوان محصول نهایی این مسیر توسط آنزیم‌های سیکاز به کاروتنوئدهای دیگر مانند بتاکاروتن و لوتئین تبدیل می‌شود. از میان آنزیم‌های PSY به عنوان مرحله تعیین کننده سرعت واکنش و آنزیم‌های PDS و ZDS در دهیدروژناسیون ترکیبات میانجی نقش مهمی دارند و میزان تجمع لیکوپن را تغییر می‌دهند (Yun, 2024). همچنین آنزیم کاروتنوئید ایزومراز (CRTISO) در تبدیل زتا-کاروتن به لیکوپن نقش دارد و در تنظیم ایزومرهای فعال بیولوژیکی مؤثر است. ژن‌هایی مانند PSY1, PDS, ZDS , CRTISO به عنوان ژن‌های کلیدی در مسیر بیوسنتز لیکوپن شناخته می‌شوند (Sethi, 2024).

عوامل ژنتیکی مؤثر بر تولید لیکوپن

تولید لیکوپن در گوجه‌فرنگی به طور مستقیم تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارد. ژن‌های اصلی در مسیر تولید لیکوپن PSY1, PDS, ZDS , CRTISO هستند که هر کدام نقش مشخصی در مراحل مختلف بیوسنتز لیکوپن ایفا می‌کنند(Feng et al, 2023). ژن PSY به عنوان ژن تنظیم کنندهٔ سرعت واکنش و مسئول تبدیل ژرانیل ژرانیل دی‌فسفات (GGPP) به فیتوئن است که اولین کاروتنوئید در این مسیر محسوب می‌شود. افزایش بیان ژن PSY1 از طریق تکنیک‌های بیوتکنولوژی می‌تواند به افزایش قابل توجهی در تجمع لیکوپن منجر شود (Yang et al, 2023). ژن PDS که دهیدروژناسیون فیتوئن را به زتا-کاروتن کاتالیز می‌کند، مرحله دوم مهم در مسیر بیوسنتز لیکوپن است. جهش های موجود در این ژن می‌تواند منجر به کاهش یا افزایش سطح لیکوپن شود، ژن ZDS نیز که مسئول دهیدروژناسیون زتا-کاروتن به لیکوپن است نقش کلیدی در مرحله نهایی بیوسنتز لیکوپن دارد. جهش در این ژن ممکن است منجر به انباشته شدن زتا- کاروتن شود که بر کیفیت محصول تأثیر می‌گذارد و خواص زیست‌فعال گوجه‌فرنگی را کاهش می‌دهد. موتاسیون‌های ژنتیکی چه به صورت طبیعی و چه به صورت القایی می‌توانند تأثیرات قابل توجهی بر سطح لیکوپن در گوجه‌فرنگی داشته باشند. مطالعات نشان داده که برخی از این موتاسیون‌ها می‌توانند منجر به تغییرات ساختاری در آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز لیکوپن شوند که این امر تأثیر مستقیم بر میزان تجمع این ترکیب در میوه دارد(Zhang et al, 2024). اصلاح ژنتیکی و دستکاری ژن‌ها برای افزایش تولید لیکوپن یکی از راهکارهای مؤثر در بهبود کیفیت گوجه‌فرنگی محسوب می‌شود. تکنیک‌های مهندسی ژنتیک مانند استفاده از (CRISPER / Cas9)، RNAI و تراریختگی امکان اصلاح ژن‌های کلیدی را فراهم کرده است. به عنوان مثال (CRISPER / Cas9) می‌تواند ژن‌های تنظیم کننده منفی بیوسنتز لیکوپن را حذف کند و در نتیجه تولید این ترکیب را افزایش دهد. همچنین استفاده از RNAI برای کاهش بیان ژن‌های رقیب در مسیرهای متابولیکی مرتبط، می‌تواند باعث افزایش تخصیص منابع تولید لیکوپن شود. تراریختگی با وارد کردن نسخه‌های اضافی از ژن‌های PSY1, PDS, ZDS به ژنوم گوجه‌فرنگی نیز روش کارآمدی برای افزایش بیان این ژن‌ها و در نتیجه افزایش سطح لیکوپن در میوه است (Feng et al, 2023).

تأثیر عوامل محیطی و تعامل آن ها با ژن‌ها

در گوجه‌فرنگی، شرایط محیطی مانند نور، دما، مواد مغذی و دیگر عوامل محیطی می‌توانند با تغییرات در فعالیت آنزیم‌ها و ژن‌های دخیل در مسیر بیوسنتز لیکوپن، تأثیرات قابل توجهی بر میزان تولید لیکوپن داشته باشند. یکی از عوامل اصلی که تأثیر زیادی بر تولید لیکوپن دارد نور است، نور به ویژه نور آبی و قرمز، می‌تواند به طور مستقیم بر بیان ژن‌های مرتبط با تولید لیکوپن تأثیر گذار باشد. مطالعات نشان می‌دهند که در گوجه‌فرنگی تابش نور به ویژه در مراحل رشد میوه می‌تواند بیان ژن‌های کلیدی مانند PSY1و PDS را افزایش دهد

و در نتیجه تولید لیکوپن را تقویت کند. نور از طریق اثراتش بر فتومورفولوژی و فتورونویسی باعث تنظیم فرآیندهای بیوشیمیایی و متابولیکی می‌شود که به طور غیرمستقیم تولید لیکوپن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Saurabh and Prasad, 2021). دما نیز به عنوان یک عامل محیطی می‌تواند بر تولید لیکوپن تأثیر داشته باشد. دمای بالا می‌تواند باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز لیکوپن شود و دمای پایین می‌تواند موجب کاهش رشد گیاه و کاهش کاروتنوئیدها شود. دما تأثیرات مستقیمی بر فرآیندهای آنزیمی دارد که در آنزیم‌های اصلی بیوسنتز لیکوپن مانند PSY1, PDS, ZDS دخیل هست. به عنوان مثال در دمای پایین‌تر فعالیت آنزیم PSY1 ممکن است کاهش یابد که باعث کاهش تولید فیتوئن و در نهایت لیکوپن می‌شود (Sun et al, 2020). مواد مغذی نیز نقش حیاتی در تولید لیکوپن دارند. نیتروژن، پتاسیم، فسفر و سایر عناصر ریزمغذی‌ها تأثیرات مستقیمی بر متابولیسم گیاه و تولید ترکیبات ثانویه مانند لیکوپن دارند. مطالعات نشان داده که افزایش میزان نیتروژن می‌تواند باعث افزایش تولید لیکوپن در گوجه‌فرنگی شود. این اثر از طریق بهبود فرآیندهای فتوسنتزی و افزایش تولید پیش‌سازه‌های ایزوپرنوئیدی حاصل می‌شود. تعامل این شرایط با ژن‌ها نیز از اهمیت بالایی برخودار است.

فناوری‌های نوین در مطالعه و بهبود تولید لیکوپن

فناوری‌های ژنومیک و ترانسکریپتومیک به عنوان ابزارهای کلیدی در مطالعه و بهبود تولید لیکوپن شناخته می‌شوند. ژنومیک به طور کلی به مطالعه‌ی کل ژنوم گیاهان اشاره دارد. با استفاده از فناوری‌های ژنومیک، پژوهشگران می‌توانند ژن‌های دخیل در مسیر بیوسنتز لیکوپن را شناسایی کنند و ارتباط میان آن‌ها را در سطح ژنتیکی درک نمایند و با استفاده از فناوری RNA-seq ، پژوهشگران می‌توانند الگوی بیان ژن‌ها را در شرایط مختلف محیطی یا تحت تأثیر اصلاحات ژنتیکی مختلف بررسی کنند. این اطلاعات می‌تواند به درک بهتر مسیرهای بیوسنتزی لیکوپن و نحوهٔ تنظیم آن‌ها کمک کند. با تحلیل داده‌های ترانسکریپتومیک می‌توان به اطلاعات دقیقی از چگونگی واکنش گیاهان به شرایط مختلف محیطی دست یافت و در نتیجه تولید لیکوپن را بهینه کرد. فناوری (CRISPER / Cas9) به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین و مؤثرترین روش‌های ویرایش ژن در زیست‌شناسی مولکولی شناخته می‌شود. این فناوری می‌تواند برای تغییر یا حذف ژن‌هایی که در مسیر بیوسنتز لیکوپن دخیل هستند مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از (CRISPER / Cas9) برای ویرایش ژن‌های مرتبط با تولید لیکوپن می‌تواند منجر به تولید گوجه‌فرنگی‌هایی با سطح بالاتری از این ترکیب مفید شود. برای مثال پژوهشگران می‌توانند ژن‌های دخیل در مسیر تولید لیکوپن مانند PSY1, PDS, ZDSرا هدف قرار دهند و تغییرات لازم را در آن‌ها ایجاد کنند تا میزان تولید لیکوپن افزایش یابد.

آینده پیشرو در مطالعه تاثیرژن بر تولید لیکوپن

باتوجه به اهمیت سلامت محور لیکوپن و کاربرد های گسترده آن در صنایع غذایی، دارویی و کشاورزی، آینده پژوهشی در حوزه تاثیر بیان ژن در تولید لیکوپن دارای چشم اندازه‌های متعددی است که با استفاده از پیشرفت فناوری‌های نوین و ویرایش ژن مانند (CRISPER / Cas9) امکان تغییرات هدفمند و بدون اثرات جانبی ناخواسته در ژن‌های مرتبط با میسر بیوسنتز لیکوپن باعث ا فزایش کارایی تولید لیکوپن می‌شوند و با بررسی عوامل تنظیم کننده بیان ژن می‌توان به سمت شناسایی عوامل تنظیم کننده متعدد مانند عوامل رونویسی و اپی ژنتیک رفت که به کنترل بیان ژن‌های میسرهای کاروتنوئید کمک می‌کند. همچنین با توسعه فناوری‌های کشاورزی هوشمند و سیستم‌های هیدروپوونیک می‌توان شرایط محیطی را به گونه‌ای بهینه‌سازی کرد که بیان ژن‌های مرتبط با تولید لیکوپن به حداکثر برسد و با تمرکز بر اصلاح ارقام گیاهی که مقاومت بیشتری نسبت به استرس‌های زیستی و غیرزیستی دارند می‌توان به تولید لیکوپن بالاو با کیفیت دست پیدا کرد. با درک عمیق از تنظیم ژنتیکی می‌توان صنعت تولید لیکوپن را متحول ساخت.

نتیجه‌گیری

یافته‌ها نشان می‌دهد که مسیر بیوسنتز لیکوپن تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار دارد که شامل ژن‌های خاص، آنزیم های دخیل و شرایط محیطی است. شناسایی و دستکاری ژن‌ها و آنزیم‌های کلیدی از طریق فناوری‌های نوین ژنومیک و ترانسکریپتومیک امکان بهبود تولید لیکوپن را در گوجه‌فرنگی فراهم می‌کند. همچنین ویرایش ژن با استفاده از فناوری(CRISPER / Cas9) به عنوان ابزاری پیشرفته برای اصلاح ویژگی‌های ژنتیکی گیاهان از جمله افزایش تولید لیکوپن می‌تواند موجب ارتقاء کارایی این فرآیند در آینده شود و تعاملات بین

ژن‌ها و عوامل محیطی مانند نور، دما و مواد مغذی تأثیرات قابل توجهی بر میزان تولید لیکوپن دارند. این موضـــوع بر اهمیت تحقیق و مطالعهٔ دقیق در مورد اثرات محیطی و ژنتیکی بر بیوســـنتز این ترکیب دارد. پژوهش‌های آینده باید به طور خاص به این جنبه‌ها پرداخته و راهکارهایی برای بهینه‌سازی شرایط محیطی و مدیریتی در تولید گوجه‌فرنگی با میزان بالای لیکوپن ارائه دهند.

منابع

فروتنی، ع. ۱۴۰۳. بررسی ویژگی‌های گوجه‌فرنگی و ویژگی‌های ژن‌های استخراجی از گوجه‌فرنگی. پنجمین کنفرانس ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک در جامعه، تهران، ۱۹۸۷۸۴۰.

Feng, Y., Kou, X., Yuan, S., Wu, C., Zhao, X., Xue, Z. and et al. 2023. CRISPR/Cas9-mediated SNAC9 mutants reveal the positive regulation of tomato ripening by SNAC9 and the mechanism of carotenoid metabolism regulation. Horticulture Research, 10(4): uhad019.

Imran, M., Munir, M.Z., Jalhi, S., Abbas, F., Younus, M., Ahmad, S. and et al. 2022. Identification and characterization of malate dehydrogenases in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). International Journal of Molecular Sciences, 23(17): 10028.

Mohamed, N.G. and Abdel-Hakeem, M.A. 2023. Chitosan nanoparticles enhance drought tolerance in tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) via gene expression modulation. Plant Gene, 34: 100406.

Saurabh, S. and Prasad, D. 2021. Role of CRISPR/Cas system in altering phenolic and carotenoid biosynthesis in plants defense activation. In: CRISPR and RNAi Systems, pp. 319–331. Elsevier.

Sethi, S. 2024. CRISPR/Cas-mediated multiplex gene editing in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). In: Gene Editing in Plants: CRISPR-Cas and Its Applications, pp. 795–815.

Sun, B., Jiang, M., Zheng, H., Jian, Y., Huang, W.-L., Yuan, Q. and et al. 2020. Color-related chlorophyll and carotenoid concentrations of Chinese kale can be altered through CRISPR/Cas9 targeted editing of the carotenoid isomerase gene BoaCRTISO. Horticulture Research, 7.

Yang, T., Ali, M., Lin, L., Li, P., He, H., Zhu, Q. and et al. 2023. Recoloring tomato fruit by CRISPR/Cas9-mediated multiplex gene editing. Horticulture Research, 10(1): uhac214.

Yun, D. and Oh, Y. 2024. Variant analysis of tomatoes (*Solanum lycopersicum*) using genotyping-by-sequencing for seed purity test of F_1 hybrid.

Zhang, H., Zhang, K., Zhao, X., Bi, M., Liu, Y., Wang, S. and et al. 2024. Galactinol synthase 2 influences the metabolism of chlorophyll, carotenoids, and ethylene in tomato fruits. Journal of Experimental Botany, 75(11): 3337–3350.

Review of gene effects on tomato lycopene

Mehrnoush Mohamadniaea[1*] and Reza Abolghasemi[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
Corresponding Author: Mehrnooshneiai@gmail.com

Abstract

Lycopene is one of the most important carotenoids in tomatoes, which contains antioxidant compounds with many therapeutic properties. The production of lycopene in tomatoes is a complex process controlled by several genes. The production of this compound in tomatoes is influenced by various genetic and environmental factors. The aim of this study is to investigate the role of different genes in the lycopene biosynthesis pathway. In this regard, the structure and molecular biology pathways of lycopene synthesis, the genes involved in this process, and the role of environmental factors such as light, temperature, and nutrition in regulating the expression of genes related to lycopene biosynthesis are first examined. This study is a review and based on the analysis of research findings in the fields of molecular genetics and tomato biotechnology. Several studies have been conducted on the impact of modern technologies such as genomics, transcriptomics, and gene editing using CRISPR technology to extract information. The findings suggest that the use of these technologies could help improve lycopene production in tomatoes, ultimately leading to the development of plants with improved health and agricultural traits.

Keywords: Gene Pathways, Genetic Factors, Lycopene, Pigment Biosynthesis, Tomato.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و طیف نورهای LED بر شاخص‌های مورفولوژی و جنین‌زایی گل سوسن چلچراغ

حامد ایران‌پور[۱]، یونس پوربیرامی هیر[۱*]، اسماعیل چمنی[۱]، حسن ملکی لجایر[۱] و رقیه نبی‌پور سنجبد[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی ، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
*نویسنده مسئول: *Younes_ph62@uma.ac.ir*

چکیده

گیاه سوسن چلچراغ (*Lilium ledebourii (Baker) Boiss*) یک گونه گیاهی کمیاب و چندساله‌ی تک لپه‌ای، متعلق به تیره سوسنیان و بومی ایران می‌باشد. نور یک عامل محرک غیرزیستی درگیاهان می‌باشد تغییرات نوری پاسخ‌های مختلف مورفوژنتیکی را در برخی از گیاهان زینتی ایجاد می‌کند و طیف نورهای LED به طورمستقیم و غیرمستقیم بر رشد و نمو گیاهان تأثیرگذار می‌باشند. هدف از تحقیق حاضر مطالعه تأثیر استفاده از طیف نورهای LED در قالب باکس‌های رشدی و نانوذرات از جمله نانوذرات دی اکسید تیتانیوم به عنوان محرک‌های غیر زیستی، بر رشد درون شیشه‌ای گل سوسن چلچراغ در جهت شناسایی سیستم‌های بالقوه تکثیر و بهبود باززایی و رشد گیاهان در حال انقراض سوسن چلچراغ می‌پردازد. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی، که در آن فاکتور اول تیمار طیف نور با شدت ۲۰۰۰ لوکس در هفت سطح شامل نور ۱۰۰٪ سفید، ۱۰۰٪ قرمز، ۱۰۰٪ آبی، ۸۰٪ قرمز ۲۰٪ آبی، ۶۰٪ قرمز ۴۰٪ آبی، ۴۰٪ قرمز ۶۰٪ آبی، ۲۰٪ قرمز ۸۰٪ آبی و فاکتور دوم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در ۵ سطح، صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر با ۵ تکرار بود. در این پژوهش تاثیر تیمارهای فوق، بر شاخص‌های مورفولوژی، میانگین حجم کالوس، میانگین تعداد برگ‌ها، درصد کالوس زایی، درصد باززایی فلس‌ها، درصد زنده مانی فلس‌ها و شاخص های جنین‌زایی سوماتیکی شامل، درصد القای جنین‌زایی بدنی، میانگین جنین‌های بدنی در هر ریزنمونه و ظرفیت تشکیل جنین درگیاه سوسن چلچراغ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای طیف نور به طور معنی‌داری شاخص‌های میانگین حجم کالوس، میانگین تعداد برگ‌ها، درصد کالوس زایی، درصد باززایی، درصد زنده مانی، درصد القای جنین‌زایی بدنی، میانگین جنین‌های بدنی در هر ریزنمونه و ظرفیت تشکیل جنین را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار داد و تیمار نانو ذره تیتانیوم به جز در درصد القای SE در سایر شاخص‌های فوق در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، قفسه‌های طیف نور قرمز ۸۰ ٪ آبی ۲۰٪ تحت ترکیب با تیمار ۶۰ ppm و ۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم به طورکلی، بیشترین تأثیر را بر شاخص‌های مورفولوژی و جنین‌زایی سوسن چلچراغ داشتند.

واژه‌های کلیدی : تیمار نوری، جنین‌زایی، فلس، کالوس و کشت بافت.

مقدمه

گیاه سوسن چلچراغ با نام علمی *Lilium ledebourii (Baker) Boiss* یک گونه گیاهی کمیاب و گیاه چندساله‌ی تک لپه‌ای، متعلق به تیره سوسنیان و بومی ایران است (Maleki Choreh et al. 2020). کشت درون شیشه ای شامل کشت انواع بافت‌ها، سلول‌ها و اندام‌های گیاهی تحت شرایط سترون و در محیط‌های غذایی کنترل شده است (فروتن و وادی دار، ۱۳۸۵). نور یک عامل محرک یا الیسیتور غیرزیستی درگیاهان می‌باشد و به طورمستقیم و غیرمستقیم بر رشد و نمو گیاهان تأثیر گذار می‌باشد. از طرفی هم ۵۰ درصد از انرژی تابشی خورشیدی در دامنه ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر در قالب تابش فعال فتوسنتزی (PAR) توسط گیاهان قابل جذب و استفاده می‌باشد (Zakurin et al. 2020). نورLED هم یک منبع پرتودهی بالقوه برای سیستم‌های کارخانه کشت گیاهان (Plant factory) و تحقیقات فیزیولوژیکی گیاهان می‌باشد. نورهای آبی و قرمز به دلیل نقش برجسته‌ای که در تنظیم فعالیت‌های حیاتی گیاهی دارند، موضوعات اصلی مورد مطالعه آزمایشگاهی هستند (Fan et al. 2022). هدف از تحقیق حاضر مطالعه تأثیر استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم به عنوان محرک‌های غیر زیستی، تحت طیف نورهای مختلفLED درون قفسه‌های رشد، جهت شناسایی سیستم‌های بالقوه تکثیر و بهبود رشد و عملکرد گل سوسن چلچراغ به عنوان یکی از گیاهان در حال انقراض بومی ایران است.

مواد و روش‌ها

آزمایشات این تحقیق در آزمایشگاه کشت بافت و بیوتکنولوژی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در شهرستان اردبیل انجام گرفت. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی، با دو فاکتور طراحی شد که در آن فاکتور اول تیمار طیف نور (کیفیت نوری) با شدت ۲۰۰۰ لوکس، در هفت سطح (کیفیت نوری) شامل نور ۱۰۰٪ سفید، ۱۰۰٪ قرمز، ۱۰۰٪ آبی، ۸۰٪ قرمز+ ۲۰٪ آبی، ۶۰٪ قرمز+ ۴۰٪ آبی، ۴۰٪ قرمز+ ۶۰٪ آبی، ۲۰٪ قرمز+ ۸۰٪ آبی و فاکتور دوم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در ۵ غلظت صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر با ۵ تکرار بوده است. ریز نمونه‌های مورد استفاده فلس‌های پیاز سوسن چلچراغ بودند که به شکل تک فلس در محیط کشت MS حاوی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در ۵ غلظت صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت جداگانه، به همراه غلظت یک میلی‌گرم بر لیترتنظیم کننده‌های رشد پیکلرام و کینتین، درون شیشه‌های کشت (شیشه مربا) به شکل مثلثی (سه عدد تک فلس داخل هر شیشه) کشت شد. پس از اتمام کشت ریز نمونه‌ها، تمامی کشت‌ها به اتاقک رشد با ۲ ±۲۲ درجه سانتیگراد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. بعد از ۶۰ روز به دلیل این که القای جنین زایی بدنی (به رغم زیاد بودن جنین‌زایی در بین نمونه‌ها) در تمامی تکرارها و تیمارها گسترش کاملی نیافته بود، دوباره واکشتی به جهت القای بیشتر جنین زایی بدنی در نمونه‌ها اعمال و نمونه‌ها در باکس‌های طیف نور تحت شرایط و تیمارهایی که بیان شد، قرار گرفتند و در روز ۱۲۰ ام (۶۰ روز در هر واکشت) داده برداری از نمونه‌هاآغاز گردید. در این پژوهش تاثیر طیف نورهای مختلف LED و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های مورفولوژی، شامل حجم کالوس، تعداد برگ‌ها، درصد کالوس زایی، درصد باززایی فلس‌ها، درصد زنده مانی فلس‌ها و شاخص های جنین‌زایی بدنی از کالوس شامل، درصد القای جنین‌زایی بدنی (SEIR)، میانگین جنین‌های بدنی در هر ریزنمونه (µSEs) و ظرفیت تشکیل جنین (EFC) درگیاه سوسن چلچراغ ارزیابی شد (Raomai et al., 2014). داده‌های بدست آمده مربوط به آزمایش با نرم افزار SAS مورد تجزیه قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

µSEs = ۳ / تعداد جنین‌های ریزنمونه ۱ + تعداد جنین‌های ریزنمونه ۲ + تعداد جنین‌های ریزنمونه ۳

EFC = SEIR × µSEs / 100

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های شاخص‌های مورفولوژیکی (جدول ۱) نشان داد که تأثیر تیمارهای طیف نور و تیمارهای نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر همه شاخص‌های مورفولوژی، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین از طرفی اثر متقابل تیمارهای طیف نور و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر حجم کالوس، درصد کالوس‌زایی و درصد زنده‌مانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده، اما بر روی تعداد برگ و درصد باززایی فلس‌های گیاه سوسن چلچراغاثر معنی‌داری نداشته اند. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های شاخص‌های جنین‌زایی (جدول۱) نشان داد که تأثیر تیمارهای طیف نور بر همه شاخص‌های جنین‌زایی، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده لند. همچنین اثر تیمارهای نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر میانگین جنین‌های بدنی در هر ریز نمونه و ظرفیت تشکیل جنین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی بر نرخ القای جنین بدنی اثر معنی‌داری نداشته است. از طرفی اثر متقابل تیمارهای طیف نور و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر هرسه شاخص جنین‌زایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده اند.

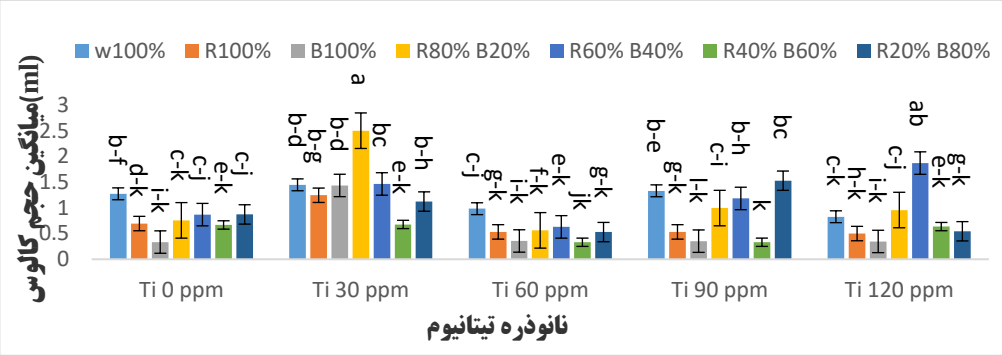
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای طیف نورLED و نانوذره Tio_2 بر شاخص‌های مورفولوژی و جنین‌زایی گیاه سوسن چلچراغ.

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)							
		حجم کالوس	تعداد برگ	درصد کالوس‌زایی	درصد باززایی فلس‌ها	درصد زنده‌مانی	درصد القای SE	میانگین SEs در هر ریزنمونه	ظرفیت تشکیل جنین
تیمار طیف نور	۶	۰/۴۰۶**	۰/۹۶۴**	۱۰/۱۷۲**	۹۳/۳۴۱**	۵/۴۲۵**	۵۵/۳۶**	۱۳/۵۵**	۱۵/۰۱**
تیمار نانوذره	۴	۰/۵۶۸**	۰/۳۷۸**	۵/۴۱۰**	۲۹/۱۹۱**	۷/۲۸**	۶/۵۰ns	۰/۷۲۸**	۱/۲۵۵**

نور× نانوذره	۲۴	۰/۰۹۲**	۰/۱۰۸ns	۵/۹۱۲**	۷/۸۷۲ns	۴/۸۹**	۷/۷**	۰/۶۶**	۰/۷۰۴**
خطا	۱۴۰	۰/۰۴۰	۰/۰۸۱	۱/۳۲	۶/۸۴۴	۱/۴۵۵	۳/۹۱	۰/۱۵۵	۰/۱۷۵
ضریب تغییرات	–	۱۷/۱	۲۵/۵۷	۱۲/۰۲	۳۹/۷۹	۱۲/۶۴	۲۳/۱۱	۱۶/۴۵	۱۸/۵۵

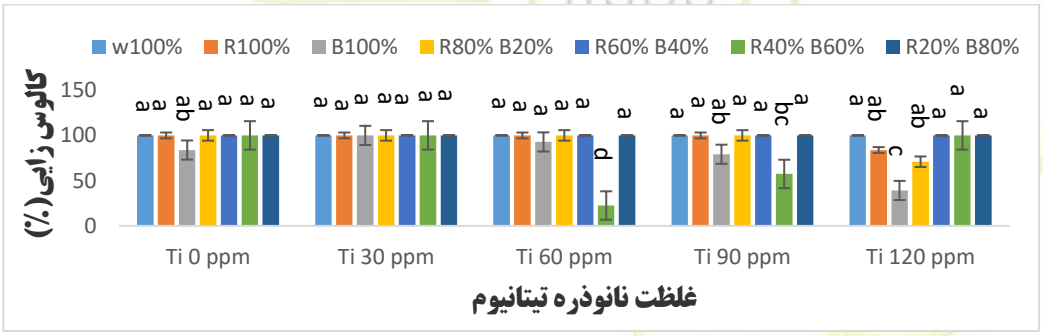
*، ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

مقایسه اثر متقابل دو تیمار روی میانگین حجم کالوس (شکل ۱) نشان داد، بیشترین مقدار حجم کالوس در تیمار ppm ۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم تحت ترکیب طیف نور قرمز۸۰ ٪ آبی۲۰٪ و کمترین مقدار آن در تیمار ppm ۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم تحت ترکیب طیف قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ بدست آمد.



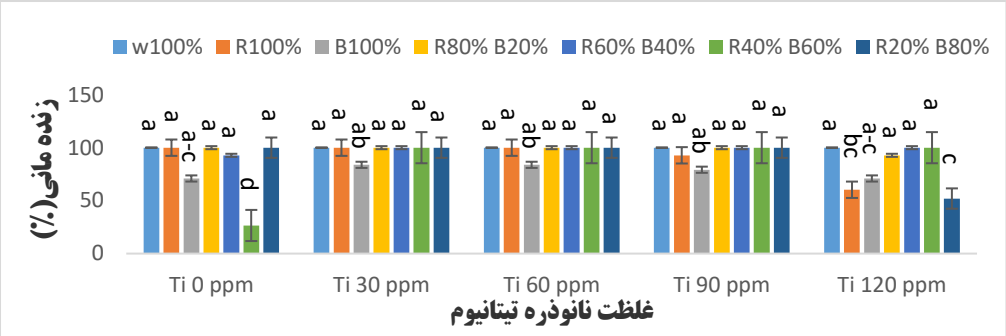
شکل ۱– اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی میانگین حجم کالوس تولید شده روی ریز نمونه فلس گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

مقایسه اثر متقابل دو تیمار روی درصد کالوس‌زایی (شکل ۲) نشان داد، بیشترین درصد کالوس‌زایی، در تیمار ppm ۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم تحت ترکیب با تمامی طیف‌های نوری و کمترین میزان آن، در طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۶۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم بدست آمد.



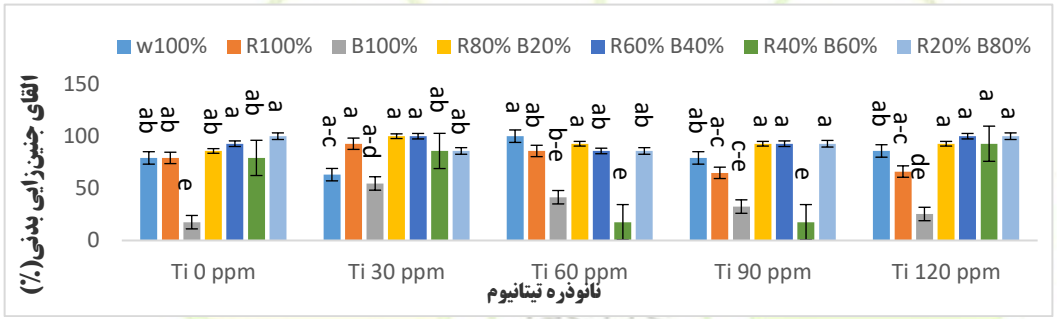
شکل ۲– اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی درصد کالوس‌زایی ریزنمونه فلس گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

مقایسه اثر متقابل دو تیمار روی درصد زنده‌مانی (شکل ۳) نشان داد، بیشترین درصد زنده‌مانی، در تیمار ppm ۶۰ و۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم تحت ترکیب با تمامی طیف‌های نوری و کمترین میزان آن، در طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم (تیمار شاهد) بدست آمد.



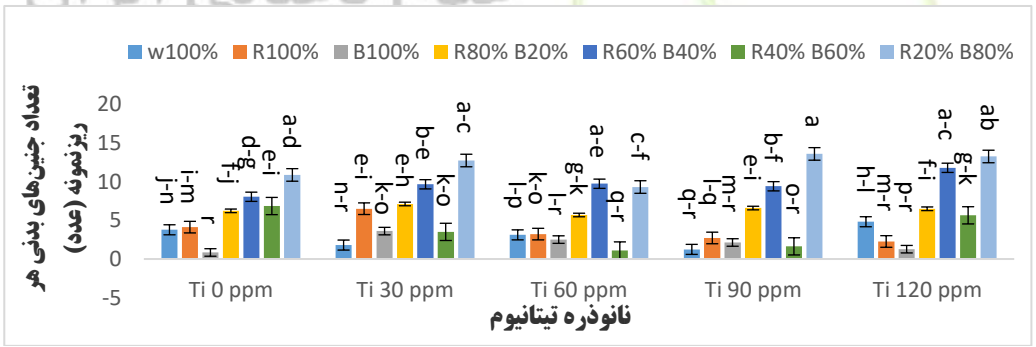
شکل ۳- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی درصد زنده مانی ریزنمونه فلس گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

مقایسه اثر متقابل دو تیمار روی درصد القای جنین‌زایی بدنی (شکل ۴) نشان داد، بیشترین درصد القای جنین‌زایی بدنی، در تیمار ppm ۶۰ و۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم در ترکیب با تمامی طیف‌های نوری به غیر از طیف نوری آبی۱۰۰٪ و کمترین میزان آن، در طیف نور آبی۱۰۰٪ تحت ترکیب با تمامی تیمارهای مختلفنانوذره دی اکسید تیتانیوم و طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۶۰ و۳۰ نانو ذره دی اکسید تیتانیوم بدست آمد.



شکل ۴- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی درصد القای جنین‌زایی بدنی روی ریزنمونه فلس گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

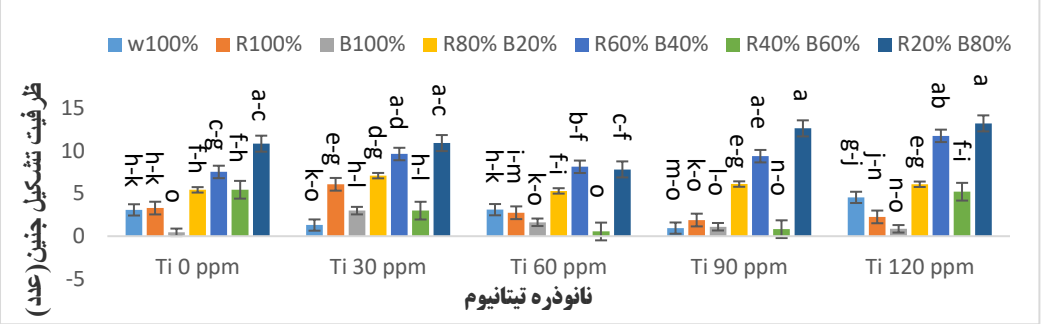
مقایسه اثر متقابل دو تیمار روی تعداد جنین‌های بدنی در هر ریزنمونه (شکل ۵) نشان داد، بیشترین تعداد جنین‌های بدنی در هر ریز نمونه، در طیف نور قرمز۲۰ ٪ آبی۸۰ ٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تعداد آن، در طیف نور آبی ۱۰۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم (تیمار شاهد) بدست آمد.



شکل ۵- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی تعداد جنین‌های بدنی در هر ریزنمونه فلس گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

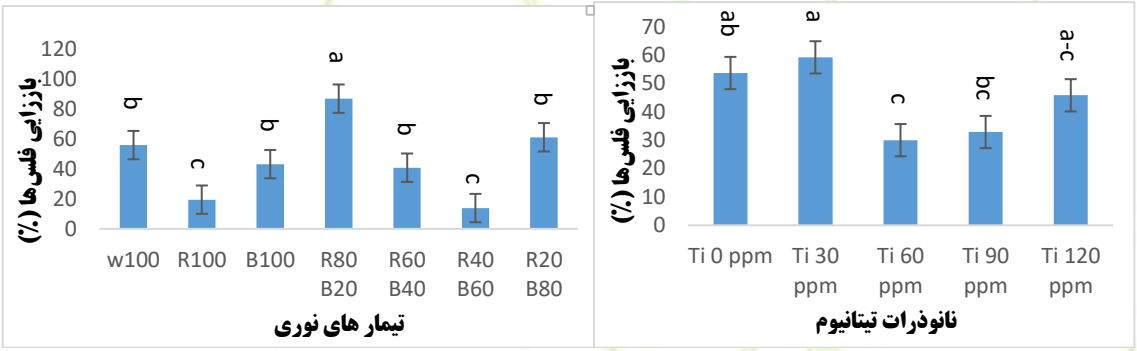
مقایسه اثر متقابل دو تیمار روی ظرفیت تشکیل جنین (شکل ۶) نشان داد، بیشترین مقدار ظرفیت تشکیل جنین، در طیف نور قرمز۲۰ ٪ آبی۸۰ ٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین مقدار آن، در طیف نور آبی۱۰۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm

۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم (تیمار شاهد) و طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۶۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم بدست آمد.



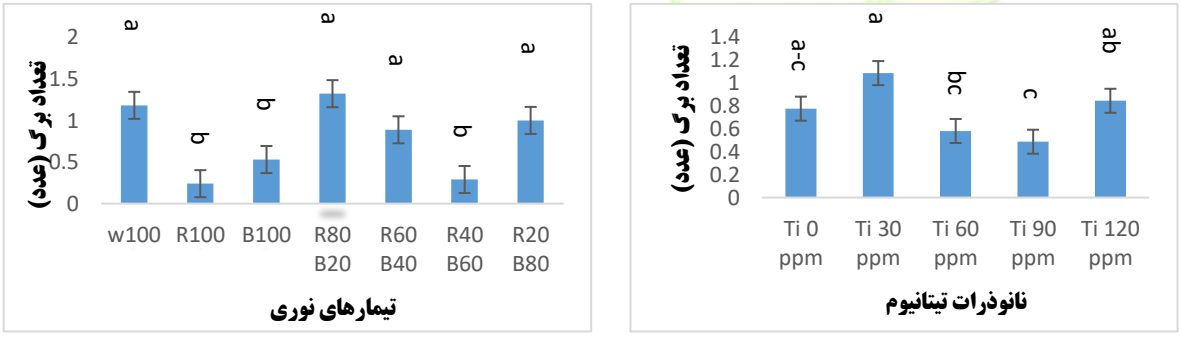
شکل ۶- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی ظرفیت تشکیل جنین ریزنمونه فلس گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

مقایسه اثر ساده دو تیمار روی درصد باززایی فلس‌ها (شکل۷) نشان داد، بیشترین میزان درصد باززایی فلس‌ها، در طیف نور قرمز۸۰ ٪ آبی۲۰ ٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین میزان آن، در طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۶۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم بدست آمد.



شکل ۷- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی درصدباززاییریزنمونه فلس گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

همچنین مقایسه اثر ساده دو تیمار روی تعداد برگ‌ها (شکل۸) نشان داد، بیشترین تعداد برگ‌ها، در طیف نور قرمز۸۰ ٪ آبی۲۰ ٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تعداد آن‌ها، در طیف نور قرمز۱۰۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم بدست آمد.



شکل ۸- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره تیتانیوم روی تعداد برگ‌های گیاه سوسن چلچراغ بعد از ۱۲۰ روز.

طبق نتایج تجزیه واریانس تیمار طیف‌های نور به طور معنی داری بر روی همه صفات بررسی شده در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. و تیمار نانوذره تیتانیوم به جز در صفت درصد القایSE ، در روی سایر صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها هم نشان داد، قفسه طیف نور ترکیبی قرمز۸۰ ٪ آبی۲۰٪ و تیمار ppm ۶۰ و۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم به طورکلی، بیشترین تأثیر را بر شاخص‌های مورفولوژی و جنین‌زایی سوسن چلچراغ داشتند. تأثیرات مثبت نورترکیبی قرمز و آبی در تحقیقات انجام گرفته در سایر گیاهان، مانند سه گونه مختلف گیاه زینتی *Cordyline australis*، *Ficus benjamina* و *Sinningia speciosa* (Zheng et al. 2017)، گل داوودی (Schroeter-Zakrzewska and Pradita, 2021) و گونه*Filifolia* گیاه به لیمو (Chaves et al. 2020) و بسیاری گیاهان دیگر گزارش شده است که همسو با نتایج این پژوهش می‌باشند.

ضدر پژوهشی که برای ایجاد یک پروتکل کارآمد بدون تنوع سوماکلونال برای ریزازدیادی و جنین‌زایی سوماتیکی مستقیم و غیرمستقیم میخک، تحت شش طیف نوری مختلف (سفید، قرمز، سبز، آبی، قرمز + آبی و قرمز دور + قرمز) انجام شد. نتایج حاصل از آن نشان داد که بالاترین میزان جنین‌زایی بدنی مستقیم و غیر مستقیم، همچنین بالاترین میزان تشکیل کالوس جنین‌زا و بیشترین بلوغ جنین (تولید اشکال کروی، قلبی و اژدری) در ریزنمونه‌های میخک در معرض طیف نور آبی (۴۵۰-۴۹۵ نانومتر) مشاهده شد (Aalifar et al., 2019). که با نتایج تحقیق حاضر همپوشانی نداشتند. زیرا با توجه به نتایج تحقیق حاضر کمترین میزان القای جنین‌زایی بدنی در گیاه سوسن چلچراغ در طیف نور آبی۱۰۰٪ تحت ترکیب با تمامی تیمارهای نانوذره دی اکسید تیتانیوم به دست آمد که مغایر با نتایج تحقیق فوق در مورد گل میخک است که در آن طیف نور آبی بالاترین میزان جنین‌زایی را داشت.

در تحقیق دیگری که اثرات طیف‌های نور مختلف بر روی دو گونه ارکیده وحشی را تحت یک سری شرایط دیگر مورد بررسی قرار دادند، بالاترین درصد تشکیل جنین‌های بدنی مستقیم و جوانه‌زنی جنین در ریزنمونه‌های پروتوکورم گونه *Epipactis veratifolia* که در معرض ترکیبی از طیف‌های نور قرمز و قرمز دور (R: FR = 70:30) قرار گرفتند، مشاهده شد. به علاوه، نتایج این پژوهش تصدیق می‌کند که طیف نور قرمز (۶۱۰-۷۰۰) به تنهایی و در ترکیب با طیف قرمز دور (۷۱۰-۷۳۰ نانومتر) جنین‌زایی را بیشتر از طیف نوری آبی و شرایط تاریکی در *E. veratifolia* القا کرد (Naderi Boldaji et al. 2023). اما طبق نتایج تحقیق حاضر در شاخص درصد القای جنین‌زایی بدنی، بیشترین مقادیر در تیمار ppm ۶۰ و۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم در ترکیب با تمامی طیف‌های نوری به غیر از طیف نوری آبی۱۰۰٪بود که شامل درصدهای مختلفی از طیف نور قرمز می‌باشد، که همسو با نتایج تحقیق (Naderi Boldaji et al. 2023) می‌باشد.

در تحقیقی که بر روی گیاه لیپیا (*Lipia gracilis*) انجام گرفت، نیز نتایج نشان داد که نور قرمز بالاترین تعداد برگ‌ها را در تمامی تیمارهای مختلف نوری به نمایش گذاشت که با یافته‌های این مطالعه حاضر هم‌راستا است (Lazzarini et al., 2018). بر اساس نتایج تحقیقات حاضر، ترکیب نور قرمز و آبی به‌طور قابل توجهی مؤثرتر از نور قرمز۱۰۰٪، آبی ۱۰۰٪ و حتی نور سفید۱۰۰٪ است و بهبود در شاخص‌های مختلف مورفولوژیکی و جنین‌زایی را به همراه دارد. به طوری که بیشترین مقادیر درصد باززایی فلس‌ها، میانگین تعداد برگ‌ها و میانگین حجم کالوس در تیمار نوری قرمز۸۰٪ آبی۲۰٪ حاصل شد.نتایج به دست آمده همچنین نشان داد که ترکیب نور قرمز و آبی در مقایسه با نور سفید، بالاترین کارایی جذب را در گیاهان دارد و به طور مؤثری بر بهبود شاخص‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سوسن چلچراغ تأثیر می‌گذارد. همچنین، این نتایج با پژوهش‌های انجام شده بر روی گیاهان اکالیپتوس، موز و گل صلح که تحت ترکیب‌های نوری مختلف قرار داشتند، همخوانی دارد. در آزمایشات نشان داده شد که گیاهچه‌های پرورش‌یافته تحت نسبت نوری ۴:۱ LED، آبی/ قرمز، نسبت به گیاهان پرورش‌یافته در نور سفید، رشد بیشتری دارند (Nhut and Nam , 2010).

منابع

فروتن، آ. و وادی‌دار، ر. ۱۳۸۵. کشت بافت گیاهی. مرکز نشر سپهر، ۳۲۶ ص.

Aalifar, M., Arab, M. and Aliniaeifard, S. 2019. Embryogenesis efficiency and genetic stability of *Dianthus caryophyllus* embryos in response to different light spectra and plant growth regulators. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 139: 479–492.

Chaves, M.C., Freitas, J.C.E., Nery, F.C., Paiva, R., Prudente, D.O., Costa, B.G.P., Daubermann, A.G., Bernardes, M.M. and Grazul, R.M. 2020. Influence of colorful light-emitting diodes on growth, biochemistry, and production of volatile organic compounds in vitro of *Lippia filifolia* (Verbenaceae). Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology.

Fan, C., Manivannan, A. and Wei, H. 2022. Light quality-mediated influence of morphogenesis in micropropagated horticultural crops: A comprehensive overview. BioMed Research International, 2022: 4615079.

Lazzarini, L.E.S., Bertolucci, S.K.V., Pacheco, F.V., dos Santos, J., Silva, S.T., de Carvalho, A.A. and Pinto, J.E.B.P. 2018. Quality and intensity of light affect *Lippia gracilis* Schauer plant growth and volatile compounds in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 135: 367–379.

Maleki Choreh, S., Zarinkamar, F. and Nazari, M. 2020. Biological investigation of *Lilium ledebourii* in Iran. Rostaniha, 21(2): 141–153.

Naderi Boldaji, H., Dianati Daylami, S. and Vahdati, K. 2023. Use of light spectra for efficient production of PLBs in temperate terrestrial orchids. Horticulturae, 9(9): 1007.

Nhut, D.T. and Nam, N.B. 2010. Light-emitting diodes (LEDs): An artificial lighting source for biological studies. In: The Third International Conference on the Development of Biomedical Engineering in Vietnam, pp. 134–139. Springer.

Raomai, S., Kumaria, S. and Tandon, P. 2014. Plant regeneration through direct somatic embryogenesis from immature zygotic embryos of the medicinal plant, *Paris polyphylla* Sm. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 118: 445–455.

Schroeter-Zakrzewska, A. and Pradita, F.A. 2021. Effect of colour of light on rooting cuttings and subsequent growth of chrysanthemum (*Chrysanthemum grandiflorum* Ramat./Kitam.). Agriculture, 11: 671.

Zakurin, A.O., Shchennikova, A.V. and Kamionskaya, A.M. 2020. Artificial-light culture in protected ground plant growing: Photosynthesis, photomorphogenesis, and prospects of LED application. Russian Journal of Plant Physiology, 67: 413–424.

Zheng, L., Van Labeke, M.C. and Van Huylenbroeck, J. 2017. Light quality affects the development and quality of in vitro-grown plants. Acta Horticulturae, 1155: 117–124.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Investigation on the effects of titanium dioxide nanoparticles and LED lights on morphological and embryogenic indicators of *Lilium ledebourii (Baker) Boiss*

Hamed Iranpour[1], Younes Pourbeyrami Hir[1*], Esmaeil Chamani[1], Hassan Maleki Lajayer[1] and Roghayeh Nabipour Sanjbod[1]

1. Horticultural Department, University of Mohaghegh Ardabili, Ardebil. Iran

[*]Corresponding Author: Younes_ph62@uma.ac.ir

Abstract

The Susan Chelcheragh (*Lilium ledebourii* (Baker) Boiss) is a rare, perennial monocotyledonous plant species belonging to the family Liliaceae and native to Iran. Light is an abiotic stimulus in plants. Light changes cause various morphogenetic responses in some ornamental plants, and LED lights directly and indirectly affect plant in vitro growth. The aim of the present study was to study the effect of using LED lights in the form of growth boxes and nanoparticles, including titanium dioxide nanoparticles as abiotic stimuli, on the growth and performance of this plant in order to identify potential systems for propagation and improvement of the regeneration and growth of this endangered plant. This experiment was based on a completely randomized design with two factors, in which the first factor was light treatment with an intensity of 2000 lux at seven levels including 100% white, 100% red, 100% blue, 80% red 20% blue, 60% red 40% blue, 40% red 60% blue, 20% red 80% blue and the second factor was titanium dioxide nanoparticles at 5 levels, zero (control), 30, 60, 90 and 120 mg/L with 5 replications. In this study, the effect of the above treatments on morphological indices, callus volume, number of leaves, callus formation percentage, regeneration percentage, survival percentage and somatic embryogenesis indices including somatic embryogenesis induction rate, average somatic embryos per explant and embryo formation capacity in this plant was investigated. The results of the analysis of variance of the data showed that the light treatments significantly affected all the indices of average callus volume, average number of leaves, callus formation percentage, regeneration percentage, survival percentage, somatic embryogenesis induction rate, average somatic embryos per explant and embryo formation capacity at the 1% probability level and the titanium nanoparticle treatment was significant at the 1% probability level except for the SE induction rate in other indices. The comparison of the mean data showed that the 80% red 20% blue light box and the 60 and 30 ppm titanium dioxide nanoparticle treatments generally had the greatest effect on the morphological and embryogenic indices of this native plant.

Keywords: Callus, Embryogenesis, Light Treatment, Scales, Tissue Culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و طیف‌های نور در کشت درون شیشه‌ای بر شاخص‌های فیزیولوژی و فیتوشیمیایی گل سوسن چلچراغ

حامد ایران‌پور[۱]، یونس پوربیرامی هیر[۱*]، اسماعیل چمنی[۱]، حسن ملکی لجایر[۱] و رقیه نبی‌پور سنجبد[۱]
۱- علوم و مهندسی باغبانی، گرایش گیاهان زینتی، گروه علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
*نویسنده مسئول: *Younes-ph62@uma.ac.ir*

چکیده

گیاه سوسن چلچراغ (*Lilium ledebourii (Baker) Boiss*) یک گونه گیاهی کمیاب و چندساله‌ی تک لپه‌ای، متعلق به تیره سوسنیان و بومی ایران و یکی از گونه‌های در معرض خطر انقراض می‌باشد. نور یک عامل محرک غیرزیستی درگیاهان و تغییرات آن پاسخ‌های مختلف مورفوژنتیکی را در برخی از گیاهان زینتی ایجاد می‌کند. نور لامپ‌های LED می‌تواند به طورمستقیم و غیرمستقیم بر رشد و نمو گیاهان تأثیر داشته باشد. هدف از تحقیق حاضر مطالعه تأثیر استفاده از نور لامپ‌های LED درون قفسه‌های رشد و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم به عنوان محرک‌های غیر زیستی، بر رشد و عملکرد گل سوسن چلچراغ در حال انقراض است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور، که در آن فاکتور اول تیمار طیف‌های مختلف نور با شدت ۲۰۰۰ لوکس در هفت سطح شامل نور ۱۰۰٪ سفید، ۱۰۰٪ قرمز، ۱۰۰٪ آبی، ۸۰٪ قرمز ۲۰٪ آبی، ۶۰٪ قرمز ۴۰٪ آبی، ۴۰٪ قرمز ۶۰٪ آبی، ۲۰٪ قرمز ۸۰٪ آبی و فاکتور دوم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در ۵ سطح، شامل صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر با ۵ تکرار بوده است. ریز نمونه‌های مورد استفاده فلس‌های پیاز سوسن چلچراغ بودند که به شکل تک فلس در محیط کشت MS حاوی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در ۵ غلظت صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت جداگانه، به همراه غلظت یک میلی‌گرم بر لیترتنظیم کننده‌های رشد پیکلرام و کینتین، درون شیشه‌های کشت (شیشه مربا) به شکل مثلثی (سه عدد تک فلس داخل هر شیشه) کشت شد. پس از اتمام کشت ریز نمونه‌ها، تمامی کشت‌ها به اتاقک رشد با ۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند و بعد از ۶۰ روز داده برداری از نمونه‌ها آغاز گردید. در این پژوهش تاثیر تیمارهای فوق، بر شاخص‌های فیزیولوژی، محتوای کلروفیلa، کلروفیلb، پروتئین کل و شاخص های فیتوشیمیایی شامل، محتوای فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH درگیاه سوسن چلچراغ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای طیف نور به طور معنی‌دار شاخص محتوای کلروفیلa را در سطح احتمال ۵٪ وشاخص‌های کلروفیلb، پروتئین کل، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی DPPH را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار دادند و تیمارهای نانوذرات تیتانیوم در تمامی شاخص‌های کلروفیلa، کلروفیلb، پروتئین کل، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی DPPH در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، قفسه طیف نور ترکیبی قرمز۴۰ ٪ آبی۶۰٪ همراه با تیمار ۱۲۰ppm و۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم به طورکلی، بیشترین تأثیر را بر شاخص‌های فیزیولوژی و فیتوشیمیایی سوسن چلچراغ داشتند. بنابراین برای حفظ این گیاهان ارزشمند از انقراض و برای پایداری نسل این گل ملی می‌توان به صورت تولید انبوه در آزمایشگاه های کشت بافت اقدام به کشت و تکثیر تحت شرایط طیف نور ترکیبی قرمز۴۰ ٪ آبی۶۰٪ همراه با تیمار ۱۲۰ppm و۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم نمود.

واژه‌های کلیدی: انقراض، دی اکسید تیتانیوم، ریزازدیادی، کشت درون شیشه‌ای، نانوذرات.

مقدمه

گیاه سوسن چلچراغ با نام علمی *Lilium ledebourii (Baker) Boiss* یک گونه گیاهی کمیاب و گیاه چندساله‌ی تک لپه‌ای، متعلق به تیره سوسنیان و بومی ایران می‌باشد (Maleki Choreh et al. 2020). نانوتکنولوژی یکی از مهم‌ترین علوم مدرن است که به منظور افزایش تولیدات کشاورزی و تضمین امنیت غذایی در بخش کشاورزی به کار گرفته شده است. کاربرد نانوذرات (NPs) در

بیوتکنولوژی گیاهی تأثیر جالبی بر رشد و نمو گیاهان در شرایط آزمایشگاهی نشان داده است. که تأثیر مثبت نانوذرات بر ریزازدیادی و حفاظت از گیاهان در حال انقراض از جمله آن است (Tamara et al. 2022). همچنین مشخص شده است که نانوذرات دی اکسید تیتانیوم منجر به اثرات مهم مختلفی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی گونه‌های مختلف گیاهی می‌شود (Gohari et al. 2020). هدف از تحقیق حاضر مطالعه تأثیر استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و نور لامپ‌های LED درون قفسه‌های رشد به عنوان محرک‌های غیر زیستی، بر رشد و عملکرد گل سوسن چلچراغ در جهت شناسایی سیستم‌های بالقوه تکثیر و بهبود رشد و عملکرد گیاهان در حال انقراض سوسن چلچراغ می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

آزمایشات این تحقیق در آزمایشگاه کشت بافت و بیوتکنولوژی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق در شهرستان اردبیل انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور، که در آن فاکتور اول تیمار طیف‌های نور با شدت ۲۰۰۰ لوکس در هفت سطح شامل نور ۱۰۰٪ سفید، ۱۰۰٪ قرمز، ۱۰۰٪ آبی، ۸۰٪ قرمز ۲۰٪ آبی، ۶۰٪ قرمز ۴۰٪ آبی، ۴۰٪ قرمز ۶۰٪ آبی، ۲۰٪ قرمز ۸۰٪ آبی و فاکتور دوم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در ۵ غلظت، شامل صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر با ۵ تکرار بوده است. ریز نمونه‌های مورد استفاده فلس‌های پیاز سوسن چلچراغ بودند که به شکل تک فلس در محیط کشت MS حاوی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (US Research nanomaterials, Inc.) در پنج غلظت فوق جداگانه (به صورت ترکیب با محیط کشت)، به همراه غلظت یک میلی‌گرم بر لیتر تنظیم کننده‌های رشد پیکلرام و کینتین، درون شیشه‌های کشت (شیشه مربا) به شکل مثلثی (سه عدد تک فلس داخل هر شیشه) کشت شد. پس از اتمام کشت ریز نمونه‌ها، تمامی کشت‌ها به اتاقک رشد با ۲ ±۲۲ درجه سانتیگراد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند و بعد از ۶۰ روز داده برداری از نمونه‌ها آغاز گردید. در این پژوهش تاثیر نورهای مختلف LED و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های فیزیولوژیکی، محتوای کلروفیلa (Lichtenthaler and Buschmann, 2005)، محتوای کلروفیلb (Lichtenthaler and Buschmann, 2005)، محتوای پروتئین کل (Bradford, 1976) و شاخص های فیتوشیمیایی شامل، محتوای فنل کل(Wang et al., 2015)، محتوای فلاونوئید کل (kumar et al., 2006) و ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH (Wang et al., 2015) در فلس‌های گیاه سوسن چلچراغ مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های بدست آمده مربوط به آزمایش با نرم افزار SAS (نسخه 9.4 TS L1M6) تجزیه و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel (نسخه ۲۰۱۹) رسم گردید.

نتایج و بحث

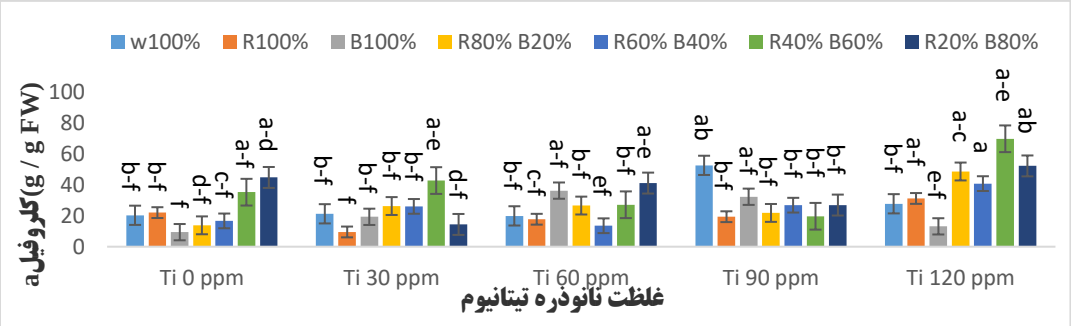
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که تیمارهای طیف نور به طور معنی‌دار شاخص محتوای کلروفیلa را در سطح احتمال ۵٪ و سایر شاخص‌های مورد ارزیابی را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار دادند (جدول۱). اثر تیمار نانوذرات تیتانیوم روی همه شاخص‌های ارزیابی شده در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). همچنین اثر متقابل تیمارهای طیف نور و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های کلروفیلa وb در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار و روی سایر شاخص‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای نوری LED و نانوذره Tio_2 بر شاخص‌های فیزیولوژی و فیتوشیمیایی گیاه سوسن چلچراغ.

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)					
		کلروفیلa	کلروفیلb	پروتئین کل	فنل کل	فلاونوئید کل	DPPH
تیمار طیف نور	۶	۹/۷۹*	۲۱/۹۶**	۰/۰۷۱**	۲۱/۹۱**	۰/۰۳۶**	۳۰/۸۵**
تیمار نانوذره	۴	۱۳/۷۷**	۳۱/۱۴**	۰/۰۱۵**	۰/۱۷۹**	۰/۰۰۳**	۰/۱۶۳**
نور× نانوذره	۲۴	۶/۲۷*	۱۲/۴*	۰/۰۲۷**	۰/۰۶۴**	۰/۰۰۳**	۰/۷۶۶**
خطا	۱۴۰	۳/۵۵	۶/۸۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸۱
ضریب تغییرات	-	۳۶/۱۱	۴۳/۸	۳/۸۸	۴/۴۴	۱/۱۹	۲/۰۴

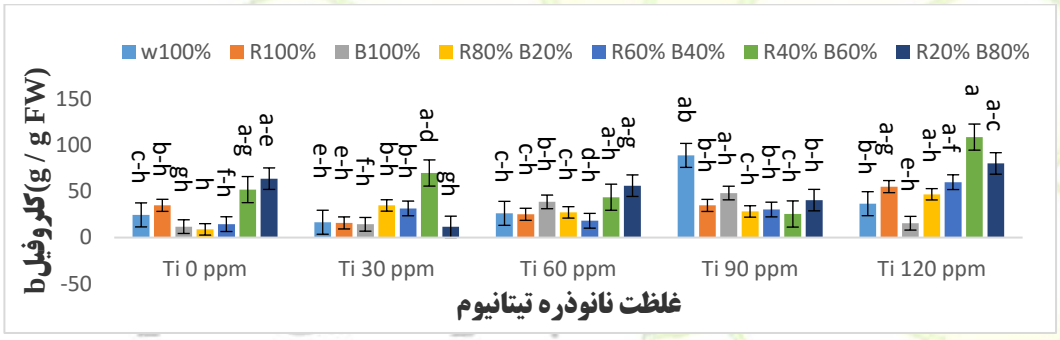
*، ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

بررسی مقایسه میانگین کلروفیلa (شکل ۱) نشان داد، بیشترین تأثیر بر کلروفیل a ، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۴۰ ٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۱۲۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تأثیر، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۱۰۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و قفسه‌های رشد با طیف نور آبی۱۰۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم (تیمار شاهد) می‌باشد.



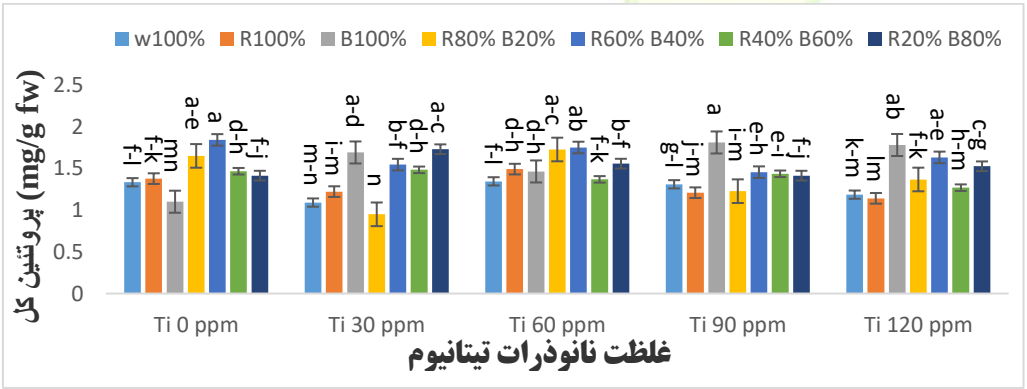
شکل۱- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره دی اکسید تیتانیوم روی کلروفیلa در فلس‌های گیاه سوسن چلچراغ

بررسی مقایسه میانگین کلروفیلb (شکل ۲) نشان داد، بیشترین تأثیر بر کلروفیل b ، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۴۰ ٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۱۲۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تأثیر، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۸۰٪ آبی۲۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم (تیمار شاهد) می‌باشد.



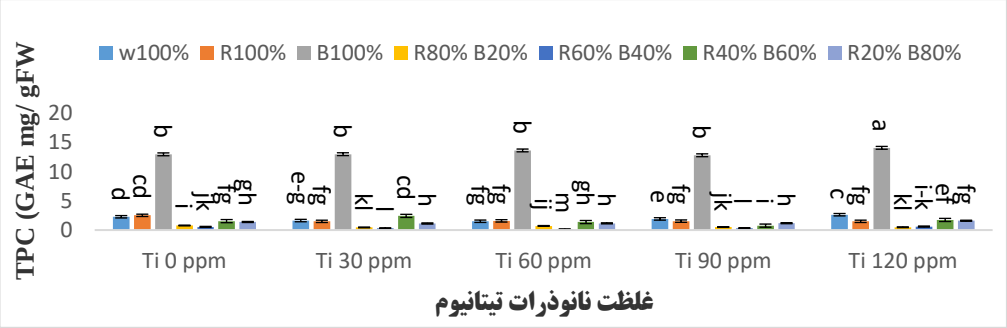
شکل ۲- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره دی اکسید تیتانیوم روی کلروفیلb در فلس‌های گیاه سوسن چلچراغ.

بررسی مقایسه میانگین پروتئین کل (شکل ۳) نشان داد، بیشترین تأثیر بر پروتئین کل، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور آبی۱۰۰ ٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تأثیر، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۸۰٪ آبی۲۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۳۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم می‌باشد.



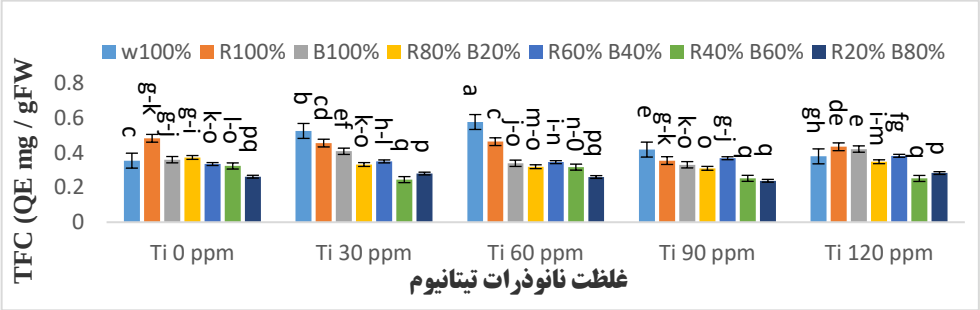
شکل ۳- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره دی اکسید تیتانیوم روی پروتئین کل در فلس‌های گیاه سوسن چلچراغ.

بررسی مقایسه میانگین فنل کل (شکل ۴) نشان داد، بیشترین تأثیر بر فنل کل، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور آبی۱۰۰ ٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۱۲۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تأثیر، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۶۰٪ آبی۴۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۶۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم می‌باشد.



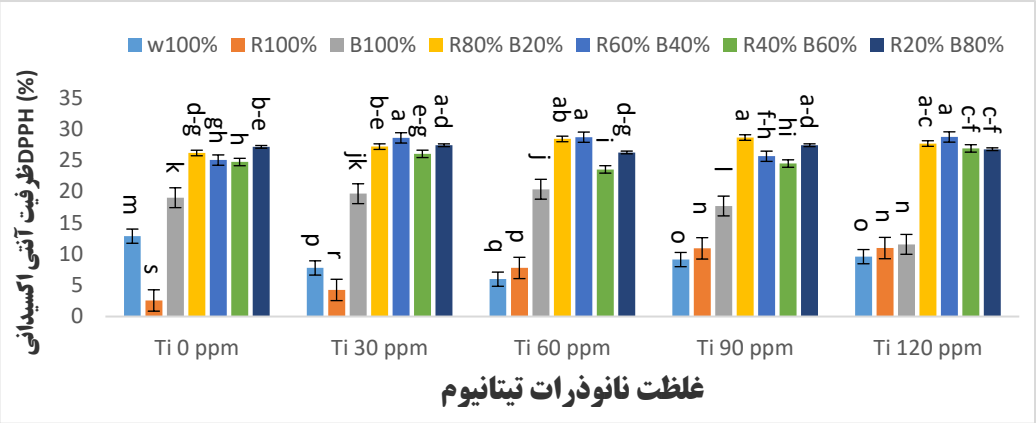
شکل ۴- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره دی اکسید تیتانیوم روی فنل کل در فلس‌های گیاه سوسن چلچراغ.

بررسی مقایسه میانگین فلاونوئید کل (شکل ۵) نشان داد، بیشترین تأثیر بر فلاونوئید کل، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور سفید۱۰۰ ٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۶۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تأثیر، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۹۰،۳۰ و۱۲۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم می‌باشد.



شکل ۵- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره دی اکسید تیتانیوم روی فلاونوئید کل در فلس‌های گیاه سوسن چلچراغ.

بررسی مقایسه میانگین ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH (شکل ۶) نشان داد، بیشترین تأثیر بر ظرفیت آنتی اکسیدانی، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۶۰ ٪ آبی۴۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۶۰،۳۰ و۱۲۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم و کمترین تأثیر، مربوط به قفسه‌های رشد با طیف نور قرمز۱۰۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm ۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم (تیمار شاهد) می‌باشد.



شکل ۶- اثر تیمارهای طیف نور و نانوذره دی اکسید تیتانیوم روی ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH در فلس‌های گیاه سوسن چلچراغ.

بر اساس نتایج تحقیقات حاضر، ترکیب طیف نور قرمز و آبی به‌طور قابل توجهی مؤثرتر از طیف نور قرمز۱۰۰٪، آبی ۱۰۰٪ و حتی طیف نور سفید۱۰۰٪ است و بهبود در شاخص‌های مختلف فیزیولوژی و فیتوشیمیایی را در گیاه سوسن چلچراغ به همراه دارد. در این پژوهش بیشترین میزان پروتئین کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی DPPH، در تیمار طیف نور قرمز۶۰٪ آبی۴۰٪ حاصل شد. همچنین، در پژوهشی که در آن اثر طیف نور لامپ‌های LED بر رشد گیاه و اسانس آویشن شیرازی در شرایط درون‌شیشه‌ای بررسی شده بود، نتایج نشان داد که طیف نور قرمز موجب افزایش پروتئین کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود. در مقابل، در تیمار طیف نور آبی و تیمار شاهد، مقادیر پروتئین کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کمتری ثبت گردید (ساسانی هما و همکاران، ۱۳۹۰). این یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

در پژوهش (Monika et al., 2017) مشخص شدکه بیشترین میزان محتوای فلاونوئید کل در گیاه مورد تحت تیمار طیف نور قرمز و کمترین میزان آن در طیف نور آبی به ثبت رسیده است، که نشان‌دهنده اثر مثبت طیف نور قرمز بر افزایش محتوای فلاونوئید می‌باشد. با این حال، در پژوهش حاضر، بالاترین میزان فلاونوئید کل در تیمار طیف نور سفید۱۰۰٪ تحت ترکیب با ۶۰ppm نانوذره دی اکسید تیتانیوم مشاهده شد که این امر با یافته‌های تحقیق فوق متفاوت است. این نتایج می‌تواند نشان‌دهنده پیچیدگی اثرات طیف‌های نور بر روی ترکیبات گیاهی و نیاز به بررسی‌های بیشتر در این زمینه باشد.

در بررسی حاضر، نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر کلروفیلaو کلروفیلbدر تیمار طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب باغلظت ۱۲۰ppm نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم مشاهده شد. پژوهشی که بر روی گیاهچه‌های ارکیده اونسیدیوم صورت گرفت، نشان داد که این گیاهان تحت طیف نور آبی ۱۰۰٪ میزان رنگدانه‌های بیشتری نسبت به سایر طیف‌های نور تولید کردند (Mengxi et al., 2011). با این حال، در آزمایش حاضر، افزایش سطح کلروفیلaوb در ترکیب طیف نور قرمز و آبی به ویژه در طیف نور قرمز۴۰٪ آبی۶۰٪ مشاهده شد که با نتایج ارکیده همخوانی نداشت؛ این عدم همخوانی ممکن است به نوع رنگ دیودهای نوری مورد استفاده مربوط باشد.

در تحقیقی دیگرمشخص شد که برگ‌های گیاه نخود تحت طیف نور قرمز، سطوح بالاتری از کلروفیل را تولید کردند (Wu et al., 2007). همچنین، تحقیقات (Tribulato et al., 1997) نشان داد که گیاهچه‌های گندم در زیر طیف نور قرمز بیشترین مقدار کلروفیل را تولید کردند. به علاوه، نتایج این پژوهش تصدیق می‌کند که ترکیب طیف نور آبی و قرمز در شدت‌های بالای نور، از کاهش تجمع کلروفیل جلوگیری می‌کند. این یافته‌ها به وضوح نشان‌دهنده اثر مثبت طیف نور ترکیبی قرمز و آبی بر سنتز کلروفیل می‌باشد که کاملاً تایید کننده نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. اثرات مثبت مشابه نانوذرات دی اکسید تیتانیوم برای بسیاری از گیاهان دیگر مانند گیاه ناز باتلاقی (Asim et al. 2022)، گیاه کاکوتی کوهی (Asadi and cheniany, 2022) گیاه شاهدانه خوراکی (Ozlem and Muhammad Aasim, 2022) و بسیاری گیاهان دیگر گزارش شده است که همسو با نتایج این پژوهش می‌باشند.

اثر متقابل تیمارهای نوری و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های کلروفیلa وb در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار و در سایر شاخص‌های فنل کل، فلاونوئید کل، پروتئین کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH، در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده اند. بررسی

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، طیف نور قرمز۴۰ ٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm۱۲۰ و۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم به طورکلی، بیشترین تأثیر را بر شاخص‌های فیزیولوژی و فیتوشیمیایی سوسن چلچراغ داشتند. بنابراین نتایج، به طور کلی برای تکثیر گیاه سوسن چلچراغ و جلوگیری از ادامه کاهش جمعیت آن، استفاده از تکنیک‌های بیوتکنولوژیک از جمله روش‌های کشت بافتی و تکثیر درون شیشه‌ای تحت طیف نور قرمز۴۰ ٪ آبی۶۰٪ تحت ترکیب با تیمار ppm۱۲۰ و۹۰ نانوذره دی اکسید تیتانیوم توصیه می‌شود.

منابع

ساسانی هما، ر.، ساری‌خانی، ح. و غلامی، م. ۱۳۹۰. اثر نور LED بر رشد گیاه و کیفیت اسانس آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) در شرایط درون‌شیشه‌ای. دانشگاه بوعلی، دانشکده علوم کشاورزی.

Asadi, A. and Cheniany, M. 2022. Enhancing effect of titanium dioxide nanoparticles on growth, phenolic metabolites production and antioxidant potential of *Ziziphora clinopodioides* Lam. Russian Journal of Plant Physiology, 69: 74.

Asim, M., Korkmaz, E., Culu, A., Kahveci, B. and Sonmezoglu, O.A. 2022. TiO_2 nanoparticle synthesis, characterization and application to shoot regeneration of water hyssop (*Bacopa monnieri* L. Pennel) in vitro. Biotechnic and Histochemistry, 98(1): 29–37.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1–2): 248–254.

Gohari, G., Mohammadi, A., Akbari, A., Panahirad, S., Dadpour, M.R., Fotopoulos, V. and Kimura, S. 2020. Titanium dioxide nanoparticles (TiO_2 NPs) promote growth and ameliorate salinity stress effects on essential oil profile and biochemical attributes of *Dracocephalum moldavica*. Scientific Reports, 10: 912.

Kumar, S., Sharma, D.R. and Kanwar, J.K. 2006. In vitro propagation of *Lilium*. Firenze University Press, pp. 1–8.

Lichtenthaler, H.K. and Buschmann, C. 2005. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. In: Handbook of Food Analytical Chemistry, 2-2(1), pp. 171–178.

Maleki Choreh, S., Zarinkamar, F. and Nazari, M. 2020. Biological investigation of *Lilium ledebourii* in Iran. Rostaniha, 21(2): 141–153.

Mengxi, L., Zhigang, X., Yang, Y. and Yijie, F. 2011. Effects of different spectral lights on *Oncidium* PLBs induction, proliferation, and plant regeneration. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 106: 1–10.

Monika, S., Kumari, A., Angmo, K. and Bhalla, T.C. 2017. Traditional pickles of Himachal Pradesh. Indian Journal of Traditional Knowledge, 15: 330–336.

Ozlem, A. and Muhammad, A. 2022. Deciphering the iPBS retrotransposons based genetic diversity of nanoparticles induced in vitro seedlings of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). Molecular Biology Reports, 49: 7135–7143.

Tamara, A., Sami, H.M., Rund, A., Rida, S., Aya, K., Trimurti, L.L. and Ratiram, G.C. 2022. Nanotechnology applications in plant tissue culture and molecular genetics: A holistic approach. Current Nanoscience, 18(4): 442–464.

Tribulato, A., Remotti, P., Loeffler, H. and Vantuyl, J. 1997. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Lilium longiflorum* Thunb. Plant Cell Reports, 17: 113–118.

Wang, X., Li, C., Liang, D., Zou, Y., Li, P. and Ma, F. 2015. Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples. Journal of Functional Foods, 18: 1086–1094.

Wu, M.C., Hou, C.Y., Jiang, C.M., Wang, Y.T., Wang, C.Y., Chen, H.H. and Chang, H.M. 2007. A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. Food Chemistry, 101: 1753–1758.

Investigation on the effects of titanium dioxide nanoparticles and light spectra on invitro culture on Physiological and phytochemical indicators of *Lilium ledebourii (Baker) Boiss*

Hamed Iranpour[1], Younes Pourbeyrami Hir[1*], Esmaeil Chamani[1], Hassan Maleki Lajayer[1] and Roghayeh Nabipour Sanjbod[1]
1. Horticultural Department, University of Mohaghegh Ardabili, Ardebil. Iran
[*]*Corresponding Author: Younes_ph62@uma.ac.ir*

Abstract

The Susan Chelcheragh (*Lilium ledebourii* (Baker) Boiss) is a rare, perennial monocotyledonous plant species belonging to the family Liliaceae, native to Iran, and one of the species at risk of extinction. Light is an abiotic stimulus in plants, and its changes cause different morphogenetic responses in some ornamental plants. LED light can directly and indirectly affect plant growth and development. The aim of the present study is to study the effect of using LED light in growth racks and titanium dioxide nanoparticles as abiotic stimuli on the growth and performance of the endangered Susan Chelcheragh. This experiment was factorial in a completely randomized design with two factors, where the first factor was the treatment of different light spectra with an intensity of 2000 lux at seven levels including 100% white light, 100% red, 100% blue, 80% red 20% blue, 60% red 40% blue, 40% red 60% blue, 20% red 80% blue, and the second factor was titanium dioxide nanoparticles at 5 levels including zero (control), 30, 60, 90, and 120 mg/L with 5 replications. The microsamples used were the scales of the bulb of this lily, which were cultured as single scales in MS culture medium containing titanium dioxide nanoparticles at 5 concentrations of zero (control), 30, 60, 90, and 120 mg/L separately, along with a concentration of 1 mg/L of the growth regulators picloram and kinetin, in culture jars (jam jars) in a triangular shape (three single scales in each jar). After the microsamples were cultured, all cultures were transferred to a growth chamber at 22 ± 2°C with 16 hours of light and 8 hours of darkness, and data collection from the samples began after 60 days. In this study, the effect of the above treatments on physiological indices, chlorophyll a, chlorophyll b, total protein and phytochemical indices including total phenol content, total flavonoid content and DPPH antioxidant capacity in the Chelcheragh lily plant was investigated. The results of analysis of variance of the data showed that light spectrum treatments significantly affected the chlorophyll a content index at a probability level of 5% and the chlorophyll b, total protein, total phenol, total flavonoid and DPPH antioxidant capacity indices at a probability level of 1%, and titanium nanoparticle treatments were significant in all indices of chlorophyll a, chlorophyll b, total protein, total phenol, total flavonoid and DPPH antioxidant capacity at a probability level of 1%. A comparison of the average data showed that the combined light spectrum of 40% red 60% blue, along with the treatment of 120 and 90 ppm titanium dioxide nanoparticles, generally had the greatest effect on the physiological and phytochemical indices of the Chelcheragh lily. Therefore, to preserve these valuable plants from extinction and to ensure the sustainability of the generation of this national flower, it is possible to cultivate and propagate them in mass production in tissue culture laboratories under the conditions of the combined light spectrum of 40% red 60% blue, along with the treatment of 120 and 90 ppm titanium dioxide nanoparticles.

Keywords: Extinction, In Vitro Culture, Micropropagation, Nanoparticles, Titanium Dioxide.

بررسی بافت‌شناسی و توزیع گلوکومانان در *Ophrys straussii* تحت شرایط کشت درون‌شیشه‌ای

کلثوم احمدزاده[۱*]، یاور وفایی[۱*] و علی‌اکبر مظفری[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *kolsum.ahmadzadeh@uok.ac.ir*; *y.vafaee@uok.ac.ir*

چکیده

Ophrys straussii، ارکیدی خاکزی با ارزش دارویی و صنعتی، به دلیل دارا بودن گلوکومانان (GM)، پلی‌ساکاریدی محلول در آب با کاربردهای گسترده در صنایع غذایی و دارویی، مهم است. این مطالعه با هدف بررسی بافت‌شناسی و الگوی توزیع گلوکومانان در اندام‌های مختلف این گیاه تحت شرایط کشت درون‌شیشه‌ای طراحی شد. گیاهچه‌های *Ophrys straussii* در محیط کشت کنترل‌شده پرورش یافتند و اندام‌های ریشه، غده، برگ، طوقه، پروتوکورم و روپوست برای تحلیل‌های بافت‌شناسی انتخاب شدند. برش‌های طولی و عرضی با تیغ تیز تهیه و با روش‌های رنگ‌آمیزی متیل بلو، کارمن، لوگول و گلایسین رنگ‌آمیزی شدند. مشاهدات میکروسکوپی نشان داد که گلوکومانان به‌طور عمده در سلول‌های پارانشیمی غده، ریشه و پروتوکورم تجمع یافته و بیشترین تراکم آن در غده مشاهده شد. این توزیع، نقش کلیدی گلوکومانان را به‌عنوان ماده ذخیره‌ای اصلی و عامل حمایت ساختاری در اندام‌های زیرزمینی تأیید می‌کند. رنگ‌آمیزی با لوگول بهترین وضوح را در شناسایی گلوکومانان فراهم کرد و تمایز آن را از سایر ترکیبات دیواره‌ای افزایش داد. این یافته‌ها با مطالعات پیشین همخوانی داشته و بر پتانسیل غده‌های *Ophrys straussii* برای استخراج صنعتی گلوکومانان تأکید دارند. کشت درون‌شیشه‌ای به‌عنوان روشی پایدار، امکان تولید انبوه و حفاظت از این گونه‌های در معرض خطر را فراهم می‌سازد. این مطالعه گامی مؤثر در جهت بهره‌برداری بهینه و حفاظت از منابع گیاهی بومی ایران محسوب می‌شود و داده‌های ارزشمندی برای کاربردهای صنعتی و دارویی ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ارکید خاکزی، بافت شناسی، درون‌شیشه‌ای، گلوکومانان، گیاهان دارویی.

مقدمه

خانواده ارکید (*Orchidaceae*)، با بیش از ۲۸۰۰۰ گونه در ۹۰۰ جنس، از شگفت‌انگیزترین گیاهان گلدار به‌شمار می‌رود (Anghelescu et al., 2023). ارکیده‌های خاکزی دارای غده‌های گوشتی بوده که از نظر زیستی و اقتصادی دارای اهمیت بالایی‌اند (Fatahi et al., 2022). گلوکومانان (GM)، ترکیب اصلی ذخیره‌ای در غده‌های ارکید، یک پلی‌ساکارید محلول در آب با خواص آب‌دوستی، فیبر بالا و ویژگی‌های عملکردی گسترده در صنایع غذایی و دارویی است (Sood et al., 2008). با وجود ارزش بالا، جمع‌آوری بی‌رویه و غیراصولی غده‌های ارکید در طبیعت باعث کاهش جمعیت این گونه‌ها و تهدید انقراض آن‌ها شده است و از آنجا که بذرهای ارکید بسیار ریز بوده و یا فاقد آندوسپرم‌اند، درصد جوانه‌زنی در طبیعت پایین است، ولی در شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی، می‌توان جوانه‌زنی و رشد آن‌ها را تسهیل کرد (Ahmadzadeh et al., 2025) و همچنین مطالعه مراحل رشد، غده‌زایی، و سنتز ترکیبات ذخیره‌ای مانند گلوکومانان را فراهم ساخت. بررسی ویژگی‌های بافت‌شناسی و توزیع گلوکومانان در اندام‌های زیرزمینی نقش مهمی در شناسایی گونه‌های با پتانسیل تجاری بالا و طراحی پروتکل‌های بهینه برای کشت صنعتی دارد. بسته به گونه، غده ارکیدها حاوی گلوکومانان، نشاسته، پروتئین، رطوبت، چربی و خاکستر می‌باشند. کیفیت ثعلب به نوع گونه ارکید و فصل برداشت بستگی دارد و معمولاً گونه‌هایی با بیش از ۴۰ درصد گلوکومانان، محصولی با کیفیت بالا دارند (Sezik, 1984). در راستای بهره‌برداری علمی و صنعتی از این گیاه و همچنین جهت حفاظت و استفاده پایدار از منابع گیاهی، مطالعه حاضر با هدف بررسی الگوی توزیع گلوکومانان در گونه *Ophrys straussii* تحت شرایط کشت درون‌شیشه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

مشکل جوانه‌زنی بذور ارکیدها و طولانی بودن چرخه‌ی زندگی‌شان در حدود ۵ تا ۱۰ سال تا مرحله تشکیل گل و بذر، محققان را به این فکر واداشته است تا با به‌کارگیری روش‌های جدید به دنبال تکثیر تجاری ارکیدهای زینتی و دارویی و نجات گونه‌های وحشی آن‌ها از انقراض باشند. بسیاری از پژوهشگران راهکار پیشنهادی برای حفاظت از ارکیدها را جوانه‌زنی آن‌ها در محیط درون شیشه‌ای می‌دانند (دیانتی و همکاران، ۱۳۹۲). در این پژوهش از گیاهان ارکید گونه *Ophrys straussi* از کشت ناهمزیست بذر در محیط کشت P723 به دست آمدند، سپس ریشه، غده، برگ، طوقه، پروتوکورم و روپوست از گیاهچه‌های درون شیشه‌ای *Ophrys straussii* انتخاب و بررسی بافت‌شناسی شدند. نمونه‌ها به‌صورت دستی با تیغ در ابعاد مناسب برای مطالعه میکروسکوپی برش داده شدند. برش‌ها به‌صورت طولی و عرضی (شکل ۱، C) بسته به نوع بافت انجام شد. نمونه‌ها ۲ تا ۳ دقیقه در محلول آب ژاول ۱۰ درصد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها با آب مقطر استریل چندین بار شست‌وشو داده شده و به مدت ۲ دقیقه در محلول اسید استیک ۱۰ درصد جهت تثبیت ساختار سلولی قرار گرفتند.

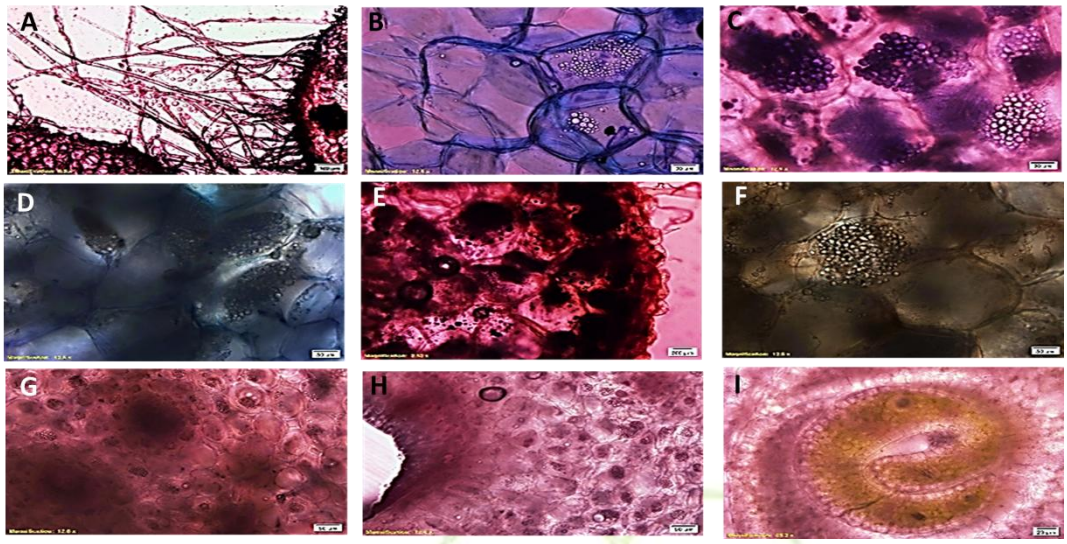
برای بافت‌شناسی و بررسی توزیع گلوکومانان، از روش‌های رنگ‌آمیزی متیل بلو، کارمن، لوگول و گلایسین و رنگ‌آمیزی ترکیبی استفاده شد. نمونه‌ها به مدت ۵ تا ۱۰ ثانیه در محلول متیل بلو قرار گرفتند و سپس با آب مقطرشست‌وشو داده شدند. سپس به مدت ۳ تا ۵ دقیقه در محلول اتانول ۷۰٪ قرار گرفتند و مجدداً شسته شدند. رنگ‌آمیزی با محلول کارمن ۱۰ تا ۱۵ دقیقه انجام گرفت. برای رنگ‌آمیزی با لوگول، یک قطره از محلول مستقیماً روی نمونه قرار داده شد. رنگ‌آمیزی با گلایسین برای افزایش شفافیت ساختارهای سلولی به‌کار رفت. مقاطع رنگ‌آمیزی شده با میکروسکوپ نوری (Olympus مدل BX51) در بزرگنمایی‌های مختلف بررسی شدند.



شکل ۱- A و B گیاهچه‌های گونه‌ی Ophrys straussii در شرایط درون شیشه ای و C برش عرضی از بافت غده.

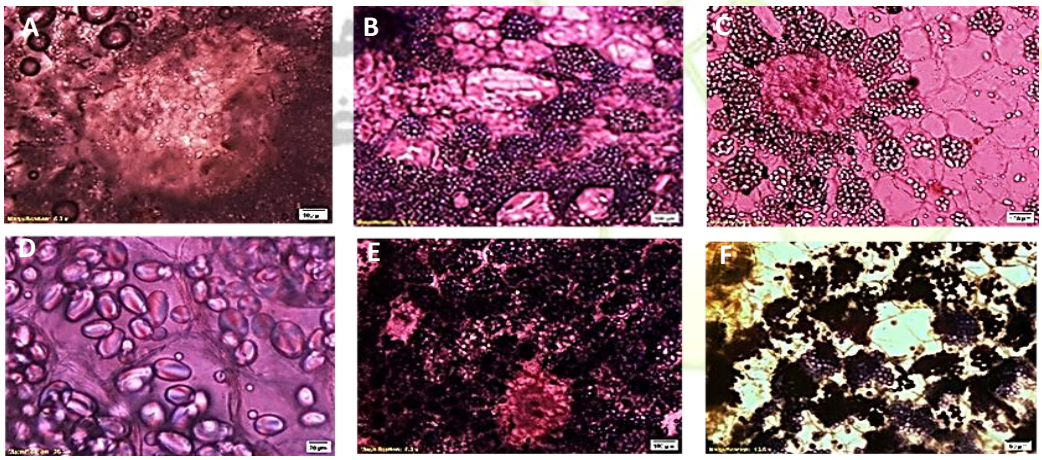
نتایج و بحث

گلوکومانان به‌صورت یکنواخت در سلول‌های پارانشیمی پروتوکورم توزیع شده است (شکل ۲ A-C). حضور این پلی‌ساکارید در نواحی پایه‌ای و اطراف هسته سلول‌ها می‌تواند بیانگر نقش مهم آن در فعالیت‌های متابولیکی اولیه و تأمین انرژی برای رشد اولیه گیاه باشد. در ریشه، گلوکومانان عمدتاً در دیواره‌های سلولی سلول‌های ذخیره‌ای کورتکس و پارانشیم متمرکز شده است (شکل ۲ D-F). گلوکومانان در سلول‌های پارانشیمی طوقه به میزان قابل توجهی وجود دارد (شکل ۲ G-I). غده، محل اصلی ذخیره گلوکومانان در گیاه است. تجمع قابل توجه (شکل ۳ A-F) نشان می‌دهد که غده منبع مهمی برای استخراج گلوکومانان به شمار می‌آید و می‌تواند کاربردهای دارویی و صنعتی فراوانی داشته باشد. اگرچه مقدار گلوکومانان در روپوست نسبت به سایر اندام‌ها کمتر است (شکل ۴)، اما حضور آن در برخی سلول‌های اپیدرمی تأکید می‌کند که این پلی‌ساکارید ممکن است نقش ساختاری یا حفاظتی در نواحی سطحی گیاه ایفا کند.

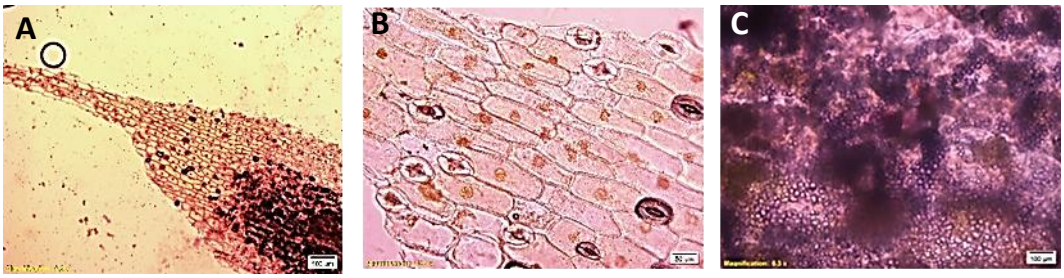


شکل ۲ – نمای نزدیک از سلول‌های پارانشیمی ذخیره‌اپیروتوکورم (A-C)؛ A (رنگ آمیزی با متیل بلو) در بزرگنمایی ×۱۰۰؛ B (رنگ آمیزی با متیل بلو و گلایسین)؛ C (رنگ آمیزی با لوگول) در بزرگنمایی ×۵۰. سلول‌های پارانشیمی ذخیره‌ایریشه (D-F)؛ F (رنگ آمیزی با متیل بلو)؛ G (بدون رنگ آمیزی) در بزرگنمایی ×۵۰؛ H (رنگ آمیزی با لوگول) در بزرگنمایی ×۲۰۰. سلول‌های پارانشیمی ذخیره‌ای طوقه (G-I)؛ G (رنگ آمیزی با متیل بلو)، H (رنگ آمیزی ترکیبی با متیل بلو و کارمن) و I (بدون رنگ آمیزی) در بزرگنمایی ×۵۰.

بیشترین گلوکومانان تجمع آن به‌طور مشخص در اندام‌های زیرزمینی از جمله پروتوکورم، ریشه و به‌ویژه در غده مشاهده شد. در غده، رنگ‌پذیری شدید و پراکندگی گسترده این پلی‌ساکارید در سلول‌های پارانشیمی ذخیره‌ای، بیانگر نقش کلیدی گلوکومانان به‌عنوان ماده‌ی ذخیره‌ای اصلی در این بخش است. رنگ‌آمیزی با محلول لوگول موجب آشکارسازی بهتر و واضح‌تر گلوکومانان در مقاطع بافتی شد و تمایز آن را نسبت به سایر ترکیبات دیواره‌ای افزایش داد. این یافته‌ها با مطالعات قبلی مانند (Acemi et al., 2019) که گزارش کرده‌اند غده‌های ارکیدهای خاکزی دارای بالاترین درصد گلوکومانان هستند، همخوانی دارد. همچنین، نتایج با گزارش (Fatahi et al., 2022) نیز قابل مقایسه است که در آن بر تجمع ترکیبات ذخیره‌ای مانند گلوکومانان در اندام‌های زیرزمینی ارکیده‌های بومی تأکید شده است.



شکل ۳– نمای نزدیک از سلول‌های پارانشیمی ذخیره‌ای غده Ophrys straussii حاوی گلوکومانان؛ تصویر A (بدون رنگ‌آمیزی)، تصاویر B (رنگ‌آمیزی با متیل بلو)، C (رنگ‌آمیزی با گلایسین)، و E (رنگ‌آمیزی با لوگول) در بزرگنمایی ×۱۰۰؛ تصویر D (رنگ‌آمیزی با گلایسین) در بزرگنمایی ×۲۰ و تصویر F (رنگ‌آمیزی با لوگول) در بزرگنمایی ×۵۰.



شکل ۴– نمای نزدیک از سلول‌های پارانشیمی ذخیره‌ای روپوست Ophrys straussii حاوی گلوکومانان؛ تصویر A (رنگ‌آمیزی شده با کارمن) و تصویر C (رنگ‌آمیزی شده با لوگول) در بزرگنمایی ×۱۰۰، و تصویر B (بدون رنگ‌آمیزی) در بزرگنمایی ×۵۰.

منابع

دیانتی، ش.، کافی، م.، میرمعصومی، م.، مظفریان، و. و سلامی، ع. ۱۳۹۲. معرفی محیط کشت مناسب برای جوانه‌زنی غیرهمزیست ارکیده خاک‌روی خربقی معمولی (*Epipactis veratrifolia* Boiss. and Hohen). به‌زراعی کشاورزی، ۱۵(۲): ۱۶۱–۱۷۷.

Acemi, A., Çobanoğlu, Ö. and Türker-Kaya, S. 2019. FTIR-based comparative analysis of glucomannan contents in some tuberous orchids, and effects of pre-processing on glucomannan measurement. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99: 3681–3686.

Ahmadzadeh, K., Mozafari, A.A., Vafaee, Y., Khorshidi, J. and Khoddamzadeh, A.A. 2025. Divergent in vitro responses to asymbiotic seed germination media in *Ophrys reinholdii* subsp. *straussii* and *Comperia comperiana*: the dual impact of species and media. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 1–16.

Anghelescu, N.E., Vafaee, Y., Ahmadzadeh, K. and Chen, J.-T. 2023. Asymbiotic seed germination in terrestrial orchids: problems, progress, and prospects. In: Advances in Orchid Biology, Biotechnology and Omics, pp. 221–260.

Arditti, J. 2008. Micropropagation of Orchids, 2nd ed. Blackwell Publishing, UK.

Fatahi, M., Vafaee, Y., Tahir, N.A.R. and Khorshidi, J. 2022. Large-scale in vitro multiplication and phytochemical analysis of *Himantoglossum affine* (Boiss.) Schltr.: An endangered Euro-Mediterranean terrestrial orchid. Diversity, 14(12).

Sezik, E. 1984. Orkidelerimiz. Sandoz Kültür Yayınları, pp. 166.

Sood, N., Baker, W.L. and Coleman, C.I. 2008. Effect of glucomannan on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure: systematic review and meta-analysis. The American Journal of Clinical Nutrition, 88(4): 1167–1175.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Histological Analysis and Glucomannan Distribution in *Ophrys straussii* under In Vitro Cultivation

Kolsum Ahmadzadeh[1*], Yavar Vafaei[1*] and Ali Akbar Mozafari[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[*]*Corresponding Author: y.vafaee@uok.ac.ir and kolsum.ahmadzadeh@uok.ac.ir*

Abstract

The plant *Ophrys straussii*, a terrestrial orchid with significant medicinal and industrial value, is recognized for containing glucomannan (GM), a water-soluble polysaccharide with antioxidant and anti-inflammatory properties and extensive applications in the food and pharmaceutical industries. This study was designed to investigate the histology and distribution pattern of glucomannan in various organs of this plant under in vitro cultivation conditions. Plantlets of *Ophrys straussii* were grown in a controlled in vitro environment, and organs including roots, tubers, leaves, collars, protocorms, and epidermis were selected for histological analysis. Longitudinal and cross-sectional samples were prepared using sharp blades and stained with methyl blue, carmine, lugol, and glycine methods. Microscopic observations revealed that glucomannan predominantly accumulated in the parenchymatous cells of tubers, roots, and protocorms, with the highest concentration observed in tubers. This distribution confirms the critical role of glucomannan as the primary storage compound and a structural support factor in underground organs. Lugol staining provided the best clarity in identifying glucomannan, enhancing its distinction from other cell wall components. These findings are consistent with previous studies and emphasize the potential of *Ophrys straussii* tubers for industrial glucomannan extraction. In vitro cultivation, as a sustainable method, enables mass production and conservation of this endangered species. This study represents an effective step toward the optimal utilization and conservation of Iran's native plant resources, providing valuable data for industrial and medicinal applications.

Keywords: Glucomannan, Histology, In vitro culture, Medicinal plants, Terrestrial prchid.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

دینامیک تنوع ریخت شناسی جمعیت‌های حاصل از دورگ‌گیری زرشک نسل F2 طی رشد اولیه

محسن عابدیان[1] و مهدی رضائی[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود ، ایران
*نویسنده مسئول: *mhrezaeu@shahroodut.ac.ir*

چکیده

تنوع ژنتیکی و دینامیک رشد اولیهٔ جمعیت‌های F2 زرشک (*Berberis* spp.) حاصل از دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای در این پژوهش ارزیابی شد. بذرها از دورگ‌های F1 انتخابی گونه‌های *Berberis integerrima* ، *B. crataegina* و رقم بدون دانه‌ی 'زرشک بیدانه' جمع‌آوری شدند. درصد جوانه‌زنی در میان جمعیت‌ها به طور معنی‌داری متفاوت بود (۱۷ تا ۹۵ درصد) و مخلوط کوکوپیت-پرلیت به نسبت ۱:۱ مؤثرترین بستر رشد شناخته شد($p< 0.05$). دوازده صفت ریخت‌شناختی مورد ارزیابی قرار گرفت که تنوع بالایی را در رنگ‌پذیری برگ (CV > 43%) و ساختار خار(CV = 33.89%) نشان داد. تحلیل‌های چندمتغیره دو عامل اصلی را شناسایی کرد که ۳۵درصد از واریانس را توجیه می‌کردند و به رنگ‌پذیری برگ و صفات خار مرتبط بودند. خوشه‌بندی با استفاده از نقشهٔ حرارتی، ژنوتیپ‌ها را در شش خوشهٔ فنوتیپی مجزا گروه‌بندی کرد که بیانگر تفرق پیش‌رونده (ترانسگریسیو) بود. این یافته‌ها پایه‌ای برای گزینش در مراحل اولیه در برنامه‌های اصلاح زرشک فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، دورگ‌گیری، صفات ریخت‌شناختی، بقای نشاء.

مقدمه

جنس زرشک (*Berberis sp*) از تیرهٔ زرشکیان(Berberidaceae) ، گروهی کلیدی از درختچه‌ها را نمایندگی می‌کند که دارای ارزش بوم‌شناختی، دارویی و باغبانی قابل توجهی است. این جنس با بیش از ۵۰۰ گونه در سراسر جهان، سازگاری شگفت‌آوری با محیط‌های گوناگون دارد و ایران میزبان گونه‌های بومی متعددی از جمله *B. integerrima* و *B. crataegina* است (Ahrendt, 1961; Rezaei and Sarkhosh, 2025). این گونه‌ها به ویژه به خاطر ترکیبات زیست‌فعال خود (مانند بربرین) و تحمل به خشکی ارزشمند هستند و آن‌ها را به نامزدهایی ایده‌آل برای برنامه‌های اصلاح با هدف کشاورزی پایدار در مناطق خشک تبدیل می‌کند (Yildiz et al., 2014). دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای به عنوان ابزاری قدرتمند برای افزایش تنوع ژنتیکی در گیاهان چوبی چندساله ظهور کرده است، جایی که اصلاح سنتی اغلب توسط چرخه‌های زادآوری طولانی محدود می‌شود (Begna, 2021). نسل F2 به ویژه در بهبود زرشک حیاتی است، زیرا جدایی پیش‌رونده صفات را آشکار می‌سازد – پدیده‌ای که به خوبی در سایر گونه‌های خودگرده‌افشان مانند گندم و گوجه‌فرنگی مستند شده است (Awang et al., 2009). با این حال، گزینش در مراحل اولیه در زرشک به دلیل دانش محدود از الگوهای بیان صفات در طول رشد نشاء، همچنان چالش‌برانگیز باقی مانده است. مطالعات اخیر بر نقش محیط کشت در تعدیل عملکرد دورگ‌ها تأکید دارند، به گونه‌ای که ترکیب بستر به طور مستقیم بر معماری ریشه و جذب مواد مغذی تأثیر می‌گذارد (Khalaj et al., 2011). این مطالعه با هدف شناسایی بستر رشد بهینه برای بهبود نمو نشاء در گونه‌های بومی ایرانی زرشک و ارزیابی تنوع ریخت‌شناختی در مراحل اولیهٔ رشد نتاج F2 حاصل از دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای انجام شد. با پرداختن به این اهداف، این پژوهش به دنبال پیشبرد تکنیک‌های اصلاح، بهبود شیوه‌های کشت و روشن‌سازی تنوع ژنتیکی درون دورگه‌های زرشک است.

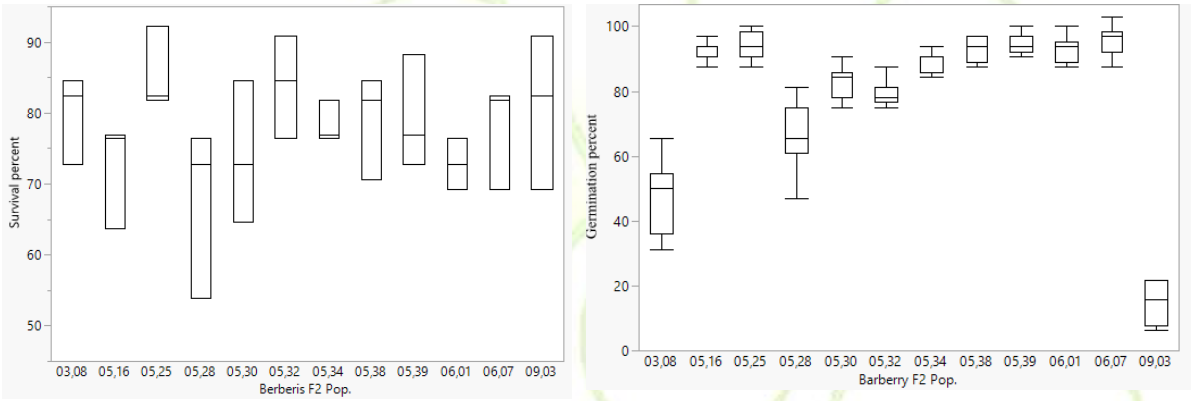
مواد و روش‌ها

دوازده جمعیت با کدهای چهاررقمی شناسایی شدند: '۰۹۰۳'، '۰۳۰۸'، '۰۵۲۵'، '۰۶۰۱'، '۰۵۳۹'، '۰۵۳۴'، '۰۵۲۸'، '۰۵۳۰'، '۰۵۱۶'، '۰۵۳۲'، '۰۰۳۸' و '۰۶۰۷'. دو رقم اول هر کد نشان‌دهندهٔ والدین و دو رقم آخر نشان‌دهندهٔ ژنوتیپ یا نتاج هستند. ارقام اولیه – ۰۳، ۰۵، ۰۶ و ۰۹- به ترتیب با آمیزش‌های والدینی زیر مطابقت دارند♂'BD' × ♀'R2N1' ؛ ♂'BD' × ♀'R4N1'، ♂'BD' × ♀'R5N1'

♂ 'BD' و ♂. 'BD' × ♀ 'R9N3' در این کدها، BDبه رقم بدون دانه‌ی زرشک، 'زرشک بیدانه'، اشاره دارد 'R2N1' .و 'R4N1' ژنوتیپ‌های انتخابی ازB. integerrima ، 'R5N1' ژنوتیپ انتخابی ازB. crataegina ، و 'R9N3' نماد گونه‌ای ناشناخته از زرشک‌های ایرانی است. بذرها در سینی‌های نشاء حاوی سه مخلوط بستر مختلف کاشته شدند: ½ پیت‌ماس + ½ پرلیت، ½ کوکوپیت + ½ پرلیت، و ⅓ پیت‌ماس + ⅓ کوکوپیت + ⅓ پرلیت. درصد جوانه‌زنی و بقای نشاء محاسبه شد. دوازده صفت ریخت‌شناختی شامل تعداد برگ، ارتفاع گیاه، درصد بقای نشاء (کمی)، و همچنین شکل برگ، اندازهٔ خارهای حاشیهٔ برگ، تعداد خارهای حاشیهٔ برگ، فاصلهٔ خارهای حاشیهٔ برگ، رنگ سطح رویی/زیرین برگ، شکل پایهٔ برگ، شکل اولین برگچه، و آرایش خارها (کیفی) بودند. این صفات بر اساس توصیف‌گرهای UPOVبرای زرشک (UPOV: Berberis L, 2022) و تفاوت‌های قابل مشاهده در میان نشاءها انتخاب شدند. صفات در ۴۰ نشاء از هر جمعیت اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (CRD) با سه تکرار در آزمایش استقرار نشاء تجزیه و تحلیل شدند. تجسم نقشهٔ حرارتی با استفاده از نرم‌افزار SAS JMP ۱۴ انجام شد.

نتایج و بحث

جمعیت '۰۶۰۷' بالاترین درصد جوانه‌زنی (۴۸/۹۵٪) را نشان داد، در حالی که '۰۹۰۳' کمترین میزان (۱۷٪) را داشت. بستر کوکوپیت–پرلیت (۱:۱) با ایجاد تعادل بین تهویه و رطوبت، به طور معنی‌داری جوانه‌زنی را افزایش داد (۸۰/۸٪) (شکل ۱).



شکل ۱– درصد جوانه‌زنی و بقای نشاء در ۱۲ جمعیت F2 زرشک حاصل از دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای. میانگین ± انحراف معیار.

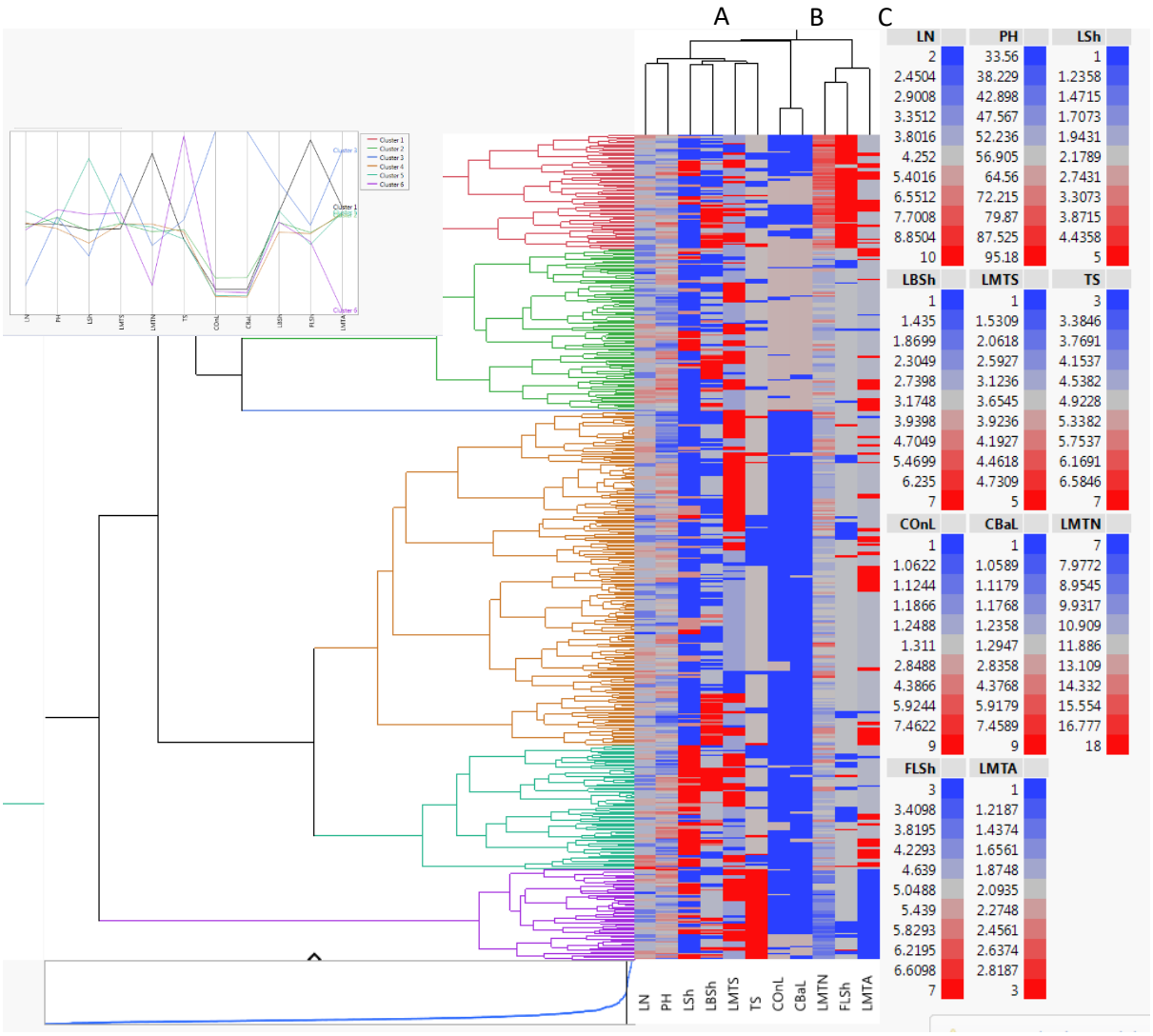
تنوع ریخت‌شناختی نشان داد که رنگ‌پذیری برگ CV<۴۳٪ و صفات خار CV =۳۳٪بالاترین تنوع را داشتند، در حالی که ارتفاع گیاه (CV =۱۶٪) پایدار بود (جدول ۱).

جدول ۱– تحلیل توصیفی صفات ریخت‌شناختی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های برتر حاصل از آمیزش‌های بین‌گونه‌ای زرشک.

مخفف	صفت	حداقل	حداکثر	میانگین	واریانس	ضریب تغییر (%)
LN	Number of Leaves	2	10	4.25	0.84	21.6
PH	Plant Height (cm)	33.5	95.18	56.9	91.62	16.82
LSh	Leaf Shape	1	5	2.17	2.68	14.75
LMTS	Leaf Margin Spine Length	1	5	3.65	1.53	33.89
LMTN	Number of Leaf Margin Spines	7	18	11.88	3.26	15.19
TS	Leaf Margin Spine Distance	3	7	4.92	1.19	22.17
COnL	Leaf Upper Side Color	1	9	1.31	0.32	43.73
CBaL	Leaf Lower Side Color	1	9	3.29	0.32	43.85
LBSh	Leaf Base Shape	1	7	3.17	4.16	28.64
FLSh	First Leaflet Shape	3	7	5.04	1.05	20.36
LMTA	Leaf Margin Arrangement	1	3	2.09	0.32	27.41
Sur	Seedling Survival	0	1	0.77	0.17	53.71

در تحلیل نقشهٔ حرارتی، صفات اندازه‌گیری شده در سه گروه اصلیA ، Bو C خوشه‌بندی شدند (شکل ۲). گروه A شامل ویژگی‌های رشد رویشی شامل تعداد برگ، ارتفاع گیاه، شکل برگ، شکل پایهٔ برگ، تعداد خارهای حاشیهٔ برگ، طول خارها و فاصلهٔ خارها

بود. گروه B شامل صفات رنگ‌پذیری برگ (رنگ سطح رویی و زیرین) بود. گروه C شامل تعداد خارهای حاشیهٔ برگ، شکل اولین برگچه و آرایش خارهای برگ بود. ژنوتیپ‌ها بر اساس شباهت ریخت‌شناختی به شش گروه مجزا تفکیک شدند (شکل ۲). این شش گروه فنوتیپی بر اساس معماری برگ و ویژگی‌های خار طبقه‌بندی شدند. تنوع قابل توجه مشاهده شده در میان نشاءهای F ۲، هم پیامدهای ژنتیکی دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای و هم پتانسیل اصلاح انتخابی را برجسته می‌سازد. این یافته‌ها بر ارزش جمعیت‌های F ۲ به عنوان یک منبع ژنتیکی برای بهبود زرشک تأکید دارد، در حالی که بر اهمیت گزینش در مراحل اولیه در برنامه‌های اصلاح نژاد تأکید می‌کند. این مطالعه بینش‌های بنیادینی را برای استفاده از جمعیت‌های دورگه در کشت و تلاش‌های حفاظتی زرشک فراهم می‌آورد.



شکل ۲– نقشهٔ حرارتی تنوع صفات ریخت‌شناختی در دورگه‌های F ۲ زرشک. شدت رنگ، سطوح بیان نسبی را نشان می‌دهد (راهنما را ببینید). برای نام کامل اختصارهای صفات، جدول ۱ را ببینید.

منابع:

Ahrendt, L.W.A. 1961. Berberis and Mahonia. Journal of the Linnean Society of London, Botany, 57(369): 1–410.

Rezaei, M. and Sarkhosh, A. 2025. Barberry (*Berberis* spp.) domestication and breeding. In: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M. and Penna, S. (Eds.), Biodiversity and Genetic Improvement of Medicinal and Aromatic Plants I, pp. 23–67. Springer Nature Switzerland.

Yildiz, H., Ercisli, S., Sengul, M., Topdas, E.F., Beyhan, O., Cakir, O., Narmanlioglu, H.K. and Orhan, E. 2014. Some physicochemical characteristics, bioactive content and antioxidant characteristics of non-sprayed barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits from Turkey. Erwerbs-Obstbau, 56(4): 123–129.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Dynamics of Barberry Hybrid Populations: Assessing Morphological Diversity During Early Growth Stages

Mohsen Abedian[1] and Mehdi Rezaei[1*]
1. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
Corresponding author: mhrezaei@shahroodut.ac.ir

Abstract

This study evaluated the genetic diversity and early growth performance of F_2 barberry (*Berberis* spp.) populations derived from interspecific hybridization. Seeds were collected from selected F_1 hybrids of *Berberis integerrima*, *B. crataegina*, and the seedless cultivar 'Zereshk Bidaneh'. Germination rates varied significantly among populations (17–95.48%), with a 1:1 cocopeat-perlite mixture proving most effective ($p < 0.05$). Twelve morphological traits were assessed, revealing high variability in leaf pigmentation (CV > 43%) and spine architecture (CV = 33.89%). Multivariate analyses identified two primary factors explaining 35.5% of variance, linked to leaf pigmentation and spine traits. Heatmap clustering grouped genotypes into six distinct phenotypic clusters, highlighting transgressive segregation. These findings provide a foundation for early-stage selection in barberry breeding programs.

Keywords: Genetic diversity, Hybridization, Morphological traits, Seedling survival.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت

سخنرانی کلیدی

چشم‌اندازی بر چالش‌های پس از برداشت انار و پژوهش‌های انجام شده در ایران

اصغر رمضانیان[۱*]، محمد علی عسکری سرچشمه[۲]، سیدحسین میردهقان[۳]، محمود کوشش صبا[۴]، فریال وارسته[۵]، محمد سیاری[۶]، سیامک کلانتری[۲] و زهرا جلیلی مقدم[۷]

۱- بخش علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲- گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران
۴- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۵- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۶- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران
۷- معاونت امور باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی
*نویسنده مسئول: *ramezanian@shirazu.ac.ir*

چکیده

انار (*Punica granatum* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی ایران است که علاوه بر ارزش اقتصادی، از نظر تغذیه‌ای، دارویی و صادراتی نیز جایگاه ویژه‌ای دارد. ایران با برخورداری از تنوع ژنتیکی گسترده و تولید سالانه قابل‌توجه، از مهم‌ترین تولیدکنندگان انار در جهان محسوب می‌شود. با وجود این ظرفیت ارزشمند، بروز ضایعات پس از برداشت ناشی از عوامل فیزیولوژیک، میکروبی و محیطی، یکی از مهم‌ترین موانع افزایش ماندگاری، حفظ کیفیت و توسعه صادرات این محصول به شمار می‌رود. هدف از این مقاله، مرور مهم‌ترین چالش‌های پس از برداشت انار و بررسی دستاوردهای پژوهش‌های انجام‌شده در ایران در زمینه مدیریت این چالش‌ها است. این مطالعه به روش مروری و با بررسی مقالات علمی منتشرشده در مجلات معتبر داخلی و بین‌المللی طی دو دهه اخیر انجام شد. مطالعات نشان می‌دهد که سرمازدگی، کاهش وزن، افت کیفیت ظاهری، ناهنجاری‌های فیزیولوژیک و آلودگی‌های قارچی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده انبارمانی انار هستند. پژوهشگران ایرانی برای کاهش این خسارت‌ها، راهکارهای متعددی از جمله استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد و القاکننده‌های مقاومت، پوشش‌های خوراکی بر پایه کیتوزان، فناوری نانو، ازن، اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی و همچنین مدل‌های هوش مصنوعی را بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش‌ها بیانگر آن است که استفاده از فناوری‌های نوین، به‌ویژه در قالب رویکردهای تلفیقی، نقش مؤثری در کاهش خسارت‌های پس از برداشت، حفظ کیفیت فیزیکی و شیمیایی میوه و افزایش ماندگاری آن دارد. با این حال، انتقال نتایج پژوهش‌های آزمایشگاهی به مقیاس تجاری، توسعه فناوری‌های سبز، طراحی سامانه‌های هوشمند مدیریت انبار و ارزیابی اقتصادی فناوری‌های نوین، از مهم‌ترین اولویت‌های پژوهشی آینده در حوزه پس از برداشت انار به شمار می‌روند.

واژه‌های کلیدی :انبارمانی، انار، پوشش‌های خوراکی، سرمازدگی، فناوری‌های نوین.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) از کهن‌ترین گونه‌های میوه‌ای کشت‌شده در جهان است که خاستگاه آن نواحی ایران و افغانستان گزارش شده است. این گیاه به دلیل سازگاری مطلوب با اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، از دیرباز در مناطق مختلف ایران کشت شده و امروزه علاوه بر اهمیت اقتصادی، به دلیل غنی بودن از ترکیبات زیست‌فعال مانند پلی‌فنول‌ها، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و اسیدهای آلی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین میوه‌ها شناخته می‌شود. ایران با در اختیار داشتن صدها ژنوتیپ بومی و تولید سالانه بیش از یک میلیون تن انار، از

تولیدکنندگان اصلی این محصول در جهان به شمار می‌رود و ارقام تجاری متعددی مانند ملس ساوه، رباب نی‌ریز، نادری بادرود و شیشه‌کپ فردوس سهم قابل‌توجهی در تولید و صادرات کشور دارند.

با وجود ظرفیت بالای تولید، ضایعات پس از برداشت همچنان یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت و بازارپسندی انار محسوب می‌شود. سرمازدگی، آب از دست‌دهی، افت استحکام بافت، چروکیدگی پوست، بروز ناهنجاری‌های فیزیولوژیک و آلودگی به عوامل بیماری‌زای پس از برداشت، موجب کاهش ماندگاری و افزایش خسارت‌های اقتصادی این محصول می‌شوند. ازاین‌رو، توسعه راهکارهای مؤثر برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری انار، از اولویت‌های اصلی پژوهشگران حوزه فیزیولوژی پس از برداشت است.

در دو دهه اخیر، تحقیقات گسترده‌ای در مراکز پژوهشی و دانشگاه‌های ایران با هدف کاهش ضایعات پس از برداشت انار انجام شده است. این مطالعات طیف وسیعی از فناوری‌ها، از جمله تنظیم‌کننده‌های رشد، اسیدهای آمینه، پوشش‌های خوراکی، فناوری نانو، ازن، ترکیبات طبیعی و مدل‌های هوشمند پیش‌بینی کیفیت را دربر گرفته‌اند و نتایج ارزشمندی در زمینه حفظ ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و تغذیه‌ای میوه ارائه کرده‌اند.

هدف از این مقاله، مرور مهم‌ترین چالش‌های پس از برداشت انار و تحلیل دستاوردهای برخی پژوهش‌های انجام‌شده در ایران با تأکید بر فناوری‌های نوین و ارائه چشم‌اندازی از نیازهای پژوهشی آینده در این حوزه است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش مروری انجام شد. بدین منظور، مقالات علمی منتشرشده در زمینه فیزیولوژی و فناوری‌های پس از برداشت انار در ایران، مورد بررسی قرار گرفت. برای گردآوری منابع، از مقالات نمایه‌شده در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی و داخلی منتشرشده طی دو دهه اخیر استفاده شد. در انتخاب منابع، پژوهش‌هایی مدنظر قرار گرفتند که به بررسی چالش‌های پس از برداشت انار و راهکارهای مؤثر در افزایش ماندگاری، حفظ کیفیت و کاهش ضایعات پرداخته بودند. سپس نتایج مطالعات بر اساس محورهای موضوعی شامل تنش‌های فیزیولوژیک، پوشش‌های خوراکی، فناوری نانو، فناوری‌های سبز و سامانه‌های هوشمند طبقه‌بندی و واکاوی شد.

نتایج و بحث

چالش‌های اصلی پس از برداشت انار

بررسی مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل محدودکننده نگهداری طولانی‌مدت انار، بروز سرمازدگی در دماهای پایین است. این عارضه با قهوه‌ای شدن پوست، ایجاد فرورفتگی، کاهش شفافیت آریل‌ها و تخریب غشاهای سلولی همراه بوده و بازارپسندی میوه را به‌طور محسوسی کاهش می‌دهد. علاوه بر سرمازدگی، کاهش وزن ناشی از تعرق، افت سفتی بافت، چروکیدگی پوست، ناهنجاری‌هایی نظیر سفید شدن دانه‌ها و آلودگی به قارچ‌های پس از برداشت نیز از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت و افزایش ضایعات انار به شمار می‌روند.

تنظیم‌کننده‌های رشد

یکی از موفق‌ترین محورهای پژوهشی در ایران، استفاده از ترکیبات القاکننده مقاومت برای افزایش تحمل میوه در برابر تنش‌های پس از برداشت بوده است. مطالعات نشان داده‌اند که تیمار با سالیسیلیک اسید، استیل‌سالیسیلیک اسید، متیل جاسمونات و آرژینین موجب حفظ پایداری غشاهای سلولی، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش تنش اکسیداتیو شده و در نتیجه شدت سرمازدگی، نشت الکترولیت و افت کیفیت میوه را کاهش می‌دهد. همچنین این ترکیبات در حفظ ترکیبات فنلی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و رنگ آریل‌ها نیز نقش مؤثری دارند.

پوشش‌های خوراکی و فناوری نانو

پوشش‌های خوراکی، به‌ویژه پوشش‌های بر پایه کیتوزان، از مؤثرترین فناوری‌های توسعه‌یافته در پژوهش‌های داخلی محسوب می‌شوند. این پوشش‌ها با ایجاد یک سد نیمه‌تراوا، ضمن کاهش تبادل گاز و بخار آب، سرعت تنفس و تعرق میوه را کاهش داده و از رشد بیمارگرها جلوگیری می‌کنند. در سال‌های اخیر، استفاده از پوشش‌های فعال مانند سالیسیلوئیل کیتوزان و نیز نانوذرات اکسید روی نتایج امیدوارکننده‌ای در حفظ کیفیت، کاهش آسیب‌های ناشی از سرمازدگی و افزایش ماندگاری آریل‌های انار نشان داده است. این نتایج بیانگر ظرفیت بالای فناوری نانو در توسعه سامانه‌های نوین نگهداری محصولات باغبانی است.

فناوری‌های سبز و ترکیبات طبیعی

با افزایش نگرانی‌های مربوط به باقی‌مانده سموم شیمیایی، استفاده از فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. کاربرد گاز ازن، اسانس‌های گیاهی و عصاره‌های طبیعی توانسته است رشد عوامل بیماری‌زای پس از برداشت را مهار کرده و در عین حال کیفیت تغذیه‌ای و ویژگی‌های فیتوشیمیایی میوه را حفظ کند. این فناوری‌ها به دلیل نداشتن باقی‌مانده شیمیایی و سازگاری با استانداردهای ایمنی غذایی، گزینه‌های مناسبی برای توسعه زنجیره تأمین محصولات تازه و صادرات‌محور محسوب می‌شوند.

کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت پس از برداشت

یکی از رویکردهای نوظهور در پژوهش‌های داخلی، استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی تغییرات کیفی میوه در طول انبارداری است. نتایج نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی مصنوعی و سامانه‌های استنتاج عصبی فازی قادرند تغییرات شاخص‌های کیفی، شدت سرمازدگی و پاسخ میوه به تیمارهای مختلف را با دقت مطلوب پیش‌بینی کنند. توسعه این سامانه‌ها می‌تواند نقش مهمی در مدیریت هوشمند انبارها، کاهش ضایعات و بهینه‌سازی زنجیره سرد ایفا کند.

نتیجه‌گیری

پژوهش‌های پس از برداشت انار در ایران عمدتاً بر توسعه پوشش‌های خوراکی، بسته‌بندی‌های نوین و تیمارهای طبیعی و دوست‌دار محیط زیست برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه و ارداده متمرکز بوده‌اند. با وجود پیشرفت‌های قابل توجه، بخش عمده این مطالعات در مقیاس آزمایشگاهی انجام شده و هنوز اطلاعات محدودی درباره کارایی اقتصادی و امکان تجاری‌سازی این فناوری‌ها در زنجیره تأمین انار وجود دارد. از این‌رو، انجام پژوهش‌های کاربردی در مقیاس نیمه‌تجاری و تجاری، همراه با ارزیابی اقتصادی فناوری‌های نوین، می‌تواند زمینه استفاده گسترده‌تر از این روش‌ها را در صنعت باغبانی کشور فراهم کند. پیش‌بینی می‌شود پژوهش‌های آتی در زمینه پوشش‌های خوراکی و بسته‌بندی‌های هوشمند، استفاده از ترکیبات طبیعی مانند عصاره‌ها، اسانس‌ها و مواد موثره، فناوری‌های غیر حرارتی نوین مانند پلاسمای سرد، اولتراسونیک و پرتودهی و همچنین استفاده از بینایی ماشین و هوش مصنوعی برای پیش‌بینی ماندگاری این محصول پرطرفدار ادامه داشته باشد.

منابع

اکبری، ت.، عسکری سرچشمه، م. ع. و نژاد ابراهیمی، ص. ۱۴۰۱. تأثیر ازن و عصاره مرزه خوزستانی بر ماندگاری و کیفیت آریل‌های انار رقم ملس ساوه .مجله علوم باغبانی ایران. ۵۳(۴): ۱۰۴۵-۱۰۵۹.

جلیلی‌مقدم، ز.، کلانتری، س.، اصطهباناتی‌پور، ح. ا. و والرو، د. ۱۳۹۸. اثر محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه و پپتون بر کیفیت و ماندگاری میوه انار رقم ملس ساوه. مجله علوم باغبانی ایران. ۵۰(۳): ۵۲۷-۵۳۷.

Aminzade, R., Ramezanian, A., Eshghi, S. and Hosseini, S. M. H. 2022. Maintenance of pomegranate arils quality by zinc enrichment: A comparison between zinc sulfate and nano zinc oxide. Postharvest Biology and Technology. 184: 111757.

Koushesh Saba, M. and Amini, R. 2017. Nano-ZnO/carboxymethyl cellulose-based active coating impact on ready-to-use pomegranate during cold storage. Food Chemistry. 232: 721-726.

Mirdehghan, S. H., Rahemi, M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J. M., Zapata, P. J., Serrano, M. and Valero, D. 2007. Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: role of polyamines. Postharvest Biology and Technology. 44: 19-25.

Ranjbar, A., Ramezanian, A., Shekarforoush, Sh., Niakousari, M, and Eshghi, S. 2022. Antifungal activity of thymol against the main fungi causing pomegranate fruit rot by suppressing the activity of cell wall degrading enzymes. LWT. 161:113303.

Sayyari, M., Salehi, F. and Valero, D. 2019. Prediction of methyl salicylate effects on pomegranate fruit quality and chilling injuries using adaptive neuro-fuzzy inference system and artificial neural network. Journal of Food Biosciences and Technology. 9: 29-40.

Sayyari, M., Soleimani Aghdam, M., Salehi, F. and Ghanbari, F. 2016. Salicyloyl chitosan alleviates chilling injury and maintains antioxidant capacity of pomegranate fruits during cold storage. Scientia Horticulturae. 211: 110-117.

Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. and Zamani, Z. 2017. Pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit storability improvement using pre-storage chitosan coating technique. Journal of Agricultural Science and Technology. 19: 389-400.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A perspective on postharvest challenges of pomegranate and research conducted in Iran

Asghar Ramezanian[1*], Mohammad Ali Askari Sarcheshmeh[2], Seyed Hossein Mirdehghan[3], Mahmoud Koushesh Saba[4], Faryal Varasteh[5], Mohammad Sayyari[6], Siamak Kalantari[2] and Zahra Jalili Moghadam[7]

1. Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
4. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
5. Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
6. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
7. Horticultural Affairs Office, Ministry of Agriculture Jihad, Tehran, Iran

[*]Corresponding author: ramezanian@shirazu.ac.ir

Abstract

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is one of the most important horticultural crops in Iran, possessing considerable economic, nutritional, medicinal, and export value. Owing to its rich genetic diversity and substantial annual production, Iran is recognized as one of the world's leading producers of pomegranate. Despite this valuable production capacity, postharvest losses caused by physiological disorders, microbial decay, and environmental stresses remain major constraints to extending storage life, maintaining fruit quality, and enhancing export potential. The present review aims to summarize the major postharvest challenges of pomegranate and to highlight the achievements of Iranian researchers in developing effective strategies for their management. This review was conducted through a comprehensive evaluation of relevant studies published in reputable national and international scientific journals over the past two decades. The reviewed literature indicates that chilling injury, weight loss, deterioration of external appearance, physiological disorders, and fungal infections are the primary factors limiting the postharvest life of pomegranate fruit. To alleviate these problems, Iranian researchers have investigated a wide range of approaches, including the application of plant growth regulators and resistance-inducing compounds, chitosan-based edible coatings, nanotechnology, ozone treatment, essential oils and plant extracts, as well as artificial intelligence-based predictive models. The findings demonstrate that these emerging technologies, particularly when integrated into combined management strategies, can effectively reduce postharvest losses while preserving the physicochemical quality and extending the storage life of pomegranate fruit. Nevertheless, future research should focus on translating laboratory-scale findings into commercial applications, developing environmentally friendly technologies, designing intelligent postharvest management systems, and evaluating the economic feasibility of innovative postharvest technologies.

Keywords: Chilling injury, Edible coatings, Novel technologies, Pomegranate, Storage life.

سخنرانی کلیدی

مروری بر فناوری‌های نوین سردخانه کنترل اتمسفر (Controlled atmosphere storage)

سیامک کلانتری[1*]
۱- گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *kalantaris@ut.ac.ir*

چکیده

نگهداری محصولات باغی پس از برداشت نقش مهمی در حفظ کیفیت، ارزش غذایی، کاهش ضایعات و فراهم‌کردن امکان عرضه محصولات تازه در بازارهای دوردست دارد. از آنجا که میوه‌ها و سبزی‌ها پس از برداشت همچنان زنده بوده و به تنفس و فعالیت‌های متابولیکی خود ادامه می‌دهند، کاهش دما و کنترل شرایط محیطی از مهم‌ترین راهکارهای افزایش ماندگاری آن‌ها به شمار می‌رود. با پیشرفت فناوری‌های تبریدی، استفاده از سردخانه‌های کنترل اتمسفر (CA) با تنظیم غلظت اکسیژن و دی‌اکسیدکربن، امکان کاهش بیشتر سرعت تنفس و افزایش مدت نگهداری محصولات، به‌ویژه سیب و گلابی، فراهم شده است. در سال‌های اخیر، فناوری اتمسفر کنترل‌شده پویا (DCA) با هدف تعیین و حفظ کمینه اکسیژن مورد نیاز محصول و جلوگیری از بروز تنفس بی‌هوازی توسعه یافته است. در این روش، شرایط اتمسفر بر اساس وضعیت فیزیولوژیک محصول به‌صورت مداوم پایش و تنظیم می‌شود. مهم‌ترین روش‌های پایش شامل تولید و تجمع اتانول (DCA-Et)، فلورسانس کلروفیل (DCA-CF)، نسبت تنفسی (DCA-RQ) و تولید دی‌اکسیدکربن (DCA-CD) است. در میان این روش‌ها، پایش فلورسانس کلروفیل کاربرد تجاری گسترده‌تری یافته و سایر روش‌ها نیز در زمینه بهینه‌سازی شرایط نگهداری مورد استفاده یا بررسی قرار گرفته‌اند. توسعه این فناوری‌ها می‌تواند با کاهش ضایعات و حفظ کیفیت محصولات، نقش مهمی در افزایش بهره‌وری زنجیره پس از برداشت داشته باشد. با توجه به ظرفیت بالای تولید محصولات باغی در ایران، توسعه و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین سردخانه‌ای، به‌ویژه DCA، برای کاهش ضایعات و افزایش مدت عرضه محصولات ضروری است.

واژه‌های کلیدی: اتمسفر کنترل‌شده پویا، حداقل اکسیژن، سردخانه کنترل اتمسفر، نگهداری پس از برداشت، پایش فیزیولوژیک میوه.

مقدمه

نگهداری محصولات پس از برداشت، به‌منظور تأمین نیاز بازار برای مصرف تازه‌خوری و صنایع تبدیلی در مدت‌زمان طولانی‌تر و همچنین امکان انتقال آن‌ها به بازارهای دور و نزدیک، از اهمیت بالایی برخوردار است (Zahid et al., 2025). عوامل متعددی، از جمله نوع، رقم و کیفیت محصول، عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و ترکیب گازهای محیط، عوامل بیماری‌زا و صدمات فیزیکی که محصولات در فرایند بازاررسانی تا رسیدن به دست مصرف‌کننده متحمل می‌شوند، بر کمیت و کیفیت میوه‌ها و سبزی‌ها تأثیر می‌گذارند (Lufu et al., 2020; Zahid et al., 2025). از آنجا که محصولات باغی پس از برداشت همچنان زنده هستند و به تنفس خود ادامه می‌دهند، ذخایر غذایی آن‌ها به‌تدریج کاهش یافته و ارزش غذایی و کیفیت آن‌ها افت می‌کند. از سوی دیگر، این محصولات به دلیل داشتن بافت‌های آبدار و لطیف، در برابر صدمات فیزیکی، عوامل بیماری‌زا و شرایط نامناسب محیطی بسیار آسیب‌پذیرند (Lufu et al., 2020). بنابراین، استفاده از روش‌ها و فناوری‌های مناسب برای کاهش این آسیب‌ها و حفظ کیفیت محصولات پس از برداشت ضروری است (Zahid et al., 2025; Thewes

et al., 2021). یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین روش‌های مورد استفاده برای حفظ کمیت و کیفیت محصولات باغی، نگهداری آن‌ها در انبارها و سردخانه‌ها تحت شرایط دمایی مناسب است (Zahid et al., 2025).

اهمیت نگهداری پس از برداشت و توسعه سردخانه‌ها

انبارها و زیرزمین‌های خنک، از گذشته‌های دور و بدون امکان کنترل دقیق دما، به‌عنوان محل نگهداری محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در نیمه قرن بیستم، با پیشرفت فناوری سامانه‌های تبریدی، احداث و توسعه سردخانه‌های مجهز به کنترل دما و رطوبت مناسب برای نگهداری محصولات باغی به‌سرعت گسترش یافت. توسعه این تأسیسات، تحول چشمگیری در نگهداری طولانی‌مدت محصولات ایجاد کرد و با فراهم‌شدن امکان حفظ دمای مناسب در وسایل حمل‌ونقل، انتقال محصولات از مناطق تولید به بازارهای دوردست را نیز امکان‌پذیر ساخت. در این سردخانه‌ها، دمای محیط نگهداری تا محدوده قابل‌تحمل محصول کاهش می‌یابد و در نتیجه، سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی، به‌ویژه تنفس، کاهش پیدا می‌کند (Lufu et al., 2020; Zahid et al., 2025). این امر با حفظ ذخایر غذایی و ترکیبات ارزشمند موجود در بافت محصول، موجب افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت آن می‌شود. بنابراین، امروزه می‌توان محصولات باغی را برای مدت طولانی‌تری نگهداری و به بازارهای دورتر عرضه کرد. هم‌زمان، ترکیب سردخانه با فناوری‌های تکمیلی، مانند اتمسفر کنترل‌شده و تیمارهایی نظیر ۱-متیل‌سیکلوپروپن(1-MCP) ، این امکان را فراهم کرده است که حتی در دماهای بالاتر و با مصرف انرژی کمتر نیز کیفیت محصول حفظ شود (Büchele et al., 2026).

سردخانه‌های کنترل اتمسفر (CA)

از نیمه قرن بیستم، با پیشرفت علوم فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهی، تأثیر کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن بر کاهش شدت تنفس محصولات باغی در شرایط نگهداری مورد توجه قرار گرفت. بر این اساس، فناوری سردخانه‌های کنترل اتمسفر (Controlled Atmosphere Storage, CA)توسعه یافت. در این سردخانه‌ها، با کاهش غلظت اکسیژن از حدود ۲۰ درصد به ۲ تا ۵ درصد و افزایش دی‌اکسیدکربن از حدود ۰٫۰۳ درصد به ۲ تا ۵ درصد، متناسب با میزان تحمل هر محصول، سرعت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی کاهش یافته و در نتیجه، ماندگاری محصولات، به‌ویژه سیب و گلابی، به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد (Zahid et al., 2025; Thewes et al., 2021). تنظیم نسبت گازها معمولاً با افزایش غلظت نیتروژن، به‌عنوان گازی نسبتا بی‌اثر، انجام می‌شود.

برای عملکرد صحیح این سردخانه‌ها، ساختمان و فضای نگهداری باید کاملاً آب‌بندی شده و از تبادل ناخواسته هوا با محیط بیرون جلوگیری شود. همچنین، به دلیل تغییر ترکیب گازها پس از باز شدن درِ سردخانه، بازتنظیم شرایط اتمسفر ضروری است. ازاین‌رو، این روش بیشتر برای نگهداری طولانی‌مدت و عرضه برنامه‌ریزی‌شده محصول به بازار مناسب است (Zahid et al., 2025).

در چند دهه اخیر، استفاده از سردخانه‌های کنترل اتمسفر، به‌ویژه در کشورهای پیشرفته و مناطق دارای تولید انبوه محصولاتی مانند سیب، گسترش چشمگیری یافته است. هم‌زمان، فناوری‌های تکمیلی برای بهینه‌سازی شرایط نگهداری نیز توسعه پیدا کرده‌اند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، کاهش بیشتر غلظت اکسیژن و پایش مداوم وضعیت فیزیولوژیک محصول است. هدف اصلی، تعیین و حفظ کمینه اکسیژن قابل تحمل (Ultra-Low Oxygen, ULO) بدون ایجاد تنفس بی‌هوازی در میوه است (Thewes et al., 2021).

در این راستا، فناوری اتمسفر کنترل‌شده پویا (Dynamic Controlled Atmosphere, DCA) توسعه یافت که در آن، وضعیت فیزیولوژیک میوه به‌طور مداوم پایش شده و غلظت اکسیژن و دی‌اکسیدکربن متناسب با شرایط محصول تنظیم می‌شود. با کاهش تدریجی شدت تنفس در طول دوره انبارمانی، در برخی محصولات می‌توان غلظت اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را حتی به کمتر از یک درصد رساند، بدون آنکه تنفس بی‌هوازی آغاز شود. این فناوری‌ها از حدود سال ۲۰۰۵ به‌تدریج توسعه یافته و وارد کاربردهای تجاری شده‌اند (Thewes et al., 2021). همچنین، ترکیب DCA با تیمار 1-MCP در سال‌های اخیر به‌عنوان راهکاری برای حفظ کیفیت سیب و کاهش مصرف انرژی مورد توجه قرار گرفته است (Büchele et al., 2026).

روش‌های پایش وضعیت فیزیولوژیک میوه در DCA

پایش مداوم وضعیت فیزیولوژیک میوه در سامانه‌های DCA به چهار روش اصلی انجام می‌شود:۱) تولید و انباشت اتانول (DCA-Et)، ۲) فلورسانس کلروفیل (DCA-CF)، ۳) نسبت تنفسی (DCA-RQ) و ۴) تولید دی‌اکسیدکربن (DCA-CD) (Thewes et al., 2021).

۱- تولید و انباشت اتانول (DCA-Et)

این روش نخستین شیوه پایش وضعیت فیزیولوژیک میوه در سامانه‌های DCA بود. کاهش بیش از حد اکسیژن موجب فعال‌شدن مسیرهای بی‌هوازی و تولید اتانول و سایر ترکیبات حاصل از آن در سلول می‌شود. بنابراین، با اندازه‌گیری اتانول به‌عنوان شاخص تنفس بی‌هوازی، می‌توان کمینه غلظت اکسیژن مورد نیاز برای حفظ تنفس هوازی را تعیین کرد، به‌گونه‌ای که میوه وارد مرحله تنفس بی‌هوازی نشود. برای این منظور، از حسگرهای تشخیص اتانول در فضای اطراف محصول استفاده می‌شود. این روش به‌صورت تجاری در برخی سردخانه‌های کنترل اتمسفر به‌کار گرفته شده است (Thewes et al., 2021). همچنین، اتانول تولیدشده در شرایط اکسیژن بسیار پایین، علاوه بر آنکه به‌عنوان شاخص تنش مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند بر فرایند نرم‌شدن بافت میوه نیز اثر بازدارنده داشته باشد (Weber et al., 2020).

۲- فلورسانس کلروفیل (DCA-CF)

فلورسانس کلروفیل یکی از پرکاربردترین روش‌های پایش وضعیت فیزیولوژیک میوه در سامانه‌های DCA است و بیش از سایر روش‌ها مورد مطالعه و استفاده تجاری قرار گرفته است. تغییرات فلورسانس کلروفیل در پاسخ به تنش کمبود اکسیژن رخ می‌دهد و می‌تواند نشان‌دهنده اختلال در عملکرد فتوسیستم باشد. اگرچه میزان کلروفیل موجود در پوست بسیاری از میوه‌های انبارشده محدود است، همین مقدار نیز می‌تواند برای پایش وضعیت فیزیولوژیک محصول مورد استفاده قرار گیرد. در این روش، میوه‌ها در یک سبد یا محفظه قرار داده شده و یک منبع نور، معمولا LED، به همراه حسگر ثبت فلورسانس کلروفیل در بالای آن‌ها قرار می‌گیرد. داده‌های حاصل، مبنای تعیین و تنظیم کمینه غلظت اکسیژن در سردخانه قرار می‌گیرند. همچنین، تصویربرداری از فلورسانس کلروفیل امکان تشخیص زودهنگام تنش کمبود اکسیژن را در سیب‌های انبارشده فراهم کرده است (Schlie et al., 2022).

۳- نسبت تنفسی (DCA-RQ)

اساس این روش، اندازه‌گیری نسبت دی‌اکسیدکربن تولیدشده به اکسیژن مصرف‌شده است. در شرایط تنفس هوازی، این نسبت معمولاً در محدوده نزدیک به یک قرار دارد. افزایش نسبت تنفسی به بیش از یک می‌تواند نشان‌دهنده آغاز یا تشدید فرایندهای بی‌هوازی باشد. بنابراین، با پایش مداوم این شاخص می‌توان کمینه غلظت اکسیژن مورد نیاز برای حفظ تنفس هوازی و جلوگیری از بروز آسیب‌های ناشی از کمبود شدید اکسیژن را تعیین کرد (Weber et al., 2020; Thewes et al., 2021).

۴- تولید دی‌اکسیدکربن (DCA-CD)

پایش تولید دی‌اکسیدکربن روشی نسبتاً جدید است که بخش عمده پژوهش‌های مربوط به آن بر تعیین کمینه اکسیژن قابل‌تحمل و حفظ کیفیت میوه در دوره‌های طولانی نگهداری متمرکز شده است. اساس این روش، پایش تغییرات تولید دی‌اکسیدکربن به‌عنوان شاخصی از تغییر وضعیت تنفسی میوه است. افزایش غیرعادی تولید دی‌اکسیدکربن می‌تواند نشان‌دهنده نزدیک‌شدن میوه به آستانه تنفس بی‌هوازی

باشد. بر این اساس، غلظت اکسیژن در سطحی تنظیم می‌شود که ضمن کاهش حداکثری تنفس، از ورود میوه به مسیرهای بی‌هوازی جلوگیری شود (Thewes et al., 2020; Thewes et al., 2021).

چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین نگهداری

در دهه‌های اخیر، توسعه فناوری‌های نوین نگهداری محصولات باغی و گسترش کاربرد تجاری آن‌ها موجب پیشرفت چشمگیری در صنعت پس از برداشت شده است. این فناوری‌ها، علاوه بر حفظ کیفیت و سفتی میوه، امکان بهینه‌سازی شرایط نگهداری و در برخی موارد افزایش دمای نگهداری و کاهش مصرف انرژی را نیز فراهم می‌کنند . با وجود اهمیت این فناوری‌ها، استفاده از سامانه‌های پیشرفته کنترل اتمسفر و پایش پویا در صنعت نگهداری محصولات باغی کشور هنوز محدود است. با توجه به ظرفیت بالای تولید محصولات باغی و ضرورت کاهش ضایعات پس از برداشت، توسعه زیرساخت‌ها و به‌کارگیری فناوری‌هایی مانند CA، ULOو DCA می‌تواند نقش مهمی در حفظ کیفیت، افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات محصولات باغی در کشور داشته باشد.

منابع

Büchele, F., Lugaresi, A., Neuwald, D. Q. O., Thewes, F. R., Kalantari, S., de Oliveira, J. G., García-Pastor, M. E., Brackmann, A. and Neuwald, D. A. 2026. Synergy between dynamic controlled atmosphere and application of 1-MCP in preserving the quality of apples stored under conditions of reduced energy costs. Acta Horticulturae, 1456: 7.

Lufu, R., Ambaw, A. and Opara, U. L. 2020. Water loss of fresh fruit: Influencing pre-harvest, harvest and postharvest factors. Scientia Horticulturae, 272: 109519.

Schlie, T.-P., Dierend, W., Köpcke, D. and Rath, T. 2022. Detecting low-oxygen stress of stored apples using chlorophyll fluorescence imaging and histogram division. Postharvest Biology and Technology, 189: 111901.

Thewes, F. R., Brackmann, A., Both, V., de Oliveira Anese, R., Schultz, E. E., Ludwig, V., Wendt, L. M., Berghetti, M. R. P., and Thewes, F. R. 2020. Dynamic controlled atmosphere based on carbon dioxide production (DCA-CD): Lower oxygen limit establishment, metabolism and overall quality of apples after long-term storage. Postharvest Biology and Technology, 168: 111285.

Thewes, F. R., Wood, R. M., Both, V., Keshri, N., Geyer, M., Pansera-Espíndola, B., Hagemann, M. H., Brackmann, A., Wünsche, J. N. and Neuwald, D. A. 2021. Dynamic controlled atmosphere: A review of methods for monitoring fruit responses to low oxygen. Comunicata Scientiae, 12: e3782.

Weber, A., Neuwald, D. A., Kittemann, D., Thewes, F. R., Both, V. and Brackmann, A. 2020. Influence of respiratory quotient dynamic controlled atmosphere (DCA-RQ) and ethanol application on softening of Braeburn apples. Food Chemistry, 303: 125346.

Zahid, M. T. B., Aslam, K., Ayyub, S., Ahmad, M., Usman, M., Danish, M., Saman, F. and Qureshi, M. A. 2025. Recent advances in controlled and modified atmospheres for fresh and fresh-cut fruits and vegetables: From requirements to real-world applications. Journal of Horticultural Science and Technology, 8(4): 144-152.

A review of modern controlled atmosphere cold storage technologies (Controlled atmosphere storage)

Siamak Kalantari[1*]
1. Department of Horticultural Sciences, University of Tehran, Karaj, Iran
Corresponding Author: kalantaris@ut.ac.ir

Abstract

Postharvest storage of horticultural products plays an important role in maintaining quality and nutritional value, reducing losses, and enabling the supply of fresh produce to distant markets. Since fruits and vegetables remain living tissues after harvest and continue to respire and undergo metabolic processes, reducing temperature and controlling environmental conditions are among the most important strategies for extending their storage life. With advances in refrigeration technology, controlled atmosphere (CA) storage, based on regulating oxygen and carbon dioxide concentrations, has enabled further reductions in respiration rate and prolonged storage life, particularly in apples and pears. In recent years, dynamic controlled atmosphere (DCA) technology has been developed to determine and maintain the minimum oxygen level required by the produce while preventing anaerobic respiration. In this system, atmospheric conditions are continuously monitored and adjusted according to the physiological status of the stored produce. The main monitoring methods include ethanol production and accumulation (DCA-Et), chlorophyll fluorescence (DCA-CF), respiratory quotient (DCA-RQ), and carbon dioxide production (DCA-CD). Among these approaches, chlorophyll fluorescence monitoring has achieved wider commercial application, while the other methods have also been used or investigated for optimizing storage conditions. The development of these technologies can play an important role in reducing postharvest losses and maintaining product quality, thereby improving the efficiency of the postharvest supply chain. Considering Iran's high horticultural production capacity, the development and adoption of advanced storage technologies, particularly DCA, are essential for reducing postharvest losses and extending the market availability of fresh produce.

Keywords: Controlled atmosphere storage, Dynamic controlled atmosphere, Fruit physiological monitoring, Minimum oxygen, Postharvest storage

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر پس از برداشت ملاتونین و سایتوکنین بر ویژگی‌های کیفی چوب خوشه انگور

یاسر خندانی[1*] و محمود کوشش صبا[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *y.khandani@uok.ac.ir*

چکیده

قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور یکی از عوامل اصلی کاهش کیفیت و بازارپسندی انگور در طول نگهداری در سردخانه است. برای کاهش قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور راه‌کارهای مختلفی نظیر کاربرد هورمون‌های گیاهی پیشنهاد شده است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر هورمون‌های ملاتونین و سیتوکینین بر برخی ویژگی‌های چوب خوشه انگور رقم "فخری" طی دوره انبارداری انجام شد. برای این منظور، محل بریده شده خوشه‌های انگور با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومولار ملاتونین و ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیتوکنین به مدت پنج دقیقه تیمار شد. خوشه‌های انگور به مدت ۳۰ روز در شرایط دمایی ۲/۵ تا ۴/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۹۵ درصد نگهداری شدند. نمونه‌برداری در روزهای صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ انبارداری انجام گرفت. نتایج نشان داد که خوشه‌های تیمار شده با هورمون‌های ملاتونین و سیتوکنین کم‌ترین شاخص قهوه‌ای شدن را در طول زمان نگهداری داشتند. تیمارهای هورمونی از طریق جلوگیری از تخریب کلروفیل از افزایش شاخص قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور ممانعت کردند. افزون بر این، تیمار خوشه‌های انگور با هورمون‌های ملاتونین و سیتوکنین باعث حفظ بیش‌تر محتوای نسبی آب چوب خوشه در روز ۳۰ انبار در مقایسه با شاهد شد (به ترتیب به میزان ۳۷ و ۲۵ درصد در تیمار ۵۰۰ میکرومولار ملاتونین و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیتوکنین). نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از ملاتونین و سیتوکنین می‌تواند با کاهش تخریب کلروفیل و حفظ محتوای نسبی آب، کیفیت پس از برداشت چوب خوشه‌های انگور را در طول انبار سرد بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، سیتوکنین، شاخص قهوه‌ای شدن، محتوای نسبی آب و ملاتونین.

مقدمه

خوشه انگور تازه‌خوری (*Vitis vinifera* L.) شامل بافت حبه و چوب خوشه است. حبه‌ها به عنوان میوه‌های نافرازگرا طبقه‌بندی می‌شوند که در مرحله تغییر رنگ، افزایش گذرا و جزئی در سطح اتیلن نشان می‌دهند و در مرحله پس از برداشت، سرعت تنفس نسبتا کمی دارند (Lichter, 2016). برعکس، چوب خوشه، سرعت تنفسی بین ۱۱ تا ۲۸ برابر بیش‌تر از حبه‌ها دارد. چوب خوشه از بافت‌های علفی محافظت نشده همراه با یک لایه اپیدرمی نازک تشکیل شده است که در نتیجه سرعت از دست دادن آب پس از برداشت را در مقایسه با حبه افزایش می‌دهد. قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور به عنوان یکی از عوامل مهم در زوال انگورهای خوراکی در طول دوره پس از برداشت در نظر گرفته می‌شود. بروز علایم قهوه‌ای شدن در بافت ساقه، نتیجه از دست دادن آب طی پس از برداشت می‌باشد که همزمان با فرآیندهای اکسیداتیو و با دخالت فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز اتفاق می‌افتد. افزون بر این، از دست دادن آب باعث خرد شدن و پژمردگی حبه‌ها شده و بازارپسندی خوشه‌ها را به خطر می‌اندازد. مکانیسم‌های بیولوژیکی نظیر پیری بافت ناشی از تولید اتیلن، تخریب کلروفیل، آسیب‌های فیزیکی و مرگ سلولی نیز در قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور نقش دارند (Rosales et al., 2013).

ملاتونین نقش مهمی در تعدیل پاسخ گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ایفا می‌کند. پژوهش‌ها نشان داده است که ملاتونین نه تنها آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم دیواره سلولی را مهار می‌کند و در نتیجه نرم شدن پس از برداشت میوه‌ها و سبزیجات را به تعویق می‌اندازد، بلکه سیستم حذف گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن را در میوه‌ها و سبزیجات طی پس از برداشت فعال می‌کند. این عمل، یکپارچگی ساختاری غشاءهای سلولی را حفظ می‌کند، میزان پراکسیداسیون غشاء را کاهش می‌دهد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزیجات را برای به تاخیر انداختن فرآیندهای پیری افزایش می‌دهد (Wang et al., 2020). استفاده از ملاتونین در دوره پس از برداشت میوه‌ها به طور قابل توجهی گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن، تخریب کلروفیل، از دست دادن آب و آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز را کاهش می‌دهد (Ban et al., 2023). افزون بر این، نتایج پژوهش‌های مختلف نشان دهنده نقش محافظتی سیتوکنین در برابر تنش‌های مختلف می‌باشد. کاربرد سیتوکنین ممکن است با تنظیم از دست دادن آب، توانایی حفظ فرآیندهای متابولیکی، در نتیجه قادر ساختن چوب خوشه میوه به تحمل

تنش آبی برای مدت طولانی و توانایی به تعویق انداختن فرآیندهای پیری مرتبط با کم‌آبی مرتبط باشد (Balic et al., 2012). مطالعه اثرات ملاتونین و سیتوکنین بر کاهش قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور به دلیل پتانسیل آن‌ها در افزایش کیفیت پس از برداشت و افزایش ماندگاری از اهمیت بالایی برخوردار است. این هورمون‌های گیاهی نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند پاسخ‌های تنش اکسایشی، فعالیت آنزیمی و پیری سلولی دارند.

مواد و روش‌ها

خوشه‌های یکسان انگور تازه‌خوری (*V. vinifera* cv. Fakhri) در زمان بلوغ تجاری خود، در تاریخ ۲۸ مهر ۱۴۰۳ از یک تاکستان تجاری شش ساله واقع در استان همدان برداشت شدند. خوشه‌های سبزرنگ انگور که فاقد هرگونه بیماری و آفات بودند به آزمایشگاه پس از برداشت دانشگاه کردستان در سنندج منتقل شدند. انگورها تحت یک فرآیند پیش‌سردسازی به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند تا گرمای انباشته شده در مزرعه از بین برود. برای ضدعفونی کردن خوشه‌های انگور، آن‌ها به مدت ۲ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰۰ پی پی ام غوطه‌ور شدند و سپس با آب مقطر شست‌وشو داده شدند. خوشه‌های انگور با هورمون‌های ملاتونین و بنزیل آدنین تیمار شدند. خوشه‌ها به پنج گروه برای تیمار آب مقطر و غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومولار ملاتونین و ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیتوکنین تقسیم شدند. اعمال تیمارها به این شکل بود که ناحیه بریده شده خوشه‌های انگور به مدت ۵ دقیقه در معرض تیمارهای مورد مطالعه قرار می‌گرفت. همه هورمون‌ها با آب مقطر حاوی ۰/۱ درصد توین ۸۰ به عنوان عامل سورفکتانت رقیق شدند. انگورها به مدت یک ماه در جعبه‌های میوه در یخچال با دمای ۲/۵ تا ۴/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد نگهداری شدند. در روزهای ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ انبار، برخی ویژگی‌های چوب خوشه انگور شامل رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، محتوای نسبی آب و شاخص قهوه‌ای شدن اندازه‌گیری گردید.

رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی مطابق با روش تعیین شده توسط Lichtenthaler (۱۹۸۷) تعیین مقدار شدند. پودر چوب خوشه گیاه، با وزن ۰/۱ گرم، با استفاده از محلول استون ۸۰ درصد (حجمی:حجمی) استخراج شد و جذب نوری محلول رویی حاصل با دقت در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۸۰ نانومتر ثبت شد تا به ترتیب کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید به طور دقیق شناسایی شوند. شاخص قهوه‌ای شدن با استفاده از گروه‌بندی زیر ارزیابی شد: ۱) کل چوب خوشه شامل دمگل‌ها سبز و در سلامت مطلوب هستند، ۲) چوب خوشه در وضعیت رضایت‌بخشی است، اما قهوه‌ای شدن در دمگل‌ها وجود دارد، ۳) قهوه‌ای شدن هم در دمگل‌ها و هم در ساقه ثانویه مشهود است، ۴) دمگل‌ها، ساقه ثانویه و اولیه قهوه‌ای هستند و ۵) دمگل‌ها، ساقه ثانویه و اولیه کاملا سیاه هستند (Rosales et al., 2013).

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب چوب خوشه انگور، قطعه‌ای به طول یک سانتی‌متر از چوب خوشه قطعه قطعه و توزین گردید (وزن تازه). سپس پس از یک دوره ۲۴ ساعته آب‌رسانی با آب مقطر در دمای محیط، وزن آماس آن تعیین و در نهایت پس از خشک شدن در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد وزن خشک آن به دست آمد. محتوای نسبی آب چوب خوشه با استفاده از فرمول زیر محاسبه و به صورت درصد بیان شد (Sanchez-Ballesta et al., 2006):

محتوای نسبی آب (%) = (وزن تر – وزن خشک) / (وزن آماس – وزن خشک) × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل آماری

پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قابل طرح کاملا تصادفی اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) انجام و اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری $p<0.05$ تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج پژوهش نشان داد که رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید چوب خوشه انگور در طول زمان نگهداری کاهش یافت، اما تیمارهای پس از برداشت ملاتونین و سیتوکنین به طور قابل توجهی اثر منفی دوره انبار را کاهش دادند (جدول ۱). سطوح رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در غلظت ۵۰۰ میکرومولار ملاتونین و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیتوکنین بیش‌تر از دیگر تیمارهای

مورد مطالعه بود. در روز ۳۰ انبار، میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید چوب خوشه انگور در غلظت۵۰۰ میکرومولار ملاتونین به ترتیب به میزان ۷۴، ۲۰۱، ۹۷ و ۵۵ درصد بیش‌تر از شاهد بود. همچنین تیمار پس از برداشت خوشه‌های انگور با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیتوکنین باعث افزایش قابل توجه رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید چوب خوشه انگور در روز ۳۰ انبار در مقایسه با شاهد گردید (به ترتیب به میزان ۶۴، ۱۶۲، ۸۱ و ۴۱ درصد) (جدول ۱).

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کاهش محتوای رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در چوب خوشه انگور طی دوره انبارداری، ناشی از تخریب اکسیداتیو و فرآیندهای پیری پس از برداشت است. با این حال، کاربرد ملاتونین و سیتوکنین به عنوان تیمارهای پس از برداشت، با نقش محافظتی خود در حفظ یکپارچگی غشاء کلروپلاست و مهار تولید گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن، توانستند این کاهش را به طور قابل توجهی تعدیل کنند. تاثیر این هورمون‌ها در حفظ سطوح رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی ممکن است به توانایی این ترکیبات در فعال‌سازی مسیرهای آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از تخریب کلروفیل مرتبط باشد (Balic et al., 2012; Ban et al., 2023).

جدول ۱- تاثیر کاربرد پس از برداشت هورمون‌های ملاتونین و سیتوکنین بر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، محتوای نسبی آب و شاخص قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور رقم "فخری".

تیمار	دوره انبار (روز)	کلروفیل a (mg kg^{-1})	کلروفیل b (mg kg^{-1})	کلروفیل کل (mg kg^{-1})	محتوای نسبی آب (%)	شاخص قهوه‌ای شدن (%)
شاهد	۰	۲۸۹/۴۳^{a}	۱۰۱/۸۲^{a}	۳۹۳/۳۰^{a}	۸۹/۷۱^{a}	۱/۰۰^{e}
	۱۰	۲۲۱/۸۴^{ef}	۷۵/۴۱^{ef}	۲۹۸/۸۰^{f}	۸۰/۱۵^{ef}	۲/۰۰$^{b-d}$
	۲۰	۱۷۷/۴۳^{h}	۵۸/۸۱^{gh}	۲۳۷/۴۷^{i}	۷۱/۳۲^{hi}	۲/۶۷^{b}
	۳۰	۱۲۵/۷۷^{i}	۲۶/۰۲^{i}	۱۵۲/۵۱^{j}	۵۹/۷۹^{j}	۳/۳۳^{a}
ملاتونین (۲۵۰ میکرومولار)	۱۰	۲۵۴/۵۱^{bc}	۹۲/۸۹$^{a-c}$	۳۴۹/۲۴^{bc}	۸۵/۴۶^{bc}	۱/۰۰^{e}
	۲۰	۲۲۱/۳۳^{ef}	۷۹/۴۳^{de}	۳۰۲/۳۵^{ef}	۷۹/۰۵^{f}	۱/۶۷$^{c-e}$
	۳۰	۱۹۸/۴۶^{g}	۵۸/۰۳^{gh}	۲۵۷/۷۹^{h}	۷۳/۴۱^{gh}	۲/۳۳^{bc}
ملاتونین (۵۰۰ میکرومولار)	۱۰	۲۶۲/۳۲^{b}	۹۵/۴۹^{ab}	۳۵۹/۷۰^{b}	۸۶/۷۴^{ab}	۱/۰۰^{e}
	۲۰	۲۴۳/۵۴^{cd}	۸۷/۷۳$^{b-d}$	۳۳۳/۰۲^{cd}	۸۳/۰۳$^{c-e}$	۱/۳۳^{de}
	۳۰	۲۱۹/۱۴^{f}	۷۸/۴۰$^{d-f}$	۲۹۹/۱۱^{f}	۷۹/۳۵^{f}	۲/۰۰$^{b-d}$
سیتوکنین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)	۱۰	۲۵۹/۹۲^{b}	۸۶/۹۰$^{b-d}$	۳۴۸/۶۲^{bc}	۸۱/۴۶$^{d-f}$	۱/۰۰^{e}
	۲۰	۲۲۳/۳۲^{ef}	۷۲/۹۰^{ef}	۲۹۷/۷۶^{f}	۷۵/۰۹^{g}	۱/۶۷$^{c-e}$
	۳۰	۱۷۹/۴۲^{h}	۵۲/۲۸^{h}	۲۳۲/۸۸^{i}	۶۸/۵۵^{i}	۲/۳۳^{bc}
سیتوکنین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	۱۰	۲۵۸/۱۹^{b}	۹۱/۴۱$^{a-c}$	۳۵۱/۴۴^{b}	۸۴/۳۹$^{b-d}$	۱/۰۰^{e}
	۲۰	۲۳۲/۵۶^{de}	۸۲/۵۸$^{c-e}$	۳۱۶/۸۰^{de}	۷۹/۳۰^{f}	۱/۶۷$^{c-e}$
	۳۰	۲۰۶/۴۸^{g}	۶۸/۱۹^{fg}	۲۷۶/۰۹^{g}	۷۲/۹۴^{gh}	۲/۰۰$^{b-d}$

میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

روند کاهشی محتوای نسبی آب چوب خوشه انگور در طول یک ماه انبارمانی با کاربرد پس از برداشت هورمون‌های ملاتونین و سیتوکنین به صورت قابل توجهی کاهش پیدا کرد. در روز ۳۰ انبار، محتوای نسبی آب چوب خوشه انگور تیمار شده با ملاتونین (۵۰۰ میکرومولار) و سیتوکنین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به ترتیب ۳۷ و ۲۵ درصد بیش‌تر از شاهد بود (جدول ۱). کاهش محتوای نسبی آب چوب خوشه انگور در طول انبارداری ناشی از افزایش تنش اکسایشی و اختلال در سیستم تنظیم اسمزی سلول‌ها می‌باشد (Rosales, et al., 2013). تاثیر مثبت هورمون‌های مورد مطالعه بر کاهش محتوای نسبی آب طی دوره انبار می‌تواند ناشی از نقش آن‌ها در حفظ یکپارچگی

غشاء سلولی از طریق کاهش پراکسیداسیون لیپیدها باشد. همچنین احتباس آب سلولی در چوب خوشه احتمالا به دلیل تجمع اسمولیت‌ها باشد، که برخی از آن‌ها علاوه بر واسطه‌گری تنظیمات اسمزی، محافظت سلولی و تنظیم هموستاز یونی را نیز اعمال می‌کنند (Blanch et al., 2012).

شاخص قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور در طول دوره انبار روند افزایشی داشت ولی تیمارهای پس از برداشت ملاتونین و سیتوکنین باعث کاهش معنی‌دار این روند در مقایسه با شاهد شدند. هر دو غلظت۵۰۰ میکرومولار ملاتونین و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیتوکنین شاخص قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور را در روز ۲۰ انبار به ترتیب به میزان ۵۰ و ۳۷ درصد و در روز ۳۰ انبار به میزان ۴۱ درصد کاهش دادند (جدول ۱). افزایش شاخص قهوه‌ای شدن چوب خوشه انگور در طول انبارداری احتمالا ناشی از تجمع ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیم‌های اکسایشی مانند پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز است که منجر به تشکیل رنگ‌دانه‌های قهوه‌ای می‌گردد. با این حال، تیمارهای پس از برداشت ملاتونین و سیتوکنین از این فرآیند جلوگیری کردند، که نشان‌دهنده نقش مؤثر این ترکیبات در مهار واکنش‌های آنزیمی و کاهش تنش اکسایشی می‌باشد. کاهش چشمگیر شاخص قهوه‌ای شدن در تیمارهای هورمونی مورد استفاده به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی ملاتونین و توانایی سیتوکنین در ممانعت از پیری سلولی است (Balic et al., 2012; Ban et al., 2023).

منابع

Balic, I., Moreno, A., Sanhueza, D., Huerta, C., Orellana, A., Defilippi, B. G. and Campos-Vargas, R. 2012. Molecular and physiological study of postharvest rachis browning of table grape cv Red Globe. Postharvest Biology and Technology. 72: 47-56.

Ban, Z., Zhang, S., Niu, C., Liu, L., Cao, K., Li, L., Wu, Z., Wang, L., Chen, C. and Zhu, Y. 2023. Potential role of exogenous melatonin involved in postharvest quality maintenance of *Vitis labrusca*× *vinifera* 'Kyoho'. Journal of the Science of Food and Agriculture. 103(13): 6243-6251.

Blanch, M., Sanchez-Ballesta, M. T., Escribano, M. I. and Merodio, C. 2012. Water distribution and ionic balance in response to high CO_2 treatments in strawberries (*Fragaria vesca* L. cv. Mara de Bois). Postharvest Biology and Technology. 73: 63-71.

Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In Methods in Enzymology. 350-382.

Lichter, A. 2016. Rachis browning in table grapes. Australian Journal of Grape and Wine Research. 22(2): 161-168.

Rosales, R., Fernandez-Caballero, C., Romero, I., Escribano, M. I., Merodio, C. and Sanchez-Ballesta, M. T. 2013. Molecular analysis of the improvement in rachis quality by high CO_2 levels in table grapes stored at low temperature. Postharvest Biology and Technology. 77: 50-58.

Sanchez-Ballesta, M. T., Jiménez, J. B., Romero, I., Orea, J. M., Maldonado, R., Ureña, Á. G., ... and Merodio, C. 2006. Effect of high CO_2 pretreatment on quality, fungal decay and molecular regulation of stilbene phytoalexin biosynthesis in stored table grapes. Postharvest Biology and Technology. 42(3): 209-216.

Wang, S. Y., Shi, X. C., Wang, R., Wang, H. L., Liu, F. and Laborda, P. 2020. Melatonin in fruit production and postharvest preservation: A review. Food Chemistry. 320: 126642.

Studying the postharvest impact of melatonin and cytokinin on grape rachis quality characteristic

Yaser Khandani[1*] and Mahmoud Koushesh Saba[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
Corresponding Author: y.khandani@uok.ac.ir

Abstract

Rachis browning is a major factor reducing the quality and marketability of grapes during cold storage. To mitigate this issue, plant hormones such as melatonin (MT) and cytokinin (CK) have been proposed as potential solutions. This study investigated the effects of MT and CK on the post-harvest quality of rachis in the "Fakhri" grape cultivar during storage. Grape clusters were treated by immersing the abscission zone in MT (250 and 500 µM) or CK (50 and 100 mg L^{-1}) solutions for five minutes before storage at 2.5–4.5 °C and 90–95% relative humidity for 30 days. Evaluations were conducted on days 0, 10, 20, and 30. The results indicated that MT- and CK-treated clusters exhibited the lowest rachis browning index. These hormones effectively delayed browning by inhibiting chlorophyll degradation. Additionally, MT (500 µM) and CK (100 mg L^{-1}) treatments maintained higher rachis relative water content by 37% and 25%, respectively, compared to the control by day 30. Overall, this study demonstrates that MT and CK treatments can enhance grape rachis quality during cold storage by reducing chlorophyll degradation and preserving relative water content.

Keywords: Plant hormone, Photosynthetic pigments, Rachis browning index, Relative water content.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب پذیر در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌های گرمسیری (چیکو، گواوا و موز)

سمیه رستگار[1*]

۱- گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

*نویسنده مسئول: *srastegar2008@gmail.com*

چکیده

این پژوهش به بررسی کارایی پوشش‌های خوراکی طبیعی، زانتان، ژلاتین، مریم گلی و کربوکسی متیل سلولز (CMC)، غنی شده با روغن هسته انار و اولئیک اسید به عنوان روشی نوین و مؤثر در حفظ کیفیت و کاهش ضایعات پس از برداشت میوه‌های گرمسیری چیکو، گواوا و موز می‌پردازد. مکانیسم اصلی عملکرد این پوشش‌ها، ایجاد یک سد محافظ در برابر از دست دادن رطوبت و کنترل تبادلات گازی است. در این مطالعه، نتایج حاصل از مجموعه‌ای آزمایش‌ها در خصوص تأثیر این ترکیبات طبیعی بر کاهش وزن و حفظ سفتی میوه‌های مذکور ارائه شده است. نتایج نشان داد که استفاده از زانتان و ژلاتین غنی شده با روغن هسته انار به طور قابل توجهی از کاهش وزن و افت سفتی میوه گواوا جلوگیری نمود. در مورد میوه‌های چیکو، کاربرد پوشش زانتان در ترکیب با CMC غنی شده با اولئیک اسید در کاهش وزن مؤثر بود. در نهایت، استفاده از زانتان و صمغ مریم گلی در میوه موز توانست به طور مؤثری سفتی و رنگ آن را حفظ نماید. این یافته‌ها پتانسیل بالای پوشش‌های خوراکی طبیعی را در افزایش عمر انبارداری و حفظ کیفیت میوه‌های گرمسیری نشان می‌دهد. با این حال، به منظور تجاری‌سازی و کاربرد وسیع‌تر این روش‌ها، انجام تحقیقات تکمیلی در زمینه بهینه‌سازی فرمولاسیون پوشش‌ها وتعیین بهترین روش‌های کاربرد ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: بیوکنترل، پس از برداشت، پوشش خوراکی، گرمسیری، صمغ‌ها.

مقدمه

پوشش‌های پلی‌ساکاریدی به عنوان پرکاربردترین پوشش‌های خوراکی زیستی برای میوه‌های گرمسیری شناخته می‌شوند. این پوشش‌ها لایه‌های شفاف با خواص مکانیکی و قابلیت‌های سدکنندگی گازی مناسب ایجاد می‌کنند. کیتوزان به عنوان یکی از موثرترین پوشش‌های پلی‌ساکاریدی، به ویژه برای موز، مطرح شده است (Shinga et al., 2025). پوشش‌های کیتوزان می‌توانند از دست دادن فیزیولوژیکی را کاهش داده و افت سفتی میوه‌های انبه را در طول نگهداری به تاخیر بیندازند (Oliveira et al., 2017). مشتقات سلولز به ویژه کربوکسی متیل سلولز (CMC) که در غلظت ۱٪ برای حفظ کیفیت انبه موثر نشان داده است (Prasad et al., 2022). پروتئین‌ها و لیپیدها پوشش‌های مبتنی بر پروتئین و لیپید اغلب در ترکیب با پلی‌ساکاریدها برای بهبود خواص سدکنندگی استفاده می‌شوند. لیپیدها اغلب به فرمولاسیون‌های مبتنی بر نشاسته اضافه می‌شوند تا نفوذپذیری در برابر بخار آب را بهبود بخشند، زیرا لایه‌های نشاسته‌ای معمولاً نفوذپذیری بالایی در برابر آب دارند. افزودن ترکیبات آبگریز مانند لیپیدها می‌تواند ترکیب گازها را در داخل میوه تغییر داده و از دست دادن وزن را کاهش دهد (Soto-Munoz et al., 2023). پوشش‌های کامپوزیتی فرمولاسیون‌های کامپوزیتی یا ترکیبی مزایای مواد پوششی مختلف را با هم ترکیب می‌کنند.کامپوزیت‌های مبتنی بر نشاسته می‌توانند با مواد لیپیدی و سایر مواد افزودنی فرموله شوند تا به طور موفقیت‌آمیزی ترکیب گازها را در داخل میوه تغییر داده و از دست دادن وزن را کاهش دهند (Soto-Munoz et al., 2023). پوشش‌های خوراکی زیستی از طریق چندین سازوکار کلیدی که به طور هم‌افزایی برای افزایش ماندگاری عمل می‌کنند، کیفیت میوه‌های گرمسیری را حفظ می‌کنند. سازوکار اصلی، ایجاد یک سد نیمه‌تراوا بر روی سطح میوه است که تبادل گاز بین میوه و محیط اطراف آن را تنظیم می‌کند (Kocira et al., 2021). این سد حرکت اکسیژن و دی‌اکسید کربن را کنترل می‌کند، در نتیجه میزان تنفس و تولید اتیلن را کاهش می‌دهد، که عوامل اصلی رسیدن و پیری میوه هستند (Farina et al., 2020). این پوشش‌ها همچنین به عنوان یک سد موثر در برابر از دست دادن

رطوبت عمل می‌کنند، که به حفظ تورژسانس و کیفیت بافتی میوه کمک می‌کند (Alqahtani et al., 2025). با حفظ رطوبت داخلی، از کم‌آبی، کاهش وزن و تغییرات نامطلوب در بافت جلوگیری می‌کنند (Hazarika et al., 2021). این امر به ویژه برای پوشش‌های مبتنی بر نشاسته مهم است، که اغلب برای افزایش خواص سدکنندگی در برابر بخار آب نیاز به افزودن ترکیبات آبگریز مانند لیپیدها دارند (Soto-Munoz et al., 2023). به طور کلی، پوشش‌های خوراکی زیستی با ایجاد یک اتمسفر اصلاح شده در اطراف میوه عمل می‌کنند که فرآیندهای فیزیولوژیکی را کند می‌کند، از دست دادن رطوبت را جلوگیری می‌کند، رشد میکروبی را مهار می‌کند و کیفیت تغذیه‌ای و حسی را حفظ می‌کند (Valencia-Chamorro et al., 2011; Soto-Munoz et al., 2023). این سازوکارها به طور جمعی به افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت پس از برداشت میوه‌های گرمسیری کمک می‌کنند.

مواد و روش‌ها

این مقاله نتیجه چندین آزمایش جداگانه می‌باشد. میوه‌های موز (*Musa sapientum*)، گواوا (*Psidium guajava*) و چیکو (*Manilkara zapota*) در مرحله رسیدگی سبز بالغ از یک باغ تجاری برداشت و به سرعت به آزمایشگاه تحقیقات پس از برداشت منتقل گردیدند. پس از ورود، یک فرآیند انتخاب اولیه برای اطمینان از یکنواختی در اندازه، شکل و رسیدگی و حذف هرگونه میوه دارای آسیب مکانیکی، کوفتگی یا علائم آلودگی آفات و بیماری انجام شد. میوه‌های انتخاب شده سپس به آرامی با آب مقطر شسته شدند تا هرگونه آلودگی سطحی زدوده شود. میوه‌ها به گروه‌های مختلف تقسیم شده و به صورت غوطه‌وری به مدت ۵ دقیقه در محلول‌های پوشش خوراکی مختلف تیمار شدند. تیمارهای اعمال شده برای گواوا شامل شاهد (بدون پوشش) و پوشش زانتان و ژلاتین غنی شده با روغن هسته انار بود. برای میوه‌های چیکو، تیمارها شامل شاهد و پوشش زانتان در ترکیب با CMC غنی شده با اولئیک اسید اعمال گردید. میوه‌های موز نیز با شاهد، پوشش زانتان و پوشش صمغ مریم گلی تیمار شدند. پس از تیمار، میوه‌ها بر روی توری‌های استریل قرار داده شدند تا در دمای محیط آزمایشگاه و جریان هوای ملایم خشک شوند. میوه‌های تیمار شده و گروه شاهد در ظروف پلاستیکی شفاف با تهویه مناسب بسته‌بندی و در شرایط انبارداری کنترل شده نگهداری شدند (موز: دمای ۱۸ درجه سانتیگراد؛ چیکو: دمای ۸ درجه سانتیگراد و گواوا در دمای ۵ درجه سانتیگراد به اضافه ۵ درجه در دمای محیط). بررسی صفات کیفی در فواصل زمانی معین پس از انبارداری انجام شد. در این مقاله، تنها به ارزیابی کاهش وزن پرداخته شده است. کاهش وزن هر واحد میوه با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم در هر بازه زمانی اندازه‌گیری شد و درصد کاهش وزن نسبت به وزن اولیه محاسبه گردید. در میوه موز سفتی بافت میوه گزارش شده است. داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) قرار گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ($p < 0.05$) انجام شد. طراحی آزمایش برای هر میوه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با سه تکرار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

برای هر آزمایش جداگانه نتایج تاثیر پوشش ها بر کاهش وزن میوه های چیکو و گواوا و بر سفتی باقت میوه موز به صورت جدول ارائه شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد پوشش‌های خوراکی طبیعی، به ویژه فرمولاسیون‌های غنی شده با ترکیبات فعال، به طور مؤثری از کاهش وزن میوه‌های گرمسیری چیکو، گواوا و موز در طول دوره انبارداری جلوگیری نمود. این یافته‌ها با نتایج مطالعات پیشین که بر نقش پوشش‌های خوراکی در حفظ کیفیت و کاهش اتلاف رطوبت میوه‌ها تأکید دارند، همسو است. کاهش وزن در میوه‌های پس از برداشت عمدتاً ناشی از تبخیر آب از سطح آن‌ها و همچنین فرآیندهای تنفسی است (Wills et al., 2007). پوشش‌های خوراکی با ایجاد یک لایه نیمه‌نفوذپذیر بر روی سطح میوه، به عنوان یک سد عمل کرده و سرعت انتقال بخار آب را کاهش می‌دهند (Park, 1999). در این مطالعه، اثربخشی پوشش‌های مختلف بسته به نوع میوه و ترکیبات فعال به کار رفته متفاوت بود.

در مورد گواوا، تأثیر قابل توجه صمغ مریم گلی غنی شده با روغن هسته انار در جلوگیری از کاهش وزن احتمالاً به دلیل خواص سدکنندگی قوی صمغ مریم گلی و همچنین ترکیبات لیپوفیلیک موجود در روغن هسته انار است که می‌تواند مانع خروج رطوبت شود. مطالعات نشان داده‌اند که روغن‌های گیاهی می‌توانند با ایجاد یک لایه هیدروفوبیک، از دست دادن آب از سطح میوه را به طور مؤثری

کاهش دهند . همچنین، خواص آنتی‌اکسیدانی روغن هسته انار ممکن است به حفظ ساختار سلولی میوه و کاهش آسیب‌های ناشی از تنفس کمک کرده باشد.

در خصوص میوه‌های چیکو، کارایی ترکیب زانتان و CMC غنی شده با اولئیک اسید در کاهش وزن می‌تواند به دلیل تشکیل یک شبکه پلیمری منسجم با خواص سدکنندگی بالا باشد. زانتان و CMC هر دو پلیمرهای تشکیل‌دهنده فیلم هستند و ترکیب آن‌ها می‌تواند خواص مکانیکی و نفوذپذیری پوشش را بهبود بخشد . افزودن اولئیک اسید، به عنوان یک ترکیب با زنجیره بلند چرب، می‌تواند خاصیت آبگریزی پوشش را افزایش داده و از خروج رطوبت جلوگیری کند.

در نهایت، حفظ سفتی و رنگ میوه موز با استفاده از زانتان و صمغ مریم گلی نشان می‌دهد که این پوشش‌ها علاوه بر کاهش از دست دادن وزن، می‌توانند بر سایر جنبه‌های کیفیت میوه نیز تأثیرگذار باشند. حفظ سفتی احتمالاً به دلیل کاهش از دست دادن آب و حفظ ساختار دیواره سلولی است.

مطالعات نشان داده‌اند که کاربرد صمغ زانتان در غلظت‌های ۰/۲۵٪، ۰/۵٪ و ۰/۷۵٪ در حفظ کیفیت میوه‌های گواوا رقم گولا طی دوره نگهداری ۱۵ روزه مؤثر بوده است (Gull et al., 2024). همچنین، پوشش‌های کامپوزیتی متشکل از روغن زیتون، آلوئه ورا و آلژینات سدیم به همراه اسید آسکوربیک (۰/۱٪) به عنوان عامل آنتی‌اکسیدانی و گلوکونات کلسیم (۰/۵٪) به منظور تقویت بافت، توانسته‌اند به نحو مؤثری ویژگی‌های کیفی گواوا رقم 'سردار' را تا ۱۵ روز در دمای محیط (۲۹-۲۷ درجه سانتی‌گراد) حفظ نمایند. پوشش ۲٪ کیتوزان حاوی ۰/۲٪ کارواکرول در مقایسه با کیتوزان به تنهایی، سفتی، محتوای مواد جامد محلول، اسید کل و محتوای فنل کل بالاتری را حفظ کرد و در عین حال کاهش وزن و قهوه‌ای شدن پوست گواوا را کاهش داد (Shu et al., 2024). پوشش‌های مبتنی بر کربوکسی متیل سلولز (CMC)، به ویژه هنگامی که با عصاره برگ گل رز ترکیب شوند، به طور موثری سفتی و تورژسانس گواواهای سبز رسیده رقم الله‌آباد سفدا را به مدت ۴ روز در دمای اتاق و ۱۸ روز در سردخانه حفظ کردند (Sethi et al., 2024).

پوشش‌های خوراکی زیستی به عنوان یک فناوری پس از برداشت برای میوه‌های گرمسیری، مزایای تجاری و زیست‌محیطی قابل توجهی ارائه می‌دهند. از منظر اقتصادی، این پوشش‌ها یک راه حل مقرون به صرفه برای افزایش ماندگاری میوه، به ویژه در شرایطی که سردخانه ممکن است غیرقابل دسترس باشد، فراهم می‌کنند (Hua et al., 2023). این جنبه مقرون به صرفه بودن به ویژه برای تولیدکنندگان کوچک در مناطق در حال توسعه که زیرساخت‌های زنجیره سرد ممکن است محدود یا نگهداری از آن بسیار گران باشد، اهمیت دارد.

مزایای زیست‌محیطی پوشش‌های خوراکی زیستی قابل توجه است. بر خلاف مواد بسته‌بندی معمولی، پوشش‌های خوراکی زیستی تجزیه‌پذیر، مشتق شده از منابع تجدیدپذیر هستند و از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌کنند (Oliveira et al., 2017, 2018; Pascall et al., 2012). این امر با ترجیحات رو به رشد مصرف کنندگان برای محصولات طبیعی‌تر، تجدیدپذیر و سازگار با محیط زیست همسو است (Oliveira et al., 2017). جنبه تجزیه‌پذیری زیستی به ویژه مهم است زیرا این پوشش‌ها هیچ گونه بقایای مضر در محیط زیست باقی نمی‌گذارند (Hua et al., 2023).

از دیدگاه بازار، پوشش‌های خوراکی زیستی می‌توانند جذابیت تجاری میوه‌های گرمسیری را افزایش دهند. پوشش‌های ساخته شده از موادی مانند نشاسته کاساوا و کیتوزان لایه‌های مقاوم و شفاف با ظاهری خوب و درخشندگی زیاد تشکیل می‌دهند و میوه‌ها را از نظر بصری برای مصرف کنندگان جذاب‌تر می‌کنند (Oliveira et al., 2018). این بهبود ظاهر می‌تواند به طور بالقوه ارزش بازار و پذیرش مصرف کننده را افزایش دهد.

لازم به ذکر است که پوشش‌های خوراکی زیستی قرار نیست جایگزین مواد بسته‌بندی معمولی شوند یا نیاز به سردخانه را از بین ببرند. بلکه، آنها نقش مکمل دارند و عملکردی و حمایتی در کنار روش‌های نگهداری موجود ارائه می‌دهند (Oliveira et al., 2018). هنگامی که این رویکرد پایدار با شرایط نگهداری مناسب ترکیب شود، می‌تواند به طور قابل توجهی کیفیت میوه را افزایش دهد (Miranda et al., 2020; Miranda et al., 2024). از منظر ایمنی مصرف کننده، پوشش‌های خوراکی زیستی نسبت به جایگزین‌های مصنوعی مزایایی دارند. آنها به طور کلی برای مصرف ایمن شناخته می‌شوند و از مواد غذایی درجه یک مشتق شده‌اند که به راحتی به عنوان بخشی از میوه‌ها مصرف

می‌شوند (Hua et al., 2023). ایمنی و منشاء طبیعی این پوشش‌ها با تقاضای رو به رشد مصرف کنندگان برای غذاهای کم فرآوری شده با مواد افزودنی مصنوعی کمتر همسو است. به طور کلی، پوشش‌های خوراکی زیستی یک رویکرد اقتصادی و پایدار از نظر زیست‌محیطی برای افزایش ماندگاری میوه‌های گرمسیری ارائه می‌دهند. با افزایش آگاهی مصرف کنندگان از مسائل زیست‌محیطی و سخت‌تر شدن مقررات مربوط به مواد بسته‌بندی مصنوعی، پتانسیل بازار برای این پوشش‌های طبیعی احتمالاً افزایش خواهد یافت (Oduro, 2021).

به طور کلی، نتایج این پژوهش بر اهمیت استفاده از پوشش‌های خوراکی طبیعی، به ویژه هنگامی که با ترکیبات فعال غنی می‌شوند، در افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه‌های گرمسیری تأکید می‌کند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای بهینه‌سازی فرمولاسیون این پوشش‌ها، بررسی اثرات آن‌ها بر سایر شاخص‌های کیفی (مانند طعم، عطر و ترکیبات مغذی) و ارزیابی پایداری آن‌ها در شرایط تجاری مورد نیاز است.

جدول ۱- تاثیر پوشش های خوراکی زانتان و CMC غنی شده با اولئیک اسید بر جلوگیری از کاهش وزن میوه چیکو طی انبارمانی در دمای ۸ درجه سانتیگراد.

زمان انبارمانی (روز)	شاهد	CMC 1% + OA	Xan 0.1% + OA	CMC 1% + Xan 0.1% + OA
7	5.6 m	3.7 o	4.3 n	3.4 p
14	7.8 i	6.0 j	6.4 j	6.7 k
21	11.1 e	9.3 g	10.0 f	8.5 h
28	14.6 a	13.8 b	13.4 c	11.5 d

جدول ۲- نقش پوشش خوراکی زانتان غنی شده با روغن هسته انار بر کاهش وزن میوه گواوا در دمای ۵ درجه سانتیگراد و ۵ روز دمای محیط

زمان انبارمانی (روز)	شاهد	Xan 0.1%	Xan 0.2%	Pomegranate Oil	Xan 0.1% + Oil	Xan 0.2% + Oil
7	3.4 ± 0.2 e	3.0 ± 0.2 ef	2.7 ± 0.2 e–g	0.9 ± 0.1 h	3.0 ± 0.2 ef	3.0 ± 0.2 ef
14	6.7 ± 0.4 b	4.7 ± 0.3 d	4.6 ± 0.2 d	1.7 ± 0.2 gh	4.7 ± 0.2 d	4.7 ± 0.2 d
21	8.6 ± 0.4 a	5.9 ± 0.3 bc	5.7 ± 0.3 bc	2.2 ± 0.3 fg	6.1 ± 0.3 bc	5.5 ± 0.3 cd

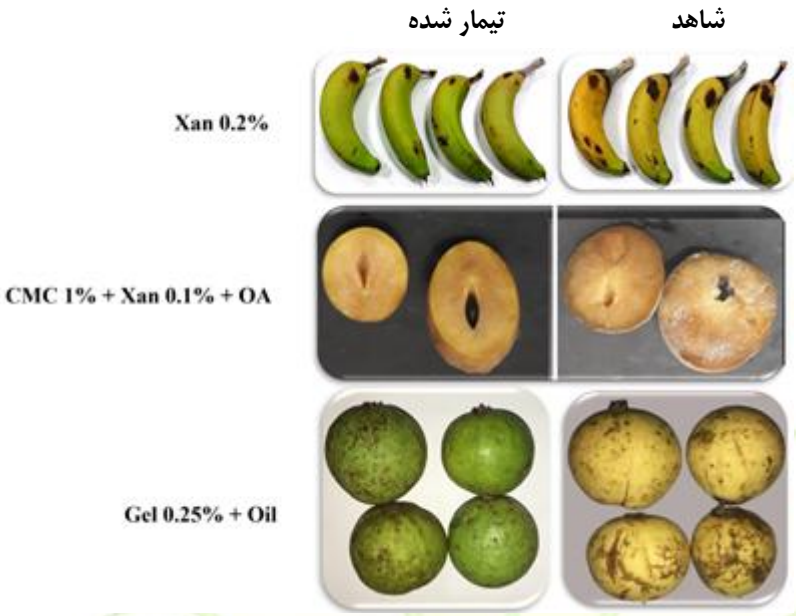
جدول ۳- نقش پوشش خوراکی ژلاتین غنی شده با روغن هسته انار بر کاهش وزن میوه گواوا در دمای ۵ درجه سانتیگراد و ۵ روز دمای محیط.

زمان انبارمانی (روز)	شاهد	Gel 0.25%	Gel 0.5%	Pomegranate Oil	Gel 0.5% + Oil	Gel 0.25% + Oil
7	4.5 ± 0.2 de	4.0 ± 0.2 ef	4.2 ± 0.2 de	1.2 ± 0.1 i	3.0 ± 0.2 fg	2.5 ± 0.2 gh
14	6.7 ± 0.3 bc	6.1 ± 0.3 c	6.2 ± 0.3 c	2.0 ± 0.2 hi	3.7 ± 0.2 ef	3.8 ± 0.2 de
21	8.5 ± 0.3 a	7.1 ± 0.3 bc	7.4 ± 0.3 ab	2.5 ± 0.2 gh	4.6 ± 0.2 d	4.5 ± 0.2 d

جدول ۴- نقش پوششش های خوراکی زانتان و مریم گلی بر حفظ سفتی میوه موز طی انبارمانی در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد

تیمار	سفتی میوه (نیوتن)	تیمار	سفتی میوه (نیوتن)
Control	33.69 c	Control	30.89 c

94.07 a	مریم گلی ۱/۰ درصد	83.10 ab	زانتان ۱/۰ درصد
78.17 b	مریم گلی ۲/۰ درصد	88.07 a	زانتان ۲/۰ درصد



شکل ۱- مقایسه میوه های شاهد و تیمار شده با پوشش های خوراکی.

منابع

Alqahtani, N. K., Alkhamis, B., Alnemr, T. M. and Mohammed, M. 2025. Combined influences of edible coating and storage conditions on the quality of fresh dates: An investigation and predictive analysis using artificial neural networks. Heliyon, 11(4).

Gull, S., Ejaz, S., Ali, S., Ali, M. M., Sardar, H., Azam, M. et al. 2024. Xanthan gum-based edible coating effectively preserves postharvest quality of 'Gola' guava fruits by regulating physiological and biochemical processes. BMC Plant Biology, 24(1): 450.

Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E. and Hortyńska, P. 2021. Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—A review. Agronomy, 11(5): 813.

Oliveira, V. R. L., Santos, F. K. G., Leite, R. H. L., Aroucha, E. M. M. and Silva, K. N. O. 2018. Use of biopolymeric coating hydrophobized with beeswax in post-harvest conservation of guavas. Food Chemistry, 259: 55-64.

Shinga, M. H., Silue, Y. and Fawole, O. A. 2025. Recent advancements and trends in postharvest application of edible coatings on bananas: A comprehensive review. Plants, 14(4): 581.

Soto-Muñoz, L., Pérez-Gago, M. B., Martínez-Blay, V. and Palou, L. 2023. Postharvest application of potato starch edible coatings with sodium benzoate to reduce sour rot and preserve mandarin fruit quality. Coatings, 13(2): 296.

Application of biodegradable edible coatings for postharvest quality preservation of tropical fruits (sapota, guava, and banana)

Somayeh Rastegar[1*]
1.Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan Bandar Abbas, Iran
[*]*Corresponding author: rastegarhort@gmail.com, s.rastegar@hormozgan.ac.ir*

Abstract

This research investigates the efficacy of natural edible coatings, particularly plant-based gums such as xanthan, *Salvia macrosiphon* gum, and carboxymethyl cellulose (CMC), as a novel and effective method for preserving the quality and reducing post-harvest losses of the tropical fruit's sapodilla, guava, and banana. The primary mechanism of action of these coatings is the creation of a protective barrier against moisture loss and the regulation of gas exchange. This study presents the results of a series of experiments examining the impact of these natural compounds on weight loss and the maintenance of firmness in the aforementioned fruits. The findings revealed that the application of *Salvia macrosiphon* gum enriched with pomegranate seed oil significantly inhibited weight loss and the decline of firmness in guava fruit. Regarding sapodilla fruits, the use of a xanthan-based coating in combination with CMC enriched with oleic acid was effective in reducing weight loss. Finally, the application of xanthan and *Salvia macrosiphon* gum on banana fruit effectively preserved its firmness and color. These findings highlight the considerable potential of natural edible coatings in extending the shelf life and maintaining the quality of tropical fruits. Nevertheless, for commercialization and wider application of these methods, further research into optimizing coating formulations and determining the most effective application techniques appears necessary.

Keywords: Biodegradable, Edible coating, Gums, Postharvest, Tropical.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تیمار پلاسما سرد با گاز آرگون و هگزافلوئورید گوگرد بر کیفیت، عمر انباری و ارزیابی حسی پسته تازه

سمانه ملایی[۱*]، سید حسین میر دهقان[۱]، فاطمه ناظوری[۱] و مهدی شریعت[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *mollaei.s.samane@gmail.com*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر تیمار پلاسما سرد حاصل از گاز آرگون و غلظت‌های مختلف گاز SF_6 (۴۰۰ ppm ، ۲۰۰ و۱۰۰) به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه بر برخی ویژگی‌های کیفی پسته تازه رقم احمد آقایی در طول نگهداری سرد انجام شد. میوه‌ها پس از برداشت، به صورت پسته تازه با پوست و سالم تیمار شده و به‌مدت ۶۰ روز در دمای ۴±۱ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پارامترهای مورد بررسی شامل ترکیبات فنلی کل، درصد کاهش وزن، درصد فساد و ارزیابی حسی بودند. نتایج نشان داد تیمار پلاسما سرد تأثیر معنی‌داری بر بهبود کیفیت و ماندگاری پسته در طول نگهداری داشت. میزان فنل کل در تیمار $Ar+SF_6$ (۱۰،۱۰۰ ppm) از ۰/۴۹۶ دقیقه) در روز صفر به ۰/۷۹۸ میلی‌گرک گالیک اسید در گرم وزن تازه در روز ۶۰ افزایش یافت، در حالی‌که مقدار آن در شاهد کاهش یافته و به ۰/۵۳۲ رسید. همچنین، درصد کاهش وزن در تیمارهای پلاسما تا پایان دوره نسبتاً حفظ شد؛ تیمار $Ar+SF_6$ (۱۰،۴۰۰ ppm) با درصد کاهش وزن ۲.۵٪ در روز ۶۰ نسبت به شاهد با ۳.۷٪، عملکرد بهتری داشت. درصد فساد نیز به‌طور معنی‌داری در تیمارهای پلاسما کمتر بود. تیمار $Ar+SF_6$ (۵،۱۰۰ppm دقیقه) در پایان نگهداری تنها ۱۰ درصد فساد نشان داد، در حالی‌که فساد در نمونه شاهد به بیش از ۲۵ درصد رسید. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد تیمارهای پلاسما سرد، به‌ویژه با غلظت‌های پایین تا متوسط، موجب حفظ بهتر کیفیت ظاهری، رنگ، بافت و پذیرش کلی شدند. در مجموع، کاربرد پلاسما سرد با ترکیب گازی مناسب، روشی مؤثر برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت پسته تازه در دوره پس از برداشت است.

واژه‌های کلیدی: پلاسما سرد، پسته تازه، ترکیبات فنلی، درصد فساد، کیفیت حسی.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* .L) یکی از محصولات مهم کشاورزی است که به‌دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای و اقتصادی بالای خود، در بسیاری از کشورها از جمله ایران کشت می‌شود. این محصول سرشار از چربی‌های سالم، پروتئین، مواد معدنی و کربوهیدرات‌هاست که برای مصرف انسانی بسیار ارزشمند است. پسته تازه، به‌ویژه در مقایسه با پسته خشک، دارای ارزش غذایی بیشتری است، چرا که فرایند خشک‌کردن می‌تواند باعث کاهش محتوای مواد مغذی آن گردد (Tajeddin and Shakerardekani, 2022). یکی از مشکلات عمده‌ای که در صنعت پسته تازه وجود دارد، کوتاه بودن عمر انبارمانی این محصول است که به‌دلیل فساد قارچی، وجود آفلاتوکسین‌ها و قهوه‌ای شدن پوسته آن، کیفیت پسته کاهش می‌یابد . شرایط نامناسب انبارمانی منجر به بروز مشکلاتی نظیر رشد کپک‌ها، جذب رطوبت، کاهش کیفیت بافت و طعم، و در نهایت فساد می‌شود (Taghipour et al., 2024).

در سال‌های اخیر، با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات حداقل فرآوری شده و با عمر انبارمانی طولانی‌تر، روش‌های جدیدی برای نگهداری پسته و سایر محصولات کشاورزی در حال تحقیق هستند. یکی از این روش‌ها استفاده از پلاسمای سرد است که به‌عنوان یک فناوری نوین غیر حرارتی برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است (Rao et al., 2023). پلاسمای سرد به‌عنوان «چهارمین حالت ماده» شناخته می‌شود که عمدتاً از طریق تخلیه‌های الکتریکی تولید می‌شود و شامل گونه‌های فعال مختلفی مانند رادیکال‌های اکسیژن و نیتروژن است که اثرات ضد میکروبی قوی دارند و می‌توانند باعث کاهش آلودگی‌های قارچی و باکتریایی در سطح مواد غذایی شوند (Sharma et al., 2018).

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که ترکیب گازهای مختلف نظیر نیتروژن، اکسیژن و آرگون با پلاسمای سرد می‌تواند در بهبود کیفیت پسته و سایر محصولات تازه مؤثر باشد. در یک مطالعه بر روی پسته، استفاده از پلاسمای سرد با گاز آرگون و گاز SF_6 موجب جلوگیری از فساد قارچی و افزایش عمر انبارمانی این محصول گردید (Pignata et al.2014). در همین راستا، هدف این پژوهش، بررسی تأثیر تیمار پلاسمای سرد گاز SF_6 بر پایه آرگون بر کیفیت و عمر انبارمانی پسته تازه است. این مطالعه به‌طور خاص به ارزیابی پارامترهایی همچون فنل کل، رطوبت مغز، فعالیت آب مغز، میزان فساد، و ارزیابی حسی شامل بافت، طعم، مزه و رنگ پسته می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

پسته تازه رقم احمد آقایی از باغی در رفسنجان برداشت شد و پس از انتخاب میوه‌های یکنواخت، به‌صورت تصادفی به ۵ گروه با 3 تکرار (هر واحد آزمایشی حدود ۲۰۰ گرم) تقسیم شد. پسته‌ها (با پوست سبز و سخت) تحت تیمارپلاسما سرد حاصل از گاز آرگون و غلظت‌های مختلف گاز SF_6 (۴۰۰ppm ، ۲۰۰ و۱۰۰) به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه قرار گرفتند و سپس به مدت ۶۰ روز در دمای ۴ ± ۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۳ ± ۲ درصد نگهداری شدند.

از دستگاه پلاسما نوع DBD با الکترودهای مسی و عایق شیشه‌ای استفاده شد که با ولتاژ ۸ کیلوولت و فرکانس ۱۸ کیلوهرتز پلاسما تولید می‌کرد. گازهای آرگون و SF_6 (۴۰۰ppm ، ۲۰۰ و۱۰۰) در تیمارها به‌کار رفتند. گروه شاهد تحت همان شرایط اما بدون اعمال پلاسما قرار گرفت.

درصد کاهش وزن

به‌منظور اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه، قبل از انبارداری و پس از اتمام دوره انبارداری وزن خالص میوه‌ها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس درصد کاهش وزن هر تکرار از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

درصد کاهش وزن = (وزن اولیه / وزن ثانویه – وزن اولیه) × ۱۰۰

ترکیبات فنلی مغز

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، عصاره‌گیری از مغز میوه‌ها با بافر فسفات تهیه شده از محلول‌ها K_2HPO_4 و KH_2PO_4 با pH 7.8 انجام شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره با ۴۰۰ میکرولیتر بافر فسفات، ۲.۵ میلی‌لیتر فولین ۱:۱۰ و ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷.۵ درصد مخلوط و به مدت ۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. میزان جذب نور در طول موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. مقدار ترکیبات فنلی بر اساس استاندارد گالیک اسید ۱ میلی‌مولار به‌صورت معادل میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه محاسبه شد (Ayala-Zavala et al., 2004).

فعالیت آب (aw)

فعالیت آب (aw) با استفاده از دستگاه سنجش فعالیت آب آزاد (Novasina, LabSwift-aw, Lachen, Switzerland) تعیین شد.

درصد پوسیدگی

در هر مرحله از آزمایش، تعداد میوه‌های پوسیده شمارش شد و درصد پوسیدگی به‌وسیله تقسیم تعداد میوه‌های پوسیده بر تعداد کل میوه‌ها محاسبه گردید (Sheikhi et al., 2019).

تست پانل

برای ارزیابی عطر، طعم، پذیرش کلی و شکل ظاهری میوه‌ها، نمره‌دهی از ۱ تا ۵ بر اساس بررسی حسی توسط پنج ارزیاب انجام شد. در ارزیابی طعم، نمرات به ترتیب برای خوش‌طعمی، طعم مناسب، طعم تند، بدطعمی و غیرقابل خوردن بودن داده شد. برای ارزیابی شکل ظاهری، امتیازات بر اساس میزان سلامت میوه‌ها تعیین گردید. همچنین، برای عطر و بوی میوه‌ها، نمرات به‌صورت بسیار خوب، خوب، متوسط، نامطلوب شدید و نامطلوب خیلی شدید اختصاص یافت. در نهایت، میانگین امتیازات ۵ ارزیاب برای بررسی تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های مورد نظر محاسبه شد.

تجزیه داده‌ها

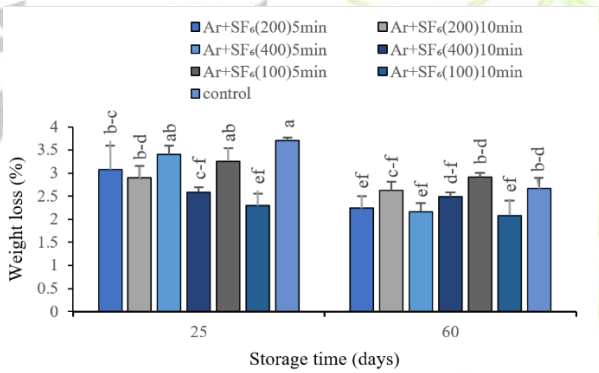
نتایج و داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار کامپیوتری SAS تجزیه‌وتحلیل آماری شد و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون Duncan در سطح 5 درصد مورد مقایسه قرار گرفت. نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم و نتایج تفسیر شد.

نتایج و بحث

درصد کاهش وزن

پس از ۶۰ روز نگهداری، کاهش وزن در تمامی تیمارها و گروه شاهد مشاهده شد، اما اختلاف آماری معناداری میان تیمارها و شاهد وجود داشت ($P > 0.05$). در میان شش تیمار مورد بررسی، کمترین میزان کاهش وزن به تیمارهای گاز آرگون/هگزافلوئورید گوگرد با غلظت‌های ۱۰۰ و ۴۰۰ در مدت ۱۰ دقیقه اختصاص داشت که به ترتیب معادل ۲/۴ و ۲/۵ درصد بود. در مقابل، بیشترین کاهش وزن در گروه شاهد با میزان ۳/۷ درصد ثبت شد. همچنین مقایسه تیمارها نشان داد نمونه‌هایی که به مدت ۵ دقیقه در معرض پلاسما قرار گرفتند، نسبت به تیمارهای ۱۰ دقیقه‌ای کاهش وزن کمتری داشتند.

کاهش وزن میوه‌ها عمدتاً به دلیل تعرق و تنفس پس از برداشت رخ می‌دهد. در این مطالعه، تیمار پلاسما کاهش وزن را نسبت به شاهد محدود کرد که نشان می‌دهد استفاده از پلاسمای سرد بدون ایجاد افزایش دما، می‌تواند با کاهش تعرق به حفظ وزن محصول کمک کند (Min et al., 2017).

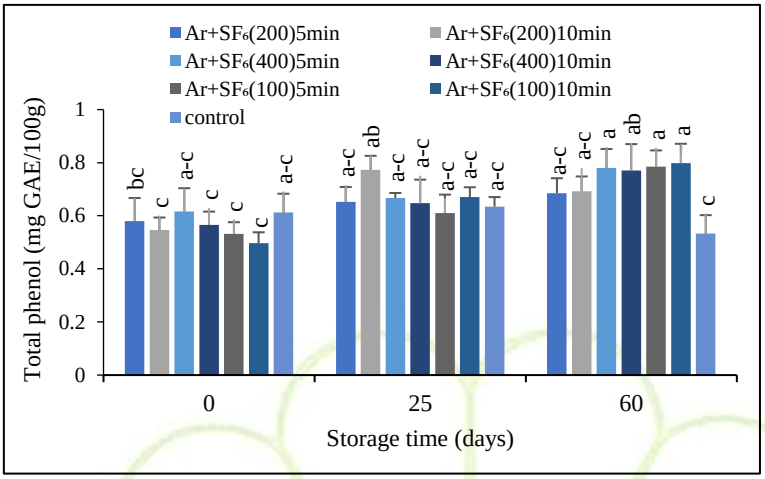


شکل ۱- درصد کاهش وزن پسته تازه در طول دوره نگهداری (۰، ۲۵ و ۶۰ روز) پس از تیمار با پلاسمای سرد حاوی گاز آرگون (Ar) و غلظت‌های مختلفی از گاز سولفور هگزافلوراید (SF_6؛ ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰) به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه.

ترکیبات فنلی مغز

نتایج این پژوهش نشان داد تیمار پسته تازه با پلاسمای سرد حاوی گاز SF_6 به‌ویژه در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm و در زمان‌های ۵ یا ۱۰ دقیقه، موجب افزایش معنی‌دار ترکیبات فنولی کل در طول دوره نگهداری شد(شکل ۲). این افزایش در روزهای ۲۵ و ۶۰ نسبت به

روز صفر چشمگیر بود، در حالی‌که گروه شاهد کاهش قابل توجهی را تجربه کرد. مکانیسم‌های احتمالی شامل آزادسازی ترکیبات فنولی از سلول‌ها، تحریک مسیرهای سنتز این ترکیبات و کاهش فعالیت آنزیم‌های تخریبی هستند. به‌طور کلی، کاربرد مناسب پلاسما سرد می‌تواند به حفظ یا افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی پسته تازه کمک کند (Bayati et al., 2024).

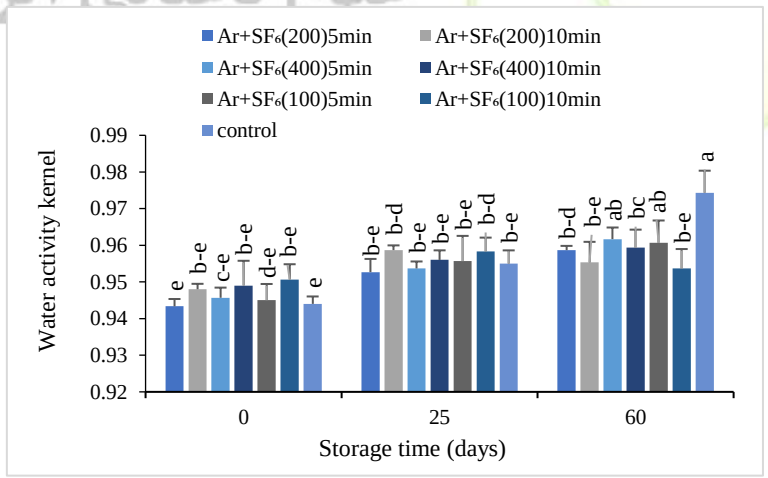


شکل ۲- فنل کل پسته تازه در طول دوره نگهداری (۰، ۲۵ و ۶۰ روز) پس از تیمار با پلاسمای سرد حاوی گاز آرگون (Ar) و غلظت‌های مختلفی از گاز سولفور هگزافلوراید (SF_6؛ ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰) به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه.

فعالیت آب (aw)

فعالیت آبی مغز پسته در اثر تیمارهای مختلف پلاسما سرد مبتنی بر گاز آرگون و SF_6 دچار تغییرات معنی‌دار شد. در روز صفر، تفاوت زیادی بین تیمارها مشاهده نشد، اما در روزهای ۲۵ و ۶۰ انبارداری، تیمارهای پلاسما نسبت به شاهد، کاهش قابل توجهی در فعالیت آبی نشان دادند. در حالی‌که در تیمار شاهد فعالیت آبی تا ۰.۹۷۴ افزایش یافت، تیمارهای پلاسما (به‌ویژه $Ar+SF_6$ در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm) فعالیت آبی کمتری داشتند، که نشان‌دهنده تأثیر آن‌ها در کاهش میزان آب در دسترس برای فعالیت میکروبی بود.

پلاسمای سرد با ایجاد تغییر در ساختار غشای سلولی و کاهش نفوذپذیری آن، موجب کاهش فعالیت آبی و در نتیجه، بهبود پایداری میکروبی محصول می‌شود (Liu et al., 2021).

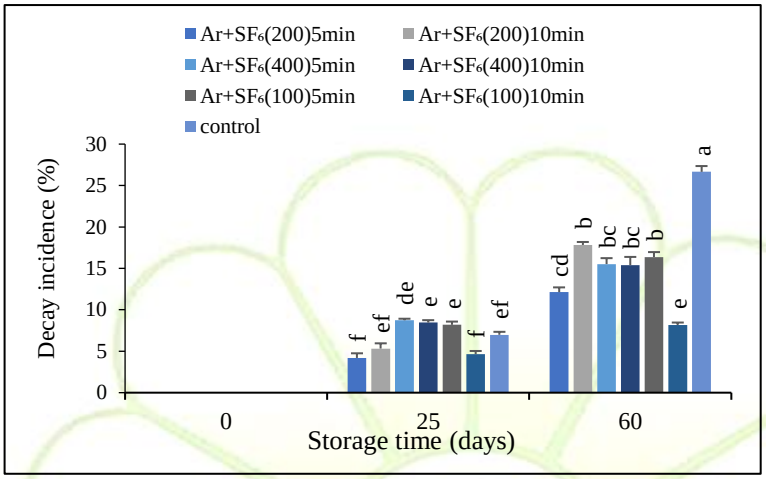


شکل ۳- فعالیت آب آزاد پسته تازه در طول دوره نگهداری (۰، ۲۵و ۶۰ روز) پس از تیمار با پلاسمای سرد حاوی گاز آرگون (Ar) و غلظت‌های مختلفی از گاز سولفور هگزافلوراید (SF_6؛ ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰) به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه.

درصد پوسیدگی

تیمار پسته تازه با پلاسما سرد (به‌ویژه $Ar+SF_6$ با غلظت ۲۰۰ ppm به مدت ۵ دقیقه) باعث کاهش معنادار شاخص فساد در مقایسه با گروه کنترل شد، به‌طوری‌که در روز ۲۵ کمترین مقدار فساد (۴.۱۹) و در روز ۶۰ نیز پایین‌ترین میزان (۱۲.۱۳) را نشان داد. در مقابل، شاخص فساد در نمونه شاهد در روز ۶۰ به ۲۶.۶۵ رسید.

پلاسما سرد با کاهش فعالیت‌های میکروبی و بهبود ساختار سلولی نقش مؤثری در کاهش فرآیند فساد دارد و می‌تواند در افزایش ماندگاری مغز پسته مؤثر باشد (Liu et al., 2021).

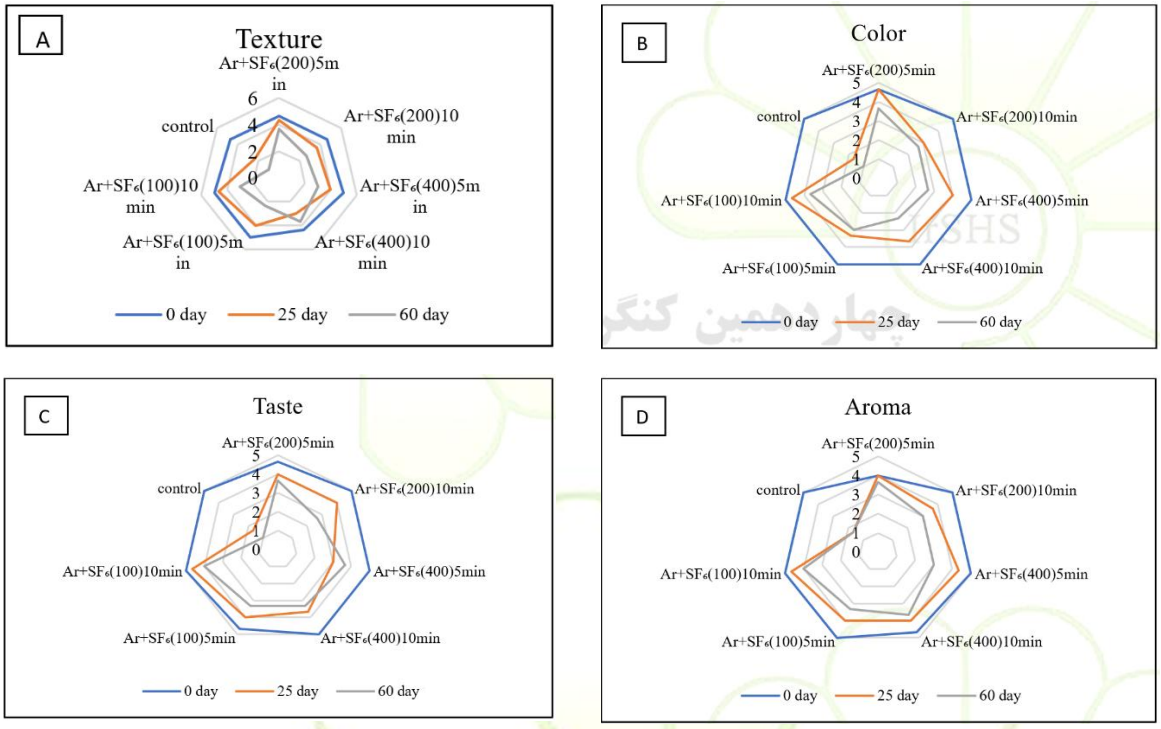


شکل۴. درصد فساد پسته تازه در طول دوره نگهداری (۰، ۲۵ و ۶۰ روز) پس از تیمار با پلاسمای سرد حاوی گاز آرگون (Ar) و غلظت‌های مختلفی از گاز سولفور هگزافلوراید (SF_6؛ ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰) به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه.

ارزیابی حسی

در طول دوره نگهداری ۶۰ روزه، تیمارهای پلاسما سرد به‌ویژه ترکیب گاز $Ar+SF_6$ در دوزهای ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm با زمان‌های کوتاه (۵ تا ۱۰ دقیقه)، توانستند کیفیت حسی پسته تازه را به‌طور معنی‌داری حفظ کنند(شکل ۵). در ارزیابی بافت، رنگ، طعم و آروما، این تیمارها در مقایسه با گروه کنترل که افت شدید در تمام ویژگی‌ها داشت، امتیازهای بالاتری دریافت کردند. برای مثال، در روز ۶۰ تیمار $Ar+SF_6$ 5min (200) با امتیاز بافت ۳.۶۶، رنگ و طعم ۳.۶۶، و آروما حدود ۴، در وضعیت کیفی مناسبی باقی ماند، در حالی که تیمار شاهد به ترتیب امتیازهای ۱ تا ۱.۶۶ را نشان داد.

تیمارهای پلاسما سرد، احتمالا با کاهش جمعیت میکروبی و مهار آنزیم‌های اکسیداتیو مانند پلی‌فنل‌اکسیداز و پکتین‌متیل‌استراز، توانستند از نرم شدن بافت، تغییر رنگ و افت طعم و آروما جلوگیری کنند. بنابراین، این فناوری به‌عنوان یک روش غیرحرارتی و مؤثر، پتانسیل بالایی برای حفظ ویژگی‌های حسی پسته در دوره پس از برداشت دارد (Misra et al., 2014).



شکل ۵– ارزیابی حسی (بافت(A)، رنگ (B)، طعم (C) و مزه (D)) پسته تازه در طول دوره نگهداری (۰، ۳۰ و ۶۰ روز) پس از تیمار با پلاسمای سرد حاوی گاز آرگون (Ar) و غلظت‌های مختلفی از گاز سولفور هگزافلوراید (SF_6؛ ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰) به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تأثیر پلاسما سرد همراه با گاز SF_6 بر ویژگی‌های مختلف پسته تازه مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی حسی نشان داد که تیمار پلاسما سرد می‌تواند بر ویژگی‌های ظاهری و طعم پسته تأثیر مثبت بگذارد. همچنین، ترکیبات فنولی کل در طی دوره نگهداری سرد تحت تأثیر این تیمار به‌طور معناداری افزایش یافت. از نظر درصد کاهش وزن، تیمارهای پلاسما سرد موجب حفظ بهتروزن پسته تازه در مقایسه با نمونه‌های شاهد شدند. در نهایت، درصد فساد نیز در پسته‌های تیمار شده با پلاسما سرد کاهش چشمگیری داشت، که نشان‌دهنده اثربخشی این روش در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری پسته طی نگهداری سرد است.

منابع

Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y., Wang, C. Y. and González-Aguilar, G. A. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. LWT, 37(7): 687–695.

Bayati, M., Lund, M. N., Tiwari, B. K. and Poojary, M. M. 2024. Chemical and physical changes induced by cold plasma treatment of foods: A critical review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23(4): 1–28.

Liu, X., Li, Y., Wang, S., Huangfu, L., Zhang, M. and Xiang, Q. 2021. Synergistic antimicrobial activity of plasma-activated water and propylparaben: Mechanism and applications for fresh produce sanitation. LWT, 146: 111447.

Min, S. C., Roh, S. H., Niemira, B. A., Boyd, G., Sites, J. E., Uknalis, J. and Fan, X. 2017. In-package inhibition of E. coli O157:H7 on bulk Romaine lettuce using cold plasma. Food Microbiology, 65: 1–6.

Misra, N. N., Moiseev, T., Patil, S., Pankaj, S. K., Bourke, P., Mosnier, J. P., Keener, K. M. and Cullen, P. J. 2014. Cold plasma in modified atmospheres for post-harvest treatment of strawberries. Food and Bioprocess

Technology, 7(10): 3045–3054.

Pignata, C., D'Angelo, D., Basso, D., Cavallero, M. C., Beneventi, S., Tartaro, D., Meineri, V. and Gilli, G. 2014. Low-temperature, low-pressure gas plasma application on Aspergillus brasiliensis, Escherichia coli and pistachios. Journal of Applied Microbiology, 116(5): 1137–1148.

Rao, W., Li, Y., Dhaliwal, H., Feng, M., Xiang, Q., Roopesh, M. S., Pan, D. and Du, L. 2023. The application of cold plasma technology in low-moisture foods. Food Engineering Reviews, 15(1): 86–112.

Sharma, R., Dilta, B. S., Baweja, H. S., Kumari, P., Thaneshwari and Sahare, H. A. 2018. Effect of seed priming and planting dates on growth, flowering and seed production of Pansy (Viola × wittrockiana Gams.). Annals of Biology, 34(2): 176–180.

Sheikhi, A., Mirdehghan, S. H. and Ferguson, L. 2019. Extending storage potential of de-hulled fresh pistachios in passive-modified atmosphere. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(7): 3426–3433.

Taghipour, S., Ehtesham Nia, A., Hokmabadi, H. and Martínez-Gómez, P. 2024. Physicochemical and quality characters of fresh pistachio (Pistacia vera L.) cultivars in response to chitosan/ZnO nanocomposite coating. Food Chemistry, 435: 137136.

Tajeddin, B. and Shakerardekani, A. 2022. The effect of packaging and storage time on quality of clustered fresh pistachio. Journal of Food Science, 87(7): 2943–2952.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of cold plasma treatment with SF_6 gas on quality and sensory evaluation of fresh pistachio during storage

Samane Mollaei[1*], Seyed Hosein Mirdehghan[1], Fatemeh Nazori[1] and Mehdi Shariat[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
Corresponding Author: mollaei.s.samane@gmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the effects of cold atmospheric plasma (CAP) treatment using sulfur hexafluoride (SF_6) gas, in combination with argon (Ar), on the postharvest quality of fresh in-hull pistachio (cv. Ahmad Aghaei) during cold storage. Fresh pistachios were exposed to CAP generated with Ar + SF_6 gas at 100, 200, and 400 ppm concentrations for 5 and 10 minutes, and stored at 4 ± 1 °C with 93 ± 2% relative humidity for 60 days. The parameters evaluated included total phenolic content (TPC), kernel moisture percentage, decay rate, and sensory attributes. The results indicated that cold plasma treatment significantly influenced the evaluated traits during storage. TPC increased in most plasma-treated samples over time, with the highest value recorded in Ar+SF_6 (100 ppm, 10 min) at 0.798 mg GAE/g FW on day 60, compared to 0.532 mg GAE/g FW in the control. Kernel moisture was also better preserved in treated samples, reaching 33.23% in Ar+SF_6 (100 ppm, 10 min) compared to 28.89% in the untreated group. In addition, plasma treatments notably reduced decay incidence, with the lowest decay rate of 10% observed in Ar+SF_6 (100 ppm, 5 min), whereas the control showed over 25% decay. Sensory evaluation also favored the CAP-treated pistachios in terms of visual quality and marketability. Overall, applying cold plasma using moderate concentrations of SF_6 gas (especially 100–200 ppm) for short to medium durations (5–10 minutes) demonstrated promising potential in preserving the biochemical and sensory quality of fresh pistachios and reducing postharvest losses during cold storage.

Keywords: Cold plasma, Decay index, Fresh pistachio, Phenolic compounds, Pomology, Sensory quality.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر عصاره‌های گیاهی و پلی لیسین (ε-PL) بر کیفیت ماندگاری کاهوی برش‌خورده

لیلا بندیان[۱*]، محمد مقدم[*۱]، معصومه بحرینی[۲] و معصومه وکیلی قرطاول[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسئول: *le.bandiansofla@mail.um.ac.ir* و *m.moghadam@um.ac.ir*

چکیده

این پژوهش به بررسی پتانسیل عصاره‌های طبیعی گیاهی (آویشن باغی، آویشن شیرازی، مریم گلی بنفش) و پلی‌لیسین به عنوان جایگزین‌های مؤثر و پایدار برای مواد شیمیایی سنتزی در حفظ کیفیت کاهوی برش‌خورده طی ۲۰ روز نگهداری در سرما (۸ درجه سانتی‌گراد) پرداخت. غلظت‌های مختلفی از هر تیمار در محدوده‌های مشخصی ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمامی تیمارها در مقایسه با گروه کنترل، به طور معناداری کاهش وزن کاهو را در طول دوره نگهداری کاهش دادند. به طور خاص، پلی‌لیسین (۳ میلی‌لیتر در لیتر) و عصاره آویشن باغی (۲ گرم در لیتر) عملکرد برتری از خود نشان دادند. این تیمارها به طور مؤثری فعالیت آنزیم‌های مسئول تخریب کیفیت کاهو، نظیر سلولاز و پلی‌فنل اکسیداز، را مهار کرده و همزمان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز را افزایش دادند. این روند به کاهش آسیب‌های ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن کمک کرده و در نتیجه، کیفیت حسی و تازگی کلی کاهو را در طول نگهداری به طور مؤثری حفظ کرد. این یافته‌ها به روشنی نشان می‌دهند که عصاره‌های گیاهی و پلی‌لیسین پتانسیل قابل توجهی به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت کاهوی برش‌خورده دارند.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، ترکیبات ضد میکروبی، پس از برداشت، ماندگاری.

مقدمه

کاهو (Lactuca sativa) به عنوان سبزی برگی محبوب، ارزش اقتصادی بالایی دارد، اما مصرف تازه‌ی آن چالش‌هایی نظیر قهوه‌ای شدن و افت بافت پس از برداشت را به همراه دارد. فرآیندهای آماده‌سازی سرعت تنفس و تخریب ترکیبات آن را افزایش داده و منجر به قهوه‌ای شدن آنزیمی و فساد میکروبی می‌شود. سلامت سبزیجات و فساد زودرس، اهمیت استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده برای کاهش آلودگی میکروبی را برجسته می‌سازد. در کنار دمای پایین، اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌های خوراکی (Viacava et al., 2018) نیز برای افزایش ماندگاری استفاده می‌شوند، اما نیاز به روش‌های کارآمدتر همچنان احساس می‌شود. شستشوی کامل با کاهش بار میکروبی، تاثیر زیادی بر کیفیت و ایمنی سبزیجات دارد. استفاده از کلر به عنوان ضدعفونی‌کننده رایج است، اما می‌تواند ترکیبات مضری مانند کلرامین‌ها و تری‌هالومتان‌ها تولید کند. لذا، ترکیبات طبیعی با خواص ضد میکروبی، راهکاری ایمن‌تر و موثرتر برای کنترل رشد باکتری‌ها، ضدعفونی سبزیجات و افزایش ماندگاری آن‌ها (Wani et al., 2021) محسوب می‌شود. عصاره‌های گیاهی به دلیل ایمنی مصرف، خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی قوی، و پتانسیل بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری سبزیجات، گزینه‌ای مناسب برای تیمارهای خوراکی پس از برداشت هستند. ترکیبات طبیعی متنوع موجود در این عصاره‌ها، مانند ترپنوئیدها و مشتقات فنولی، فعالیت ضد باکتریایی و ضد قارچی نشان داده و جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی به شمار می‌روند. گیاهان آویشن باغی (*Thymus vulgaris*)، آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) و مریم گلی بنفش (*Salvia verticillata*) متعلق به خانواده نعناعیان، حاوی ترکیبات اصلی مانند تیمول، کارواکرول و رزمارینیک اسید هستند که اثرات ضد باکتریایی، ضد ویروسی، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی آن‌ها به اثبات رسیده است. تحقیقات نشان داده است که استفاده از اسانس‌های آویشن شیرازی و آویشن باغی در ترکیب با تیمارهای خوراکی پس از برداشت، به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی، می‌تواند در کنترل برخی باکتری‌ها و قارچ‌ها مؤثر باشد (Abedi et al., 2021). پلی‌لیسین (ε-PL) نیز یک ترکیب ضد میکروبی طبیعی مورد

تایید FDA است که در بدن به اسید آمینه لیزین تبدیل می‌شود و پایداری حرارتی خوبی دارد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که ε-PL دارای طیف ضد میکروبی گسترده‌ای علیه میکروارگانیسم‌ها از جمله مخمرها، قارچ‌ها و باکتری‌ها در مواد غذایی مختلف است (He et al., 2023).

این مطالعه به بررسی اثر سه عصاره گیاهی (آویشن باغی، آویشن شیرازی، مریم گلی بنفش) و پلی‌لیسین بر افزایش ماندگاری کاهو می‌پردازد. این تحقیق با بررسی اثرات فردی و مقایسه‌ای، به غنای مطالعات موجود در این زمینه کمک کرده و با بررسی اثرات پس از برداشت مریم گلی بنفش، رویکردی نوآورانه در مدیریت پس از برداشت ارائه می‌دهد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های گیاهی آویشن شیرازی (ZM)، آویشن باغی (TV) و مریم‌گلی بنفش (SV) از درگز تهیه و در دانشگاه فردوسی مشهد شناسایی شدند. اندام‌های هوایی خشک‌شده با اتانول ۷۰٪ عصاره‌گیری و عصاره‌ها تغلیظ و خشک شدند. نمونه‌ها در ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ترکیبات (فنولیک اسیدها و مونوترپن‌ها) پیش‌تر شناسایی شده‌اند (Bandian et al., 2022) پلی‌لیسین (ε-PL) از شرکت مرک آلمان تهیه شد. غلظت‌های مختلف تیمارها در آب مقطر حاوی ۵ درصد دی‌متیل‌سولفوکسید (امولیسفایر) تهیه شدند.

برگ‌های کاهوی رقم Longifolia پس از شستشو با هیپوکلریت سدیم ۲ درصد ضدعفونی و آبکشی شدند. سپس، برگ‌ها به قطعات ۷ سانتی‌متری برش داده شده و به مدت ۲ دقیقه در ۳ غلظت متفاوت از عصاره‌های آویشن باغی (۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر)، آویشن شیرازی (۳، ۴ و ۵ گرم در لیتر)، مریم‌گلی بنفش (۳، ۴ و ۵ گرم در لیتر)، پلی‌لیسین (۲، ۳ و ۴ سی‌سی در لیتر) غوطه‌ور شدند. گروه کنترل با آب مقطر تیمار شد. پس از حذف آب اضافی با سانتریفیوژ، نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی پوشانده شده با سلفون به مدت ۲۰ روز در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غلظت‌ها بر اساس تحقیقات پیشین و MIC (Bandian et al., 2022) تعیین شدند. ویژگی‌های فیتوشیمیایی، میکروبیولوژیکی و حسی در روزهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ ارزیابی گردید.

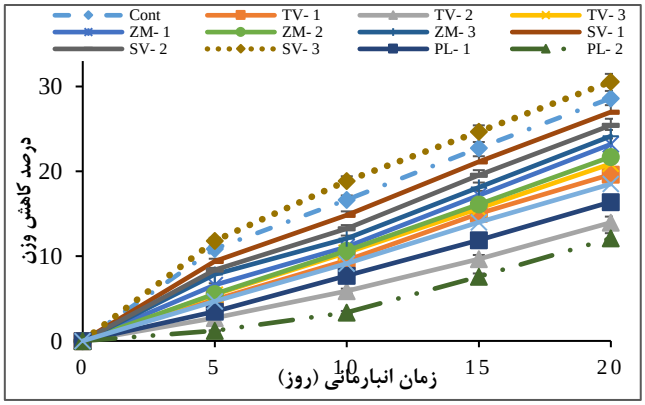
در این مطالعه، وزن اولیه بسته‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰.۰۰۱ گرم (w1) اندازه‌گیری شد. سپس، وزن‌ها در روزهای ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ (w2) برای بررسی تغییرات ناشی از تیمارهای آزمایشی ثبت شدند. درصد کاهش وزن نسبت به وزن اولیه با استفاده از فرمول ارائه‌شده توسط Vakili-Ghartavol و همکاران (2024) محاسبه شد.

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز با اعمال تغییراتی جزئی در روش Dalcantara و همکاران (۲۰۱۴) اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که ۰.۲ گرم از برگ‌های کاهو در نیتروژن مایع آسیاب و با ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۲۰ میلی‌مولار (pH=6.8) همگن شد. پس از سانتریفیوژ، ۱۰۰ میکرولیتر عصاره بافرفسفات پتاسیمی با آب اکسیژنه ۵ میلی¬مولار و پیروکاتکول ۲٪ و بافر فسفات پتاسیم ۰.۰۲ مولار (pH=6.1) مخلوط شد. تغییرات جذب در ۴۲۰ نانومتر بر حسب $U.g^{-1}$ FW اندازه‌گیری شد.

شمارش میکروارگانیسم‌ها در ابتدا و انتهای دوره نگهداری انجام شد. ۱۰ گرم از برگ‌های کاهو با محلول پپتون واتر ۰.۱ % (m/v) همگن شدند و سپس ۳ رقت متوالی از هر تیمار تهیه شد. ۲۰ میکرولیتر از هر نمونه به پلیت‌های حاوی نوترینت آگار (Merck) منتقل و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شد. نتایج به صورت $\log CFU.g^{-1}$ گزارش شدند (Viacava et al., 2018).

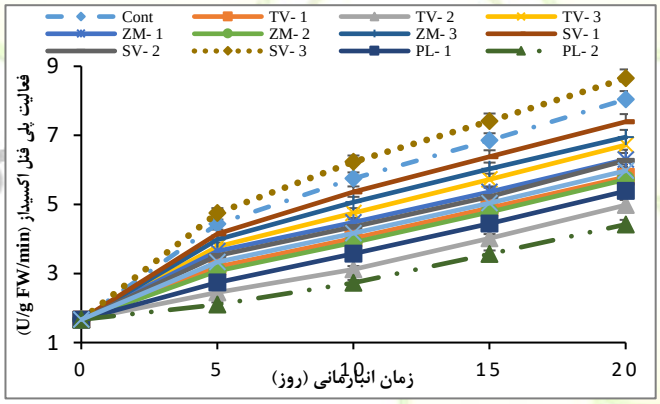
نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای اعمال شده به طور موثری از کاهش وزن کاهو در طول دوره نگهداری جلوگیری می‌کنند. در روز بیستم، کاهش وزن در نمونه شاهد ۲۸.۶۲ درصد بود، در حالی که تیمارهای ε-PL-2 و TV-2 کاهش وزن‌های به مراتب کمتری، به ترتیب ۱۲.۱۰٪ و ۱۳.۹۶٪ را نشان دادند (نمودار ۱). کاهش وزن در کاهو طی نگهداری طولانی‌مدت بر اساس یافته‌های Nxumalo و Fawole (2022) عمدتا به دلیل تعرق و تنفس از سلول‌های اپیدرمی است. ترکیبات فنلی موجود در عصاره‌های گیاهی طبق تحقیقات Yang و همکاران (2014) نقش مهمی در کاهش این پدیده ایفا می‌کنند. این ترکیبات، شامل اسیدهای فنلی، دی‌ترپن‌ها، فلاونوئیدها و روغن‌های فرار، به ساختارهای مولکولی مختلف (پروتئین‌ها، گلیکوپروتئین‌ها، و غشاهای سلولی) متصل می‌شوند.



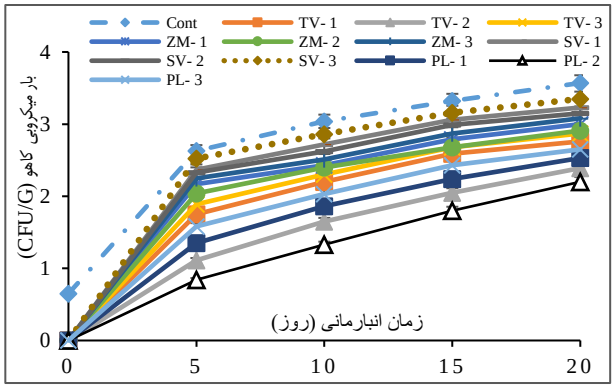
نمودار ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آویشن باغی (TV)، آویشن شیرازی (ZM)، مریم‌گلی بنفش (SV)، پلی‌لیسین (PL) بر کاهش وزن کاهو در طول نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد.

نتایج این بررسی نشان داد که فعالیت پلی‌فنل اکسیداز (PPO) در طول دوره نگهداری افزایش یافت؛ با این وجود، تیمارهای پس از برداشت به طور موثری این افزایش را سرکوب کردند (نمودار ۲). کمترین میزان فعالیت PPO در طول دوره نگهداری در تیمار ε-PL-2 در روز بیستم (۴/۸۱ واحد بر دقیقه بر گرم وزن تازه) مشاهده شد. در همین زمان، فعالیت PPO در نمونه شاهد در همان روز ۲۱.۸ واحد بر دقیقه بر گرم وزن تازه ثبت شد. استفاده از عصاره‌ها و اسانس‌ها به عنوان تیمارهای خوراکی پس از برداشت، روشی موثر برای به تاخیر انداختن افزایش فعالیت PPO است. این موضوع به کاهش نرخ تنفس، افزایش فعالیت فنیل‌آلانین آمونیالیاز و کاهش قابل توجه در فعالیت PPO به دلیل اثرات باقیمانده تیمارهای حاوی عصاره‌ها و اسانس‌ها نسبت داده می‌شود (Wani et al., 2021). مطالعه انجام شده توسط Shen et al., 2020) نشان داد که فعالیت آنزیم PPO در سیب‌زمینی‌های تیمار شده با ε-PL و کیتوزان در مقایسه با تیمارهای شاهد کاهش یافت که نتایج ما را پس از تیمار کاهو با ε-PL و عصاره تایید می‌کند.



نمودار ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آویشن باغی (TV)، آویشن شیرازی (ZM)، مریم‌گلی بنفش (SV)، پلی‌لیسین (PL) بر بر فعالیت پلی‌فنل اکسیداز کاهو در طول نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد.

همانطور که در نمودار ۳ نشان داده شده است، با پیشرفت دوره نگهداری، افزایش قابل توجهی در جمعیت باکتری‌های مزوفیل در کاهو مشاهده شد ($P \leq 0.01$). سرعت افزایش در نمونه‌های تحت تیمارهای مختلف، متفاوت بود. در ابتدای نگهداری، بار میکروبی نمونه شاهد ۰.۶۵ لگ بود که تا پایان دوره به ۳.۵۷ لگ افزایش یافت. در مقابل، تیمار ε-PL-2 کمترین میزان محتوای میکروبی را در روز ۲۰ نشان داد (۲.۲۰ لگ). قابل توجه است که نمونه شاهد یک برابر بیشتر از تیمار ε-PL-2 رشد میکروبی داشت. داده‌های ارائه شده نشان می‌دهد که تمام تیمارها با موفقیت از رشد میکروبی جلوگیری کردند، که با تحقیقات قبلی مبنی بر اینکه ترکیبات فنلی موجود در عصاره‌ها و اسانس‌ها می‌توانند با ایجاد اختلال در سیستم‌های آنزیمی و مواد ژنتیکی باکتری‌ها، منجر به مرگ آنها شوند و در نتیجه، سطح میکروبی را کاهش دهند، همخوانی دارد (Viacava et al., 2018; He et al., 2023). نتایج مطالعه ما با این یافته‌ها همسو است.



نمودار ۳- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آویشن باغی (TV)، آویشن شیرازی (ZM)، مریم‌گلی بنفش (SV)، پلی‌لیسین (PL) بر بار میکروبی کاهو در طول نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد.

نتایج تحقیق ما برای اولین بار نشان داد که عصاره‌های گیاهی و پلی‌لیسین مورد استفاده به عنوان تیمارهای خوراکی، دارای توانایی افزایش دوره نگهداری کاهو هستند. نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد، تاخیر قابل توجهی در ویژگی‌های بیوشیمیایی و فساد نشان دادند. علاوه بر این، غلظت عصاره‌های به کار رفته برای مهار رشد میکروبی به حدی بود که هیچ تاثیری بر طعم و کیفیت کلی محصول نداشت. بنابراین، آن‌ها به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی جدید برای جلوگیری از فساد و افزایش دوره نگهداری پس از برداشت سبزیجات برگی توصیه می‌شوند.

منابع

Abedi, A., Lakzadeh, L., Amouheydari, M. 2021. Effect of an edible coating composed of whey protein concentrate and rosemary essential oil on the shelf life of fresh spinach. Journal of Food Processing and Preservation. 45: 1–9.

Bandian, L., Moghaddam, M., Bahreini, M., Vatankhah, E. 2022. Antibacterial characteristics and mechanisms of some herbal extracts and ε-polylysine against two spoilage bacteria. Food Bioscience. 50: 102060.

Dalcantara, L., Mouekouba, O., Zhang, L., Guan, X., Chen, X., Chen, H., Zhang, J., Zhang, J., Li, J., Yang, Y., Wang, A. 2014. Analysis of *Clonostachys rosea*-induced resistance to tomato gray mold disease in tomato leaves. PLoS ONE. 9.

He, Y., Ye, H. C., You, T. T., Xu, F. 2023. Sustainable and multifunctional cellulose-lignin films with excellent antibacterial and UV-shielding for active food packaging. Food Hydrocolloids. 137: 1–6.

Nxumalo, K. A., Fawole, O. A. 2022. Effects of chitosan coatings fused with medicinal plant extracts on postharvest quality and storage stability of purple passion fruit (*Passiflora edulis* var. Ester). Food Quality and Safety. 6: 1–19.

Shen, X., Zhang, M., Fan, K., Guo, Z. 2020. Effects of ε-polylysine/chitosan composite coating and pressurized argon in combination with MAP on quality and microorganisms of fresh-cut potatoes. Food and Bioprocess Technology. 13: 145–158.

Vakili-Ghartavol, M., Arouiee, H., Golmohammadzadeh, S., Naseri, M., Bandian, L. 2024. Edible coatings based on solid lipid nanoparticles containing essential oil to improve antimicrobial activity, shelf-life, and quality of strawberries. Journal of Stored Products Research. 106: 102262.

Viacava, G. E., Ayala-Zavala, J. F., González-Aguilar, G. A., Ansorena, M. R. 2018. Effect of free and microencapsulated thyme essential oil on quality attributes of minimally processed lettuce. Postharvest Biology and Technology. 145: 125–133.

Wani, S. M., Gull, A., Ahad, T., Malik, A. R., Ganaie, T. A., Masoodi, F. A., Gani, A. 2021. Effect of gum Arabic, xanthan and carrageenan coatings containing antimicrobial agent on postharvest quality of strawberry:

Assessing the physicochemical, enzyme activity and bioactive properties. International Journal of Biological Macromolecules. 183: 2100–2108.

Yang, Y., Zhang, Z., Li, S., Ye, X., Li, X., He, K. 2014. Synergy effects of herb extracts: Pharmacokinetics and pharmacodynamic basis. Fitoterapia. 92: 133–147.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Influence of plant extracts and ε-polylysine on shelf-life quality of fresh-cut Lettuce

Leila Bandian[1*], Mohammad Moghaddam[1], Masoumeh Bahreini[2] and Masoumeh Vakili-Ghartavol[1*]
1. Department of Horticultural Science and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, P.O. Box 91775-1163, Mashhad, Iran.
2. Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad.
Corespounding author: le.bandiansofla@mail.um.ac.ir; m.vakili@mail.um.ac.ir

Abstract

This research investigated the potential of natural plant (*Thymus vulgaris*, Zataria multiflora, Salvia verticillata) and ε-polylysine as effective and sustainable alternatives to synthetic chemicals in preserving the quality of cut lettuce during 20 days of cold storage (8°C). Different concentrations of each treatment were evaluated within specified ranges. The results showed that all treatments, compared to the control group, significantly reduced lettuce weight loss during the storage period. Specifically, ε-polylysine (3 mL/L) and *Thymus vulgaris* extract (2 g/L) demonstrated superior performance. These treatments effectively inhibited the activity of enzymes responsible for lettuce quality degradation, such as cellulase and polyphenol oxidase, while simultaneously increasing the activity of antioxidant enzymes like catalase. This process helped reduce damage caused by reactive oxygen species and, consequently, effectively maintained the sensory quality and overall freshness of the lettuce during storage. These findings clearly indicate that plant extracts and polylysine have significant potential as natural preservatives for extending the shelf life and preserving the quality of cut lettuce.

Keywords: Antimicrobial, Natural antioxidants, Postharvest, Shelf life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر غلظت‌های مختلف یلومکس بر سبززدایی و کیفیت میوه‌های پرتقال رقم تامسون ناول

ابوذر هاشم‌پور[۱*]، آزاد عمرانی[۲]، سمانه اسدی صنم[۳]، جواد فتاحی مقدم[۱]، سیده الهام سید قاسمی[۱] و معصومه کیا اشکوریان[۱]

۱- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۲- شرکت دانش میوه خاورمیانه، کرج، ایران

۳- بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *a.hashempour@areeo.ac.ir*

چکیده

رنگ پوست میوه مرکبات عاملی کلیدی است که بر میزان مقبولیت آن نزد مصرف کننده تأثیر گذار است. با توجه به تاثیر تغییرات اقلیمی بر رنگ‌گیری و تقاضای بازارهای داخلی و خارجی برای عرضه میوه‌ها در اوایل فصل، لازم است شیوه مناسب برای تغییر رنگ پوست میوه‌ها در مرحله پس از برداشت بکار گرفته شود. در همین راستا طی آزمایشی اثر سبززدایی با غلظت‌های مختلف یلومکس (آزاد کننده اتیلن) روی میوه‌های سبز بالغ پرتقال رقم تامسون تحت دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل غلظت‌های مختلف یلومکس در چهار سطح (شاهد، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام) و عامل دوم زمان نمونه‌برداری در پنج سطح با فواصل دو روز بود. میوه‌های تیمار شده به دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. نتایج سبززدایی تحت دمای ۲۲ درجه سانتیگراد نشان داد که پوست میوه‌های تیمار شده با غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام تحت دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در همه روزهای آزمایش از نظر شاخص‌های رنگ در مقایسه با شاهد و سایر غلظت‌های یلومکس به طور معنی‌داری برتر بود. همچنین تمام شاخص‌های رنگ پوست با گذشت زمان تا ۶ روز پس از تیمار تغییر داشتند و پس از آن در مقایسه با روز ششم تفاوت چندانی نداشتند. بررسی نتایج نشان دهنده عدم تاثیرگذاری تیمارهای یلومکس بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه طی فرآیند سبززدایی بود. بر اساس بررسی روزانه تغییرات رنگ و همچنین ارزیابی تیم تست پنل بهترین و جذاب‌ترین رنگ پوست میوه‌های پرتقال در تیمار ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اتیلن، سبززدایی، کیفیت، مرکبات.

مقدمه

در اقلیم‌های نیمه گرمسیری، زرد شدن پوست مرکبات زمانی رخ می‌دهد که دمای شبانه کمتر از ۱۲/۸ درجه سانتیگراد و یا دمای خاک زیر ۱۲ درجه سانتیگراد باشد. با این حال، دما و رطوبت نسبی بالا در اوایل فصل برداشت موجب می‌شود که میوه‌هایی که در مناطق گرمتر رشد می‌کنند، اغلب به بلوغ فیزیولوژیکی می‌رسند و کیفیت غذایی عالی دارند، در حالی که پوست سبز باقی می‌ماند. پوست سبز مرکبات هرچند با کیفیت داخلی مرتبط نیست ولی با این حال برای پذیرش مصرف کننده داخلی و یا برای بازار صادرات، میوه باید پوست نارنجی داشته باشد. همچنین برای اجتناب از یخبندان زمستانی میوه برخی ارقام مرکبات باید زود برداشت شوند، در نتیجه پوست میوه ظاهر ضعیفی دارد. بنابراین عرضه به بازارهای داخلی و یا صادرات این نوع میوه‌ها مستلزم افزایش رنگ پوست است که معمولا با تیمارهای رنگ افزایی و یا سبززدایی به دست می‌آید. با توجه به مسائل بهداشتی، افزودن رنگ به میوه مرکبات ممنوع است. بر همین اساس سبززدایی با استفاده از هورمون طبیعی اتفن برای دستیابی به میوه‌هایی با رنگ مناسب امری پذیرفته شده در سطح جهان است. اگرچه میوه مرکبات نافرازگرا هستند، ولی کاربرد خارجی اتیلن واکنش‌های فیزیولوژیکی و مولکولی آن را تسریع می‌کند. تاثیر اتیلن خارجی روی میوه مرکبات مشابه پاسخ‌هایی است که به طور طبیعی طی رسیدن ایجاد می‌شوند مانند تغییر رنگ پوست (Porat, 2008). عمده پاسخ به کاربرد اتیلن در رنگ پوست مرکبات رخ می‌دهد و با تغییر سریع از سبز به زرد یا نارنجی همراه است. تغییر رنگ در فلاودو مرکبات ناشی تخریب همزمان کلروفیل‌ها و تجمع کاروتنوئیدها است (Rodrigo and Zacarias, 2007). کارایی کاربرد اتیلن در سبززدایی مرکبات به عواملی مختلفی از جمله رقم میوه، مانند غلظت اتیلن، زمان قرار گرفتن در معرض تیمار، دما، رطوبت نسبی و مرحله بلوغ میوه بستگی دارد (Sdiri et al., 2012). در پژوهشی سبززدایی میوه‌های نارنگی تنگور مورکات (Murcott) با غلظت‌های مختلف اتفن ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در

لیتر مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از تیمار، میوه ها در دمای ۱۵ یا ۲۵ درجه سانتی گراد با رطوبت نسبی ۹۰ درصد نگهداری شدند. آنها نتیجه‌گیری کردند که تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اتفون تاثیر معنی داری در بهبود رنگ میوه نشان داد و این غلظت ممکن است کاربرد تجاری بالقوه‌ای برای سبززدایی میوه تنگور مورکات داشته باشند (Jomori et al., 2010). با توجه به اینکه در ایران تاکنون تحقیقات جامعی در ارتباط با اینکه چه غلظتی از اتفن مناسب سبززدایی پوست پرتقال است و اینکه این تیمارها چه تاثیری روی ترکیبات درونی میوه که تعیین کننده ارزش غذایی و طعم و مزه میوه هستند کمتر مورد توجه قرار گرفته است، بنابراین هدف از انجام آزمایش حاضر ارزیابی تاثیر سبز زدایی با غلظت‌های مختلف اتفن بر افزایش بازارپسندی، کیفیت میوه پرتقال تامسون طی فرآیند سبززدایی است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر غلظت‌های مختلف اتفن روی سبززدایی و شاخص‌های کیفی میوه های پرتقال رقم تامسون تحت دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً در سه تکرار تصادفی اجرا می شود. عامل اول شامل غلظت‌های مختلف یلومکس (۱- یلومکس ۱۰۰۰ پی پی ام ۲- یلومکس ۲۰۰۰ پی پی ام ۳- یلومکس ۳۰۰۰ پی پی ام ۴- شاهد (آب مقطر) و عامل دوم زمان نمونه برداری با حداقل ۵ زمان نمونه‌برداری با فواصل ۲ روز بود. بدین منظور ابتدا میوه‌های در مرحله بلوغ فیزیولوژیک بر اساس نسبت TSS/TA برداشت شدند. سپس میوه‌های یکنواخت از نظر اندازه و عاری از هرگونه ضایعات جهت اعمال تیمارها (با ۳ تکرار و در هر تکرار ۲ میوه) انتخاب شدند. اعمال غلظت‌های مختلف یلومکس به صورت غوطه وری در محلول با دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و برای همه تیمارها ۱۲۰ ثانیه بود. میوه‌ها پس از خشک شدن طی ۲۴ ساعت در فضای اتاق، به منظور سبززدایی به دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. میوه‌ها پس از سبززدایی به سردخانه منتقل شده و دو ماه در سردخانه (دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۹۵ درصد) نگهداری شدند. ارزیابی‌های مختلف طی سبززدایی به صورت روزانه یا هر دو روز یکبار انجام شد.

رنگ پوست: تغییرات رنگ پوست با استفاده از دستگاه کرومومتر (مدل Minolta – 400 CR ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد (Jimenez et al., 1981). در این روش مقادیر L* (درخشندگی)، a* (سبزی (-) به قرمزی (+) و b* (آبی (-) به زردی (+)، زاویه رنگ (Hue angle =* arctan (b*/a) و کروما (Chroma= a*2 + b*2)1/2 اندازه‌گیری گردید.

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه: شامل ضخامت پوست، TSS، TA و ویتامین ث نیز طبق روش‌های رایج اندازه گیری شد.

تجزیه آماری داده‌ها پس از اطمینان از نرمال بودن، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم¬افزار SAS نسخه ۹/۲ صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال متناظر انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمار با غلظت‌های مختلف یلومکس و زمان نمونه‌برداری و همچنین اثر متقابل تیمار و زمان بر شاخص‌های مختلف رنگ پوست اثر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که شاخص‌های مختلف رنگ پوست تحت تاثیر غلظت یلومکس بکار برده شده قرار گرفتند (جدول ۱). شاخص‌های درخشندگی پوست (L*)، کروما ((C، a* (سبزی (-) به قرمزی (+) و b*]آبی (-) به زردی (+)[پوست در غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام یلومکس به طور معنی‌داری بالاتر از شاهد و سایر غلظت های یلومکس بود. همچنین نتایج نشان داد که رنگ پوست میوه‌ها با گذشت زمان دستخوش تغییرات معنی‌داری شدند و با گذشت زمان تا ۶ روز پس از تیمار تمام شاخص‌های رنگ تغییر نشان دادند و پس از آن تا ۸ روز پس از تیمار هرچند این تغییرات ادامه یافت ولی در مقایسه با روز ششم تفاوت چندانی نداشتند (جدول ۲).

در آزمایش حاضر نتایج نشان داد که L*، C*، a* و b* در غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام با گذشت زمان در مقایسه با سایر تیمارها افزایش معنی‌دار یافتند و این افزایش تا روز ششم چشمگیر بود. شاخص رنگ برون‌بر میوه (CCI) است. منفی بودن مقدار به معنی رنگ سبز تا سبز تیره پوست است. مقدار نزدیک به صفر به معنی رنگ سبز- زرد (متوسط) است. مقادیر کوچک ولی مثبت به معنی رنگ زرد است و مقادیر مثبت بزرگ به معنی رنگ نارنجی – قرمز است. نتایج پژوهش دیگر نیز نشان داده است که تیمار پس از برداشت اتفن باعث بهبود رنگ

خارجی مرکبات شد که با افزایش شاخص رنگ مرکبات(CCI) ، کروما (C*) و در زاویه رنگ (h) مشاهده شد و کلروفیل کل کاهش یافت (Zhang and Zhou., 2019).

جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف یلومکس بر شاخص‌های رنگ میوه‌های سبزدایی شده در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد.

تیمار	L*		C*		h		a*		b*		CCI	
شاهد	۵۸/۴۷	b	۶۰/۰۴	b	۹۷/۷۶	b	-۶/۹۷	c	۵۹/۲۱	b	-۲/۷۲	c
۱۰۰۰ پی پی ام	۵۴/۲۷	c	۵۹/۸۱	b	۹۳/۹۸	c	-۲/۳۹	b	۵۹/۲۳	b	-۱/۸۰	b
۲۰۰۰ پی پی ام	۶۳/۰۲	a	۶۷/۲۴	a	۹۱/۱۶	d	۰/۱۶	a	۶۶/۵۵	a	-۱/۸۰	b
۳۰۰۰ پی پی ام	۴۸/۱۲	d	۴۸/۱۴	c	۱۰۴/۲۳	a	-۱۱/۸۳	d	۴۸/۸۸	c	-۰/۷۲	a

جدول ۲- اثر زمان (روز) بر شاخص‌های رنگ میوه‌های سبزدایی شده در در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد.

زمان (روز)	L*		C*		h		a*		b*		CCI	
۱	۴۴/۲۰	d	۴۳/۲۸	d	۱۰۷/۵۰	a	-۱۲/۹۹	f	۴۱/۲۸	e	-۶/۹۶	f
۲	۴۷/۰۲	d	۴۶/۹۲	d	۱۰۶/۰۹	a	-۱۲/۹۰	f	۴۵/۰۹	e	-۵/۹۵	e
۳	۵۴/۳۷	c	۵۶/۸۷	c	۹۹/۴۸	b	-۸/۷۲	e	۵۵/۹۶	d	-۲/۵۱	d
۴	۵۶/۹۹	bc	۶۰/۷۱	bc	۹۶/۱۴	c	-۵/۵۹	d	۶۰/۰۷	c	-۱/۱۶	c
۵	۵۹/۵۶	ab	۶۴/۲۷	ab	۹۳/۲۳	d	-۲/۷۲	c	۶۳/۷۶	bc	-۰/۰۲	b
۶	۶۰/۸۱	a	۶۶/۲۰	ab	۹۱/۷۵	de	-۱/۰۴	bc	۶۵/۷۳	ab	۰/۴۵	ab
۷	۶۱/۸۶	a	۶۲/۹۹	b	۹۰/۴۴	e	۰/۵۱	ab	۶۷//۰۸	ab	۰/۹۴	a
۸	۶۲/۹۴	a	۶۹/۲۳	a	۸۹/۶۱	e	۱/۴۲	a	۶۸/۷۷	a	۱/۱۱	a

نتایج نشان داد که تنها زمان نمونه‌برداری طی فرآیند سبزدایی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه مانند ضخامت پوست، TSS، TA و ویتامین ث گوشت میوه تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۳). در حالی که کاربرد غلظت‌های مختلف یلومکس و همچنین اثر متقابل زمان نمونه برداری و تیمار یلومکس بر این ویژگی‌های تاثیر معنی داری نشان ندادند. به طور کلی بر اساس بررسی روزانه تغییرات رنگ و همچنین ارزیابی تیم تست پنل بهترین و جذاب‌ترین رنگ پوست میوه‌های پرتقال در تیمار ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام حاصل شد.

جدول ۳- اثر زمان نمونه‌بردای بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه پرتقال در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد.

زمان (روز)	ضخامت پوست (mm)		TSS		TA		TSS/TA		ویتامین ث (mg/100g)	
۰	۳/۴۲	a	۹/۰۷	c	۲/۰۳	a	۴/۴۷	b	۲۲/۰۱	a
۳	۳/۲۷	a	۹/۲۲	bc	۲/۱۳	a	۴/۳۳	b	۱۹/۷۹	b
۶	۲/۹۷	b	۹/۴۵	b	۱/۸۶	b	۵/۰۸	ab	۲۰/۰۹	b
۹	۲/۹۲	b	۱۰/۰۳	a	۱/۷۸	b	۵/۶۳	a	۱۹/۳۹	b

نتایج آزمایش حاضر نشان دهنده عدم تاثیر تیمارهای سبزدایی بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی میوه بود. پژوهش‌ها نیز نشان داده است که تغییرات کیفی درونی میوه کمتر تحت تاثیر تیمارهای سبزدایی قرار می‌گیرند. طی پژوهشیMachado و همکاران (۲۰۱۵) اثرات اتیلن بر رنگ پوست و تغییرات بیوشمیایی در پرتقال رقم "Lane late" گزارش کردند که قرار گرفتن میوه‌ها در معرض اتیلن بر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، مواد جامد محلول، نسبت اسیدیته به مواد جامد محلول، یا سفتی بافت تأثیری نداشت (Machado

et al. 2015). بر اساس بررسی روزانه تغییرات رنگ و همچنین ارزیابی تیم تست پنل بهترین و جذاب‌ترین رنگ پوست میوه‌های پرتقال در تیمار ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام حاصل شد.

منابع

Jiménez-Cuesta, M., Cuquerella, J. and Martínez-Jávega, J. M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening, fourth ed. Proceedings of the International Society of Citriculture. 2: 750–753.

Jomori, M. L. L., Sestari, I., de AM Terra, F., Chiou, D. G. and Kluge, R. A. 2010. Degreening of 'Murcott' tangor with ethephon treatments. Acta Horticulturae. 815.

Machado, F. L., Cajazeira, J. P. and Costa, J. 2015. Color change and quality response of 'Lane Late' orange submitted to degreening process. Engenharia Agrícola. 35(1): 144–153.

Porat, R. 2008. Degreening of citrus fruit. Tree and Forestry Science and Biotechnology. 2: 71–76.

Rodrigo, M. and Zacarias, L. 2007. Effect of postharvest ethylene treatment on carotenoid accumulation and the expression of carotenoid biosynthetic genes in the flavedo of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. Postharvest Biology and Technology. 43: 14–22.

Sdiri, S., Navarro, P., Monterde, A., Benabda, J. and Salvador, A. 2012. New degreening treatments to improve the quality of citrus fruit combining different periods with and without ethylene exposure. Postharvest Biology and Technology. 63(1): 25–32.

Zhanga, P. and Zhou, Z. 2019. Postharvest ethephon degreening improves fruit color, flavor quality and increases antioxidant capacity in 'Eureka' lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. f.). Scientia Horticulturae. 248: 70–80.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of Yellomax on degreening and quality of sweet orange fruits cv Thomson novel

Abuzar Hashempou[1*], Azad Omrani[2], Samaneh Asadi- Sanam[3], Javad Fatahi Moghadam[1], Seyedeh Elham Seyed Ghasemi[1] and Masoumeh Kia Eshkevarian[1]

1. Department of Post-harvest Physiology and Technology, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.

2. Department of Post-harvest Physiology, Middle East Fruit Science Co.

3. Medicinal Plants and By-Products Research Department, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Tehran, Iran

Corresponding Author: a.hashempour@areeo.ac.ir

Abstract

The peel color of citrus fruit is a key factor that affects its acceptability to the consumer. Increasing the color of the peel can be achieved with degreening treatments. In this regard, the effect of degreening with different concentrations of Yellowmax (ethylene releaser) on mature green orange fruits of Thomson cultivar in 20-22 degrees Celsius was evaluated. Experiments were carried out factorial in the form of a completely randomized design in three replications. The first factor included different concentrations of Yellowmax at four levels (control, 1000, 2000 and 3000 ppm) and the second factor was the sampling time at five levels with intervals of two days. The results showed that the peel of the fruits treated with a concentration of 2000 ppm under the temperature of 20-22 degrees Celsius on all the days of the experiment in terms of peel brightness indices (L*), chroma (C), a* (green (-) to red (+) and *b [blue (-) to yellow (+)] were significantly higher compared to control treatments and concentrations of 1000 and 3000 ppm of Yellowmax. Also, all the peel color indicators changed over time up to 6 days after the treatment. The results also showed that the physicochemical characteristics of the fruit such as TSS, TA and vitamin C were not affected during the greening process.

Keywords: Citrus, De-greening, Ethylene, Quality.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد ملاتونین در افزایش دوره ماندگاری و حفظ کیفیت پس از برداشت میوه زردآلو

احمدرضا نظری[۱]، فریال وارسته[۱*] و عظیم قاسم‌نژاد[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *f.varasteh@gau.ac.ir*

چکیده

محصولات باغبانی پس از برداشت به دلیل فعالیت‌های زیستی و متابولیکی، به سرعت کیفیت خود را از دست داده و دچار فساد می‌شوند که باعث افزایش ضایعات غذایی می‌شود. به همین دلیل، یافتن روش‌های مؤثر برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت پس از برداشت از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از رویکردهای نوین در این زمینه استفاده از ملاتونین به عنوان تیمار پس از برداشت است. ملاتونین، هورمونی طبیعی که در گیاهان نیز تولید می‌شود، نقش‌های مهمی در تنظیم پاسخ‌های ضد اکسیدانی، کنترل تنفس و کاهش تنش‌های اکسیداتیو ایفا می‌کند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که استفاده از ملاتونین می‌تواند با کاهش تولید رادیکال‌های آزاد و بهبود فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی، فرآیند پیری و فساد محصولات باغبانی را به تأخیر اندازد. بنابراین، ملاتونین به عنوان یک ماده طبیعی و بی‌خطر، پتانسیل بالایی برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت پس از برداشت محصولات باغبانی دارد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های شیمیایی مرسوم در این حوزه باشد. در پژوهش حاضر اثر ملاتونین با دو روش غوطه‌وری و تحت فشار و با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر بر کیفیت میوه زردآلو پس از ۱۴ و ۲۸ انبارمانی در دمای یک درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد بررسی شد. نتایج نشان داد اثرات سه‌گانه روش کاربرد و غلظت ملاتونین و مدت انبارمانی بر مواد جامد محلول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص طعم و فنل کل، pH، اسید قابل تیتر و کاهش وزن بعد از انبارداری معنی‌دار بود. میزان کاهش وزن، pH، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص طعم، فنل کل میوه طی دوره انبارمانی افزایش یافت، درحالی‌که از میزان ویتامین C، اسیدیته قابل تیتر وکارتنوئید میوه کاسته شد. به‌علاوه میزان اسیدیته و شاخص طعم در روش تحت فشار برای کاربرد ملاتونین بیشتر از روش غوطه‌وری بود درحالی‌که در روش غوطه‌وری میزان بالاتر ویتامین C، اسیدیته قابل تیتر و فنل کل ثبت شد. همچنین کاربرد ملاتونین سبب افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها شد. به‌طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان بیان کرد که کاربرد پس از برداشت ملاتونین در زردآلو به عنوان یک میوه فرازگرا با عمر انبارمانی کم، سبب حفظ کیفیت آن طی دوره انبارمانی گردید.

واژه‌های کلیدی: پیری، کیفیت، عمر قفسه‌ای، ملاتونین.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه

با توجه به زنده بودن محصول در زمان پس از برداشت، برخی محصولات دستخوش تغییرات سریعی می‌گردند و ممکن است کیفیت محصول عرضه شده در بازار علی‌رغم ظاهر مناسب کاهش چشم‌گیری پیدا کرده باشد (Koushesh Saba, 2014). ملاتونین (N-استیل ۵-متوکسی تریپتامین) یک ترکیب ایندولی است که به‌طور طبیعی در گیاهان سنتز می‌شود و به‌عنوان محرک زیستی شناخته شده که موجب افزایش تحمل به تنش‌های زیستی، غیرزیستی، بهبود رشد و توسعه گیاه می‌گردد. همچنین ملاتونین در فرایندهای مختلف رشد گیاه از جمله رشد، تمایز، رسیدن و پیرشدن دخیل است (Zhang et al., 2015). اثر محرک‌های زیستی در گیاه، حاصل تأثیر آن‌ها بر متابولیت‌های گیاه می‌باشد که سبب تحریک بیوسنتز هورمون‌ها، تسهیل جذب عناصر غذایی، تحریک رشد ریشه و افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌گردند. در گیاهان ملاتونین در قسمت‌های مختلفی از جمله ریشه، هیپوکوتیل، برگ، ساقه، گل، میوه و بذر وجود دارد (Arnao and Hernández-Ruiz, 2015). ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ملاتونین شامل: به دام انداختن رادیکال‌های آزاد به صورت مستقیم، تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، تحریک فعالیت سایر آنتی‌اکسیدان‌ها، محافظت از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در برابر آسیب‌های احتمالی و بهبود کارایی انتقال الکترون می‌باشد (Tan et al., 2007). از آنجا که مقدار ملاتونین درون‌زا به‌طور کلی در میوه‌ها و سبزیجات کم است، ممکن است محتوای کم آن برای بهبود حفظ کیفیت بعد از برداشت کافی نباشد. بسیاری از گزارش‌های قبلی نشان

داده‌اند که استفاده از ملاتونین برون‌زا باعث حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌ها و سبزیجات می‌شود (Xu et al., 2019). تحقیقات نشان داده است که استفاده از ملاتونین پس از برداشت می‌تواند پیری را به تاخیر بیندازد و کیفیت میوه هلو را حفظ کند. در تحقیقی میوه‌های هلو با ملاتونین با غلظت ۰/۱ میلی‌مول در لیتر تیمار شدند و پس از آن در دمای محیط به مدت هفت روز نگهداری شدند. میوه‌های تیمار شده پیری آهسته‌ای را نشان دادند و کاهش وزن و پوسیدگی کمتری داشتند. میوه‌های تیمار شده از استحکام و مواد جامد محلول بیشتری برخوردار بوده و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، کاتالاز و پراکسیداز آسکوربات) را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. علائم آسیب سرما در میوه‌های هلو (نگهداری شده در دمای یک درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۸ روز) با تیمار ۰/۱ میلی‌مولار ملاتونین به تاخیر افتاد و با استفاده از ملاتونین نسبت بالاتری از اسیدهای چرب اشباع نشده به اشباع موجود در میوه هلو حفظ شد (Cao et al., 2018). همچنین تیمار ملاتونین ۰/۵ میلی‌مولار برای یک ساعت می‌تواند رسیدن، تولید اتیلن و نرم شدن میوه انبه را به تاخیر بیندازد و تجمع آبسیزیک اسید نیز در میوه تحت تیمار متوقف شد (Liu et al., 2018). در مطالعه‌ای نشان داده شد که زردآلو با سه بار محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد میوه با ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار دارای عملکرد بیشتری نسبت به تیمار شاهد بود. به علاوه کاهش وزن، کاهش سفتی و اسیدیته طی نگهداری میوه در سردخانه در میوه‌های حاصل از درختان تحت تیمار با ملاتونین به تاخیر افتاد. همچنین تحت تأثیر تیمار قبل از برداشت ملاتونین، در زردآلوهای ذخیره شده علائم آسیب سرمازدگی در دمای یک درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و میوه‌ها محتوای فنل کل بیشتری را نسبت به گروه شاهد حفظ کردند. بنابراین، ملاتونین می‌تواند ابزاری مفید برای بهبود عملکرد محصول زردآلو و حفظ صفات کیفی میوه در هنگام ذخیره‌سازی باشد (Medina-Santamarina et al., 2021). در این پژوهش، اثر کاربرد پس از برداشت ملاتونین بر خصوصیات کمی و کیفی میوه زردآلو مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام پژوهش حاضر میوه‌های زردآلو رقم رجب‌علی، از یک باغ واقع در شهرستان شاهرود در مرحله بلوغ تجاری برداشت شد و بلافاصله با مراقبت کامل به آزمایشگاه فیزیولوژی گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال یافتند. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار با سه عامل: اول، غلظت ملاتونین در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر)، دوم، روش کاربرد ملاتونین در دو سطح (غوطه‌وری و تحت فشار) و سوم، مدت انبارمانی در سه سطح (روز صفر، روز ۱۴ و روز ۲۸) انجام شد. برای هر تیمار ۱۲ عدد میوه زردآلو با اندازه یکسان در نظر گرفته شد. در روش غوطه‌وری، میوه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول‌های ملاتونین با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر فرو برده شدند و در روش تحت فشار به مدت هشت دقیقه در این محلول‌ها در شرایط خلاء تحت فشار ۰/۲ بار قرار گرفتند. میوه‌های شاهد به دو صورت بدون هیچ‌گونه تیمار و به صورت تیمار با آب مقطر بودند. میوه‌ها پس از انجام تیمار و تبخیر رطوبت سطحی در معرض هوا، در ظروف یک‌بار مصرف درب‌دار پلی‌اتیلنی بسته‌بندی گردیدند و به سردخانه در دمای یک درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل و به مدت ۲۸ روز در این شرایط نگهداری شدند. در طی روزهای صفر، ۱۴ و ۲۸ از دوره انبارمانی خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه‌ها اندازه‌گیری شد. وزن نمونه‌ها بعد از اعمال تیمارهای آزمایشی، در ابتدای آزمایش و پس از هر بار خروج از سردخانه طی روزهای ۱۴ و ۲۸ با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و درصد کاهش وزن محاسبه گردید. مقدار مواد جامد محلول کل با استفاده از دستگاه رفرکتومتر، اسید قابل تیتر با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و ویتامین C توسط تیتراسیون با محلول ید سنجیده شد. همچنین میزان فنل کل با معرف فولین در طول موج ۷۶۰، فلاونوئید کل از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم در طول موج ۴۱۵ نانومتر، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از معرف دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

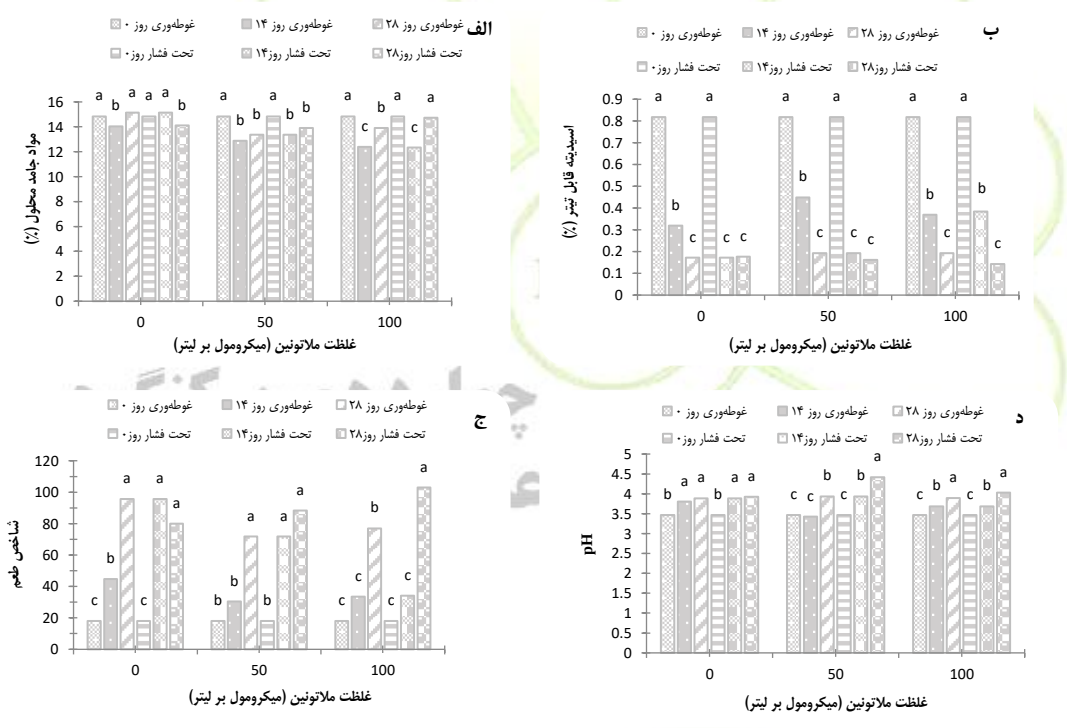
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثرات سه‌گانه روش اعمال و غلظت ملاتونین و مدت انبارمانی بر مواد جامد محلول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص طعم، فنل کل، pH، اسید قابل تیتر و کاهش وزن بعد از انبارمانی معنی‌دار بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت و روش کاربرد پس از برداشت ملاتونین بر میوه‌های زرد آلو طی انبارمانی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		pH	اسید قابل تیتر	مواد جامد محلول	شاخص طعم	ویتامین C	فعالیت آنتی اکسیدانی	فنل کل	کاهش وزن
غلظت (a)	۲	۰/ ۰۲۲ns	۰/۰۰۸ ns	۴/۱۳**	۶۴۸*	۰/۰۰۱ ns	۱۵۵۱**	۰/۰۰ ns	۲۵**
روش کاربرد (b)	۱	۰/۲۵**	۰/۰۳۶**	۰/۵۷ ns	۲۳۸۳**	۰/۰۶۹**	۱۰۵ ns	۰/۰۰**	۱۵۳**
انبارداری (c)	۲	۱/۳۶**	۲/۰۷**	۹/۸۶**	۲۰۶۷۹**	۲/۶۶**	۱۲۳۶**	۰/۰۰**	۳۵۴**
a×b	۱	۰/۱۲۳**	۰/۰۰۸ ns	۰/۱۳ ns	۱۳۱/۵ ns	۰/۰۰۰ ns	۴/۵ ns	۰/۰۰ ns	۳/۴ ns
a×c	۴	۰/۰۷۶**	۰/۰۰۹*	۲/۵۳**	۷۵۰**	۰/۰۱۴ ns	۳۹۱**	۰/۰۰**	۳۰**
b×c	۲	۰/۰۶۴**	۰/۰۲*	۰/۳۲ ns	۱۱۳۹**	۰/۰۳۸ ns	۴۵۹**	۰/۰۰**	۱۱۰**
a×b×c	۴	۰/۰۳۴*	۰/۰۱*	۰/۹۴**	۸۲۹**	۰/۰۱۵ ns	۷۹۹**	۰/۰۰**	۶*
خطا	۳۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۱۹۹	۱۹۳	۰/۰۱۳	۷۹/۱۱	۰/۰۰	۱/۹
ضریب تغییرات		۲/۶۶	۱۲/۵۷	۳/۱۵	۲۶/۷۷	۱۱/۰۴	۱۲/۹۱	۲۶	۳۳/۳۷

در شکل ۱ (الف) تأثیر روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین بر مقدار مواد جامد محلول در هر یک از غلظت‌های ملاتونین نشان داده شده است. گزارش شده است میوه‌های هلو رقم Shahong و Qinmi که با ملاتونین با غلظت ۰/۱ میلی‌مول در لیتر تیمار و در دمای محیط به مدت ۷ روز نگهداری شده بودند از مواد جامد محلول (TSS) بیشتری برخوردار بودند (Cao et al., 2016). همچنین مواد جامد محلول در طی دوره انبارداری در میوه های گیلاس تحت تاثیر تیمار پس از برداشت ملاتونین افزایش یافت (Ghorbani and Najafzadeh., 2022).

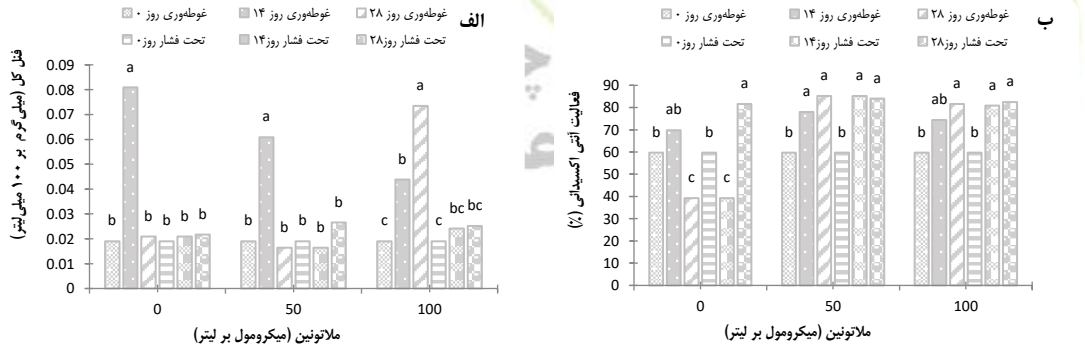


شکل ۱- تأثیر روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین بر مواد جامد محلول (الف)، اسیدیته قابل تیتر (ب)، شاخص طعم (ج) و pH (د) میوه زردآلو در غلظت‌های مختلف ملاتونین.

شکل ۱ (ب) تأثیر روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین بر مقدار اسید قابل تیتر در هر یک از غلظت‌های ملاتونین را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل بین تیمارهای غوطه‌وری- روز صفر و تحت فشار- روز صفر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی این دو تیمار با تیمارهای حاصل از ترکیب دیگر سطوح این دو عامل اختلاف معنی‌دار نشان دادند به‌طوری‌که با افزایش روزهای انبارمانی در هر یک از دو روش کاربرد ملاتونین از مقدار این صفت کاسته شد. با محلول‌پاشی ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار روی درختان زردآلو در مراحل مختلف رشد

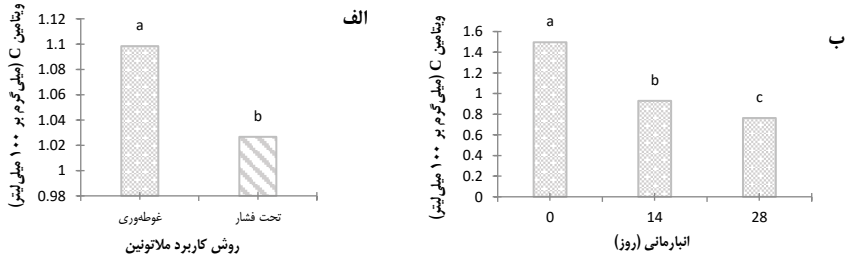
میوه،کاهش اسیدیته قابل تیتر طی نگهداری میوه در سردخانه به تأخیر افتاد (Medina- Santamarina et al., 2021). در شکل ۱ (ج) تأثیر روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین بر مقدار شاخص طعم در هر یک از غلظت‌های ملاتونین مشاهده می‌شود. مطابق این شکل در هر یک از سطوح عامل اول صرف نظر از روش کابرد ملاتونین (غوطه‌وری و یا تحت فشار) با افزایش روزهای انبارمانی بر مقدار این صفت افزوده شد. هر چند در روش تحت فشار برای کاربرد ملاتونین، بین روز ۱۴ و روز ۲۸ اختلاف معنی‌داری برای این صفت وجود نداشت. شکل ۱ (د) تأثیر روزهای انبارمانی (صفر، ۱۴ و ۲۸ روز) و روش کاربرد ملاتونین بر مقدار pH در هر یک از سطوح عامل مقدار ملاتونین را نشان می‌دهد. مطابق این شکل در غلظت‌های مختلف ملاتونین، مقدار pH با افزایش روزهای انبارمانی در هر یک از دو روش کاربرد ملاتونین افزایش یافت.

شکل (۲ الف) تأثیر روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین بر مقدار فنل کل در هر یک از غلظت‌های ملاتونین را نشان می‌دهد. مطابق این شکل در غلظت صفر و ۵۰ میکرومول بر لیتر تیمار غوطه‌وری با ۱۴ روز انبارمانی بیشترین مقدار فنل کل را نشان داد و با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت و بین دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهد نشد. اما در غلظت ۱۰۰ میکرومول بر لیتر بیشترین مقدار فنل کل در تیمار غوطه‌وری با ۲۸ روز انبارمانی دیده شد و تیمار غوطه‌وری با ۱۴ روز انبارداری همراه با تیمار تحت فشار با ۱۴ روز انبارمانی و تحت فشار با ۲۸ روز انبارمانی در گروه بعدی قرار داشت. تحت تاثیر تیمار قبل از برداشت درختان زردآلو با ملاتونین، زردآلوهای انبار شده محتوای مواد فنلی کل بیشتری را نسبت به گروه شاهد دارا بودند (Medina- Santamarina et al., 2021). در میوه‌های گیلاسی که پس از برداشت تحت تیمار ملاتونین قرار گرفته بودند میزان ترکیبات فنلی در سردخانه با دمای پنج درجه سانتی‌گراد افزایش نشان داد (Ghorbani and Najafzadeh., 2022). شکل (۲ ب) تأثیر روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین بر مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در هر یک از غلظت‌های ملاتونین را نشان می‌دهد. مطابق این شکل مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در روزهای ۱۴ و ۲۸ انبارمانی در هر یک از دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر ملاتونین از نظر آماری مشابه بود و بیشتر از روز صفر انبارمانی بودند. به عبارت دیگر استفاده از ملاتونین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش داد. نتایج کاربرد پس از برداشت ملاتونین روی میوه‌های گیلاس نشان داد که ملاتونین خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی داشته و قادر است مانند یک ترکیب محافظت‌کننده برای میوه گیلاس عمل نموده و رادیکال‌های آزاد را مهار نماید. بنابراین تیمار ملاتونین سبب شد تا عمر انبارداری میوه گیلاس با حفظ خواص آنتی‌اکسیدانی افزایش یابد و کیفیت این میوه در مدت انبارداری را بهبود بخشید (Ghorbani and Najafzadeh., 2022).



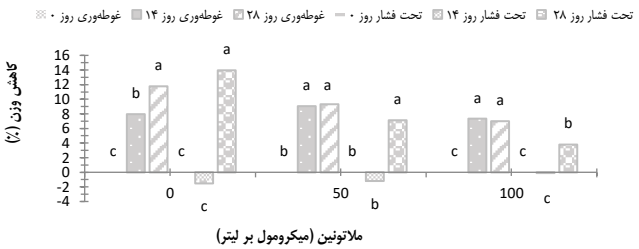
شکل ۲- تأثیر روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین بر فنل کل (الف) و فعالیت آنتی اکسیدانی (ب) میوه زردآلو در غلظت‌های مختلف ملاتونین.

همچنان‌که در شکل ۳ (الف) مشاهده می‌گردد مقدار ویتامین C در تیمار غوطه‌وری اختلاف معنی‌داری با تیمار تحت فشار داشت به‌طوری‌که کاربرد ملاتونین به روش غوطه‌وری باعث افزایش میزان ویتامین C نسبت به روش تحت فشار شد. همچنین مقدار ویتامین C در روزهای مختلف انبارمانی با هم اختلاف معنی‌داری نشان دادند به‌طوری‌که با بیشتر شدن روزهای انبارمانی از مقدار ویتامین C کم شد (شکل ۳ ب).



شکل ۳- مقایسه میانگین میزان ویتامین C میوه زردآلو برای روش کاربرد ملاتونین (الف) و انبارمانی (ب).

شکل ۴ مقایسه میانگین‌های درصد کاهش وزن بعد از انبارمانی برای ترکیب عامل روزهای انبارمانی در عامل روش کاربرد ملاتونین برای هر یک از سطوح غلظت ملاتونین را نشان می‌دهد. مطابق این شکل درحالی‌که در غلظت صفر ملاتونین، بین روز صفر و روز ۱۴ اختلاف معنی‌دار وجود داشت در غلظت‌های دیگر ملاتونین اختلاف معنی‌دار برای صفت کاهش وزن بعد از انبارمانی مشاهده نشد. تیمار ملاتونین در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر مانع کاهش وزن میوه گردید.



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد کاهش وزن میوه زردآلو برای برهمکنش روزهای انبارمانی و روش کاربرد ملاتونین در سطوح غلظت ملاتونین.

بر طبق نتایج این پژوهش میزان pH، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص طعم و فنل کل میوه در طی انبارمانی افزایش یافت درحالی‌که از میزان ویتامین C و اسیدیته قابل تیتر کاسته شد. همچنین مقدار کاهش وزن با گذشت روزهای انبارمانی بیشتر شد. به‌علاوه pH و شاخص طعم در روش تحت فشار برای کاربرد ملاتونین بیشتر از روش غوطه‌وری بود درحالی‌که در روش غوطه‌وری میزان بالاتری ویتامین C، اسیدیته قابل تیتر و فنل کل ثبت شد. کاربرد ملاتونین نیز سبب افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها گردید.

به‌طورکلی بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان بیان کرد با توجه به اینکه زردآلو یک میوه فرازگرا با عمر انبارمانی کم می‌باشد کاربرد پس از برداشت ملاتونین بر خصوصیات کیفی و کمی روی میوه زردآلو رقم رجب‌علی تأثیرات مطلوبی داشت و باعث افزایش عمر انبارمانی میوه‌های آن شد.

منابع

Arnao, M. B., Hernández-Ruiz, J. 2015. Functions of melatonin in plants: a review. Journal of Pineal Research. 59(2): 133–150.

Cao, S., Shao, J., Shi, L., Xu, L., Shen, Z., Chen, W., Yang, Z. 2018. Melatonin increases chilling tolerance in postharvest peach fruit by alleviating oxidative damage. Scientific Reports. 8(1): 1–11.

Cao, S., Song, C., Shao, J., Bian, K., Chen, W., Yang, Z. 2016. Exogenous melatonin treatment increases chilling tolerance and induces defense response in harvested peach fruit during cold storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 64(25): 5215–5222.

Ghorbani, B., Najafzadeh, R. 2022. The role of melatonin on postharvest properties of sweet cherry fruit cv. Siah Mashhad during storage. Journal of Horticultural Science. 36(1): 71–85.

Koushesh Saba, M., Arzani, K., Barzegar, M. 2014. Evaluation of apricot (*Prunus armeniaca* L.) antioxidant changes during storage at cold room. Journal of Food Science and Technology. 11(44): 11–20.

Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., Zheng, L. 2018. Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology. 139: 47–55.

Medina-Santamarina, J., Zapata, P. J., Valverde, J. M., Valero, D., Serrano, M., Guillén, F. 2021. Melatonin treatment of apricot trees leads to maintenance of fruit quality attributes during storage at chilling and non-chilling temperatures. Agronomy. 11: 917.

Tan, D. X., Manchester, L. C., Helton, P., Reiter, R. J. 2007. Phytoremediative capacity of plants enriched with melatonin. Plant Signaling & Behavior. 2(6): 514–516.

Xu, T., Chen, Y., Kang, H. 2019. Melatonin is a potential target for improving post-harvest preservation of fruits and vegetables. Frontiers in Plant Science. 1388.

Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Weeda, S., Ren, S., Guo, Y. D. 2015. Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. Journal of Experimental Botany. 66(3): 647–656.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Melatonin application for extending shelf life and maintaining postharvest quality of apricot fruit

Ahmad Reza Nazari[1], Feryal Varasteh[1*] and Azim Ghasemnezhad[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: f.varasteh@gau.ac.ir

Abstract

Horticultural commodities are prone to rapid quality deterioration and spoilage following harvest, primarily due to ongoing biological and metabolic processes. This postharvest degradation significantly contributes to increased food loss and waste. Consequently, the development of effective strategies to prolong shelf life and preserve the postharvest quality of these products is of paramount importance. Among emerging approaches, the application of melatonin as a postharvest treatment has garnered considerable attention. Melatonin, a naturally occurring indoleamine hormone also synthesized in plants, plays a crucial role in modulating antioxidant defenses, regulating respiratory metabolism, and mitigating oxidative stress. Numerous studies have demonstrated that melatonin application can retard senescence and spoilage in horticultural produce by suppressing reactive oxygen species (ROS) generation and enhancing the activity of endogenous antioxidant systems. In the present investigation, the effects of melatonin treatments on the postharvest quality attributes of apricot fruit (*Prunus armeniaca* L., cv. Rajabali) were evaluated after 14 and 28 days of storage at 1°C and 90% relative humidity. Two application methods, namely dipping and vacuum infiltration, were employed at melatonin concentrations of 50 and 100 µM. The results revealed that the interaction between treatment method, melatonin concentration, and storage duration significantly influenced key quality parameters, including soluble solids content, antioxidant capacity, flavor index, total phenolic content, pH, titratable acidity, and weight loss. During storage, increases in weight loss, pH, antioxidant activity, taste index, and total phenolics were observed, whereas vitamin C content, titratable acidity, and carotenoid levels declined. Notably, vacuum infiltration yielded higher acidity and taste index values compared to dipping, while dipping was more effective in preserving vitamin C, titratable acidity, and total phenolics. Moreover, melatonin treatments markedly enhanced the antioxidant activity of the apricot fruit. Collectively, these findings indicate that postharvest melatonin application serves as an effective strategy to maintain the quality and extend the shelf life of apricot, a climacteric fruit with a relatively short storage period.

Keywords: Melatonin, Quality, Senescence, Shelf life.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر نانوذرات مس و عصاره گیاه مریم گلی بر ماندگاری پس از برداشت گل شاخه بریده ژربرا

میثم محمدی[1*] و قاسم اقلیما[2]

۱-گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *me.mohamadi@ilam.ac.ir*

چکیده

رشد عوامل میکروبی مانند باکتری‌ها در محلول گلجایی یکی از عوامل انسداد آوندها، عدم جذب آب، پژمردگی گلبرگ و خمیدگی گردن در گل شاخه بریده ژربرا می‌باشد. امروزه استفاده از مواد دارای خاصیت باکتری‌کشی از مهمترین راهکارها جهت توسعه عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده می‌باشد. در این پژوهش اثر تیمارهای پس از برداشت عصاره مریم‌گلی ۱٪، نانوذرات مس (سولفات مس) ۵۰ پی‌پی‌ام و ترکیب آن‌ها در داخل محلول گلجایی بر خصوصیات پس از برداشت گل شاخه بریده ژربرا رقم Stanza طی صفر، ۴ و ۸ روز پس از برداشت در دمای ۱±۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۷۰ درصد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمار ترکیبی بخوبی توانست جمعیت باکتریایی محلول گلجایی و خمیدگی گردن گل‌ها را کاهش دهد که در نهایت منجر به افزایش جذب تجمعی محلول گلجایی و افزایش عمر گلجایی گل‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد شد، هرچند بین تیمار ترکیبی و نانوذرات مس از نظر عمر گلجایی و جذب محلول گلجایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمارهای ترکیبی عصاره+نانوذرات مس و سپس نانوذرات مس به ترتیب باعث کاهش نشت یونی، محتوای پرولین، مالون دی آلدهید و افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و فنیل‌آلانین آمونیالیاز در گل‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد طی ۴ و ۸ روز نگهداری شد. در این پژوهش عصاره مریم گلی تنها باعث کاهش جمعیت باکتریایی محلول گلجایی شد و در سایر موارد با نمونه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج حاضر استفاده از تیمار ترکیبی یا نانوذرات مس به تنهایی به عنوان تیمارهایی امید بخش در توسعه عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده ژربرا رقم Stanza پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: باکتری، پرولین، پس از برداشت. کاتالاز.

مقدمه

ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesonii* به دلیل تنوع رنگ و کاربرد متنوع به عنوان گیاه گلدانی و شاخه بریده یکی از محبوب‌ترین گل‌های شاخه بریده در صنعت گلکاری می‌باشد (Mohammadi et al., 2020a). پژمردگی گلبرگ، خمیدگی گردن و عمر گلجایی کم به دلیل توخالی بودن دمگل و انسداد آوندی ناشی از رشد عوامل میکروبی از مهمترین مشکلات پس از برداشت این گل شاخه بریده می‌باشد (Perik et al. 2014). امروزه استفاده از ترکیبات باکتری‌کش در داخل محلول گلجایی یکی از راهکارهای کاهش جمعیت میکروبی، جلوگیری از انسداد آوندی و افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده می‌باشد (Mohammadi et al., 2020b). نانوذرات مس به دلیل اندازه کوچک و سطح فعال ذرات آن، به راحتی وارد غشای باکتری شده و با تغییر در غشای آن باعث نشت محتویات سلول به بیرون و مرگ باکتری می‌شوند (Edrisi et al., 2007). عصاره و اسانس گیاهان دارویی نیز به دلیل وجود متابولیت‌های ثانویه و خاصیت ضد میکروبی در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند (Mohammadi et al., 2020b). مریم گلی با نام علمی *Salvia officinalis* گیاهی معطر از خانواده نعناع است که کاربرد آن در کنترل عوامل میکروبی مانند قارچ‌ها و باکتری‌ها گزارش شده است (Mirza and Ahmadi, 2000). محمدی و همکاران اثر مثبت تیمارهای پس از برداشت تشنه‌داری (Mohammadi et al., 2020b)، اسپرمین، گابا و بتاآمینوبوتیریک اسید (Mohammadi et al., 2020a) را در کاهش خمیدگی گردن و افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده ژربرا گزارش کردند. گزارش شده

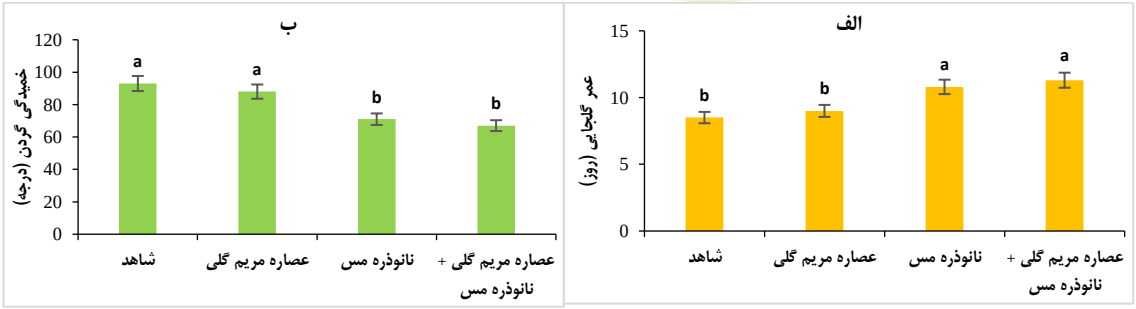
است استفاده از اسانس گیاهان دارویی در محلول نگهدارنده گل شاخه بریده *Chamelaucium uncinatum* سبب افزایش میزان جذب آب، وزن تر و عمر گلجای می‌شود. نتایج دیگر آزمایشها بیانگر نقش ضد قارچی اسانس گیاهان دارویی از جمله آویشن و زنیان بود (Maskouki and Mortazavi, 2005). بنابراین در این پژوهش اثر تیمارهای پس از برداشت نانوذرات مس، عصاره مریم گلی و ترکیب آن‌ها در فرایند پس از برداشت گل‌های ژربرا رقم Stanza مورد مطالعه قرار گرفت.

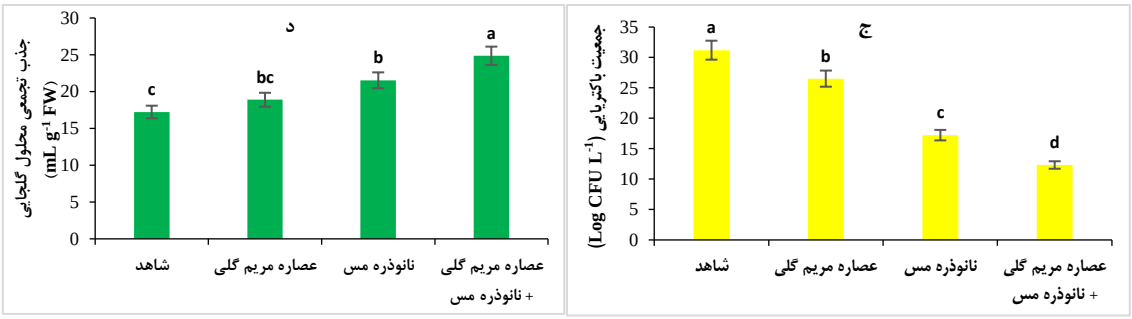
مواد و روش

برای این آزمایش گل‌های شاخه بریده ژربرا رقم Stanza از یک مرکز تجاری در شهرستان پاکدشت تهیه و در داخل ظروف حاوی آب مقطر به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه گل‌ها تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر به شکل اریب بازبرش داده شدند و در داخل بطری‌های شیشه‌ای محتوای ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول گلجایی حاوی ۰/۵ درصد ساکارز به عنوان منبع انرژی نگهداری شدند. تیماهای عصاره مریم‌گلی ۱٪، نانوذرات سولفات مس ۵۰ پی‌پی‌ام و ترکیب آنها به محلول گلجایی اضافه شد. در این پژوهش برای نمونه‌های شاهد هیچگونه تیماری به محلول گلجایی اضافه نشد و تنها ساکار ۰/۵ درصد استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و هر تکرار ۵ شاخه گل طراحی و اجرا شد. گل‌ها تا پایان عمر گلجایی در محیط آزمایشگاه با دمای ۱±۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۷۰ درصد نگهداری شدند و در زمان برداشت، ۴ و ۸ روز پس از آن از نظر شاخص‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفتند. برای تهیه عصاره آبی-الکلی مریم گلی، ابتدا ۱۰۰ گرم بافت خشک مریم گلی در یک لیتر محلول اتانول ۵۰ درصد به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق خیسانده شد، سپس عصاره حاصل توسط کاغذ صافی فیلتر شد و به حجم ۱ لیتر رسانده شد. تیمار ۱ درصد عصاره مریم گلی براساس یک پیش آزمایش از محلول استوک مذکور تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه گیری عمر گلجایی خمیدگی گردن بیش از ۹۰ درصد و پژمردگی گلبرگ‌ها به بیش از ۵۰ درصد به عنوان پایان عمر گلجایی در نظر گرفته شد (Mohammadi et al., 2020a)، خمیدگی گردن توسط نقاله دستی اندازه‌گیری شد، جمعیت باکتریایی بر اساس روش تشریح شده توسط محمدی و همکاران (2020b)، جذب تجمعی از اختلاف حجم اولیه و روز هشتم محلول گلجایی محاسبه شد (Geshnizjany et al. 2014). برای اندازه گیری نشت یونی از روش تشریح شده توسط Ben Hamed و همکاران (۲۰۰۷)، پرولین (Hussein et al., 2024)، مالون دی آلدهید (Zhishen et al., 1999)، کاتالاز و فنیل آلانین آمونیالیاز (Mohammadi et al., 2020b) استفاده شد. نتایج توسط نرم افزار SPSS 26 آنالیز و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد با افزایش زمان نگهداری در محلول گلجایی به دلیل توسعه جمعیت باکتریایی میزان جذب محلول گلجایی کاهش، خمیدگی گردن افزایش و عمر گلجایی کاهش یافت ولی تیمارهای نانوذرات مس و ترکیب نانوذرات مس و عصاره گیاه مریم گلی بخوبی باعث کاهش جمعیت باکتریایی، افزایش جذب محلول گلجایی، کاهش خمیدگی گردن و افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده ژربرا شدند (شکل ۱).





شکل ۱- اثر تیمارها بر عمرگلجایی، خمیدگی گردن، جمعیت باکتریایی و جذب تجمعی محلول گلجایی در روز هشتم نگهداری. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

نتایج مربوط به شاخص‌های بیوشیمیایی نشان داد با افزایش زمان نگهداری گل‌ها در پس از برداشت میزان نشت یونی، محتوای پرولین و مالون دی آلدهید افزایش یافت ولی تیمارهای نانوذرات مس و ترکیب نانوذرات مس+عصاره مریم گلی بخوبی باعث کاهش این شاخص‌ها در پس از برداشت شدند. نتایج مربوط به فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و فنیل آلانین آمونیالیاز نیز نشان داد این تیمارها باعث حفظ فعالیت این آنزیم‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد و تیمار عصاره مریم گلی در طول پس از برداشت گل‌های شاخه بریده ژربرا شدند (جدول ۱).

جدول ۱- اثر تیمارهای مورد مطالعه بر برخی صفات گل شاخه بریده ژربرا رقم Stanza طی نگهداری پس از برداشت.

تیمارها	زمان انبارمانی	نشت یونی (٪)	محتوای پرولین nmol g^{-1} (FW)	محتوای مالون دی آلدهید nmol g^{-1} (FW)	فعالیت کاتالاز (U g^{-1} FW)	فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز (U g^{-1} FW)
-	در برداشت	19.21^{d*}	151.23^{f}	17.36^{h}	18.19^{c}	26.23^{a}
شاهد	۴ روز نگهداری	37.32^{b}	193.24^{cd}	32.56^{e}	28.23^{a}	21.35^{c}
عصاره مریم گلی		35.41^{b}	188.23^{d}	29.98^{f}	25.56^{b}	23.94^{b}
نانوذرات مس		29.12^{c}	171.32^{e}	27.41^{g}	24.23^{b}	24.56^{b}
نانوذرات مس+ عصاره مریم گلی		27.11^{c}	170.11^{e}	27.02^{g}	25.10^{b}	24.36^{b}
شاهد	۸ روز نگهداری	48.32^{a}	298.31^{a}	65.32^{a}	9.06^{f}	11.23^{e}
عصاره مریم گلی		45.56^{a}	286.32^{a}	59.06^{b}	11.31^{e}	12.59^{e}
نانوذرات مس		38.21^{b}	241.12^{b}	47.89^{c}	16.54^{d}	16.54^{d}
نانوذرات مس+ عصاره مریم گلی		35.12^{b}	209.47^{c}	41.71^{d}	17.02^{cd}	17.32^{d}

*میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش کاهش انسداد آوندها با کاهش رشد باکتری‌ها در محلول گلجایی به دلیل خاصیت ضدباکتریایی نانوذرات مس و عصاره گیاهان دارویی یکی از مهمترین دلایل حفظ جذب آب توسط گل‌ها، ماهش خمیدگی گردن و افزایش عمر گلجایی در گل‌های شاخه

بریده ژربرا بود. بنابراین حفظ تعادل آبی توسط گل‌های تیمار شده باعث کاهش تنش پس از برداشن در این گل‌ها شده که در نتیجه میزان نشت یونی، محتوای پرولین و مالون دی آلدهید کاهش و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و فنیل آلانین آمونیالیاز در سطح بالاتری حفظ شد.

مشابه نتایج حاضر افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده نرگس توسط نانو سولفات مس به کاهش جمعیت باکتریایی محلول گلجایی توسط این تیمار نسبت داده شده است (Kamiab and Mohammadi, 2019). در گزارش دیگر مشخص شد سولفات مس در کنترل واکنش‌های اکسیداسیون و احیا به عنوان کوفاکتور سیتوکروم اکسیداز عمل می‌کند. همچنین بخاطر کنترل جمعیت باکتریایی محلول گلجایی سبب افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده میخک می‌شود (Edrisi et al., 2008). علاوه بر انسداد آوندی و برهم زدن تعادل آبی گل‌ها، تولید اتیل و بروز پیری یکی دیگر از اثرات مخرب باکتری‌ها در محلول گلجایی است، که در این پژوهش تیمارهای آزمایش بخوبی با کاهش جمعیت باکتریایی محلول گلجایی باعث افزایش عمر گلجایی گل‌های ژربرا شدند (Hoppen et al., 2019). همچنین گزارش شده است که اتصال اتیلن به *etr-1* به کوفاکتوری فلزی مانند مس نیازمند است که تنها یون نقره اثری مشابه مس دارد که احتمالاً یون مس موجود در نانوذرات مس با اتصال به گیرنده اتیلن موجب افزایش عمر گلجایی گل‌ها شده است (Hashemabadi et al., 2006). بنابراین در این پژوهش تیمارهای نانوذرات مس و عصاره مریم گلی توانستند جمعیت باکتریایی محلول گلجایی را کاهش و باعث افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده ژربرا شوند.

منابع

Ben Hamed, K., Castagna, A., Salem, E., Ranieri, A., Abdelly, C. 2007. Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) under salinity conditions: a comparison of leaf and root antioxidant responses. Plant Growth Regulation. 53: 185–194.

Edrisi, B., Hasanzadeh, S., Naderikhah, N., Ansari, F., Arabi, A. 2008. Investigation of the effect of storage solutions on increasing the post-harvest life and flowering of cloves. National Symposium on Strategies to Improve Production and Export of Iranian Flowers and Ornamental Plants. Mahallat. pp. 3–9.

Geshnizjany, N., Ramezania, N. A., Khosh-Khui, M. 2014. Postharvest life of cut gerbera (*Gerbera jamesonii*) as affected by nano-silver particles and calcium chloride. International Journal of Horticultural Science and Technology. 1(2): 171–180.

Hashemabadi, D. 2006. Evaluation of the effect of 1-MCP on vase life of cut carnation cv. 'Tempo' flower. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. 131 p. (In Persian).

Hoppen, C., Müller, L., Hänsch, S., Uzun, B., Milić, D., Meyer, A. J., Weidtkamp-Peters, S., Groth, G. 2019. Soluble and membrane-bound protein carrier mediates direct copper transport to the ethylene receptor family. Scientific Reports. 9: 10715.

Hussein, R. M., Mohammadi, M., Eghlima, G., Ranjbar, M. E., Zulfiqar, F. 2024. β-Aminobutyric acid enhances salt tolerance of African marigold by increasing accumulation rate of salicylic acid, γ-aminobutyric acid and proline. Scientia Horticulturae. 327: 112828.

Kamiab, F., Mohammadi, H. 2019. Evaluation of the effects of Fe and Cu nano chelates on some morphological and physiological characteristics of Narcissus (*Pseudonarcissus narcissus* cv. Jonquil). Journal of Horticultural Science. 33(2): 257–272.

Maskouki, A., Mortazavi, S. A. 2005. Inhibitory effects of thyme and ajowan oils on growth of *Aspergillus parasiticus* on pear during cold storage. Journal of Water and Soil Science. 8(2): 207–215.

Mirza, M., Ahmadi, L. 2000. Composition of the essential oil of *Salvia atropatana* Bunge. Journal of Essential Oil Research. 12: 575–576.

Mohammadi, M., Alaei, M., Saidi, M. 2020a. Pre-harvest and pulse treatments of spermin, γ- and β-aminobutyric acid increased antioxidant activities and extended the vase life of gerbera cut flowers 'Stanza'. Ornamental Horticulture. 26(2): 306–316.

Mohammadi, M., Aelaei, M., Saidi, M. 2020b. Antibacterial properties of *Scrophularia striata* Boiss. (Tashenehdari) extract on vase life improvement in "Stanza" and "Pink Elegance" gerbera cut flowers. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 28: 101738.

Perik, R. R. J., Raze, D., Ferrante, A., Doorn, W. G. 2014. Stem bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers: Effects of a pulse treatment with sucrose and calcium ions. Postharvest Biology and Technology. 98: 7–13.

Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry. 64(4): 555–559.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of copper nanoparticle and *Salvia officinalis* extract on postharvest vase life of gerbera cut flowers

Meisam Mohammadi[1*] and Ghasem Eghlima[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
**Corresponding Author: me.mohamadi@ilam.ac.ir*

Abstract

Growth of microbial agents such as bacteria in the vase solution is one of the factors causing vascular blockage, lack of water absorption, petal wilting, and neck bending in Gerbera cut flowers. Today, the use of bactericidal substances is one of the most important strategies for extending the postharvest vase life of cut flowers. In this study, the effect of postharvest treatments of 1% sage extract (*Salvia officinalis*), 50 ppm copper nanoparticle, and their combination in the vase solution on postharvest characteristics of gerbera "Stanza" cut flowers was studied during 0, 4, and 8 days after harvest at a temperature of 22±1°C and a relative humidity of 70-75%. The results showed that the combined treatment was able to decrease the bacterial population of the vase solution and the bent necking of cut flowers, which ultimately led to an increase in the absorption of the vase solution and an increase in the vase life of the cut flowers compared to the control samples, although no significant difference was observed between the combined treatment and copper nanoparticle treatment in terms of vase life and vase solution absorption. Also, the combined treatment of extract + copper nanoparticle and then copper nanoparticle decreased ion leakage, proline and malondialdehyde content, and increased the activity of catalase and phenylalanine ammonia lyase enzymes in the treated flowers compared to the control samples, respectively, when stored for 4 and 8 days. In this study, sage extract only decreased the bacterial population of the vase solution and had no significant difference with the control samples in other cases. Based on the present results, the use of the combined treatment or copper nanoparticle alone is recommended as promising treatments in extending the vase life of gerbera "Stanza" cut flowers.

Keywords: Bacteria, Catalase, Postharvest, Proline.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر سطوح مختلف توان مایکروویو و سطح خلاء متغیر در خشک کردن با روش امواج مایکروویو - خلاء، بر مقدار اسید آسکوربیک میوه نسترن وحشی (*Rosa canina* L.)

فایق آخکندی[1*]، فرزاد نظری[1]، محمود کوشش صبا[1] و حسین درویشی[2]

۱- علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: *f.akhkandi@gmail.com*

چکیده

درختچه نسترن وحشی در بیشتر نقاط جنگلی و کوهستانی ایران یافت می‌شود که علاوه بر جنبه زیبایی و کاربرد آن در فضای سبز شهری، میوه‌های آن دارای ارزش دارویی و غذایی می‌باشد. بخش اصلی و با ارزش میوه، بخش گوشتی آن یعنی فرابر بوده که منبع مناسبی از ریزمغذی‌هایی همچون پلی فنول‌ها، اسید آسکوربیک، ترکیبات ضد اکسایشی، آنتوسیانین‌ها، فیبرها و مواد معدنی می باشد که می‌توان از آن در صنایع غذایی و دارویی استفاده نمود. این پژوهش به صورت طرح مرکب مرکزی با هدف فراوری میوه نسترن وحشی، با روش مایکروویو - خلاء در سطوح مختلف توان مایکروویو (در سطوح ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ وات) و سطح خلاء مغیر (۱۰، ۵۵ و ۱۰۰ پاسکال) و تاثیر این روش بر میزان اسید آسکوربیک و ظرفیت ضد اکسایشی و نیز مقایسه آن با گوشت میوه به صورت تازه و سایه خشک انجام شد. در کل توان بالای ماکروویو و سطح خلاء بالا، بیشترین اثر تخریبی را بر روی اسید آسکوربیک نمونه‌ها داشتند و نتایج نشان داد که کاهش توان مایکروویو و سطح خلاء، تاثیر معنی‌داری در پایداری میزان اسید آسکوربیک در نمونه‌های خشک شده نسبت به شاهد دارد. همچنین تمام نمونه‌های خشک شده با این روش کیفیت ظاهری بهتری داشتند که احتمالاً به دلیل کاهش مدت زمان فرایند و پخش سریع و یکنواخت دما در محیط آزمایش می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، خشک کردن در خلاء، نسترن وحشی.

مقدمه

نسترن وحشی (سگ گل) از خانواده رزاسه بوده که به صورت درختچه‌ای خزان‌کننده با برگ‌های مرکب شانه‌ای پنج تا هفت برگچه‌ای دندانه‌دار بوده و گل‌هایی به رنگ صورتی کمرنگ دارد که این گل‌ها تبدیل به میوه‌های آن (هیپ) می‌شوند و پس از رسیدن کامل به رنگ نارنجی تا قرمز تیره درمی‌آیند. از میوه نسترن وحشی هم به صورت تازه و هم خشک شده در تهیه محصولات دارویی، چای‌گیاهی، مربا، مارمالاد، شربت و غیره استفاده می‌شود. گوشت میوه نسترن وحشی غنی از ترکیبات زیست فعال مانند ویتامین‌های A، E و C، توکوفرول، اسیدهای فنولیک، بیوفلاونوئیدها، تانن، آمینواسیدها، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب (غیراشباع لینولنیک و لینولئیک؛ اسید چرب اشباع پالمتیک) فسفر، پتاسیم و غیره است (Ercisli, 2007). یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری طولانی مدت مواد غذایی، خشک کردن می‌باشد که از گذشته دور به دلیل ماندگاری طولانی، کاهش حجم و جا به جایی آسان‌تر محصولات مورد استفاده قرار می‌گرفت. فراوری این میوه با استفاده از روش امواج مایکروویو - خلاء می‌تواند موجب افزایش کاربرد این ماده ارزشمند شود. این روش راه‌کار مناسبی برای حفظ کیفیت محصول می‌باشد و کاهش فشاری که توسط خلاء ایجاد می‌شود میزان نیاز به انرژی و زمان را کاهش می‌دهد و مضرات ناشی از خشک کردن با سایر روش‌های حرارت‌دهی مانند تغییر رنگ و کاهش ارزش غذایی را ندارد. از دیگر مزیت‌های این روش نسبت به سایر روش‌های خشک کردن، می‌توان به کاهش تجزیه ترکیبات مواد مغذی، افزایش کیفیت محصول و افزایش عمر انبارداری، به دلیل کاهش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی اشاره نمود (Li et al., 2011).

مواد و روش‌ها

هیپ‌های نسترن وحشی از ارتفاع ۱۸۰۰ متری کوه آبیدر سنندج جمع‌آوری شد. پس از شستشو و تمیز کردن در آزمایشگاه، ۱۱ نمونه ۱۰۰ گرمی در ۳ تکرار جدا گردید و به کمک دستگاه ترکیبی مایکروویو – خلاء، در توان مایکوویو (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ وات) و سطح خلاء [۱۰۰ پاسکال (فشار اتمسفر) شاهد، ۱۰ پاسکال (خلاء بالا) و ۵۵ پاسکال (خلاء متوسط)] نمونه‌ها با توجه به میزان آب میان بافتی آنها و زمان لازم برای خشک شدن به صورت جداگانه خشک شدند، سپس محتوای اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شد. همچنین میزان اسید آسکوربیک یک نمونه میوه تازه و یک نمونه سایه خشک نیز به عنوان شاهد اندازه‌گیری شد. در این پژوهش از طرح مرکب مرکزی و نرم‌افزار Design Expert 11 برای بررسی اثرات دو متغیر مستقل شامل توان خروجی مایکروویو و سطح خلاء بر زمان خشک شدن و عملکرد توابع پاسخ و تعیین شرایط مطلوب برای به حد بیش‌تر رساندن پارامترهای کیفی و کمی خشک‌کردن میوه‌های نسترن وحشی در خشک‌کن مایکروویو – خلاء استفاده شد. محدوده متغیرهای مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- محدوده متغیرهای مورد بررسی در خشک کردن میوه نسترن وحشی.

متغیرها	محدوده متغیرها		
	+۱	۰	-۱
توان مایکروویو (W)	۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰
میزان خلاء (Pa)	۱۰۰	۵۵	۱۰

نتایج و بحث

شاخص کیفی میزان اسید آسکوربیک نمونه‌های میوه خشک شده نسترن وحشی به روش مایکروویو- خلاء به کمک نرم افزار سطح پاسخ طبق جدول ۲ بررسی شد. مطابق این جدول مدل درجه دوم بیشترین تطابق را بر داده‌های به دست آمده از خود نشان داده است. به طوری که مقادیر ضریب تعیین، ضریب تعیین مطلق و انحراف استاندارد به ترتیب برابر با ۰/۹۰۳۴، ۰/۸۰۶۹ و ۱/۷۸ محاسبه شده است.

جدول ۲- خلاصه نتایج آماری به دست آمده از برازش مدل‌های مختلف بر داده‌های اسید آسکوربیک.

منبع	انحراف استاندارد	ضریب تعیین	ضریب تعیین مطلق	ضریب تعیین پیش بینی	فشردگی مدل	ملاحظات
خطی	۲۵/۵۷	۰/۴۶۷۹	۰/۳۳۴۹	-۰/۰۸۳۶	۱۰۶۴۹/۰۹	-
برهم‌کنش دو فاکتوری	۲۴/۳۸	۰/۵۷۶۷	۰/۳۹۵۳	۰/۰۹۶۹	۸۸۷۵/۴۶	-
درجه دوم	۱۳/۷۸	۰/۹۰۳۴	۰/۸۰۶۹	۰/۳۹۶۹	۵۹۲۷/۵۸	پیشنهاد شده
درجه سوم	۱۲/۸۱	۰/۹۴۹۹	۰/۸۳۳۱	۰/۴۵۲۶	۵۳۷۹/۴	-

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای مدل ریاضی درجه دوم برازش شده بر داده‌های شاخص کیفی اسید آسکوربیک در جدول ۳ نشان داده شده است. مطابق این جدول مولفه‌های مدل درجه دوم شامل توان مایکروویو در سطح آماری ۱ درصد، توان دوم میزان خلاء در سطح آماری ۵ درصد و سایر پارامترها در مدل ریاضی درجه دوم، فاقد تاثیر معنی‌داری بر میزان اسید آسکوربیک می‌باشند. مدل ریاضی پیشنهاد شده برای میزان شاخص کیفی اسید آسکوربیک در نسترن وحشی بر حسب پارامترهای مورد بررسی عبارت است از:

$$AA = 662.19265 + 0.18778\,MP - 2.88894\,VP + 1.81694E-003\,MP \times VP - 5.28500E-004\,MP2 + 016417\,VP2$$

$AA =$ اسید آسکوربیک $(mg/100\,g)$

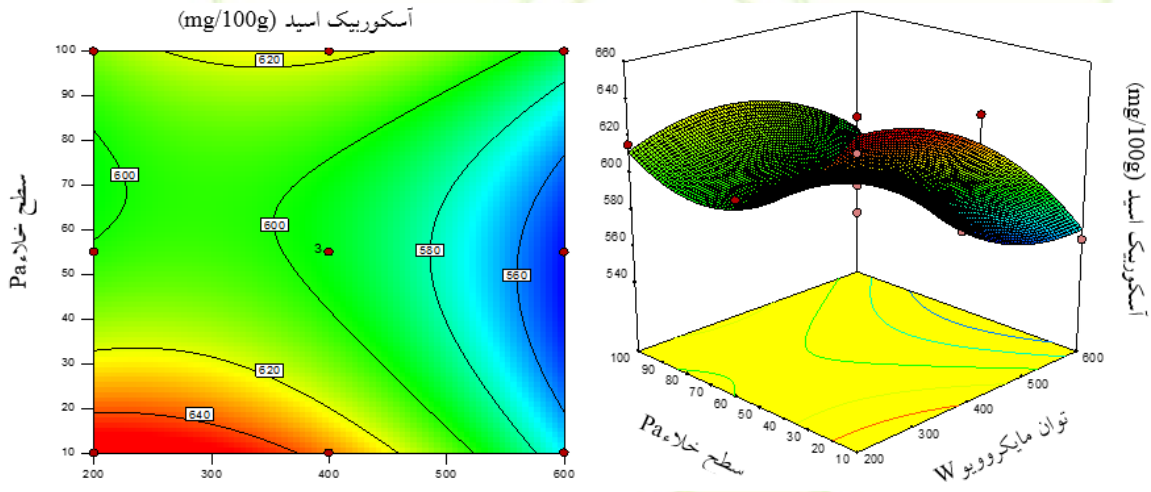
$MP =$ توان مایکروویو (W)

$VP =$ پاسکال (Pa)

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس برازش مدل ریاضی درجه دوم بر داده‌های به دست آمده از آزمایشات برای میزان اسید آسکوربیک در نسترن وحشی.

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	مقدار p
مدل	۸۸۷۸/۸۶	۵	۱۷۷۵/۷۷	۹/۳۶	۰/۰۱۴۱
توان مایکروویو	۴۳۷۹/۴	۱	۴۳۷۹/۴	۲۳/۰۷	۰/۰۰۴۹
میزان خلاء	۲۱۹/۰۱	۱	۲۱۹/۰۱	۱/۱۵	۰/۳۳۱۸
توان مایکروویو × میزان خلاء	۱۰۶۹/۶۲	۱	۱۰۶۹/۶۲	۵/۶۴	۰/۰۶۳۶
توان دوم مایکروویو	۱۱۳۲/۱۵	۱	۱۱۳۲/۱۵	۵/۹۶	۰/۰۵۸۵
توان دوم میزان خلاء	۲۷۹۹/۹۲	۱	۲۷۹۹/۹۲	۱۴/۷۵	۰/۰۱۲۱
باقیمانده	۹۴۹/۰۳	۵	۱۸۹/۸۱	–	–
عدم تناسب	۴۹۲/۶۸	۳	۱۶۴/۲۳	۰/۷۲	۰/۶۲۵۹
خطای مطلق	۴۵۶/۳۴	۲	۲۲۸/۱۷	–	–
کل	۹۸۲۷/۸۸	۱۰	–	–	–

مطابق با نمودارسطح پاسخ شکل ۱ می‌توان گفت که با افزایش توان مایکروویو، میزان اسید آسکوربیک روند کاهشی داشته، همچنین از برهم‌کنش کمترین توان مایکروویو تا توان متوسط و کمترین فشار، تخریب اسید آسکوربیک روند کاهشی داشته است.



شکل ۱- نمودار سطح پاسخ اثر توان مایکروویو و میزان خلاء بر شاخص کیفی فعالیت اسید آسکوربیک.

در این پژوهش مقایسه میزان اسید آسکوربیک در نمونه تازه با نمونه‌های خشک شده به روش مایکروویو- خلاء، نشان داد که اسید آسکوربیک، پس از فرآوری روند کاهشی داشته است. با افزایش توان مایکروویو، میزان کاهش اسید آسکوربیک روند افزایشی داشته، همچنین از برهم‌کنش کمترین توان مایکروویو تا توان متوسط و کمترین فشار، تخریب اسید آسکوربیک روند کاهشی داشته است. میزان اسید آسکوربیک در نمونه های تازه (۱۱۶۴/۱۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) و در نمونه‌های سایه خشک (۶۵۵/۸۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در وزن خشک) بوده که در مقایسه با نمونه‌های خشک شده، در توان پایین و حداقل فشار خلاء (۶۴۹/۴۵ میلی گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم وزن خشک) تفاوت چندانی نداشته، اما نسبت به نمونه تازه حدود ۴۵ درصد، کاهش داشته است. دلیل این کاهش می‌تواند تاثیر دما بر

ساختار سلولی باشد، که موجب متلاشی شدن واکوئل‌ها و دیگر اندامک‌های درون سلولی و خروج این ترکیبات از آن‌ها می‌شود (Izli et al., 2017). همچنین کاهش میزان اسید آسکوربیک با مقدار اکسیژن محیط ومدت زمان فرآوری ارتباط دارد، علاوه بر این، تخریب اسید آسکوربیک تحت تاثیر رطوبت نیز قرار دارد که در ابتدای فرایند، اثر محتوای رطوبت بر تخریب غالب است اما در ادامه فرایند، تاثیر دما بر روند تخریب اسید آسکوربیک بیش‌تر است (Oyetade et al., 2012).

منابع

Ercisli, S. 2007. Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. Food Chemistry. 104: 1379–1384.

Izli, N., Izli, G., Taskin, O. 2017. Influence of different drying techniques on drying parameters of mango. Food Science and Technology. 37: 604–612.

Li, Z., Raghavan, G. S. V., Wang, N., Vigneault, C. 2011. Drying rate control in the middle stage of microwave drying. Journal of Food Engineering. 104: 234–238.

Oyetade, O. A., Oyeleke, G. O., Adegoke, B. M., Akintunde, A. O. 2012. Stability studies on ascorbic acid (Vitamin C) from different sources. Journal of Applied Chemistry. 2: 20–24.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of different levels of microwave power and variable vacuum rate in microwave-vacuum drying method on ascorbic acid content of dog rose hip (*Rosa canina* L)

Faiegh Akhkandi[1*], Farzad Nazari[1], Mahmoud Koushesh Saba[1] and Hossein Darvishi[2]
1. Department of Horticulture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[*]*Corresponding Author: f.akhkandi@gmail.com*

Abstract

Dog rose (*Rosa canina*) is widely distributed across forested and mountainous regions of Iran. Beyond its ornamental value and application in urban green spaces, its fruits are recognized for their considerable nutritional and medicinal potential. The primary valuable component of the fruit is the fleshy part, known as the hypanthium, which serves as a rich source of micronutrients including polyphenols, ascorbic acid, antioxidant compounds, anthocyanins, dietary fibers, and minerals. These bioactive constituents render the fruit highly suitable for utilization in both the food and pharmaceutical industries. This study was designed based on a central composite design (CCD) to investigate the processing of rose hip using the microwave–vacuum drying method. The experiments were conducted under varying levels of microwave power (200, 400, and 600 W) and vacuum pressure (10, 55, and 100 Pa). The impact of this technique on the ascorbic acid content and antioxidant capacity was assessed, and the results were compared with those obtained from fresh and shade-dried samples. The findings indicated that higher microwave power and lower vacuum pressure had the most detrimental effect on the ascorbic acid content of the dried samples. Conversely, lower microwave power combined with higher vacuum pressure significantly contributed to preserving ascorbic acid levels compared to the control samples. Furthermore, all samples dried using the microwave–vacuum method exhibited superior visual quality, which is likely attributed to the reduced processing time and rapid, uniform heat distribution during the drying process.

Keywords: Ascorbic Acid, Dog rose, Vacuum drying.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی غلظت‌های مختلف آلژینات سدیم بر شاخص‌های رنگی زردآلوی رقم فلکه‌ای

عباس کریمی[۱] و فاطمه ناظوری[۲*]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: *f.nazoori@vru.ac.ir*

چکیده

تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۶ به‌منظور بررسی اثرات غلظت‌های مختلف آلژینات سدیم (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) به صورت غوطه‌وری (۵دقیقه) بر خصوصیات کمی و کیفی زردآلو در طول زمان انبارمانی (۰، ۸، ۱۶ و ۲۴ روز انبارمانی) انجام شد. بعد از انجام غوطه‌وری و خشک شدن، میوه‌ها درون ظروف درب‌دار یک‌بار مصرف بسته‌بندی و به سردخانه با دمای ۱±۴ °C منتقل شدند و بعد از هر دوره انبارمانی ویژگی‌های کمی و کیفی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی آلژینات سدیم منجر به افزایش فاکتورهایی همچون بهبود شاخص طعم و شاخص هیو، پوسیدگی، سرمازدگی، آنتوسیانین، کاروتنوئید، و کاهش pH، شد. بیشترین میزان کاروتنوئید در روز ۸ انبارمانی در تیمار آلژینات ۱/۵ درصد بود. بیشترین میزان آنتوسیانین در تیمارهای آلژینات ۰/۵ و ۱ درصد مشاهده شد.

کلمات کلیدی: آلژینات سدیم، زردآلو، عمر انبارمانی، ویژگی‌های کمی و کیفی.

مقدمه

زردآلو یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله جهان است که حاوی درصد بالایی از مواد معدنی مانند پتاسیم و ویتامین‌هایی مانند بتاکاروتن بوده که با تأثیر بر سلامت انسان امروزه به صورت تازه‌خوری، خشک شده (برگه) و فرآوری شده جایگاه خود را در رژیم غذایی میلیون‌ها نفر در سطح جهان پیدا نموده است (مقصودی، ۱۳۹۵). این میوه فرازگرا است و به دلیل گوشتی بودن و داشتن درصد آب زیاد، سرعت تنفس بالا، افت وزن زیاد، سرعت فرآیند رسیدگی و کاهش سریع خصوصیات کیفی از جمله نرم شدن و حساسیت به عوامل بیماری‌زا، دارای عمر انباری محدود است (Valero et al., 2002). فرآیند رسیدگی این میوه توسط اتیلن تنظیم می‌شود. بنابراین بازدارندگی از سنتز اتیلن با ممانعت از اثر آن می‌تواند رسیدگی میوه را آهسته‌تر نماید (Munoz-Robredo et al., 2012). آلژینات یک پلی ساکارید به دست آمده از جلبک قهوه‌ای دریایی (Laminaria digitataand Ascophyllnm nodosum) است که با خاصیت کلوئیدی منحصر به فرد خود دارای مزیت در ساخت فیلم‌های خوراکی می‌باشد که به خاطر توانایی آن در تشکیل ژل قوی یا پلیمرهای نامحلول در واکنش با کاتیون‌های فلزی بنیانی مانند کلسیم موارد استفاده زیادی در تولید پوشش‌های خوراکی دارد (Fan et al., 2009). آلژینات سدیم در میان انواع دیگر از از آلژینات‌ها می‌تواند با محلول شدن در آب ژل قوی‌تر، براق‌تر، بی‌مزه، بی‌بو و انعطاف‌پذیرتری تولید کند و اجازه انتشار روغن‌ها و اکسیژن را کمتر می‌دهد (Chen et al, 2016). با توجه به افزایش تولید سالانه زردآلو در کشور، آسیب‌پذیری و مشکلات انبارمانی بیان شده، نیاز به اقدام‌های پیش از قرار دادن میوه در سردخانه هست تا میوه زردآلو دچار افت کیفی کمتری شود.

مواد وروش‌ها

این آزمایش جهت تعیین تأثیر پوشش‌های خوراکی آلژینات (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) و آب مقطر به عنوان شاهد انجام گرفت. روش اعمال تیمارها به صورت غوطه‌وری به مدت ۵ دقیقه بود. پس از تیمار برای هر تکرار به طور جداگانه تعداد ۱۰ عدد میوه را درون ظروف پلاستیکی درب‌دار گذاشته و در سردخانه در دمای ۲±۰/۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۵±۸۵ درصد قرار داده شد. این تحقیق به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور و چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل: ۱- آلژینات در غلظت‌های صفر به عنوان شاهد ، ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد ۲- زمان انبارمانی: ۸، ۱۶و ۲۴ روز بود. اندازه‌گیری pH به وسیله دستگاه pHمتر مدل Germany inolab720, WTW82362 انجام شد (اصغری و احدی، ۱۳۹۲). شاخص طعم یا رسیدگی (TSS/TA) از طریق نسبت میزان مواد جامد محلول کل بر

میزان اسیدیته محاسبه گردید (Lee and Kader, 2000). تغییر رنگ میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Konica Minolta CR 400, Japan) بر اساس شاخص‌های کروما (Chroma)، هیوانگل (Hue angle) و درخشندگی (L*) اندازه‌گیری شد. از هر تیمار به صورت تصادفی پنج عدد میوه انتخاب شد و سه قسمت از هر میوه قرائت گردید. برای محاسبه شاخص Chroma و Hue angle از شاخص‌های a* و b* استفاده شده و از طریق فرمول ۳–۴ محاسبه گردیدند (Esturk et al., 2011).

$$\text{Chroma} = \sqrt{(a*)^2 + (b*)^2} \qquad \text{hue angle} = \tan^{-1}\frac{b*}{a*}$$

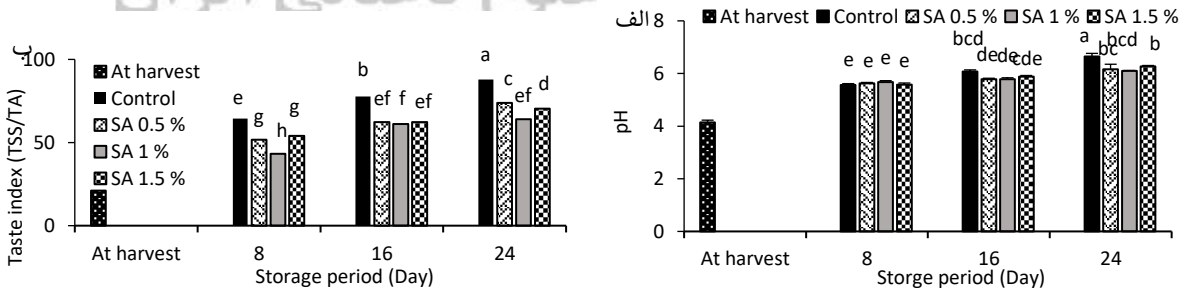
محاسبه‌ی میزان آنتوسیانین کل با روش اختلاف pH انجام شد. در طول‌موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و میزان آنتوسیانین کل بر حسب میلی‌گرم پلارگونیدین ۳–گلوکوزید در کیلوگرم وزن تازه با فرمول زیر محاسبه گردید (Wang and Gao, 2013).

جذب A = (A520pH1-A700pH1) – (A520pH4.5- A700pH4.5) آنتوسیانین کل (mg/L) = (A/30.200a) (103) (433.2b) (15c)

برای استخراج کاروتنوئید کل از روش دورگی و همکاران (2008) استفاده شد. جذب محلول در طول موج ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی جذبی (Instruments, Tokyo, Japan Hitachi) اندازه گیری گردید و غلظت کاروتنوئید کل به صورت میکروگرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر میوه تازه بیان شد (Keshavarz et al., 2016).

نتایج و بحث

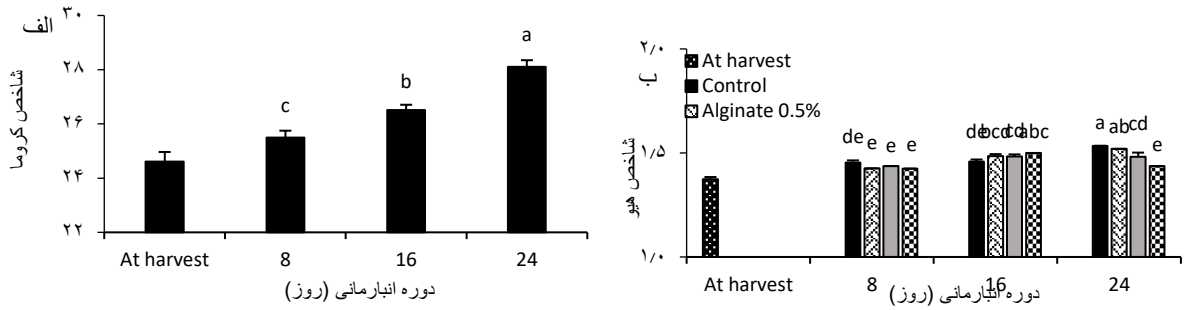
pH و شاخص طعم: با توجه به شکل با طولانی شدن مدت زمان انبارمانی pH آب میوه افزایش یافت (شکل۱–الف). بیشترین pH مربوط به نمونه شاهد در روز ۲۴ انبارمانی و کمترین میزان متعلق به نمونه شاهد و تمامی تیمارهای آلژینات در روز ۸ انبارمانی ثبت شد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت طبق نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها با طولانی شدن مدت زمان انبارمانی شاخص طعم به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. بیشترین میزان طعم در میوه‌های شاهد که به مدت ۶۰ روز در شرایط انبار نگه‌داری شده بودند مشاهده گردید. هم‌چنین تیمار آلژینات سبب کاهش میزان طعم در طی انبارمانی شده است. کمترین میزان شاخص طعم مربوط به تیمار آلژینات ۱ درصد در روز ۲۴ انبارمانی بود (شکل۱–ب).



شکل ۱- تأثیر آلژینات بر pH و طعم میوه زردآلو طی انبارمانی.

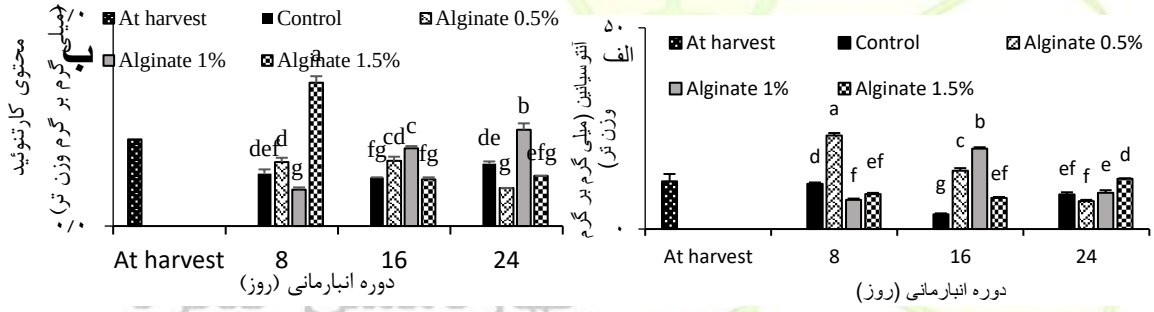
شاخص‌های رنگ: نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که طی انبارمانی شاخص کروما افزایش یافت (شکل ۲–الف). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین دوره‌ها با طولانی شدن مدت زمان انبارمانی شاخص هیو میوه زردآلو بیشتر شد. بیشترین میزان شاخص

هیو میوه مربوط به نمونه شاهد در روز ۲۴ انبارمانی بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار آلژینات ۰/۵ درصد نداشت (شکل ۲-ب).



شکل ۲- تأثیر زمان انبارمانی بر شاخص های رنگ میوه زردآلو.

آنتوسیانین و کاروتنوئید: نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار آلژینات ۰/۵ درصد در روز ۸ انبارمانی بود. کمترین میزان نیز تعلق به نمونه شاهد در روز ۱۶ انبارمانی داشت (شکل ۳-الف). با گذشت مدت زمان انبارمانی میزان کاروتنوئید کاهش پیدا کرد. در روز ۸ انبارمانی، تیمار آلژینات ۱/۵ درصد میزان کاروتنوئید بیشتری نسبت به بقیه تیمارها از خود نشان داد (شکل ۳-ب).



شکل ۳- تأثیر آلژینات بر میزان آنتوسیانین و کاروتنوئید میوه زردآلو طی انبارمانی.

پوشش‌آلژینات یک سد دارای نفوذپذیری انتخابی در برابر گازهای تنفسی O_2 و CO_2 ایجاد کرده و با حفظ CO_2 در سطحی بالاتر از حالت طبیعی و کاهش O_2 یک اتمسفر تغییر یافته در اطراف محصول به وجود آورده و باعث کاهش تنفس، تولید و اثر اتیلن و در نتیجه کاهش سرعت فرآیند پیری شده و مصرف اسیدهای آلی و قندها کاهش یافته و از افزایش pH و طعم میوه زردآلو جلوگیری می‌کند (Cheng et al., 2009). در تحقیقی اثر پوشش خوراکی آلژینات در مهار اتیلن برای همه ارقام مؤثر بود همچنین تغییر در پارامترهای کیفی میوه مربوط به زمان رسیدن میوه آلو مانند: تلفات وزن و اسیدیته، نرم شدن و تغییر رنگ به طور قابل‌توجهی نسبت به شاهد بهبود یافت (Valero et al. , 2013).

منابع

Cheng, G., Yang, E., Lu, W., Jia, Y., Jiang, Y., Duan, A. 2009. Effect of Nitric Oxide on Ethylene Synthesis and Softening of Banana Fruit Slice during Ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 57: 5799–5804.

Esturk, O., Ayhan, Z., Ustunel, M. A. 2011. Modified Atmosphere Packaging Napoleon Cherry Effect of packaging Material and Storage Time on Physical, Chemical, and Sensory Quality. Food and Bioprocess Technology. 5: 1295–1304.

Keshavarz, H., Sanavy, S. A., Moghadam, R. S. 2016. Impact of foliar application with salicylic acid on biochemical characters of canola plants under cold stress condition. Notulae Scientia Biologicae. 8: 98–105.

Munoz-Robredo, P., Rubio, P., Infante, R., Campos-Vargas, R., Manriquez, D., Gonzalez-Agüero, M., Defilippi, B. G. 2012. Ethylene biosynthesis in apricot: Identification of a ripening-related 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase (ACS) gene. Postharvest Biology and Technology. 63: 85–90.

Valero, D., Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. 2013. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology. 77: 1–6.

Valero, D., Martinez-Romero, D., Serrano, M. 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. Trends in Food Science & Technology. 13: 228–234.

Wang, S. Y., Gao, H. 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). LWT - Food Science and Technology. 52: 71–79.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of different concentrations of sodium alginate on color indices of apricot cultivar Felke'i

Abbas Karimi[1] and Fatemeh Nazoori[1*]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
Corresponding author: f.nazoori@vru.ac.ir

Abstract

The present study was conducted in 2017 to investigate the effects of different concentrations of sodium alginate (0, 0.5, 1, and 1.5%) applied by dipping (for 5 minutes) on the quantitative and qualitative characteristics of apricot during storage (0, 8, 16, and 24 days of storage). After dipping and drying, the fruits were packed in disposable containers with lids and transferred to a cold storage room at a temperature of 4 ± 1 °C. The quantitative and qualitative characteristics of the fruits were evaluated after each storage period. The results showed that sodium alginate treatment improved factors such as flavor index, hue index, decay, chilling injury, and the contents of anthocyanins and carotenoids, while reducing pH. The highest carotenoid content was observed on day 8 of storage in the 1.5% sodium alginate treatment. The highest anthocyanin content was observed in the 0.5% and 1% sodium alginate treatments.

Keywords: Apricot, Quantitative and qualitative characteristics, Sodium alginate, Storage life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

حفظ کیفیت پس از برداشت میوه موز با استفاده از برخی ترکیبات طبیعی

سکینه خندان ده ارباب[۱] و سمیه رستگار[۱*]
۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
*نویسنده مسئول: *srastegar2008@gmail.com*

چکیده

موز (*Musa sapientum*) به عنوان یک میوه تجاری با حجم بالای ضایعات پس از برداشت، همواره مورد توجه پژوهشگران در زمینه یافتن راهکارهای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت بوده است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تاثیر کاربرد برخی ترکیبات طبیعی بر کیفیت پس از برداشت میوه موز انجام شد. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط دمای محیط (۱ ± ۱۸ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ درصد اجرا گردید. میوه‌های موز پس از برداشت با محلول‌های اسیدکلروژنیک (۱ درصد وزنی/حجمی)، ماده موثره آلوئه‌ورا (۱ درصد حجمی/حجمی)، روغن مورینگا (۰/۰۵ درصد حجمی/حجمی) و روغن هسته انار (۰/۰۵ درصد حجمی/حجمی) تیمار شدند. پس از ۱۸ روز انبارمانی، نتایج نشان داد که کاربرد تیمارها، تاثیر معنی‌داری ($p < 0.05$) بر صفات کیفی اندازه‌گیری شده شامل سفتی بافت میوه، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و میزان فنل کل در مقایسه با گروه شاهد داشت. همچنین، تیمار با روغن هسته انار در غلظت ۰/۰۵ درصد، به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) میزان فلاونوئید کل میوه را تحت تاثیر قرار داد. بیشترین میزان مواد جامد محلول (۲۵/۲۱ درصد) در میوه‌های گروه شاهد و کمترین مقدار آن (۱۳/۰۴ درصد) در میوه‌های تیمار شده با اسیدکلروژنیک ۱ درصد مشاهده گردید. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که کاربرد اسیدکلروژنیک با غلظت ۱ درصد می‌تواند به طور موثری در حفظ سفتی بافت، کاهش تغییرات pH و مواد جامد محلول، و افزایش محتوای فنلی میوه موز در طول دوره انبارمانی نقش داشته باشد. به طور کلی، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اسیدکلروژنیک ۱ درصد به عنوان یک ترکیب موثر در افزایش و حفظ کیفیت پس از برداشت میوه موز قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی :اسید کلروژنیک، انبار مانی، پوشش خوراکی، فلاونوئید و فنل.

مقدمه

موز به دلیل نرمی بافت میوه کاملا رسیده و حساسیت آن به صدمات فیزیکی در حین نگهداری و حمل و نقل، معمولاً در مرحله سبز رسیده یا در مراحل اولیه تغییر رنگ (بسته به رقم و بازار هدف) برداشت می‌شود. این میوه به علت ماهیت فرازگرا و حساسیت بالا به بیماری‌های پس از برداشت، به سرعت دچار فساد می‌گردد (Malmiri et al., 2011)، که این امر ضرورت استفاده از روش‌های نوین حفظ کیفیت را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. در این میان، با توجه به استقبال روزافزون مصرف‌کنندگان از محصولات فاقد ترکیبات شیمیایی، کاربرد پوشش‌های خوراکی و زیستی به عنوان یک راهکار ایمن و موثر مورد توجه قرار گرفته است. این پوشش‌ها با ایجاد یک لایه محافظ، می‌توانند مقاومت میوه را افزایش داده و در نتیجه، زمان ماندگاری آن را بهبود بخشند. اسید کلروژنیک (CGA)، یکی از این ترکیبات با پتانسیل بالا، از طریق مکانیسم‌های فیزیولوژیکی گوناگون در افزایش طول عمر پس از برداشت میوه‌های مختلف نقش ایفا می‌کند. برای نمونه، تحقیقات نشان داده‌اند که تیمار با اسیدکلروژنیک به طور چشمگیری تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و نفوذپذیری غشایی را در میوه‌های شلیل طی دوره نگهداری کاهش داده و بدین ترتیب، فرآیند پیری را به تاخیر انداخته و یکپارچگی سلولی را حفظ می‌کند (Xi et al., 2017). علاوه بر این، اسید کلروژنیک با مهار جوانه‌زنی اسپور و رشد میسلیوم قارچ‌های بیماری‌زا به طور موثری از بروز پوسیدگی جلوگیری کرده و ارزش بازارپسندی میوه را ارتقا می‌بخشد (Anami et al., 2020; Gimenez et al., 2017). عصاره‌ها و روغن‌های *Moringa oleifera* نیز به دلیل خواص منحصربه‌فردشان، در حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند. گزارش‌ها حاکی از آن است که عصاره برگ مورینگا با غلظت ۱۰٪، کیفیت میوه انبه را در طول نگهداری سرد به طور قابل توجهی بهبود بخشیده و منجر به کاهش وزن، درصد پوسیدگی و اسیدیته کل و افزایش مواد جامد محلول کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل شده است (El-Razek et al., 2019). در میان

پوشش‌های خوراکی نوآورانه و زیستی، ژل آلوئه‌ورا (AVG) نیز به دلیل توانایی در ایجاد یک لایه محافظ که با تعدیل اتمسفر داخلی (کاهش تبادلات گازی) فرآیندهای متابولیکی را کند کرده و پیری را به تاخیر می‌اندازد، اهمیت یافته است. این پوشش ضمن حفظ ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی میوه‌ها، به طور موثری ماندگاری آن‌ها را افزایش می‌دهد (Gonzalez-Estrada et al., 2019). برای مثال، توت‌فرنگی‌های تیمار شده با آلوئه‌ورا ۱/۵٪ سفتی بافت بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد نشان داده‌اند (Haider et al., 2022). با توجه به اهمیت تجاری موز و ضرورت بهبود روش‌های انبارداری آن، پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثرات کاربرد پوشش‌های خوراکی و زیستی (شامل اسیدکلروژنیک، عصاره آلوئه‌ورا، روغن مورینگا و روغن هسته انار) بر ویژگی‌های کیفی میوه موز شامل سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، و محتوای فنل و فلاونوئید کل در طول دوره انبارداری هجده روزه انجام شده است. بررسی این ویژگی‌ها می‌تواند شاخص‌های دقیقی از میزان حفظ کیفیت میوه در طول دوره انبارداری ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در زمستان سال ۱۴۰۳ به اجرا درآمد. میوه‌های موز رقم کاوندیش (*Musa acuminata* cv. 'Cavendish') در مرحله رسیدگی سبز بالغ، با رعایت اصول فنی برداشت، از یک باغ تجاری واقع در شهرستان زرآباد، استان سیستان و بلوچستان تهیه شدند. جهت انجام آزمایش، میوه‌هایی با اندازه یکنواخت، بدون هرگونه آسیب فیزیکی یا علائم بیماری و با رنگ سبز بالغ انتخاب گردیدند. فرآیند آماده‌سازی شامل شستشو با آب مقطر و ضدعفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم به غلظت ۰/۰۵ درصد به مدت یک دقیقه انجام شد. پوشش‌های خوراکی مورد استفاده شامل محلول اسیدکلروژنیک (۱ درصد وزنی/حجمی)، محلول ماده موثره آلوئه‌ورا (گلوکومانان)(۱ درصد حجمی/حجمی)، امولسیون روغن مورینگا (۰/۰۵ درصد حجمی/حجمی) و امولسیون روغن هسته انار (۰/۰۵ درصد حجمی/حجمی) بودند. تیمارهای اعمال شده به میوه‌ها عبارت بودند از: ۱) شاهد (تیمار با آب مقطر)، ۲) اسید کلروژنیک ۱ درصد، ۳) ماده موثره آلوئه‌ورا ۱ درصد، ۴) روغن مورینگا ۰/۰۵ درصد، و ۵) روغن هسته انار ۰/۰۵ درصد. عملیات پوشش‌دهی با غوطه‌وری کامل میوه‌های موز در محلول‌های تیمار به مدت ۵ دقیقه صورت پذیرفت. پس از خشک شدن کامل لایه پوشش در دمای ۱ ± ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ درصد، میوه‌ها به مدت ۱۸ روز انبار شدند. در پایان دوره انبارداری، آزمایش‌های مربوط به تعیین سفتی بافت میوه (با استفاده از دستگاه پنترومتر Nievwkoot ساخت شرکت FT، مدل ۳۲۷ شور، هلند با نفوذگر به قطر ۰/۴ سانتی‌متر، pH با استفاده از pH متر دیجیتالی مدل PL-500 ساخت تایوان)، مواد جامد محلول (با استفاده از رفرکتومتر دستی دیجیتالی ATAGO مدل ATC-1E ساخت ژاپن و بیان نتایج به صورت درجه بریکس)، اسیدیته قابل تیتراسیون، محتوای فنل کل و محتوای فلاونوئید کل بر روی میوه‌ها انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

سفتی بافت میوه

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱)، مبین آن است که میوه‌های تیمار شده با اسید کلروژنیک ۱ درصد، بیشترین میزان سفتی بافت میوه (۹۴/۵) را در مقایسه با گروه شاهد (۳۰/۸) نشان دادند. سفتی بافت میوه یکی از شاخصه های مهم در عمر انباری میوه، فراوری میوه و بازارپسندی محصول می باشد (kakkar and Rai, 1993). سفتی بافت میوه در ارزیابی بلوغ میوه ها کاربرد دارد (Jaing and Chen, 1995). هر عاملی که سرعت پیری را کند نماید و از بروز علایم پوسیدگی جلوگیری کند، به حفظ ظاهر مطلوب و بازارپسندی محصول کمک خواهد کرد(اثنی عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۸۷). مطالعات نشان داده است که اسید کلروژنیک می‌تواند تولید ملانین را در قارچ‌هایی مانند *Monilinia laxa* تا ۴۲٪ مهار کند، و قهوه‌ای شدن ناشی از پاتوژن را کاهش دهد (Villarino et al., 2011; Gacnik et al., 2023). علاوه بر این، مشخص شده است که اسید کلروژنیک تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی مانند پلی‌گالاکتوروناز و کوتیناز را در کشت‌های *Monilinia fructicola* مهار و در توسعه ضایعات پوسیدگی قهوه‌ای اختلال ایجاد می‌کند (Gacnik et al., 2023; Lee et al., 2007). در میوه‌های سیب و هلو، افزایش تجمع اسید کلروژنیک سبب کاهش حساسیت به پوسیدگی قهوه‌ای شد (Gacnik et

al., 2023). در پژوهشی مشابه، کاربرد اسید کلروژنیک، بسته به نوع میوه، در غلظت ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با تاخیر انداختن فرآیند پیری، سبب حفظ سفتی بافت میوه های زردآلو و لیچی گردید (Ilea et al., 2024).

مواد جامد محلول

مطابق جدول (۱)، مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که تمامی تیمارهای اعمال شده منجر به حداقل مقدار مواد جامد محلول (Total Soluble Solids - TSS) در میوه‌های موز در مقایسه با گروه شاهد گردیده‌اند. افزایش میزان مواد جامد محلول در گروه شاهد طی دوره انبارداری احتمالاً ناشی از فرآیندهای طبیعی رسیدگی و پیری میوه است که شامل شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای سازنده کوچک‌تر در طی فرآیند تنفس می‌باشد. شایان ذکر است که افزایش محتوای مواد جامد محلول در طول دوره نگهداری صرفاً به دلیل تبدیل نشاسته به قندهای محلول محدود نمی‌شود، بلکه ناشی از هضم پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل اسیدهای آلی به قندها نیز می‌باشد (Wang et al., 2006; Malmiri et al., 2011). اسید کلروژنیک با تنظیم فعالیت آنزیم‌های مرتبط با پیری و افزایش تعادل آنتی‌اکسیدانی در سلول‌های گیاهی، به حفظ یکپارچگی دیواره سلولی کمک کرده و در نتیجه از اکسیداسیون و تجزیه بافت‌های غشایی جلوگیری می‌کند (Ilea et al., 2024; Baninaiem et al., 2023). کاهش میزان مواد جامد محلول در تیمارهای مختلف در این مطالعه احتمالاً به دلیل نقش پوشش‌های اعمال شده، در کند کردن فرآیندهای متابولیکی و تنفسی میوه و در نتیجه کاهش سرعت تجزیه ترکیبات پیچیده به قندهای ساده بوده است.

اسیدیته قابل تیتراسیون و pH

همانطور که در جدول ۱ مشاهده میشود تیمار کلروژنیک اسید دارای بیشترین pH است. بر اساس مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، بالاترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمار شده با اسیدکلروژنیک ۱ درصد مشاهده شد، در حالی که کمترین مقادیر این صفات در گروه شاهد به دست آمد. اسیدهای آلی نقش مهمی به عنوان منبع ذخیره انرژی در میوه‌ها ایفا می‌کنند و در طول فرآیند رسیدن، همزمان با افزایش فعالیت‌های متابولیکی، به مصرف می‌رسند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۸). کاهش اسیدیته در میوه‌های در حال رسیدن اغلب به دلیل استفاده از اسیدها به عنوان سوبسترا در تنفس یا تبدیل آن‌ها به قندها رخ می‌دهد (Serrano et al., 2008). پوشش‌های خوراکی با ایجاد تغییرات در اتمسفر داخلی میوه و کاهش سرعت تنفس، می‌توانند به حفظ بهتر اسیدهای آلی کمک کنند (Chillet et al., 1996). یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج پژوهش Cheng و همکاران (۲۰۲۲) بر روی سیب‌های مومی همسو است که نشان داد کاربرد اسیدکلروژنیک از طریق کاهش سرعت تنفس، موجب حفظ اسیدهای آلی در طول دوره انبارداری گردید. حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمار اسیدکلروژنیک در این تحقیق احتمالاً ناشی از توانایی این ترکیب در کند کردن فرآیندهای متابولیکی و کاهش سرعت تنفس میوه موز بوده است، که در نتیجه منجر به مصرف کمتر اسیدهای آلی در مقایسه با گروه شاهد شده است.

محتوای فنل کل

مطابق با شکل (۴) مقایسه میانگین ها نشان می دهد که بیشترین محتوای فنل در تیمار اسیدکلروژنیک یک درصد در مقایسه با شاهد مشاهده شد. ترکیبات فنلی یکی از متابولیت های مهم گیاهی بوده که از مسیر اسید شیکمیک سنتز می شوند و نقش مهمی را در خنثی سازی اثر رادیکال های آزاد برعهده دارند (Ghoshghalb et al., 2008). ترکیبات فنلی از طریق کاهش سیالیت غشاء واکنشهای پراکسیداسیون را محدود کرده و بدین طریق انتشار رادیکال های آزاد را به تأخیر می اندازند (Luyckx et al., 2016; Manoj and Upendra, 2000). بیان شده است که استفاده خارجی اسید کلروژنیک به طور چشمگیری تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نفوذپذیری غشایی را در میوه‌های شلیل در طول نگهداری کاهش و پیری را به تاخیر انداخت (Xi et al., 2017).

فلاونویید کل

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که کاربرد روغن هسته انار با غلظت ۰/۰۵ درصد و اسیدکلروژنیک ۱ درصد ، به طور معنی‌داری ($p<0.05$) بر میزان فلاونوئید کل میوه موز تاثیرگذار بود. بیشترین میزان فلاونوئید در تیمار روغن هسته انار و کمترین آن در شاهد مشاهده

شد (جدول ۲). فلاونوئیدها به عنوان اجزای اصلی سیستم آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی در گیاهان، نقش حیاتی در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش اثرات تنش اکسیداتیو ایفا می‌کنند (Smogyi, 1952). این ترکیبات به دلیل دارا بودن توانایی آنتی‌اکسیدانی قوی، ظرفیت انتقال الکترون‌ها، کاهش پراکسیداسیون هیدروژن و مهار رادیکال‌های آزاد، اثرات محافظتی مفیدی را در بافت‌های گیاهی اعمال می‌کنند. علاوه بر این، مطالعات نشان داده‌اند که ترکیبات فلاونوئیدی دارای خواص ضد میکروبی و ضد ویروسی نیز می‌باشند (Wang et al., 2006). افزایش میزان فلاونوئید کل در میوه‌های تیمار شده با روغن هسته انار در این پژوهش می‌تواند ناشی از القای مسیرهای بیوسنتز فلاونوئیدها در پاسخ به این تیمار باشد.

بازارپسندی

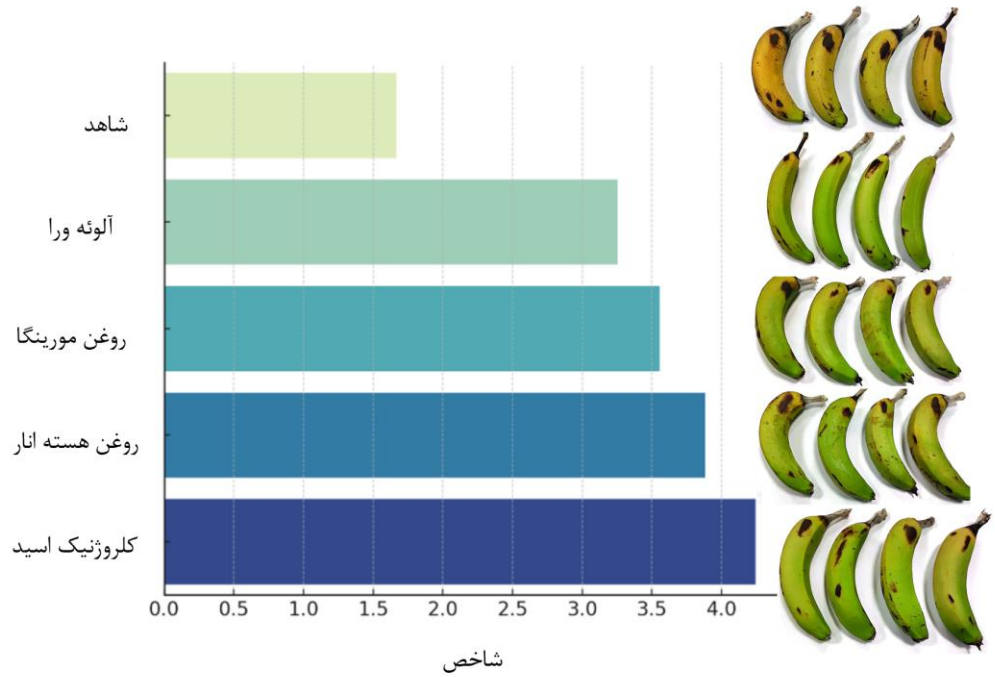
شکل (۱) به ارزیابی بازارپسندی میوه‌های موز تیمار شده با پوشش‌های مختلف پس از ۱۸ روز انبارداری می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که تیمار با اسیدکلروژنیک به طور چشمگیری بالاترین امتیاز بازارپسندی (نزدیک به ۴/۵ از ۵) را به خود اختصاص داده است، که نشان‌دهنده حفظ کیفیت ظاهری مطلوب‌تر این میوه‌ها در مقایسه با سایر تیمارها و گروه شاهد می‌باشد. پس از آن، تیمارهای روغن انار و مورینگا نیز امتیاز بازارپسندی بالاتری نسبت به تیمار آلوئه‌ورا و گروه شاهد نشان می‌دهند. در مقابل، گروه شاهد با کمترین امتیاز بازارپسندی (حدود ۲ از ۵)، نمایانگر کاهش محسوس کیفیت ظاهری و جذابیت تجاری میوه‌ها در طول دوره انبارداری بدون استفاده از پوشش محافظ است. این یافته‌ها به وضوح پتانسیل کاربرد پوشش‌های خوراکی، به ویژه اسیدکلروژنیک، در حفظ کیفیت ظاهری و افزایش بازارپسندی میوه موز پس از برداشت را تایید می‌کنند.

جدول ۱- بررسی صفات مختلف میوه موز تحت تاثیر تیمارهای مختلف در مدت ۱۸ روز انبارمانی در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد.

تیمار	سفتی میوه (نیوتن)	مواد جامد محلول (٪)	pH
شاهد	۳۰/۸۹ ± ۲/۳d	۲۵/۲۱ ± ۱/۱۶a	۵/۱ ± ۰/۱۲c
روغن هسته انار	۸۲/۰۸ ± ۰/۶۹b	۱۴/۰۸ ± ۰/۱۴b	۵/۳ ± ۰/۱bc
آلوئه ورا	۶۲/۸۷ ± ۲/۲۳c	۱۴/۲۸ ± ۰/۴۶b	۵/۵ ± ۰/۱ab
کلروژنیک اسید	۹۴/۵ ± ۱/۹۷a	۱۳/۰۴ ± ۰/۲۸b	۵/۶۳ ± ۰/۰۳a
روغن مورینگا	۷۷/۹۸ ± ۳/۳b	۱۳/۲۴ ± ۰/۲۹b	۵/۵۳ ± ۰/۰۳ab

جدول ۲- بررسی صفات مختلف میوه موز تحت تاثیر تیمارهای مختلف در مدت ۱۸ روز انبارمانی در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد.

تیمار	اسیدیته قابل تیتر (٪)	فنل (mg/g)	فلاونوئید (mg/g)
شاهد	۰/۱۷۸۴ ± ۰/۰۱۵ c	۲/۶۴ ± ۰/۰۸۲۵c	۰/۴۳۹۴ ± ۰/۰۰۶۳d
روغن هسته انار	۰/۲۸۵۴ ± ۰/۰۱۷۸ab	۲/۹۴ ± ۰/۲۳c	۰/۶۱۸۲ ± ۰/۰۰۱۷a
آلوئه ورا	۰/۲۳۱۹ ± ۰/۰۲ bc	۴/۴۱ ± ۰/۰۹ab	۰/۵۳۵۴ ± ۰/۰۰۹۶bc
کلروژنیک اسید	۰/۳۰۳۳ ± ۰/۰۱۷۸ a	۴/۹۶ ± ۰/۲۳a	۰/۵۹۳۹ ± ۰/۰۱۲۲ab
روغن مورینگا	۰/۲۸۵۴ ± ۰/۰۱۸۸ab	۴/۰۸ ± ۰/۱۶b	۰/۵۱۸۲ ± ۰/۰۰۴۶cd



شکل ۱- ارزیابی بازارپسندی میوه موز تحت تاثیر تیمارهای مختلف در مدت ۱۸ روز انبارمانی در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد.

منابع

جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۸ . فیزیولوژی بعد از برداشت .ارومیه. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۷۶ صفحه.

اثنی عشری، م .و زکائی خسروشاهی، م .ر(۱۳۸۷) فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت .جلد اول، انتشارات دانشگاه بو علی سینا. ۶۵۸ صفحه.

Chillet, M., Lapeyre, D., Bellaire, L. 1996. Poly bag packaging to control the anthracnose of banana. Fruits. 51(3): 163–173.

Ghoshghalb, H., Arzani, K., Malakoti, M. G., Barzegar, M. 2008. Review during development and storage of carbohydrates and organic acids and its effect on survival, quality and internal browning of fruit in two varieties of Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd). Journal of Agricultural Science and Technology. 12(54): 193–204.

Jaing, Y., Chen, F. 1995. A study on polyamines changes and browning of fruit during cold storage of litchi (*Litchi chinensis*). Postharvest Biology and Technology. 5: 245–250.

Kakkar, R., Rai, V. 1993. Plant polyamines in flowering and fruit ripening. Phytochemistry. 33: 1281–1288.

Luyckx, A., Lechaidel, M., Hubert, O., Salmon, F. 2016. Banana physiological post-harvest disorders. MOJ Food Processing & Technology. 2(6): 58–69.

Malmiri, H. J., Osman, A., Tan, C. P., Rahman, R. A. 2011. Development of an edible coating based on chitosan-glycerol to delay 'Berangan' banana (*Musa sapientum* cv. Berangan) ripening process. International Food Research Journal. 18(3): 989–997.

Manoj, K., Upendra, N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science. 158(2): 87–96.

Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valverde, J. M., Zapata, P. J., Castillo, S., Valero, D. 2008. The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. Trends in Food Science & Technology. 19: 464–471.

Smogyi, M. 1952. Notes on sugar determination. Journal of Biological Chemistry. 195: 19–29.

Wang, L. J., Chen, S. H. J., Kong, W. F., Li, S. H. H., Archbold, D. D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and shock of peach during cold storage. Postharvest Biology and Technology. 91: 244–251.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Maintaining postharvest quality of banana fruit using natural compounds

Sakineh Khandan Deh Arbab[1] and Somayeh Rastegar[2*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan Bandar Abbas, Iran
Corresponding author: rastegarhort@gmail.com, s.rastegar@hormozgan.ac.ir

Abstract

Banana (*Musa sapientum*) is a major commercial fruit that experiences substantial postharvest losses, consistently motivating researchers to explore strategies for extending its shelf life and preserving quality. The present study aimed to evaluate the impact of applying certain natural compounds on the postharvest quality of banana fruit. The experiment was conducted using a completely randomized design with three replicates under ambient temperature conditions (18 ± 1 °C) and relative humidity of 55 ± 5%. Postharvest banana fruits were treated with solutions of chlorogenic acid (1% w/v), *Aloe vera* extract (1% v/v), moringa oil (0.05% v/v), and pomegranate seed oil (0.05% v/v). Following 18 days of storage, the results indicated that the application of treatments had a significant effect ($p<0.05$) on the measured quality attributes, including fruit firmness, pH, titratable acidity, and total phenolic content, compared to the control group. Furthermore, the treatment with pomegranate seed oil at a concentration of 0.05% significantly influenced ($p< 0.05$) the total flavonoid content of the fruit. The highest total soluble solids (TSS) content (25.21 %) was observed in the control group, while the lowest (13.04 %) was found in fruits treated with 1% chlorogenic acid. The findings of this research suggest that the application of 1% chlorogenic acid can effectively contribute to maintaining fruit firmness, reducing changes in pH and total soluble solids, and increasing the phenolic content of banana fruit during the storage period. Overall, the results of this study demonstrate that 1% chlorogenic acid can be recommended as an effective compound for enhancing and preserving the postharvest quality of banana fruit.

Keywords: Chlorogenic acid, Edible coating, Flavonoid, Phenol, Storage.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر روش انجماد و رقم بر پایداری ترکیبات زیست‌فعال اناردانه طی ذخیره‌سازی منجمد

زیبا امیدی فرد[1*] و علی قرقانی[1]
۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: zomidifard@shirazu.ac.ir

چکیده

در این پژوهش، تأثیر دو روش انجماد، شامل انجماد آهسته (در دمای منفی ۱۸ درجه سلسیوس) و انجماد سریع با استفاده از نیتروژن مایع، بر پایداری ترکیبات زیست‌فعال اناردانه سه رقم انار، شامل واندرفول، فاروق و رباب، طی ۱۸۰ روز ذخیره‌سازی بررسی شد. ترکیبات زیست‌فعال مورد مطالعه، فنول کل، آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بودند که به‌عنوان شاخص‌هایی از کیفیت تغذیه‌ای و سلامت‌محور در محصولات انار اهمیت دارند. نمونه‌های تازه به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند و اندازه‌گیری‌ها در بازه‌ای شش‌ماهه و در فواصل زمانی مشخص انجام گرفت.نتایج حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که نوع روش انجماد، رقم و مدت زمان نگهداری، هر یک به‌طور معناداری بر میزان ترکیبات زیست‌فعال تأثیرگذار بودند .به‌طور کلی، مقادیر این ترکیبات در نمونه‌های منجمد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت، اما شدت این کاهش متأثر از نوع انجماد و رقم بود. در رقم واندرفول و تحت تیمار انجماد سریع، پس از ۱۸۰ روز نگهداری، مقادیر فنول کل، آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب برابر با ۶۸۵ میلی‌گرم در لیتر، ۳۹۷ میلی‌گرم در لیتر و ۸۹/۷ درصد اندازه‌گیری شد. رقم فاروق در هر سه شاخص، به‌ویژه تحت تیمار انجماد آهسته، کاهش بیشتری را نشان داد .رقم رباب عملکردی میانه داشت و در برخی شاخص‌ها رفتار مشابه با واندرفول از خود نشان داد.بر پایه‌ی یافته‌های این پژوهش، به‌کارگیری انجماد سریع، همراه با انتخاب ارقامی با پایداری بالاتر همچون واندرفول، می‌تواند در حفظ ترکیبات زیست‌فعال و کیفیت تغذیه‌ای اناردانه انار طی نگهداری منجمد مؤثر واقع شود و در فرآوری صنعتی این محصول ارزشمند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی : آنتوسیانین کل، انجماد سریع، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) از میوه‌های مهم مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به‌شمار می‌رود و به‌دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال همچون آنتوسیانین‌ها، ترکیبات فنولی و اسیدهای آلی، از جایگاه ویژه‌ای در صنایع غذایی و دارویی برخوردار است. این ترکیبات خواص آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی دارند و نقش مهمی در حفظ سلامت مصرف‌کننده ایفا می‌کنند. با این حال، اناردانه ساختاری حساس و فسادپذیر دارد که امکان نگهداری طولانی‌مدت آن را محدود می‌کند.

یکی از روش‌های مؤثر برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت تغذیه‌ای اناردانه ، استفاده از فرایند انجماد است. اما مطالعات نشان داده‌اند که ترکیبات زیست‌فعال در برابر شرایط انجماد حساس بوده و پایداری آن‌ها به عوامل مختلفی از جمله سرعت انجماد، دمای نگهداری و ویژگی‌های رقم بستگی دارد. پژوهش‌هایی گزارش کرده‌اند که انجماد سریع در مقایسه با انجماد آهسته عملکرد بهتری در حفظ ترکیبات فنولی و آنتوسیانین در برخی میوه‌ها دارد(Poiana et al., 2010; Oliveira et al ., 2015) . همچنین، تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام انار در حفظ این ترکیبات طی فرایندهای پس‌ازبرداشت تأثیرگذار بوده است(Pareek et al., 2015).با توجه به اهمیت حفظ کیفیت تغذیه‌ای اناردانه و نقش مؤثر روش انجماد و ویژگی‌های رقم، این پژوهش با هدف بررسی اثر دو روش انجماد آهسته و سریع بر میزان فنول کل، آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در اناردانه سه رقم انار (واندرفول، فاروق و رباب) طی دوره شش‌ماهه نگهداری منجمد انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، اناردانه سه رقم انار شامل واندرفول، فاروق و رباب از یک باغ تجاری در منطقه نی‌ریز، استان فارس تهیه و پس از جداسازی دستی، به دو روش منجمد شدند. در روش انجماد آهسته، اناردانه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در فریزر با دمای منفی

۱۸ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در روش انجماد سریع، نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ ثانیه در نیتروژن مایع(دمای منفی ۱۹۶ درجه سلسیوس) غوطه‌ور شده و سپس در فریزر منفی ۱۸ درجه قرار گرفتند. نمونه‌های شاهد تازه و تیمارهای انجمادی به‌مدت شش ماه در دمای ثابت نگهداری شدند و ارزیابی‌ها در روزهای صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ انجام شد. این پژوهش در قالب طرح فاکتوریل با سه عامل (رقم، روش انجماد و زمان نگهداری) بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. مقدار فنول کل با استفاده از روش فولین–سیوکالتو تعیین شد (Wrolstad et ,al 2012). آنتوسیانین کل به روش طیف‌سنجی در دو pH متفاوت (Giusti and Wrolstad, 2001) اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش حذف رادیکال آزاد DPPH مورد ارزیابی قرار گرفت (Brand-Williams et al .,1995). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری R واکاوی آماری شدند.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های جدول ۱، روش انجماد، نوع رقم و مدت زمان نگهداری، هر سه اثر معنی‌داری بر ترکیبات زیست‌فعال اناردانه داشتند. مقدار فنول کل در تمامی تیمارها طی دوره نگهداری به جز تیمار انجماد آهسته در رقم واندرفول کاهش یافت و شدت این کاهش بسته به رقم و روش انجماد متفاوت بود. تیمار رقم واندرفول در روش انجماد سریع پس از ۱۸۰ روز بیشترین مقدار فنول کل (۶۸۵ میلی‌گرم بر لیتر) و تیمار رقم فاروق در روش انجماد آهسته کمترین مقدار (۵۳۸ میلی‌گرم بر لیتر) را نشان داد.

جدول ۱.-تغییرات فنول کل، آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اناردانه ارقام مختلف انار تحت تأثیر روش‌های مختلف انجماد و زمان نگهداری.

رقم	روش انجماد	زمان نگهداری	فعالیت آنتی اکسیدانی٪	فنول کل (mg/L)	آنتوسیانین کل (mg/L)
واندرفول	شاهد	نمونه تازه	۸۶/۲ ± ۲/۴^{c}	۸۴۸ ± ۳۲/۱^{abc}	۳۹۵ ± ۵۵/۲^{ab}
	انجماد سریع	۶۰ روز	۸۷/۳ ± ۰/۹^{bc}	۶۵۱ ± ۵۳/۲^{hi}	۲۰۰ ± ۲۴/۳^{de}
		۱۲۰ روز	۸۸/۵ ± ۰/۳^{abc}	۶۶۸ ± ۳۳/۵^{efghi}	۲۹۹ ± ۴۶/۲^{bcd}
		۱۸۰ روز	۸۹/۷ ± ۱/۳^{abc}	۶۸۵ ± ۳۴/۴^{efghi}	۳۹۷ ± ۷۶/۲^{ab}
	انجماد آهسته	۶۰ روز	۹۳/۲ ± ۱/۳^{a}	۶۵۵ ± ۲۳/۶^{hi}	۴۴۵ ± ۹۷/۲^{a}
		۱۲۰ روز	۹۳/۵ ± ۰/۸^{a}	۹۱۱ ± ۲۰/۲^{a}	۴۱۶ ± ۴۷/۸^{ab}
		۱۸۰ روز	۹۳/۷ ± ۰/۳^{a}	۸۹۷ ± ۳۹/۹^{a}	۳۸۷ ± ۴۷/۲^{abc}
رباب	شاهد	نمونه تازه	۸۶/۴ ± ۰/۸^{c}	۷۶۷ ± ۵۶/۵^{bcde}	۲۵۷ ± ۱۶/۶^{cde}
	انجماد سریع	۶۰ روز	۸۸/۹ ± ۳/۳^{abc}	۷۵۹ ± ۲۰/۰^{cdef}	۲۳۶ ± ۲۰/۱^{de}
		۱۲۰ روز	۹۰/۸ ± ۱/۹^{abc}	۷۵۸ ± ۲۹/۷^{cdefg}	۲۱۸ ± ۲۷/۸^{de}
		۱۸۰ روز	۹۲/۸ ± ۰/۷^{a}	۷۵۷ ± ۴۳/۳^{cdefg}	۲۱۳ ± ۲۲/۰^{de}
	انجماد آهسته	۶۰ روز	۹۲/۹ ± ۰/۹^{a}	۷۸۶ ± ۱۷/۷^{bcd}	۱۶۰ ± ۵۳/۵^{e}
		۱۲۰ روز	۹۲/۶ ± ۱/۰^{ab}	۷۲۴ ± ۶/۸^{defghi}	۱۴۷ ± ۱۹/۳^{e}
		۱۸۰ روز	۹۲/۳ ± ۱/۴^{ab}	۶۶۲ ± ۵/۷^{fghi}	۱۳۴ ± ۱۸/۱^{e}
فاروق	شاهد	نمونه تازه	۹۱/۱ ± ۳/۲^{abc}	۸۶۷ ± ۳۱/۸^{ab}	۲۰۳ ± ۱۳/۵^{de}
	انجماد سریع	۶۰ روز	۹۱/۳ ± ۱/۵^{abc}	۶۸۱ ± ۴۰/۰^{efghi}	۲۳۰ ± ۴۶/۱^{de}
		۱۲۰ روز	۹۱/۴ ± ۱/۵^{abc}	۶۵۸ ± ۲۰/۹^{ghi}	۲۰۵ ± ۱۷/۹^{de}
		۱۸۰ روز	۹۱/۵ ± ۱/۸^{abc}	۶۳۴ ± ۱۵/۲^{ij}	۱۸۰ ± ۳۷/۷^{de}
	انجماد آهسته	۶۰ روز	۹۱/۵ ± ۰/۹^{abc}	۷۴۷ ± ۱۸/۴^{defgh}	۲۴۳ ± ۲۱/۴^{de}
		۱۲۰ روز	۹۱ ± ۰/۹^{abc}	۶۴۳ ± ۷/۰^{i}	۲۱۶ ± ۲۱/۲^{de}
		۱۸۰ روز	۹۰/۵ ± ۱/۰^{abc}	۵۳۸ ± ۱۰/۴^{j}	۱۸۳ ± ۵۲/۷^{de}

اعداد به‌صورت میانگین ± انحراف معیار هستند. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون توکی می‌باشند.

کاهش محتوای فنول کل در طی دوره نگهداری می‌تواند به اکسایش ترکیبات فنولی، آزادسازی آنزیم‌های تخریبی مانند پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز، و تخریب ساختار سلولی در اثر تشکیل کریستال‌های یخ در بافت مربوط باشد. Santarelli و همکاران (2020) گزارش کردند که انجماد سریع به‌دلیل تشکیل کریستال‌های یخی ریزتر، موجب کاهش آسیب بافتی و حفظ بیشتر ترکیبات زیست‌فعال می‌شود. در پژوهش حاضر در تیمار رقم واندرفول در انجماد آهسته مشاهده شد که بیشترین مقدار فنول کل را در پایان نگهداری حفظ کرد. در مورد آنتوسیانین کل نیز روند کاهشی مشاهده شد که در روش انجماد سریع و به‌ویژه در رقم فاروق چشمگیرتر بود. مقدار آنتوسیانین کل در تیمار رقم فاروق در روش انجماد سریع در پایان نگهداری به ۱۸۰ میلی‌گرم بر لیتر رسید، در حالی که تیمار رقم واندرفول در روش انجماد سریع مقدار ۳۹۷ میلی‌گرم بر لیتر را حفظ کرد. آنتوسیانین‌ها از ترکیبات رنگدانه‌ای حساس به اکسایش هستند که در نتیجه تخریب ساختار سلولی و نشت محتویات واکوئلی به محیط، به‌راحتی تجزیه می‌شوند. یافته‌های Youssefو همکاران (2016) نیز تأیید می‌کند که انجماد سریع در برخی ارقام می‌تواند سبب افت شدید رنگدانه‌ها شود، در حالی که انجماد آهسته در برخی موارد موجب حفظ بهتر آنتوسیانین می‌گردد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز در طی دوره نگهداری کاهش یافت، ولی شدت این کاهش نسبت به فنول کل و آنتوسیانین کمتر بود. تیمار رقم واندرفول در روش انجماد آهسته با ۹۳/۷ درصد، بیشترین و تیمار رقم واندرفول در روش انجماد سریع با ۸۹/۷ درصد، کمترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در پایان دوره حفظ کردند. Khattab و همکاران (2015) گزارش کردند که کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول ذخیره‌سازی منجمد معمولاً کمتر از کاهش ترکیبات زیست‌فعال دیگر است، زیرا برخی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پایداری بیشتری نسبت به تخریب دارند. در مجموع، نتایج نشان داد که انجماد سریع در حفظ فنول کل مؤثرتر بود، در حالی‌که انجماد آهسته در برخی موارد به حفظ بهتر آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمک کرد. واکنش ارقام مختلف به شرایط انجماد یکسان نبود. رقم واندرفول در هر سه شاخص زیست‌فعال عملکرد بهتری نسبت به دو رقم دیگر داشت، که این موضوع می‌تواند به ویژگی‌های فیزیوشیمیایی، ساختار سلولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اولیه آن مرتبط باشد. انتخاب روش مناسب انجماد بر اساس نوع رقم می‌تواند نقش کلیدی در حفظ ارزش تغذیه‌ای اناردانه ایفا کند .همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از تیمارهای پیش‌فرآوری مانند پوشش‌دهی یا مهارکننده‌های آنزیمی جهت کاهش تخریب ترکیبات زیستی استفاده شود.

منابع

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie. 28(1): 25–30.

Hernández Escarcega, G., Sánchez-Chávez, E., Pérez Álvarez, S., Soto Caballero, M., Soto Parra, J. M., Flores-Córdova, M. A., et al. 2020. Determination of antioxidant phenolic, nutritional quality and volatiles in pomegranates (*Punica granatum* L.) cultivated in Mexico. International Journal of Food Properties. 23: 979–991.

Khattab, R., Celli, G. B., Ghanem, A., Brooks, M. S. L. 2015. Effect of frozen storage on polyphenol content and antioxidant activity of haskap berries (*Lonicera caerulea* L.). Journal of Berry Research. 5: 231–242.

Nafees, M., Jaskani, M. J., Ahmad, I., Maryam, Ashraf, I., Maqsood, A., Ahmar, S., et al. 2020. Biochemical analysis of organic acids and soluble sugars in wild and cultivated pomegranate germplasm based in Pakistan. Plants. 9: 493.

Oliveira, A., Alexandre, E. M., Coelho, M., Barros, R. M., Almeida, D. P., Pintado, M. 2015. Effect of freezing and pasteurization on polyphenol retention in fruit. LWT - Food Science and Technology. 64: 361–368.

Pareek, S., Valero, D., Serrano, M. 2015. Postharvest biology and technology of pomegranate. Journal of the Science of Food and Agriculture. 95: 2360–2379.

Poiana, M. A., Moigradean, D., Raba, D., Alda, L. M., Popa, M. 2010. The effect of long-term frozen storage on the nutraceutical compounds, antioxidant properties, and color indices of different kinds of berries. Journal of Food, Agriculture and Environment. 8: 54–58.

Santarelli, V., Neri, L., Sacchetti, G., Di Mattia, C. D., Mastrocola, D., Pittia, P. 2020. Response of organic and conventional apples to freezing and freezing pre-treatments: Focus on polyphenol content and antioxidant activity. Food Chemistry. 308: 125570.

Wrolstad, R. E., Acree, T. E., Decker, E. A., Penner, M. H., Reidl, A., Schwartz, S. J., et al. 2012. Handbook of Food Analytical Chemistry: Pigments, Colorants, Flavors, and Texture. John Wiley & Sons.

Youssef, K., Shatta, A., El-Samahy, S. 2016. Impact of freezing and freeze-drying processes on color, phytochemical contents, and antioxidant capacity of pomegranate seeds. Suez Canal University Journal of Food Science. 3: 27–38.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of freezing method and cultivar on the stability of bioactive compounds in pomegranate arils during frozen storage

Ziba Omidifard[1*] and Ali Gharaghani[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
Corresponding Author: zomidifard@shirazu.ac.ir

Abstract

This study evaluated the impact of two freezing methods—slow freezing (at –18°C) and cryogenic freezing using liquid nitrogen—on the stability of bioactive compounds in the arils of three pomegranate cultivars: Wonderful, Faroogh, and Rabab, over a 180-day storage period. The analyzed bioactive compounds included total phenolic content, total anthocyanins, and antioxidant activity, which are key indicators of the nutritional and functional quality of pomegranate products. Fresh arils served as controls, and measurements were conducted at regular intervals throughout the six-month storage. The results revealed that freezing method, cultivar, and storage duration each had a significant effect on the bioactive compound levels. While all compounds declined over time compared to fresh samples, the extent of reduction varied depending on the freezing treatment and cultivar. The Wonderful cultivar, when subjected to cryogenic freezing, exhibited the highest retention after 180 days: 685 mg/L total phenolics, 397 mg/L total anthocyanins, and 89.7% antioxidant activity. In contrast, the Faroogh cultivar showed the greatest reductions in all parameters, particularly under slow freezing. Rabab displayed intermediate behavior, with some values approaching those of Wonderful under cryogenic freezing. These findings highlight that combining cryogenic freezing with the use of stable cultivars—such as Wonderful—can significantly enhance the preservation of bioactive compounds during frozen storage. This strategy offers valuable insights for improving postharvest handling and industrial processing of pomegranate arils.

Keywords: Antioxidant activity, Cryogenic freezing, Total anthocyanins, Total phenolics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر حفظ ترکیبات پلی‌فنولی اناردانه در سه رقم تجاری انار

زیبا امیدی فرد[1*] و علی قرقانی[1]
۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *zomidifard@shirazu.ac.ir*

چکیده

اناردانه خشک یکی از فرآورده‌های انار است که به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال به‌ویژه پلی‌فنول‌ها، از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار است. روش خشک‌کردن می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر ترکیبات پلی‌فنولی موجود در محصول نهایی داشته باشد و بر کیفیت نهایی فرآورده اثرگذار باشد. هدف از این پژوهش، بررسی و مقایسه تأثیر سه روش خشک‌کردن شامل خشک‌کن انجمادی، خشک‌کن کابینتی و خشک‌کردن در سایه بر میزان پلی‌فنول‌های موجود در دانه‌های سه رقم انار تجاری شامل واندرفول، رباب نی‌ریز و فاروق بود.برای این منظور، پس از استخراج پلی‌فنول‌ها از اناردانه‌های خشک‌شده، ترکیباتی شامل اسید گالیک، کاتچین، اسید کافئیک، اسید الاژیک، کلروژنیک اسید و سایر پلی‌فنول‌ها با استفاده از روش طیف‌سنجی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که نوع روش خشک‌کردن و رقم انار هر دو بر میزان پلی‌فنول‌ها مؤثر بودند و تفاوت‌های قابل‌توجهی ایجاد کردند. در اغلب ترکیبات، استفاده از خشک‌کن انجمادی بیشترین مقدار پلی‌فنول‌ها را حفظ کرد، در حالی‌که روش سایه خشک نیز در برخی ترکیبات از جمله اسید الاژیک، عملکرد مناسبی نشان داد. همچنین، تفاوت میان ارقام بیانگر نقش ساختار ژنتیکی و ویژگی‌های متابولیکی در پایداری ترکیبات زیست‌فعال طی فرآیند خشک‌کردن بود.بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، روش خشک‌کن انجمادی به عنوان مؤثرترین روش در حفظ پلی‌فنول‌ها معرفی شد، اما با توجه به نوع ترکیب، رقم انار، و شرایط اجرایی، می‌توان از سایر روش‌ها نیز بهره گرفت. این مطالعه می‌تواند در انتخاب روش خشک‌کردن مناسب جهت حفظ کیفیت تغذیه‌ای، ارزش عملکردی و ارتقاء خواص سلامت‌بخش اناردانه‌های تجاری مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: الاژیک اسید، اناردانه خشک، پلی‌فنول، کاتچین، گالیک اسید.

مقدمه

اناردانه خشک یکی از محصولات ارزشمند فرآوری‌شده از انار (*Punica granatum* L.) به شمار می‌رود که غنی از ترکیبات زیست‌فعال به‌ویژه پلی‌فنول‌ها است. این ترکیبات، از جمله گالیک اسید، الاژیک اسید، کاتچین و سایر اسیدهای فنولیک، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی, ضدالتهابی و ضدسرطانی هستند و نقش مهمی در ارتقاء سلامت انسان ایفا می‌کنند .(Jaiswal et al., 2010) ,حفظ این ترکیبات در طول فرآیندهای صنعتی به‌ویژه خشک‌کردن، چالشی جدی به شمار می‌رود، چرا که پلی‌فنول‌ها در برابر اکسایش, نور و حرارت بسیار حساس هستند (Calín-Sánchez et al., 2013).

خشک‌کردن یکی از رایج‌ترین روش‌های فرآوری و نگهداری انار و فرآورده‌های آن است که می‌تواند تأثیر عمده‌ای بر کیفیت تغذیه‌ای، خواص عملکردی و پایداری ترکیبات زیست‌فعال داشته باشد. روش‌های مختلفی برای خشک‌کردن اناردانه استفاده می‌شود، که رایج‌ترین آن‌ها خشک‌کردن انجمادی, خشک‌کن کابینتی و خشک‌کردن در سایه است. بررسی‌ها نشان داده‌اند که روش‌های کم‌حرارت مانند خشک‌کن انجمادی معمولاً در حفظ ترکیبات فنولی بهتر عمل می‌کنند (Thakur et al., 2020)، در حالی که روش‌های حرارتی مانند خشک‌کن کابینتی ممکن است منجر به کاهش ترکیبات حساس شوند.

با وجود تعدد مطالعات بر روی انار اطلاعات محدودی در خصوص تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر ترکیبات پلی‌فنولی اناردانه حاصل از ارقام تجاری وجود دارد (Sharma et al., 2022). هدف این پژوهش بررسی تأثیر سه روش خشک‌کردن متفاوت بر ترکیبات پلی‌فنولی اناردانه سه رقم تجاری انار شامل واندرفول، رباب نی‌ریز و فاروق بوده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، سه رقم انار شامل واندرفول، رباب نی‌ریز و فاروق از باغات منطقه نی‌ریز واقع در استان فارس برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند .جداسازی پوست و استخراج دانه‌ها صورت گرفت بعد از آن اناردانه‌ها تحت سه روش مختلف خشک‌کردن قرار گرفتند. روش اول، خشک‌کردن انجمادی با استفاده از فریزدرایر در دمای منفی ۵۰ درجه سلسیوس انجام شد. در روش دوم، اناردانه‌ها در خشک‌کن کابینتی در دمای ۴۰ درجه سلسیوس خشک شدند. در روش سوم، نمونه‌ها در محیط سایه و دمای محیط تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردیدند.

پس از خشک‌کردن کامل، نمونه‌های اناردانه مستقیماً برای عصاره‌گیری مورد استفاده قرار گرفتند. به‌منظور استخراج ترکیبات پلی‌فنولی، از حلال متانول استفاده شد. عصاره‌گیری با نسبت مناسب نمونه به حلال در دمای محیط و با استفاده از دستگاه شیکر صورت گرفت. سپس محلول‌ها سانتریفیوژ شده و فاز مایع جدا گردید.

اندازه‌گیری کمی ترکیبات پلی‌فنولی شامل اسید گالیک، کاتچین، اسید کافئیک، اسید الاژیک، و کلروژنیک اسید با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) انجام شد. شرایط دستگاه شامل ستون کروماتوگرافی مناسب، فاز متحرک و آشکارساز مطابق استانداردهای رایج برای سنجش ترکیبات فنولی تنظیم گردید. آنالیزها برای هر نمونه در سه تکرار انجام گرفت و نتایج به صورت میانگین ±انحراف معیار گزارش شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی ترکیبات پلی‌فنولی در اناردانه خشک‌شده سه رقم انار تحت تأثیر سه روش مختلف خشک‌کردن نشان داد که هر دو عامل رقم و روش فرآوری بر مقدار این ترکیبات تأثیرگذار هستند (جدول ۱). در اغلب ترکیبات، به‌ویژه ترکیبات حساس‌تری مانند کاتچین و اسید کافئیک، استفاده از خشک‌کن انجمادی موجب حفظ مقدار بیشتری از این ترکیبات شد. این امر در رقم واندرفول به‌طور واضح قابل مشاهده بود؛ به‌گونه‌ای که در این رقم، خشک‌کن انجمادی توانست بیشترین مقدار این ترکیبات را حفظ کند.

جدول۱- مقایسه ترکیبات پلی فنولی اناردانه خشک شده سه رقم مختلف انار تحت تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن.

رقم	پلی فنول ها	خشک کن انجمادی	سایه خشک	خشک کن کابینتی
واندرفول	Gallic acid (mg/lit)	۱۸۹/۹۴±۳/۳۳	۶۱۴/۵۸±۴/۷۰	۴۱۰/۶۰±۱/۰۴
	Catechin (mg/lit)	۶۲/۵۰±۳/۰۹	۴۴/۰۳±۰/۷۲	۲۴/۷۶±۰/۱۸
	Caffeic acid (mg/lit)	۱۲۷/۶۷±۳/۲۴	۳۲/۸۵±۱/۴۱	۲۰/۹۰±۰/۴۱
	Vanilin (mg/lit)	۱۲/۹۵±۰/۲۷	۱۴/۱۳±۰/۱۱	۹/۶۳±۰/۱۰
	Trans-ferulic acid (mg/lit)	۱۵/۱۲±۱/۰۴	۱۸/۲۶±۰/۸۹	۱۴/۷۶±۱/۰۲
	Ellagic acid (mg/lit)	۲۰/۰۵±۰/۷۵	۲۴/۵۶±۱/۱۳	۱۸/۷۷±۰/۶۹
	Chlorogenic acid (mg/lit)	۴۶/۴±۴/۵	۶۵/۱۵±۶/۵	۴۱/۰۵±۱۲/۰
رباب	Gallic acid (mg/lit)	۱۶۳/۰۱±۹/۰۴	۱۹۴/۷۳±۴۸/۶۳	۳۲۵/۳۴±۶۱/۲۲
	Catechin (mg/lit)	۴۰/۳۴±۰/۶۹	۱۸/۱۲±۳/۷۷	۳۶/۴۱±۱/۷۹

	Caffeic acid (mg/lit)	۵۱/۸۰±۴/۳۸	۷/۴۵±۴/۰۸	۱۹/۴۵±۰/۳۸
	Vanilin (mg/lit)	۱۵/۴۲±۰/۰۹	۶/۴۷±۱/۱۹	۱۱/۸۱±۰/۲۴
	Trans-ferulic acid (mg/lit)	۱۳/۲۷±۰/۷۷	۱۵/۰۴±۱/۱۵	۱۴/۸۸±۰/۹۸
	Ellagic acid (mg/lit)	۲۴/۲۸±۰/۹۱	۱۷/۲۹±۰/۸۰	۲۶/۰۸±۱/۲۷
	Chlorogenic acid (mg/lit)	۴۶/۵۵±۱/۵	۳۴/۵۵±۸/۰	۴۲/۰±۱/۱
فاروق	Gallic acid (mg/lit)	۱۰۹/۷۸±۰/۹۰	۳۴۱/۲۵±۰/۸۰	۳۰۳/۸۷±۳/۵۵
	Catechin (mg/lit)	۳۴/۲۰±۰/۵۹	۲۴/۶۶±۰/۰۸	۳۰/۵۴±۰/۱۰
	Caffeic acid (mg/lit)	۴۵/۸۰±۱/۲۶	۳/۵۱±۰/۵۹	۲۶/۸۳±۱۲/۳۹
	Vanilin (mg/lit)	۱۰/۰۹±۰/۳۰	۶/۶۳±۰/۰۹	۸/۶۲±۰/۰۴
	Trans-ferulic acid (mg/lit)	۱۵/۶۹±۱/۰۱	۱۳/۹۱±۰/۵۶	۱۴/۸۳±۰/۷۲
	Ellagic acid (mg/lit)	۱۸/۴۷±۰/۶۸	۱۹/۶۰±۰/۵۵	۲۱/۳۳±۰/۷۳
	Chlorogenic acid (mg/lit)	۲۹/۱۰±۱/۳	۲۷/۷۰±۰/۷	۲۸/۴۰±۰/۶

بررسی اسید گالیک نشان داد که در برخی ارقام مانند رباب و واندرفول، روش انجمادی عملکرد خوبی از خود نشان داد؛ اما در رقم فاروق، روش سایه خشک مقادیر بیشتری از این ترکیب را حفظ کرد. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی و ساختار سلولی متفاوت در ارقام مختلف باشد. در خصوص اسید الاژیک، که از ترکیبات فنولی مهم با نقش آنتی‌اکسیدانی شناخته می‌شود، مشاهده شد که در رقم رباب، روش سایه خشک بیشترین مقدار این ترکیب را حفظ کرده است. مطالعات پیشین نیز کاهش اسید الاژیک در طی فرآیند خشک‌کردن را گزارش کرده‌اند. برای نمونه، (Calín-Sánchez et al., 2013) نشان دادند که در آریل انار خشک‌شده، روش خشک‌کن انجمادی قادر به حفظ مقدار بیشتری از این ترکیب بوده است.

در رقم فاروق، مقادیر کلی پلی‌فنول‌ها نسبت به دو رقم دیگر پایین‌تر بود؛ هرچند در برخی ترکیبات مانند کلروژنیک اسید، اختلاف بین روش‌های خشک‌کردن چندان چشمگیر نبود. یافته‌های پژوهش‌های پیشین نیز با نتایج این مطالعه هم‌راستا هستند (Hota et al., 2017). نیز در بررسی اثر روش‌های خشک‌کردن بر کیفیت آریل انار گزارش کرده‌اند که خشک‌کن کابینتی در مقایسه با سایر روش‌ها کاهش بیشتری در ترکیبات زیست‌فعال ایجاد کرده است و استفاده از دمای پایین‌تر می‌تواند در حفظ این ترکیبات مؤثر باشد (Thakur et al., 2020). گزارش کردند که خشک‌کن انجمادی نسبت به سایر روش‌ها توانسته است پلی‌فنول‌ها را بهتر حفظ کند. همچنین، Briki و همکاران (2019) اشاره کرده‌اند که روش‌های با دمای پایین‌تر مانند خشک‌کردن مادون قرمز، به دلیل کاهش تخریب حرارتی ترکیبات زیست‌فعال، عملکرد بهتری دارند (Jaiswal et al., 2010) نیز به نقش آنزیم پلی‌فنول‌اکسیداز (PPO) در کاهش پلی‌فنول‌ها اشاره کرده‌اند و بیان داشته‌اند که غیرفعال‌سازی این آنزیم در روش‌های با حرارت کنترل‌شده، می‌تواند منجر به حفظ بیشتر ترکیبات شود.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که روش خشک‌کن انجمادی در حفظ بخش عمده‌ای از پلی‌فنول‌ها مؤثر بوده است؛ با این حال، در برخی ترکیبات مانند اسید الاژیک، روش سایه خشک نیز عملکرد مناسبی داشته است. همچنین، نوع رقم نقش تعیین‌کننده‌ای در الگوی واکنش ترکیبات به روش خشک‌کردن دارد. بنابراین، انتخاب روش مناسب خشک‌کردن باید با در نظر گرفتن ویژگی‌های رقم و نوع ترکیبات هدف صورت گیرد.

منابع

Briki, S., Zitouni, B., Bechaa, B., Amiali, M. 2019. Comparison of convective and infrared heating as means of drying pomegranate arils (*Punica granatum* L.). Heat and Mass Transfer. 55(11): 3189–3199.

Calín-Sánchez, Á., Figiel, A., Hernández, F., Melgarejo, P., Lech, K., Carbonell-Barrachina, Á. A. 2013. Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils and rind as affected by drying method. Food and Bioprocess Technology. 6: 1644–1654.

Hota, M., Dahiya, D. S., Kumar, S. 2017. Effect of various drying methods on drying time and quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(4): 1711–1717.

Jaiswal, V., DerMarderosian, A., Porter, J. R. 2010. Anthocyanins and polyphenol oxidase from dried arils of pomegranate (*Punica granatum* L.). Food Chemistry. 118(1): 11–16.

Sharma, C., Thakur, N. S., Thakur, A., Bhatt, K. 2022. Comparative evaluation on drying of pomegranate arils for production of Anardana. Indian Journal of Horticulture. 79(1): 116–123.

Thakur, N. S., Thakur, A., Kumar, P. 2020. Effect of different drying modes on phenolics and antioxidant potential of different parts of wild pomegranate fruits. Scientia Horticulturae. 274: 109656.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of different drying methods on the preservation of polyphenolic compounds in dried pomegranate arils from three commercial cultivars

Ziba Omidifard[1*] and Ali Gharaghani[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
Corresponding Author: zomidifard@shirazu.ac.ir

Abstract

Dried pomegranate arils (Anardana) are a value-added product derived from pomegranate, rich in bioactive compounds, particularly polyphenols. The drying method can significantly affect the stability and concentration of these compounds. This study aimed to evaluate and compare the effects of three drying methods—freeze drying at −50 °C, cabinet drying at 40 °C, and shade drying—on the polyphenol content of arils from three commercial pomegranate cultivars: Wonderful, Rabab Neyriz, and Farouk. After drying, polyphenols were extracted using methanol without grinding the samples. Major compounds, including gallic acid, catechin, caffeic acid, ellagic acid, chlorogenic acid, and other polyphenols, were quantified using high-performance liquid chromatography (HPLC). The results showed that both drying method and cultivar influenced the retention of polyphenols. Freeze drying preserved the highest levels of most compounds, while shade drying showed better preservation of ellagic acid in some cases. Differences among cultivars highlighted the role of genetic factors in the stability of bioactive compounds during processing. Overall, freeze drying was found to be the most effective method for polyphenol preservation. However, depending on the compound type and cultivar, shade or cabinet drying may also be suitable alternatives. These findings provide useful insights for selecting appropriate drying techniques to maintain the nutritional and functional quality of commercial Anardana.

Keywords: Catechin, Dried arils, Ellagic acid, Gallic acid, Polyphenols.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی اثر ازن بر ویژگی‌های شیمیایی و کیفیت فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L. "Enza")

صبا صادقی[1*]، مصطفی کرمی[2] و محمد سیاری[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- گروه صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*نویسنده مسئول: *saba.sadeghi1994@gmail.com*

چکیده

فلفل دلمه‌ای سرشار از مواد معدنی و ویتامین‌ها است، مواد معدنی و همچنین آنتی‌اکسیدان‌ها، کاروتنوئیدها و مواد فنولیک ارزش غذایی فلفل را تشکیل می‌دهند. در واقع فساد و ضایعاتی که در مراحل پس از برداشت ظهور می‌یابند به عواملی که در قبل یا پس از برداشت مؤثر هستند مربوط می‌شود که همگی موجب کاهش ترکیبات مغذی این محصول می‌گردد، به منظور حفظ کیفیت فلفل باید شرایط بهینه‌ای برای نگهداری آن فراهم گردد. بنابراین یک روش مدیریتی مناسب در طی مراحل پس از برداشت فلفل دلمه‌ای، نگهداری در حین حمل و نقل، انبارداری و توزیع ضروری می‌باشد. از جمله تیمارهایی که می‌توان جهت کاهش ضایعات در فلفل دلمه‌ای استفاده کرد تیمار با گاز ازن است که اخیراً این گاز نیز به عنوان یک جایگزین مناسب برای انجام ضدعفونی در میوه و سبزیجات تازه معرفی شده است.. در این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمار ازن بر کیفیت و ویژگی‌های شیمیایی فلفل دلمه‌ای سبز رقم انزا غلظت گاز ازن به عنوان فاکتور اول در سه سطح شاهد (بدون تیمار ازن)، ppm ۱ و ۵ که فاکتور دوم زمان انبارمانی در پنج سطح صفر (روز برداشت محصول)، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز پس از شروع انبارمانی بود، که با سه تکرار، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تیمار گاز ازن در غلظت ppm ۱ به صورت قابل توجهی موجب حفظ میزان ویتامین‌ث و فنل‌کل در فلفل دلمه‌ای سبز رقم انزا می‌شود. همچنین این تیمار موجب مهار افزایش غلظت کاروتنوئید در این محصول گردید که می‌تواند به حفظ ویژگی‌های بیوشیمیایی و کیفیت محصول کمک کند. بنابراین، استفاده از گاز ازن به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود پایداری ترکیبات زیست فعال فلفل دلمه‌ای سبز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گاز ازن، ویتامین ث، عمر انباری، فلفل دلمه‌ای.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

فلفل یکی از پر طرفدارترین و مهم‌ترین گیاهان باغی جهان است که عطر، طعم و رنگ از مهم‌ترین ویژگی‌های آن می‌باشد و به طور گسترده‌ای در محصولات غذایی، به‌عنوان ادویه و در کاربردهای متنوع دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kumar et al., 2006). فلفل دلمه‌ای یکی از سبزیجات بسیار فسادپذیر است که نیازمند حمل و نقل مناسب و مراقبت کافی جهت حفظ عمر مفید و کیفیت می‌باشد (Ben-Yehoshua., 1983). میوه یا سبزی‌ها در مراحل قبل از برداشت یا در طی مراحل برداشت ممکن است محصول را به آلودگی پنهان دچار کند که این آلودگی در طی مراحل حمل و نقل، بازار رسانی و یا انبارمانی محصول ظهور و گسترش پیدا می‌کند. بنابراین یافتن راهکارهای مناسب در طی عملیات کشاورزی و مراحل پس از برداشت مورد توجه است (پیش‌بین، ۲۰۰۷).

مواد ضدعفونی‌کننده در صنایع غذایی برای حفاظت از بهداشت و کیفیت به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، این در حالی است که برخی از این عوامل مانند کلر، در برابر تعدادی از ارگانیسم‌ها و یا در برابر میکروب‌های اسپوردار ناکارآمد هستند؛ علاوه بر این، مواد شیمیایی نظیر کلرین به عنوان آلاینده محیط زیست محسوب می‌شوند (Karaca and Velioglu, 2007). بنابراین ازن به‌عنوان یک سیستم ایمن شناخته شده است، که دارای خواص ضد میکروبی فعالی علیه باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها و اسپورهای باکتری و قارچ است،

همچنین به‌عنوان یک افزودنی غذایی برای موادغذایی با هدف تیمارسازی، نگهداری و فرآوری در غذاها مورد تایید است (Rice, 1999). تأثیر مثبت قرارگیری محصولات کشاورزی در معرض ازن توسط محققان به منظور کاهش پوسیدگی و افزایش دوره انبارمانی توصیه شده است و تأثیر آن بر کیفیت و فیزیولوژی انواع محصولات غذایی ارزیابی شده است (Beltran et al., 2005). در مقاله‌ای که توسط Glowacz و همکاران (۲۰۱۵) مطرح شد، آنها گزارش کردند قرارگیری، در معرض ازن در خیار و کدوسبز افت وزن را تا ۴۰ درصد کاهش داد همچنین در فلفل تند قرمز محتوای دی‌هیدروآسکوربیک‌اسید که نشانه استرس است را کاهش داد و از چروکیدگی در طی انبارمانی جلوگیری کرد و بنابراین؛ حفظ کیفیت و افزایش عمر قفسه‌ای را به همراه داشت. همچنین Horvitz و Cantalejo (2012) بیان داشتند که شمار میکروبی در فلفل قرمز رنگ تازه برش که قبل نگهداری در انبار با گاز ازن تحت تیمار قرار گرفتند کاهش قابل توجهی داشت. از طرف دیگر، محتوای ویتامین C و فنل در فلفل قرمز در معرض ازن پس از ۷ روز نگهداری، به طور قابل توجهی افزایش یافت. بنابراین بر اساس منابعی که مورد مطالعه قرار گرفت می‌توان بیان کرد که استفاده از ازن با توجه به جلوگیری از فعالیت برخی پاتوژن‌ها و عدم وجود اثرات سوء می‌تواند جهت افزایش عمر پس از برداشت فلفل دلمه‌ای مورد استفاده قرار گیرد و به عنوان یک روش امیدوارکننده برای بهبود عمر مفید و جلوگیری از کاهش ترکیبات مغذی در این محصول باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش تیرماه سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه و سردخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا انجام گرفت. میوه‌های فلفل دلمه‌ای رقم انزا در مرحله سبز یکنواخت و کیفیت ظاهری مناسب تهیه شدند. بلافاصله پس از انتقال میوه‌ها به آزمایشگاه، جداسازی فلفل‌ها بر اساس اندازه و رنگ یکسان انجام گرفت و با آب مقطر شسته شدند سپس زمانی که به طور کامل خشک شدند درون بسته‌های پلی‌اتیلن منفذدار برای هر تکرار قرار داده شدند و در مرحله پایانی به درون ظروف یونولیتی بزرگ درب‌دار جهت اضافه کردن گاز ازن منتقل شدند و پس از تیمار ازن، ظروف یونولیتی پلمپ شده و به سردخانه با دمای ۸ درجه سانتی‌گراد تنها با یک درجه اختلاف منتقل شدند و با استفاده از دتکتور (مدل CCE Detector) که بر روی درب تعبیه شده بود تشخیص غلظت گاز انجام گرفت. تیمار با گاز ازن هر روز و در ساعات مشخصی از روز (۴ بعد از ظهرهر روز) و به مدت ۴۰ روز در دوره های ۱۰ روزه تا پایان دوره انباری انجام گرفت و پس از اتمام هر دوره انباری، صفات ویتامین‌ث (میلی‌گرم در ۱۰۰گرم)، کاروتنوئید (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، پی‌اچ و فنل‌کل (میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم) در فلفل دلمه‌ای اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

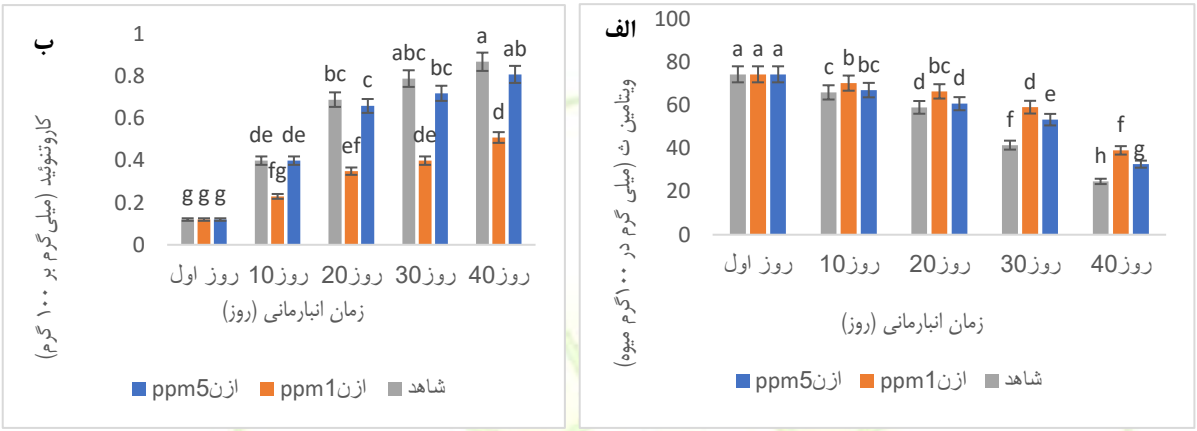
نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که اثر متقابل تیمار ازن و زمان انبارمانی تأثیر معنی‌داری بر حفظ ویتامین‌ث و جلوگیری از افزایش کاروتنوئید داشت این در حالی است که اثر متقابل تیمار ازن و زمان انبارمانی بر میزان پی‌اچ و فنل‌کل معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین تأثیر بر میزان ویتامین‌ث و کاروتنوئید نیز مربوط به تیمار ppm ۱ ازن بود (شکل ۱ و ۲). Heleno و همکاران (2014) نیز چنین گزارش داشتند که میزان ویتامین‌ث در توت فرنگی با افزایش زمان انبارمانی روند کاهشی داشت که با نتایج فوق مطابقت دارد. در واقع ویتامین‌ث یک آنتی‌اکسیدان کلیدی در بافت گیاهان می‌باشد و نقش آن در مهار کردن اکسیژن‌های فعال که ناشی از تنش‌ها و پیری بافت می‌باشد. Glowacz و همکاران (2015) نیز گزارش کردند که کاربرد ازن در فلفل دلمه‌ای قرمز سبب شد که میزان ویتامین ث تا روز هفتم انبارمانی به‌صورت افزایشی و بعد از آن تا روز ۱۴ انبارمانی به صورت کاهشی شود (شکل ۱-الف). به همین دلیل با افزایش عمر انباری میزان ویتامین ث به دلیل مصرف در کنترل نمودن رادیکال‌های آزاد اکسیژن روند کاهشی در پیش می‌گیرد که نقش آن را در پاسخ به استرس اکسیداتیو ناشی از ازن نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار ازن و زمان انبارمانی بر برخی صفات کیفی میوه فلفل دلمه‌ای.

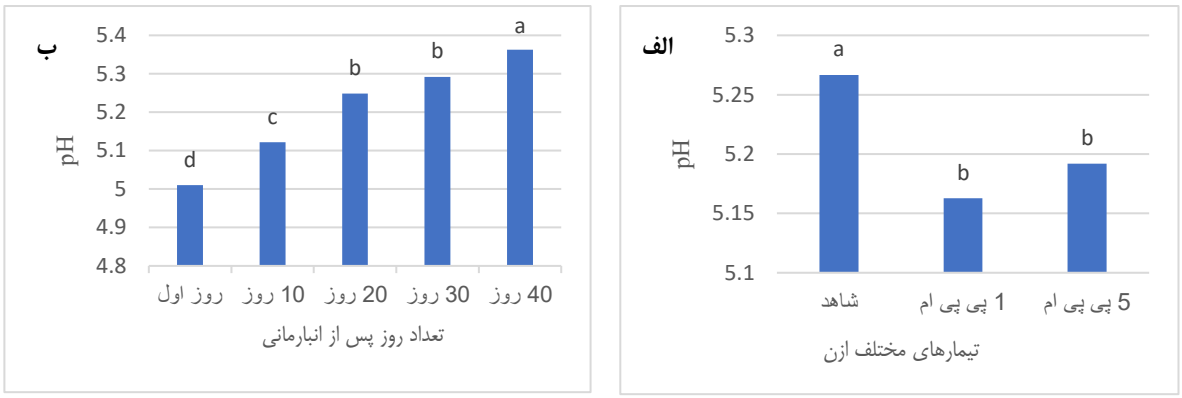
منابع تغییرات	درجه آزادی	ویتامین‌ث	کاروتنوئید	پی‌اچ	فنل‌کل
تیمار ازن	۲	۲۸۶/۰۷**	۰/۲۹**	۰/۰۴۳**	۳۹/۴۴**
زمان انبارمانی	۴	۲۴۴۸/۷**	۰/۵۵**	۰/۱۷**	۱۸/۶۷**
تیمار ازن × زمان انبارمانی	۸	۴۲/۶۶**	۰/۰۲*	۰/۰۰۳ns	۳/۳۳ns
خطای آزمایش	۳۰	۵/۵۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۱/۵۵
CV (%)	-	۴/۰۸	۱۸/۲۱	۰/۹۳	۴/۴۶

* ، **و ns: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵، ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

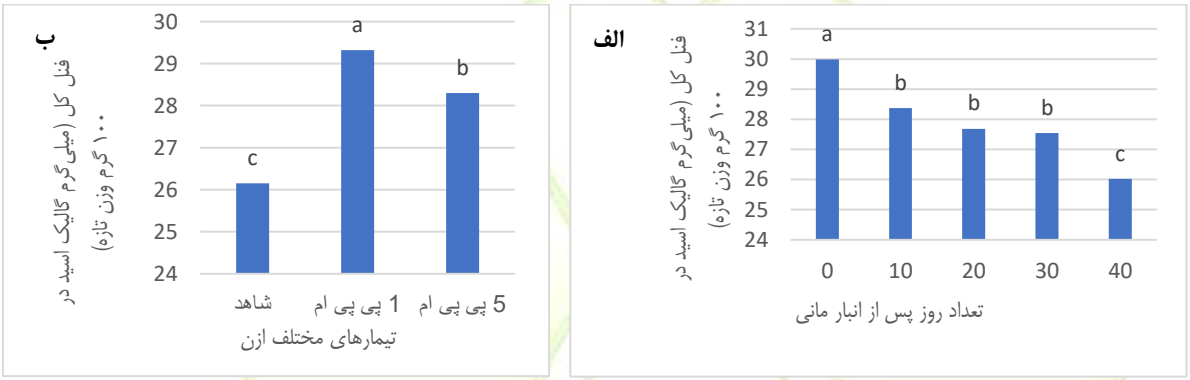


شکل ۱- اثر متقابل تیمار ازن و زمان انبارمانی بر ویتامین ث (الف) و کاروتنوئید (ب).

مطابق نتایج حاصل میزان کاروتنوئید با افزایش عمر انباری افزایش یافت (شکل ۱-ب)؛ که دلیل آن تجزیه کلروفیل به دلیل پیری محصول می‌باشد؛ ولی این افزایش به دلیل اثر مثبت گاز ازن در جلوگیری از پوسیدگی، تنفس و پیری محصول در نمونه‌های تیمار شده با ازن کمتر بود. اثر تیمار ازن در حفظ کلروفیل و کاهش میزان کاروتنوئید توسط Hantsis و Halpern (2007) نیز چنین گزارش شده است که ازن سبب کاهش میزان باکتری‌های سرماگرا شده که این باکتری‌ها در دمای یخچال نیز فعال بوده و سبب نابودی کلروفیل محصولات تازه می‌شوند. میزان پی‌اچ نیز در نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد کمتر بود و بین غلظت‌های مختلف ازن در غلظت ppm ۵ بیشتر بود؛ اما اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲-الف)، در طی دوره انبارمانی میزان پی‌اچ به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی بین روزهای بیستم و سی‌ام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲-ب). احتمالا کاهش سرعت تنفس که از اثرات گاز ازن می‌باشد باعث جلوگیری از ضایع شدن قند، حفظ طعم مطلوب محصول و باعث کاهش دگرگونی اسیدهای آلی و حفظ پی‌اچ مطلوب می‌شود که به افزایش زمان انبارمانی میوه‌ها و سبزی‌ها می‌انجامد. میزان فنل کل در نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه شاهد بطور معنی‌داری بیشتر بود. ولی در بین دو غلظت استفاده شده ازن، میزان فنل کل در غلظت ppm ۱ پی‌پی‌ام بود (شکل ۳-الف) و با گذشت زمان میزان فنل کل بطور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۳-ب). گزارش‌های متنوعی در مورد اثر گاز ازن بر حفظ پی اچ شده است برای مثال Barboni و همکاران در سال (2010) در بررسی تأثیر سرما و تیمار با گاز ازن بر روی میوه کیوی نشان دادند که در طول دوره نگهداری سفتی و استحکام و اسیدیته میوه کیوی افزایش یافت درحالی که میزان مواد جامد محلول و پی‌اچ نمونه‌ها کاهش پیداکرد که این کاهش در نمونه‌های تیمار شده کمتر بود. در این پژوهش اثر غلظت پایین ازن نسبت به غلظت بالای آن بهتر بود که گزارش مشابهی توسط Glowacz و همکاران (2015) در فلفل نیز گزارش شده است که دلیل آن می‌تواند به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی مربوط باشد.



شکل ۲– اثر ساده تیمار ازن (الف) و زمان انبارمانی (ب) بر میزان pH.



شکل ۳ – اثر ساده تیمار ازن (الف) و زمان انبارمانی (ب) بر میزان فنل کل.

منابع

پیش‌بین، د. (۱۳۸۶). کاربرد پرتوهای یونیزان در کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات باغبانی. همایش منطقه‌ای کاربرد فناوری‌های نوین در کشاورزی.

Barboni, T., Cannac, M., Chiaramonti, N. 2010. Effect of cold storage and ozone treatment on physicochemical parameters, soluble sugars and organic acids in *Actinidia deliciosa*. Food Chemistry. 121(4): 946–951.

Beltrán, D., Selma, M. V., Marín, A., Gil, M. I. 2005. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53(14): 5654–5663.

Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Chen, Z. E., Lurie, S. 1983. Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. Plant Physiology. 73(1): 87–93.

Glowacz, M., Colgan, R., Rees, D. 2015. Influence of continuous exposure to gaseous ozone on the quality of red bell peppers, cucumbers and zucchini. Postharvest Biology and Technology. 99: 1–8.

Hantsis, Z. E., Halpern, M. 2007. Culturable psychrotrophic bacterial communities in raw milk and their proteolytic and lipolytic traits. Applied and Environmental Microbiology. 73: 7162–7168.

Heleno, F. F., De Queiroz, M. E. L., Neves, A. A., Freitas, R. S., Faroni, L. R. A., De Oliveira, A. F. 2014. Effects of ozone fumigation treatment on the removal of residual difenoconazole from strawberries and on their quality. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 49(2): 94–101.

Horvitz, S., Cantalejo, M. J. 2012. Effects of ozone and chlorine postharvest treatments on quality of fresh-cut red bell peppers. International Journal of Food Science & Technology. 47(9): 1935–1943.

Karaca, H., Velioglu, Y. S. 2007. Ozone applications in fruit and vegetable processing. Food Reviews International. 23(1): 91–106.

Kumar, S., Kumar, R., Singh, J. 2006. Cayenne/American pepper. In: Handbook of Herbs and Spices. 3: 299–312.

Rice, R. G. 1999. Ozone in the United States of America—state-of-the-art.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effect of ozone on the chemical properties and quality of bell pepper (*Capsicum annuum L.* "Enza")

Saba Sadeghi[1*], Mostafa Karami[2] and Mohammad Sayari1
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Department of Food industry, Faculty of Food industry, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[*]*Corresponding Author: saba.sadeghi1994@gmail.com*

Abstract

Bell peppers are rich in minerals and vitamins. Minerals as well as antioxidants, carotenoids and phenolic compounds constitute the nutritional value of peppers. In fact, spoilage and losses that occur in the post-harvest stages are related to factors that are effective before or after harvest, all of which reduce the nutritional composition of this product. In order to maintain the quality of peppers, optimal conditions must be provided for their storage. Therefore, a proper management method during the post-harvest stages of bell peppers, storage during transportation, storage and distribution is essential. Among the treatments that can be used to reduce losses in bell peppers is ozone treatment, which has recently been introduced as a suitable alternative for disinfection in fresh fruits and vegetables. In this study, in order to investigate the effect of ozone treatment on the post-harvest life of green bell peppers, the concentration of ozone gas was used as the first factor at three levels of control (without ozone treatment), 5 and 1 ppm, and the second factor was storage time at five levels of zero (the day of harvest), 10, 20, 30 and 40 days after the start of storage, which was carried out with three replications, as a factorial and in a completely randomized design. The results of this experiment showed that ozone treatment at a concentration of 1 ppm significantly preserved the amount of vitamin C and total phenols in green bell peppers of the Enza variety. This treatment also inhibited the increase in the concentration of carotenoids in this product, which can help maintain the biochemical characteristics and quality of the product. Therefore, the use of ozone gas is. recommended as an effective method to improve the stability of bioactive compounds in green bell pepper.

Keywords: Bell Pepper, Ozone, Shelf life, Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغییرات ترکیبات زیست‌فعال روغن میوه آووکادو رقم 'هس' در پاسخ به تیمار پس از برداشت اتیلن

نرگس قربانیان[1*]، محمود قاسم نژاد[2]، ابوذر هاشم‌پور[3]، مالک قاسمی[4] و جرمی بوردون[5]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده پردیس دانشگاهی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۴- گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۵- گروه فیزیولوژی پس از برداشت، موسسه تحقیقات گیاه و غذا، آکلند، نیوزیلند

*نویسنده مسئول: *mghorbanian79@gmail.com*

چکیده

با توجه به اهمیت تیمار پس از برداشت اتیلن در رسیدگی بهینه و یکنواخت میوه آووکادو، این پژوهش به بررسی اثر تیمار پس از برداشت با اتیلن (۱۰۰ پی‌پی‌ام) بر تغییرات ترکیبات زیست‌فعال میوه آووکادو رقم 'هس' طی انبارداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس پرداخت. نتایج نشان داد که تیمار با اتیلن تأثیر معناداری بر میزان ترکیبات زیست‌فعال روغن میوه داشت. میزان کلروفیل در میوه‌های تیمار شده (۸/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) به‌طور معناداری کمتر از میوه‌های شاهد (۱۳/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) بود. همچنین، مقدار فنل کل (۲۵۶ میلی‌گرم گالیک اسید بر کیلوگرم روغن) و فلاونوئید (۴۲/۵۷ میلی‌گرم کوئرستین بر کیلوگرم روغن) در میوه‌های تیمارشده به‌طور معناداری کاهش یافت و از مقادیر مشابه در میوه‌های شاهد (به‌ترتیب ۷۳۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر کیلوگرم روغن و ۵۱/۴۳ میلی‌گرم کوئرستین بر کیلوگرم روغن) کمتر بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز در میوه‌های تیمارشده (۴۷/۹۳ درصد بازدارندگی DPPH) نسبت به میوه‌های شاهد (۵۸/۰۵ درصد بازدارندگی DPPH) کاهش معناداری نشان داد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تیمار پس از برداشت با اتیلن می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه ترکیبات زیست‌فعال و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه آووکادو شود که می‌تواند در مدیریت پس از برداشت و حفظ کیفیت تغذیه‌ای این میوه نقش مهمی ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه‌های گیاهی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید، فنل کل.

مقدمه

میوه آووکادو (*Persea americana*) به دلیل داشتن ترکیبات تغذیه‌ای و زیست‌فعال منحصر به فرد، یکی از محبوب‌ترین میوه‌های دنیا محسوب می‌شود. این میوه نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با قلب، کاهش التهاب و تقویت سیستم ایمنی ایفاء می‌کند. رسیدن میوه آووکادو یک فرآیند پیچیده بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی است که منجر به تغییرات قابل توجهی در بافت (نرم شدن)، رنگ پوست و گوشت، عطر و طعم و ترکیب شیمیایی آن می‌شود. این تغییرات تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله شرایط قبل و بعد از برداشت، دمای نگهداری و اتمسفر اطراف میوه قرار دارند. مدیریت صحیح فرآیند رسیدن پس از برداشت برای حفظ کیفیت میوه، افزایش عمر ماندگاری و اطمینان از رسیدن یکنواخت و مطلوب برای مصرف‌کننده بسیار حیاتی است (حیات‌بخش و قاسمی، ۱۳۹۵ ;Lieu et al., 2024).

اتیلن، به عنوان یک هورمون گیاهی گازی، نقش محوری در تنظیم فرآیند رسیدن در میوه‌های فرازگرا از جمله آووکادو ایفا می‌کند. استفاده از تیمارهای اتیلن پس از برداشت یک روش رایج برای القاء و تسریع فرآیند رسیدن در میوه آووکادو است، به ویژه زمانی که میوه‌ها به صورت نارس برداشت می‌شوند تا قابلیت حمل و نقل و انبارداری آن افزایش یابد. این تیمار می‌تواند به دستیابی به رسیدن یکنواخت‌تر در دسته‌های میوه کمک کند، که از نظر تجاری مطلوب است (Arpaia et al., 2018; Pachón et al., 2022). سرعت و شدت فرآیند رسیدن،

که تحت تأثیر غلظت اتیلن و دمای نگهداری قرار دارد، ممکن است بر سنتز، تجزیه یا تبدیل ترکیبات زیست‌فعالی مانند کاروتنوئیدها، فنولیک‌ها، توکوفرول‌ها و فیتواسترول‌ها در گوشت میوه اثر بگذارد. این ترکیبات نه تنها به ارزش تغذیه‌ای و سلامتی میوه کمک می‌کنند، بلکه ممکن است در کیفیت حسی و عمر ماندگاری آن نیز نقش داشته باشند. از طرف دیگر، مواجهه بیش از حد یا نامناسب با اتیلن می‌تواند منجر به کاهش کیفیت میوه، کاهش ماندگاری و تغییرات نامطلوب در ترکیبات زیست‌فعال شود (Gwanpua et al., 2018; Liu et al., 2024).

دمای انبارداری نیز به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت رسیدن و تغییرات شیمیایی میوه پس از برداشت مطرح است. آووکادو به دمای پایین حساس بوده و نگهداری در دمای نامناسب می‌تواند منجر به بروز آسیب‌های سرمازدگی و کاهش کیفیت شود. بنابراین، انتخاب دمای مناسب انبارداری، مانند دمای ۲۰ درجه سلسیوس که در این مطالعه مد نظر است، می‌تواند به کنترل فرآیند رسیدن و حفظ ترکیبات زیست‌فعال کمک کند. همچنین، ترکیب تیمارهای اتیلن با شرایط انبارداری بهینه، فرصتی برای مدیریت بهتر کیفیت میوه فراهم می‌آورد (Arpaia et al., 2018; Lieu et al., 2024).

با توجه به اهمیت حفظ ترکیبات زیست‌فعال در میوه آووکادو برای ارتقاء کیفیت تغذیه‌ای و سلامت مصرف‌کننده، و نقش حیاتی اتیلن و شرایط انبارداری در تغییرات پس از برداشت، مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات ترکیبات زیست‌فعال میوه آووکادو رقم 'هس' (شامل کاروتنوئید، کلروفیل، فنل کل، فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی) در پاسخ به تیمار پس از برداشت اتیلن (که استفاده از آن برای رسیدگی میوه آووکادو رایج می‌باشد) طی دوره انبارداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس طراحی شد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش حاضر از یک باغ تجاری واقع در روستای کترا، شهرستان تنکابن، استان مازندران در سال ۱۴۰۱ تأمین گردید. برای اجرای آزمایش تعداد ۱۵ اصله درخت با باردهی تقریباً یکسان که عاری از آفات و بیماری خاصی بودند انتخاب گردید و عملیات داشت در طول فصل رشد به طور یکسان روی آن‌ها اجرا شد. حداقل شاخص برداشت میوه آووکادو رقم هس را ۲۰/۸ درصد ماده خشک بیان می‌نمایند. با در نظر گرفتن این مطلب، میوه‌های آووکادو رقم 'هس' در دهم دی‌ماه (۲۴۰ روز پس از تمام گل) برداشت شدند. در زمان برداشت میوه‌های هم اندازه و سالم از چهار طرف درخت جمع‌آوری شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. میوه‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ به مدت ۲ هفته نگهداری شدند. در هفته دوم انبارداری، میوه‌ها تحت تیمار اتفن با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام قرار گرفتند. پس از تهیه غلظت مورد نظر اتفن، میوه‌ها درون محلول تهیه شده در بن‌ماری به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. دمای محلول حاوی اتفن ۳۰ درجه سلسیوس بود. میوه‌ها پس از اعمال تیمار به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق جهت خشک شدن قرار داده شدند. پس از تیمار با اتفن میوه‌ها دوباره به دمای ۲۰ درجه سلسیوس منتقل شدند. پس از دو هفته و زمانی که میوه‌ها شروع به رسیدن و نرم شدن کردند، ترکیبات زیست‌فعال روغن اندازه‌گیری شد. روغن میوه با استفاده از دستگاه سوکسله استخراج شد.

کاروتنوئید و کلروفیل در روغن میوه آووکادو با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu مدل UV-1800، ساخت ژاپن) در دو طول موج ۶۷۰ (کلروفیل) و ۴۷۰ نانومتر (کاروتنوئید) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان فنل کل از طریق روش فولین سیوکالتو در طول موج ۷۶۰ نانومتر انجام شد. میزان فنل کل در عصاره‌ها از روی میزان جذب نمونه و مقایسه آن با منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید درکیلوگرم روغن بیان گردید. فلاونوئید کل در طول موج ۵۰۶ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت فلاونوئید کل بر حسب استاندارد کاتچین محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روغن از خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد ۲ و۲ دی‌فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) در طول موج ۵۱۷ نانومتر استفاده شد. این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمار پس از برداشت میوه آووکادو رقم 'هس' با اتیلن (۱۰۰ پی‌پی‌ام) تأثیر معناداری بر میزان ترکیبات زیست‌فعال روغن میوه طی نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس داشت (جدول ۱). مشخص شد که میزان کاروتنوئید کل روغن میوه‌های تیمارشده با اتیلن (۲/۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) نسبت به شاهد (۳/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۱). تجزیه آنزیمی کاروتنوئیدها در طول رسیدن میوه، که ممکن است با تیمار اتیلن افزایش یابد، می‌تواند یکی از دلایل کاهش مشاهده شده باشد. لیپوکسیژنازها آنزیم‌هایی هستند که در تجزیه لیپیدها نقش دارند و همچنین می‌توانند کاروتنوئیدها را به طور مشترک اکسید کنند و منجر به تجزیه آن‌ها شوند. اتیلن ممکن است بر فعالیت یا بیان لیپوکسیژنازها تأثیر بگذارد. علاوه بر این، این احتمال وجود دارد که تیمار اتیلن تحت این شرایط، بیوسنتز کاروتنوئیدها را در آووکادوهای 'هس' کاهش دهد، چراکه مشخص شده است اتیلن می‌تواند بیوسنتز کاروتنوئیدها را بسته به نوع میوه و کاروتنوئیدهای خاص درگیر، تحریک یا مهار کند (Pachón et al., 2022; Tipu et al., 2024).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار پس از برداشت اتیلن بر ترکیبات زیست‌فعال روغن میوه آووکادو رقم 'هس' پس از انبارداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.

تیمار اتیلن (پی‌پی‌ام)	کاروتنوئید کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن)	فنل کل (میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن)	فلاونوئید (میلی‌گرم کوئرستین در کیلوگرم روغن)	ظرفیت آنتی-اکسیدانی (درصد بازدارندگی DPPH)
۰ (شاهد)	۳/۶۷a*	۱۳/۲۷a	۷۳۸a	۵۱/۴۳a	۵۸/۰۵a
۱۰۰	۲/۸۴b	۸/۹۱b	۲۵۶b	۴۲/۵۷b	۴۷/۹۳b

*در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

بر اساس جدول ۱ مشخص شد که میزان کلروفیل در میوه‌های تیمارشده (۸/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) بود که نسبت به میوه‌های شاهد (۱۳/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) به‌طور معناداری کاهش یافت. نقش اتیلن در ترویج تجزیه کلروفیل (سبززدایی) در میوه‌ها به خوبی شناخته شده است. این فرآیند که منجر به از بین رفتن رنگ سبز میوه می‌شود، اغلب با رسیدن میوه مرتبط است. اتیلن می‌تواند فعالیت کلروفیلاز و سایر آنزیم‌های دخیل در این فرآیند را فعال یا تنظیم کند. تجزیه کلروفیل توسط اتیلن یک مکانیسم شناخته شده در رسیدن میوه است و احتمالاً دلیل اصلی کاهش محتوای کلروفیل در آووکادوهای 'هس' تیمار شده با اتیلن است (Arpaia et al., 2018; Liu et al., 2024).

نتایج مقایسات میانگین حاکی از آن بود که میزان فنل کل (۲۵۶ میلی‌گرم گالیک اسید بر کیلوگرم روغن) و فلاونوئید (۴۲/۵۷ میلی‌گرم کوئرستین بر کیلوگرم روغن) در میوه‌های تیمارشده به‌طور معناداری کمتر از شاهد (۷۳۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر کیلوگرم روغن و ۵۱/۴۳ میلی‌گرم کوئرستین بر کیلوگرم روغن) بود (جدول ۱). کاهش ترکیبات فنلی می‌تواند ناشی از اکسیداسیون توسط آنزیم‌هایی مانند پلی‌فنل اکسیداز (PPO) یا پراکسیداز (POD) باشد که فعالیت آن‌ها ممکن است تحت تأثیر اتیلن قرار گیرد. این آنزیم‌ها به طور بالقوه منجر به اکسیداسیون ترکیبات فنلی و قهوه‌ای شدن می‌شوند. اتیلن همچنین می‌تواند بر مسیرهای بیوسنتز فنل‌ها و فلاونوئیدها تأثیر بگذارد. از طرف دیگر، اتیلن می‌تواند متابولیسم فنیل‌پروپانوئید را تحریک کند، که می‌تواند به طور نظری منجر به افزایش یا کاهش سطوح ترکیبات فنلی خاص بسته به مرحله و آنزیم‌های پایین‌دستی درگیر شود (Pedreschi et al., 2016).

مشخص شد که تیمار پس از برداشت میوه‌های آووکادو رقم 'هس' با اتیلن (۱۰۰ پی‌پی‌ام) باعث کاهش معنادار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های تیمار شده (۴۷/۹۳ درصد بازدارندگی DPPH) در مقایسه با میوه‌های شاهد (۵۸/۰۵ درصد بازدارندگی DPPH) شد (جدول ۱). کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی احتمالاً نتیجه مستقیم کاهش سطح ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فردی (کاروتنوئیدها، کلروفیل، فنل‌ها، فلاونوئیدها) ناشی از تیمار اتیلن است. این ترکیبات به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی خود شناخته شده‌اند. نقش اتیلن در تسریع رسیدن و پیری ممکن است منجر به فعال‌سازی فرآیندهای پیش‌اکسیدان یا کاهش سایر مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی در میوه شود و به کاهش کلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

کمک کند. کاهش مشاهده شده در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی احتمالاً نتیجه کاهش سطوح ترکیبات آنتی‌اکسیدانی کلیدی به دلیل تیمار اتیلن است (Gwanpua et al., 2018; Tipu and Sherif, 2024).

منابع

حیات‌بخش، ع. و قاسمی، م. ۱۳۹۵. کشت و پرورش آووکادو. نشر آموزش کشاورزی. ۳۶ صفحه.

Arpaia, M. L., Collin, S., Sievert, J. and Obenland, D. 2018. 'Hass' avocado quality as influenced by temperature and ethylene prior to and during final ripening. Postharvest Biology and Technology. 140: 76-84.

Gwanpua, S. G., Qian, Z. and East, A. R. 2018. Modelling ethylene regulated changes in 'Hass' avocado quality. Postharvest Biology and Technology. 136: 12-22.

Lieu, M. D., Phuong, T. V., Nguyen, T. T. B., Dang, T. K. T. and Nguyen, T. H. 2024. A review of preservation approaches for extending avocado fruit shelf-life. Journal of Agriculture and Food Research. 16: 101102.

Liu, M., Wang, C., Ji, H., Sun, M., Liu, T., Wang, J., Cao, H. and Zhu, Q. 2024. Ethylene biosynthesis and signal transduction during ripening and softening in non-climacteric fruits: An overview. Frontiers in Plant Science. 15: 1368692.

Pachón, Y. V., Balaguera-López, H. E. and Florez-Velasco, N. 2022. Postharvest behavior and chilling injury in avocado (*Persea americana* Mill.) fruit cv. Hass treated with 1-methylcyclopropene, ethylene, and intermittent warming. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 75: 9895-9907.

Pedreschi, R., Hollak, S., Harkema, H., Otma, E., Robledo, P., Westra, E., Somhorst, D., Ferreyra, R. and Defilippi, B. 2016. Impact of postharvest ripening strategies on 'Hass' avocado fatty acid profiles. South African Journal of Botany. 103: 32-35.

Tipu, M. M. H. and Sherif, S. M. 2024. Ethylene and its crosstalk with hormonal pathways in fruit ripening: mechanisms, modulation, and commercial exploitation. Frontiers in Plant Science. 15: 1475496.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Changes in bioactive compounds of avocado cv. 'Hass' fruit oil in response to the postharvest ethylene treatment

Narges Ghorbanian[1*], Mahmood Ghasemnezhad[2], Abuzar Hashempour[3], Malek Ghasemi[4] and Jeremy Burdon[5]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, University Campus, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran.
3. Department of Postharvest Physiology and Technology, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
4. Department of Genetic and Breeding, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
5. Department of Postharvest, Plant and Food Research Institute, Auckland, New Zealand.

[*]*Corresponding Author: mghorbanian79@gmail.com*

Abstract

Considering the importance of postharvest ethylene treatment for optimal and uniform ripening of avocado fruit, this study investigated the effect of postharvest ethylene treatment (100 ppm) on changes in bioactive compounds of 'Hass' avocado fruit during storage at 20 °C. The results showed that ethylene treatment significantly affected the levels of bioactive compounds in the fruit oil. The chlorophyll content in ethylene-treated fruits (8.91 mg/kg oil) was significantly lower than in control fruits (13.27 mg/kg oil). Furthermore, the total phenol content (256 mg gallic acid/kg oil) and flavonoid content (42.57 mg quercetin/kg oil) were significantly reduced in treated fruits compared to the control fruits (738 mg gallic acid/kg oil and 51.43 mg quercetin/kg oil, respectively). The antioxidant capacity also showed a significant decrease in treated fruits (47.93% DPPH inhibition) compared to control fruits (58.05% DPPH inhibition). These findings indicate that postharvest ethylene treatment can lead to a considerable reduction in bioactive compounds and antioxidant capacity of avocado fruit, which could play an important role in postharvest management and maintaining the nutritional quality of this fruit.

Keywords: Antioxidant capacity, Flavonoids, Plant pigments, Total phenols.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نوع پلی‌آمین بر کیفیت انبارمانی میوه سیب رقم گلدن دلیشز

معین پریدار[۱]، رزیتا کبیری[۲*] و جواد فرخی‌تولیر[۲]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- بخش زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: *Kabiri@areeo.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی اثر پلی‌آمین‌های اسپرمین و پوترسین بر عمر پس از برداشت میوه سیب رقم گلدن دلیشز، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا گردید. میوه‌ها به‌مدت ۶۰ دقیقه در محلول‌های پلی‌آمین‌ها با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار و همچنین در آب مقطر (تیمار شاهد) غوطه‌ور شدند. سپس میوه‌ها در سردخانه با دمای ۰/۵ ± ۱/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۸۵ به‌مدت پنج هفته نگهداری شدند. پس از پایان دوره انبارداری، صفات کیفی شامل سفتی بافت، کاهش وزن میوه‌ها، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و ویتامین C اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که پلی‌آمین‌ها به‌طور معنی‌داری سبب حفظ سفتی بافت میوه‌ها و جلوگیری از کاهش وزن شدند. غلظت ۲ میلی‌مولار اسپرمین و پوترسین، روند کاهشی اسیدیته قابل تیتراسیون و افزایشی pH را کند کردند. علاوه بر این، کاربرد پلی‌آمین‌ها تغییرات مواد جامد محلول را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و به حفظ میزان مواد جامد محلول کمک کرد. بالاترین غلظت اسپرمین و پوترسین به‌ترتیب توانستند حدود ۲۲/۸٪ و ۲۲/۳٪ افزایش را در محتوی ویتامین C نسبت به شاهد نشان دهند. بنابراین، استفاده از تیمار پلی‌آمین‌ها به‌عنوان یک روش مؤثر و مطمئن برای حفظ کیفیت پس از برداشت میوه سیب پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، پلی‌آمین، مواد جامد محلول کل، ویتامین C.

مقدمه

پلی‌آمین‌ها ترکیبات پلی‌کاتیونیک آلی با وزن مولکولی پایین هستند که نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای زیستی گیاهان ازجمله رشد و نمو، واکنش به تنش‌های محیطی و انبارمانی میوه‌ها دارند (Serrano and Valero, 2018). کاربرد تیمار برون‌زا پلی‌آمین‌ها، فرآیندهای رسیدن و پیری را در بسیاری از میوه‌ها به تأخیر می‌اندازد. در مقابل، اتیلن به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی، این فرآیندها را تسریع می‌کند. پیش‌ماده بیوسنتز هر دو ترکیب پلی‌آمین‌ها و اتیلن، S-آدنوزیل متیونین است. به همین دلیل، این دو مولکول بر سر استفاده از پیش‌ماده مشترک خود رقابت می‌کنند، به‌طوری که بیوسنتز یکی، اثر بازدارندگی بر سنتز دیگری دارد. در یک آزمایش انجام‌شده بر روی میوه‌های فرازگرا و نافرازگرا، مشاهده شد که تیمار با پلی‌آمین‌ها به‌طور معنی‌داری تولید اتیلن را در میوه‌ها نسبت به شاهد کاهش داد (Li et al., 2021). یکی از اثرات قابل توجه کاربرد تیمار برون‌زا پلی‌آمین‌ها، حفظ یا افزایش سفتی بافت میوه است. در مطالعات انجام‌شده بر روی چهار رقم آلو، مشاهده شد که افزایش سفتی بافت میوه در اثر تیمار با پلی‌آمین‌ها به تعامل این ترکیبات با مواد پکتیکی موجود در دیواره سلولی نسبت داده می‌شود. پلی‌آمین‌ها از طریق اتصال کووالانسی به بارهای منفی ترکیبات فسفولیپیدی یا مکان‌های آنیونیک روی غشاهای سلولی، باعث تغییر در پایداری و استحکام ساختاری غشاها می‌شوند. علاوه بر این، اتصال پلی‌آمین‌ها به مواد پکتیکی، دسترسی آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی را محدود می‌کند (Serrano and Valero, 2018). استفاده از پلی‌آمین‌ها پس از برداشت میوه و قبل از انبارداری، یکی از روش‌های مؤثر برای به تأخیر انداختن فرآیند رسیدن در بسیاری از محصولات کشاورزی محسوب می‌شود. کاربرد پلی‌آمین‌ها پس از برداشت به منظور افزایش عمر انباری در انواع ارقام آلو (Perez- Vicente et al., 2002)، هلو (Bregoli et al., 2002)، زردآلو (Martinez-Romero et al., 2002) و انار (Mirdehghan et al., 2007) گزارش شده است. با توجه به اینکه سیب یک میوه فرازگرا است و در طی دوره پس از برداشت، افزایش میزان تنفس و تولید اتیلن به‌صورت همزمان در آن رخ می‌دهد، کاهش سرعت رسیدن و به تعویق انداختن پیری در این میوه برای افزایش انبارمانی آن امری ضروری به نظر می‌رسد (Li et al., 2021). با توجه به نقش متضاد پلی‌آمین‌ها با اتیلن در تنظیم فرآیندهای رسیدن و پیری، استفاده از پلی‌آمین‌ها پس از برداشت میوه‌ها به عنوان یک راهکار عملی برای افزایش عمر انباری

مطرح شده است. بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی اثر پلی‌آمین‌های پوترسین و اسپرمین بر ویژگی‌های کیفی و انباری میوه سیب رقم گلدن دلیشز در طول پنج هفته انبارمانی بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر پلی‌آمین‌های پوترسین و اسپرمین بر ویژگی‌های کیفی و افزایش عمر انبارمانی میوه سیب (*Malus sp.*) رقم گلدن دلیشز در مرحله بلوغ تجاری، میوه‌ها از یک باغ تجاری واقع در شهرستان بردسیر، استان کرمان، برداشت شدند و به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی بردسیر منتقل گردیدند. در این مطالعه، میوه‌های سیب با ویژگی‌های سالم و یکنواخت از نظر رنگ، اندازه، شکل و درجه رسیدگی انتخاب شدند. برای هر تیمار، تعداد ۲۰ عدد میوه در نظر گرفته شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. تیمارها شامل آب مقطر (شاهد)، غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار اسپرمین و غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار پوترسین بودند که با استفاده از روش غوطه‌وری به مدت ۶۰ دقیقه اعمال شدند. پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها به مدت یک ساعت در دمای محیط خشک شدند و سپس در سبدهای پلاستیکی قرار داده شدند. میوه‌ها به سردخانه با دمای ۰/۵ ± ۱/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۸۵ درصد منتقل شدند و به مدت پنج هفته در این شرایط نگهداری شدند. اندازه‌گیری صفات کیفی میوه‌ها پس از پایان دوره پنج هفته‌ای انبارداری انجام شد.

سفتی بافت و کاهش وزن میوه‌ها

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه پنترومتر دستی اندازه‌گیری شد و نتایج بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (kg/cm^2) بیان گردید. این آزمون به‌عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی کیفیت بافت میوه در طول دوره انبارمانی مورد استفاده قرار گرفت.

کاهش وزن میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای این منظور، در ابتدای آزمایش و قبل از اعمال تیمارها، ۱۰ عدد میوه به‌صورت تصادفی انتخاب و وزن اولیه آن‌ها ثبت شد. پس از پایان دوره پنج هفته‌ای انبارمانی، میوه‌ها مجدداً توزین شدند و درصد کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{کاهش درصد وزن} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

این شاخص به‌عنوان معیاری برای ارزیابی میزان تبخیر آب و کاهش وزن میوه‌ها در طول دوره انبارداری مورد استفاده قرار گرفت.

pH عصاره میوه و اسیدیته قابل تیتراسیون

برای سنجش pH آب میوه از عصاره صاف‌شده میوه استفاده شد و با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی قرائت شد. برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی میوه نیز از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و اسیدیته قابل تیتراسیون برحسب گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید مالیک بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتر شد (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول مواد و ویتامین C

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی در دمای اتاق برحسب درجه بریکس قرائت شد. ویتامین C با روش تیتراسیون و با کمک یدور و معرف چسب نشاسته ۱ درصد تعیین گردید (کیانی‌مجد و همکاران، ۱۴۰۰).

آنالیز آماری

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت

نتایج و بحث

سفتی بافت و کاهش وزن میوه‌ها: سفتی بافت میوه‌ها طی انبارداری کاهش یافت ولی تیمار پلی‌آمین‌ها سبب حفظ سفتی میوه‌ها شد (جدول ۱). سفتی بافت میوه‌ها همبستگی مثبتی با تعداد بارهای مثبت پلی‌آمین‌ها و غلظت‌های تیمارشده آن‌ها دارد. میوه هایی که حاوی مقادیر زیادی از مولکول‌های با ظرفیت کاتیونی زیاد بودند، سفتی و عمر پس از برداشت بیشتری نیز داشتند (Serrano and Valero, 2018). بیشترین میزان سفتی میوه مربوط به بیشترین غلظت اسپرمین بود، ولی میوه‌های شاهد کمترین سفتی را نشان دادند (جدول ۱). پلی‌آمین‌ها به‌دلیل ماهیت کاتیونی خود سبب حفظ سفتی بافت میوه‌ها می‌شوند زیرا اتصال آن‌ها به ماکرو مولکول‌های آنیونی همچون پکتین‌ها ثبات و پایداری دیواره سلولی را افزایش می‌دهد. اتصال یادشده همچنین مانع از فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی شده و نرم شدن میوه‌ها در انبار کاهش می‌یابد (Li et al., 2021). در طول دوره انبارداری، وزن میوه‌ها کاهش پیدا کرد. با این حال، تیمار با پلی‌آمین‌ها به‌طور معنی‌داری از این کاهش وزن جلوگیری کرد. در بین تیمارهای مختلف، غلظت ۲ میلی‌مولار اسپرمین و پوترسین به‌عنوان بهترین و مؤثرترین تیمار در ممانعت از کاهش وزن میوه‌ها شناخته شدند. افزایش تعرق از سطح میوه در طول دوره انبارداری به‌عنوان مهم‌ترین عامل کاهش وزن شناسایی شده است. پلی‌آمین‌ها با اتصال به غشای سلولی، سبب افزایش پایداری غشا و حفظ لایه واکسی کوتیکول می‌شوند. این فرآیند نقش مهمی در کاهش تبادلات آب از سطح پوست میوه ایفا می‌کند. علاوه بر این، پلی‌آمین‌ها با کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن، به حفظ تورژسانس سلول‌ها و محافظت از غشاهای سلولی کمک می‌کنند. این اثرات به‌طور هماهنگ سبب کاهش از دست‌دادن رطوبت و در نتیجه حفظ وزن میوه‌ها در طول دوره انبارداری می‌شوند (Taş et al., 2024).

جدول ۱- مقایسه میانگین کاربرد برون‌زای پلی‌آمین‌های اسپرمین و پوترسین بر برخی صفات مورد مطالعه سیب رقم گلدن دلیشز.

تیمار	سفتی بافت (کیلوگرم نیرو)	کاهش وزن (٪)	اسیدیته کل (٪)	مواد جامد محلول (بریکس)	pH	ویتامین C (mg/100g)
آب مقطر	۲/۹^{c}	۱۰/۶۳^{a}	۰/۵۸^{c}	۱۳/۳۲^{c}	۳/۸^{a}	۴۴/۹^{c}
اسپرمین ۱ میلی‌مولار	۳/۸^{ab}	۹/۵۳^{b}	۰/۶۴^{b}	۱۴/۹^{b}	۳/۲^{b}	۵۳/۶^{b}
اسپرمین ۲ میلی‌مولار	۴/۵^{ab}	۸/۹^{c}	۰/۷۲^{a}	۱۵/۴^{a}	۳/۱^{d}	۵۸/۲^{a}
پوترسین ۱ میلی‌مولار	۳/۴^{bc}	۹/۴۳^{b}	۰/۶۳^{c}	۱۵/۲^{b}	۳/۵^{b}	۵۲/۲۸^{b}
پوترسین ۲ میلی‌مولار	۳/۹^{b}	۹/۰۸^{c}	۰/۷۰^{a}	۱۶/۰۳^{a}	۳/۳^{c}	۵۷/۷۶^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

اسیدیته pH عصاره میوه و اسیدیته قابل تیتراسیون: نتایج این پژوهش نشان داد تیمار با پلی‌آمین‌ها روند کاهشی اسیدیته و افزایشی pH را کند می‌کند. غلظت ۲ میلی‌مولار پوترسین و اسپرمین نسبت به غلظت ۱ میلی‌مولار آن‌ها و شاهد، اسید کل بیشتری داشتند (جدول ۱). تیمار ۲ میلی‌مولار اسپرمین و پوترسین به ترتیب حدود ۱۹/۴٪ و ۱۳/۴٪ افزایش در محتوی اسیدیته نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۱). اسیدیته حدود ۱۸/۴٪ کاهش را در غلظت ۲ میلی‌مولار اسپرمین نسبت به تیمار شاهد نشان داد (جدول ۱). به نظر می‌رسد افزایش شدید تنفس، به‌دلیل تولید اتیلن و سریع پیری در طول دورهٔ انبارداری سبب مصرف اسیدهای آلی و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون می‌شود. ازآنجاکه اسیدهای آلی بهمنزله سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دورهٔ پس از برداشت اسیدیته میوه کاهش و مقادیر pH آن افزایش یابد. از آنجا که نقش پلی‌آمین‌ها در به تأخیر انداختن رسیدن میوه و کاهش تولیدات اتیلن و سرعت تنفسی به اثبات رسیده است، سبب کاهش سرعت تغییرات pH و اسیدیته قابل تیتراسیون می‌شوند (Mirdehghan et al., 2007).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول مواد و ویتامین C: کاربرد غلظت ۲ میلی‌مولار اسپرمین و پوترسین به ترتیب موجب افزایش حدود ۱۳٪/۵ و ۱۶/۹٪ در میزان مواد جامد محلول در مقایسه با تیمار شاهد گردید (جدول ۱). بالاترین غلظت اسپرمین و پوترسین توانست به ترتیب حدود ۲۲/۸٪ و ۲۲/۳٪ افزایش را در محتوی ویتامین C نسبت به کنترل نشان دهد (جدول ۱). کاربرد پلی‌آمین‌ها به‌طور معنی‌داری تغییرات مواد جامد محلول را کاهش می‌دهد و سبب حفظ میزان مواد جامد محلول می‌گردد. تغییرات مواد جامد محلول و حفظ شاخص ویتامین C میوه‌ها بر اثر تیمار پلی‌آمین‌ها را می‌توان به کاهش تولید اتیلن و کند شدن روند رسیدن میوه‌ها نسبت داد (Li et al., 2021;

Taş et al., 2024). این دو تنظیم‌کننده رشد گیاهی (اتیلن و پلی‌آمین‌ها) در طول دوره رسیدن و پیری محصول، تأثیرات متقابلی بر یکدیگر دارند (Serrano and Valero, 2018).

نتیجه‌گیری

بیشتر تحقیقات در مورد پلی‌آمین‌ها بر رسیدن میوه، در ارتباط با تیمارهای پس از برداشت آن صورت گرفته است و اثرات آن‌ها مشابه اعمال قبل از برداشت پلی‌آمین‌ها می‌باشد. بنابراین کاربرد پس از برداشت پلی‌آمین در میوه سیب رقم گلدن دلیشز با افزایش سفتی بافت، کاهش از دست دادن آب و کند کردن روند تغییرات اسیدیته و pH، حفظ مواد جامد محلول م شاخص ویتامین C میوه، فرآیند رسیدن را به تأخیر انداخته و عمر انبارمانی را طولانی‌تر می‌کند.

منابع

مستوفی، ی. و نجفی، ف. (۱۳۸۴). روش‌های تحلیل آزمایشگاهی در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران.

Bregoli, A. M., Scaramagli, S., Costa, G., Sabatini, E., Ziosi, V., Biondi, S. and Torrigiani, P. 2002. Peach (*Prunus persica* L.) fruit ripening: aminoethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. Journal of Plant Physiology. 114: 472-481.

Li, C., Zhu, J., Sun, L., Cheng, Y., Hou, J., Fan, Y. and Ge, Y. 2021. Exogenous γ-aminobutyric acid maintains fruit quality of apples through regulation of ethylene anabolism and polyamine metabolism. Plant Physiology and Biochemistry. 169: 92-101.

Martinez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F. and Valero, D. 2002. Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. Journal of Food Science. 67: 1706-1712.

Mirdehghan, S., Rahimi, M., Castillo, S., Martinez-Romero, D., Serrano, M. and Valero, D. 2007. Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine level. Postharvest Biology and Technology. 44(1): 26-33.

Perez-Vicente, A., Martinez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano, M., Riquelme, F., Guillen, F. and Valero, D. 2002. Role of polyamines in extending shelf life and reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. Postharvest Biology and Technology. 25(1): 25-32.

Serrano, M. and Valero, D. 2018. Application of polyamines to maintain functional properties in stored fruits. In: Alcázar, R., Tiburcio, A. (eds) Polyamines. Methods in Molecular Biology, vol. 1694. Humana Press, New York, NY.

Taş, A., Gundogdu, M., Berk, S., Kibar, H. and Uyak, C. 2024. Role of polyamines in post-harvest storage: Influence of post-harvest putrescine treatment on quality properties and specific biochemical contents of cornelian cherry fruit. Scientia Horticulturae. 337: 113587.

The effect of polyamines on the storage quality of apple fruit of golden delicious cultivar

Moein Paridar[1], Rozita Kabiri[2*] and Javad Farrokhi Toli[2]

1. Department of Horticulture, Bardsir Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

2. Agricultural and Horticultural Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

**Corresponding author: kabiri@areeo.ac.ir*

Abstract

To investigate the effects of the polyamines spermine and putrescine on the postharvest life of Golden Delicious apples, an experiment was conducted using a completely randomized design. The fruits were immersed for 60 minutes in polyamine solutions with concentrations of 1 mM and 2 mM, as well as in distilled water (control treatment). The fruits were then stored in a cold storage room at 1.5 ± 0.5 °C and 85 ± 5% relative humidity for five weeks. At the end of the storage period, quality traits such as tissue firmness, weight loss, pH, titratable acidity, soluble solids content, and vitamin C levels were measured. The results showed that polyamines significantly maintained fruit firmness and prevented weight loss. Spermine and putrescine at concentration of 2 mM slowed the decrease in titratable acidity and the increase in pH. Additionally, the application of polyamines significantly reduced changes in soluble solids content and helped preserve it. The highest concentration of spermine and putrescine increased vitamin C content by approximately 22.8% and 22.3%, respectively, compared to the control. Therefore, the application of polyamine treatments is recommended as an effective and reliable method to maintain the post-harvest quality of apple fruit.

Keywords: Polyamines, Storage life, Total soluble solids, Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر نوع پوشش بسته‌بندی بر کیفیت و بازارپسندی میوه خیار (*Cucumis sativus* L.)

ایوب قربانی دهکردی[1*]، فریال وارسته[2]، سید جواد موسوی‌زاده[3] و مهلا مهدوی‌زاده[4]
۱- گروه علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *ghorbani.ayoub@gau.ac.ir*

چکیده

با توجه به تنفس بالا و از دست دادن آب زیاد میوه خیار پس از برداشت، کاربرد بسته بندی مناسب برای حفظ کیفیت و بازارپسندی آن ضروری است. به این منظور آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار (کیسه پلی‌اتیلن بدون منفذ، کیسه پلی‌اتیلن منفذدار، بسته‌بندی تحت خلاء و بدون پوشش) و سه تکرار در آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۴۰۳ انجام شد. در این آزمایش میوه‌های خیار گلخانه‌ای در مرحله بلوغ تجاری برداشت و با تیمارهای مذکور بسته بندی و در دمای اتاق قرار گرفتند. درصد کاهش وزن، کیفیت ظاهری میوه در زمان برداشت (زمان صفر) و ۷ ، ۲۱ و ۲۲ روز پس از برداشت و سفتی میوه ۲۱ روز پس از برداشت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد از نظر کیفیت ظاهری میوه بسته‌بندی تحت خلاء بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد همچنین کمترین میزان کاهش وزن و بیشترین میزان سفتی میوه نیز در میوه های بسته بندی شده تحت خلاء مشاهده شد. به طور کلی برای حفظ کیفیت میوه خیار در طی دوره نگهداری پس از برداشت، بسته بندی تحت خلاء توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خلاء، سفتی میوه، پلی‌اتیلن، کیفیت ظاهری.

مقدمه

میوه‌ها و سبزیجات سرشار از فیبر، ویتامین‌ها، مواد معدنی و فلاونوئیدها بوده و برای سلامت انسان بسیار اهمیت دارند. میوه‌ها و سبزیجات به دلیل محتوای رطوبت زیادی که دارند مستعد پوسیدگی و فساد می‌باشند و میوه خیار نیز یکی از شاخص‌ترین آن‌ها است. میوه خیار را به طور معمول بین ۳ تا ۵ روز و گاها ۵ تا ۷ روز می‌توان نگهداری کرد ولی پس از آن میوه‌ها دچار حالت چروکیدگی، رنگ‌پریدگی، فساد، نرمی و در مجموع از دست دادن کیفیت بازارپسندی می‌شوند و دیگر قابل مصرف و فروش نیستند (Patel and Panigrahi 2019; Li et al. 2021). یکی از راه‌های افزایش زمان ماندگاری میوه خیار و حفظ کیفیت آن استفاده از تکنیک پوشش‌دار کردن میوه می‌باشد. به روش‌های مختلف می‌توان میوه خیار را پوشش‌دار نمود و عمر انبارداری آن را بین سه هفته تا ۳۰ روز افزایش داد (Li et al. 2021). پوشش‌هایی که بتوانند ضمن حفظ سلامت میوه از نظر بهداشتی، تنفس محصول را به حداقل برسانند و از اتلاف رطوبت محصول تا حد زیادی جلوگیری کنند می‌توانند بیشترین میزان ماندگاری محصول پس از برداشت را سبب شوند. با توجه به مطالب ذکر شده هر تیمار یا پوشش (بسته‌بندی) که بتواند عمر انباری محصول خیار را افزایش دهد حائز اهمیت است؛ از این رو در پژوهش حاضر به بررسی تاثیر پوشش بسته‌بندی بر حفظ کیفیت و بازارپسندی میوه خیار گلخانه‌ای پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر نوع پوشش میوه خیار بر مدت ماندگاری محصول، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار (کیسه پلی‌اتیلن بدون منفذ، کیسه پلی‌اتیلن منفذدار، بسته‌بندی تحت خلاء و بدون پوشش) و سه تکرار در آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۴۰۳ انجام شد. در هر تکرار تعداد ۱۰ میوه مورد بررسی قرار گرفت و میانگین اندازه‌گیری‌های انجام شده جهت آنالیز ثبت گردید. کیسه پلی اتیلن منفذدار و بدون منفذ از شرکت ایمن نوین تهیه گردید. سپس میوه‌های خیار گلخانه‌ای با اندازه و کیفیت ظاهری یکنواخت (در مرحله بلوغ تجاری) برداشت و با تیمارهای مذکور بسته‌بندی و در دمای اتاق قرار گرفتند. درصد کاهش وزن، کیفیت ظاهری میوه در زمان برداشت (زمان صفر) و ۷ ، ۲۱ و ۲۲ روز پس از برداشت و سفتی میوه ۲۱ روز پس از برداشت اندازه‌گیری شد.

به منظور محاسبه افت وزن میوه در طی دوره نگهداری، وزن اولیه و ثانویه میوه با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری و درصد کاهش وزن میوه نسبت به وزن اولیه میوه‌ها محاسبه شد. برای بررسی کیفیت ظاهری میوه، میوه‌ها از شماره یک (با کیفیت بازارپسندی بسیار پایین) تا پنج (با کیفیت بازارپسندی بسیار خوب) امتیازدهی شدند. سفتی میوه نیز با استفاده از دستگاه پنترومتر دستی با پروب با قطر ۴/۸ میلی‌متر (با مساحت ۰/۸ میلی‌متر مربع) و سر پهن (Suojala-Ahlfors 2005) مورد سنجش قرار گرفت. در نهایت داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS 9.4 تجزیه و تحلیل شد و رسم نمودارها در نرم‌افزار صفحه گسترده اکسل انجام شد و کیفیت ظاهری میوه بر اساس رگرسیون ترتیبی سنجش شد.

نتایج و بحث

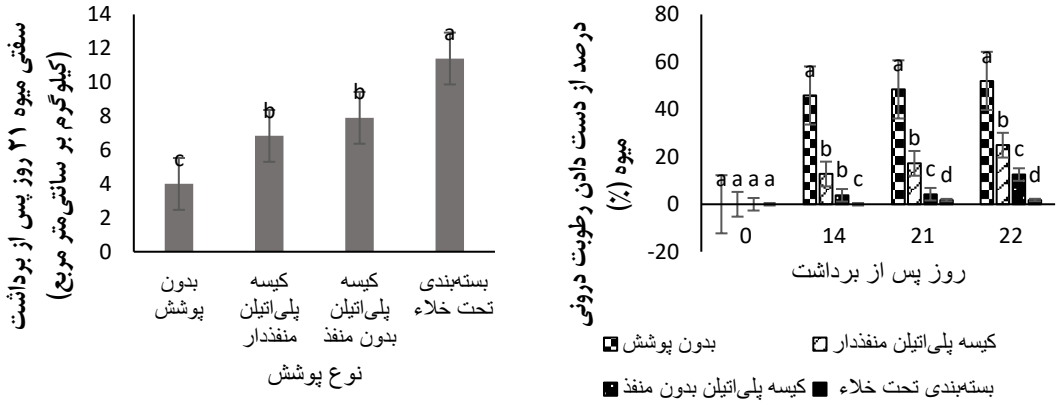
کیفیت ظاهری میوه

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها مشاهده شد که در طی دوره نگهداری، میوه‌های بسته‌بندی شده تحت خلاء در مقایسه با سایر تیمارها کیفیت ظاهری خود را بهتر حفظ نمودند (جدول ۱). به طوری که در زمان صفر و ۱۴ روز پس از برداشت بسته بندی تحت خلاء اختلاف معنی‌داری با کیسه پلی اتیلن بدون منفذ نداشت ولی در زمانهای ۲۱ و ۲۲ روز پس از برداشت به ترتیب ۲۵ و ۶۶/۶ درصد کیفیت ظاهری خود را بهتر حفظ نمود. این در حالی است که تیمار بدون پوشش (شاهد) کمتری بازارپسندی را از نظر کیفیت ظاهری به خود اختصاص دادند. در بین کیسه پلی‌اتیلن بدون منفذ وکیسه پلی‌اتیلن منفذدار، میوه‌های نگهداری شده در کیسه پلی‌اتیلن بدون منفذ از مشخصات ظاهری مطلوب‌تری برخوردار بودند.

جدول ۱- رگرسیون ترتیبی کیفیت ظاهری میوه در روزهای مختلف پس از برداشت.

منابع	ضریب	خطای استاتدارد	مقدار t	آستانه تغیرات	ارزش	خطای استاندارد	مقدار t	انحراف باقیمانده	AIC
۱۴ روز پس از برداشت	۱/۹۲	۳/۵۵	۰/۵۴	۴-۳	۹۵/۸۲	۱۶۵/۹۹	۰/۵۸	۰/۰۶	۶/۰۶
				۵-۴	۱۵۳/۷۱	۲۸۴/۵۴	۰/۵۴		
۲۱ روز پس از برداشت	۴/۱۲	۱۰۹۷۲	۰/۰۰۰۴	۴-۲	۳۲۶/۲۸	۸۶۸۰۱۹/۹۶	۰/۰۰۰۴	۵/۴۷	۶/۰۰
				۵-۴	۵۱۸/۶۴	۸۶۸۰۱۹/۹۶	۰/۰۰۰۶		
۲۲ روز پس از برداشت	۵/۱۳	۲۱/۵۷	۰/۲۴	۳-۲	۳۷۴/۶۸	۰/۲۸	۱۳۱۴/۰۸	۵/۳۸	۶/۰۰۰۰۰۵
				۵-۳	۴۰۱/۸۳	۲۷۶۱/۱۴	۰/۱۴		

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران



شکل ۱- اثر پوشش بسته بندی بر درصد کاهش وزن (چپ) و سفتی میوه خیار پس از ۲۱ روز نگهداری در دمای اتاق (راست) میوه خیار در طی دوره نگهداری پس از برداشت (ستون‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

درصد کاهش وزن میوه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای اعمال شده در طی دوره نگهداری نشان داد که بیشترین میزان درصد کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد (بدون پوشش) و کمترین میزان درصد کاهش وزن مربوط به تیمار بسته‌بندی تحت خلاء بود (شکل ۱-ب). مقایسه اختلاف درصد کاهش وزن برای تیمار شاهد و بسته‌بندی تحت خلاء نشان داد بین این دو تیمار در زمان صفر پس از برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی در زمان ۱۴، ۲۱ و ۲۲ روز پس از برداشت به ترتیب ۴۵/۸۴، ۲۷/۵ و ۲۹ درصد تیمار شاهد کاهش وزن بیشتری به نسبت بسته‌بندی در خلاء داشت.

سفتی میوه

با بررسی مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که میوه‌های خیار بسته بندی شده تحت خلاء در طی دوره نگهداری سفتی بافت خود را بهتر حفظ کردند (شکل ۱). کمترین میزان سفتی بافت میوه پس از ۲۱ روز نگهداری در دمای اتاق مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین میوه‌های نگهداری شده در کیسه پلی‌اتیلن بدون منفذ نسبت به میوه های نگهداری شده در کیسه پلاستیک منفذدار بافت سفت‌تری داشتند. بسته‌بندی تحت خلاء به نسبت شاهد توانست به میزان ۱۸۵ درصد سفتی میوه را پس از ۲۱ روز انبارمانی بیشتر حفظ کند. همچنین بسته‌بندی تحت خلاء به نسبت کیسه پلی‌ایلن منفذدار و بدون منفذ به ترتیب ۶۶/۹۱ و ۴۴/۳ درصد سفتی میوه را پس از ۲۱ روز انبارمانی بیشتر حفظ کند.

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد تیمارهایی که در آن‌ها میوه خیار کاهش وزن کمتری داشته است توانسته‌اند شکل ظاهری و بازارپسندی بهتری داشته باشند. همچنین این میوه‌ها سفتی بافت خود را برای مدت طولانی‌تر حفظ کردند. پوشش‌دار کردن و بسته‌بندی میوه‌های خیار تا حدود زیادی از اتلاف رطوبت و کاهش وزن میوه جلوگیری می‌کند. پوشش تحت خلاء به دلیل آن‌که کاملا به پوست میوه چسبیده است از تبادلات هوا و رطوبت بین پوست و پوشش جلوگیری کرده و در مقایسه با سایر تیمارها میوه‌ها کاهش وزن کمتری نشان دادند. همچنین کیسه پلی‌اتیلن بدون منفذ نسبت به کیسه پلی‌اتیلن منفذدار دارای تبادلات هوایی کمتر با محیط بیرون بود که موجب حفظ رطوبت میوه و در نتیجه کمتر شدن درصد کاهش وزن میوه‌ها نسبت به کیسه منفذدار شد. با توجه به آن‌که میوه‌های بدون پوشش بیشترین میزان تبادلات هوایی را با محیط اطراف داشتند، اتلاف رطوبت و در نتیجه کاهش وزن در آن‌ها شدیدتر از تیمارهای دیگر بود. از طرف دیگر تبادلات هوایی موجب افزایش تنفس و مصرف ترکیبات درونی میوه جهت زنده‌مانی اندام‌ها می‌شود. بنابراین هرچه این تبادلات بیشتر باشد، درصد کاهش وزن و از دست دادن رطوبت بیشتر خواهد بود و مقداری سرعت تنفس بافت میوه نیز افزایش خواهد یافت؛ لذا میوه‌های بدون پوشش و یا با پوششی که تاحدی تبادلات هوایی داشته باشد در طی دوره نگهداری سریع‌تر نرم و چروکیده می‌شوند و از سفتی آن‌ها کاسته می‌شود.

تحقیقات دیگر پژوهشگران نیز نشان می‌دهد با پوشش‌دار کردن میوه خیار می‌توان عمر انبارمانی آن را تا پنج برابر افزایش داد. به علاوه پوشش‌دار کردن میوه‌ها از آسیب‌های مکانیکی، آفات، بیماری‌ها و از دست دادن رطوبت تا حد زیادی جلوگیری می‌کند و بازارپسندی محصول را افزایش می‌دهد (Patel and Panigrahi 2019). تحقیقات Espino-Diaz و همکاران (2010) روی انبارمانی میوه انجیر نشان داد که پوشش‌دار کردن میوه باعث کاهش از دست دادن رطوبت و حفظ کیفیت میوه برای مدت طولانی‌تر می‌شود. تهویه در دوران نگهداری محصول موجب کاهش پوسیدگی و فساد محصول می‌شود ولی برخی پوشش‌ها فاصله مناسب بین میوه‌ها ایجاد می‌کنند و علی‌الرغم نداشتن تهویه، در صورت رعایت بهداشت محصول موجب حفظ کیفیت و طول عمر پس از برداشت می‌شوند (Espino-Díaz et al. 2010). از جمله عوامل تاثیرگذار بر افزایش طول عمر میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت به کمک تکنیک پوشش‌دار کردن می‌توان به کاهش سرعت تنفس محصول (Wong et al. 1994) و کاهش فعالیت آنزیم‌های قهوه‌ای کننده بافت اشاره نمود (LE Tien et al. 2001). Panigrahi و

همکاران (2017) در مطالعه خود روی انبارمانی فلفل دلمه‌ای گزارش دادند که پوشش‌دار کردن میوه فلفل با ترکیبات طبیعی و مصنوعی توانست موجب حفظ رنگ و وزن میوه برای مدت طولانی‌تر نسبت به گیاهان شاهد شود (Panigrahi et al. 2017).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در یک جمع‌بندی کلی پوشش‌دار کردن محصول می‌تواند موجب حفظ کیفیت و دوره ماندگاری محصول در انبار یا فروشگاه شود. پس با توجه به سطح امکانات و شرایط تولید، بسته‌بندی و بازار رسانی، می‌توان نوع پوشش را انتخاب نمود. در پژوهش حاضر بهترین پوشش برای نگهداری محصول خیار با حفظ کیفیت و سلامت، بسته‌بندی تحت خلاء بود.

منابع

Díaz, M., De Jesús Ornelas-Paz, J., Martínez-Téllez, M. A., Santillán, C., Barbosa-Cánovas, G. V., Zamudio-Flores, P. B. and Olivas, G. I. 2010. Development and characterization of edible films based on mucilage of *Opuntia ficus-indica* (L.). Journal of Food Science. 75(6): E347–E352.

Le Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M. A. and Lacroix, M. 2001. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. Journal of Food Science. 66(4): 512–516.

Li, M., Yu, H., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H. and Yao, W. 2021. Effects of double layer membrane loading eugenol on postharvest quality of cucumber. LWT. 145: 111310.

Panigrahi, J., Gheewala, B., Patel, M., Patel, N. and Gantait, S. 2017. Gibberellic acid coating: A novel approach to expand the shelf-life in green chilli (*Capsicum annuum* L.). Scientia Horticulturae. 225: 581–588.

Patel, C. and Panigrahi, J. 2019. Starch glucose coating-induced postharvest shelf-life extension of cucumber. Food Chemistry. 288: 208–214.

Suojala-Ahlfors, T. 2005. Fruit firmness of pickling cucumber cultivars. Research Reports. 15(4): 777–781.

Wong, D. W. S., Tillin, S. J., Hudson, J. S. and Pavlath, A. E. 1994. Gas exchange in cut apples with bilayer coatings. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 42(10): 2278–2285.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of packaging type on the quality and marketability of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit

Ayoub Ghorbani Dehkordi[1*], Feryal Varasteh[1], Seyyed Javad Mousavizadeh[1] and Mahla Mahdavizadeh[1]
1. Department of Horticultural Sciences and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[*]*Corresponding Author: ghorbani.ayoub@gau.ac.ir*

Abstract

Given the high respiration rate and significant postharvest water loss in cucumber fruits, the use of appropriate packaging is essential to maintain their quality and marketability. In this experiment, we investigated the effects of different packaging types (non-perforated polyethylene bags, perforated polyethylene bags, vacuum packaging, and unpackaged control) on the quality and shelf life of cucumber fruits. Greenhouse-grown cucumbers were harvested at commercial maturity, packaged using the aforementioned treatments, and stored at room temperature. Weight loss percentage, visual fruit quality at harvest (day 0), and after 7, 21, and 22 days of storage were measured, along with fruit firmness at 21 days postharvest .Results showed that vacuum packaging achieved the highest visual quality score, while also exhibiting the lowest weight loss and highest fruit firmness. Overall, vacuum packaging is recommended to preserve cucumber fruit quality during postharvest storage.

Keywords: Fruit firmness, Polyethylene, Quality visual, Vacuum.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر پیش‌تیمار پلاسمای سرد در خشک کردن انگور، جایگزین استفاده از محلولهای تیزابی

سید محمد شتاب بوشهری[1*] و روزبه عباس‌زاده[2]

۱- گروه تولیدات گیاهی، پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران
۲- گروه مهندسی زراعی (بیوسیستم)، پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران
* نویسنده مسئول: *boushehri@irost.ac.ir*

چکیده

در فرآوری پس از برداشت انگور برای تهیه کشمش جهت سرعت بخشی به عملیات خشک کردن، معمولا از انواع محلولهای تیزابی هم دمای محیط و یا داغ استفاده می شود و کاهش زمان خشک کردن منجر به صرفه جویی و کاهش هزینه های تولید خواهد شد. استفاده از محلولهای تیزابی می تواند انواع آلودگی های بیولوژیکی و شیمیایی را به کشمش منتقل نمایند خصوصا در مواقعی که تیزاب را به صورت داغ استفاده می کنند. هدف از این پژوهش امکان سنجی جایگزینی استفاده از پلاسمای سرد از نوع تخلیه سد دی الکتریک (DBD) با محلول تیزاب هم دمای محیط بود. در این تحقیق برای مقایسه عملکرد محلول تیزاب با پلاسمای سرد، آزمایشی بر روی حبه های انگور رقم لرکش انجام شد. حبه های انگور در معرض پلاسمای سرد به مدت صفر (شاهد) و سی ثانیه قرار گرفتند. تیمار تیزابی کردن حبه های انگور (بدون اعمال پلاسما)، با محلول حاوی کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۲/۵٪ بمدت ۲۰ دقیقه نیز انجام شد. از هوا به جای جریان گاز در محل پلاسما استفاده شد. نتایج نشان داد که تفاوت آماری در میزان خشک شدن انگورها در دو تیمار تیزابی و پلاسما پس از ۵ ساعت خشک کردن انگورها در خشک کن، دیده نشد و هر دو تیمار با شاهد تفاوت آماری نشان دادند که نشان دهنده این است که پلاسمای سرد همانند تیزاب عمل نموده است. هر چند پس از ۲۴ ساعت، سرعت خشک شدن انگورهای تیزابی از پلاسما دیده پیشی گرفته اما با توجه به اینکه هر دو تیمار با شاهد تفاوت آماری نشان می دهند، مبین تاثیر گذاری پلاسمای سرد از نوع DBD در این فرایند است.

واژه‌های کلیدی: انگور، پلاسمای سرد، تخلیه سد دی‌الکتریک، محلول‌های تیزابی، کشمش.

مقدمه

کشمش یکی از محصولات صادراتی کشاورزی ایران است و بیشتر انگور تولیدی در ایران و دیگر کشورها پس از تیمار با انواع محلول‌های تیزابی، در بارگاه‌ها خشک می‌شوند. مهم‌ترین عامل استفاده از تیزاب، برداشتن لایه مومی و ایجاد ترک‌های ریز بر روی پوست انگور می‌باشد که نتیجتاً باعث کاهش مدت زمان خشک کردن انگور می‌شود. مواد شیمیایی و انواع مواد افزودنی به تیزاب‌های قلیایی می‌توانند انواع آلودگی‌های بیولوژیکی (اسلامی و همکاران، ۱۴۰۰) و شیمیایی (Miraei Ashtiani et al., 2020)، (Deng et al., 2019) را به کشمش منتقل نمایند از جمله ناخالصی‌های موجود در مواد شیمیایی با پایه تجاری و استفاده چندباره از این محلول‌ها باعث افزایش تدریجی آلودگی‌ها شده و برای سرعت‌بخشی به کار تیزاب‌زنی، عمدتاً با دمای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین مخاطرات کار کردن کارگران با محلول‌های داغ تیزاب و بخارات ناشی از تیزاب باعث شده که همواره سعی در حذف عملیات تیزاب‌زنی انگور و جایگزینی آن با عملیاتی دیگر شود نظیر استفاده از ماکروویو (ده بوره و اسمعیلی، ۱۳۸۸)، امواج فراصوت و امواج مادون قرمز (زمردی و همکاران، ۱۴۰۱)، محلول‌های تیزاب هم‌دمای محیط، استفاده از برخی ارقام انگور با پوسته نازک‌تر (مانند انگورهای بیدانه)، استفاده از محلول‌های تیزابی با مواد طبیعی و سنتی و دیگر روش‌ها که عمدتاً پرهزینه و رویکرد صنعتی شدن و صرفه اقتصادی ندارند (Deng et al., 2019).

در این تحقیق برای رفع مشکلات یاد شده، جایگزینی پلاسمای سرد با محلول‌های تیزاب پیشنهاد شده است. اخیراً مطالعات محدودی برای خشک کردن محصولات توسط فناوری پلاسمای سرد از نوع آرک بر روی فلفل تند، انگور و زعفران انجام شده است (Zhang et al., 2019; Tabibian et al., 2020; Miraei Ashtiani et al., 2020; Miraei Ashtiani et al., 2020). فناوری پلاسمای سرد یک روش غیرحرارتی است که در حال حاضر در بسیاری از زمینه‌ها از جمله صنایع غذایی مورد توجه قرار گرفته و این تکنیک برای پاک‌سازی و

ضدعفونی میوه‌ها و سبزی‌ها بدون تغییر خواص حسی آن‌ها مطرح شده است (Miraei Ashtiani et al., 2020). پلاسمای سرد از نوع DBDقدرت زیادی در نفوذ به گوشت میوه نداشته و تأثیرات آن سطحی است (Mendes-Oliveira et al., 2019) حال آنکه آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در انواع محلول‌های قلیایی تیزاب، پس از تأثیر بر پوست حبه انگور، قدرت نفوذ به گوشت میوه انگور را دارند. در این فرایند که توسط نویسندگان مقاله به ثبت اختراع در محدوده سرزمینی جمهوری اسلامی ایران نیز رسیده است و در جهت راستی‌آزمایی و عملی بودن ادعای فوق، آزمایشی مقایسه‌ای بین انگورهای تیزاب‌زنی شده و انگورهای تیمار شده با پلاسمای سرد در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران به شرح ذیل انجام شد تا چنانچه عملکرد فرایند پلاسمای سرد با تیزاب‌زنی برابری و یا برتری نشان دهد، توصیه به جایگزینی آن نمود.

مواد و روش‌ها

حبه‌های انگور رقم لرکش همراه با دم میوه، پس از شستشو و خشک کردن و توزین اولیه به تعداد سه حبه در یک پتری‌دیش به عنوان یک تکرار قرار داده و به مدت صفر و سی ثانیه با پلاسمای سرد تیمار شدند. تعداد ۷ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته و شاهد، تیمار صفر ثانیه بود. پلاسمای سرد با روش تخلیه سد دی‌الکتریک (DBD) و در فاصله ۳-۴ میلی‌متری حبه‌ها، از الکترود ولتاژ بالا و مولد با توان ۳۰ وات اعمال گردید. صفحه زیر حبه با اتصال به زمین به عنوان الکترود دوم در نظر گرفته شد (شکل ۱).



شکل ۱- دستگاه تولید پلاسمای سرد (سمت راست)، اعمال پلاسمای سرد روی حبه های انگور (سمت چپ).



شکل ۲- دستگاه خشک کن (سمت چپ)، حبه های انگور تیمار شده (سمت راست).

آزمایش در شرایط متعارفی و هوا به جای جریان گاز در محل پلاسما استفاده گردید. همچنین تیمار تیزابی کردن حبه‌های انگور (بدون اعمال پلاسما)، با محلول حاوی کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۲/۵٪ به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد. حبه‌های انگور شاهد، تیمار پلاسما و تیمار تیزابی در دستگاه خشک‌کن با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (شکل ۲). بعد از ۵ و ۲۴ ساعت، وزن انگورها توزین و کاهش وزن حبه‌های انگور اندازه‌گیری شد. در نهایت مقایسه آماری تیمارها از نظر کاهش وزن حبه‌های انگور، در طرح کاملاً تصادفی با تجزیه واریانس و آزمون دانکن در سطح ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین درصد کاهش رطوبت حبه‌های انگور تیزابی، تیمار پلاسما و شاهد به ترتیب ۱۴/۱۶، ۱۲/۲۵ و ۸/۱۲ بعد از ۵ ساعت قرار گرفتن در خشک‌کن بود. بعد از ۲۴ ساعت میانگین‌ها به ترتیب ۵۵/۹۷، ۴۵/۸۸ و ۳۸/۴۱ درصد بودند همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد، تفاوت آماری در میزان خشک شدن انگورها در دو تیمار تیزابی و پلاسما دیده نمی‌شود و هر دو تیمار با شاهد تفاوت آماری نشان داده‌اند. این پدیده نشان می‌دهد که تأثیر پلاسمای سرد از نوع DBD همانند تیزاب عمل کرده است. در آزمایشی که توسط اعمال پلاسمای سرد از نوع قوسی (گلاید) و طی ۳۰ ثانیه بر روی انگور بیدانه انجام شد (Miraei Ashtiani et al., 2020) زمان خشک شدن انگورها کاهش یافت. هر چند پس از ۲۴ ساعت روند خشک شدن حبه‌های انگور تغییر کرده و سرعت خشک شدن انگورهای تیزابی از پلاسما پیشی گرفته (شکل ۴)، اما با توجه به اینکه هر دو تیمار با شاهد تفاوت آماری نشان می‌دهند، مبین تأثیرگذاری پلاسمای سرد از نوع DBD در این فرایند است که نیازمند بهینه‌سازی و ترمیم در جایگزین‌سازی با تیزاب‌زنی خواهد بود.



شکل ۳- کاهش درصد رطوبت انگورها بعد از ۵ ساعت



شکل ۴- کاهش درصد رطوبت انگورها بعد از ۲۴ ساعت.

علوم باغبانی ایران

منابع

اسلامی، ز.، آصفی، ن. و کامیار، س. ۱۴۰۰. اثر پیش‌تیمار فراصوت بر خصوصیات کیفی و بیوفیزیکی انگور خشک‌شده با خشک‌کن‌های هوای داغ و انجمادی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۱۶(۴): ۷۶-۶۷.

ده‌بوره، ر. و اسمعیلی، م. ۱۳۸۸. تأثیر فرآیند خشک‌کردن نهایی با مایکروویو و هوای داغ بر پارامترهای خشک‌کردن انگور خشک‌شده. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۵(۲): ۱۲۲-۱۰۸.

زمردی، ش.، امیرشقاقی، ف. و گرامی، ک. ۱۴۰۱. اصلاح بارگاه سنتی خشک‌کردن انگور با استفاده از صفحات گرمایشی هوشمند و ارزیابی مصرف انرژی آن. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۲۷(۱۹): ۱۷۹-۱۶۷.

Deng, L. Z., Mujumdar, A. S., Zhang, Q., Yang, X. H., Wang, J., Zheng, Z. A., Gao, Z. J. and Xiao, H. W. 2019. Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes - a comprehensive review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 59(9): 1408–1432.

Mendes-Oliveira, G., Jensen, J. L., Keener, K. M. and Campanella, O. H. 2019. Modeling the inactivation of Bacillus subtilis spores during cold plasma sterilization. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 52: 334–342.

Miraei Ashtiani, S., Mahta, R., Mohebi Morad, M., Mehdi, K., Reza Khani, M., Abbas, R., Shokri, B. and Martynenko, A. 2020. Impact of gliding arc plasma pretreatment on drying efficiency and physicochemical properties of grape. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 63(102381): 1–16.

Tabibian, S. A., Labbafi, M., Askari, G. H., Rezaeinezhad, A. R. and Ghomi, H. 2020. Effect of gliding arc discharge plasma pretreatment on drying kinetic, energy consumption and physico-chemical properties of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Food Engineering. 270(109766): 1–9.

Zhang, X. L., Zhong, C. S., Mujumdar, A. S., Yang, X. H., Deng, L. Z., Wang, J. and Xiao, H. W. 2019. Cold plasma pretreatment enhances drying kinetics and quality attributes of chili pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Food Engineering. 241: 51–57.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of cold plasma pretreatment on grape drying, an alternative to the use of Tizab solutions

Seyed Mohammad Shetab Boushehri[1*] and Rozbeh Abbaszadeh[2]
1. Department of Plant Production Group, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran
2. Department of Biosystems Engineering, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran
Corresponding Author: Boushehri@irost.ac.ir

Abstract

In post-harvest processing of grapes to prepare raisins, various types of Tizab solutions (alkali solutions) at ambient or hot temperatures are usually used to speed up the drying process, and reducing the drying time will lead to savings and reduce production costs. The use of Tizab solutions can transfer various biological and chemical contaminants to raisins, especially when the Tizab is used hot. The aim of this study was to evaluate the feasibility of replacing the use of dielectric barrier discharge cold plasma (DBD) with an Tizab solution at ambient temperature in this study, to compare the performance of Tizab solution with cold plasma, an experiment was conducted on grapes of the Larkash variety. Grape berries were exposed to cold plasma for zero (control) and thirty seconds. Grape berries were also Tizabified (without plasma application) with a solution containing 5% potassium carbonate and 2.5% olive oil for 20 minutes. Air was used instead of gas flow in the plasma location. The results showed that there was no statistical difference in the drying rate of grapes in the two Tizab and plasma treatments after 5 hours of drying the grapes in the dryer, and both treatments showed a statistical difference with the control, which indicates that the cold plasma acted like Tizab. Although after 24 hours, the drying rate of Tizab grapes surpassed that of plasma, considering that both treatments showed a statistical difference with the control, it indicates the effectiveness of DBD cold plasma in this process.

Keywords: Cold plasma, DBD, Grapes, Raisins, Tizab solutions.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

استفاده از پوشش کربوکسی متیل سلولز با غلظت‌های مختلف نانوذرات روی برای بهبود پارامترهای کیفی سیب رقم زرد لبنانی در زمان انبارمانی

مهدی بیکدلو[1*]، حمیدرضا روستا[1] و علی خدیوی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست دانشگاه اراک، اراک، ایران
*نویسنده مسئول: *m-bikdeloo@araku.ac.ir*

چکیده

در حال حاضر نانوتکنولوژی ابزار مهم و گزینه ای کارآمد برای افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی می باشد که با افزودن پوشش های خوراکی به طور گسترده ای برای بهبود قابلیت ذخیره سازی و کیفیت انواع میوه استفاده می شود. کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) به عنوان یکی از بیمارگرهای مهم پس از برداشت سیب می باشد که به واسطه زخم های ناشی از حمله پرندگان، حشرات و صدمات فیزیکی ایجاد شده در قبل و حین برداشت، سبب آلودگی و پوسیدگی می گردد. در این مطالعه، اثرات مواد پوشش دهنده نانوذرات روی و کربوکسی متیل سلولز (CMC) به عنوان یک پوشش خوراکی برای افزایش کیفیت سیب زرد در طول نگهداری بررسی شد. میوه‌های سیب ابتدا توسط چوب پنبه سوراخ کن بصورت یکنواخت زخمی شدند و بصورت مصنوعی توسط عامل بیمارگر آلوده شدند و با غلظت‌های ۰، ۰.۵، ۱.۵ و ۳ درصد از نانو ذرات روی بدون یا با استفاده از کربوکسی متیل سلولز پوشش دار شدند. سپس در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد به مدت ۶ روز انبار شدند. نتایج نشان داد کاربرد غلظت ۳ درصد نانو ذرات روی به همراه استفاده از پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز سبب بهبود صفاتی نظیر درصد کاهش وزن میوه، اسیدیته میوه، سفتی بافت، میزان قندهای محلول شده و بطور معنی داری از رشد عامل بیمارگر جلوگیری می نماید.

واژه‌های کلیدی: پوشش خوراکی، پارامترهای کیفی، سیب، کربوکسی‌متیل سلولز (CMC)، نانوذرات.

مقدمه

سازمان ملل متحد پیش بینی کرده است که جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۱ میلیارد نفر خواهد رسید و این رشد جمعیت پیامدهای مهمی بر امنیت غذایی و معیشت انسان دارد (Selvaraju et al. 2011). به حداقل رساندن تلفات پس از برداشت یک مسیر حیاتی برای اطمینان از در دسترس بودن غذا است که تمرکز صرف بر افزایش تولید را کمرنگ خواهد کرد. تلفات پس از برداشت به هرگونه تغییر در کیفیت و کمیت محصول اطلاق می شود که پس از برداشت اتفاق می افتد و منجر به جلوگیری از استفاده آتی یا کاهش ارزش بازار آن می شود. این تلفات می تواند به دلیل عوامل مختلفی مانند حمل و نقل نامناسب، امکانات ذخیره سازی نامناسب و مسائل دیگر باشد. پرداختن به تلفات پس از برداشت یک امر ضروری می باشد زیرا به استفاده حداکثری از منابع غذایی موجود کمک می کند و نیاز به تولید مواد غذایی اضافی برای برآورده کردن تقاضاهای رو به رشد را کاهش می دهد (Ashenafi and Tura 2018).

با وجود پیشرفت های صورت گرفته در فناوری نگهداری میوه های تازه بعد از برداشت، میزان تلفات ناشی از عوامل میکروبی در میوه های سیب از پنج تا ۲۰ درصد بسته به گونه و تکنولوژی مورد استفاده در بسته بندی و شرایط انبارداری (دما، رطوبت و ...) متفاوت است و در مورد ارقام حساس تا ۵۰ درصد هم برآورد شده است (Janisiewicz and Korsten 2002). برخی از این تغییرات شامل از دست دادن رطوبت، زرد شدن، تغییر در استحکام، آسیب های فیزیولوژیکی، چروکیدگی و رشد میکروبی می باشد. استفاده از فناوری هایی مانند پوشش های خوراکی، مانند کربوکسی متیل سلولز (CMC) همراه با نانوذرات فلزی، می تواند به کاهش برخی از تغییرات شیمیایی و میکروبی که در طول نگهداری میوه رخ می دهد کمک کند (Li et al., 2018). کربوکسی متیل سلولز (CMC) مشتقی از سلولز است که یک پلیمر تجدید پذیر و زیست تخریب پذیر است. به دلیل ساختار زنجیره ای با وزن مولکولی بالا، به دلیل خاصیت تشکیل فیلم شناخته شده است. پوشش های CMC مقرون به صرفه، غیر سمی و سازگار با محیط زیست هستند (Ghanbarzadeh et al. 2010). این پوشش به عنوان

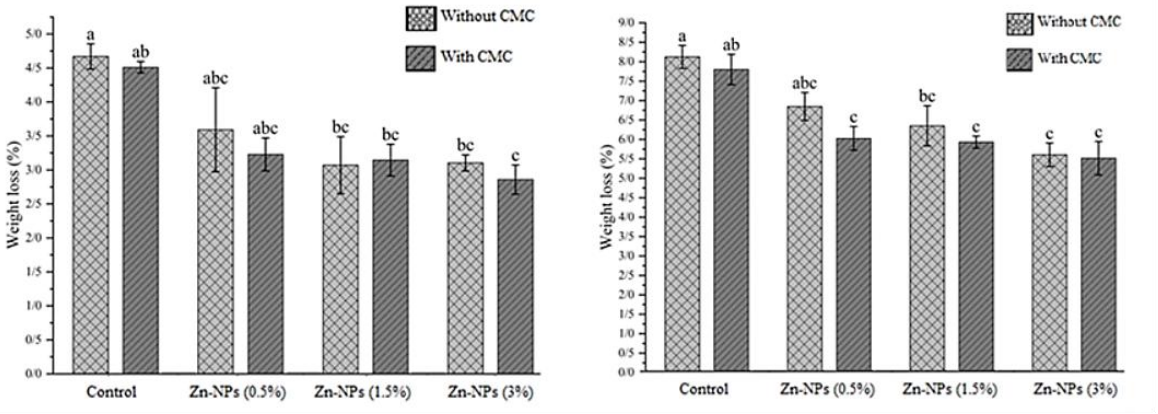
یک مانع محافظ عمل می کند و جلوی از دست دادن رطوبت را می گیرد که منجر به حفظ استحکام میوه می شود. در نهایت میزان آسیب های فیزیولوژیکی و رشد میکروبی را به حداقل می رساند. پوشش‌های CMC با ایجاد مانعی در برابر اکسیژن و رطوبت، به حفظ کیفیت میوه و افزایش عمر مفید آن‌ها کمک می‌کنند (Sarker et al. 2021). فلز روی یکی از عناصر با فعالیت ضد میکروبی می باشد که با تبدیل آن به نانوذرات، فعالیت ضد میکروبی را افزایش می دهد. خواص فیزیکی و شیمیایی این نانوذرات به طور قابل توجهی با نمونه های معمولی آنها متفاوت است (Bikdeloo et al. 2021). به طور کلی، ترکیب نانوذرات مس یا روی با CMC می‌تواند رشد میکروبی روی سطح میوه سیب را در طول نگهداری مهار کند. این اثر هم افزایی باعث افزایش اثربخشی کلی پوشش در کاهش سرعت تخریب میوه های سیب می شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از میوه سیب رقم زرد لبنانی در مرحله بلوغ تجاری که از باغات استان مرکزی بصورت تازه برداشت شده بود استفاده شد. میوه‌های بالغ، سالم و بدون لک انتخاب و پس از دسته‌بندی با اتانول ۷۰ درصد (v/v) ضدعفونی شدند و اجازه داده شد در هوا آزاد خشک شوند. یک محلول پوشش خوراکی از کربوکسی متیل سلولز ۰/۵ درصد با حل کردن ۵ گرم پودر CMC خریداری شده از شرکت سیگما الدریچ در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر با قرار دادن روی یک همزن با ۸۰۰ دور با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه تهیه شد. سپس ۰/۲۵ درصد گلیسرول مونو استئارات به مخلوط اضافه شد و محلول در همان شرایط به مدت ۱۵ دقیقه بهم زده شد. افزودن گلیسرول به‌عنوان یک نرم‌کننده به بهبود انعطاف‌پذیری و ویژگی‌های تشکیل فیلم پوشش CMC کمک می‌کند و به اثربخشی آن در ایجاد یک مانع محافظ برای میوه در طول ذخیره‌سازی کمک می‌کند. محلول نانو ذرات روی با غلظت ۰، ۰/۵، ۱/۵ و ۳ درصد از پودر نانوذرات روی خریداری شده تهیه گردید. در تیمارهای حاوی پوشش CMC مقدار مورد نظر از نانوذرات روی به محلول CMC در حالی که به طور مداوم با سرعت خاصی همزده می شد افزوده گردید. تیمارهای بدون پوشش CMC مقدار مورد نظر از پودر نانوذرات در آب مقطر حل شد. پس از آماده سازی محلول ها، میوه های زخمی شده با چوب پنبه سوراخ کن، به مدت ۵ دقیقه در محلول های تیمار غوطه ور شدند. پس از اعمال پوشش، میوه های پوشش داده شده روی توری سیمی فلزی قرار داده شدند و اجازه دادند تا کاملاً خشک شوند. سپس با قرار دادن قطعاتی با قطر نیم میلی متر از محیط کشت قارچ کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) رشد داده شده در آزمایشگاه در محل زخم ها بصورت مصنوعی آلودگی ایجاد شد. میوه های پوشش داده شده و تیمار شده در بسته های پلاستیکی قرار داده شدند و به مدت ۶ روز در دمای ۲۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. اندازه گیری درصد کاهش وزن در روز سوم و ششم انجام گرفت. ولی سایر صفات نظیر سفتی میوه، میزان رشد قارچ، مواد جامد محلول، اسیدیته و هدایت الکتریکی آب میوه در پایان آزمایش مورد آنالیز قرار گرفت.

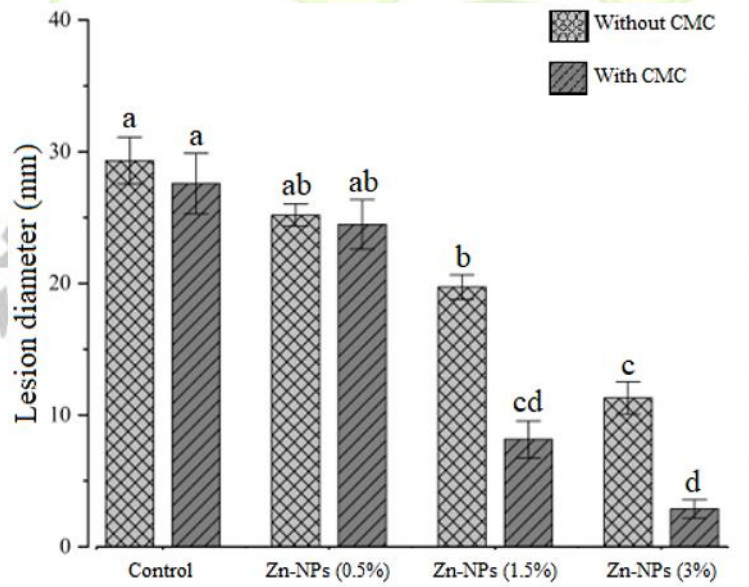
نتایج و بحث

نتایج کاهش وزن نشان می دهد که حداکثر کاهش وزن در روز سوم برای تیمار شاهد حدود ۴/۵ درصد و حداقل مقدار برای تیمار Zn-NPs (3%) + CMC در حدود ۲/۵ درصد می باشد همچنین مقدار تجمعی حداکثر کاهش وزن در روز ششم برای تیمار شاهد حدود ۸ درصد و حداقل مقدار برای تیمار Zn-NPs (3%) + CMC در حدود ۵/۵ درصد تعیین شد (شکل ۲). به طور کلی، از دست دادن رطوبت در طول ذخیره سازی منجر به کاهش وزن محصولات می شود. این احتمال وجود دارد که نانوذرات فلزی و CMC در حفظ رطوبت، سرعت تنفس و تنظیم عملکرد آنزیم نقش داشته باشند، بنابراین کاهش وزن در میوه‌های سیب تیمار شده را کاهش می‌دهند. کاهش وزن در میوه های پوشش داده شده با CMC را می توان به شکل گیری پیوند هیدروژنی در داخل ماتریکس پوشش و با کوتیکول روی سطح میوه به دلیل عملکرد گروه کربوکسیلیک CMC نسبت داد (Arnon et al., 2015). پیش از این، پوشش پس از برداشت با صمغ بادام هندی + CMC به طور قابل توجهی کاهش وزن میوه گواوا را تا ۱۲ روز در شرایط نگهداری محیطی به تاخیر انداخت (Forato et al. 2015). اخیراً، کاربرد پس از برداشت با CMC (۱ درصد) منجر به تاخیر کاهش وزن میوه توت فرنگی نگهداری شده در سردخانه شد (Khodaei et al. 2021). در تحقیق دیگر مشاهده شد که پوشش توت فرنگی با CMC (۱ درصد وزنی بر وزن) کاهش وزن نمونه ها را تا ۳۴ درصد در مقایسه با میوه های تیمار نشده کاهش داد (Dong and Wang 2017).

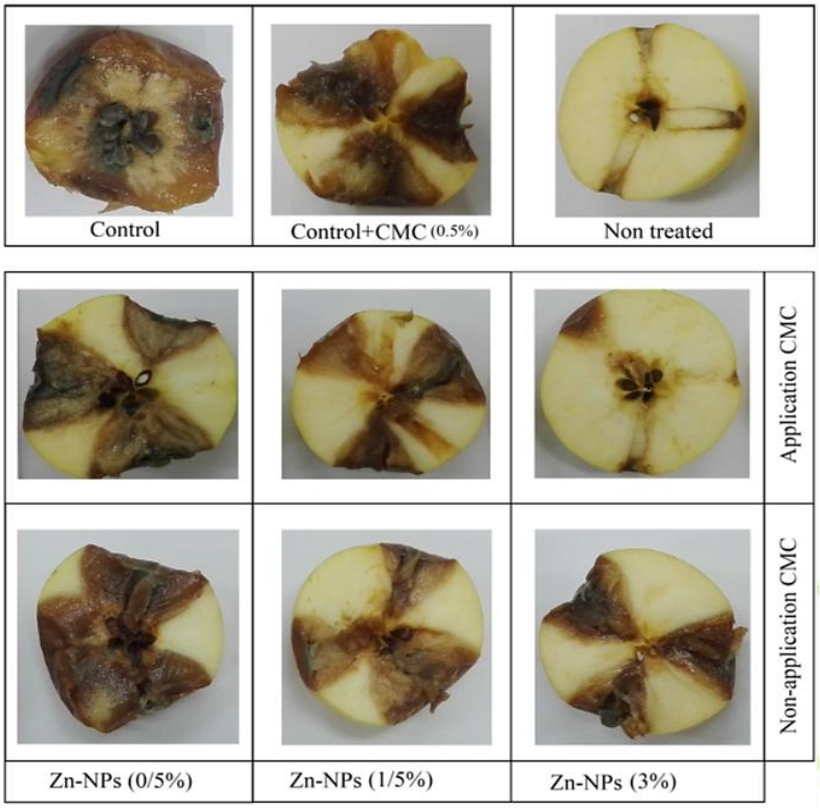


شکل ۱- درصد کاهش وزن میوه های سیب تیمار شده پس از سه روز (سمت چپ) و شش روز (سمت راست) نگهداری.

نتایج افزایش پوسیدگی میوه نشان می دهد که تیمار شاهد، بدون هیچ گونه نانوذره یا پوشش CMC، بالاترین رشد قارچ را با قطر پوسیدگی ۳۰ میلی متر دارا می باشد. این نشان می دهد که عدم وجود هر گونه تیمار محافظتی منجر به رشد قارچ قابل توجهی شده است. از سوی دیگر، تیمار نانوذرات روی (۳ درصد) + CMC اثر قارچ کش بارزتری را با قطر پوسیدگی زیر ۵ میلی متر نشان داد (شکل ۲). این نشان می‌دهد که کاربرد ترکیبی نانوذرات روی ۳ درصد و پوشش CMC اثر بازدارندگی قابل‌توجهی بر رشد قارچ داشته و بار میکروبی روی میوه سیب را به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. مطالعات مختلف نشان داده است که نانوذرات روی دارای فعالیت ضد قارچی در برابر قارچ‌ها هستند. افزایش غلظت این نانوذرات می‌تواند اثر ضد قارچی را افزایش دهد. پوشش CMC ورود اکسیژن را که برای تنفس و رشد قارچ ضروری است، محدود می کند. در نتیجه رشد قارچ تا حدودی سرکوب می شود (شکل ۳).



شکل ۲- اثر درصدهای مختلف نانوذرات روی و محلول پوششی CMC بر قطر پوسیدگی میوه های سیب آلوده شده با قارچ کپک خاکستری.



شکل ۳- تاثیر تیمارهای اعمال شده بر میزان پوسیدگی میوه های سیب آلوده شده با عامل بیماری کپک خاکستری.

مواد جامد محلول (TSS) یکی از عوامل کیفیت مهم برای سیب و بسیاری از میوه های تازه دیگر است که برای فرآوری رشد می کنند. مواد جامد محلول در میوه به تمام ترکیبات محلول در آب از جمله قندها، اسیدها، ویتامین ها و مواد معدنی اطلاق می شود. به طور کلی مواد جامد محلول اکثر میوه‌ها با زمان نگهداری کاهش می یابد زیرا در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف نظیر تنفس مورد استفاده قرار می گیرند (Liu et al., 2017). در این آزمایش میوه هایی که با پوشش CMC پوشانده شده اند مواد جامد محلول بیشتری از شاهد دارا بودند. به نظر می رسد لایه پوششی شدت تنفس را مهار می کند و در نتیجه مصرف مواد محلول را کاهش می دهد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر درصدهای مختلف نانوذرات روی و محلول پوششی CMC بر کیفیت میوه سیب.

Treatment (1)	Treatment (2)	TSS	EC	pH	TA (%)	Firmness (kg/cm2)
Control	Application CMC	14	2.15	3.87a	0.16	2.53d
	Non-application CMC	13.2	2.53	3.35b	0.14	2.67d
	Mean	13.6	2.34a	3.61c	0.15b	2.60c
Zn-NPs (0.5%)	Application CMC	13.3	2.24	3.85a	0.16	6.37c
	Non-application CMC	11.2	2.32	3.78a	0.14	2.53d
	Mean	12.3	2.28ab	3.81bc	0.15b	4.43b
Zn-NPs (1.5%)	Application CMC	13.2	2.20	3.99a	0.19	10.0b
	Non-application CMC	12.5	2.33	3.92a	0.17	3.73cd
	Mean	12.8	2.27ab	3.96ab	0.18ab	6.87b
Zn-NPs (3%)	Application CMC	13.7	1.86	4.12a	0.25	15.33a
	Non-application CMC	12.3	2.21	3.99a	0.17	5.2cd
	Mean	13	2.03b	4.05a	0.21a	10.26a

Significance[a]					
Zn-NPs	ns	*	**	*	**
Application CMC	**	**	**	**	**
Interactions	ns	ns	*	ns	**

محتوای اسیدهای آلی در میوه شاخص مهمی برای تعیین کیفیت طعم میوه است. تغییرات محتوای اسیدهای آلی در تیمارهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. از آنجایی که اسیدهای آلی بسترهایی برای واکنش های آنزیمی تنفسی هستند، کاهش اسیدیته قابل تیتر شدن انتظار می رود. کاهش معنی داری در اسیدهای آلی به ویژه در تیمار شاهد مشاهده شد. کاهش اسیدهای آلی ممکن است به تخریب اسید سیتریک به دلیل تبدیل آنها به قند و استفاده بیشتر آنها در فرآیند متابولیک در میوه کمک کند (Rathore et al. 2007). نتیجه مطابق با تحقیقات قبلی است که نشان می دهد بسته بندی نانو اکسید روی اثر بهتری برای حفظ مقادیر کل مواد جامد محلول و اسیدهای آلی برای سیب تازه بریده شده فوجی در مقایسه با بسته بندی معمولی در طول ذخیره سازی ارائه می دهد (Li et al. 2011).

به طور کلی سفتی بافت میوه در ابتدای زمان نگهداری افزایش می یابد و سپس به تدریج کاهش خواهد یافت. در مراحل اولیه ذخیره سازی، تعرق فعال و روزنه های باز منجر به از دست دادن آب، پژمردگی پوست، کاهش شکنندگی و افزایش نیروی مورد استفاده برای سوراخ کردن پوست میوه سیب می شود، به طوری که سفتی پوست افزایش می یابد. میوه‌های سیب پس از وقوع اوج تنفسی دچار پوسیدگی شدند و سفتی پوست به طور چشمگیری کاهش می یابد (Liu et al. 2017). در مقایسه با تیمار شاهد، سفتی بافت در میوهای دارای پوشش تیمار شده با نانوذرات روی روند نزولی دیرتر نشان داد که می تواند به نقش این ترکیبات در کنترل تغییرات متابولیکی و محتوای آب مربوط باشد. این استحکام بافت میوه نشان داد که پوشش فیلم و نانوذرات روی می‌توانند پوسیدگی میوه را کاهش دهند و دوره ذخیره‌سازی را طولانی‌تر کنند.

نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از نانوذرات روی (Zn-NPs) همراه با کربوکسی متیل سلولز (CMC) به طور قابل‌توجهی ماندگاری میوه‌های سیب را در طول ذخیره‌سازی با کاهش درصد کاهش وزن، کاهش میزان پوسیدگی و حفظ کیفیت میوه افزایش می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که تیمار Zn-NPs (3%) + CMC به طور مؤثری از دست دادن رطوبت را با حداکثر کاهش وزن تقریباً ۲/۵ درصد در روز سوم و ۵/۵ درصد در روز ششم، در مقایسه با ۴/۵ درصد و ۸ درصد برای تیمار شاهد، به حداقل رساند. این کاهش در درصد کاهش وزن میوه احتمالاً به توانایی Zn-NPs و CMC برای حفظ رطوبت، تنظیم نرخ تنفس و تأثیر بر فعالیت آنزیم، در نتیجه کاهش زوال فیزیولوژیکی میوه نسبت داده می شود. علاوه بر این، استفاده از نانوذرات روی (۳ درصد) به طور قابل‌توجهی رشد قارچ‌ها را با قطر پوسیدگی کمتر از ۵ میلی‌متر، برخلاف ۳۰ میلی‌متر مشاهده‌شده در تیمار شاهد، مهار کرد. این اثر ضد قارچی بر پتانسیل استفاده از نانوذرات روی به عنوان یک قارچ کش زیستی همراه با CMC برای کاهش بار میکروبی و افزایش ماندگاری میوه‌های سیب تاکید می‌کند. علاوه بر کنترل درصد کاهش وزن و پوسیدگی میوه، تیمار Zn-NPs + CMC سطوح بالاتری از مواد جامد محلول و اسیدهای آلی را در مقایسه با تیمار شاهد حفظ کرد که نشان‌دهنده بهبود کیفیت میوه در طول ذخیره‌سازی است. همچنین این تیمار مذکور سفتی میوه را افزایش می‌دهد، که نشان دهنده نقش محافظتی در حفظ یکپارچگی ساختاری سیب در طول زمان انبارمانی است. در نتیجه، کاربرد ترکیبی نانوذرات روی و CMC نه تنها یک استراتژی امیدوارکننده برای افزایش ماندگاری میوه‌های سیب رقم زرد لبنانی پس از برداشت فراهم می‌کند، بلکه کیفیت و مقاومت آنها را در برابر فساد میکروبی کپک خاکستری را افزایش می‌دهد. استفاده از این تیمار می تواند در بهینه سازی شیوه های انبارمانی و رسیدگی به ضایعات مواد غذایی در سیستم های تولید میوه مفید باشد.

منابع

Ashenafi, H. and Tura, S. 2018. Shelf life and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits as affected by different packaging materials. African Journal of Food Science. 12(2): 21–27.

Bikdeloo, M., Irvani, M. A., Roosta, H. R. and Ghanbari, D. 2021. Green synthesis of copper nanoparticles using rosemary extract to reduce postharvest decays caused by *Botrytis cinerea* in tomato. Journal of Nanostructures. 11(4): 834–841.

Dong, F. and Wang, X. 2017. Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with garlic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries. International Journal of Biological Macromolecules. 104: 821–826.

Forato, L. A., de Britto, D., de Rizzo, J. S., Gastaldi, T. A. and Assis, O. B. G. 2015. Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. Food Packaging and Shelf Life. 5: 68–74.

Ghanbarzadeh, B., Almasi, H. and Entezami, A. A. 2010. Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose films. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 11(4): 697–702.

Janisiewicz, W. J. and Korsten, L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. Annual Review of Phytopathology. 40: 411–441.

Khodaei, D., Hamidi-Esfahani, Z. and Rahmati, E. 2021. Effect of edible coatings on the shelf-life of fresh strawberries: A comparative study using TOPSIS-Shannon entropy method. Nutrition and Food Sciences Research. 23: 17–23.

Li, X., Li, W., Jiang, Y., Ding, Y., Yun, J., Tang, Y. and Zhang, P. 2011. Effect of nano-ZnO-coated active packaging on quality of fresh-cut 'Fuji' apple. International Journal of Food Science & Technology. 46(9): 1947–1955.

Liu, R., Liu, D., Liu, Y., Song, Y., Wu, T. and Zhang, M. 2017. Using soy protein SiOx nanocomposite film coating to extend the shelf life of apple fruit. International Journal of Food Science & Technology. 52(9): 2018–2030.

Rathore, H. A., Masud, T., Sammi, S. and Soomro, A. H. 2007. Effect of storage on physico-chemical composition and sensory properties of mango (*Mangifera indica* L.) variety dosehari. Pakistan Journal of Nutrition. 6(2): 143–148.

Sarker, A., Deltsidis, A. and Grift, T. E. 2021. Effect of Aloe Vera Gel-Carboxymethyl Cellulose Composite Coating on the Degradation Kinetics of Cucumber. Journal of Biosystems Engineering.

Selvaraju, R., Gommes, R. and Bernardi, M. 2011. Climate science in support of sustainable agriculture and food security. Climate Research. 47(1–2): 95–110.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of carboxymethyl cellulose coating with different concentrations of zinc nanoparticles to improve the quality parameters of apple during storage

Mahdi Bikdeloo[1*], Hamid Reza Roosta[1] and Ali Khadiv[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran
[*]*Corresponding Author: m-bikdeloo@araku.ac.ir*

Abstract

Nanotechnology has emerged as a crucial tool for enhancing the shelf life of agricultural products, particularly through the application of edible coatings. These coatings are widely utilized to improve the storage capacity and quality of various fruits. Gray mold (*Botrytis cinerea*) is a significant post-harvest pathogen in apples, responsible for contamination and decay resulting from injuries inflicted by birds, insects, and physical damage occurring before and during harvest. This study investigated the effects of zinc nanoparticles and carboxymethyl cellulose (CMC) as edible coatings to enhance the quality of " golden delicious" apple during storage. Apple fruits were first uniformly wounded using a cork borer and then artificially infected with the pathogen of gray mold. The fruits were subsequently coated with concentrations of zinc nanoparticles at 0, 0.5, 1.5, and 3%, both with and without carboxymethyl cellulose. They were then stored at 24 °C for 6 days. The results indicated that increasing the concentration of zinc nanoparticles, in combination with the edible CMC coating, significantly improved several quality traits, including fruit weight loss percentage, acidity, tissue firmness, and soluble sugar content, while effectively inhibiting the growth of the pathogen.

Keywords: Apple, Coating, Carboxymethyl cellulose (CMC), Zinc nanoparticles, Quality indicators.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نانوکارنوبا و نانوکیتوزان بر انبارمانی میوه انگور ارقام کشمشی و کلاهداری

اسماعیل سیفی[1*] و فاطمه صادقیان[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *esmaeilseifi@gau.ac.ir*

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی نقش پوشش‌های واکس نانوکارنوبا و واکس نانوکیتوزان در تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انگور ارقام کلاهداری و کشمشی، طی دوره انبارمانی بوده است. این آزمایش در قالب فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد و شامل دو فاکتور تیمار پوششی و مدت انبارمانی در سه تکرار بود. بدین منظور، انگورها تحت تیمارهای پوششی (نانوکارنوبا و نانوکیتوزان) و شاهد قرار گرفتند و در سه بازه زمانی ۰، ۲۵ و ۵۰ روز پس از شروع انبارمانی ارزیابی شدند. پوشش‌ها از طریق غوطه‌ور کردن اعمال و انگورها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ درصد نگهداری شدند. نتایج نشان داد که در نمونه‌های شاهد تخریب میوه سریع‌تر اتفاق افتاد. این امر منجر به کاهش شدید در سفتی بافت، ویتامین ث، فلاونوئید کل، فنول کل گردید. همچنین، کاهش وزن به طور قابل ملاحظه‌ای تشدید شد؛ به طوری که، در روز ۵۰، کاهش وزن در کلاهداری به ۲۸/۴۱ درصد و در کشمشی به ۳۶/۵۸ درصد رسید و سفتی هر دو رقم کاهش یافت. از سوی دیگر، تیمار با پوشش‌های نانوکارنوبا و نانوکیتوزان به طور قابل توجهی این خسارات را کاهش دادند. این امر به حفظ سفتی تا ۱۱۳ درصد در کشمشی و کاهش وزن تا ۷۶ درصد در کلاهداری منجر شد. از نظر فیتوشیمیایی، تیمار با نانوکیتوزان باعث حفظ سطوح بالاتری از ویتامین ث، فلاونوئید کل و فنول کل در مقایسه با نمونه‌های شاهد بدون تیمار پوششی شد. همچنین، تیمار نانوکیتوزان سطح آنتوسیانین در انگور کلاهداری را تا ۱۴۰ درصد افزایش داد. این نتایج نشان می‌دهد که پوشش‌های نانوکیتوزان و نانوکارنوبا از طریق حفظ سفتی بافت، کنترل کاهش وزن، حفظ ویژگی‌های فیتوشیمیایی و کاهش تغییر رنگ، به طور مؤثری عمر انباری میوه را افزایش می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، پوشش‌های نانومولسیون، سفتی میوه، ویژگی‌های فیتوشیمیایی.

مقدمه

انگور به دلیل بافت نرم و حساس به شرایط محیطی، مستعد فساد سریع از جمله ریزش حبه‌ها و فساد میکروبی است (de Sousa et al., 2013)؛ یکی از راهکارهای امیدبخش برای کاهش خسارات پس از برداشت و افزایش عمر انباری انگور، استفاده از پوشش‌های خوراکی است. انواع مختلفی از مواد برای تهیه این پوشش‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که هر کدام مزایا و محدودیت‌های خاص خود را دارند (Marín et al., 2021). این مطالعه با هدف ارزیابی اثربخشی پوشش‌های نانوکارنوبا و نانوکیتوزان بر افزایش عمر انباری دو رقم انگور کلاهداری و کشمشی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت یک آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد و شامل دو فاکتور تیمار پوششی و مدت انبارمانی بود. تیمارهای پوشش شامل نانوکارنوبا (۵ درصد)، نانوکیتوزان (۱ درصد) و شاهد بودند که با سه تکرار برای هر تیمار اجرا شدند. پس از اعمال تیمار، انگورها در دمای ۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ درصد نگهداری شدند. صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی قبل از شروع انبارداری و همچنین ۲۵ روز و ۵۰ روز پس از آن اندازه‌گیری شدند. تیمارها عبارت بودند از: شاهد در روز صفر (CON 0d)، شاهد در روز ۲۵ (CON 25d)، نانوکارنوبا در روز ۲۵ (NCA 25d)، نانوکیتوزان در روز ۲۵ (NCH 25d)، شاهد در روز ۵۰ (CON 50d)، نانوکارنوبا در روز ۵۰ (NCA 50d) و نانوکیتوزان در روز ۵۰ (NCH 50d). پوشش‌ها از طریق غوطه‌وری اعمال شدند؛ بدین صورت که انگورها به مدت ۳ دقیقه در محلول‌های مربوطه غوطه‌ور شدند. سفتی بافت انگور با دستگاه سفتی‌سنج (TA-XTPlus) و پروب آلومینیومی

(P/2) اندازه‌گیری شد. درصد کاهش وزن بر اساس تفاوت بین وزن اولیه و نهایی تعیین گردید. مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دیجیتال اندازه‌گیری شد. نسبت مواد جامد محلول به اسید کل شاخص طعم را تعیین کرد. محتوای ویتامین ث، فلاونوئید کل، فنول کل و آنتوسیانین کل طبق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. تمام داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۳ تجزیه‌وتحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بیشترین سفتی میوه در نمونه‌های شاهد روز صفر قبل از شروع تیمارها ثبت شد، در حالی که کمترین میزان سفتی در شاهد پس از ۵۰ روز انبارمانی مشاهده شد. مقادیر سفتی حبه‌ها در روز ۵۰ برای انگور کلاهداری به ۲/۰۸ نیوتون بر میلی‌متر و برای کشمشی به ۱/۳۶ نیوتون بر میلی‌متر کاهش یافت (جدول ۱). تیمارهای نانوکیتوزان در مدت انبارمانی، بیشترین تأثیر را در حفظ سفتی حبه‌ها داشتند؛ به طوری که پس از ۵۰ روز انبارمانی، تیمار نانوکیتوزان باعث حفظ ۶۲ درصد و ۱۱۳ درصد سفتی بیشتر به ترتیب در کلاهداری و کشمشی نسبت به شاهد شد. نمونه‌های شاهد بیشترین میزان کاهش وزن را پس از ۵۰ روز انبارمانی نشان دادند؛ به طوری که در کلاهداری ۲۸/۴۱ درصد و در کشمشی ۳۶/۵۸ درصد از وزن اولیه خود را از دست دادند. در حالی که هر دو تیمار پوشش نانوکارنوبا و نانوکیتوزان به طور مشابه کاهش وزن را پس از ۲۵ روز در هر دو رقم کم کردند. پس از ۵۰ روز، اثربخشی این پوشش‌ها متفاوت بود. در رقم کلاهداری، نانوکارنوبا مؤثرترین تیمار پوششی در کاهش وزن بود، در حالی که در کشمشی هر دو تیمار پوششی عملکرد قابل توجهی داشتند. به‌ویژه، نانوکارنوبا توانست کاهش وزن در کلاهداری را تا ۷۶ درصد و در کشمشی تا ۶۶ درصد کنترل نماید. در رقم کلاهداری، بیشترین مقدار مواد جامد محلول در نمونه‌های شاهد پس از ۵۰ روز انبارمانی مشاهده شد که به ۱۶/۹ درجه بریکس رسید. در رقم کشمشی، مقدار مواد جامد محلول در روز ۲۵ به اوج خود رسید (۲۵/۸ درجه بریکس) (جدول ۱). این تفاوت قابل توجه بین این دو رقم، به ویژگی ذاتی آن‌ها اشاره دارد، به‌ویژه اینکه انگور کشمشی به دلیل داشتن مواد جامد محلول بیشتر برای تولید کشمش مناسب‌تر است. بیشترین شاخص طعم نیز در نمونه‌های شاهد پس از ۵۰ روز انبارمانی در هر دو رقم ثبت شد. از سوی دیگر، نمونه‌های تیمار شده با نانوکیتوزان کمترین شاخص طعم را در مقایسه با نمونه‌های شاهد نشان دادند.

جدول ۱- اثرات متقابل مدت انبارمانی و تیمارهای پوششی بر سفتی، کاهش وزن، مواد جامد محلول و شاخص طعم در انگور ارقام کلاهداری و کشمشی.

تیمار	سفتی (N/mm)		کاهش وزن (٪)		مواد جامد محلول (°Brix)		شاخص طعم	
	کلاهداری	کشمشی	کلاهداری	کشمشی	کلاهداری	کشمشی	کلاهداری	کشمشی
	$P = ۰/۰۰۲$	$P < ۰/۰۰۱$	$P < ۰/۰۰۱$	$P < ۰/۰۰۱$	$P = ۰/۰۰۳$	$P = ۰/۰۰۷$	$P = ۰/۰۲۳$	$P < ۰/۰۰۱$
CON 0d	۴/۲۰ a	۳/۱۴ a	۰/۰۰ d	۰/۰۰ d	۱۵/۶ cd	۲۴/۲ab	۴۰/۲c	۳۶/۳e
CON 25d	۲/۰۶ d	۱/۶۶ c	۱۶/۰۲b	۱۳/۹۶b	۱۶/۵ ab	۲۵/۸a	۴۶/۵ c	۵۷/۸c
NCA 25d	۲/۳۳ cd	۲/۵۴ b	۳/۷۱d	۰/۴۷cd	۱۵/۵ d	۲۳/۲ bc	۴۱/۹ c	۴۷/۸d
NCH 25d	۲/۶۸ bc	۲/۷۵ ab	۲/۳۰d	۱/۴۰cd	۱۵/۵ d	۲۴/۴ab	۴۰/۶c	۴۴/۷d
CON 50d	۲/۰۸ d	۱/۳۶ d	۲۸/۴۱ a	۳۶/۵۸ a	۱۶/۹a	۲۱/۹ c	۷۴/۸a	۸۸/۷ a
NCA 50d	۲/۵۶ c	۱/۸۱c	۶/۷۲d	۱۲/۳۵ b	۱۶/۷a	۲۳/۳ bc	۵۸/۸ b	۶۹/۷b
NCH 50d	۳/۳۶ b	۲/۹۰ ab	۱۱/۷۵c	۱۱/۳۸b	۱۵/۹bc	۲۳/۹ ab	۵۰/۶bc	۵۸/۲ c

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

در هر دو رقم، بیشترین محتوای ویتامین ث در نمونه‌های شاهد روز صفر مشاهده شد، اما این مقدار به مرور زمان کاهش یافت. به‌ویژه در رقم کلاهداری، محتوای ویتامین ث بین ۰/۴۲ و ۱/۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متغیر بود، در حالی که در رقم کشمشی این مقدار بین ۰/۶۳ و ۰/۲۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر نوسان داشت (جدول ۲). تیمارهای نانوکارنوبا و نانوکیتوزان به طور مؤثری از مقدار

کاهش ویتامین ث در مقایسه با شاهد کاستند. به عنوان مثال، پس از ۵۰ روز انبارمانی، نمونه‌های تیمار شده با نانوکیتوزان دارای ۰/۹۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر ویتامین ث بودند، در حالی که مقدار ویتامین ث در نمونه‌های شاهد به ۰/۴۲ میلی‌گرم کاهش یافت. بیشترین محتوای فلاونوئید کل در ابتدای دوره انبارمانی (شاهد روز صفر) ثبت شد که به ترتیب ۴۸/۷۱ و ۵۲/۲۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای ارقام کلاهداری و کشمشی بود (جدول ۲). با گذشت زمان، محتوای فلاونوئید کل کاهش یافت، اما تیمار نانوکیتوزان پس از ۲۵ و ۵۰ روز انبارمانی توانست به طور قابل توجهی سطوح فلاونوئید کل را نسبت به نمونه‌های شاهد حفظ کند. بیشترین محتوای فنول کل نیز در ابتدای دوره (شاهد روز صفر) ثبت شد که در رقم کلاهداری ۱۵۹ و در کشمشی ۱۷۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بود. این مقدار در نمونه‌های شاهد پس از ۵۰ روز انبارمانی به کمترین مقدار کاهش یافت. تیمارهای نانوکارنوبا و نانوکیتوزان پس از ۵۰ روز انبارمانی توانستند به طور مؤثری محتوای فنول را در مقایسه با نمونه‌های شاهد حفظ کنند. به طور خاص، تیمار نانوکیتوزان پس از ۵۰ روز انبارمانی در کلاهداری باعث افزایش ۴۹ درصدی و در کشمشی باعث افزایش ۴۳ درصدی محتوای فنول کل شد. تفاوت‌های بارزی بین دو رقم از نظر محتوای آنتوسیانین کل وجود داشت. در کلاهداری، با توجه به رنگ تیره‌تر حبه‌ها، سطح آنتوسیانین بسیار بیشتر از کشمشی بود. کمترین محتوای آنتوسیانین در شاهد روز صفر برای هر دو رقم ثبت شد که ۷۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای کلاهداری و صفر میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای کشمشی بود. تیمارهای نانوکارنوبا و نانوکیتوزان پس از ۵۰ روز انبارمانی توانستند به طور مؤثری محتوای آنتوسیانین کل را حفظ کنند، به طوری که پس از ۵۰ روز انبارمانی در کلاهداری، نانوکیتوزان محتوای آنتوسیانین کل را تقریباً ۱۴۰ درصد بیشتر از شاهد حفظ کرد.

جدول ۲- اثرات متقابل مدت انبارمانی و تیمارهای پوششی بر صفات فیتوشیمیایی انگور ارقام کلاهداری و کشمشی.

تیمار	ویتامین ث (mg/100 ml)		فلاونوئید کل (mg QE/100 ml)		فنول کل (mg GAE/100 ml)		آنتوسیانین کل (mg C3GE /100 ml)	
	کلاهداری	کشمشی	کلاهداری	کشمشی	کلاهداری	کشمشی	کلاهداری	کشمشی
	$P = ۰/۰۰۱$	$P = ۰/۰۴۱$	$P < ۰/۰۰۱$	$P < ۰/۰۰۱$	$P = ۰/۰۰۲$	$P < ۰/۰۰۱$	$P = ۰/۰۱۱$	$P < ۰/۰۰۱$
CON 0d	۱/۱۵ a	۰/۶۳ a	۴۸/۷۱ a	۵۲/۲۲ a	۱۵۹ ab	۱۷۶ a	۱۶۸ a	۳۴/۰ a
CON 25d	۰/۴۴ c	۰/۳۲ bc	۱/۴۷ e	۱/۸۸ de	۱۲۱ d	۱۵۹ b	۱۳۸ a	۱۰/۷ c
NCA 25d	۰/۹۵ b	۰/۵۸ a	۸/۱۶ c	۸/۷۵ c	۱۵۶ ab	۱۴۴ c	۱۵۶ a	۲۳/۳ b
NCH 25d	۱/۰۱ ab	۰/۵۸ a	۱۷/۲۲ b	۱۱/۷۹ b	۱۶۳ a	۱۶۱ b	۱۶۹ a	۳۱/۳ a
CON 50d	۰/۴۲ c	۰/۲۴ c	۰/۹۸ ef	۰/۰۰ e	۹۵ e	۱۰۵ e	۷۱ b	۰/۰۰ e
NCA 50d	۰/۸۴ b	۰/۴۶ ab	۰/۶۵ f	۰/۹۹ de	۱۳۶ cd	۱۲۲ d	۱۴۷ a	۶/۵ d
NCH 50d	۰/۹۰ b	۰/۵۹ a	۳/۳۸ d	۳/۰۶ d	۱۴۲ bc	۱۵۰ c	۱۶۷ a	۷/۳ cd

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

در این مطالعه، استفاده از نانوپوشش‌ها به حفظ سفتی میوه کمک کرد، این یافته‌ها با نتایج Kamil و همکاران (2019) که دریافتند پوشش‌های نانوکیتوزان و سیلیکون سفتی زردآلو را حفظ می‌کنند، مشابه است. همچنین، اسید سالیسیلیک (۲ میلی‌مولار) نیز در کاهش وزن و حفظ سفتی انگورها مؤثر بوده است (Hazarika and Marak, 2021). یافته‌های این مطالعه نشان داد که نانوپوشش‌ها به طور مؤثری کاهش وزن را کنترل کردند. این یافته‌ها با سایر پژوهش‌ها سازگار است. برای مثال، تیمار NCH 0.5% + TBZ کاهش وزن تازه را در زردآلو به حداقل رساند (Kamil et al., 2019)، همچنین، اسید سالیسیلیک (۲ میلی مولار) به طور مشابه در کنترل کاهش وزن انگور مؤثر بود (Hazarika and Marak, 2021). در هر دو رقم کلاهداری و کشمشی، محتوای فلاونوئید کل و فنول کل در ابتدای انبارمانی به بیشترین میزان خود رسید و سپس طی ۵۰ روز کاهش یافت. نتایج نشان داد که تیمارهای نانوکارنوبا و نانوکیتوزان به حفظ این سطوح کمک کردند. به‌ویژه در رقم کلاهداری، محتوای آنتوسیانین بیشتر از کشمشی بود و نانوپوشش‌ها در حفظ سطوح آنتوسیانین پس از ۵۰ روز انبارمانی مؤثر بودند. این یافته‌ها با تحقیقات قبلی همخوانی دارد؛ به عنوان مثال، Asgarian و همکاران (2022) نشان دادند که تیمار با فنیل‌آلانین در غلظت ۳۰ میلی‌مولار توانست سطوح فلاونوئید، فنول و آنتوسیانین را در انگور رقم صاحبی قرمز در طول ۶۰ روز انبارمانی در سردخانه

حفظ کند. انگورهای تیمار شده با فنیل‌آلانین سطوح بالاتری از فلاونول‌ها و آنتوسیانین‌ها را نسبت به نمونه‌های شاهد نشان دادند که همراه با کاهش پوسیدگی قارچی و حفظ بهتر اسید کل، مواد جامد محلول، ویتامین ث و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بود (Asgarian et al., 2022).

منابع

Asgarian, Z. S., Ghabooli, M., Karimi, R. and Maleki, M. 2022. Effect of phenylalanine treatment on chilling tolerance and biochemical attributes of grape during postharvest cold storage. Journal of Berry Research. 12(4): 513–529.

de Sousa, L. L., de Andrade, S. C. A., Athayde, A. J. A. A., de Oliveira, C. E. V., de Sales, C. V., Madruga, M. S. and de Souza, E. L. 2013. Efficacy of *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils in combination to control postharvest pathogenic Aspergilli and autochthonous mycoflora in *Vitis labrusca* L. (table grapes). International Journal of Food Microbiology. 165(3): 312–318.

Hazarika, T. K. and Marak, T. 2021. Salicylic acid and oxalic acid in enhancing the quality and extending the shelf life of grape cv. Thompson seedless. Food Science and Technology International. 28(6): 463–475.

Kamil, O., Gad, M., El-Hefnawy, S. and Alashkar, R. 2019. The impact of nano chitosan and nano silicon coatings on the quality of Canino apricot fruits during cold storage. Zagazig Journal of Agricultural Research. 46(6): 2215–2227.

Marín, A., Baldwin, E. A., Bai, J., Wood, D., Ference, C., Sun, X., Brecht, J. K. and Plotto, A. 2021. Edible coatings as carriers of antibrowning compounds to maintain appealing appearance of fresh-cut mango. HortTechnology. 31(1): 27–35.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of nano-carnauba and nano-chitosan on fruit storage life of grape cultivars Keshmeshi and Kolahdari

Esmaeil Seifi[1*] and Fatemeh Sadeghian[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: esmaeilseifi@gau.ac.ir

Abstract

This study investigated the effects of nano-emulsion-based coatings including nano-carnauba (NCA) and nano-chitosan (NCH), on two grape cultivars: 'Kolahdari' and 'Keshmeshi' during storage. This study employed a factorial experiment based on a completely randomized design, conducted in three replicates. The impact of different treatments (NCA, NCH, and a control) was assessed at 0, 25, and 50-day intervals. Coatings were applied via immersion, and the grapes were stored at 4°C with 90% humidity. Results revealed that uncoated control samples showed significant degradation over time, showing declines in firmness, vitamin C, flavonoids, phenols, and increased weight loss. After 50 days, weight loss reached 28.41% in 'Kolahdari' and 36.58% in 'Keshmeshi', with firmness dropping in both. In contrast, NCA and NCH coatings significantly mitigated these losses—preserving up to 113% more firmness in 'Keshmeshi' and reducing weight loss by 76% in 'Kolahdari'. Phytochemically, NCH-treated grapes retained higher levels of vitamin C, flavonoids, and phenols. Notably, anthocyanin levels in 'Kolahdari' treated with NCH were 140% higher than in untreated grapes. This study demonstrates that nano-emulsion coatings, especially NCH, effectively extend grape storage life by preserving firmness, reducing weight loss, retaining phytochemical content, and minimizing color changes.

Keywords: Fruit firmness, Nano-emulsion coatings, Phytochemical properties, Shelf-life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

شبکه‌های عصبی پیچشی بهینه‌سازی شده با الگوریتم FVLDSS برای درجه‌بندی هلو بر اساس اندازه با استفاده از پردازش تصویر

سید جواد سجادی[1*]، مهدی زارعی[1] و حسین صبوری[1]
۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
*نویسنده مسئول: *sajadi@gonbad.ac.ir*

چکیده

این پژوهش رویکردی نوین را برای درجه‌بندی خودکار اندازه میوه هلو با استفاده از پردازش تصویر و یک شبکه عصبی پیچشی (CNN) که با الگوریتم جستجوی تصادفی پویا با طول متغیر انعطاف‌پذیر (FVLDSS) بهینه‌سازی شده است، معرفی می‌کند. هدف، توسعه یک سیستم دقیق و کارآمد برای طبقه‌بندی هلوها در چهار دسته اندازه‌ای: بسیار بزرگ، بزرگ، متوسط و کوچک بود. مجموعه داده‌ای متشکل از ۴۳۲ تصویر هلو، که از زوایای متعدد و تحت شرایط نوری متفاوت گرفته شده بودند، جمع‌آوری و برچسب‌گذاری شد. تصاویر تحت پیش‌پردازش‌هایی شامل تغییر اندازه (۲۲۴x۲۲۴ پیکسل)، نرمال‌سازی ([۰ ,۱])، فیلتر میانه برای حذف نویز، و افزایش داده (چرخش، مقیاس‌بندی، انتقال، برش) قرار گرفتند. الگوریتم FVLDSS معماری (تعداد/نوع لایه‌ها، اندازه‌های هسته، گام‌ها، توابع فعال‌سازی) و پارامترهای CNN را بهینه‌سازی کرد و با ایجاد تعادل بین اکتشاف و بهره‌برداری در فضای جستجو، دقت طبقه‌بندی را به طور چشمگیری افزایش داد. در مقایسه با روش‌های یادگیری ماشین متداول (KNN, SVM, NET, LDA, AdaBoost) و یک CNN بهینه‌سازی شده از طریق بهینه‌سازی بیزی (BO)، CNN پیشنهادی بهینه‌سازی شده با FVLDSS عملکردی برتر را کسب کرد و به دقت ۹۸.۳٪ در مجموعه داده آزمایشی دست یافت. معیارهای ارزیابی شامل دقت (Precision)، فراخوانی (Recall)، امتیاز F1 (F1-score)، ضریب همبستگی متیوز (MCC) و کاپای کوهن (Cohen's Kappa) کارایی مدل را تأیید کردند. این سیستم پتانسیل بالایی را برای بهبود فرآیندهای درجه‌بندی، ارتقاء کنترل کیفیت و کاهش ضایعات در صنعت کشاورزی، به ویژه در خطوط بسته‌بندی میوه، نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم FVLDSS، پردازش تصویر، درجه‌بندی هلو، شبکه عصبی پیچشی، یادگیری ماشین.

مقدمه

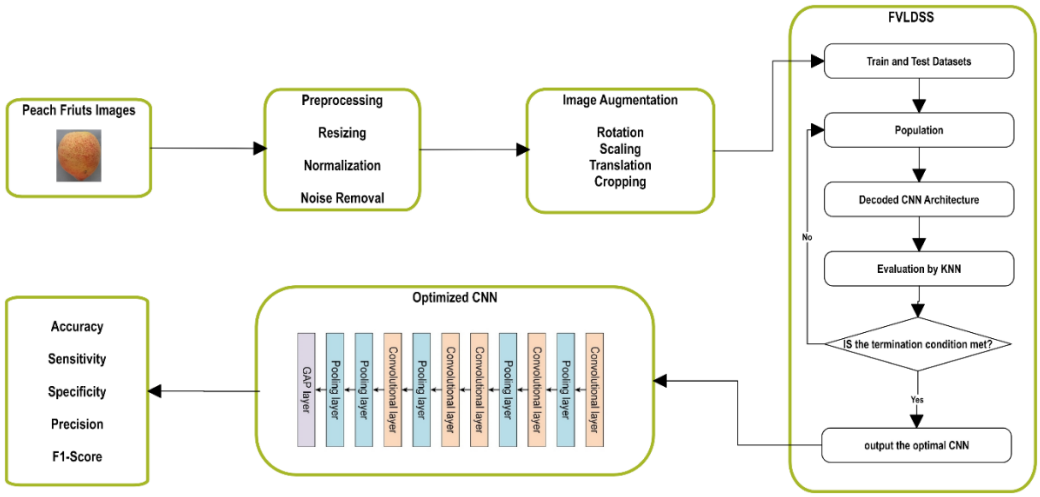
درجه‌بندی میوه فرآیندی حیاتی در صنعت کشاورزی است که بر قیمت‌گذاری، درک کیفیت و قابلیت عرضه به بازار تأثیر می‌گذارد. طبقه‌بندی دقیق بر اساس ویژگی‌هایی مانند اندازه، رنگ و شکل، رضایت مصرف‌کننده را افزایش می‌دهد، تلفات پس از برداشت را به حداقل می‌رساند و سودآوری تولیدکنندگان را بهبود می‌بخشد (Wang et al., 2017). درجه‌بندی دستی سنتی پرزحمت، زمان‌بر، پرهزینه و مستعد ناسازگاری و خطاهای ذهنی است. در نتیجه، سیستم‌های خودکار که از بینایی کامپیوتری و هوش مصنوعی بهره می‌برند، به عنوان جایگزین‌های امیدوارکننده ظهور کرده‌اند (Azadnia et al., 2023; Chakraborty et al., 2023; Chuquimarca et al., 2024; Olorunfemi et al., 2024). این سیستم‌ها از الگوریتم‌ها برای تجزیه و تحلیل تصاویر میوه و طبقه‌بندی آنها بر اساس ویژگی‌های مطلوب استفاده می‌کنند (Luo et al., 2024, Sultana et al., 2024; Kaiyan et al., 2021). (کایان و همکاران، ۲۰۲۱؛ لوئو و همکاران، ۲۰۲۴؛ سلطانا و همکاران، ۲۰۲۴).

این مقاله روشی نوآورانه برای درجه‌بندی میوه هلو بر اساس اندازه با استفاده از پردازش تصویر ترکیب شده با شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) ارائه می‌دهد. هدف اصلی، توسعه یک سیستم دقیق و کارآمد برای دسته‌بندی هلوها به چهار کلاس اندازه‌ای متمایز بود. نوآوری اصلی در به‌کارگیری الگوریتم جستجوی تصادفی پویا با طول متغیر انعطاف‌پذیر (FVLDSS) برای بهینه‌سازی معماری CNN نهفته است. با تعیین خودکار ساختار بهینه شبکه و فراپارامترها، FVLDSS دقت طبقه‌بندی را در مقایسه با طراحی دستی یا تکنیک‌های بهینه‌سازی

ساده‌تر، به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. این رویکرد با هدف بهبود چشمگیر کارایی درجه‌بندی میوه و کمک به تولیدکنندگان در عرضه محصولات با کیفیت بالاتر است.

مواد و روش‌ها

مجموعه داده‌ای شامل ۴۳۲ تصویر از میوه‌های هلو از باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس جمع‌آوری شد. تصاویر با استفاده از یک دوربین دیجیتال با کیفیت بالا از شش زاویه عمود بر هم (شکل ۱ فرآیند کلی را نشان می‌دهد، شکل ۲ تصاویر نمونه از زوایای مختلف را نشان می‌دهد) تحت شرایط نوری متفاوت برای اطمینان از استحکام سیستم ثبت شدند. هر تصویر با دقت در یکی از چهار دسته اندازه‌ای: کوچک، متوسط، بزرگ و بسیار بزرگ برچسب‌گذاری شد. مجموعه داده به صورت تصادفی به دو بخش آموزشی (۷۰٪) و آزمایشی (۳۰٪) برای توسعه و ارزیابی مدل تقسیم شد.



شکل ۱- مراحل درجه‌بندی میوه هلو بر اساس اندازه با استفاده از پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی پیچشی بهینه‌سازی شده با الگوریتم FVLDSS.


Side view 1


Bottom view


Top view







Side view 4 Side view 3 Side view 2

شکل ۲- تصاویر میوه هلو از شش زاویه عمود بر هم.

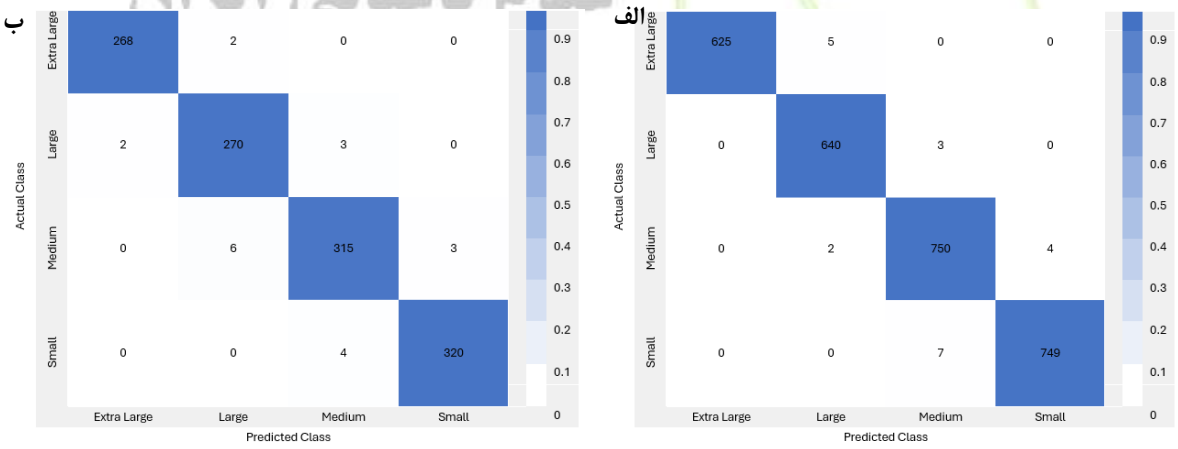
قبل از ورودی به مدل، تصاویر تحت چندین مرحله پیش‌پردازش قرار گرفتند. آنها برای ابعاد ورودی یکسان، به ۲۲۴x۲۲۴ پیکسل تغییر اندازه داده شدند. مقادیر پیکسل‌ها با تقسیم بر ۲۵۵ به محدوده [۰, ۱] نرمال‌سازی شدند تا به همگرایی و پایداری مدل کمک کند. یک فیلتر میانه برای کاهش نویز و در عین حال حفظ لبه‌ها اعمال شد. برای افزایش تنوع مجموعه داده و جلوگیری از بیش‌برازش، تکنیک‌های افزایش داده شامل چرخش‌های تصادفی (۳۶۰-۰ درجه)، مقیاس‌بندی، انتقال‌های افقی و عمودی، و برش تصادفی به کار گرفته شد. این افزایش‌ها، مدل را در برابر تغییرات در جهت‌گیری، اندازه، موقعیت و کادربندی میوه مقاوم‌تر می‌سازد.

الگوریتم جستجوی تصادفی پویا (DSS) یک فراابتکاری مبتنی بر جمعیت است که برای مسائل بهینه‌سازی پیوسته طراحی شده و اکتشاف و بهره‌برداری را متعادل می‌کند (Liu et al., 2022). جستجوی تصادفی پویا با طول متغیر انعطاف‌پذیر (FVLDSS) نسخه‌ای بهبودیافته است که برای بهینه‌سازی ساختارهایی با طول متغیر، مانند شبکه‌های عصبی عمیق، تطبیق یافته است (Liu et al., 2025). در این مطالعه، FVLDSS برای بهینه‌سازی معماری CNN برای درجه‌بندی هلو استفاده شد.

عملکرد مدل با استفاده از ماتریس درهم‌ریختگی و معیارهای استاندارد برگرفته از آن: دقت (Accuracy)، صحت (Precision)، فراخوانی (Recall) یا حساسیت (Sensitivity)، امتیاز F1 (F1-Score)، ضریب همبستگی متیوز (MCC) و کاپای کوهن (Cohen's Kappa) ارزیابی شد.

نتایج و بحث

مدل CNN بهینه‌سازی شده با FVLDSS عملکردی استثنایی را در مجموعه داده آموزشی نشان داد و به نمرات تقریباً بی‌نقصی در اکثر معیارها دست یافت (دقت: ۰.۹۹۳، فراخوانی: ۰.۹۹۳، صحت: ۰.۹۹۳، امتیاز F1: ۰.۹۹۳، MCC: ۰.۹۹، کاپا: ۰.۹۸)، که نشان‌دهنده یادگیری مؤثر دسته‌بندی‌های اندازه است. مهم‌تر از آن، مدل به خوبی به مجموعه داده آزمایشی دیده نشده تعمیم یافت و به دقت کلی ۹۸.۳٪، فراخوانی ۹۸.۴٪، صحت ۹۸.۳٪، امتیاز F1 ۹۸.۳٪، MCC ۰.۹۷۸ و کاپا ۰.۹۵۵ دست یافت. ماتریس‌های درهم‌ریختگی برای هر دو مجموعه داده آموزشی (شکل ۳ الف) و آزمایشی (شکل ۳ ب) به صورت بصری دقت بالا را تأیید می‌کنند و تعداد بسیار کمی از طبقه‌بندی‌های نادرست را نشان می‌دهند. عناصر قطری، که نمونه‌های به درستی طبقه‌بندی شده را نشان می‌دهند، بر ماتریس‌ها غالب هستند. برای مجموعه آزمایشی (شکل ۳ ب)، مدل به درستی ۲۶۸ از ۲۷۰ هلو بسیار بزرگ، ۲۷۰ از ۲۷۵ هلو بزرگ، ۳۱۵ از ۳۲۴ هلو متوسط و ۳۲۰ از ۳۲۴ هلو کوچک را طبقه‌بندی کرد که نشان‌دهنده قدرت تمایز قوی در تمام کلاس‌های اندازه‌ای است.



شکل ۳- ماتریس درهم‌ریختگی مجموعه داده آموزشی.

یک تحلیل مقایسه‌ای در برابر چندین طبقه‌بند یادگیری ماشین استاندارد (KNN, SVM, NET, LDA, AdaBoost) و یک CNN بهینه‌سازی شده با استفاده از بهینه‌سازی بیزی (BO) انجام شد. نتایج به وضوح برتری CNN بهینه‌سازی شده با FVLDSS را نشان می‌دهند. در مجموعه آزمایشی، FVLDSS-CNN به نمرات به طور قابل توجهی بالاتری در تمام معیارها (به عنوان مثال، دقت ۰.۹۸۳) در مقایسه با BO-CNN (دقت حدود ۰.۸۳) و سایر مدل‌های کلاسیک ML (که بیشتر از حدود ۰.۷۲ برای LDA تا حدود ۰.۹۶ برای NET/SVM بهینه‌سازی شده با FVLDSS متغیر بودند) دست یافت. در حالی که مدل‌هایی مانند KNN, NET و SVM عملکرد خوبی داشتند، به ویژه زمانی که پارامترها تنظیم شده بودند (دستیابی به دقت‌هایی تا حدود ۰.۹۶-۰.۹۴)، CNN بهینه‌سازی شده با FVLDSS از تمامی رقبا پیشی گرفت و بر اثربخشی رویکرد FVLDSS در کشف یک معماری یادگیری عمیق بسیار تخصصی و دقیق برای این وظیفه خاص تأکید می‌کند.

منابع

Azadnia, R., Fouladi, S. and Jahanbakhshi, A. 2023. Intelligent detection and waste control of hawthorn fruit based on ripening level using machine vision system and deep learning techniques. Results in Engineering. 17: 100891.

Chakraborty, S. K., A., S., Dubey, K., Jat, D., Chandel, N. S., Potdar, R. and Kumar, D. 2023. Development of an optimally designed real-time automatic citrus fruit grading–sorting machine leveraging computer vision-based adaptive deep learning model. Engineering Applications of Artificial Intelligence. 120: 105826.

Chuquimarca, L. E., Vintimilla, B. X. and Velastin, S. A. 2024. A review of external quality inspection for fruit grading using CNN models. Artificial Intelligence in Agriculture. 14: 1–20.

Kaiyan, L., Chang, L., Huiping, S., Junhui, W. and Jie, C. 2021. Review on the application of machine vision algorithms in fruit grading systems. In M. Tavana, N. Nedjah and R. Alhajj (Eds.), Emerging Trends in Intelligent and Interactive Systems and Applications (pp. 271–280). Cham: Springer International Publishing.

Liu, Q., Liu, M., Wang, F. and Xiao, W. 2022. A dynamic stochastic search algorithm for high-dimensional optimization problems and its application to feature selection. Knowledge-Based Systems. 244: 108517.

Liu, Q., Yu, Y., Han, B. S. and Zhou, W. 2025. An evolutionary deep learning approach using flexible variable-length dynamic stochastic search for anomaly detection of robot joints. Applied Soft Computing. 168: 112493.

Luo, D., Luo, R., Cheng, J. and Liu, X. 2024. Quality detection and grading of peach fruit based on image processing method and neural networks in agricultural industry. Frontiers in Plant Science. 15: 1415095.

Olorunfemi, B. O., Nwulu, N. I., Adebo, O. A. and Kavadias, K. A. 2024. Advancements in machine visions for fruit sorting and grading: A bibliometric analysis, systematic review, and future research directions. Journal of Agriculture and Food Research. 16: 101154.

Sultana, S., Moon Tasir, M. A., Nuruzzaman Nobel, S. M., Kabir, M. M. and Mridha, M. F. 2024. XAI-FruitNet: An explainable deep model for accurate fruit classification. Journal of Agriculture and Food Research. 18: 101474.

Wang, X., Matetić, M., Zhou, H., Zhang, X. and Jemrić, T. 2017. Postharvest quality monitoring and variance analysis of peach and nectarine cold chain with multi-sensors technology. Applied Sciences. 7(2): 133.

FVLDSS-Optimized CNNs for Grading peaches by size using image processing

Sayed Javad Sajadi[1*], Mehdi Zarei[1] and Hossein Sabouri[1]
1. Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Science, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
Corresponding Author: sajadi@gonbad.ac.ir

Abstract

This research introduces a novel approach for automated peach fruit size grading using image processing and a Convolutional Neural Network (CNN) optimized with the Flexible Variable-Length Dynamic Stochastic Search (FVLDSS) algorithm. The objective was to develop an accurate, efficient system for classifying peaches into four size categories: Extra Large, Large, Medium, and Small. A dataset of 432 peach images, captured from multiple angles and under varying light conditions, was collected and labelled. Images underwent preprocessing including resizing (224x224 pixels), normalization ([0, 1]), median filtering for noise removal, and data augmentation (rotation, scaling, translation, cropping). The FVLDSS algorithm optimized the CNN architecture (number/type of layers, kernel sizes, strides, activation functions) and parameters, significantly enhancing classification accuracy by balancing exploration and exploitation in the search space. Compared to conventional machine learning methods (KNN, SVM, NET, LDA, AdaBoost) and a CNN optimized via Bayesian Optimization (BO), the proposed FVLDSS-optimized CNN achieved superior performance, reaching 98.3% accuracy on the test dataset. Evaluation metrics including precision, recall, F1-score, MCC, and Cohen's Kappa confirmed the model's effectiveness. This system shows high potential for improving grading processes, enhancing quality control, and reducing waste in the agricultural industry, particularly in fruit packing lines.

Keywords: Convolutional neural network, FVLDSS algorithm, Image processing, Machine learning, Peach grading.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد روش‌های غیرمخرب برای ارزیابی کیفیت هلو (*Prunus persica*)

سید جواد سجادی[۱*]، مهدی زارعی[۱] و حسین صبوری[۱]
۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
*نویسنده مسئول: *sajadi@gonbad.ac.ir*

چکیده

هلو (*Prunus persica*) یک محصول باغبانی مهم با ارزش اقتصادی بالا است که کیفیت آن نقشی تعیین‌کننده در پذیرش مصرف‌کننده و قیمت بازار ایفا می‌کند. روش‌های سنتی ارزیابی کیفیت اغلب مخرب، زمان‌بر و نیازمند نیروی کار ماهر هستند. در دهه‌های اخیر، روش‌های غیرمخرب (Nondestructive techniques - NDTs) به‌عنوان جایگزین‌های سریع، دقیق و کارآمد برای ارزیابی کیفیت میوه‌ها، از جمله هلو، مطرح شده‌اند. این مقاله مروری به بررسی پیشرفت‌های اخیر در کاربرد روش‌های غیرمخرب مختلف، شامل طیف‌سنجی مرئی/مادون قرمز نزدیک (Vis/NIR)، تصویربرداری فراطیفی (HSI)، روش‌های صوتی/ارتعاشی، بینی الکترونیکی (E-nose)، خواص دی‌الکتریک و تصویربرداری مرئی، برای ارزیابی پارامترهای کیفی داخلی و خارجی هلو نظیر میزان مواد جامد محلول (SSC)، سفتی، رسیدگی، آسیب مکانیکی (لهیدگی)، بیماری‌ها و عیوب سطحی می‌پردازد. علاوه بر این، نقش حیاتی روش‌های پیشرفته تحلیل داده مانند یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در پردازش داده‌های حاصل از روش‌های غیرمخرب و بهبود دقت مدل‌های پیش‌بینی مورد بحث قرار گرفته است. این تکنیک‌ها پتانسیل بالایی برای پیاده‌سازی در خطوط سورتینگ و بسته‌بندی و بهبود مدیریت پس از برداشت هلو دارند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کیفیت، تصویربرداری فراطیفی، طیف‌سنجی، روش‌های غیرمخرب، هلو.

مقدمه

هلو به دلیل طعم، عطر و ارزش غذایی بالا، یکی از محبوب‌ترین میوه‌های تابستانی در سراسر جهان است. کیفیت هلو شامل ویژگی‌های خارجی (رنگ، اندازه، شکل، عیوب سطحی) و مشخصات داخلی (سفتی، میزان مواد جامد محلول یا شیرینی، اسیدیته، عطر و طعم) است که به‌شدت بر پذیرش مصرف‌کننده و عمر انبارمانی پس از برداشت تأثیر می‌گذارد (Zhang et al., 2020). ارزیابی دقیق و سریع کیفیت برای سورتینگ، درجه‌بندی و تعیین زمان بهینه برداشت و عرضه به بازار ضروری است. روش‌های متداول ارزیابی کیفیت، مانند اندازه‌گیری سفتی با نفوذسنج، اندازه‌گیری SSC با رفرکتومتر و ارزیابی بصری، عمدتاً مخرب، زمان‌بر و گاهی وابسته به اپراتور هستند. این محدودیت‌ها نیاز به توسعه و کاربرد روش‌های غیرمخرب (NDTs) را افزایش داده است. روش‌های غیرمخرب، ارزیابی سریع و دقیق را بدون آسیب رساندن به محصول امکان‌پذیر ساخته و پتانسیل اتوماسیون و استفاده در خطوط بسته‌بندی را فراهم می‌کنند (Lu et al., 2020; Walsh et al., 2020). هدف از این مقاله، ارائه یک مرور جامع بر پیشرفت‌های اخیر در استفاده از تکنیک‌های غیرمخرب مختلف برای ارزیابی کیفیت هلو است.

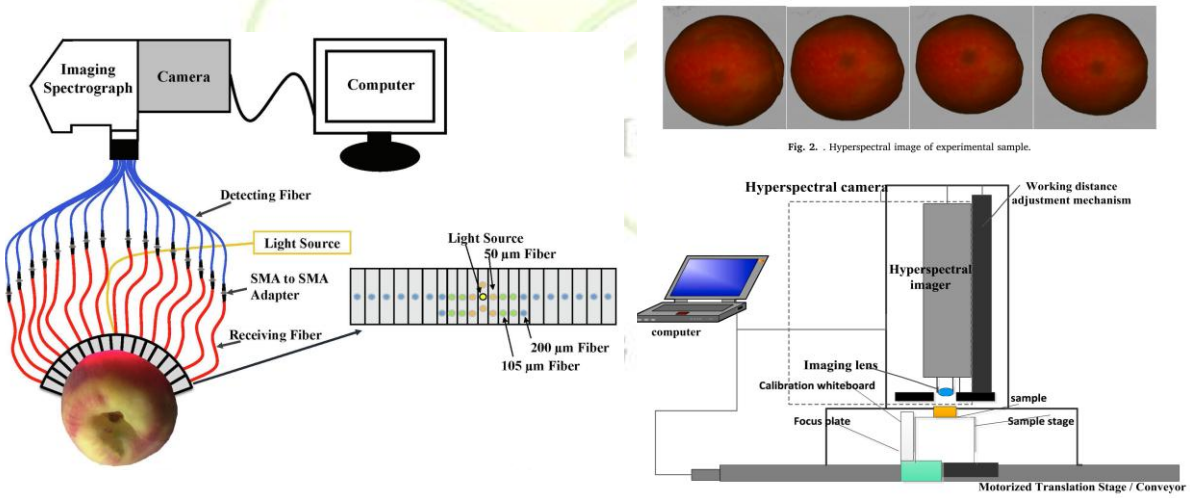
مواد و روش‌ها

این مقاله مروری، یافته‌های تحقیقات اخیر (عمدتا ۲۰۲۳-۲۰۲۰) را در زمینه کاربرد روش‌های غیرمخرب برای ارزیابی کیفیت هلو تلفیق می‌کند. تکنیک‌های اصلی مورد بحث شامل طیف‌سنجی Vis/NIR، تصویربرداری فراطیفی (HSI)، روش‌های صوتی/ارتعاشی، بینی الکترونیکی (E-nose)، خواص دی‌الکتریک و تصویربرداری مرئی/بینایی ماشین است. کاربردهای پوشش داده شده شامل ارزیابی ویژگی‌های کلیدی کیفیت نظیر میزان مواد جامد محلول (SSC)، سفتی، رسیدگی، لهیدگی، عفونت‌های قارچی و عیوب سطحی است. نقش کمومتریکس، یادگیری ماشین (ML) و یادگیری عمیق (DL) در تحلیل داده‌های حاصل از این روش‌های غیرمخرب نیز برجسته شده است. مطالعات کلیدی که قابلیت‌ها و محدودیت‌های هر تکنیک را برای ارزیابی کیفیت هلو نشان می‌دهند، اساس این بررسی را تشکیل می‌دهند.

نتایج و بحث

روش‌های غیرمخرب مزایای قابل توجهی نسبت به روش‌های سنتی برای ارزیابی کیفیت هلو دارند. طیف‌سنجی Vis/NIR برای پیش‌بینی ویژگی‌های کیفی داخلی مانند SSC و سفتی مؤثر بوده‌اند (Minas et al., 2021; Huang et al., 2022). سیستم‌های قابل حمل و آنلاین، کاربردی بودن این روش را بیش از پیش افزایش می‌دهند (Donis-González et al., 2020; Liu et al., 2022). تصویربرداری فراطیفی (HSI) هم اطلاعات طیفی و هم فضایی را فراهم می‌کند، که آن را برای تشخیص عیوب موضعی مانند لهیدگی و عفونت‌های قارچی (Li et al., 2021; Liu et al., 2020; Sun et al., 2023) و همچنین برای نقشه‌برداری از تغییرات کیفیت داخلی قدرتمند می‌سازد (Shao et al., 2021). مطالعاتی که به بررسی خواص نوری می‌پردازند (Ma et al., 2020; Sun et al., 2021) درک پایه‌ای از ارتباط بین مشخصات بافت و سیگنال‌های NDT فراهم می‌کنند.

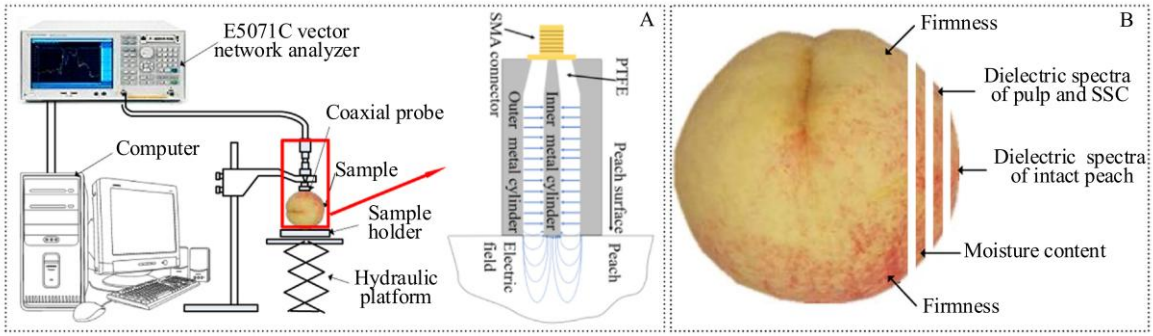
شکل ۱ الف) شماتیک یک سیستم طیف‌سنجی با تفکیک فضایی که آرایش فیبرهای نوری تابش و آشکارسازی را برای کسب طیف‌ها در فواصل مختلف درون میوه نشان می‌دهد (Huang et al., 2022). شکل ۱ ب) ساختار یک سیستم تصویربرداری فراطیفی و یک تصویر نمونه از هلو را نشان می دهد(Li et al., 2021). شکل ۱ ج) نشانگر طرح عملیاتی یک سیستم بینی الکترونیکی توسعه‌یافته برای پایش ترکیبات فرار است (Voss et al., 2020). شکل ۱ د) اجزای یک سیستم لرزش‌سنج داپلر لیزری (LDV) مورد استفاده برای اندازه‌گیری‌های ارتعاشی را نمایش می دهد(Wang et al., 2022). شکل ۱-(ه) شامل دیاگرام شماتیک نمایش‌دهنده اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک (ε') و ضریب اتلاف است (Cao et al., 2023) ("ε). شکل ۱-(و) فلوچارت شماتیک یک چارچوب یادگیری عمیق به‌کاررفته برای سورتینگ چندویژگی (Masuda et al., 2023). (ز) معماری‌های شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNNs)، که یک شاخه تکی متداول (CNNt) و یک نسخه اصلاح‌شده با ماژول inception (CNNm) را که در تحلیل داده استفاده شده‌اند، نشان می‌دهد (Wang et al., 2022).



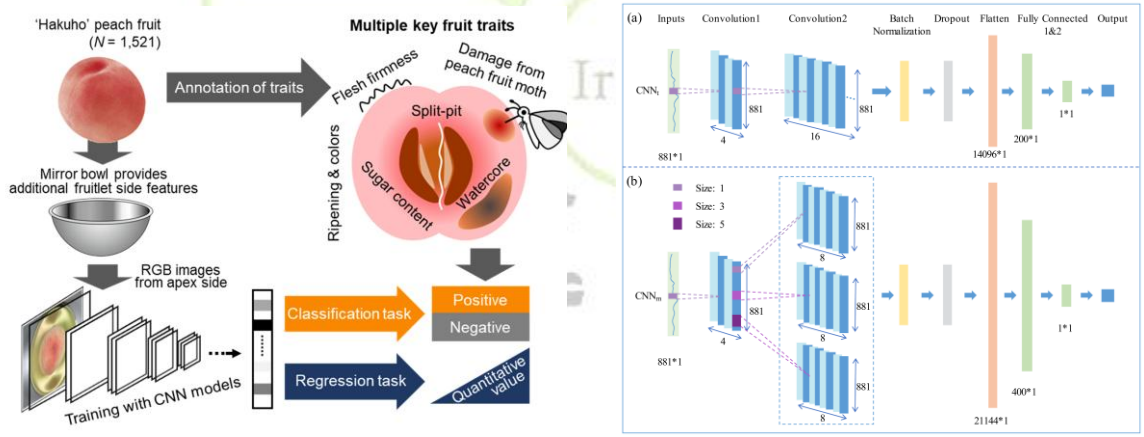
الف ب



ج د



ه



و ز

شکل ۱– نمونه‌هایی از تکنیک‌های غیرمخرب و متدولوژی‌های تحلیل داده به‌کاررفته برای ارزیابی کیفیت هلو.

روش‌های صوتی/ارتعاشی برای ارزیابی سفتی، به‌ویژه هنگامی که با الگوریتم‌های پیشرفته مانند CNN ترکیب شوند، امیدبخش هستند (Wang et al., 2022). بینی الکترونیکی (E-nose) با تحلیل پروفایل ترکیبات فرار مرتبط با رسیدگی، آسیب یا بیماری، رویکردی منحصربه‌فرد ارائه می‌دهد (Voss et al., 2020; Yang et al., 2020b; Fanesi et al., 2023). اندازه‌گیری خواص دی‌الکتریک یک تکنیک نوظهور برای پایش تغییرات کیفیت در طول انبارداری است (Cao et al., 2023). سیستم‌های بینایی ماشین همچنان برای بازرسی کیفیت خارجی ارزشمند هستند (Li et al., 2022).

موفقیت این روش‌های غیرمخرب به‌شدت به تحلیل داده‌ها وابسته است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق به‌طور فزاینده‌ای برای استخراج ویژگی‌های مرتبط و ساخت مدل‌های پیش‌بینی‌کننده قوی، حیاتی هستند و اغلب عملکرد بهتری نسبت به روش‌های کمومتریکس سنتی دارند (Masuda et al., 2023; Saha and Annamalai, 2021). جدول ۱ کاربردهای کلیدی را خلاصه می‌کند.

جدول ۱- خلاصه‌ای از کاربردهای منتخب روش‌های غیرمخرب در ارزیابی کیفیت هلو.

Technique	Quality Parameter Assessed	Key Application / Finding	Reference
Vis/NIR Spectroscopy	SSC, Firmness, Maturity	Accurate prediction of internal quality and maturity	Minas et al., 2021; Huang et al., 2022
Hyperspectral Imaging (HSI)	Bruising, Fungal disease, SSC	Detection/classification of defects & prediction of internal quality	Li et al., 2021; Liu et al., 2020; Shao et al., 2021
Acoustic/Vibration Methods	Firmness, Weight	Simultaneous prediction of firmness and weight using vibration spectra and CNN	Wang et al., 2022
Electronic Nose (E-nose)	Maturity, Damage, Disease	Monitoring maturity and detecting damage/disease via volatile profiles	Voss et al., 2020; Yang et al., 2020b
Dielectric Properties	Internal quality during storage	Correlation with internal quality changes over time	Cao et al., 2023
Deep/ Machine Learning	Multiple traits, Classification, SSC	Enhanced sorting, classification, and quality prediction using advanced algorithms	Masuda et al., 2023; Wang et al., 2022

منابع

Cao, M., Zeng, S., Wang, J. and Guo, W. 2023. Dielectric properties of peaches with and without skin during storage and their relationship to internal quality. Postharvest Biology and Technology. 204: 112433.

Huang, Y., Xiong, J., Jiang, X., Chen, K. and Hu, D. 2022. Assessment of firmness and soluble solids content of peaches by spatially resolved spectroscopy with a spectral difference technique. Computers and Electronics in Agriculture. 200: 107212.

Li, B., Yin, H., Liu, Y., Zhang, F., Yang, A., Su, C. and Ou-Yang, A. 2022a. Detection storage time of mild bruise's yellow peaches using the combined hyperspectral imaging and machine learning method. Journal of Analytical Science and Technology. 13(1): 24.

Li, X., Liu, Y., Jiang, X. and Wang, G. T. 2021. Supervised classification of slightly bruised peaches with respect to the time after bruising by using hyperspectral imaging technology. Infrared Physics & Technology. 113: 103557.

Liu, Q., Zhou, D., Tu, S., Xiao, H., Zhang, B., Sun, Y. and Tu, K. 2020. Quantitative visualization of fungal contamination in peach fruit using hyperspectral imaging. Food Analytical Methods. 13: 1262–1270.

Lu, Y., Saeys, W., Kim, M., Peng, Y. and Lu, R. 2020. Hyperspectral imaging technology for quality and safety evaluation of horticultural products: A review and celebration of the past 20-year progress. Postharvest Biology and Technology. 170: 111318.

Masuda, K., Uchida, R., Fujita, N., Miyamoto, Y., Yasue, T., Kubo, Y., Ushijima, K., Uchida, S. and Akagi, T. 2023. Application of deep learning diagnosis for multiple traits sorting in peach fruit. Postharvest Biology and Technology. 201: 112348.

Minas, I. S., Blanco-Cipollone, F. and Sterle, D. 2021. Accurate non-destructive prediction of peach fruit internal quality and physiological maturity with a single scan using near infrared spectroscopy. Food Chemistry. 335: 127626.

Shao, Y., Wang, Y. and Xuan, G. 2021. In-field and non-invasive determination of internal quality and ripeness stages of Feicheng peach using a portable hyperspectral imager. Biosystems Engineering. 212: 115–125.

Voss, H. G. J., Ayub, R. A. and Stevan, S. L. 2020. E-nose prototype to monitoring the growth and maturation of peaches in the orchard. IEEE Sensors Journal. 20(20): 11741–11750.

Wang, D., Feng, Z., Ji, S. and Cui, D. 2022. Simultaneous prediction of peach firmness and weight using vibration spectra combined with one-dimensional convolutional neural network. Computers and Electronics in Agriculture. 201: 107341.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of Nondestructive Techniques for Peach (*Prunus persica*) Quality Inspection

Sayed Javad Sajadi[1*], Mehdi Zarei[1] and Hossein Sabouri[1]
1. Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Science, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
[*]*Corresponding Author: sajadi@gonbad.ac.ir*

Abstract

Peach (*Prunus persica*) is an important horticultural crop with high economic value, whose quality plays a decisive role in consumer acceptance and market price. Traditional quality assessment methods are often destructive, time-consuming, and require skilled labor. In recent decades, nondestructive techniques (NDTs) have emerged as fast, accurate, and efficient alternatives for inspecting the quality of fruits, including peaches. This review paper examines recent advances in the application of various nondestructive methods, including visible/near-infrared (Vis/NIR) spectroscopy, hyperspectral imaging (HSI), acoustic/vibration methods, electronic nose (E-nose), dielectric properties, and visible imaging, for evaluating internal and external quality parameters of peaches such as soluble solids content (SSC), firmness, maturity, mechanical damage (bruising), diseases, and surface defects. Additionally, the critical role of advanced data analysis methods like machine learning and deep learning in processing NDT data and improving the accuracy of prediction models is discussed. These techniques hold great potential for implementation in sorting and packing lines and improving the postharvest management of peaches.

Keywords: Peach, Nondestructive techniques, Quality inspection, Spectroscopy, Hyperspectral imaging.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر نوع بسته‌بندی و شرایط انبار بر کیفیت میوه انجیر (*Ficus carica* L.)

مجید راحمی[۱*]، مریم زارع[۱]، سحر صداقت[۱]، فاطمه اسفندیاری[۱] و زهرا دلاور اردکانی[۱]
۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *rahemi@shirazu.ac.ir*

چکیده

به منظور بررسی نوع بسته‌بندی و شیوه نگهداری انجیر سبز استهبان، آزمایشی با پوشش‌های پلی‌اتیلنی و دما بر زمان نگهداری میوه انجیر در قالب آزمایش فاکتوریل انجام گردید. نتایج نشان داد که دمای ۴ درجه سانتیگراد تأثیر معنی‌داری بر زمان نگهداری میوه انجیر در مقایسه با دمای ۲۲°c دارد. استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی با چگالی کم به همراه میوه‌های بسته‌بندی شده در شرایط خلاء همراه با گرمادهی و نگهداری در دمای ۴°c بالاترین میزان قندهای محلول و بیشترین درصد کاهش آب در تیمار انجیرهای بسته‌بندی شده در کیسه‌های سوراخ‌دار و نگهداری در سردخانه مشاهده شد. انجیرهای بسته‌بندی شده در شرایط خلاء و نگهداری در دمای اتاق بیشترین میزان فنول و انجیرهای بسته‌بندی شده در کیسه‌سوراخ‌دار و نگهداری در دمای اتاق بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان را داشتند. کمترین تغییرات کیفی در انواع بسته‌بندی در شرایط خلاء و نگهداری در دمای۴°c مشاهده شد. بنابراین توصیه می‌شود برای نگهداری طولانی مدت انجیر سبز استهبان در شرایط خلاء بسته‌بندی و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شوند.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، آنتی‌اکسیدانت، انجیر سبز، بسته بندی، فنول.

مقدمه

انجیر با نام علمی *Ficus carica* L. از تیره Moraceae می‌باشد. منشأ اصلی انجیر غرب آسیا شامل ایران، سوریه و آسیای کوچک است. در ایران مهمترین استان‌های تولید کننده انجیر سبز به ترتیب فارس، استان مرکزی، کرمانشاه و یزد می‌باشد. مهمترین موضوع پس از برداشت انجیر سبز حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی، روش درجه‌بندی و تشخیص دمای نگهداری میوه می‌باشد. میوه‌ها به تدریج پس از برداشت دچار اُفت کیفیت می‌شوند، پیدا کردن راهکاری برای بالا بردن ماندگاری و کیفیت این محصول مورد توجه قرار گرفته است. تیمارهای گرمایی از افزایش تنفس و تولید اتیلن جلوگیری کرده و در نتیجه می‌توان میوه‌های ماندگارتر با عوارض فیزیولوژیکی کمتر انتظار داشت (Asghari et al., 2012). فرایند زوال میوه‌ها را می‌توان به وسیله بسته‌بندی در شرایط خلاء، حذف هوای اطراف محصول سبب کاهش حجم بسته، جلوگیری از رشد باکتری‌های هوازی و قارچ‌ها، محدود نمودن تغییرات کیفی میوه به دلیل واکنش‌های اکسایشی و نیز مانع نفوذ هوا به داخل بسته شده و از تیره شدن اکسایشی میوه‌ها جلوگیری می‌کند (Mortazavi et al., 2012). بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از فیلم‌های (PVC) برای تولید اتمسفر تغییر داده شده، نتایج مطلوبی برای بعضی میوه‌ها مثل آووکادو و گل ساعتی داشته است (Garica et al., 2004) در فاصله زمانی تولید تا عرضه به بازار، محصول متأثر از شرایط نگهداری خود دچار تغییرات کیفی قابل توجهی می‌شود. مهمترین پارامترهای مؤثر بر کیفیت میوه، مدت زمان نگهداری، شرایط بسته‌بندی و دمای نگهداری آن می‌باشد. دمای انبار عامل محیطی مهمی است که کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زیرا به سرعت همه فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مرتبط را تنظیم می‌کند (Al-Mugharbi et al., 1995). انجیر سبز استهبان پس از برداشت با تغییراتی از قبیل کاهش وزن، کاهش رطوبت، تغییر رنگ و آلوده شدن به آفات انباری مواجه می‌گردد. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات کیفی میوه انجیر خشک رقم سبز پس از برداشت در انواع بسته‌بندی و شرایط نگهداری بلند مدت انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۹-۱۳۹۸ در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز اجرا گردید. میوه انجیر از ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان تهیه گردید. میوه‌های درجه ۱ و عاری از صدمات فیزیکی و عاری از آفات انباری جهت اعمال تیمارهای

مورد نظر جداسازی و انتخاب شدند. تیمارهای بسته‌بندی در خلاء، گرمادهی، بدون گرمادهی و بسته‌بندی در کیسه‌های سوراخ‌دار به اجرا در آمد.

بسته‌بندی در خلاء در بسته‌بندی‌هایی از جنس PVC-PE، گرمادهی انجیر در آون در دمای ۶۰°c به مدت ۷ ساعت، کیسه سوراخ‌دار با ۱۶ سوراخ صورت گرفت و برای هر واحد آزمایش، ۲۰۰ گرم انجیر در نظر گرفته شد. میوه‌های بسته‌بندی شده در سردخانه (۴°c و ۵ ± ۸۵٪ =RH) و دمای اتاق (۱±۲۲) به مدت ۶۰ روز نگهداری شدند. درصد کاهش وزن بر اساس وزن اولیه و نهایی بسته‌ها محاسبه گردید. درصد کاهش آب با استفاده از آون ۸۰°c به مدت ۷۲ ساعت و سپس با توجه به وزن اولیه و نهایی بعد از خشک کردن، درصد از دست دادن آب آن محاسبه گردید. مواد جامد محلول به وسیله رفرکتومتر دیجیتال (ATAGO) مدل ژاپنی تعیین گردید. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه با استفاده از طیف‌سنج مرئی فرابنفش در طول موج ۵۱۷ نانومتر و درصد بازدارندگی DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Alamgeer et al., 1995).

$$DPPH = \frac{Acont-Asample}{Acont} \times 100$$

Acont = جذب شاهد

Asample = جذب نمونه

محتوای فنل بر اساس فرمول (Clark et al., 1977) با استفاده از معرف فولین اندازه‌گیری شد.

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور نوع بسته‌بندی در چند سطح و شرایط نگهداری در دو سطح در چهار تکرار اجرا گردید. داده‌ها با نرم افزار آماری SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

در این پژوهش اثرات تیمار، انبار و برهمکنش تیمار و انبار بر میزان کاهش وزن، کاهش رطوبت، مواد جامد محلول، فعالیت آنتی اکسیدانی و فنل کل در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

درصد کاهش وزن: بیشترین کاهش وزن در تیمار بسته‌بندی سوراخ‌دار، نگهداری در اتاق و کمترین درصد کاهش وزن در تیمار کیسه سوراخ‌دار و نگهداری در سردخانه به دست آمد (جدول۲). پوشش پلاستکی اطراف میوه باعث تشکیل یک لایه رطوبت اطراف میوه می‌شود که باعث کاهش تعرق می‌گردد (Kim et al ., 2009).

درصد کاهش آب: بیشترین درصد کاهش آب در تیمار بسته‌بندی سوراخ‌دار نگهداری در اتاق و کمترین درصد کاهش‌آب در تیمار کیسه‌های سوراخ‌دار و نگهداری در سردخانه مشاهده شد (جدول ۲). مواد بسته‌بندی باعث کاهش اتلاف رطوبت و میزان تنفس محصول می‌شود، در نتیجه میزان کاهش رطوبت میوه کمتر خواهد بود (Kadar et al., 2009).

مواد جامد محلول: بیشترین میزان قندهای محلول در تیماربسته‌بندی در خلاء همراه با گرمادهی و نگهداری در اتاق مشاهده شد (جدول۲). بسته‌بندی انجیر در شرایط خلاء باعث کاهش فعالیت تنفسی و عدم کاهش مواد جامد محلول می‌شود، همچنین نگهداری در سردخانه باعث کاهش تنفس میوه می‌گردد و در نتیجه میزان مواد جامد محلول تغییر زیادی نخواهد داشت.

میزان فنول و آنتی اکسیدان: انجیرهای بسته‌بندی شده در شرایط خلاء و نگهداری در شرایط اتاق بیشترین میزان فنول و کمترین در همین تیمار با نگهداری در سردخانه مشاهده شد (جدول ۳). یافته‌های Lee و Lee (2012) نشان می‌دهد که میزان فنل عصاره خرمالو به طور معنی‌داری با افزایش تیمار دمایی و مدت زمان تیمار افزایش می‌یابد ولی گوشت خرمالو در دمای بالاتر کاهش یافت. انجیرهای بسته‌بندی شده در کیسه سوراخ‌دار و نگهداری شده در اتاق بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند. Safizadeh و همکاران (2007) دریافتند که تیمار دمایی سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه گریپ فروت می‌شود. در پرتقال و لیمو تیمار غوطه‌وری در آب گرم موجب

افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Bassed et al., 2011). تیمارهای دمایی یکی از عوامل آزاد سازی ترکیبات فنولی می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری بر صفات مورد بررسی انجیر رقم سبز.

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	کاهش وزن	کاهش رطوبت	مواد جامد محلول	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فنول
تیمار	۴	۳۱/۴**	۷/۵**	۲۸۶/۰۲**	۲۶۷/۸**	۲/۲*
انبار	۱	۴۱۴/۴**	۱۰۰/۴**	۱۶۳۸/۴**	۷۸/۲**	۳/۵۶**
تیمار*انبار	۴	۲۴۴/۴*	۶۱/۵**	۷۰۴/۱*	۵۱/۷*	۳/۵**
خطا	۳	۳/۹۷	۰/۴	۵/۳۳	۰/۲	۰/۳

** وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪، *وجود تفاوت معنی دار در سطح ۵٪، ns نبود تفاوت معنی‌دار.

جدول ۲- اثر نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری بر درصد کاهش وزن، کاهش رطوبت و غلظت مواد جامد محلول انجیر.

نوع بسته‌بندی	شرایط نگهداری	درصد کاهش وزن	درصد کاهش رطوبت	مواد جامد محلول(٪)
در خلاء	دمای اتاق	۲/۳۳bc	۱۴/۶۱ b	۳۹/۷۵e
	سردخانه	۱/۴۷ce	۱۲/۲۵ de	۶۳/۰۰b
گرمادهی + خلاء	دمای اتاق	۱/۹۴bd	۱۱/۵۸ f	۴۳/۰۰de
	سردخانه	۱/۸۵be	۹/۳۹ g	۷۰/۲۵a
بدون گرمادهی	دمای اتاق	۲/۶۴b	۱۳/۳۷ c	۳۶/۰۰f
	سردخانه	۱/۳۱de	۱۲/۰۴ df	۴۴/۵۰d
گرمادهی	دمای اتاق	۱/۶۴ce	۱۲/۵۱ d	۴۵/۲۵d
	سردخانه	۰/۹۶e	۱۱/۸۳ ef	۵۲/۰۰c
سوراخ‌دار	دمای اتاق	۶/۲۱a	۱۹/۳۲ a	۳۳/۰۰f
	سردخانه	-۶/۸۳f	۷/۸ h	۶۱/۷۵b

حروف مشترک در هر ستون دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد.

جدول۳- اثر نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری بر درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنول انجیر.

نوع بسته‌بندی	شرایط نگهداری	فعالیت آنتی‌اکسیدانی(٪)	فنول(میلی‌گرم بر ۱۰۰گرم وزن تازه)
در خلاء	دمای اتاق	۱۶/۱۷c	۴/۸۵a
	سردخانه	۱۴/۲۸d	۰/۸۴f
گرمادهی + خلاء	دمای اتاق	۹/۰۱f	۲/۳۶cd
	سردخانه	۱/۵۹i	۱/۱۳ef
بدون گرمادهی	دمای اتاق	۱۷/۳۰b	۲/۲۴d
	سردخانه	۱۳/۷۸d	۱/۷۹de
گرمادهی	دمای اتاق	۶/۷۷g	۳/۸۴b
	سردخانه	۳/۷۹h	۲/۰۸d
سوراخ‌دار	دمای اتاق	۲۰/۶۳a	۳/۱۲bc
	سردخانه	۱۲/۷۱e	۱/۱۴ef

حروف مشترک در هر ستون دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی این مطالعه نشان داد که روش بسته‌بندی توانست ویژگی‌های کیفی محصول انجیر را تحت تأثیر قرار دهد. در بسته-بندی‌هایی که تماس میوه با محیط اطراف محدود شده است، جذب یا از دست دادن رطوبت ناچیز است. کمترین درصد کاهش وزن در انجیرهای بسته‌بندی شده سوراخ‌دار نگهداری در سردخانه و کمترین کاهش درصد آب در تیمار بسته‌بندی شده در خلاء همراه با گرمادهی و نگهداری در سردخانه و بالاترین درصد قندهای محلول را داشتند. افزایش تدریجی مواد فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدان در انجیرهای بسته‌بندی شده در کیسه سوراخ‌دار و نگهداری در دمای اتاق، سبب بهبود ارزش غذایی محصول می‌شود. بنابراین بسته‌بندی در شرایط خلاء و نگهداری در سردخانه بهترین شیوه نگهداری انجیر خشک رقم سبز استهبان می‌باشد.

منابع

احمدی، ک.، قلی‌زاده، ح.، ابدزاده، ح.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، کاظمی‌فرد، ر. و عبدشاد، ح. ۱۳۹۴ .آمار کشاورزی سال ۱۳۹۳: محصولات باغی .تهران: انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد ۳: ۲۵۳ صفحه.

Alamgeer Iman, S., Asif, H. and Saleem, M. 2017. Evaluation of antihypertensive potential of *Ficus carica* fruit. Pharmaceutical Biology. 55: 1047–1053.

Al-Mugharbi, M., Bacha, M. A. and Abedelrahman, A. O. 1995. Effect of storage temperature and duration on quality of three pomegranate cultivars. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences. 7: 239–148.

Asghari, M. R. and Shahamat, M. 2012. The effect of heat treatment on polyphenol oxidase enzyme activity and some quality characteristics and storage life of white seedless grape. Pazh Hashey of Food Industry. 23: 511–520.

Bassal, M. and El-Hamahmy, M. 2011. Hot water dip and preconditioning treatments to reduce chilling injury and maintain postharvest quality of Navel and Valencia oranges during cold quarantine. Postharvest Biology and Technology. 60(3): 186–191.

Clarke, R. and Moor, C. D. 1997. The future in film technology: A tunable packaging system for fresh produce. 68–75.

Garcia-Alonso, M., Pascual-Teresa, S. D., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2004. Evaluation of the antioxidant properties of fruit. Food Chemistry. 84: 13–18.

Kim, D. G., Burks, T. F., Qin, J. and Bulanon, D. M. 2009. Classification of grapefruit peel diseases using color texture feature analysis. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 3: 44–51.

Lee, D. W. and Lee, S. C. 2012. Effect of heat treatment condition on the antioxidant and several physiological activities of non-astringent persimmon fruit juice. Food Science and Biotechnology. 21: 815–822.

Mortazavi, S. M. H., Arzani, K. and Shahamat, M. 2012. The effect of vacuum packing and changed atmosphere condition on the shelf life and quality of Berhi date fruit. Scientific Journal of Agriculture. 29: 5–137.

Safizadeh, M. R., Rahemi, M. and Aminlari, M. 2007. Effect of postharvest calcium and hot water dip treatments on catalase, peroxidase and superoxide-dismutase in chilled Lisbon lemon fruit. International Journal of Agricultural Research. 2: 440–449.

Effect of paching type and storage condition on quality of green fig cultivar (*Ficus carica* L.).

Majid Rahemi[1*], Maryam zare[1], Sahar sedaghat[1], Fatemeh Esfandiari[1] and Zahra DelavarArdekani[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding author: rahemi@shirazu.ac.ir*

Abstract

In order to determine the most suitable packaging with polythene covers in Sabz fig fruit cultivar, the effect of packaging with polythene covers and temperature on the storage time was designed and carried out in the form of a factorial experiment. The results showed that the use of low – density polyethylene coating along with fruits packed in vacuum with heating and stored at 4ºC has the highest content of soluble sugars and the percentage of water reduction in figs packed with holes during cold storage. Fruit packed in vacuum condition and stored at room temperature recorded the highest content of phenol and figs packed in a perforated bag and kept at room temperature had the highest antioxidant activity. The lowest changes in quality were found in the figs heated and packed under vacuum condition and kept at 4ºc.

Keywords: Antioxidant, Packing, Phenol, Sabz fig fruit, Storage.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات تیمارهای سالیسیلیک اسید، پوترسین و آنتی استرس ۵۵۰ بر کاهش خسارت سرمازدگی در نارنگی تانجلو (*Citrus tanjelo* cv. Minneola)

مجید راحمی[۱*]، حسین امین[۲]، مرضیه علیشاهی[۲] و زهرا دلاور اردکانی[۱]
۱- بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲- بخش تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول: *rahemi@shirazu.ac.ir*

چکیده

به منظور افزایش عمر انباری و کاهش خسارت سرما در این پژوهش تأثیر تیمارهای سالیسیلیک اسید(SA)، پوترسین(Put) و آنتی استرس ۵۵۰ بر کاهش سرمازدگی پس از برداشت میوه نارنگی تانجلو در آزمایشگاه و سردخانه بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. در این آزمایش شامل دو فاکتور، تیمار و زمان انبارمانی بود که تیمارها شامل سالیسیلیک اسید (۰، ۲ و ۴ میلی‌مول در لیتر)، پوترسین (۰، ۲ و ۴ میلی‌مول در لیتر) و آنتی استرس۵۵۰ (۵۰ و ۱۰۰ درصد)، فاکتور دوم زمان شامل انبارمانی در دمای ۲ درجه سلسیوس و رطوبت ۸۵ درصد (۱ و ۲ ماه). نتایج نشان داد که نگهداری به مدت ۲ ماه باعث افزایش، خسارت سرمازدگی، نشت یونی و نشت پتاسیم، افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، پراکسیداز (POD)، پلی‌فنل اکسیداز (PPO) و کاتالاز (CAT) گردید. آنتی‌استرس ۵۵۰ به طور معنی‌داری باعث کاهش نشت یونی، نشت پتاسیم و خسارت سرمازدگی گردید. نتایج کلی این پژوهش نشان داد که به ترتیب کاربرد آنتی‌استرس (۱۰۰ ٪)، سالیسیلیک اسید و پوترسین، به عنوان تیمارهای شیمیایی پس از برداشت نارنگی تانجلو جهت نگهداری در انبار سرد و کاهش خسارت سرمازدگی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌استرس۵۵۰، پوترسین، خسارت سرمازدگی، سالیسیلیک‌اسید، نارنگی‌تانجلو.

مقدمه

امروزه عدم مدیریت کافی پس از برداشت، زیان قابل توجهی به تولیدکنندگان و صنعت میوه مرکبات وارد می‌کند. مرکبات عمر نگهداری نسبتاً متوسطی دارند و در دمای پایین حساس و مستعد به ناباسامانی‌ها و بیماری مختلف هستند (Khan et al., 2022). امروزه به منظور کنترل پوسیدگی و افزایش عمر انباری به جای استفاده از قارچ‌کش‌ها از مواد بی ضرر طبیعی برای کنترل پوسیدگی، سرمازدگی و کیفیت میوه در طول انبارداری استفاده می‌کنند (Babalar et al., 2007). یکی از ترکیبات بی‌ضرر جهت انبارمانی میوه‌ها سالیسیلیک اسید می‌باشد (Ennab et al; 2020). این ماده به طور طبیعی در گیاه سنتز شده و در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه مانند واکنش‌های فوق حساس، مقاومت به بیماری‌ها و مقابله با تنش‌های اکسیداتیو از محرک‌های زیستی و غیر زیستی نقش دارند (Ding et al., 2002).

پوترسین یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی است که در بسیاری از فرایندهای رشد و نمو گیاه نقش دارد (kusana et al., 2008). کاربرد خارجی این ترکیب برای سلامت انسان خطری ندارد و باعث تأخیر در پیری گیاه شده و از تخریب رنگیزه‌های فتوسنتزی جلوگیری می‌کند (Khosroshani et al., 2007).

آنتی استرس ۵۵۰ ساخت آمریکا ترکیبی غیر سمی و محلول در آب است که می‌تواند آسیب‌های ناشی از استرس آب و هوا را به حداقل برساند. این ترکیب به عنوان اسپری زیست تخریب ناپذیر استفاده می‌شود و غشای نیمه‌تراوا روی سطح میوه و برگ ایجاد می‌کند (https//www.polymerag.com/about us. php).

مواد و روش‌ها

میوه تانجلو از درختان ۳۰ ساله از یک باغ تجاری در داراب تهیه و به آزمایشگاه پس از برداشت بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز منتقل گردید. قبل از اعمال تیمارها، میوه ها به وسیله کلراکس ۱ درصد به مدت ۲ دقیقه ضد عفونی شدند تیمارها شامل سالیسیلیک اسید (۰، ۲ و ۴ میلی‌مول در لیتر) به مدت ۳۰ دقیقه غوطه‌ور شدند و سپس در هوای آزاد خشک گردیدند. در تیمار بعدی میوه در محلول آنتی استرس ۵۵۰ در غلظت‌های (۵۰ و۱۰۰ ٪) غوطه‌ور شدند و در هوای آزمایشگاه خشک شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل شامل فاکتور تیمار و فاکتور زمان نگهداری و سپس در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۵ میوه در هر تکرار اجرا گردید. میوه‌ها در کیسه‌های سوراخ‌دار (۱۶ عدد) به مدت ۱ و ۲ ماه در دمای ۲°c و رطوبت نسبی ۸۵٪ نگهداری شدند.

شاخص سرمازدگی: میوه‌ها پس از خروج از سردخانه به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری گردید و با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید.

$$CI = \frac{\sum (\text{تعداد میوه مربوط به آن} \times \text{درجه سرمازدگی})}{\text{تعداد میوه کل} \times 4} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری نشت یونی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{درصد نشت یونی} = \frac{\text{هدایت الکتریکی اولیه}}{\text{هدایت الکتریکی نهایی}} \times ۱۰۰$$

نشت پتاسیم با تهیه ۶ حلقه به قطر ۱۰ میلی‌متر از پوست تعیین گردید.

$$\text{درصد نشت پتاسیم} = \frac{\text{میزان نشت یون پتاسیم اولیه}}{\text{میزان نشت یون پتاسیم نهایی}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری کاتالاز(CAT): فعالیت این آنزیم با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۴۰ نانومتر به صورت واحد آنزیمی در گرم وزن‌تر گزارش گردید.

اندازه‌گیری آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز (PPO): فعالیت این آنزیم در طول موج ۴۲۰ نانومتر در دمای ۳۰°c طبق روش محاسبه گردید.

اندازه‌گیری آنزیم سوپراکسیددسموتاز(SOD): فعالیت این آنزیم در طول موج ۵۶۰ نانومتر به صورت واحد به ازای یک گرم وزن تازه محاسبه گردید.

محاسبات آماری: این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

سرمازدگی (درصد): کمترین درصد سرمازدگی در تیمار ۱۰۰٪ آنتی‌استرس ۵۵۰ و ۴ میلی‌مول در لیتر SA (۳۸/۳۳ درصد) و بیشترین در تیمار شاهد (۳۳/ درصد۵۳) پس از یک ماه انبارمانی مشاهده شد. همچنین بعد از دو ماه انبار مانی کمترین درصد سرمازدگی (۴۱/۶۶ درصد) در تیمارهای ۱۰۰٪ آنتی‌استرس و SA ۴ میلی‌مول در لیتر و بیشترین در تیمار شاهد (۶۸/۳۳ درصد) مشاهده گردید(جدول ۱).

نشت یونی (درصد): کمترین درصد نشت یونی در تیمار ۱۰۰ ٪ آنتی‌استرس ۵۵۰ (۱۶۱/۵۷ درصد) و بیشترین در تیمار شاهد(۲۰/۴۱ درصد) پس از یک ماه انبارمانی و پس از دو ماه انبارمانی کمترین نشت یونی در تیمار ۱۰۰٪ آنتی‌استرس ۵۵۰ (۴۰/۷۱ درصد) و بیشترین در تیمار شاهد (۵۴/۴۷ درصد) مشاهده شد (جدول ۱).

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

نشت پتاسیم (درصد): کمترین درصد نشت یون پتاسیم در تیمار Put (۲۵/۴۷ درصد) و بیشترین در تیمار شاهد(۳۴/۳۳ درصد) پس از یک ماه انبارمانی و پس از دو ماه انبارمانی کمترین نشت یون پتاسیم در تیمار ۱۰۰٪ آنتی‌استرس ۵۵۰ (۲۹/۹۹ درصد) و بیشترین در تیمار شاهد (۴۰/۰۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر تیمار های مختلف در پس از برداشت بر درصد سرمازدگی، درصد نشت یونی و درصد نشت پتاسیم.

	سرمازدگی٪		نشت یونی٪		نشت یون پتاسیم٪	
تیمار	یک ماه	دو ماه	یک ماه	دو ماه	یک ماه	دو ماه
سالیسیلیک اسید صفر	۵۳/۳۳ e	۶۸/۳۳ a	۱۹/۹۳ fh	۵۴/۴۷a	۲۹/۹۳ ef	۳۶/۳۵ b
سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مول بر لیتر	۴۵/۰۰ g	۵۸/۳۳ d	۱۹/۱۷ gi	۴۵/۱۹d	۲۸/۷۷ fg	۳۶/۳۵ b
سالیسیلیک اسید ۴ میلی‌مول بر لیتر	۳۸/۳۳ j	۴۱/۶۶ i	۱۸/۴۶ i	۴۵/۱۹d	۲۷/۴۵ gh	۳۳/۹۷cd
پوترسین صفر	۴۵/۰۰ g	۶۸/۳۳ a	۲۰/۴۱ f	۴۵/۱۹a	۳۴/۳۳ c	۴۰/۰۱ a
پوترسین ۲ میلی‌مول بر لیتر	۴۵/۰۰ g	۶۰/۰۰ c	۱۸/۹۴ hi	۵۲/۱۰b	۲۸/۷۶ fg	۳۲/۶۸ d
پوترسین ۴ میلی‌مول بر لیتر	۴۳/۳۳ h	۶۱/۶۶ b	۱۸/۹۴ hi	۴۸/۰۱c	۲۵/۴۷ i	۳۰/۱۱ ef
آنتی استرس صفر	۴۶/۶۶ f	۶۱/۶۶ b	۲۰/۱۳ fg	۵۳/۴۹a	۲۸/۷۷ fg	۳۶/۱۱ b
آنتی استرس ۵۰ درصد	۴۳/۳۳ h	۵۳/۳۳ c	۱۸/۰۲ i	۴۱/۶۴e	۲۸/۶۲ fg	۳۰/۶۳ e
آنتی استرس ۱۰۰درصد	۳۸/۳۳ j	۴۱/۶۶ i	۱۶/۵۷ j	۴۰e	۲۶/۴۷ hi	۲۹/۹۹ ef

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

آنزیم (SOD): کمترین فعالیت آنزیم در تیمار شاهد SA (۱۲۶ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار ۱۰۰٪ انتی‌استرس ۵۵۰ (۱۵۱ واحد در هر گرم وزن تازه) پس از یک ماه انبارمانی و پس از دو ماه انبارمانی در تیمارشاهد آنتی‌استرس و کمترین (۱۸۶ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار ۱۰۰٪ انتی‌استرس ۵۵۰ (۲۱۶/۴ واحد در هر گرم وزن تازه) مشاهده شد (جدول ۲).

آنزیم (POD): کمترین فعالیت آنزیم در تیمار ۴ میلی‌مول در لیتر SA(۰/۰۸ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار شاهد آنتی‌استرس ۱/۸۲ واحد در هر گرم وزن تازه) پس از یک ماه انبارمانی و پس از دو ماه انبار مانی کمترین فعالیت آنزیم در تیمار ۴ میلی‌مول بر لیتر Put (۱/۰۳ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار ۴ میلی‌مول در لیتر SA (۲/۴ واحد در هر گرم وزن تازه) مشاهده شد (جدول ۲).

آنزیم(PPO): کمترین فعالیت آنزیم PPO در تیمار ۱۰۰٪ آنتی‌استرس۵۵۰ (۰/۲۱ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار شاهد (۰/۶۱ واحد در هر گرم وزن تازه) پس از یک ماه انبارمانی و پس از دو ماه انبار مانی کمترین فعالیت آنزیم در تیمار ۱۰۰٪ انتی‌استرس ۵۵۰ (۰/۲۶ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار شاهد SA (۰/۹۱ واحد در هر گرم وزن تازه) مشاهده شد (جدول ۲).

آنزیم(CAT): کمترین فعالیت آنزیم PPO در تیمار شاهد (۱/۷۳ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار ۲ میلی‌مول در لیتر SA و تیمار ۵۰٪ آنتی‌استرس ۵۵۰ (۴/۷۵ واحد در هر گرم وزن تازه) پس از یک ماه انبارمانی و پس از دو ماه انبارمانی کمترین فعالیت آنزیم در تیمار شاهد SA (۲/۰۱ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین فعالیت آنزیم در تیمار ۱۰۰٪ آنتی‌استرس ۵۵۰ (۶/۷۴ واحد در هر گرم وزن تازه) مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف در پس از برداشت بر SOD، POD، PPO و CAT.

	SOD (هر گرم وزن تازه)		POD (هر گرم وزن تازه)		PPO (هر گرم وزن تازه)		CAT (هر گرم وزن تازه)	
تیمار	یک ماه	دو ماه	یک ماه	دو ماه	یک ماه	دو ماه	یک ماه	دو ماه
سالیسیلیک اسید صفر	۱۲۶/۰۰j	۱۹۰/۰۰ b	۱/۱۱ i	۱/۹۱ e	۰/۶۱ b	۰/۹۱ a	۱/۷۳ k	۲/۰۱ jk
سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مول بر لیتر	۱۴۶/۸۰۰g	۲۰۰/۴۰۰ b	۱/۲۲ h	۲/۲۵ c	۰/۴۴d-f	۰/۵۹ b	۴/۷۵de	۵/۹۴ b

سالیسیلیک اسید ۴ میلی‌مول بر لیتر	۱۴۴/۱۳ g	۲۰۸/۲۶۷cd	۰/۸ i	۲/۴۰ b	۰/۲۱ i	۰/۳۲gh	۴/۰۱gh	۵/۱۹ cd
پوترسین صفر	۱۳۰/۱۳ ij	۱۹۵/۰۶ a	۰/۶۷ m	۱/۲۸ d	۰/۳۴gh	۰/۵۲bd	۲/۳۸ ij	۲/۵۷ i
پوترسین ۲ میلی‌مول بر لیتر	۱۳۴/۵۳h	۲۰۰/۴۰ d	۱/۳۲ g	۱/۸۲ d	۰/۲۹ hi	۰/۴۹ce	۴/۲۷fg	۵/۴۹ c
پوترسین ۴ میلی‌مول بر لیتر	۱۳۳/۵ h	۱۹۹/۴۶ ef	۱/۵۰ e	۱/۰۳ j	۰/۴۱eg	۰/۶۱ b	۴/۰۱gh	۴/۳۰ fg
آنتی استرس صفر	۱۳۲/۴۰۰hi	۱۸۶/۰۰ e	۱/۸۲ d	۱/۹۴ c	۰/۳۹ g	۰/۶۰ b	۲/۳۰ ij	۳/۷۹ h
آنتی استرس ۵۰ درصد	۱۴۵/۶۰۰g	۲۰۷/۳۳ b	۰/۸۹ k	۲/۳۲ b	۰/۵۵bc	۰/۵۸bc	۴/۷۵de	۴/۸۸ de
آنتی استرس ۱۰۰درصد	۱۵۱/۰۰ f	۲۱۶/۴ a	۱/۴۰ f	۱/۴۸ a	۰/۲۱ i	۰/۲۶ i	۴/۴۶ef	۶/۷۴ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

کمترین درصد سرمازدگی در میوه‌های تیمار شده با ۱۰۰٪ آنتی استرس و ۴ میلی‌مول در لیتر SA (۳۸/۳۳ درصد) و بیشترین مربوط به تیمار شاهد (۶۸/۳۳ درصد) بود. نتایج این پژوهش با پژوهش سپاری و همکاران(۲۰۰۹) که گزارش کردند SA درصد سرمازدگی را با حفظ سیالیت غشاء در دمای پایین کاهش می‌دهد مطابقت دارد همچنین در انبه خسارت سرمازدگی با کاربرد SA کاهش یافته است (Barman and Asery, 2014).

نتایج نشت یونی نشان داد که کاربرد ۱۰۰٪ آنتی‌استرس باعث کاهش نشت یونی (۱۶/۵۷درصد) و بیشترین نشت یونی در تیمار شاهد (۵۴/۴۷ درصد) مشاهده شد (جدول ۱) نتایج این پژوهش با نتایج میردهقان و همکاران (۲۰۰۵) که با افزایش نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع از غشاء میوه انار باعث کاهش نشت یونی و سرمازدگی می‌شود مطابقت دارد. سرمازدگی باعث تغییر در لیپیدهای غشاء از حالت مایع کریستالی به جامد ژله‌ای می‌شود که منجر به افزایش نشت یونی می‌شود.

با افزایش غلظت آنتی‌استرس ۵۵۰ میزان فعالیت آنزیم SOD افزایش یافت این آنزیم به عنوان آنتی‌اکسیدان باعث تنظیم گونه‌های اکسیژن (ROS) مانند پراکسید هیدروژن از طریق حذف آنها می‌شود و یاخته‌ها را در مقابل رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند (Wang et al., 2018). در نارنگی تانجلو فعالیت SOD در هنگام مواجهه با سرما افزایش می‌یابد و با رادیکال‌های آزاد مقابله کرده است (Gupta et al., 2018).

آنزیم POD از جمله آنزیم‌های مهمی است که با داشتن فعالیت‌های بیوشیمیایی زیاد در زمان تنش موثر است. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش در نارنگی فورچون (Lepedus et al., 2005) مطابقت دارد. همچنین نتایج ما با نتایج حاصله از پژوهش روی پرتقال محلی داراب که با افزایش زمان انبارمانی و استفاده از کلرید کلسیم و نانو کلات کلسیم میزان فعالیت آنزیم POD افزایش یافت، مطابقت دارد (Rahemi et al., 2023). این آنزیم از طریق چرخه گلوتاتیون- اسکوربات باعث تجزیه پراکسید هیدروژن می‌شود (Jiang and Huang, 2001).

همانطور که گفته شد کمترین آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز (PPO) در تیمار ۴ میلی‌مول SA و آنتی‌استرس ۱۰۰٪ (۰/۲۱ واحد در هر گرم وزن تازه) و بیشترین PPO در تیمار شاهد (۰/۹۱ واحد در هر گرم وزن تازه) پس از دو ماه انبارمانی مشاهده شد (جدول ۲).

سالیسیلیک اسید مانع سنتز فنول‌ها و فلاونوئیدها می‌شود و از هیدروکینون جلوگیری می‌کند و دلیل قهوه‌ای شدن بافت میوه و سبزی‌ها در اثر فعالیت PPO در تشکیل کینون‌های پلیمریزه در بسترهای فنلی می‌باشد (Liuxiao et al., 2022). این نتایج همسو با نتایج ما در افزایش زمان انبارمانی و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی بوده است. و با توجه به نتایج این پژوهش مشخص شد که کاربرد تیمار آنتی‌استرس ۵۵۰ و SA موجب کاهش فعالیت آنزیم PPO و از قهوه‌ای شدن بافت جلوگیری کرده است.

آنزیم کاتالاز(CAT) : باتوجه به نتایج این پژوهش بیشترین میزان CAT در میوه‌های تیمار شده با آنتی‌استرس ۱۰۰٪ (۶/۷۴ واحد در هر گرم وزن تازه) و کمترین در میوه‌های تیمار شاهد (جدول ۲) از جمله وظالف CAT تجزیه پراکسید هیدروژن و تبدیل آن به اکسیژن و آب می‌باشد و مانع تولید رادیکال‌های آزاد در داخل بافت میوه پرتقال می‌شود (Jamshidi et al., 2024). این نتایج مطابق با نتایج ما در استفاده از تیمار پوششی آنتی‌استرس ۵۵۰ و افزایش بیشترین میزان فعالیت آنزیم CAT می‌باشد.

منابع

Babalar, M., Asghari, M., Talaei, A. and Khosroshahi, A. 2007. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. Food Chemistry. 105(2): 449–453.

Barman, K. and Asrey, R. 2014. Salicylic acid pre-treatment alleviates chilling injury, preserves bioactive compounds and enhances shelf life of mango fruit during cold storage. Journal of Scientific and Industrial Research. 73(11): 713–718.

Ding, C. K., Wang, C., Gross, K. C. and Smith, D. L. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related-protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. Planta. 214: 895–901.

Ennab, H. A., El-Shemy, M. A. and Alam-Eldein, S. M. 2020. Salicylic acid and putrescine to reduce post-harvest storage problems and maintain quality of murcott mandarin fruit. Agronomy. 10(1): 115.

Gupta, D. K., Palma, J. M. and Corpas, F. J. (Eds.). 2018. Antioxidants and antioxidant enzymes in higher plants. Berlin: Springer International Publishing. 20203172555 p.

Jamshidi, B., Pourhosseini, L., Ramezanpour, M. R., Alavi, S. V. and Lashgari, A. 2024. The effect of foliar spraying of nutrients and fruit covers on qualitative traits and prevalence of some diseases in orange fruits (Thomson Novel). Plant Productions. 46(4): 583–598.

Jiang, Y. and Huang, B. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science. 41(2): 436–442.

Kang, H. M. and Saltveit, M. E. 2002. Antioxidant capacity of lettuce leaf tissue increases after wounding. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(26): 7536–7541.

Khan, A. S., Ali, S., Hasan, M. U., Malik, A. U. and Singh, Z. 2022. Postharvest physiology of citrus fruit. In Citrus production (pp. 345–370). CRC Press.

Khosroshahi, M. R. Z., Esna-Ashari, M. and Ershadi, A. 2007. Effect of exogenous putrescine on post-harvest life of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit, cultivar Selva. Scientia Horticulturae. 114(1): 27–32.

Rahemi, M., Nazaran, M. H., Abolghasemi, S., Sedaghat, S. and Zare, M. 2023. Post-harvest application of hot water, calcium chloride and calcium nano-chelate fertilizer on amelioration of chilling injury and extending the shelf life of sweet orange. 801-819

Wang, T., Song, H., Zhang, B., Lu, Q., Liu, Z., Zhang, S. and Peng, R. 2018. Genome-wide identification, characterization, and expression analysis of superoxide dismutase (SOD) genes in foxtail millet (*Setaria italica* L.). 3 Biotech. 8: 1–11.

Effects of salicylic acid (SA), putrescine (PUT) and ant-stress 550 treatments on reducing chilling injury in tangelo tangerine (*Citrus tangelo* cv. Minneola)

Majid Rahemi[1*], Hossein Amin[2], Marzieh Alishahi[2] and Zahra Delavar Ardakani[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran
**Corresponding author: rahemi@shirazu.ac.ir*

Abstract

In order to increase the storage life and reduce cold damage, in this study, the effect of salicylic acid (SA), putrescine (Put) and anti-stress 550 treatments on reducing cold damage after harvesting Tangelo mandarin fruit was investigated in the laboratory and cold storage of the Department of Horticultural Sciences of Shiraz University. The experiment was carried out as a factorial in a completely randomized design with three replications. In this experiment, there were two factors, treatment and storage time, which included salicylic acid (0, 2 and 4 Mmol/L), putrescine (0, 2 and 4 Mmol/L) and anti-stress 550 (50 and 100 percent), the second factor of time included storage at 2°c and 85% RH (1 and 2 months). The results showed that storage for 2 months increased cold damage, ion leakage and potassium leakage, and increased the activities of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD), polyphenol oxidase (PPO) and catalase (CAT) enzymes. Ant-stress 550 significantly reduced ionic leakage, potassium leakage and frost damage. The overall results of this study showed that the use of Ant-stress (100%), salicylic acid and putrescine, respectively, as postharvest chemical treatments of Tangelo mandarin for cold storage and reduction of frost damage are recommended.

Keywords: Ant-stress 550, Putrescine, Frost damage, Salicylic acid, Tangelo mandarin.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد و اثر نورهای LED برکیفیت پس از برداشت گل‌های آهار

زهرا فاضل نجف‌آبادی[۱*]، دکتر علی نیک‌بخت[۱] و دکتر محمدرضا سبزعلیان[۲]
۱- گروه باغبانی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *zahrafazel76@gmail.com*

چکیده

نور همواره یکی از مهم‌ترین عوامل در پرورش گیاهان است. فناوری استفاده از نورهای LED به عنوان نورمکمل فرصتی تازه جهت تولید بهتر گل‌های زینتی را برای تولیدکنندگان به‌وجود آورده‌است. این نوآوری حتی در زمینه‌ی پرورش گل‌های شاخه‌برید نیز موفقیت‌های چشمگیری داشته‌است. در این مطالعه گل‌های شاخه‌بریده‌ی آهار در ۵ژنوتیپ، تحت تیمار نور LED در چهار طیف سفید، بنفش، آبی و قرمز قرار گرفتند. در طول مدت نگهداری صفات کلروفیل‌کل، کارتنوئید، شاخص سبزینگی، کارایی مصرف آب در هر شاخه و در نهایت طول عمر پس از برداشت گل‌ها بررسی شد. به طور کلی اثر نورهای مکمل بر صفات اندازه‌گیری‌شده نسبت به نور شاهد(نور طبیعی) مثبت بود و کیفیت گل‌ها را به‌همراه داشت. بهترین عملکرد در ژنوتیپ رنگ نارنجی و پس از آن در ژنوتیپ رنگ سفید مشاهده‌شد. کاربرد نور در طیف قرمز موجب بهبود پرامترهای کیفی گیاه مانند شاخص سبزینگی و میزان کارایی آب مصرفی شد، این نور توانست به ترتیب ۳۴ و ۴۱ درصد در افزایش این دو صفت موثر باشد و به حفظ برافراشتگی گیاه و درنهایت سبب افزایش عمر پس از برداشت گل‌های آهار شد. کلروفیل‌کل نیز هم راستا با افزایش شاخص سبزینگی گیاه در اثر طیف نور قرمز به میزان ۲۵درصد افزایش یافت. در این مطالعه طیف نور بنفش در ارتباط با صفت کارایی مصرف آب نسبت به دیر طیف‌های حتی نور شاهد عملکرد مناسبی نداشت و منجر به کاهش کارایی آب به‌ویژه در ژنوتیپ رنگ زرد شد.

واژه‌های کلیدی: گل‌شاخه بریده، کارایی مصرف آب، عمر پس از برداشت، نور LED.

مقدمه

تولید گل‌های شاخه‌بریده یک جنبه منحصر به فرد از صنعت گلکاری می‌باشد که در سطح جهانی از آن به عنوان یک فعالیت پرطرفدار و با گردش مالی بالا یاد می‌شود. گیاه آهار جزء گیاهان متحمل به کم‌آبی و کشت‌های متراکم بوده و از توانمندی بالایی در بهره‌وری از نهاده‌ها به‌ویژه آب برخوردار است؛ مقاومت این گیاه یک‌ساله به شرایط آب و هوایی ایران سبب می‌شود که امکان کشت آن در فضای باز برای کشاورزان فراهم آید. این ویژگی‌ها پتانسیل بالای آهار را به عنوان یک گل شاخه‌بریده‌ی اقتصادی و به‌صرفه در کشاورزی را تأیید می‌کند. عمر گلجایی گل‌های این گیاه در شرایط عادی مزرعه، در بازه‌ی ۷ تا ۱۲ روز تخمین زده‌شده و در برخی منابع طول عمر آن‌ها تا ۲۱ روز نیز گزارش شده است؛ باید توجه داشت که شرایط کشت و پرورش گیاهان به ویژه دمای محیط و زمان برداشت در بهبود کیفیت و شاخص‌های پس از برداشت گل‌ها اثر بسزایی خواهدداشت (Bi, et al.,2021; Hassan et al., 2014). نور یکی از مهم‌ترین و متنوع ترین عناصر محیطی است که بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان از آغاز رشد تا پیری و حتی در مرحله‌ی پس از برداشت نیز موثر است؛ استفاده از منابع نور مکمل به ویژه نور LED (Light-Emitting Diodes) با خاصیت طول موج‌های متنوع، سطوح نسبتا سرد و خروجی فوتون خطی در راستای ورودی جریان الکتریکی، برای تولیدکنندگان این امکان فراهم می‌کند که با کنترل شدت و میزان نور، نیاز گیاه را در مراحل مختلف رشد و نگهداری تامین کنند (Rezai et al., 2024). پژوهشگران با استفاده از این تیمار نوری بر گل داوودی گلدانی و میخک شاخه‌بریده دریافتند که نور با کمک به حفظ و ذخیره‌سازی انرژی موجب بهبود کیفیت گل‌ها در شرایط پس از برداشت خواهد شد (Tran et al., 2018; Kato et al., 2024).

به طور کلی در ایران تلفات بالای گل‌های شاخه بریده در مراحل پس از برداشت، موجب کاهش عرضه این محصولات نسبت به سطح زیر کشت آن‌ها شده‌است. در این پژوهش استفاده از تیمارهای نور LED در طیف‌های مختلف در کنار ژنوتیپ‌های مقاوم، جهت افزایش عمر پس از برداشت گل‌ها در مراحل انبارداری و حمل‌ونقل بررسی شده‌است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در بهار ۱۴۰۲ در محل گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. گل‌های ۵ ژنوتیپ از گیاه آهار گونه‌ی *Zinnia elegans* با رنگ‌های زرد، قرمز، سفید، نارنجی، صورتی و صورتی‌تیره پس از کاشت در فضای باز و رسیدن به مرحله‌ی بلوغ، در فلش دوم گلدهی با ۳ تکرار برداشت و به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه‌ای با دمای ۴درجه سلسیوس جهت پیش‌خنک‌سازی نگهداری شدند؛ هر شاخه به طول ۲۵ سانتی‌متر در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در ۵ تیمار نوری(نور طبیعی به عنوان شاهد و نورهای LED در چهار طیف سفید، بنفش، قرمز و آبی) به صورت ۱۲ساعت نور طبیعی و۱۲ساعت نور LED قرار گرفتند(شکل ۱)؛ میانگین دمای شب و روز در محل نگهداری این گل‌های در محدوده‌ی ۲۰-۲۲درجه سلسیوس گزارش شد.



شکل ۱-گل‌های شاخه‌بریده‌ی آهار تحت تاثیر چهار طیف نور آبی، قرمز، بنفش و سفید.

در نهایت پس از اندازه‌گیری صفات موردنظر، تجزیه و تحلیل داده‌ها تحت عنوان آزمون فاکتوریل سه عامله در قالب طرح کامل تصادفی، توسط نرم‌افزار SAS و به وسیله‌ی آزمون مقایسه میانگین LSD انجام گرفت.

صفات اندازه‌گیری‌شده:

عمر پس از برداشت: طول عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده از قرار گرفتن زیر طیف‌های مختلف نور LED تا مشاهده‌ی بدشکلی، خشکی و یا ریزش ۵۰٪ گلبرگ‌ها در نظر گرفته می‌شود و براساس تعداد روز بیان شد.

غلظت کلروفیل و کارتوئید برگ: اندازه‌گیری میزان کلروفیل وکارتنوئید برگ به روش Lichtenthaler (1987) انجام گرفت.

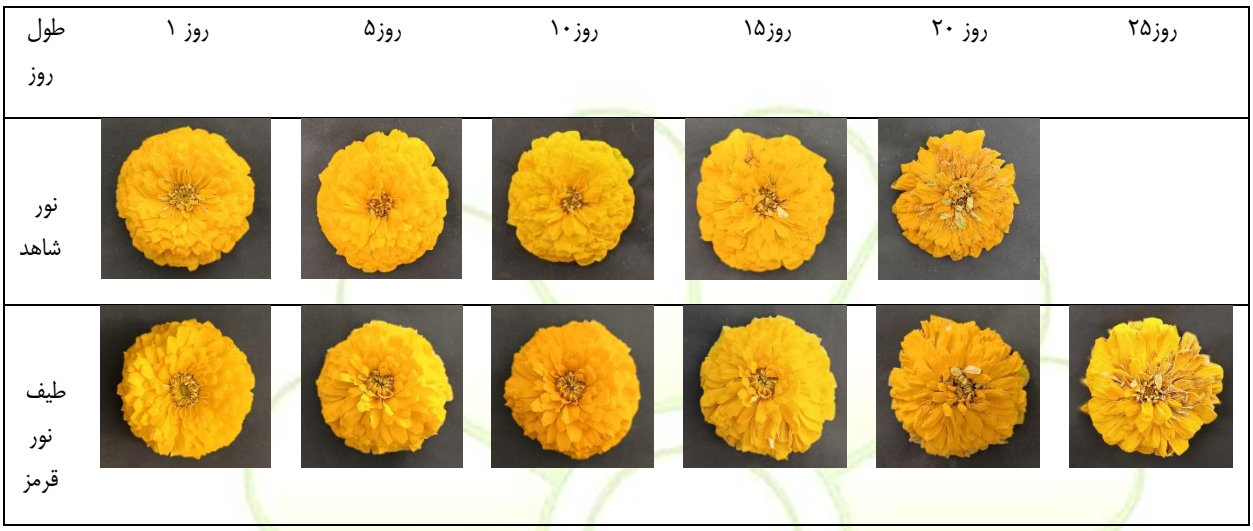
شاخص سبزینگی: سبزینگی گیاه توسط دستگاه SPAD اندازه‌گیری خواهد شد.

کارایی مصرف آب: در محاسبه‌ی این صفت با گل‌ها پس از توزین وزن‌تر ، به آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس منتقل شدند تا وزن خشک آن‌ها نیز محاسبه شوند. حاصل اختلاف این دو وزن نشانگر میزان آب درون گیاه بود که بر وزن‌خشک هر شاخه تقسیم شد و کارایی مصرف آب به‌دست آمد.

نتایج و بحث

عمر پس از برداشت: بررسی عمر پس از برداشت گل‌ها نشان داد که تیمارهای نوری بر خلاف تیمار ژنوتیپ اثر بسزایی در افزایش این صفت خواهند داشت این در حالی‌ست که اثر متقابل دو عامل نور و ژنوتیپ در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دارشد(جدول-۱)؛ بر

این اساس می‌توان گفت استفاده از این دو عامل درکنار یکدیگر در بهبود این صفت موثر می‌باشد. با توجه به نتایج بیشترین طول عمر گل‌ها ۱۸ روز و در ژنوتیپ رنگ زرد مشاهده‌شد؛ این مقدار در حضور تیمار نور قرمز ۴۵درصد افزایش یافت و به ۲۶ روز رسید(شکل ۱، جدول ۲). نکته‌ی قابل توجه در بررسی این صفت کاهش طول عمر گل‌ها در اثر طیف نور بنفش است که حتی نسبت به نور شاهد نیز مقدار کمتری را گزارش داد. محققان بر این باورند که کاربرد نورهای LED در باغبانی با اثر بر بیان ژن‌های موجود در سیستم دفاعی گیاه و افزایش ضخامت دیواره‌ی سلولی در بافت‌های مختلف منجر به بهبود کیفیت گیاه در مراحل پس از برداشت می‌شود که این خود در افزایش عمر گلجایی گیاهان زینتی شاخه بریده نیز اثر به‌سزایی خواهد داشت (Sena et al., 2024). شاه‌کرم و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه خود دریافتند که استفاده از نورهای LED به عنوان نور مکمل سبب بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی در گیاه رز در مراحل اولیه‌ی رشد خواهدشد و در نهایت بهبود کیفیت گل‌ها و افزایش طول عمر پس از برداشت آن‌ها را به‌همراه دارد.



شکل ۲- طول عمر گل‌های ژنوتیپ رنگ زرد در بازه‌ی ۲۵روزه تحت تاثیر نور شاهد و طیف نور قرمز.

غلظت کلروفیل کل در برگ: براساس مشاهدات به‌دست‌آمده اثر تیمارهای نور و ژنوتیپ هر یک به صورت مجزا بر میزان غلظت کلروفیل در برگ‌های گل آهار شاخه بریده در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود(جدول ۱). حضور این دو تیمار در کنار یکدیگر توانست به میزان ۵۹درصد در افزایش این صفت موثر باشد. بیشترین میزان کلروفیل در نور با طیف رنگ قرمز مشاهده‌شد و بهترین عملکرد را گل‌هایی با ژنوتیپ رنگ سفید داشتند (جدول ۲). استفاده از نورهای مکمل با تمرکز بر تامین نیاز گل‌ها در طی فرآیند رنگ‌دانه‌سازی و همچنین کمک به تنظیم زمان گلدهی گیاهان در سطح صنعتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Trivellini et al., 2023). با توجه به پژوهش‌های پیشین اگر در محیط گلخانه از نور با طیف رنگی قرمز و آبی استفاده شود، رشد گیاه و در نهایت فتوسنتز به شدت تحت تاثیر این نورها افزایش خواهد یافت (Chen, 2016).

شاخص سبزینگی: همانطور که می‌دانید میزان سبزینگی در برگ‌ها تابعی از غلظت کلروفیل خواهدبود؛ اثر تیمارهای نور و ژنوتیپ هر دو موجب بهبود و افزایش سبزینگی در برگ‌ها شدند (جدول ۱). بیشترین میزان سبزینگی در برگ‌های گیاه با ژنوتیپ رنگ زرد در حضور نور حضور نور قرمز مشاهده‌شد و کمترین مقدار این صفت برای ژنوتیپ رنگ نارنجی در نور شاهد گزارش می‌شود، گفتنی‌ست که اختلاف شاخص سبزینگی در این دو نمونه ۷۹درصد می‌باشد(جدول-۲). محققان بر این باورند که فیتوکروم‌های موجود در رنگدانه‌های کلروفیل در حضور نور طیف رنگ قرمز می‌توانند انرژی بیشتری تولید کنند و در نتیجه موجب افزایش کارایی فرآیند فتوسنتز و سیزینگی در گیاه شوند (Schoefs, 2002). در یک پژوهش استفاده از تیمارهای نوری در طیف قرمز و آبی سبب افزیش فعالیت رنگدانه‌های فتوسنتزی در برگ‌های گیاه گل‌سنگ (*Hypoestes phyllostachya*) شد، این نکته شایان ذکر است که در این گیاه برگی حضور نور آبی در کنار نور قرمز اثر بیشتری در افزایش سبزینگی گیاه داشت (Keyser et al., 2019).

غلظت کارتنوئید: اثر تیمار نور، نوع ژنوتیپ گیاهی و همچنین اثر متقابل این دو عامل بر میزان غلظت کارتنوئید در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نور با طیف رنگ قرمز بیشترین اثر را در افزایش این صفت داشت به صورتی که نسب به نور شاهد به میزان ۳۰درصد منجر به افزایش کارتنوئید در برگ‌ها شد؛ با این وجود بررسی اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین میزان کارنتوئید در ژنوتیپ رنگ سفید در حضور تیمار نوری با طیف بنفش بروز می‌کند (جدول ۲). کارتنوئیدها یکی از انواع رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاه هستند که هم‌راستا با کلروفیل‌های a وb در فرآیند جذب نور و فتوسنتز نقش موثری ایفا می‌کنند (محمدی و همکاران، ۱۴۰۱). این رنگدانه فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد تنشی را نیز در گیاه به‌عهده دارد (Baram et al., 2022) که همه در جهت حفظ کیفیت و عمر گیاه در مراحل پیش و پس از برداشت اهمیت ویژه‌ای دارند؛ در یک پژوهش کاربرد نورهای آبی و قرمز با نسبت‌های ۳۰ و ۷۵ درصد و ایجاد محیطی با نور بنفش موجب افزایش تولید رنگدانه‌های کارتنوئید در گیاه اطلسی شد (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۸).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات در قالب طرح پایه تصادفی و به صورت تجزیه مرکب.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عمرپس ازبرداشت	شاخص سبزینگی	کلروفیل کل	کارنتوئید	کارایی مصرف آب
نور	۴	۸۱.۴**	۵۴۲.۵**	۲۸۸.۳**	۱۷۸.۶**	۳۵۳۷**
ژنوتیپ	۵	۱.۶۴^{ns}	۳۵۹.۳**	۱۳۳.۱**	۲۲.۱۳**	۲۳۴۱**
نور × ژنوتیپ	۲۰	۷.۷۸*	۷۱.۸**	۱۳.۹**	۲۱.۹**	۳۷۲**
خطا	۵۰	۳.۴۶	۰.۱۵	۳.۴۹	۰.۱۸	۴.۱۲
ضریب تغییر		۸.۸۸	۰.۸۲	۴.۴	۱.۲	۲.۲
ضریب تبیین (٪)		۷۹	۹۹	۹۲	۹۹	۹۹

علامت‌های ^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح ۵٪ و معنی داری در سطح ۱٪ می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای نور و ژنوتیپ بر صفات فیزیولوژیک گل آهار.

ژنوتیپ × نور		کارایی مصرف آب(٪)	کاروتنوئید (میلی گرم برگرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	شاخص سبزینگی(٪)	عمرپس از برداشت (روز)
زرد	شاهد	۶۷.۸۳^{h}	۳۰.۳۷^{ef}	۴۰.۷۳^{d}	۴۰.۹۶^{ef}	۱۷.۳۳^{df}
قرمز		۶۱.۷۳^{hi}	۳۶.۴۳^{b}	۳۷.۵۳^{f}	۳۲.۴^{g}	۲۱.۳۳^{bc}
سفید		۹۲.۵^{f}	۳۳^{e}	۳۹.۸^{d}	۴۸.۱۱^{d}	۱۸.۳۴^{d}
نارنجی		۸۶.۱۶^{g}	۲۹.۵^{f}	۳۶.۲۶^{f}	۳۱.۰۳^{g}	۱۷.۶۵^{df}
صورتی		۷۹.۱۳^{h}	۳۱.۹۳^{e}	۳۰.۹۶	۴۱.۵^{ef}	۱۶.۶۱^{f}
صورتی‌تیره		۸۹.۹۳^{fg}	۲۹.۹^{f}	۳۴.۸۶^{fg}	۴۲.۵^{cd}	۱۷.۳۲^{df}
زرد	سفید	۷۱.۸۳^{gh}	۳۲.۶^{e}	۴۳.۱^{c}	۴۷.۹^{d}	۲۰^{c}
قرمز		۶۷.۸^{h}	۲۹.۹۴^{f}	۴۰.۳۳^{d}	۳۰.۲^{gh}	۲۱.۳۳^{bc}
سفید		۹۵.۰۶^{de}	۳۵.۱۳^{c}	۴۵.۵۶^{bc}	۵۱.۴^{bc}	۱۹^{cd}
نارنجی		۶۳.۱۶^{hi}	۲۹.۴۶^{f}	۳۸.۶۳^{f}	۵۵^{b}	۱۹.۳۱^{c}
صورتی		۷۳.۳۶^{gh}	۳۰.۸۶^{df}	۳۱.۹۶^{g}	۳۹.۸۷^{f}	۲۰^{c}
صورتی‌تیره		۹۶.۳۳^{d}	۲۶.۷۳^{g}	۳۱.۶۷^{g}	۴۲.۲^{c}	۱۸.۳۴^{cd}
زرد	قرمز	۹۴.۷^{e}	۳۸.۴۳^{a}	۴۸.۱۳^{a}	۶۶.۸^{a}	۲۴.۳۳^{ab}
قرمز		۹۸.۴۶^{d}	۳۶.۹۳^{b}	۴۶.۱۶^{b}	۴۲.۳^{c}	۲۱.۶۷^{bc}
سفید		۱۲۹.۹^{a}	۳۹.۹۳^{a}	۴۹.۳^{a}	۵۵.۸۶^{b}	۲۳.۶۶^{b}
نارنجی		۹۷.۲۳^{d}	۳۷.۶۶^{ab}	۴۲.۵۳^{cd}	۵۱.۳^{bc}	۲۵.۶۱^{a}
صورتی		۱۱۳.۲۲^{bc}	۳۶.۸۳^{b}	۴۵.۰۳^{bc}	۵۲.۱^{bc}	۲۳.۳^{b}

صورتی‌تیره		۱۲۶.۴۱^{a}	۳۶.۸۲^{b}	۴۴.۸۳^{bc}	۵۰.۴۷^{c}	۲۳.۳۱^{b}
زرد		۵۵.۹^{j}	۳۴.۷۶^{c}	۴۴.۳۶^{bd}	۵۱.۶^{bc}	۲۱.۶۵
قرمز		۷۰.۲^{g}	۳۱.۶^{d}	۴۲.۱^{cd}	۴۴.۰۶^{e}	۲۰.۴^{bc}
سفید		۱۱۵.۵۶^{b}	۳۷.۵۶^{ab}	۴۷.۸۶^{ab}	۵۱^{bc}	۲۲^{b}
نارنجی	بنفش	۸۴^{g}	۳۹.۹^{a}	۴۱.۶۳^{d}	۴۸.۷^{d}	۲۱.۶۶^{bc}
صورتی		۸۰.۰۶^{gh}	۳۱.۹۳^{d}	۴۰.۰۳^{ef}	۴۶.۷^{de}	۲۱.۳۴^{bc}
صورتی‌تیره		۱۰۵.۱^{c}	۳۹.۴۳^{a}	۴۰.۶^{ef}	۴۰.۰۶^{e}	۲۱.۳۳^{bc}
زرد		۷۷.۵۳^{h}	۳۲.۷۳^{cd}	۴۶.۱۳^{b}	۵۶.۲^{b}	۲۳^{b}
قرمز		۱۰۷.۳^{c}	۳۸.۶^{b}	۴۳.۴^{c}	۴۸.۴۶^{d}	۲۰.۳۱^{bc}
سفید		۱۰۲.۶^{d}	۳۸.۹۳^{b}	۴۶.۵۳^{b}	۵۳.۹۳^{bc}	۱۸.۶۷^{dc}
نارنجی	آبی	۱۱۵.۴۶^{b}	۳۷.۸۶^{ab}	۴۶.۴۳^{b}	۵۰^{c}	۲۱.۶^{bc}
صورتی		۱۰۸.۸۳^{c}	۳۵.۷۶^{c}	۴۳.۴۶^{b}	۵۰.۱^{c}	۲۳.۶۲^{b}
صورتی‌تیره		۹۱.۰۳^{f}	۳۹.۴^{a}	۴۲.۶۶^{cd}	۴۹.۳^{cd}	۲۴.۶۶^{ab}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

کارایی مصرف آب: کارایی آب مصرفی در گل‌های شاخه‌بریده‌ی آهار در این مطالعه در اثر تیمار نور و ژنوتیپ بهبود یافت (جدول–۱). در میان همه‌ی نمونه‌های بررسی شده ژنوتیپ رنگ سفید بهترین عملکرد را در حفظ آب داشت و میزان این صفت در حضور نور قرمز تا ۵۳درصد نسبت به دیگر نمونه‌ها افزایش داشت؛ در بین تیمارهای نوری طیف رنگ بنفش حتی نسبت به نور شاهد نیز از کارایی مصرف آب کمتری برخوردار بود(جدول–۲). پژوهشگران کشاورزی بر این باورند که حضور نورهای مکمل به ویژه LEDها موجب کاهش مصرف انرژی و دیگر نهاده‌های معدنی و شیمیایی در گیاه می‌شوند چراکه در تنظیم متابولیسم‌های گیاهی و بهبود کیفیت و اثرگذاری هر یک از عوامل موثر در رشد گیاهان است (Azizi et al.,2024)، این امر به خودی‌خود به افزایش کارایی آب در سلول‌ها و کاهش مصرف آب در زمینه‌ی کشاورزی می‌انجامد. آژدانیان و همکاران(۱۴۰۰) دریافتند که میزان تعرق در حضور نور LED طیف رنگ قرمز در مقایسه با دیگرتیمارهای نوری کاهش می‌یابد؛ از طرفی مشاهده کردند که ترکیب نور قرمز و آبی اثری افزایشی بر میزان تعرق و آب از دست دهی گل‌ها خواهد داشت.

منابع

آژدانیان، لادن، مهدی بابائی و حسین آروئی. ۱۴۰۰. تغییرات فیزیولوژیکی در گیاه شاهی (*Lepidium sativum* L.) تحت تأثیر طیف‌های نوری. دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.

رشیدی، آزاده، تهرانی‌فر، علی و نعمتی، سیدحسین. ۱۳۹۷. مطالعه اثر مقطع زمانی کاربرد نور مکمل و ترکیب طیفی نور بر ویژگی‌های رویشی و زمان گلدهی اطلس (*Petunia × hybrida*). مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱۰(۱).

شاه‌کرم، لیلا، خالقی، علیرضا، خدیوی، علی و سلگی، موسی. ۱۳۹۹. تأثیر افزایش طول روز با شدت‌های مختلف نور مکمل بر عملکرد کمی و کیفی رز شاخه‌بریده رقم *Dolce Vita*. نشریه علوم باغبانی ایران. ۵۱(۲): ۴۰۳–۴۱۲.

محمدی، احمدرضا، حقیقی، مریم و نیکبخت، علی. ۱۴۰۱. اثر عصاره جلبک دریایی و نور LED بر رشد لیسیانتوس رقم «آرنا» و «ماریاچی». نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی. ۵(۱): ۱۳۸–۱۵۰.

Azizi, S., Lastochkina, O. V., Seyed Hajizadeh, H. and Aliniaeifard, S. 2024. Proper quality of LED light to produce high-quality ornamental plants in controlled environment agricultural systems: A review. Journal of Greenhouse Plant Production. 1(2).

Baram, S., Weinstein, M., Evans, J. F., Berezkin, A., Sade, Y., Ben-Hur, M., Bernstein, N. and Mamane, H. 2022. Drip irrigation with nanobubble oxygenated treated wastewater improves soil aeration. Scientia Horticulturae. 291: 110550.

Bi, G., Li, T., Gu, M., Evans, W. B. and Mark, W. 2021. Effects of fertilizer source and rate on zinnia cut flower production in a high tunnel. Horticulturae. 7(10): 333.

Chen, X. L., Xue, X. Z., Guo, W. Z., Wang, L. C. and Qiao, X. J. 2016. Growth and nutritional properties of lettuce affected by mixed irradiation of white and supplemental light provided by light-emitting diode. Scientia Horticulturae. 200: 111–118.

Hassan, F. A. S., Ali, E. F. and El-Deeb, B. 2014. Improvement of postharvest quality of cut rose cv. 'First Red' by biologically synthesized silver nanoparticles. Scientia Horticulturae. 179: 340–348.

Kato, Cheimi, Katsuka, Hiroyuki, Baba, Fujio and Inaba, Zentaro. 2024. Effects of white or red light irradiation by LED on growth and flowering of cut carnation (*Dianthus caryophyllus*). Horticultural Research. 23(4): 291–299.

Keyser, E. D., Dhooghe, E., Christiaens, A., Van Labeke, M. C. and Huylenbroeck, J. V. 2019. LED light quality intensifies leaf pigmentation in ornamental pot plants. Scientia Horticulturae. 253: 270–275.

Rezai, S., Sabzalian, M. R., Nikbakht, A. and Zarei, H. 2024. Red LED light improved the vase life of cut rose flowers during cold storage. Postharvest Biology and Technology. 210: 112752.

Sena, S., Kumari, S., Kumar, V. and Husen, A. 2024. Light emitting diode (LED) lights for the improvement of plant performance and production: A comprehensive review. Current Research in Biotechnology. 7: 100184.

Schoefs, B. T. 2002. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products: Properties of the pigments and methods of analysis. Trends in Food Science & Technology. 13: 361–371.

Tran, N. T., Dang, N. N. and Tinh, H. H. 2018. Effects of different supplemental lighting sources on chrysanthemum. Rajamangala Surin International Conference.

Trivellini, A., Toscano, S., Romano, D. and Ferrante, A. 2023. LED lighting to produce high-quality ornamental plants. Plants. 12(8): 1667.

Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350–382.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران
IrSHS

Application and effect of LED lights on postharvest quality of zinnia flowers

Zahra Fazel najafabadi[1*], Ali Nikbakht[1] and Mohammadreza Sabzalian[2]

1. Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, , Isfahan, Iran

Corresponding Author: zahrafazel76@gmail.com

Abstract

Light is always one of the most important factors in growing plants. The technology of using LED lights as a supplementary light has created a new opportunity for producers to produce better olive flowers. This innovation has even had significant successes in the field of growing brid flowers. In this study, the Zinnia cut flowers in 5 genotypes were treated with LED light in four spectrums of white, purple, blue and red. During storage, total chlorophyll, carotenoids, greenness index, water use efficiency in each branch and finally postharvest life of flowers were evaluated. In general, the effect of supplementary light on the measured traits was positive compared to the control light (natural light) and increased the quality of the flowers. The best yield was observed in the orange genotype and then in the white genotype. The application of light in the red spectrum improved plant quality parameters such as vegetation index and water efficiency, this light was 34% and 41% effective in increasing these two traits, respectively, and maintained plant height and ultimately increased the postharvest life of the flowers. Total chlorophyll also increased by 25% in line with the increase in plant greenness index due to the red light spectrum. In this study, the violet light spectrum did not perform well in relation to the water use efficiency trait compared to the late light spectra of even the control light and led to a decrease in water efficiency, especially in the yellow color genotype.

Keywords: Cut flowering, LED light, Postharvest, Water efficiency.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پایش کیفیت ژنوتیپ‌های تجاری کاهو بر اساس آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات

سید حسن موسوی[۱] و زینب چقا کبودی[۲]

۱- پژوهشکده گلخانه و محیط‌های کنترل شده، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، داشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *mousavi218@yahoo.com*

چکیده

ارزیابی کیفیت و سلامت ظاهری ۴۰ نمونه از محصول کاهو از سال ۱۳۹۹ بمدت دو سال در پژوهشکده گلخانه و محیط های کنترل شده انجام شد. کیفیت تولید محصول بر اساس ارزیابی عوامل مختلف بیرونی و درونی ا انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل: مبدا تولید، میزان ماده خشک، یکنواختی، آسیب دیدگی، رنگ، قطر میوه، طول میوه، استحکام بافت، وزن، چروکیدگی و غیر یکنواختی بود. در ارزیابی‌صفات‌از استاندارد بین‌المللی‌توصیف نامه کاهواستفاده شد. بین نمونه‌ها از نظر شاخص‌های موثر بر کیفیت تفاوت معنی داری وجود داشت. بر اساس آزمون تجزیه به مولفه ها، نمونه های مورد بررسی بر اساس صفات مورد بررسی، به سه گروه مجزا طبقه بندی شدند. تجزیه و تحلیل‌های آماری صفات با نرم افزار SPSS انجام شد .استفاده از پتانسیل این نمونه ها برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت تولید پیشنهاد می شود.

واژه‌های کلیدی: پایش، سلامت، کیفیت،کاهو، صفت، نمونه.

مقدمه

کیفیت میوه ها و سبزیجات بر اساس خواص حسی، ارزش غذایی، ایمنی و نقص آن سنجیده می شود. میوه ها و سبزیجات با کیفیت حسی و تغذیه ای برتر، از ارزش اقتصادی بالایی برخوردارند (Abbott., 1999). کیفیت بیشتر بر اساس ارزیابی عوامل مختلف بیرونی و درونی است. اندازه، شکل، رنگ، براقی، سفتی، بافت، طعم و عاری از عیوب خارجی مانند لکه های قابل مشاهده، تیرگی و غیره از عوامل مختلف کیفیت خارجی مهم میوه و سبزی هستند. اندازه میوه با استفاده از پارامترهای مختلفی مانند قطر میوه، حجم و وزن آن ارزیابی می شود (Moreda et al., 2009) . سفتی یک مفهوم کیفی است و احساس بافت در دهان است. سفتی میوه پارامتر غیرمستقیمی است که برای اندازه گیری بلوغ یا رسیدگی میوه استفاده می شود که به ایجاد شرایط حمل و نقل بهینه کمک می‌کند (Mirzaee et al., 2010). بافت یک ویژگی حسی است که مستقیماً با ابزارهای حسی اندازه گیری می شود. عوامل کیفی داخلی شامل بلوغ میوه ها، محتوای قند، اسیدیته، محتوای چربی، رنگدانه ها، رنگ، ماده خشک، مواد پکتیک و عاری بودن از عیوب داخلی مانند کبودی های داخلی، حفره ها، حفره ها، رنگ، اسیدیته و ماده خشک متغیرهای مختلفی هستند که مورد استفاده قرار می گیرند (Khalifa et al., 2011). کاهو با نام علمی (*Lactuca sativa* L.)، یک سبزی برگی یکساله، خودگشن، دیپلوئید(2n=2x=18)، محصول فصل خنک، از تیره کلاپرکها یا Asteraceae از زیر تیرهٔ شیکوریده Chicorideae و دولپه‌ای بوده که عمدتاً در مناطق معتدله به خاطر برگ‌های خوراکی کشت می‌شود (Funk, et al .2005; Lebeda et al., 2007). کاهو سرشار از ویتامین‌ها و مواد ضروری برای سلامتی انسان است. وجود مقادیر فراوانی از آهن، منگنز، فسفر، پتاسیم، بتاکاروتن (پیش‌ماده سنتز ویتامین A)، ویتامین‌های C و B9 (فولات) در برگ‌های کاهو، ارزش غذایی این سبزی را ارتقا بخشیده است.کاهو منبع غنی‌ازآنتی‌اکسیدان‌ها در بین سبزی‌هاست. ماده‌خواب‌آور لاکتوکاریوم (Lactucarium) موجود درکاهوبرای درمان بیماری‌های آسم و برونشیت تجویز می‌شود (دانشور ۱۳۷۹).سطح زیر کشت این گیاه حدود ۱/۷ میلیون هکتار در جهان بوده و یکی از سبزیهای مهم به شمار می‌رود (فائو، ۲۰۱۴). ارزیابی تنوع ژنتیکی ۱۶ رگه داخلی و ۴ رگه خارجی با استفاده از ویژگی های مورفولوژیک و فنولوژیک نیز در پژوهشی بر اساس توصیف گر صفات کاهو انجام شد (رضائی و همکاران، ۱۴۰۰). با توجه به روند توسعه تولید این محصول در کشور، با

ارزیابی صفات کمی و کیفی و پایش کیفیت و سلامت ظاهری این محصول در مناطق مختلف تولید، می توان علاوه بر افزایش راندمان تولید و بهره وری مصرف آب، افزایش سودآوری، ممانعت از خروج ارز و استمرار تولید در طول سال را فراهم نمود.

مواد و روش‌ها

پروژه حاضر با هدف ارزیابی کیفیت و سلامت ظاهری ۴۰ نمونه از محصول کاهو از سال ۱۳۹۹ بمدت دو سال در پژوهشکده گلخانه و محیط های کنترل شده کرج انجام شد. روش نمونه برداری از میدان میوه و تره بار تهران یا البرز با استفاده از روش ابلاغ شده توسط سازمان میادین و استاندارد کدکس به شماره CAC/GL33:1999 بوده است.چنانچه در یک زمان مشخص، یک محصول از چند منطقه عمده کشت در میدان میوه و تره بار توزیع گردید، نمونه برداری های متوالی از مناطق مختلف انجام شد. نمونه برداشت شده نماینده واقعی از محموله عرضه شده بود و نمونه ها بطور تصادفی از میان تعداد زیادی واحد نمونه انتخاب شد. نمونـه های آزمایشگاهی در یک ظرف تمیز و بی اثر که می تواند نمونه را از آلودگی، صدمه و نشتی محفوظ دارد، نگهداری شد. به منظور جلوگیری از هر گونه آلودگی و صدمه، نمونه‌ها در ظروف مناسب، مقاوم، پلاستیکی و تمیز به منظور تازه ماندن، نگهداری شد. به منظور استاندارد سازی ثبت اطلاعات از توصیف نامه بین المللی محصول کاهو استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه به مولفه‌ها

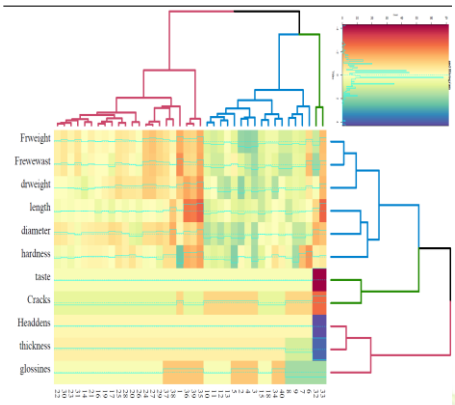
تجزیه به مولفه ها صفات مورد ارزیابی در این آنالیز نشان داد که صفات وزن تر، وزن خشک، طول هد، قطر هد، سفتی هد و مواد زاید و خارجی با ضریب عاملی مثبت بیشترین سهم در مولفه اول را داشتند و صفات فشردگی هد و تردی با ضریب عاملی مثبت بیشترین سهم در مولفه دوم را داشتند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه به مولفه ها برای دو مولفه اول برای صفات مورد بررسی در کاهو.

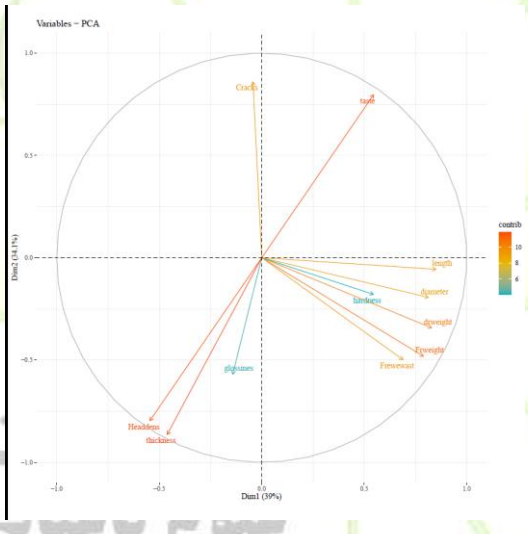
صفت	فاکتور اول	فاکتور دوم
وزن تر	۰/۹۱۶۲	۰/۱۴۶۲
وزن خشک	۰/۸۹۷۵	۰/۰۰۲۸
طول	۰/۸۰۷۴	-۰/۲۷۰۲
قطر	۰/۸۲۵۸	-۰/۱۲۹۳
چروکیدگی	۰/۰۸۵۰	۰/۵۸۱۵
طعم	۰/۲۰۲۴	-۰/۹۴۳۸
لک و ترک	-۰/۳۶۶۰	-۰/۷۷۹۲
فشردگی	-۰/۲۰۲۴	۰/۹۴۳۸
سفتی	۰/۵۷۱۸	-۰/۰۴۱۱
مواد خارجی	۰/۸۲۶۷	۰/۱۹۹۷
تردی	-۰/۰۹۸۸	۰/۹۷۴۱

نتایج حاصل از گروه بندی صفات نشان می دهد، صفات مورد ارزیابی شاخص‌های پایش کیفیت به سه گروه اساسی تقسیم بندی شدند. دسته اول شامل صفات مرتبط با عملکرد مانند وزن تر خالص، وزن تر ناخالص، وزن خشک، طول هد ، قطر هد و ضخامت برگ می باشند که مستقیماً بعنوان صفات کمی مرتبط با عملکرد ایفای نقش می کنند. دسته دوم شامل صفات کیفی موثر می باشند . این گروه ازصفات نظیر میزان شکنندگی و لک و ترک برگ و عطر وطعم با کیفیت محصول تولید در ارتباط هستند. دسته سوم شامل فشردگی هد، تردی بافت و میزان چروکیدگی برگ از صفات کیفی و تاثیر گذار در بازارپسندی و سلامت محصول محسوب می شوند (جدول ۱). همچنین گروه بندی مکانی نمونه های مورد بررسی نیز به سه گروه اساسی تقسیم بندی شدند. دسته اول شامل دو نمونه جیرفت و کهنوج می باشند

که در یک منطقه با شرایط اقلمی یکسان تولید می شوند. دسته دوم تمامی نمونه های ورامین و تهران در دسته مجزا و تعدادی از نمونه های اهواز و دزفول و دسته سوم شامل تمامی نمونه های کرج و هشتگرد و بقیه نمونه های اهواز و دزفول را نشان می دهد (شکل ۱).



شکل ۱- گروه بندی نمونه ها بر اساس صفات و مناطق مورد ارزیابی در نمونه های مورد بررسی کاهو.



شکل ۲- تجزیه به مولفه‌ها بر اساس صفات مورد ارزیابی در نمونه های مورد بررسی کاهو به روش ward.

کیفیت میوه ها و سبزیجات بر اساس خواص حسی، ارزش غذایی، ایمنی و ضایعات آنها سنجیده می شود. میوه ها و سبزیجات با کیفیت حسی و تغذیه ای برتر، از ارزش اقتصادی بالایی برخوردارند (Abbott, 1999). کیفیت بیشتر بر اساس ارزیابی عوامل مختلف بیرونی و درونی است. اندازه، شکل، رنگ، براقی، سفتی، بافت، طعم و عاری از عیوب خارجی مانند لکه های قابل مشاهده، تیرگی و غیره از عوامل مختلف کیفیت خارجی مهم میوه و سبزی هستند. اندازه میوه با استفاده از پارامترهای مختلفی مانند قطر میوه، حجم و وزن آن ارزیابی می شود (Moreda et al., 2009). سفتی یک مفهوم کیفی است و احساس بافت حین خوردن احساس می شود. سفتی میوه پارامتر غیرمستقیمی است که برای اندازه گیری بلوغ یا رسیدگی میوه استفاده می شود که به ایجاد شرایط حمل و نقل بهینه کمک می کند (Mirzaee et al., 2010). بافت یک ویژگی حسی است که مستقیما با ابزارهای حسی اندازه گیری می شود. عوامل کیفی داخلی شامل بلوغ میوه ها، محتوای قند، اسیدیته، محتوای چربی، رنگدانه ها، ماده خشک، مواد پکتیکی و عاری بودن از عیوب داخلی مانند لکه های داخلی، حفره ها، اسیدیته و ماده خشک متغیرهای مختلفی هستند که مورد استفاده قرار می گیرند. دسترسی به ارقام و ژنوتیپ های با کیفیت مطلوب و سلامت ظاهری مناسب کاهو می تواند علاوه بر افزایش راندمان تولید و بهره وری در مصرف آب، باعث افزایش سودآوری، ممانعت از خروج ارز و استمرار تولید گردد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقی ارقام مختلف کاهو مورد بررسی قرار گرفت و باتوجه به نیاز ارقام مناسب برای کشت

مزرعه و گلخانه، به ارقام برتر برای کشت در دو محیط دست یافتند (Wilhelm, 1998). صفاتی که برای انتخاب کاهوی اهمیت دارد شامل عملکرد بالا، یکنواختی، رنگ برگ، کوتاهی ساقه میانی و فشردگی هد، کیفیت برگهای داخلی و مقاومت به بیماری و بولتینگ می باشد . شناخت ژنوتیپ های مناسب و سازگار و بررسی صفات کمی و کیفی کاهوهای بومی کشور از اهمیت بالایی برخوردار است (Mousavi et al., 2012). امتیازدهی برای انتخاب بهترین نمونه بر اساس همبستگی مثبت و منفی معنی‌دار بین عملکرد محصول با صفات دیگر صورت می پذیرد. نهایتا با محاسبه مجموع امتیازات مکتسبه توسط هر نمونه، نمونه های برتر انتخاب می شود. (Maksholo and Jooste, 2006.). تعداد برگ و ابعاد برگ (طول و عرض) از اجزای مهم شاخص سطح برگ محسوب می شوند با افزایش این اجزا و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ (LAI) میزان فتوسنتز بیشتر شده و در نتیجه غذاسازی افزایش یافته و در نهایت، میزان عملکرد نیز افزایش می یابد (Shahbandeh, 2020). نتایج تحقیق در رابطه با صفات مربوط به عملکرد و شاخص های کیفی با نتایج تحقیق Iordan and Luca (1998) در معرفی رقم سالما (Salma)، که یک رقم کاهوی زراعی تابستانه جدید بوده و با تولید محصول بیش از ۳۰ تن در هکتار در مقایسه با سایر رقم ها دارای تعداد برگ، طول و عرض برگ بیشتر و دارای هد فشرده تری بود، مطابقت داشت (Iordan and Luca, 1998). از نظر چروکیدگی برگ، نتایج این پژوهش نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نمونه های وجود دارد کمترین میزان چروکیدگی برگ مربوط به نمونه اهواز و دزفول بوده است. این شاخص بعنوان یکی ازشاخص های مهم کیفی در سبزی های برگی و بویژه کاهو مطرح است. این شاخص بعنوان یکی ازشاخص های مهم کیفی در سبزی های برگی و بویژه کاهو مطرح است. بیشترین میزان لک و ترک برگ مربوط به نمونه جیرفت و کهنوج بوده است. علت این امر را می توان در حمل و بسته بندی نامناسب از مبدا تا مقصد و همچنین مسافت طولانی حمل و نقل زمینی دانست. همچنین فشردگی پایین هد این نمونه سبب آسیب پذیری و شکنندگی برگها بویژه پس از برداشت و در زمان انتقال خواهد شد. از آنجاییکه عملکرد و بازار پسندی از شاخص‌های اصلی تولید و کیفیت در کاهو محسوب می شوند، بکارگیری و استفاده از پتاسیل این نمونه ها برای تولید ارزشمند است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که بین ارقام از نظر شاخص های موثر بر کیفیت محصول کاهو تفاوت معنی داری وجود دارد. از آنجاییکه عملکرد و بازار پسندی از شاخص های اصلی تولید و کیفیت در کاهو محسوب می شوند، بکارگیری و استفاده از پتاسیل این ارقام برای تولید، با توجه به سیاست کشور برای انتقال کشت محصولات سبزی وصیفی از فضای باز به فضاهای کنترل شده، می تواند علاوه بر افزایش عملکرد در واحد سطح و بهبود کیفیت برای تولید مصارف داخل کشور، زمینه صادرات و ارزآوری مطلوب برای کشور را فراهم نماید.

منابع

رضایی، م. ر.، حمیداوغلی، ی.، الفتی، ج. ا.، اعلمی، ا. و ذاکری، ا. ک. ۱۴۰۰. ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی رگه‌های کاهو بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیک و فنولوژیک. مجله علوم و فناوری باغبانی ایران. ۲۲(۲): ۱۷۵-۱۸۸.

Funk, V. A., Bayer, R. J., Keeley, S., Chan, R., Watson, L., Gemeinholzer, B., Schilling, E., Panero, J. L., Baldwin, B. G., Garcia-Jacas, N., Susanna, A. and Jansen, R. K. 2005. Everywhere but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. Biologiske Skrifter. 55: 343–374.

Iordan, I. and Luca, L. 1998. Salma, a new summer, autumn lettuce cultivar. Annual Institutul de Cercetari, Pentru Legumicultura, si Floricultura Vidra. 15: 93–96.

Lebeda, A., Ryder, E. J., Grube, R., Dolezalova, I. and Kristkova, E. 2007. Lettuce (Asteraceae; *Lactuca* spp.). In: Singh, R. J. (Ed.), Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement, Vol. 3, Vegetable Crops. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group. 377–472.

Maksholo, M. L. and Jooste, A. 2006. The comparative advantage of selected long-term crops in Lesotho. Agrekon. 45(2): 173–184.

Mousavi, S. H., Hassandokht, M. R., Choukan, R. and Khosrowchali, M. 2012. Assessment of qualitative and quantitative traits in commercial Iranian lettuce (*Lactuca sativa* L.) genotypes. Annals of Biological Research. 3(9): 4352–4361.

Shahbandeh, M. 2020. U.S. per capita consumption of fresh vegetables by type. Statista Inc., New York, United States.

United Nations International Water Development Status Report. 2021. Value of water: Statistics and figures. Regional Center for Urban Water Management (under UNESCO).

Wilhelm, E. 1998. Lettuce varieties in greenhouses and in the field. Gemuse-Munchen. 34(10): 559.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Quality monitoring of commercial lettuce (*Lactuca Sativa*. L) genotypes based on principal component analysis of traits

Seyyed Hassan Mousavi [1*] and Zeinab Chaghakaboodi[2]
1. Greenhouse and Controlled Environments Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, College of Agriculture and Natural Resources, Kermanshah, Iran
[*]Corresponding email: mousavi218@yahoo.com

Abstract

The quality and appearance health evaluation of 40 samples of lettuce was conducted for two years in the greenhouse and controlled environments research institute since 2019. The quality of the product production was based on the evaluation of various external and internal factors. The evaluated traits included: origin of production, dry matter content, uniformity, damage, color, fruit diameter, fruit length, texture firmness, weight, wrinkle and uniformity. The international standard for lettuce description was used in the evaluation of the traits. There was a significant difference between the samples in terms of indicators affecting quality. Based on the analysis into principal components, the samples were classified into three separate groups. Statistical analyses of the traits were performed with SPSS software. It is recommended to use the potential of these samples to increase yield and improve production quality.

Keywords: Health, Lettuce, Monitoring, Quality, Sample, Trait.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر نانوذرات بر رشد و ویژگی‌های پس از برداشت گل جعفری

یونس پوربیرامی هیر[1]* و مهسا احدزاده[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
*نویسنده مسئول: *younes_ph62@uma.ac.ir*

چکیده

گل جعفری از خانواده کاسنیان یکی از شناخته شده‌ترین و محبوب‌ترین گیاهان زینتی است. نتایج اصلی حاکی از آن است که کاربرد نانوذرات بدون درنظرگرفتن روش (محلول‌پاشی یا افزودن به خاک)، تأثیر مثبتی بر پارامترهای مختلف رشد گل جعفری از جمله ارتفاع بوته، سطح برگ، محتوای کلروفیل، تجمع زیست‌توده و ویژگی‌های گلدهی داشته است. نانوذرات می‌توانند جذب مواد مغذی را افزایش دهند، کارایی مصرف آب را بهبود بخشند، فرآیندهای رشد گیاه را تحریک کنند و تحمل به تنش را در گیاهان القا کنند. پژوهش‌های انجام گرفته توانایی نانوذرات را برای نفوذ به بافت‌های گیاهی، حرکت در داخل سیستم گیاهی و تأثیرگذاری بر عملکردهای سلولی و فیزیولوژیکی نشان می‌دهند. هدف از این پژوهش درک اثرات مقایسه‌ای کاربرد محلول‌پاشی در مقابل افزودن نانوذرات به خاک بر رشد و عملکرد گل جعفری است.

واژه‌های کلیدی: پس از برداشت، سیلیکا، گل جعفری، نانوذرات.

مقدمه

گل جعفری با نام علمی *Tagetes erecta* یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی و یک ساله از خانواده کاسنیان و بومی مناطق مکزیک و آمریکای مرکزی است (Chen et al., 2016). این گیاه یکی از گیاهان مفید محسوب می‌شود و در باغ‌ها به دلیل توانایی جذب گرده‌افشان‌هایی مانند زنبورها و پروانه‌ها مشهور است (Chen et al., 2018). نانوذرات سیلیکا (SiNPs) یکی از مهم‌ترین نوع نانوذرات بوده که می‌تواند رشد، ارتفاع، تعداد شاخه‌ها، طول ریشه گیاهان، تعداد، قطر و وزن تر و خشک گل‌ها را بهبود بخشد همچنین با افزایش مقاومت گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها به‌سلامت گیاه کمک کنند (Darwish, 1992). سیلیکای غیرکریستالی نیز منبع مهمی از سیلیکون برای گیاهان است که به‌راحتی جذب شده و در بافت‌های بخش‌های هوایی گیاه رسوب می‌کند (Tubana et al., 2020). محلول‌پاشی برگی با نانوذرات سیلیکا در گیاه ذرت به کاهش تنش و افزایش غلظت سیلیکون در برگ‌ها کمک کرد، علاوه بر این، مشخص شد که استفاده از این نانوذرات در خاک اثرات مثبتی در مقایسه با محلول‌پاشی برگی داشته و عملکرد گیاه ذرت را بهبود بخشید (Rea et al., 2022). استفاده از محلول‌پاشی برگی نانوذرات سیلیکا روی نشاءهای برنج، بهبود قابل‌توجهی در سطح برگ، محتوای مواد خشک، تولید زیستی و محتوای کلروفیل مشاهده شد. این نتایج قابلیت‌های نانوذرات سیلیکا را در بهبود رشد و عملکرد گیاهان نشان می‌دهد (Okoronkwo et al., 2013). هدف از این تحقیق مطالعه تأثیر استفاده از نانوذرات، از جمله نانوذرات سیلیکا به صورت محلول‌پاشی برگی و افزودن به خاک، بر رشد وعملکرد گل جعفری بوده همچنین این تحقیق به شناسایی مکانیزم‌های بالقوه بهبود رشد و عملکرد گیاهان پس از کاربرد نانوذرات می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق در شهرستان اردبیل انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی مورد استفاده شامل نانوذرات سیلیکا در ۵ غلظت صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۹ تکرار بوده

است. در این پژوهش تاثیر نانوسیلیکا بر شاخص‌های ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، طول ریشه، محتوای کلروفیل، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز (Hammerschmidt et al., 1982) و محتوای سیلیکون (Frantz et al., 2008) گیاه گل جعفری مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج و بحث

نتایج مطالعه نشان داد که ارتباط مثبتی بین غلظت نانوذرات سیلیکا و رشد گیاه وجود دارد. هرچه غلظت نانوذرات سیلیکا بیشتری به گیاهان اعمال شود، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌ها و طول ریشه بدون توجه به فرآیند کاربردی (برگی یا خاکی) بیشتر می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱- بیومتریک گیاهان گل جعفری تیمار شده با غلظت‌های مختلف نانوذرات سیلیکا (SiNPs) با استفاده از فرآیندهای مختلف تیمار در دو فصل رشد.

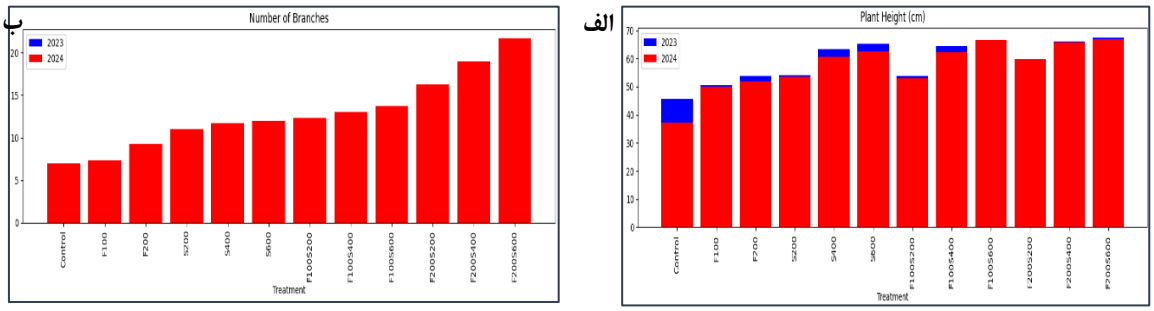
سال	تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد شاخه ها	طول ریشه (cm)
2023	کنترل	45.5 ± 0.06k	6.0 ± 1.00g	18.6 ± 0.31h
	F100	50.5 ± 0.06j	6.7 ± 0.58fg	20.3 ± 0.25g
	F200	53.7 ± 0.15h	8.7 ± 0.58ef	22.3 ± 0.10f
	S200	54.1 ± 0.10h	10.3 ± 0.58de	22.7 ± 0.15ef
	S400	63.4 ± 0.10f	11.3 ± 0.58cd	23.1 ± 0.06de
	S600	65.3 ± 0.06d	11.7 ± 0.58cd	23.7 ± 0.06c
	F100S200	53.7 ± 0.10i	12.3 ± 0.58cd	23.4 ± 0.15cd
	F100S400	64.5 ± 0.06e	13.0 ± 1.00c	24.5 ± 0.10b
	F100S600	66.4 ± 0.06b	13.3 ± 0.58c	24.6 ± 0.10b
	F200S200	58.5 ± 0.06g	15.7 ± 0.58b	23.0 ± 0.10de
	F200S400	66.0 ± 0.06c	17.0 ± 1.00b	24.5 ± 0.15b
	F200S600	67.5 ± 0.06a	20.0 ± 1.00a	26.6 ± 0.26a
2024	کنترل	37.3 ± 0.15i	7.0 ± 0.00h	19.6 ± 0.15g
	F100	50.1 ± 0.01h	7.3 ± 0.58h	20.1 ± 0.15fg
	F200	52.0 ± 0.06g	9.3 ± 0.58g	21.6 ± 0.21ef
	S200	53.4 ± 0.10f	11.0 ± 1.00fg	22.8 ± 0.06de
	S400	60.7 ± 0.29d	11.7 ± 0.58ef	23.7 ± 0.15cd
	S600	62.6 ± 0.15c	12.0 ± 0.00def	23.7 ± 0.15cd
	F100S200	53.1 ± 0.21f	12.3 ± 0.58def	23.8 ± 0.10cd
	F100S400	62.2 ± 0.44c	13.0 ± 0.00de	24.5 ± 0.10bc
	F100S600	66.6 ± 0.10a	13.7 ± 0.58d	25.7 ± 1.71ab
	F200S200	59.7 ± 0.10e	16.3 ± 0.58c	23.2 ± 0.15cd
	F200S400	65.7 ± 0.15b	19.0 ± 1.00b	24.5 ± 0.21bc
	F200S600	66.9 ± 0.06a	21.7 ± 0.58a	26.9 ± 0.06a
F-test (Two-way)	سال	*	*	*
	تیمار	*	*	*
	سال X تیمار	*	ns	

• F-test (دو طرفه): سطوح معنی داری به شرح زیر نشان داده می‌شود: ❋ ($p < 0.001$)، ($p < 0.01$)، ($p < 0.05$) *، ns (غیر معنی دار).

نتایج نشان داد که ارتفاع گیاه با افزایش غلظت نانوذرات سیلیکا اعمال‌شده به طور معناداری افزایش یافت. در فصل رشد اول، ارتفاع گیاه در هنگام استفاده برگی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به گیاهان شاهد ۱۱٪ افزایش نشان داد، درحالی‌که استفاده ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۱۸٪ افزایش را نشان داد.

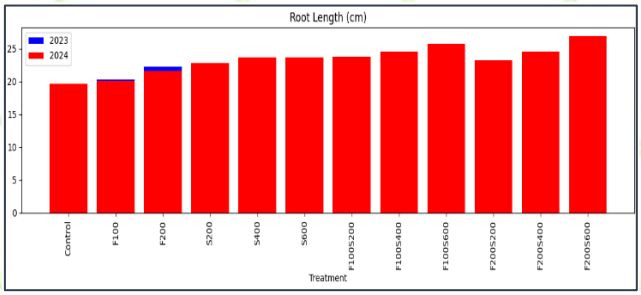
تأثیر استفاده خاکی: استفاده از نانوذرات سیلیکا در خاک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ارتفاع گیاه را ۱۹٪ نسبت به گیاهان شاهد افزایش داد، درحالی‌که استفاده از ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۴۴٪ افزایش را نشان داد (شکل ۱ الف). همچنین استفاده دوگانه از نانوذرات سیلیکا (برگی و خاکی) منجر به تولید بیشترین تعداد شاخه‌ها شد. به‌عنوان‌مثال، در تیمار F200S600، تعداد شاخه‌ها ۲۰ عدد بود، درحالی‌که گیاهان

شاهد تنها ۶ شاخه داشتند. همان روند در فصل دوم با مقادیر کمی بالاتر مشاهده شد و تعداد شاخه‌ها با افزایش غلظت نانوذرات سیلیکا به طور معناداری افزایش یافت (شکل ۱ ب).



شکل ۱- (الف) ارتفاع بوته (سانتی‌متر) و (ب) تعداد شاخه.

طبق نتایج به دست آمده گیاهان شاهد دارای طول ریشه ۱۸.۶ سانتی‌متر بودند که کوتاه‌ترین طول ریشه در بین تمام تیمارها بود. نتایج نشان داد که با استفاده از نانوذرات سیلیکا در غلظت‌های مختلف، طول ریشه به طور معناداری افزایش یافت (شکل ۲).



شکل ۲۱- طول ریشه (سانتی‌متر).

در این پژوهش گیاهان گل جعفری واکنش فیزیولوژیکی قابل توجهی را هنگامی که با نانوذرات سیلیکا از طریق روش‌های مختلف کاربردی، شامل اسپری برگی، خاک یا ترکیبی از هر دو کوددهی شدند از خود نشان دادند (جدول ۲).

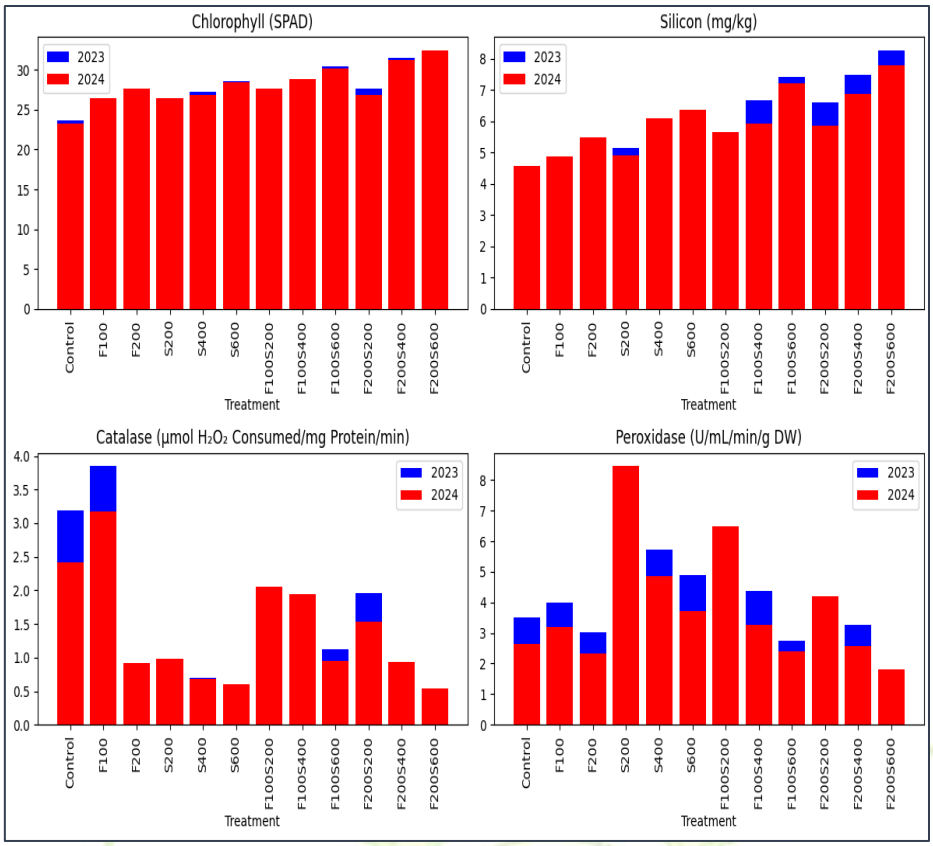
جدول ۲- فیزیولوژی گل جعفری تغذیه‌شده با نانوذرات سیلیسیم (SiNPs) از طریق کاربرد برگی، خاکی و ترکیب آن‌ها در دو فصل رشد.

سال	تیمار	کلروفیل (SPAD)	سیلیکون (mg/kg)	H_2O_2 کاتالاز (میکرو مول مصرف شده / میلی‌گرم پروتئین /دقیقه)	پروکسیداز (میلی‌لیتر/دقیقه/گرم وزن خشک)
2023	کنترل	23.6 ± 1.15d	3.71 ± 0.01j	3.19 ± 0.01b	3.50 ± 0.05f
	F100	26.5 ± 0.99cd	4.15 ± 0.02i	3.85 ± 0.02a	4.00 ± 0.03e
	F200	27.5 ± 1.03bc	5.01 ± 0.02h	0.78 ± 0.03g	3.01 ± 0.07h
	S200	26.5 ± 0.61cd	5.13 ± 0.02g	0.91 ± 0.04f	8.06 ± 0.01a
	S400	27.2 ± 1.54bc	5.32 ± 0.01f	0.69 ± 0.02h	5.72 ± 0.06b
	S600	28.6 ± 1.31abc	6.25 ± 0.05d	0.59 ± 0.03i	4.89 ± 0.07c
	F100S200	26.8 ± 0.85cd	5.57 ± 0.01e	1.22 ± 0.02d	4.48 ± 0.08d

4.38 ± 0.09d	1.15 ± 0.01e	6.68 ± 0.01c	28.9 ± 1.01abc	**F100S400**	
2.73 ± 0.04i	1.12 ± 0.02e	7.42 ± 0.03b	30.4 ± 0.58ab	**F100S600**	
3.87 ± 0.13e	1.96 ± 0.02c	6.61 ± 0.05c	27.6 ± 0.58bc	**F200S200**	
3.28 ± 0.01g	0.92 ± 0.01f	7.48 ± 0.02b	31.5 ± 1.20a	**F200S400**	
1.48 ± 0.02j	0.51 ± 0.01j	8.28 ± 0.00a	31.6 ± 2.02a	**F200S600**	
2.65 ± 0.14g	2.41 ± 0.02b	4.57 ± 0.03i	23.3 ± 1.47e	کنترل	**2024**
3.19 ± 0.08f	3.17 ± 0.04a	4.88 ± 0.06h	26.5 ± 2.02de	**F100**	
2.34 ± 0.03g	0.92 ± 0.01f	5.50 ± 0.06g	27.6 ± 0.58cd	**F200**	
8.46 ± 0.39a	0.98 ± 0.03f	4.91 ± 0.09h	26.5 ± 0.60de	**S200**	
4.86 ± 0.05c	0.68 ± 0.01g	6.08 ± 0.09e	26.9 ± 0.21cde	**S400**	
3.73 ± 0.06e	0.61 ± 0.05h	6.37 ± 0.06d	28.4 ± 1.48bcd	**S600**	
6.49 ± 0.17b	2.05 ± 0.02c	5.66 ± 0.03g	27.6 ± 1.03cd	**F100S200**	
3.28 ± 0.00f	1.95 ± 0.04d	5.94 ± 0.05ef	28.8 ± 0.61bcd	**F100S400**	
2.41 ± 0.06g	0.95 ± 0.02f	7.23 ± 0.06b	30.2 ± 0.60abc	**F100S600**	
4.19 ± 0.07d	1.54 ± 0.04e	5.87 ± 0.03f	26.9 ± 0.56cd	**F200S200**	
2.58 ± 0.05g	0.93 ± 0.02f	6.86 ± 0.06c	31.2 ± 1.80ab	**F200S400**	
1.81 ± 0.01h	0.54 ± 0.01h	7.79 ± 0.08a	32.5 ± 1.77a	**F200S600**	

داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار رائه شده‌اند. میانگین‌ها در همان ستون و در همان سال که با چندین حرف دنبال می‌شوند، طبق آزمون Tukey ($p \leq 0.05$) معنی‌دار هستند.

در این پژوهش زمانی که نانوذرات سیلیکا با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اعمال شد، مقدار محتوای کلروفیل به میزان ۱۲.۳٪ افزایش یافت که نشان‌دهنده بهبود محتوای کلروفیل است. کاربرد نانوذرات سیلیکا از طریق اسپری برگ نسبت به کاربرد در خاک از نظر افزایش مقادیر محتوای کلروفیل اثربخش‌تر بود. در اسپری برگ با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مقدار محتوای کلروفیل برابر با ۲۶.۵ ایجاد کرد که مشابه با مقداری بود که با کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات سیلیکا در خاک به دست آمد. و طبق نتایج به دست آمده فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش دوز ناوذرات سیلیکا کاهش یافت ، بالاترین فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاهانی که با ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات سیلیکا از طریق اعمال برگی تیمار شده بودند، به میزان ۳.۸۵ میکرومول H_2O_2 مصرف‌شده به ازای هر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بود. در مقابل، کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار F200S600 مشاهده شد که به ۰.۵۱ میکرومول H_2O_2 مصرف‌شده به ازای هر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه کاهش یافت. فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاهانی که با ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات سیلیکا از طریق اعمال خاک (S200) تیمار شده بودند، بالاترین مقدار یعنی ۸.۰۶ واحد در میلی‌لیتر در دقیقه به ازای هر گرم وزن خشک بود. بااین‌حال، این فعالیت با افزایش غلظت‌های نانوذرات سیلیکا کاهش یافت. همچنین بیشترین محتوای سیلیس در گیاهانی مشاهده شد که با ترکیبی از کاربرد اسپری برگ و خاک تیمار شده بودند. تیمارF200S600 که شامل اسپری برگ ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کاربرد خاکی ۶۰۰ میلی‌گرم نانوذرات سیلیکا بود، بیشترین محتوای سیلیس را با مقدار ۸.۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم ثبت کرد. این روند در فصل رشد دوم نیز مشابه بود، جایی که انباشت سیلیس در بافت‌های برگ مشابه فصل اول بود (شکل ۳).



شکل ۳- پارامترهای فیزیولوژیکی گیاهان گل جعفری تیمار شده با نانوذرات سیلیکا (SiNPs).

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان می‌دهد که گیاه گل جعفری به طور قابل توجهی به کاربرد خارجی نانوذرات سیلیکا واکنش نشان دادند، بدون توجه به روش استفاده (یعنی کاربرد برگی یا خاکی). این مطالعه نشان داد که تقریباً تمام صفات فیزیولوژی و مورفولوژی اندازه‌گیری‌شده در گیاهان تیمارشدن در مقایسه با گیاهان شاهد بهبود یافتند. تأثیرات مثبت مشابه نانوذرات سیلیکا برای بسیاری از محصولات دیگر مانند لوبیا (Alsaeedi et al., 2017b)، خیار (Alsaeedi et al., 2019b)، ذرت (Kaya et al., 2006)، گندم (Gong et al., 2003) و سویا (Hamayun et al., 2010) گزارش شده است. تأثیر مفید سیلیسیم بر رشد گیاه به‌ویژه در گیاهان تک‌لپه‌ای (Mehrabanjoubani et al., 2015) و دولپه‌ای به‌خوبی مستند شده است، همچنین روش اعمال این نانوذرات به روش ترکیبی تاثیر مثبتی بر گیاهان داشته و این سیستم تحویلی یکپارچه منجر به تجمع محتوای بالاتری از سیلیسیوم در بافت‌های گیاهان می‌شود که به طور خطی با مجموعه‌ای از نتایج رشد مطلوب مرتبط است.

منابع

Alsaeedi, A. H., Mohammed, M., Elgarawany, M. M., El-Ramady, H., Alshaal, T. and Al-Otaibi, A. O. A. 2019b. Implementation of silica nanoparticles induces seed germination and growth of cucumber (*Cucumis sativus*). Journal of King Abdulaziz University: Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences. 28(1): 57–68.

Alsaeedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T. and Almohsen, M. 2017b. Enhancing seed germination and seedlings development of common bean (*Phaseolus vulgaris*) by SiO_2 nanoparticles. Egyptian Journal of Soil Science. 57(4): 407–415.

Chen, D., Wang, S., Yin, L. and Deng, X. 2018. How does silicon mediate plant water uptake and loss under water deficiency. Frontiers in Plant Science. 9: 281.

Darwish, A. A. A. 1992. Laboratory studies on toxicity and effect of some plant extracts as stored produce protect ants. Egypt Applied Science. 7(12): 138.

Frantz, J. M., Locke, J. C., Datnoff, L., Omer, M., Widrig, A., Sturtz, D., Horst, L. and Krause, C. R. 2008. Detection, distribution, and quantification of silicon in floricultural crops utilizing three distinct analytical processes. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 39: 2734–2751.

Gong, H., Chen, K., Chen, G., Wang, S. and Zhang, C. 2003. Trails of silicon on growth of wheat under drought. Journal of Plant Nutrition. 26(5): 1055–1063.

Hamayun, M., Sohan, E. Y., Khan, S. A. and Shinwari, Z. K. 2010. Silicon alleviates the adverse trails of salinity and drought stress on growth and endogenous plant growth hormones of soybean (*Glycine max* L.). Pakistan Journal of Botany. 42(3): 1713–1722.

Kaya, C., Tuna, L. and Higgs, D. 2006. Trail of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. Journal of Plant Nutrition. 29(8): 1469–1480.

Mehrabanjoubani, P., Abdolzadeh, A., Sadeghipour, H. R. and Aghdasi, M. 2015. Silicon affects transcellular and apoplastic uptake of some nutrients in plants. Pedosphere. 25(2): 192–201.

Okoronkwo, E., Imoisili, P. and Olusunle, S. 2013. Extraction and characterization of amorphous silica from corn cob ash by sol-gel method. Chemical Materials Research. 3(4): 68–72.

Tubana, B. S., Babu, T. and Datnoff, L. E. 2016. A review of silicon in soils and plants and its role in US agriculture: History and future perspectives. Soil Science. 181(10): 393–411.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of nanoparticles on growth and postharvest characters of Tagetes erecta

Younes pourbeyrami Hir[1*] and Mahsa Ahadzadeh[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran
**Corresponding author: younes_ph62@uma.ac.ir*

Abstract

African Marigolds, belonging to the *Asteraceae* family, is one of the most well-known and popular ornamental plants. The main results indicate that the application of nanoparticles, regardless of the method (foliar spraying or soil amendment), has a positive impact on various growth parameters of marigold, including plant height, leaf area, chlorophyll content, biomass accumulation, and flowering characteristics. Nanoparticles can increase nutrient uptake, improve water use efficiency, stimulate plant growth processes, and induce stress tolerance in plants. Research demonstrates the ability of nanoparticles to penetrate plant tissues, move within the plant system, and influence cellular and physiological functions. The aim of this research is to understand the comparative effects of foliar application versus soil amendment of nanoparticles on the growth and performance of marigolds.

Keywords: Marigolds, Nanoparticles, Post-harvest, Silica.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی پاسخ ارقام تجاری انار ایران به نگهداری در شرایط انبار سرد

اورنگ خادمی[1*] و محمدرضا وظیفه‌شناس[2]

۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

*نویسنده مسئول: *o.khademi@shahed.ac.ir*

چکیده

ایران به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان انار در دنیا مطرح بوده و ارقام متعددی در آن گسترش دارد. در بسیاری از میوه‌ها مشخص شده است که بین ارقام از نظر حساسیت به دمای سرد انبار، تفاوت وجود دارد. در مورد ارقام انار نیز این تفاوت نیاز به بررسی دارد، که در این پژوهش به منظور ارزیابی قابلیت انبارمانی رقم‌های مهم تجاری انار ایران، میوه‌های ۱۲ رقم از ایستگاه تحقیقات انار یزد تهیه و به آزمایشگاه پس از برداشت دانشگاه شاهد منتقل شدند. میوه‌ها در انبار چهار درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد نگهداری و در زمانهای؛ صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که ارقام قرمزتر در مقایسه با ارقام سفیدتر شاخص a* بیشتر ولی شاخص‌های b* و L* کمتری داشتند. تغییرات در این شاخص‌ها طی دوره انبارداری، بر اساس نوع رقم متفاوت بود. نتایج همچنین نشان داد سرمازدگی پوست تقریبا در تمامی ارقام از روز سی‌ام انبارداری آغاز شد. منتهی بیشترین درجه سرمازدگی در پوست ارقام ملس ساوه، نادری بادرود و بجستانی مشاهده شد. کمترین درجه سرمازدگی نیز در پوست سه رقم اردستانی مه‌ولات، خزر بردسکن و ملس یزدی ارزیابی شد. سرمازدگی آریل بر اساس نوع رقم در زمانهای مختلفی در طول انبارداری آغاز شده و سپس گسترش یافت. در حالت کلی نیز ارقام ملس ساوه و نادری بادرود دارای درجه سرمازدگی بیشتری از سایر ارقام بودند. ولی ارقام قجاق قم، اردستانی مه‌ولات و ملس یزدی دارای کمترین درجه سرمازدگی در طول آزمایش بودند. نتایج نشت یونی تایید کننده نتایج درجه سرمازدگی بود. همچنین بین ارقام از نظر خصوصیات کیفی تفاوت وجود داشت و تغییرات این خصوصیات در طول انبار بر اساس نوع رقم متفاوت بود. بنابراین بین ارقام انار ایرانی از نظر پاسخ به دمای سرد انبار تفاوت وجود دارد و دمای مناسب هر رقم نیاز به بررسی دقیق‌تری دارد.

واژه‌های کلیدی: انار، انبار سرد، رقم، سرمازدگی، کیفیت.

مقدمه

انار یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های شناخته شده در جهان بوده و همواره با تمدن کهن خاورمیانه از آن یاد شده است. به طور کلی تاریخ دقیقی از قدمت کشت و کار انار به عنوان محصول باغی در دسترس نیست. ولی آثار چندین ساله باقیمانده در بناهای تاریخی گذشته و سنگ نوشته‌ها حکایت از شناخت انار قبل از میلاد مسیح دارد. این آثار به دوران قبل از یونان و فراعنه مصر باستان بر می‌گردد. شواهد تاریخی نشان می‌دهد که ایران محل اولیه کشت و کار انار بوده و از این منطقه به مناطق دیگر گسترش یافته است (Levin, 2006). روایت می‌شود که هومر شاعر معروف یونان باستان چندین بار در کتاب معروف خود (ادیسه) از این میوه نام برده است. در زبان یونانی و رومی نخستین بار انار با نام Maiuspuniacus به معنای سیب کارتاژ آمده است، و از این رو، نام جنس آن از پونیکوس مشتق شده است. همچنین پوموگرانیت یک لغت یونانی و به معنی سیب با دانه‌های فراوان است که انار در قرون وسطی در اروپا به این نام معروف بوده است (Holland et al., 2009). ایران دارای تنوع زیادی در ژنوتیپ‌های انار است. به طوری که در حدود ۷۶۰ نمونه از ژنوتیپ‌های مختلف انار شامل انارهای اهلی، وحشی و زینتی در مناطق مختلف ایران وجود دارد که بسیاری از این ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده و در کلکسیون‌های انار ساوه و یزد نگهداری می‌شوند. مهمترین ارقام تجاری انار در ایران شامل ملس ساوه، ملس یزدی، ملس یوسف خانی، قجاق قم، شیشه‌کپ فردوس، خزر بردسکن، رباب نی‌ریز، نادری بادرود، ملس یزدی، گل تفتی، سیاب لرستان، نادری نطنز، اردستانی مه‌ولات و بجستانی می‌باشند که این ارقام بیش از ۹۵ درصد صادرات انار کشور را شامل می‌شوند. مهمترین خصوصیات این ارقام پوست قرمز و به نسبت ضخیم، دانه قرمز و مزه ملس تا شیرین آن‌ها می‌باشد (Zarei et al., 2020).

نگهداری میوه‌ها برای عرضه آنها در خارج از فصل تولید و جهت صادرات از اهمیت تجاری زیادی برخوردار است. نگهداری میوه انار در دمای بالاتر از پنج درجه سانتی‌گراد موجب ایجاد مشکلاتی از قبیل کاهش وزن شدید، چروکیدگی و خشک شدن پوست، تنفس بالا و شیوع بیماری در این میوه می‌شود. به طوری که میوه انار در دماهای بالا معمولا پیش از دو هفته ماندگاری ندارد (Elyatem and Kader, 1984). برای غلبه بر این مشکلات و حفظ کیفیت میوه، دماهای پایین تر از پنج درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۵ درصد برای این میوه توصیه می‌شود. منتهی میوه‌های انار همانند سایر میوه‌های نیمه گرمسیری به نگهداری در دمای پایین حساس بوده و در نگهداری طولانی مدت در دمای پایین دچار سرمازدگی می‌شوند (Sayyari et al., 2009). ولی با وجود این، میوه انار در دماهای کمتر از پنج درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دماهای بالاتر طول عمر پس از برداشت بیشتری دارد. در واقع انبار سرد تنها روش افزایش عمر مفید پس از برداشت انار تا بیش از دو ماه می‌باشد. منتهی هنگامی که انار بیش از سه ماه در دمای زیر پنج درجه سانتی‌گراد قرار می گیرد دچار آسیب سرمازدگی می‌شود که علائم معمول آن شامل قهوه‌ای شدن پوست، فرورفتگی سطحی و افزایش حساسیت به عوامل پوسیدگی می‌باشد، که این علائم پس از انتقال میوه از سردخانه به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در شرایط عمر قفسه‌ای ظاهر می‌شود. علائم داخلی سرمازدگی نیز به صورت رنگ پریدگی آریل‌ها و قهوه‌ای شدن غشای جدا کننده قاچها ظاهر می‌شوند (Elyatem and Kader, 1984). در بسیاری از میوه‌ها مشخص شده است که از عوامل اصلی موثر در طول عمر مفید پس از برداشت و یا حساسیت آنها به نگهداری در انبار سرد، نوع گونه یا رقم می‌باشد (Sala, 1998, Saltveit and Morris, 1990). به نظر می‌رسد که در مورد انار نیز بین ارقام مختلف از نظر ماندگاری پس از برداشت یا به عبارتی مقاومت به نگهداری در انبار سرد تفاوت وجود داشته باشد که نیاز به بررسی دارد. از این رو در این آزمایش میوه ارقام مهم تجاری ایران که همگی در ایستگاه تحقیقات انار شهرستان یزد و در شرایط یکسان قرار داشتند برداشت و به منظور ارزیابی ماندگاری پس از برداشت انبار شدند. ارقام به مدت چهار ماه در انبار سرد نگهداری و هر یک ماه از انبار خارج و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش میوه‌های دوازده رقم تجاری انار شامل: ارقام؛ اردستانی مه‌ولات، بجستانی، رباب نی‌ریز، قجاق قم، خزر بردسکن، شیرین شهوار، نادری بادرود، شیشه‌کپ فردوس، گل تفتی، ملس یوسف‌خانی، ملس یزدی و ملس ساوه از ایستگاه تحقیقات انار یزد در مرحله بلوغ تجاری برداشت و در اسرع وقت به آزمایشگاه فیزیولوژی و فنآوری پس از برداشت دانشگاه شاهد منتقل شدند. زمان برداشت میوه‌ها بر اساس شاخص‌های مقدار مواد جامد محلول و تقویم فصلی (بر اساس تجربه باغداران منطقه) تعیین شد. میوه‌های سالم و یکدست از هر رقم انتخاب و تعداد ۱۲ میوه از هر رقم برای اندازه‌گیری شاخص‌ها در زمان برداشت اختصاص یافت. تعداد ۸۰ میوه نیز از هر رقم در جعبه‌های پلاستیکی قرار داده شده و به سردخانه مهرشهر کرج منتقل و در دمای چهار درجه سانتیگراد با رطوبت بالای ۸۰٪ انبار شدند. پس از ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز انبارداری، تعداد ۲۰ میوه از هر رقم به عنوان سه تکرار از سردخانه خارج و پس از سه روز نگهداری در شرایط اتاق به عنوان عمر قفسه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. خصوصیات مورد ارزیابی شامل؛ درصد کاهش وزن میوه، خصوصیات رنگ پوست و آریل، شاخص سرمازدگی پوست و آریل (Elyatem and Kader, 1984) بودند. سپس میوه‌های هر واحد آزمایشی به پوست و آریل تفکیک شده و آریل هر واحد آزمایشی پس از عصاره گیری به منظور اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول و درصد اسید قابل تیتر (Hmid et al., 2013) اختصاص یافت. نشت یونی نیز با استفاده از پوست نمونه‌ها و طبق روش ذکر شده در (Sayyari et al., 2009) اندازه‌گیری شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام و زمان‌های بررسی بودند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری (SAS ver: 9.3) تجزیه شده و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD = 0.05) استفاده شد. همچنین خطای معیار میانگین‌ها (Standard Error, SE) توسط نرم افزار SAS محاسبه گردید.

نتایج و بحث

نتایج بررسی نشان داد؛ آسیب سرمازدگی پوست تقریبا در تمامی ارقام از روز ۳۰ ام انبارداری آغاز شده و در طول دوره انبارداری به طور معنی‌داری افزایش یافت، منتهی در مجموع بیشترین درجه سرمازدگی پوست در رقم ملس ساوه مشاهده شد. ارقام نادری بادرود و بجستانی نیز دارای درجه سرمازدگی پوست بیشتری در مقایسه با سایر ارقام بودند. کمترین درجه سرمازدگی در طول این آزمایش در سه رقم

اردستانی مه‌ولات، خزر بردسکن و ملس یزدی مشاهده شد. سایر ارقام درجه سرمازدگی متوسطی نشان دادند، هرچند در این بین رقم قجاق شدت سرمازدگی نسبی بیشتری نشان داد (شکل ۱).

نتایج بررسی سرمازدگی آریل نشان داد بر اساس نوع رقم آسیب سرمازدگی در زمانهای مختلفی در طول انبار سرد آغاز شده و سپس گسترش یافت. در حالت کلی نیز آریل رقم ملس ساوه و در درجه بعدی آریل رقم نادری بادرود دارای درجه سرمازدگی بیشتری از سایر ارقام بودند. ارقام قجاق و اردستانی مه‌ولات و درجه بعدی رقم ملس یزدی دارای کمترین درجه سرمازدگی آریل در طول این آزمایش بودند. سایر ارقام درجه سرمازدگی متوسطی داشتند، هرچند تفاوتهایی نیز نسبت به یکدیگر نشان دادند (شکل ۱).

بر اساس نتایج بیشترین مقدار شاخص L* در پوست رقم نادری بادرود ارزیابی شد. پوست ارقام قجاق، شیرین‌شهوار و گل تفتی نیز دارای شاخص L* بیشتری از پوست سایر ارقام بودند. کمترین شاخص L* پوست در رقم شیشه کپ فردوس و در درجه بعدی در ارقام ملس ساوه و خزر بردسکن مشاهده شد. با گذشت زمان آزمایش شاخص L* پوست میوه به طور معنی‌دار در تمامی نمونه‌ها کاهش یافت. بررسی شاخص a* پوست نشان داد که بیشترین مقدار آن در رقم شیشه کپ فردوس و در درجه بعدی در ارقام خزر بردسکن و ملس یزدی مشاهده شد، درحالی که رقم نادری بادرود دارای کمترین شاخص a* در بین ارقام مورد مطالعه بود. نتایج همچنین نشان داد تغییرات شاخص a* پوست در طی زمان بر اساس نوع رقم متفاوت بود. بیشترین شاخص b* پوست در رقم نادری بادرود و کمترین مقدار آن در پوست رقم شیشه کپ فردوس اندازه‌گیری شد (داده‌ها نشان داده نشده است).

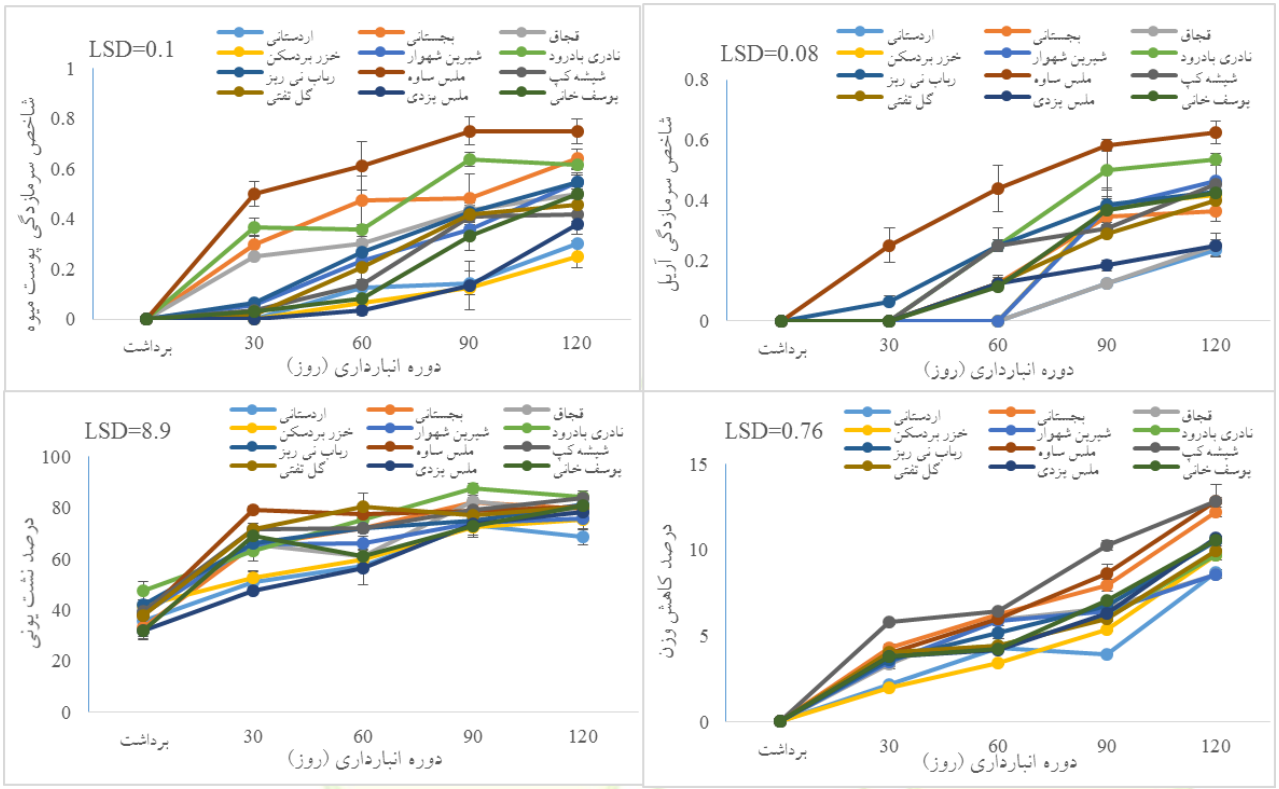
بررسی خصوصیات رنگ آریل نشان داد؛ بیشترین مقدار شاخص L* در آریل رقم شیرین شهوار بود. کمترین مقدار آن نیز در آریل ارقام اردستانی مه‌ولات و خزر بردسکن مشاهده شد. تغییرات شاخص L* بر اساس نوع رقم در طول دوره انبار متفاوت بود. به طور کلی ارقامی با رنگ آریل قرمز در مقایسه با ارقامی با رنگ آریل سفید دارای شاخص a* بیشتری بودند. بیشترین مقدار شاخص a* آریل در ارقام ملس یزدی و شیشه کپ فردوس و در درجه بعدی در ارقام یوسف خانی و اردستانی مه ولات مشاهده شد. کمترین مقدار نیز در ارقام شیرین شهوار و نادری بادرود و گل تفتی ارزیابی شد. تغییرات شاخص a* آریل در طی دوره انبارداری بر اساس نوع رقم متفاوت بود. از نظر شاخص b* آریل ارقام شیرین‌شهوار، نادری بادرود و بجستانی دارای بیشترین مقدار بودند. ارقام قجاق قم، خزر بردسکن، ملس ساوه، گل تفتی، ملس یزدی و ملس یوسف خانی مقدار متوسطی داشته و کمترین مقدار نیز به ترتیب در ارقام اردستانی مه ولات، رباب نی‌ریز و ملس ساوه مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده است).

در حالت کلی و بر اساس میانگین کل دوره انبارداری بیشترین درصد کاهش وزن مربوط به رقم شیشه کپ فردوس بود، در حالی که ارقام اردستانی مه‌ولات و خزر بردسکن کمترین کاهش وزن را داشته و سایر ارقام دارای درصد کاهش وزن متوسطی بودند. در تمامی ارقام با گذشت زمان انبارداری درصد کاهش وزن میوه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. البته نحوه تغییرات بر اساس نوع رقم تا حدودی متفاوت بود (شکل ۱).

در تمامی ارقام مورد مطالعه کمترین درصد نشت یونی در زمان برداشت مشاهده شد. با گذشت زمان انبارداری درصد نشت یونی نمونه‌ها به طور معنی‌داری در مقایسه با زمان برداشت افزایش یافت. در این بین، ارقام ملس ساوه، نادری بادرود، شیشه کپ فردوس، گل تفتی و رباب نی‌ریز دارای درصد نشت یونی بالایی بوده و اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر نشان ندادند. کمترین نشت یونی نیز در پوست سه رقم ملس یزدی، خزربردسکن و اردستانی مه‌ولات در طول انبار مشاهده شد (شکل ۱).

الگوی تغییرات مقدار مواد جامد محلول در طی انبار یکسان نبوده و بر اساس نوع رقم الگوهای متفاوتی مشاهده شد. در ابتدای انبارداری رقم ملس یوسف خانی دارای کمترین مقدار مواد جامد محلول در بین ارقام بوده ولی در انتهای انبارداری این رقم دارای مواد جامد محلول بالاتری نسبت به بیشتر ارقام بود، و یا رقم ملس ساوه در ابتدای انبارداری دارای مقدار مواد جامد محلول متوسطی در مقایسه با سایر ارقام بود ولی در انتهای انبارداری کمترین مقدار موادجامد محلول در این رقم مشاهده شد. همچنین بر اساس نتایج، رقم شیشه‌کپ فردوس دارای بیشترین درصد اسید قابل تیتر در طول این آزمایش بود. ارقام ملس یزدی، یوسف‌خانی، نادری بادرود نیز دارای درصد اسیدقابل تیتر بیشتری در مقایسه با سایر ارقام بودند. کمترین درصد اسیدقابل تیتر در ارقام شیرین‌شهوار، قجاق، اردستانی مه‌ولات و همچنین بجستانی

مشاهده شد. گل تفتی، خزر بردسکن و ملس ساوه درصد اسیدقابل تیتر متوسطی در مقایسه با سایر ارقام داشتند. درصد اسیدقابل تیتر بیشتر نمونه‌ها در طول دوره انبارداری به تدریج کاهش یافت (داده‌ها نشان داده نشده است)



شکل ۱- تغییرات در سرمازدگی پوست و آریل، درصد کاهش وزن و درصد نشت یونی ارقام تجاری انار ایران در طی دوره انبارمانی.

بنابراین بر اساس نتایج این پژوهش، بین ارقام انار بررسی شده از نظر مقاومت یا حساسیت به سرمازدگی و همچنین الگوی تغییر در خصوصیات کیفیت تفاوت وجود داشت. در پژوهشی مشابه Al-Kahtani (1992) تغییرات ۱۱ رقم انار موجود در عربستان را در طی نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد بررسی و نشان داد، ارقام پاسخ‌های متفاوتی به نگهداری پس از برداشت نشان دادند. نکته مهم بر اساس نتایج آزمایش حاضر این بود که، در ارقام حساس علایم سرمازدگی در همان ماههای اول انبارداری ظاهر گردید، در حالی که در ارقام مقاوم بعضا علایم سرمازدگی تا ماه سوم نیز قابل ملاحظه نبود. Elyatem and Kader (1984) در اولین مطالعه بر روی میزان حساسیت میوه انار رقم واندرفول به سرمازدگی گزارش کردند، زمانی که میوه‌ها به مدت هشت هفته در دمای پنج درجه سانتیگراد نگهداری شدند، خسارت سرمازدگی بروز نمود که با کاهش دما و افزایش مدت نگهداری، شدت خسارت نیز افزایش یافت.

نتایج آزمایش همچنین نشان داد که در بیشتر ارقام، سرمازدگی در پوست که شامل خشکیدگی و قهوه‌ای شدن بود، سریعتر و شدیدتر از سرمازدگی در آریل شیوع یافت. به طوری که برخی از ارقام با وجودی که دارای پوست نامناسبی بودند ولی آریل با کیفیتی، حتی در اواخر دوره انبارداری داشتند. Arendse و همکاران (2014a) نیز در بررسی اثر دمای نگهداری بر میوه انار رقم واندرفول نشان دادند، در طول آزمایش محتوای رطوبت آریل چندان تغییری نکرد، ولی رطوبت پوست شدیدا کاهش یافت که نشان می‌دهد کاهش رطوبت عمدتا از پوست اتفاق می‌افتد. در ادامه این پژوهشگران (Arendse et al., 2014b) نشان دادند که سفتی بافت میوه در ماه اول افزایش و سپس کاهش یافت، افزایش اولیه به دلیل کاهش سریع وزن از پوست و خشک شدن آن بود ولی کاهش متعاقب در سفتی به دلیل کاهش یکپارچگی

دیواره سلولی و یا به دلیل سرمازدگی اتفاق افتاد. بنابراین به نظر می‌رسد پوست میوه انار در برابر از دست دادن آب و سرمازدگی سریعتر دچار آسیب می‌شود، ولی با ایجاد بافتی چرمی و خشکیده از آریل‌ها محافظت می‌نماید.

در طی این پژوهش به طور مشخصی بین ارقام مورد بررسی رنگ‌های متفاوتی مشهود بود. ارقامی که رنگ پوست و یا آریل قرمزتری داشتند، شاخص a* بیشتر ولی شاخص b* و L* کمتری در مقایسه با ارقام سفیدتر داشتند. رنگ پوست (از زرد، ارغوانی، صورتی تا قرمز) و رنگ آریل (از سفید تا قرمز)، در کنار ویژگیهایی همانند اندازه میوه، سختی بذر، مقدار عصاره، ترشی، شیرینی و گسی از مهمترین ویژگهای ارقام انار می‌باشند (Pareek et al., 2015). بنابراین بین ارقام انار ایرانی از نظر پاسخ به دمای سرد انبار تفاوت وجود دارد و دمای مناسب هر رقم نیاز به بررسی دقیق‌تری دارد.

منابع

Al-Kahtani, H. A. 1992. Intercultivar differences in quality and postharvest life of pomegranates influenced by partial drying. Journal of the American Society for Horticultural Science. 117: 100–104.

Arendse, E., Fawole, O. A. and Opara, U. L. 2014a. Influence of storage temperature and duration on postharvest physico-chemical and mechanical properties of pomegranate fruit and arils. CyTA - Journal of Food. 12: 389–398.

Arendse, E., Fawole, O. A. and Opara, U. L. 2014b. Effects of postharvest storage conditions on phytochemical and radical-scavenging activity of pomegranate fruit (cv. Wonderful). Scientia Horticulturae. 169: 125–129.

Elyatem, S. M. and Kader, A. A. 1984. Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. Scientia Horticulturae. 24: 287–298.

Hmid, I., Elothmani, D., Hanine, H. et al. 2017. Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. Arabian Journal of Chemistry. 10: S2675–S2684.

Holland, D., Hatib, K. and Bar-Ya'akov, I. 2009. Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. Horticultural Reviews. 35: 127–191.

Levin, G. M. 2006. Pomegranate roads: A Soviet botanist's exile from Eden. Pomegranate Roads.

Pareek, S., Valero, D. and Serrano, M. 2015. Postharvest biology and technology of pomegranate. Journal of the Science of Food and Agriculture. 95: 2360–2379.

Sala, J. M. 1998. Involvement of oxidative stress in chilling injury in cold-stored mandarin fruits. Postharvest Biology and Technology. 13: 255–261.

Saltveit, M. E. and Morris, L. L. 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. Chilling Injury of Horticultural Crops: 3–15.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. and Valero, D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biology and Technology. 53: 152–154.

Zarei, A., Zamani, Z. and Sarkhosh, A. 2020. Biodiversity, germplasm resources and breeding methods. In: Sarkhosh, A., Yavari, A. M. and Zamani, Z. (Eds.), Pomegranate: Botany, Production and Uses. CABI, Wallingford. pp. 94–118.

Assessment of the response of Iranian commercial pomegranate cultivars to cold storage conditions

Orang Khademi[1*] and Mohammad Reza Vazifeshenas[2]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
2. Department of Agricultural and Horticultural Research, Yazd Agricultural and Natural Resource Research Center, AREEO, Yazd, Iran
[*]*Corresponding Author: o.khademi@shahed.ac.ir*

Abstract

Iran is recognized as the largest producer of pomegranates globally, with numerous cultivars cultivated across the country. In many fruits, differences in susceptibility to cold storage temperatures have been identified among cultivars. This variation requires investigation in pomegranate cultivars as well. Therefore, to evaluate the storability of important Iranian commercial pomegranate cultivars, fruits from 12 cultivars were collected from the Yazd Pomegranate Research Station and transferred to the postharvest laboratory of Shahed University. The fruits were stored at 4°C and high relative humidity (>80%) and evaluated at 0, 30, 60, 90, and 120 days. The results indicated that, redder cultivars had higher a* values but lower b* and L* values compared to whiter cultivars. Changes in these indices during the storage period varied based on the cultivar. The results also showed that peel chilling injury began in almost all cultivars from the 30th day of storage. However, the highest degree of peel chilling injury was observed in 'Malase Saveh', 'Naderie Badroud', and 'Bajestani' cultivars. The lowest degree of peel chilling injury was evaluated in the peel of three cultivars: 'Ardestani Mehvalat', 'Khazare Bardaskan', and 'Malase Yazdi'. Aril chilling injury started and then progressed at different times during storage depending on the cultivar. Overall, 'Malase Saveh' and 'Naderie Badroud' cultivars exhibited a higher degree of chilling injury compared to other cultivars. 'Ghojaghe Qom', 'Ardestani Mehvalat', and 'Malase Yazdi' cultivars had the lowest degree of chilling injury throughout the experiment. The results of elctro leakage confirmed the chilling injury findings. Furthermore, differences existed among cultivars in terms of qualitative characteristics, and changes in these characteristics during storage varied based on the cultivar. Therefore, Iranian pomegranate cultivars exhibit differences in their response to cold temperatures, and the optimal storage temperature for each cultivar requires more detailed investigation.

Keywords: Chilling injury, Cold storage, Cultivar, Pomegranate, Quality.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر پیش‌تیمارهای آب گرم و ۱- متیل سیکلوپروپن بر حفظ سفتی میوه خرمالو پس از رفع گسی با اتانول و دی‌اکسید کربن

مهران علامتی[۱]، اورنگ خادمی[۱*] و یاور شرفی[۱]
۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *o.khademi@shahed.ac.ir*

چکیده

خرمالو با نام علمی *Diospyros kaki* متعلق به خانواده آبنوس (Ebenaceae) می‌باشد. خرمالو به صورت تازه‌خوری مصرف می‌شود و بر اساس درجه گسی در زمان بلوغ به دو گروه گس و غیر گس تقسیم می‌گردد، که بیشتر ارقام مهم تجاری از انواع گس هستند. طعم گس خرمالو در اثر وجود تانن‌های محلول در بافت آن ایجاد می‌شود. لذا هر عاملی که تانن‌های محلول را به حالت غیرمحلول تبدیل کند گسی خرمالو را از بین می‌برد. اعمال تیمارهای رفع گسی جهت حذف طعم گس میوه خرمالو رایج هستند ولی این تیمارها معمولا با کاهش سفتی همراه می‌باشند. چنین میوه‌هایی از بازارپسندی خوبی برخوردار نبوده و به دلیل نرمی، حمل و نقل و نگهداری آنها با مشکل رو به رو است. در این پژوهش اثر پیش تیمارهای آب گرم و ۱-متیل سیکلوپروپن بر حفظ سفتی بافت دو ژنوتیپ خرمالو پس از تیمارهای رفع گسی دی‌اکسیدکربن و اتانول بررسی شد. نتایج نشان داد تیمارهای رفع گسی اتانول و دی‌اکسیدکربن با وجود موثر بودن در حذف طعم گس، در هر دو ژنوتیپ به طور معنی‌داری سفتی بافت را کاهش دادند. در ژنوتیپ مخروطی شکل هیچ یک از پیش تیمارهای اعمال شده اثر معنی‌داری روی حفظ سفتی نشان ندادند. ولی در ژنوتیپ مدور پیش تیمارهای اعمال شده به طور موثری سفتی بافت را در حین تیمارهای رفع گسی حفظ نمودند، که اثر ۱- متیل سیکلوپروپن بیشتر از اتانول بود. همچنین پیش تیمارها تاثیر منفی بر کارایی تیمارهای رفع گس نشان ندادند و به طور موثری می‌توانند قبل از تیمار رفع گسی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: پیش‌تیمار، تانن محلول، خرمالو، رفع گسی، سفتی.

مقدمه

خرمالو با نام علمی *Diospyros kaki* Thumb. متعلق به خانواده آبنوس (Ebenaceae) می‌باشد (Gazit and Adato1972). خرمالو به صورت تازه‌خوری مصرف می‌شود و بر اساس درجه گسی در زمان بلوغ به دو گروه گس و غیر گس تقسیم می‌شود که بیشتر ارقام مهم تجاری از انواع گس هستند (Taira, 1996). گسی عبارت است از برهمکنش بین تانن‌های محلول موجود در مواد غذایی با پروتئین‌های موجود در بزاق دهان که با ایجاد کمپلکس‌هایی با وزن مولکولی بالا طعم گس را به وجود می‌آورند. طعم گس خرمالو نیز در اثر وجود تانن‌های محلول در بافت آن ایجاد می شود. لذا هر عاملی که تانن‌های محلول را به حالت غیرمحلول تبدیل کند گسی خرمالو را از بین می‌برد (Itoo et al. 1986). گسی خرمالو با پیشرفت مرحله رسیدگی و نرم و ژله‌ای شدن میوه رفع می‌شود ولی چنین میوه‌هایی از بازارپسندی خوبی برخوردار نبوده و به دلیل نرمی، حمل و نقل و نگهداری آنها با مشکل رو به رو است (Khademi et al., 2010). طعم گس میوه خرمالو توسط روش‌هایی مانند، اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن، یخ خشک، منجمد کردن، خشک کردن، بخار اتانول و آب گرم از بین می‌رود. در بیشتر این تیمارها استالدئید تولید شده با تانن محلول ترکیب شده و طعم گس را از بین می‌برد (Taira,1996). منتهی تیمارهای رایج در رفع گسی معمولا با نرمی بافت میوه خرمالو همراه هستند (Salvador et al., 2004). میوه خرمالو دارای بافت نرم از کیفیت و بازارپسندی کمی برخوردار بوده و عواملی از جمله لهیدگی و حمله پاتوژن‌ها و انواع بیماری‌ها کیفیت این میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین، اعمال تیمارهایی که سفتی بافت میوه خرمالو را طی فرایند رفع گسی حفظ نمایند دارای ارزش تجاری قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. تیمارهایی از قبیل آب گرم و 1-MCP در حفظ سفتی میوه خرمالو در طول انبار سرد موثر گزارش شده‌اند و می‌توانند موثر باشند (Khademi et al., 2014).

امروزه تیمارهای دمایی به‌طور گسترده برای افزایش زمان انبارداری و کنترل بیماری‌های پس از برداشت محصولات کشاورزی به‌کار می‌روند. این تیمارها شامل بخار آب گرم، هوای داغ و غوطه‌وری در آب گرم هستند. با توجه به ایمنی بالا و هزینه پایین این روش‌ها، استفاده

از آن‌ها به‌عنوان یکی از راه‌های موثر برای افزایش ماندگاری پس از برداشت محصولات باغی توصیه می‌شود (Fallik, 2004). در پژوهشی خادمی و همکاران (۱۳۹۴)، نشان دادند تیمارهای آب گرم ۴۵°C به مدت ۳۰ دقیقه و ۵۰°C به مدت ۲۰ دقیقه برای خرمالوی بیشترین اثر را در افزایش عمر پس از برداشت نشان دادند. تیمار آب گرم با کاهش تولید اتیلن و مهار آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی، به حفظ سفتی بافت میوه کمک می‌کند (Khademi et al., 2014).

از سوی دیگر، ۱-متیل‌سیکلو پروپن (1-MCP) یک ترکیب قدرتمند ضد اتیلنی است که با اتصال به گیرنده‌های اتیلن (با ۱۰ برابر قدرت بیشتر نسبت به اتیلن)، اثر اتیلن و فعالیت آنزیم‌های مرتبط را مهار کرده و پیری و نرم‌شدن میوه را به تعویق می‌اندازد (Sisler et al., 1996). اثر اصلی این تیمار در پس از برداشت خرمالو، حفظ سفتی میوه از طریق کاهش اثرات اتیلن و کاهش بیان ژن‌های آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی مانند پلی‌گالاکتوروناز و پکتین‌متیل‌استراز گزارش شده است (Khademi et al., 2014).

با توجه به افزایش تولید خرمالوهای گس در ایران و کمبود مطالعات در زمینه فنآوری پس از برداشت این محصول، استفاده از روش‌های حذف گسی ممکن است باعث نرمی بیش از حد بافت میوه گردد. این مسئله می‌تواند بر کیفیت و بازارپسندی محصول تأثیر منفی بگذارد. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پیش‌تیمارهای آب گرم و ۱-متیل سیکلوپروپن بر حفظ سفتی خرمالوهای گس در طی فرآیند رفع گسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

میوه دو ژنوتیپ خرمالو، ژنوتیپ مخروطی و ژنوتیپ مدور (Khademi et al., 2022) در مرحله بلوغ تجاری از باغی در اطراف شهر قدس برداشت و به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه شاهد منتقل شد. در این مرحله میوه‌ها دارای رنگ مناسبی هستند ولی بافت آنها سفت و طعم گس دارند. میوه‌های سالم از هر ژنوتیپ انتخاب و به سه گروه، هر گروه دارای ۴۵ میوه تقسیم بندی شد. گروه اول به عنوان شاهد تیمار نشد و گروه‌های دوم و سوم به ترتیب با تیمارهای آب گرم (۴۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه) و ۱- متیل‌سیکلوپروپن (با غلظت ۱ میکرولیتر بر لیتر به مدت ۲۴ ساعت) تیمار شدند. در ادامه نمونه‌های هر گروه به سه زیر گروه تقسیم بندی شد. زیر گروه اول با گاز دی‌اکسیدکربن (اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن به مدت ۲۴ ساعت)، زیر گروه دوم با بخار اتانول (اتانول ۳۶٪ به مدت ۴۸ ساعت) و زیر گروه سوم به عنوان شاهد تیمار نشد. نمونه‌ها پس از تیمار در شرایط آزمایشگاه نگهداری و ده روز بعد، از نظر سفتی بافت و مقدار تانن محلول بررسی شدند.

سفتی بافت خرمالو با استفاده از دستگاه سفتی سنج دستی (مدل FT-011) با قطر پروپ ۴ میلی متر اندازه گیری و میانگین آن‌ها به‌عنوان سفتی بافت خرمالو بیان گردید.

اندازه گیری غلظت تانن‌های محلول نمونه‌ها پس از عصاره گیری با متانول ۸۰٪ توسط روش فولین دنیز انجام شد (Taira. 1996).

آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل ژنوتیپ، پیش تیمار (سه تیمار؛ شاهد، آب گرم و ۱-متیل سیکلوپروپن) و تیمارهای رفع گسی (شاهد، اتمسفر اشباع از دی‌اکسیدکربن و بخار اتانول) بودند. داده‌ها پس از بررسی نرمال بودن توسط نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها توسط آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) صورت گرفت.

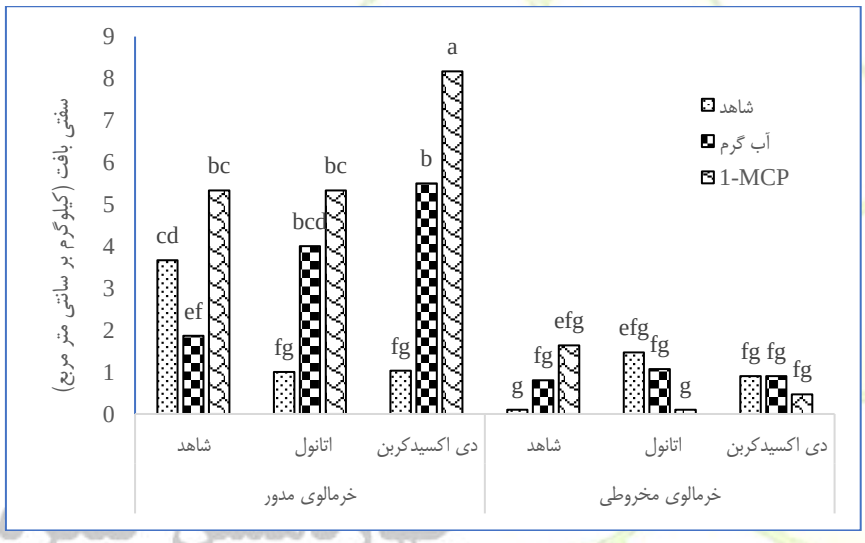
نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر برهمکنش سه گانه بین رقم، پیش تیمار و تیمار رفع گسی بر هر دو شاخص سفتی بافت و مقدار تانن محلول در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در خرمالوی مدور، تیمارهای رفع گسی (اتانول و دی‌اکسیدکربن) به طور معنی‌داری موجب کاهش سفتی بافت شدند. با این حال، پیش‌تیمارهای آب گرم و ۱-متیل سیکلوپروپن توانستند به طور مؤثری از این کاهش سفتی جلوگیری

نمایند. بیشترین میزان سفتی بافت در تیمار ترکیبی ۱-متیل سیکلوپروپن و دی‌اکسیدکربن مشاهده شد. در حالی که در نمونه‌های شاهد (بدون رفع گسی)، پیش‌تیمارها تأثیر معنی‌داری بر حفظ سفتی نداشتند (شکل ۱). در خرمالوی مخروطی، هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر سفتی بافت مشاهده نشد و تمامی نمونه‌های سفتی نامطلوبی داشتند.

فرآیندهای پس از برداشت خرمالو عمدتاً تحت تأثیر تنظیم هورمونی اتیلن و فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی قرار دارد. مطالعات نشان می‌دهد که اتیلن با القای بیان ژن‌های کدکننده آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی، مانند پلی گالاکتروناز و پکتین متیل استراز، منجر به تجزیه ماتریکس پکتینی دیواره سلولی و در نتیجه نرم شدن بافت میوه می گردد (Brummell, 2006). در این زمینه، تیمار با ۱-متیل سیکلوپروپن به عنوان یک آنتاگونیست رقابتی اتیلن، با اتصال برگشت ناپذیر به گیرنده‌های اتیلن از القای مسیرهای سیگنالینگ وابسته به اتیلن جلوگیری می‌نماید و رسیدن یا نرم شدن را به تاخیر می‌اندازد (Sisler and Serek, 1997). همچنین، تیمار آب گرم از طریق مهار بیان ژن‌های سنتز اتیلن (ACS و ACO) و کاهش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی، روند نرم شدن بافت را به تأخیر می‌اندازد (Salvador et al., 2007). این تیمارها با حفظ یکپارچگی ساختار دیواره سلولی و کاهش نرخ تنفس، سفتی بافت میوه خرمالو در پس از برداشت را حفظ می‌نمایند (Khademi et al., 2014).

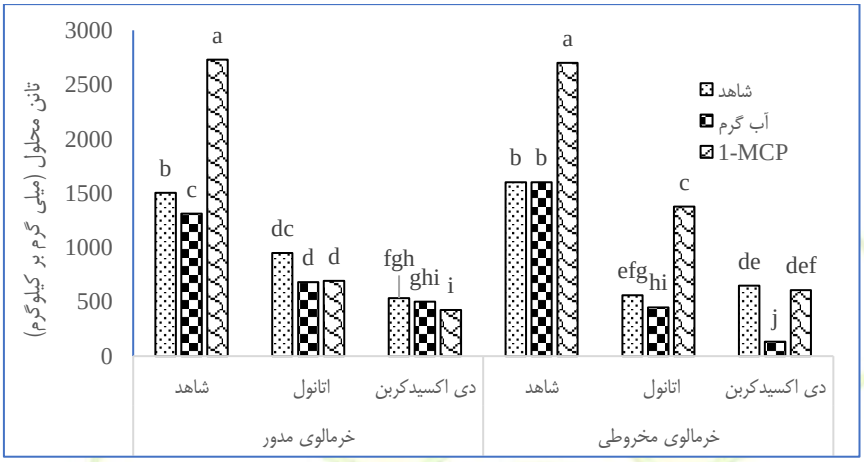


نمودار ۱- اثر برهمکنش ژنوتیپ، پیش تیمار و تیمارهای رفع گسی بر میزان سفتی بافت خرمالو. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن LSD می‌باشند.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، بیشترین غلظت تانن‌های محلول در نمونه‌های شاهد (بدون اعمال تیمار رفع گسی) مشاهده شد. کاربرد تیمارهای رفع گسی اتانول و دی‌اکسیدکربن در هر دو ژنوتیپ مورد مطالعه منجر به کاهش معنی‌دار محتوای تانن‌های محلول گردید. تیمار دی‌اکسیدکربن نیز در مقایسه با تیمار اتانول، کارایی بالاتری در کاهش تانن‌های محلول داشت. نتایج کمی نشان داد که در اکثر نمونه‌های تیمار شده با روش‌های رفع گسی، غلظت تانن‌های محلول به کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر رسید. بررسی اثرات پیش‌تیمارها نیز نشان داد که اعمال پیش‌تیمارهای آب گرم یا ۱-متیل سیکلوپروپن تأثیر معنی‌داری بر کارایی تیمارهای رفع گسی در کاهش غلظت تانن‌های محلول نداشت (نمودار ۲).

تانن‌های محلول موجود در سلول‌های اختصاصی موسوم به سلول‌های تانن (tannin cells)، عامل اصلی ایجاد طعم گس در ارقام گس خرمالو محسوب می‌شوند. بر اساس مطالعات Matsuo و Ito (1982)، تانن‌های خرمالو عمدتا از نوع فشرده (پروآنتوسیانیدین) بوده که دارای وزن مولکولی بالا و تعداد زیادی گروه هیدروکسیل در ساختار خود می‌باشند. این ویژگی‌ها موجب می‌شود تانن‌ها با پروتئین‌های بزاق واکنش داده و با تشکیل کمپلکس‌های نامحلول، احساس گسی ایجاد نمایند (Matsuo and Itoo, 1982). کاهش تدریجی تانن‌های محلول

در طول انبارداری ناشی از تشکیل کمپلکس بین تانن‌ها و پکتین‌های آزاد شده از دیواره سلولی می‌باشد (Taira et al., 1997). نکته جالب توجه این که در میوه‌های بیش از حد رسیده، اگرچه احساس گسی از بین می‌رود، اما تانن‌ها به صورت رسوب یافته در ساختارهای سلولی خاصی در پوست، بذر و گوشت میوه باقی می‌مانند (Nakano et al., 2003). تیمارهای رفع گسی با تولید عاملی موثر تانن محلول را قبل از مصرف به تانن غیرمحلول تبدیل و طعم گس را از بین می‌برد. بر اساس پژوهش‌ها، میوه زمانی غیرگس محسوب می‌شود که غلظت تانن‌های محلول آن به کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یابد (Yamada et al., 2002). بنابراین در این مطالعه، هر دو ژنوتیپ مدور و مخروطی مورد بررسی به تیمارهای رفع گسی (اتانول و دی‌اکسیدکربن) پاسخ مثبت نشان دادند. جالب توجه اینکه پیش‌تیمارهای اعمال شده (آب گرم و ۱–متیل سیکلوپروپن) هیچ تأثیر منفی بر کارایی فرآیند رفع گسی نداشتند.



نمودار ۲– اثر برهمکنش ژنوتیپ، پیش تیمار و تیمارهای رفع گسی بر مقدار تانن محلول خرمالو. داده‌های با حروف مشابه در نمودار فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به هم در سطح ۵٪ آزمون دانکن LSD می‌باشند.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای رفع گسی (به ویژه دی‌اکسیدکربن) به طور مؤثری موجب کاهش تانن‌های محلول و رفع گسی در هر دو ژنوتیپ مدور و مخروطی خرمالو شدند. با این حال، در حالی که پیش‌تیمارهای ۱–متیل سیکلوپروپن و آب گرم توانستند در ژنوتیپ مدور از کاهش سفتی بافت جلوگیری کنند، این تأثیر در ژنوتیپ مخروطی مشاهده نشد. این تفاوت پاسخ به تیمارها احتمالاً ناشی از تفاوت‌های ساختاری و فیزیولوژیکی دو ژنوتیپ می‌باشد. یافته‌های این تحقیق اهمیت انتخاب روش‌های بهینه پس از برداشت متناسب با ویژگی‌های ژنوتیپی را در حفظ کیفیت خرمالو مورد تأکید قرار می‌دهد.

منابع

خادمی اورنگ، زمانی، ذ.، مستوفی، ی.، کلانتری، س. و رسولی، م. ۱۳۹۴. رفتار فیزیولوژیکی میوه خرمالو، رقم کرج، در پاسخ به تیمار پس از برداشت آب گرم و دمای انبارداری. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۲(۴۸): ۱۳–۲۶.

De Ketelaere, B., Howarth, M. S., Crezee, L., Lammertyn, J., Viaene, K., Bulens, I. and De Baerdemaeker, J. 2006. Postharvest firmness changes as measured by acoustic and low-mass impact devices: A comparison of techniques. Postharvest Biology and Technology. 41(3): 275–284.

Fallik, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharvest Biology and Technology. 32(2): 125–134.

Gazit, S. and Adato, I. 1972. Effect of carbon dioxide atmosphere on the course of astringency disappearance of persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruits. Journal of Food Science. 37(6): 815–817.

Itoo, S. 1986. Persimmon. In: Monselise, S. P. (Ed.), Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press. pp. 355–370.

Khademi, O., Besada, C., Mostofi, Y. and Salvador, A. 2014. Changes in pectin methylesterase, polygalacturonase, catalase and peroxidase activities associated with alleviation of chilling injury in persimmon by hot water and 1-MCP treatments. Scientia Horticulturae. 179: 191–197.

Khademi, O., Erfani-Moghadam, J. and Rasouli, M. 2022. Variation of some *Diospyros* genotypes in Iran based on pomological characteristics. Journal of Horticulture and Postharvest Research. 5(4): 323–336.

Khademi, O., Mostofi, Y., Zamani, Z. and Fatahi, R. 2010. The effect of deastringency treatments on increasing the marketability of persimmon fruit. Acta Horticulturae. 877: 687–691.

Manning, K. 1993. Soft fruit. In: Seymour, G. B., Taylor, J. E. and Tucker, G. A. (Eds.), Biochemistry of Fruit Ripening. Springer.

Matsuo, T. and Ito, S. 1982. A model experiment for deastringency of persimmon fruit with the high carbon dioxide treatment: *In vitro* gelation of kaki-tannin by reacting with acetaldehyde. Agricultural and Biological Chemistry. 46(3): 683–689.

Nakano, R., Ogura, E., Kubo, Y. and Inaba, A. 2003. Ethylene biosynthesis in detached young persimmon fruit is initiated in calyx and modulated by water loss from the fruit. Plant Physiology. 131(1): 276–286.

Salvador, A., Cuquerella, J., Martínez-Jávega, J. M., Monterde, A. and Navarro, P. 2004. 1-MCP preserves the firmness of stored persimmon 'Rojo Brillante'. Journal of Food Science. 69(2): 69–73.

Sisler, E. C., Serek, M. and Dupille, E. 1996. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. Plant Growth Regulation. 18(3): 169–174.

Taira, S. and Ono, M. 1996. Reduction of astringency in persimmon caused by adhesion of tannins to cell wall fragments. Acta Horticulturae. 436: 235–242.

Yamada, M., Taira, S., Ohtsuki, M., Sato, A., Iwanami, H., Yakushiji, H., Wang, R., Yang, Y. and Li, G. 2002. Varietal difference in the ease of astringency removal by carbon dioxide gas and ethanol vapor treatments among oriental astringent persimmon of Japanese and Chinese origin. Scientia Horticulturae. 94(1–2): 63–72.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of hot water and 1-methylcyclopropene pretreatments on maintaining persimmon fruit firmness after astringency removal using ethanol and CO_2

Mehran Alamati[1], Orang Khademi[1*] and Yavar Sharafi[1]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
Corresponding Author: o.khademi@shahed.ac.ir

Abstract

The persimmon, *Diospyros kaki*, belongs to the Ebenaceae family. Persimmons are consumed fresh and are classified into two groups based on their astringency level at maturity: astringent and non-astringent, with most commercially important cultivars being of the astringent type. The astringent taste of persimmons is caused by soluble tannins in their tissue. Thus, any factor that converts soluble tannins into an insoluble form removes the astringency of persimmons. Deastringency treatments are commonly applied to remove the astringent taste of persimmon fruit, but these treatments are usually accompanied by a reduction in firmness. Such fruits lack good marketability, and due to their softness, their transportation and storage face challenges. In this research, the effects of hot water and 1-methylcyclopropene (1-MCP) pre-treatments on maintaining the tissue firmness of two persimmon genotypes after deastringency treatments (carbon dioxide and ethanol) were investigated. The results showed that while ethanol and carbon dioxide deastringency treatments were effective in removing astringency, they significantly reduced firmness in both genotypes. In the cone-shaped genotype, none of the applied pre-treatments had a significant effect on preserving firmness. However, in the round-shaped genotype, the applied pre-treatments effectively maintained firmness during deastringency treatments, with 1-methylcyclopropene showing a stronger effect than ethanol. Additionally, the pre-treatments did not negatively affect the efficiency of the deastringency treatments and can be effectively used before deastringency treatments.

Keywords: De-astringency, Firmness, Persimmon, Pre-treatment, Soluble tannins.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی برخی ویژگی‌های انبارمانی میوه به (*Cydonia oblonga* Mill.) رشد یافته زیر پوشش سایبان

مریم تاتاری[1]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *mtatari1@gmail.com*

چکیده

در این تحقیق به بررسی نقش سایبان در خصوصیات پس از برداشت میوه به رقم اصفهان پرداخته شد. هزار متر مربع از باغ به مجهز به سامانه سایبان و بخشی دیگر بدون سازه سایبان بررسی شد. میوه‌ها ۱۹۳ روز پس از تمام گل برداشت شده و به سردخانه با دمای ۱±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد منتقل شدند. در زمان برداشت و نیز پنج ماه پس از برداشت، مشخصات کیفی میوه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. محتوای پکتین و فنول پس از دوره انبارمانی پنج ماه، اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای زیر سایبان و بیرون سایبان نشان نداد، اما مقدار TSS (۱۸/۳۵ درصد) و شاخص طعم (۶/۴۴) پس از پنج ماه انبارمانی در میوه‌های زیر سایبان میانگین بیشتری را نشان داد. درصد کاهش وزن (۶/۴۱ درصد) و قهوه‌ایی شدن (۱/۸۳ درصد) کمتری در میوه‌های زیر سایبان پس از انبارمانی مشاهده شد. شاخص طعم بیشتر و نیز کاهش وزن و قهوه‌ایی شدن کمتر در انبارمانی میوه‌های رشد یافته در زیر سایبان از مزیت‌های کاربرد سایبان در باغ‌های به است.

واژه‌های کلیدی: پکتین، فنل، کاهش وزن، شاخص طعم، رقم به اصفهان.

مقدمه

ایران یکی از کشورهای مهم تولید کننده محصول به در جهان به شمار می رود، به طوری که در کشور ایران سطح زیر کشت این محصول از ۵/۱ هزار هکتار به ۷/۳ هزار هکتار افزایش یافته است (FAO, 2021). مهم‌ترین رقم مورد کشت و کار در ایران رقم به اصفهان است. این رقم از لحاظ کیفی بسیار مرغوب بوده و دارای عطر و طعم خاصی است. میوه به منبع مهم فیبر، پکتین و عناصری چون پتاسیم، فسفر و کلسیم بوده و دارای ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی است.

احداث باغ‌های میوه زیر پوشش پلاستیک از دهه ۱۹۹۰ برای جلوگیری از آسیب باران و تگرگ به میوه‌ها آغاز شد. امروزه از مواد بسیار با کیفیت‌تری به منظور عبور طول موج‌های مشخص نوری و با اهداف تاثیر بر زمان رسیدگی میوه، محافظت در برابر سرمازدگی و آسیب گرما و جلوگیری از حمله آفات استفاده می‌شود. وضعیت اقلیمی جهان، نگرانی اصلی در صنعت کشاورزی شده است. در بیش از ۳۰ سال گذشته دما در هر دهه تقریبا ۰/۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. این موضوع منجر به تنوع اقلیمی زیاد همچون کاهش دمای سالیانه شب و افزایش دمای سالیانه روز شده است. عوامل محیطی مثل کیفیت و کمیت نور، دمای کانوپی و خاک (Tinyane et al., 2018)، رطوبت نسبی (Blakey et al., 2016) و سرعت باد (Wachsmann et al., 2014) تحت تاثیر سایبان بوده است.

گزارشاتی در مورد تاثیر پوشش سایبان بر TSS و TA ارائه شده است. طبق این نتایج سایبان، مواد جامد محلول در میوه را کاهش می‌دهد، زیرا شدت نور نقش مهمی درتجمع TSS میوه دارد. کاهش اسیدیته قابل تیتر، در زیر سایبان‌های رنگی خصوصا تیره نسبت به شاهد به دلیل کاهش فعالیت فتوسنتزی و تجمع کمتر کربوهیدرات‌ها در میوه می‌باشد. نرجسی (Narjesi, 2021) شاخص طعم بالاتری را در درختان انار زیر پوشش در مقایسه با درختان شاهد گزارش نمودند. در این تحقیق، اثر سایبان بر درصد تشکیل میوه و درصد ریزش بررسی شد. همچنین خصوصیات کیفی میوه به در دو تیمار زیر و بیرون سایبان، در زمان برداشت و پس از پنج ماه انبارمانی با یکدیگر مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

این پروژه در باغ به شرکت کشاورزی فجر واقع در شهرستان نطنز استان اصفهان به اجرا درآمد. در این باغ درختان به رقم اصفهان بر روی پایه بذری زالزالک (*Crataegus azarolus*) پیوند شده‌اند و دارای عمر حدود ۲۰ سال بودند. فواصل درختان ۳ در ۵ متر بود. در اسفند ماه سال ۱۳۹۹، قطعه باغی به مساحت هزار متر مربع بر اساس الگوی متناسب با اندازه تاج درختان به سامانه سایبان مجهز گردید. سایبان بیش از ۶۰ درخت را پوشش داد. با توجه به اینکه در تحقیق قبلی، سایبان با سایه‌اندازی ۵۰ درصد برای باغ به توصیه شده بود (Tatari, 2024)، برای توری‌ها، از پوشش سبز با ۵۰ درصد سایه اندازی استفاده شد. قطعه‌ایی از مساحت باغ نیز به عنوان شاهد (بدون سایبان) مورد بررسی قرار گرفت.

برداشت میوه ۱۹۳ روز پس از تمام گل انجام شد (Tatari, 2023). برداشت از پنج درخت و از چهار جهت جغرافیایی هر درخت انجام شد. برای هر ترکیب تیماری (زیر و بیرون سایبان) سه تکرار و برای هر تکرار ۱۰ عدد میوه (در مجموع ۳۰ عدد میوه برای هر ترکیب تیماری) در نظر گرفته شد. میوه‌ها به سردخانه با دمای ۱±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد منتقل گردیدند. هر ترکیب تیماری در جعبه پلاستیکی جداگانه‌ایی قرار داده شد. در زمان برداشت و نیز پنج ماه پس از برداشت صفات مواد جامد محلول (TSS)، پکتین، فنول کل، اسید قابل تیتر (TA)، شاخص طعم، درصد قهوه‌ای شدن و درصد کاهش وزن میوه‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

داده‌های مربوط به قبل از برداشت با توجه به وجود دو تیمار با و بدون پوشش، به صورت t-test تجزیه و گزارش گردید. داده‌های حاصل از ثبت صفات در بعد از برداشت با استفاده از آزمایش فاکتوریل با دو عامل محیط (بیرون و زیر سایبان) و مدت زمان پس از برداشت (در آغاز انبارمانی و پنج ماه پس از انبارمانی) و بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۰ عدد میوه در هر تکرار برای ترکیب‌های تیماری مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD انجام گرفت. برای صفت درصد قهوه‌ای شدن سطحی تبدیل داده‌ها با فرمول ARCSIN انجام شد.

نتایج و بحث

در زمان برداشت، محتوای پکتین در میوه‌هایی که از زیر سایبان برداشت شده بودند، ۱/۷۲ برابر بیشتر از پکتین موجود در میوه‌های رشد یافته در بیرون سایبان بود. این اختلاف در مقدار پکتین در زمان برداشت معنی‌دار بود، اما پس از انبارمانی پنج ماهه، این اختلاف در مقدار پکتین کاهش یافت و معنی‌دار نبود (شکل ۱). وجود سایبان بر روی باغ، علاوه بر تاخیر در گل‌دهی، در رسیدن میوه نیز تاخیر ایجاد می‌کند. با توجه به اینکه در این تحقیق میوه‌های زیر و بیرون سایبان به طور هم‌زمان برداشت شدند، در زمان برداشت میوه‌های زیر سایبان مقدار پکتین بیشتری داشتند. پس از انبارمانی پنج ماهه اختلاف بین دو تیمار کاهش یافت. کاهش در مقدار پکتین میوه‌های زیر و بیرون سایبان به ترتیب ۶۷/۴۶ و ۵۴/۱۶ درصد بود. در پژوهش دیگری که بر روی ارقام مختلف به انجام گرفت، کاهش مقدار پکتین پس از دوره انبارمانی ۵۰ درصد بود (Tatari and mousavi, 2017).

در زمان برداشت محتوای فنل در زیر سایبان بیش از ۳/۵ برابر مقدار فنول در بیرون از سایبان بود. این اختلاف در مقدار فنل بین میوه‌های زیر و بیرون سایبان، پنج ماه پس از انبارمانی مشاهده نشد. کاهش محتوای فنل با گذشت دوره انبارمانی در زیر سایبان مشهود بود (شکل ۲). سایبان منجر به تاخیر در رسیدن میوه شده و کاهش در محتوای فنل کل دیرتر اتفاق می‌افتد. کاهش مقدار ترکیبات فنولی در شرایط انبار ممکن است به دلیل کاهش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمینولیاز باشد که نقش مهمی در فعال کردن مسیر بیوسنتز ترکیبات فنلی دارد (Tomaino et al., 2010).

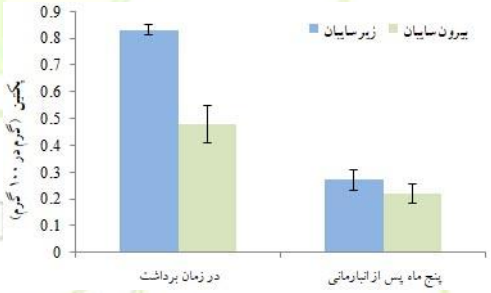
در هر دو تیمار، ماندگاری در انبار مقدار TSS میوه‌های به را افزایش داد. در زمان برداشت، مقدار این صفت در میوه‌های رشد یافته در بیرون سایبان بیش از میوه‌های زیر سایبان بود. پس از انبارمانی پنج ماهه، مقدار TSS در میوه‌های زیر سایبان با سرعت بیشتری افزایش یافته و میانگین بیشتری را نسبت به TSS میوه‌های بیرون از سایبان نشان داد (شکل ۳). می‌توان گفت میوه‌های رشد کرده در زیر سیستم سایبان به دلیل دریافت آب و مواد مغذی بیشتر (Tatari, 2024) تجمع مواد فتوسنتزی بیشتری دارند. در ابتدای برداشت به دلیل جذب کمتر

نور و تاخیر در رسیدن، هیدرولیز مواد قندی با تاخیر اتفاق می‌افتد، اما پس از انبارمانی به دلیل وجود مواد فتوسنتزی بیشتر، سطح مواد جامد محلول افزایش بیشتری می‌یابد.

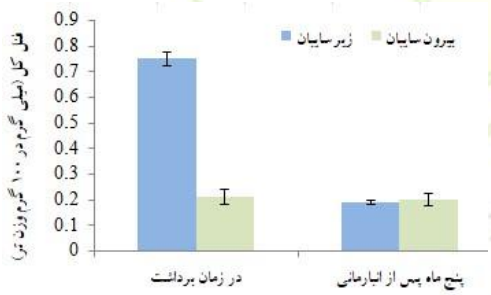
بیشترین مقدار شاخص طعم مربوط به میوه‌های برداشت شده از زیر سایبان و پنج ماه پس از انبارمانی بود، در حالی‌که میوه‌های رشد یافته در زیر سایبان در زمان برداشت، کمترین شاخص طعم را داشتند. انبارمانی پنج ماهه در هر دو تیمار شاخص طعم را افزایش داد، اما مقدار این افزایش در میوه‌های زیر سایبان بیشتر از میوه‌های فضای آزاد بود (جدول ۱). با توجه به اینکه TA بین دو تیمار اختلاف معنی‌داری نداشت، می‌توان گفت بیشتر بودن مقدار TSS در میوه‌های تحت تیمار سایبان منجر به بیشتر شدن شاخص طعم در این تیمار شده است. افزایش شاخص طعم میوه‌های انار در زیر پوشش سایبان توسط نرجسی (Narjesi, 2021) نیز گزارش شده است.

طبق جدول ۱، میوه‌های زیر سایبان درصد کاهش وزن کمتری را پس از انبارمانی نسبت به میوه‌های بیرون از سایبان نشان دادند. حجم میوه، قطر میوه و مقدار آب میوه‌های به زیر پوشش سایبان بیش از میوه‌های بیرون سایبان گزارش شد (Tatari, 2024) که می‌تواند در کاهش وزن کمتر در طی دوره انبارمانی دخیل باشد.

درصد قهوه‌ایی شدن در میوه‌های بیرون از سایبان بیش از میوه‌های زیر پوشش سایبان بود (جدول ۱). خوش‌قلب و همکاران (Khoshghalb et al., 2008) گزارش کردند که افزایش میزان قندها و اسیدهای آلی در میوه باعث تاخیر در قهوه‌ای شدن میوه می‌شود. بر این اساس بالاتر بودن میزان مواد جامد محلول در میوه‌های رشد کرده در زیر پوشش سایبان می‌تواند باعث تاخیر در قهوه‌ای شدن میوه‌ها در این تیمار باشد.



شکل ۱- مقایسه اثر سایبان و دوره بعد از برداشت بر پکتین میوه‌های به در شرایط زیر و خارج از سایبان.



شکل ۲- مقایسه اثر سایبان و دوره بعد از برداشت بر محتوای فنل میوه‌های به در شرایط زیر و خارج از سایبان.



شکل ۳- مقایسه اثر سایبان و دوره بعد از برداشت بر کل مواد جامد محلول میوه‌های به در شرایط زیر و خارج از سایبان.

جدول ۱- اثر تیمار سایبان و زمان ارزیابی بر شاخص طعم، درصد کاهش وزن و درصد قهوه‌ایی شده میوه‌های به.

تیمار سایبان	زمان ارزیابی	شاخص طعم	کاهش وزن (٪)	قهوه‌ای شدن (٪)

زیر سایبان	در زمان برداشت	۴/۰±۲۷/۶۲d	۰±۰c	۰±۰c
زیر سایبان	پنج ماه پس از انبارمانی	۶/۰±۴۴/۴۹a	۶/۲±۴۱/۱۴b	۱/۱±۸۳/۶b
بیرون سایبان	در زمان برداشت	۴/۰±۹۲/۲۶c	۰±۰c	۰±۰c
بیرون سایبان	پنج ماه پس از انبارمانی	۵/۰±۹۲/۲۷b	۱۰/۲±۹۵/۰۱a	۲۰/۸±۸۳/۰۱a

میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند در سطح پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌دار دارند.

منابع

خوش‌قلب، چ.، ارزانی، ک.، ملکوتی، م. ج. و برزگر، م. ۱۳۸۷. تغییرات قندها و اسیدهای آلی در حین رشد و انبارمانی و اثر آن بر ماندگاری، خصوصیات کیفی و عارضه قهوه‌ای شدن داخلی میوه در دو رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.). مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱۲(۴۵): ۱۹۳–۲۰۴.

نرجسی، و. ۱۴۰۰. تأثیر تیمارهای مختلف سایه‌دهی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار (رقم ملس ساوه). دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۳۱(۱): ۲۷۵–۲۹۳.

Blakey, R. J., van Rooyen, Z., Kohne, J. S., Malapana, K. C., Mazhawu, E., Tesfay, S. Z. and Savage, M. J. 2016. Growing avocados under shade netting. Progress Report-Year 2, South African Avocado Growers' Association Yearbook. 39: 80–83.

FAO. 2021. Faostat. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Tatari, M. 2023. Postharvest quality of new quince cultivar and promising genotype (*Cydonia oblonga* Mill.) in response to harvesting time and length of the cold storage period. Journal of Horticulture and Postharvest Research. 6: 1–14.

Tatari, M. 2024. Effect of shading nets on environmental conditions and fruit abscission in quince (*Cydonia oblonga* Mill.). Scientia Horticulturae. 323: 112450.

Tatari, M. and Mousavi, A. 2017. Impact of harvesting time and length of cold storage period on physiological and quality traits of four quince genotypes (*Cydonia oblonga* Mill.). Journal of Horticultural Research. 25: 67–79.

Tinyane, P. P., Soundy, P. and Sivakumar, D. 2018. Growing 'Hass' avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit ripening. Scientia Horticulturae. 230: 43–49.

Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C. and Saija, A. 2010. Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins. Biochimie. 92: 1115–1122.

Wachsmann, Y., Zur, N., Shahak, Y., Ratner, K., Giler, Y., Schlizerman, L., Sadka, A., Cohen, S., Garbinshikof, V., Giladi, B. and Faintzak, M. 2014. Photoselective anti-hail netting for improved citrus productivity and quality. Acta Horticulturae. 1015: 169–176.

Study of some storage characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit grown under shading nets

Maryam Tatari[1*]
1. Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Isfahan, Iran
[*]*Corresponding Author: mtatari1@gmail.com*

Abstract

In this research, the role of shading nets in the post-harvest characteristics of the Isfahan quince cultivar was investigated. One thousand square meters of a quince orchard was equipped with a shading system, and another part was examined without a shading structure. The fruits were harvested 193 days after full-bloom and were transferred to a cold store with a temperature of 0±1°C and a relative humidity of 95%. At the harvesting time and five months after harvest, the quality characteristics of the fruits were examined. The content of pectin and total phenol after five months of storage did not show a significant difference between inside and outside of the shade, but TSS (18.35%) and the taste index (6.44) showed a higher average in the fruits under the shade after five months of storage. Less weight loss (6.41%) and browning (1.83%) were observed in the fruits under the shade met after storage.. More taste index, less weight loss and less browning in the storage of fruits grown under the shade are some of the advantages of using a shade net in a quince orchard.

Keywords: Isfahan quince cultivar, Pectin, Phenol, Taste index, Weight loss.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

فناوری نوین افزایش عمر نگهداری میوه‌های گرمسیری تازه برش خورده (Fresh cut)

اعظم امیری[1*] و محمدرضا پورقیومی[1]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *amiriazam23@gmail.com*

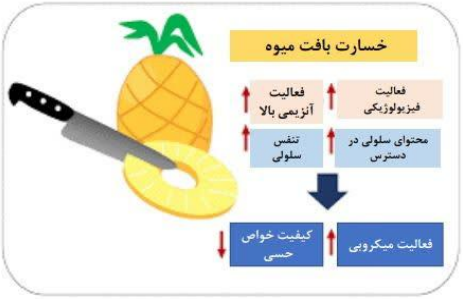
چکیده

میوه‌های تازه بریده شده به دلیل سهولت خرید آن‌ها در مراکز خرید به عنوان محصولات آماده مصرف و مزیت‌های مختلف از جمله سالم و تازه بودن آن‌ها مورد تقاضای مصرف کنندگان قرار گرفته است. بااین‌حال، عمر مفید آن‌ها به دلیل تغییرات فیزیولوژیکی و بلوغ کوتاه است. بنابراین، این بررسی شامل اطلاعاتی از دیدگاه‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبیولوژیکی، تغذیه‌ای و حسی در مورد مکانیسم‌های زوال میوه‌های گرمسیری تازه بریده شده است. علاوه‌براین، اطلاعات به روز شده در مورد فن‌آوری‌های مختلف، مانند بسته‌بندی فعال (پوشش‌های خوراکی)، نگهدارنده‌های طبیعی (آنتی اکسیدان‌ها)، و تیمارهای فیزیکی (تابش UV-C و ازن) ارائه می‌شود. وجود جایگزین‌هایی برای نگهداری میوه‌های تازه بریده شده گرمسیری هم برای مصرف‌کننده و هم برای تولیدکنندگان ضروری است، زیرا مصرف‌کننده می‌تواند محصولی باکیفیت به دست آورد که تمام خواص آن را بدون آسیب رساندن به آن حفظ کند و تولید کننده با داشتن زمان بیشتر برای فروش محصول، از مزایای اقتصادی برخوردار شود.

واژه‌های کلیدی: تازه برش‌خورده، پارامترهای فیزیکوشیمیایی، کیفیت حسی و میکروبیولوژیکی، میوه‌های گرمسیری، عمر نگهداری.

مقدمه

در سال‌های اخیر، مصرف میوه در بخش بزرگی از جمعیت به دلیل نگرانی فعلی برای سبک زندگی سالم افزایش یافته است. میوه‌ها منبع غنی ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر غذایی هستند که برای رژیم غذایی انسان ضروری هستند. با توجه به جمعیتی که به فعالیت‌های مختلف خود بسیار مشغول هستند و در نتیجه زمان کمتری برای تهیه غذای خود دارند، تمایل به تقاضای محصولات تازه، مغذی، راحت و به سرعت در دسترس مانند محصولات تازه بریده شده ایجاد شده است. بنابراین، میوه‌های تازه بریده شده یکی از سریع‌ترین بخش‌های صنایع غذایی در حال رشد را تشکیل می‌دهند. سازمان غذا و دارو (FDA) میوه تازه بریده شده را به عنوان هر میوه‌ای تعریف می‌کند که از نظر فیزیکی از حالت طبیعی خود با حداقل پردازش تغییر یافته است، مانند خرد کردن، پوست کندن، برش دادن، مارپیچی کردن، یا تکه‌شدن. میوه‌های تازه بریده شده بدون تیمار اضافی مانند بلانچ کردن، انجماد، کنسرو کردن، پختن یا اضافه کردن آب، شربت یا سس، تازه می‌مانند. این محصولات را می‌توان آماده مصرف در نظر گرفت، اما ممکن است قبل از بسته‌بندی برای استفاده توسط مشتری یا فروشگاه مواد غذایی، شسته شوند یا نشوند. میوه‌های تازه بریده شده می‌توانند شامل میوه‌های تکی یا مخلوط در بسته‌بندی یکسان باشند که راحتی، ارزش غذایی، طعم و تازگی زیادی را ارائه می‌کنند (Wiley et al., 2018). حفظ کیفیت میوه‌های تازه بریده شده به مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی هر میوه و شرایط محیطی مانند شرایط نگهداری، دما و رطوبت نسبت داده می‌شود. عیب اصلی میوه‌های تازه بریده شده، ماندگاری کوتاه آن‌ها است که اغلب کمتر از دو هفته است. میوه‌های تازه بریده یا با حداقل فرآوری، مستعد تغییرات شیمیایی، فیزیکی، میکروبیولوژیکی و حسی هستند. این امر بر بازارپسندی محصول تأثیر می‌گذارد و ارزش غذایی آن را کاهش می‌دهد و شیوع چندین آلودگی ناشی از مواد غذایی به محصولات تازه بریده شده مرتبط است. علاوه بر این، باید در نظر گرفت که بسیاری از عوامل دیگر مانند نوع بسته‌بندی، پردازش پس از برداشت، و نوع رقم و غیره می‌توانند بر محصول نهایی تأثیر بگذارند. میوه‌های کامل دارای یک مانع طبیعی (پوست) هستند که از آن‌ها در برابر فساد، میکروارگانیسم‌ها یا شرایط محیطی محافظت می‌کند. با این حال، این مانع معمولا در طول فرآوری میوه‌های تازه بریده شده برداشته می‌شود و آن‌ها را مستعد پوسیدگی می‌کند (Iturralde-García et al., 2022) (شکل ۱).



شکل ۱- تغییرات میوه تازه برش خورده.

تغییرات فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی میوه‌های تازه برش خورده گرمسیری

هنگامی که میوه‌ها تازه بریده یا حداقل فرآوری می‌شوند (پوست‌برداری، برش)، در معرض تغییرات شیمیایی، فیزیکی، حسی و میکروبیولوژیکی قرار می‌گیرند. زخم شدن در طول پردازش منجر به افزایش ترکیبات بی طعم، از دست دادن سفتی و تنفس، کاهش ماندگاری برش تازه و فرآیندهای پیری می‌شود. یکی از عوامل تخریب این محصولات تغییر رنگ است. برای مصرف کننده، اولین پارامتر ظاهر محصول مهم است، زیرا رنگ مشخصه هر محصول نشان دهنده تازگی و کیفیت آن است. پلی فنل اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD) آنزیم‌های اصلی هستند که باعث تخریب رنگ و تخریب سایر ویژگی‌های حسی مانند طعم و مزه در میوه‌های تازه بریده شده می‌شوند. کیفیت انبه تازه برش‌خورده به ارقام، بلوغ و کیفیت میوه در هنگام برداشت، حفظ کیفیت تا زمان آماده‌سازی، مرحله رسیدگی هنگام برش، روش آماده‌سازی (تیز بودن ابزار برش، اندازه و سطح قطعات برش، شستشو و حذف رطوبت سطح)، مراحل بعدی رسیدگی بسته‌بندی، حفظ درجه حرارت بهینه و زمان بین برداشت و مصرف بستگی دارد. میزان تنفس و تولید اتیلن در تکه‌های انبه فقط کمی بیشتر از انبه کامل بود. بنابراین، زخم شدن تأثیر جزئی بر فیزیولوژی انبه تازه بریده شده داشت که در افزایش عمر پس از برش مفید است. از طرف دیگر زخمی شدن باعث افزایش میزان از دست دادن آب، نرم شدن و قهوه‌ای شدن آن می‌شود (Wiley et al., 2017). آناناس، میوه‌ای با اندازه بزرگ و پوست کندن نسبتاً سخت است، برای تهیه و فروش به صورت برش تازه مناسب است آناناس تازه برش خورده در حال حاضر در بسیاری از سوپرمارکت‌ها و فروشگاه‌های زنجیره‌ای غذایی یافت می‌شود. ماندگاری آناناس تازه بریده شده به شدت به دمای نگهداری بستگی دارد و عمدتاً به دلیل تغییر رنگ قهوه‌ای، نشت آب و آلودگی میکروبی محدود می‌شود. محققان دیگر کاهش ماندگاری آناناس تازه را توصیف کرده اند که با کاهش ۱۰ درصدی محتوای ویتامین C و کاهش ۲۵ درصدی کاروتن‌ها در طول دوره اول نشان داده شده است (Benítez et al., 2014).

تکنولوژی‌های نوین حفظ میوه‌های تازه برش خورده گرمسیری

پوشش‌های خوراکی

فیلم‌ها و مواد پوشش دهنده خوراکی باید برای مصرف انسان ایمن و بدون ضرر باشند، زیرا قبل از مصرف محصول حذف نمی‌شوند و نباید طعم، بافت، بو یا ظاهر محصول اصلی را تغییر دهند. این فناوری‌های نوظهور می‌توانند خواسته‌های مشتریان را برای محصولات طبیعی‌تر، مغذی‌تر، آماده‌تر برای خوردن و با حداقل فرآوری بدون تولید ضایعات برطرف کنند. علاوه بر این، فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ممکن است تا حدودی جایگزین بسته‌بندی‌های پلاستیکی با مواد طبیعی و زیست تخریب‌پذیر شوند. بنابراین، استفاده از آن‌ها می‌تواند به طور قابل توجهی الزامات بسته‌بندی و مشکلات دفع ضایعات را کاهش دهد (Tabassum et al., 2020). پوشش کیتوزان (۰.۲۵٪) برای حفظ سفتی و رنگ کمتر موثر بود، اما رشد میکروبی انبه رقم Tommy Atkin تازه بریده شده را در طی ۹ روز نگهداری در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد مهار کرد (Djioua et al., 2010). غوطه‌وری لاکتات کلسیم (۰.۵٪) همراه با استفاده از فیلم با نفوذپذیری کم، کیفیت آناناس

تازه بریده شده را تا ۱۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با تاخیر در فرآیند رسیدن و کاهش نشت آب و از دست دادن درخشندگی حفظ کرد (Benítez et al., 2014).

نگهدارنده‌های طبیعی

پوست کندن، بریدن یا برش با از دست دادن یکپارچگی غشای میوه‌ها به چندین عامل استرس مرتبط است که می‌تواند گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) تولید کند. ROS می‌تواند به عنوان پیام رسان ثانویه در پدیده‌های مختلف فیزیولوژیکی حیاتی عمل کند. با این حال، ROS همچنین باعث آسیب اکسیداتیو تحت شرایط استرس می‌شود. اسید اسکوربیک فراوان‌ترین و گسترده‌ترین ترکیب آنتی اکسیدانی است که مورد مطالعه قرار گرفته است. مکانیسم اثر آن از طریق اهدای الکترون به طیف گسترده‌ای از واکنش‌های آنزیمی و غیر آنزیمی است. آنتی‌اکسیدان‌های خوراکی مانند سیتریک اسید و آسکوربیک اسید به طور گسترده‌ای برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی در میوه‌ها و سبزی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Perez-Gago et al., 2006). غوطه‌ور کردن برش‌های آناناس در محلول (۰.۲۵٪ آسکوربیک اسید و ۱۰٪ ساکارز) به مدت ۲ دقیقه و بسته‌بندی با MA حاوی ۴٪ O 2 + 10% CO2 ماندگاری آناناس تازه برش‌خورده را به مدت۷ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با کاهش سرعت تنفس، تولید اتیلن و رنگ و غیره و همچنین بافتی غیر طبیعی افزایش داد (Iturralde-García et al., 2022).

تیمارهای فیزیکی

اشعه UV-C

کاربردهایی که در میوه‌های تازه برش داده شده به استفاده از اشعه UV-C نسبت داده شده است شامل مهار فرآیند قهوه‌ای شدن (کاهش PPO)، افزایش ماندگاری، حفظ کیفیت مطلوب در طول نگهداری، تاخیر در رسیدن، کاهش نرم شدن، و اجتناب از طعم‌های نامطلوب می‌باشد. گزارش شده که قرار گرفتن تکه‌های انبه در معرض تابش UV-C به مدت ۱۰ دقیقه به نظر می‌رسد یک روش خوب برای بهبود ظرفیت آنتی اکسیدانی کل با افزایش فنول‌ها و محتویات فلاونوئیدی انبه‌های تازه بریده شده رقم Tommy Atkin با نگهداری به مدت ۱۵ روز در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، باشد (Iturralde-García et al., 2022). بااین‌حال، این تیمار باعث کاهش محتوای ویتامین C و کاروتنوئیدها شد. تیمار نور پالسی استحکام، رنگ و خواص تغذیه‌ای انبه تازه بریده شده رقم Kent را در طول نگهداری به مدت ۷ روز در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد حفظ کرد (Charles et al., 2013).

ازن

تیمارهای ازن آبی و گازی باعث ایجاد کاهش در سرعت تنفس در محصولات تازه بریده می‌شوند و باعث غیرفعال شدن آنزیم‌های بیوسنتزی می‌شوند که مسئول فعالیت‌های متابولیکی مختلف از جمله بیوسنتز اتیلن برای مدت کوتاهی هستند و ظرفیت آنتی اکسیدانی و محتوای فنلی کل را بدون کاهش کیفیت حسگر در طول ذخیره‌سازی آن افزایش می‌دهند (Yeoh and .Forney, 2014)

جدول ۱- برخی تیمارهای کاربردی در افزایش عمر میوه‌های تازه برش خورده گرمسیری.

نوع میوه	تیمار	شرایط نگهداری	نتایج	منبع
انبه	پوشش خوراکی (کاراگینان+موم زنبور عسل)	۶ روز در ۶ درجه سانتی‌گراد	جلوگیری از کاهش وزن کاهش آلودگی میکروبی حفظ مواد غذایی و رنگ	Afifah et al. 2019
انبه	عصاره بذر انبه		افزایش عمر نگهداری افزایش پلی‌فنول	Bernal-Mercado et al. 2018

			افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی	
پاپایا	پوشش خوراکی (آلژینات+ اسانس پونه)	۱۲ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد	جلوگیری از کاهش وزن افزایش خواص حسی	Tabassum et al. 2020
پاپایا	گاز ازن	۹/۲ میکرولیتر/لیتر	افزایش مواد فنولی کاهش اسید آسکوربیک	Yeoh, and .Forney. 2014

منابع

Afifah, N., Ratnawati, L. and Darmajana, D. 2018. Evaluation of plasticizer addition in composite edible coating on quality of fresh-cut mangoes during storage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019: 012029.

Benítez, S., Soro, L., Achaerandio, I., Sepulcre, F. and Pujolá, M. 2014. Combined effect of a low permeable film and edible coatings or calcium dips on the quality of fresh-cut pineapple. Journal of Food Process Engineering. 37: 91–99.

Bernal-Mercado, A. T., Ayala-Zavala, J. F., Cruz-Valenzuela, M. R., Gonzalez-Aguilar, G. A., Nazzaro, F., Fratianni, F., Miranda, M. R. A. d. and Silva-Espinoza, B. A. 2018. Using sensory evaluation to determine the highest acceptable concentration of mango seed extract as antibacterial and antioxidant agent in fresh-cut mango. Foods. 7: 120.

Charles, F., Vidal, V., Olive, F., Filgueiras, H. and Sallanon, H. 2013. Pulsed light treatment as new method to maintain physical and nutritional quality of fresh-cut mangoes. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 18: 190–195.

Djioua, T., Charles, F., Freire, M., Filgueiras, H., Ducamp-Collin, M. N. and Sallanon, H. 2010. Combined effects of postharvest heat treatment and chitosan coating on quality of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L.). International Journal of Food Science and Technology. 45: 849–855.

Iturralde-García, R. D., Cinco-Moroyoqui, F. J., Martínez-Cruz, O., Ruiz-Cruz, S., Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores, J. and Del-Toro-Sánchez, C. L. 2022. Emerging technologies for prolonging fresh-cut fruits' quality and safety during storage. Horticulturae. 8(8): 731.

Perez-Gago, M. B., Serra, M. and Del Rio, M. A. 2006. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. Postharvest Biology and Technology. 39: 84–92.

Tabassum, N. and Khan, M. A. 2020. Modified atmosphere packaging of fresh-cut papaya using alginate based edible coating: Quality evaluation and shelf life study. Scientia Horticulturae. 259: 108853.

Wiley, R. C. 2017. Preservation methods for minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. Springer US, Boston, MA. pp. 187–237.

Yeoh, W. K., Ali, A. and Forney, C. F. 2014. Effects of ozone on major antioxidants and microbial populations of fresh-cut papaya. Postharvest Biology and Technology. 89: 56–58.

New technology for prolonging shelf life of fresh- cut tropical fruits

Azam amiri[1*] and Mohammadreza Pourghayoumi[1]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
Corresponding Author: amiriazam23@gmail.com

Abstract

Fresh-cut fruits have been in great demand by consumers owing to the convenience of buying them in shopping centers as ready-to-eat products, and various advantages, such as the fact that they are healthy and fresh products. However, their shelf lives are brief due to their physiological changes and maturation. Therefore, this review includes information from the physicochemical ,microbiological, nutritional, and sensory points of view on the deterioration mechanisms of fresh-cut fruits. In addition, updated information is presented on the different emerging technologies ,such as active packaging (coatings, and modified atmospheres), natural preservatives (antioxidants), and physical treatments (UV-C radiationand ozone). The benefits and disadvantages of each of these technologies and the ease of their applications are discussed. Having alternatives to preserve fresh-cut fruit is essential both for the consumer and the merchant, since the consumer could then obtain a high-quality product maintaining all its properties without causing any damage, and the merchant would receive economic benefits by having more time to sell the product.

Keywords: Fresh cut, Physicochemical parameters, Sensory and microbiological quality, Storage, Tropical fruits.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر چالش‌ها، روش‌ها و فناوری نگهداری خارک رقم برحی

اعظم امیری[۱*]، سید سمیح مرعشی[۱] و مژگان مقدم[۱]

۱-پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *amiriazam23@gmail.com*

چکیده

میوه‌های خرما به دلیل ارزش غذایی بالا و فواید مختلف برای سلامتی، از ارزش تجاری و اهمیت معنوی و فرهنگی بالایی در کشورهای مختلف برخوردارند. برخی از ارقام محبوب خرما مانند برحی، خنیزی، مضافتی، خاصویی به دلیل خواص ارگانولپتیکی منحصر به فرد خود، از جمله بافت ترد، طعم خوشمزه و رنگ جذاب، در مرحله خارک برداشت می‌شوند. بنابراین، تقاضای مصرف‌کننده زیادی دارند و اهمیت قابل توجهی در بازار دارند. با این حال، میوه خرما در مرحله خارک با سه مشکل روبرو است: (۱) به دلیل رطوبت بالا و قند پایین، فاسدشدنی است (۲) به سرعت از مرحله خارک به رطب (رسیدن) تبدیل شده و دچار پلاسیدگی می‌شود و (۳) فصل برداشت خارک از نخل به دلیل سرعت رسیدن بالا، کوتاه است. بنابراین، به تأخیر انداختن رسیدن، حفظ تازگی، جلوگیری از فساد و افزایش ماندگاری، چالش‌های اصلی حفظ کیفیت میوه‌های خرما در مرحله خارک هستند. بر این اساس، این بررسی عوامل اصلی مسئول کاهش کیفیت و کاهش ماندگاری خرما در مرحله خارک را مورد بحث قرار داد. روش‌های نگهداری، نیازهای تحقیقاتی و چشم‌انداز آینده نیز مورد بحث قرار گرفت. شکی نیست که انبارداری خنک رایج‌ترین روش نگهداری تجاری میوه‌های خرما به صورت خارک است. با این حال، با توجه به فرصت کوتاه بازاریابی خرماها در مرحله خارک نگهداری شده در انبار خنک و افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان، استفاده تلفیقی از روش‌های دیگر در کنار نگهداری در انبار خنک برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت پس از برداشت ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات پس از برداشت، خرما، رسیدن، مرحله خارک، نگهداری.

مقدمه

میوه خرما در مرحله خارک تقاضای زیادی برای مصرف و اهمیت قابل توجهی در بازار دارد. به طور کلی، خارک به دلیل خواص حسی منحصر به فرد خود عمدتاً به عنوان میوه تازه مصرف می‌شود. با این حال، کاربردهای کمی از خرمای خارک به صورت فرآوری شده مانند ترشی، چاشنی و فرآورده‌های گوشتی نیز در منابع علمی ذکر شده است (Ghnimi et al., 2017). یکی از چالش‌های پیش روی بازاریابی خرمای خارک، فصل کوتاه برداشت است که در آن مقادیر زیادی از میوه‌ها روی نخل در مدت زمان کوتاهی به مرحله رسیدگی باغی می‌رسند. اصولاً، نخلداران محصول خود را در این مرحله برداشت می‌کنند تا به قیمت‌های بالای بازار دست یابند. در مقابل، تولید بالای میوه خارک باعث ضرر و زیان قابل توجهی می‌شود و افزایش مقدار خارک عرضه شده در بازار به نوبه خود منجر به کاهش شدید قیمت و سودآوری می‌شود (Alhamdan and Atia., 2017). میوه خرما، وقتی از خارک به مرحله رطب تبدیل می‌شود، در آن بافت میوه، نرم، رنگ آن، قهوه‌ای و طعم آن، شیرین‌تر می‌شود. با وجود این، میوه‌ها در مرحله رطب بیشتر مستعد زوال می‌شوند و ماندگاری آن‌ها کاهش می‌یابد که به نوبه خود منجر به کاهش قابل توجه تقاضای مصرف‌کننده و بازارپسندی میوه ها در مرحله رطب می‌شود (Ghafoor et al., 2022). شیوه‌های نامناسب انجام عملیات باغی ، به ویژه در زمان برداشت، می‌تواند بر کیفیت و انبارمانی میوه خارک تأثیر بگذارد و ممکن است روند رسیدن آن را تسریع کند. بر این اساس، مطالعات متعددی تأثیر روش‌های نگهداری بر کیفیت میوه خارک و حفظ انبارداری آن پس از برداشت را بررسی کرده‌اند. بنابراین، مطالعه مروری فعلی با هدف بررسی موارد زیر انجام شد: (۱) بررسی عوامل فیزیکوشیمیایی، مکانیکی و بیولوژیکی و تأثیر مخرب آن‌ها بر کیفیت میوه‌های خرما در مرحله خارک (۲) بررسی تکنیک‌های گذشته و جدید برای حفظ کیفیت و بهبود انبارمانی این میوه‌ها؛ (۳) تعیین نیازهای تحقیقاتی و چشم‌انداز آینده برای تبدیل تولید و عرضه خارک به یک صنعت نویدبخش و تجارت سودآور.

تغییرات متابولیکی و فیزیولوژیکی در طول رسیدن

میوه‌های خرما در طول فرآیند رسیدن، تحت مجموعه‌ای از تغییرات متابولیکی و فیزیولوژیکی متوالی قرار می‌گیرند که توسط عوامل متعددی از جمله ژنوتیپ، اندازه خوشه، دمای محیط، مدت زمان قرار گرفتن در معرض نور، آب و میزان کربوهیدرات و سطوح هورمونی

(عمدتاً جیبرلین، اکسین و اتیلن) کنترل می‌شوند. سیستم ژنتیکی هسته سلول، عامل حیاتی مؤثر بر فرآیند رسیدن خرما از طریق رونویسی ژن‌های محرک رسیدن و سنتز پروتئین‌های خاص در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، فرآیند رسیدن (پس از برداشت) می‌تواند تا حد زیادی تحت تأثیر دمای نگهداری، میزان تنفس، میزان رطوبت، اکسیژن و سطح اتیلن قرار گیرد (صراف و همکاران، ۲۰۲۱). شایان ذکر است که میزان تنفس و انتشار اتیلن در مرحله خارک در مقایسه با مراحل رطب و خرما، حداکثر بود. از دست دادن آب یک عامل حیاتی است که بر کیفیت پس از برداشت خرما تأثیر می‌گذارد. یک مطالعه نشان داد که میزان رطوبت به طور قابل توجهی از ۶۶٪ (در مرحله خارک) به ۴۳٪ (در مرحله رطب) کاهش یافته است. میوه خرما (در مرحله خارک) به دلیل ماهیت فرازگرای خود، هورمون اتیلن تولید می‌کند و در طول فرآیند بلوغ، یک سری تغییرات فیزیولوژیکی را پشت سر می‌گذارد که منجر به رسیدن کامل می‌شود (Ghafoor et al., 2022). به طور کلی، از زمان لقاح تا رسیدن، فرآیند رشد میوه خرما پنج مرحله دارد: (۱) حبابوک اولین مرحله پس از لقاح است و ۴ تا ۵ هفته طول می‌کشد که در آن میوه‌ها شکلی گرد، اندازه‌ای کوچک مانند نخود و رنگی سبز روشن دارند؛ (۲) کیمری میوه‌های نارس با شکلی بیضی شکل، بافتی سفت و رنگی سبز را نشان می‌دهد؛ همچنین، میوه‌ها افزایش سریعی در وزن و اندازه با رطوبت و غلظت تانن بالا دارند. این روند بسته به رقم، آب و هوا و مکان، ۹ تا ۱۴ هفته ادامه می‌یابد. (۳) خَارک مرحله بلوغ میوه است که در آن میوه‌ها قابل مصرف می‌شوند و به حداکثر اندازه و وزن خود می‌رسندو بافتی سفت و ترد، رنگ زرد یا قرمز و طعمی شیرین دارند. میوه در مرحله خَارک میزان ساکارز بالاتری نسبت به مراحل رطب و خرما دارد. همچنین، مرحله خَارک حدود ۳ تا ۵ هفته طول می‌کشد؛ (۴) رطب به میوه خرمای نرم و رسیده اشاره دارد؛ با این حال، در این مرحله رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر خرما کاهش می‌یابد در حالی که میزان قند افزایش می‌یابد که می‌توان آن را به تبدیل نشاسته به قند نسبت داد؛ این مرحله حدود ۲ تا ۴ هفته طول می‌کشد؛ (۵) مرحله تمر نشان دهنده میوه‌های کاملاً رسیده است که بافتی نرم‌تر، شکلی چروکیده، رنگ قهوه‌ای تیره با بالاترین میزان مواد جامد محلول، بالاترین شیرینی دارند. ادامه دارد به مدت ۲ تا ۴ هفته با پیشرفت رسیدن؛ (۳) شیرینی میوه به دلیل تبدیل نشاسته به قند افزایش می‌یابد (۴) گسی میوه به دلیل پلیمریزاسیون تانن‌ها به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد و این کاهش با پیشرفت رسیدن ادامه می‌یابد که منجر به بهبود طعم می‌شود (۵) وزن میوه در مرحله خارک افزایش می‌یابد و به حداکثر مقدار خود می‌رسد، اما با پیشرفت رسیدن در مرحله رطب، عمدتاً به دلیل از دست دادن آب، کاهش می‌یابد. بر این اساس، برای حفظ کیفیت و بازارپسندی خارک پس از برداشت، نیاز مبرمی به کاهش از دست دادن آب، به تأخیر انداختن رسیدن، حفظ بافت ترد و طعم و مزه مطلوب میوه با استفاده از روش‌های مختلف نگهداری وجود دارد (Abdelkarim et al., 2022).

روش‌ها و فناوری‌های افزایش عمر قفسه‌ای و عمر انبارداری خارک خرما

انبار سرد

میوه خارک به دلیل طبیعت فرازگرای خود، اتیلن (هورمون طبیعی رسیدن) تولید می‌کند و در معرض تغییرات فیزیولوژیکی پس از برداشت قرار می‌گیرد که منجر به رسیدن می‌شود. بنابراین، نگهداری در سردخانه برای کاهش تغییرات پس از برداشت از قبیل به تأخیر انداختن فرآیند رسیدن و تبدیل خارک به رطب بسیار مهم است (Ghafoor et al., 2022). گزارش‌های متعددی تأیید کرده‌اند که ذخیره‌سازی در سرما یک روش نگهداری مؤثر برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه خارک است. Sarraf و همکاران (2021) اظهار داشتند که ذخیره‌سازی در سرما می‌تواند تغییرات نامطلوب در کیفیت خرمای خارک، عمدتا طعم و بافت آن را به طور قابل توجهی کاهش دهد. این نویسندگان گزارش دادند که خرمای خارک باید در دمای ۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵ درصد نگهداری شود تا از دست دادن آب به حداقل برسد و رسیدن میوه به تأخیر بیفتد. علاوه بر این، حفظ دمای پایین در طول حمل و نقل، تحویل، توزیع، جابجایی و بازاریابی خرما برای حفظ کیفیت، حفظ سلامت و افزایش ماندگاری آن بسیار توصیه می‌شود. زیرا تغییرات رنگ، طعم و بافت را به حداقل می‌رساند، رشد میکروبی را به تأخیر می‌اندازد، از هجوم حشرات جلوگیری می‌کند و میزان و شدت ترش شدن را کاهش می‌دهد (Ibrahim et al., 2024). علاوه بر این، نگهداری میوه‌های خرما در دماهای پایین (زیر ۵ درجه سانتیگراد) از رشد باکتری‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کند. از آنجایی که رشد قارچ‌های تولیدکننده آفلاتوکسین مستقیماً تحت تأثیر دمای نگهداری قرار می‌گیرد، نگهداری خرمای خارک در سردخانه می‌تواند گزینه مؤثری برای جلوگیری از آلودگی آفلاتوکسین باشد. کارایی نگهداری در سردخانه عمدتاً تحت تأثیر (۱) کیفیت اولیه میوه‌ها، (۲) میزان اولیه آلودگی میکروبی و هجوم حشرات، و (۳) دمای اعمال شده قرار دارد. علاوه بر این، اجتناب از نوسانات دما در طول نگهداری در سردخانه برای کنترل رشد میکروبی بسیار مهم است (Sarraf et al., 2021).

اتمسفر تغییریافته (MAP)

نگهداری میوه خارک خنیزی در MAP (۲۰٪ CO2)، با استفاده از بسته‌بندی‌های مهر و موم شده با یک فیلم غیر قابل نفوذ، کاهش وزن میوه‌ها را در طول نگهداری به حداقل رساند، که پس از ۴ هفته کمتر از ۱٪ بود. TSS میوه خارک ۱۹٪ افزایش یافت؛ با این حال، افزایش TSS میوه‌های خارک نگهداری شده در MAP (۲۰٪ CO_2) کمتر از سایر تیمارها بود. میوه‌های خارک خنیزی نگهداری شده در ۲۰٪ CO_2 ، حفظ قابل توجه سفتی میوه، که یک شاخص اصلی رسیدن است، را با ۵۰٪ افزایش در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند. اگرچه امتیازات حسی در طول نگهداری کاهش یافت، خارک نگهداری شده در ۲۰٪ CO_2 ، پس از ۴ هفته نگهداری، حفظ بهتری از خواص حسی را نشان دادند و امتیاز کلی پذیرش ۵.۳ (کاهش ۱۸٪) که بر اساس مقیاس هدونیک ۹ امتیازی بالاتر از سایر تیمارها بود، به دست آمد (Aleid et al., 2012). MAP را می‌توان بدون افزودن گازها، که به عنوان MAP غیرفعال شناخته می‌شود، اعمال کرد، جایی که میوه‌ها O_2 را مصرف کرده و CO_2 را از طریق تنفس هوازی طبیعی تولید می‌کنند. این امر منجر به سطوح بالاتر CO_2 و سطوح پایین‌تر O_2 در داخل بسته‌بندی مهر و موم شده با پیشرفت زمان نگهداری می‌شود. مطالعه انجام شده در مورد تأثیر MAP غیرفعال بر ماندگاری میوه‌های خارک برحی نشان داد که MAP غیرفعال فعالیت‌های متابولیکی را کاهش داده، کاهش وزن را به حداقل رسانده و تاخیر در نرم شدن ورسیدن و حفظ کیفیت حسی و ماندگاری میوه های خارک را تا ۲۰ روز در شرایط نگهداری در یخچال افزایش می‌دهد. با این حال، طراحی نامناسب MAP ممکن است بر خواص حسی تأثیر منفی بگذارد و ماندگاری محصول نگهداری شده را کوتاه کند.

پوشش‌های خوراکی

پوشش‌های خوراکی بر پایه کیتوزان غنی‌شده با عصاره‌های طبیعی، سفتی بافت میوه خارک خرما رقم برحی و خواص حسی و کیفیت میوه‌ها را حفظ کرده، رشد کپک را مهار کرده و ماندگاری را تا ۴ هفته افزایش داده‌اند. خرماهای پوشش داده شده با کیتوزان و عصاره پوست پرتقال کمترین تغییرات را در پارامترهای تخریب کیفیت نشان دادند. یعنی کاهش رطوبت ۹ درصد، افزایش TSS ۲۳ درصد، کاهش pH ۹ درصد، افزایش TTA ۴۲ درصد، کاهش محتوای فنلی ۲۵ درصد، کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی ۲۲ درصد، کاهش مقدار L* ۱۳درصد، کاهش سفتی بافت ۹۶ درصد و کاهش پذیرش حسی ۸ درصد در پایان نگهداری (۴ هفته) را به دنبال داشت (Ghafoor et al., 2022). پوشش گوار، ژلاتین+گوار+کیتوزان و ژلاتین+گوار مؤثرترین تیمارها در به تأخیر انداختن رسیدن، کاهش از دست دادن رطوبت، حفظ محتوای ویتامین‌ها و پلی‌فنول‌ها، حفظ خواص حسی، مهار رشد باکتری‌ها و افزایش ماندگاری میوه خارک رقم برحی (۸ هفته) بودند (Abu-Shama et al., 2020). به طور مشابه، نشاسته نخود و پروتئین زئین مؤثرترین پوشش‌ها در به تأخیر انداختن رسیدن، به تأخیر انداختن زوال بافت، حفظ امتیازهای حسی بالاتر و افزایش ماندگاری خرمای خارک نگهداری شده در سردخانه بودند، در حالی که پوشش‌های نشاسته نخود+ موم کارنوبا و پروتئین زئین+ موم کارنوبا در جلوگیری از رشد قارچ بهتر بودند (Mehyar et al., 2014). همچنین، پوشش‌دهی با صمغ عربی با استفاده از روش اولتراسونیک، فرآیند رسیدن را به تأخیر انداخت، تغییرات رنگ و کاهش وزن را به حداقل رساند، کیفیت را حفظ کرد و ماندگاری میوه‌های خارک رقم برحی را تا ۸ هفته تحت شرایط دمایی پایین افزایش داد (Mohammed et al., 2014).

عصاره‌های طبیعی

تیمار نمودن میوه خارک رقم برحی نگهداری شده در سردخانه با عصاره‌های طبیعی به روش غوطه‌وری، کیفیت و ماندگاری (۶ هفته) را در مقایسه با نمونه کنترل (۳ هفته) افزایش داد، از دست دادن رطوبت را کاهش داد، تغییرات رنگ را به حداقل رساند، سفتی میوه‌ها را حفظ کرد و رشد قارچ را مهار نمود (Alqahtani et al., 2023). این تیمار باعث از دست دادن رطوبت ۹٪، افزایش TSS ۱۵٪، کاهش pH ۱۵٪، افزایش TTA ۹۲٪، کاهش محتوای فنلی کل ۵۸٪، کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۴۴٪، کاهش مقدار L* ۱۷٪، کاهش سفتی ۹۲٪ و کاهش پذیرش حسی ۱۷٪ در پایان نگهداری (۶ هفته) شد. به طور مشابه، تأثیر عصاره‌های طبیعی + اسید لاکتیک به روش غوطه‌وری بر پارامترهای کیفی میوه خارک رقم برحی نگهداری شده در سردخانه بررسی شد. گزارش شد که این روش، افزایش ماندگاری، جلوگیری از کاهش رطوبت، تأخیر در تغییر رنگ، حفظ سفتی، به حداقل رساندن رشد میکروبی و حفظ خواص حسی میوه خارک نگهداری شده در سردخانه را در پی دارد (Alqahtani et al., 2023). علاوه بر این، پوشش میوه خارک رقم برحی با کیتوزان حاوی عصاره‌های کنجاله زیتون و/یا پوست پرتقال باعث بهبود نگهداری، حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه خارک نگهداری شده در سردخانه می‌شود (غفور و همکاران،

۲۰۲۲). با این حال، عصاره‌های گیاهی طبیعی را نمی‌توان به تنهایی برای افزایش ماندگاری میوه خارک استفاده کرد بلکه به عنوان یک روش کمکی در کنار نگهداری در سردخانه به کار می‌روند. علاوه بر این، برخی از عصاره‌های گیاهی ممکن است بر خواص حسی میوه‌های تیمار شده تأثیر بگذارند.

اسید لاکتیک

استفاده از اسید لاکتیک در فرآوری و نگهداری میوه و سبزیجات نیز توسط برنامه ملی ارگانیک در ایالات متحده آمریکا تأیید شده است. با این حال، مطالعات بسیار کمی در مورد پتانسیل استفاده از اسید لاکتیک برای حفظ ماندگاری میوه خارک را مورد بررسی قرار داده اند. تحقیقات اخیر گزارش داده‌اند که تیمارهای غوطه‌وری با اسید لاکتیک (۱٪)، ماندگاری خرمای خارک (رقم برحی) را در شرایط یخچالی تا ۴ هفته افزایش داده‌اند. نویسندگان اظهار داشتند که از دست دادن آب، نرم شدن میوه و رشد قارچ در نمونه‌های تیمار شده به حداقل رسیده است (Alqahtani et al., 2023). این مطالعه نشان داد که از دست دادن رطوبت ۹٪، افزایش TSS ۱۸٪، کاهش pH ۱۲٪، افزایش TTA 71% ۷۱٪، کاهش محتوای فنلی کل ۵۰٪، کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۴۴٪، کاهش مقدار L* ۲۲٪، کاهش سفتی ۹۲٪ و کاهش پذیرش حسی ۱۶٪ در پایان نگهداری (۴ هفته) رخ داده است. چنین یافته‌هایی نشان می‌دهد که اسید لاکتیک می‌تواند یک تیمار نویدبخش برای حفظ کیفیت، به حداقل رساندن فساد و به تأخیر انداختن رسیدن میوه خارک نگهداری شده در سردخانه باشد. با این حال، غلظت‌های بالاتر اسید لاکتیک (> ۱٪) اثرات نامطلوبی بر خواص حسی، به ویژه ظاهر و بو و ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات نگهداری شده نشان داد.

اولتراسونیک

فراصوت یک تکنیک غیر حرارتی محسوب می‌شود و در کاربردهای متعددی از جمله برخی روش‌های فرآوری و نگهداری مواد غذایی مانند خشک کردن، مایکروویو، پوشش خوراکی و نگهداری در سرما مورد استفاده قرار می‌گیرد. پتانسیل استفاده از تکنیک‌های فراصوت برای بهبود ماندگاری میوه‌ها بررسی شد. نویسندگان اظهار داشتند که فراصوت را می‌توان با روش‌های دیگری مانند آبگیری اسمزی، فیلم‌های خوراکی پیشرفته، خشک کردن، مایکروویو و نگهداری در سرما پشتیبانی کرد (Mohammed et al., 2014). در مورد خارک، مطالعات بسیار کمی تأثیر فراصوت را بر ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها بررسی کرده‌اند. یک مطالعه اخیر (Ibrahim et al., 2022) نشان داد که می‌توان از تیمار فراصوت برای بهبود پایداری نگهداری میوه خارک برحی استفاده کرد. این نویسندگان گزارش دادند که شرایط عملیاتی (شدت و زمان قرارگیری در معرض) و دمای نگهداری می‌تواند به طور قابل توجهی بر کیفیت فیزیکی، تغذیه‌ای و میکروبی خرما تأثیر بگذارد. آن‌ها دریافتند که تیمار فراصوت با شدت ۱۴۰ وات بر سانتی‌متر مربع به مدت ۵/۲ دقیقه و نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، کیفیت فیزیکی، میکروبی و تغذیه‌ای را حفظ کرده و ماندگاری خرمای خارک را تا ۲۱ روز افزایش می‌دهد. در پایان نگهداری (۳ هفته)، نویسندگان دریافتند که TSS ۱۰٪ افزایش، فنول کل ۲۵٪ کاهش، فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۱۷٪ کاهش، تغییر رنگ کل ۳۰٪ کاهش و سفتی ۹۰٪ کاهش برای میوه خارک تیمار شده با فراصوت و نگهداری شده در شرایط یخچال نشان داده است.

چشم‌انداز آینده

۱: حفظ کیفیت میوه‌های خارک خرما باید از مزرعه با انتخاب زمان دقیق برداشت، پیروی از روش‌های مناسب برداشت که در آن از آسیب‌ها، کبودی‌ها، سوراخ‌ها و شکستگی‌های میوه‌ها جلوگیری یا به حداقل برسد، با استفاده از روش‌های بهینه جابجایی و حمل و نقل (استفاده از زنجیره سرد در حین جابجایی و بازاریابی) و اعمال شرایط بهینه نگهداری آغاز شود. ۲: بهبود روش‌های نگهداری فعلی از طریق یافتن راه‌حل‌های نوآورانه برای محدودیت‌های اصلی فعلی، به عنوان مثال، استفاده از سیستم‌های هوشمند برای نظارت بر تغییرات ترکیب گاز در انبار با اتمسفر کنترل‌شده و یافتن فیلم‌های خوراکی شفاف برای جلوگیری از ظاهر نامطلوب صورت گیرد.۳: فناوری‌های پیشرفته مانند نور UV-C، نور پالسی، پرتوهای الکترونی، پلاسمای سرد، حساس‌سازی نوری، تابش یونیزه‌کننده، دی‌اکسید کربن با فشار بالا، پراکسید هیدروژن، ازن، آب الکترولیز شده و فناوری هردل باید برای حفظ کیفیت خرمای خارک مورد بررسی قرار گیرند. ۴. یافتن روش‌های کم‌هزینه، مؤثر و کاربردی برای افزایش طول عمر انبارداری خارک پس از برداشت برای جمعیت‌های کم‌درآمد که نمی‌توانند زنجیره سرد پس از برداشت را فراهم کنند دنبال گردد. ۵: توسعه مواد پایدار، زیست‌تخریب‌پذیر، مؤثر و سازگار با محیط زیست برای بسته‌بندی میوه خرما بررسی شود.

منابع

Abdelkarim, D. O., Mohamed Ahmed, I. A., Ahmed, K. A., Younis, M., Yehia, H. M. and Zein El-Abedein, A. I. 2022. Extending the shelf life of fresh Khalal Barhi dates via an optimized postharvest ultrasonic treatment. Plants. 11: 1–17.

Abu-Shama, H. S., Abou-Zaid, F. O. F. and El-Sayed, E. Z. 2020. Effect of using edible coatings on fruit quality of Barhi date cultivar. Scientia Horticulturae. 265: 109262.

Aleid, S. M. and Al Saikhan, M. S. 2017. Effect of permeable modified atmosphere packaging on quality and shelf life of fresh 'Khenaizy' dates stored at low temperature. Journal of Food and Nutrition Research. 5: 503–509.

Alhamdan, A. M. and Atia, A. 2017. Non-destructive method to predict Barhi dates quality at different stages of maturity utilising near-infrared (NIR) spectroscopy. International Journal of Food Properties. 20: S2950–S2959.

Alqahtani, N. K., Alnemr, T. M., Al-Asmari, F. and Ali, S. A. 2023. Quality attributes of cold-stored Khalal Barhi dates treated with guava leaf extract and/or lactic acid as natural preservatives. Foods. 12: 1–14.

Alqahtani, N. K., Alnemr, T. M. and Ali, S. A. 2023. Effects of pomegranate peel extract and/or lactic acid as natural preservatives on physicochemical, microbiological properties, antioxidant activity, and storage stability of Khalal Barhi date fruits. Foods. 12: 1–15.

Atia, A., Abdelkarim, D., Younis, M. and Alhamdan, A. 2020. Effects of pre-storage dipping in calcium chloride and salicylic acid on the quality attributes of stored Khalal Barhi dates. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 13: 206–212.

El Hadrami, A. and Al-Khayri, J. M. 2013. Socioeconomic and traditional importance of date palm. Emirates Journal of Food and Agriculture. 25: 371–385.

Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Babiker, E. E., Mohamed Ahmed, I. A., Shahzad, S. A. and Alsawmahi, O. N. 2022. Quality attributes of refrigerated Barhi dates coated with edible chitosan containing natural functional ingredients. Foods. 11: 1–16.

Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A. and Kamal-Eldin, A. 2017. Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. NFS Journal. 6: 1–10.

Ibrahim, A. S., Sukor, R., Anwar, F., Murugesu, S., Selamat, J. and Siva, R. 2024. Nutritional, nutraceutical attributes, microbiological and chemical safety of different varieties of dates—a review. Future Foods. 10: 100421.

Mehyar, G. F., El Assi, N. M., Alsmairat, N. G. and Holley, R. A. 2014. Effect of edible coatings on fruit maturity and fungal growth on Berhi dates. International Journal of Food Science and Technology. 49: 2409–2417.

Mohammed, M., Alqahtani, N. K. and Ali, S. A. 2024. Development, RSM-based modeling, and process optimization of an ultrasonic coating system for extending the storage life of fresh fruits. Frontiers in Sustainable Food Systems. 8: 1403164.

Sarraf, M., Jemni, M., Kahramanoğlu, I., Artés, F., Shahkoomahally, S. and Namsi, A. 2021. Commercial techniques for preserving date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit quality and safety: A review. Saudi Journal of Biological Sciences. 28: 4408–4420.

Review on current challenges, preservation methods khalal of Barhi cultivar

Azam Amiri[1*], Seyyed Samih Marashi[1] and Mojgan Moghadam[1]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
Corresponding Author: amiriazam23@gmail.com

Abstract

Date fruits have high commercial value and spiritual and cultural importance in different countries due to their high nutritional value and various health benefits. Some popular date cultivars such as Barhi, khenaizy are harvested at the khalal stage due to their unique organoleptic properties, including crisp texture, delicious taste and attractive color. Therefore, they have high consumer demand and significant market importance. However, date fruit at the khalal stage faces three problems: (1) it is perishable due to high moisture and low sugar content; (2) it quickly turns from the khalal stage to the Rutb (ripening) stage and becomes shriveled; and (3) the khalal harvesting season from the palm is short due to the high rate of ripening. Therefore, delaying ripening, maintaining freshness, preventing spoilage and increasing shelf life are the main challenges in maintaining the quality of date fruits at the khalal stage. Accordingly, this review discussed the main factors responsible for the decline in quality and reduced shelf life of dates at the khalal stage. Preservation methods, research needs and future prospects were also discussed. There is no doubt that cold storage is the most common commercial storage method for date fruits in the form of khalal. However, given the short marketing window for dates in the khalal stage stored in cold storage and the increasing consumer demand, the combined use of other methods in addition to cold storage is necessary to increase shelf life and maintain post-harvest quality.

Keywords: Date palm, Khalal stage, Postharvest changes, Preservation, Ripening.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مروری بر آفات انباری در پس از برداشت خرما: روش‌ها و فناوری‌های کنترل و تغییرات کیفی

اعظم امیری[1*]، بهار راد[1] و کبری مکاریان[2]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران
*نویسنده مسئول: *amiriazam23@gmail.com*

چکیده

میوه خرما پس از برداشت در معرض آلوده‌شدن به چندین آفت انباری مهم از راسته سخت‌بال‌پوشان و بال‌پولکداران می‌باشد. ضد عفونی ارقام خرمای خشک و نیمه‌خشک خرما در حال حاضر با گاز متیل بروماید انجام می‌شود. ولی به دلیل اثرات تخریبی گاز متیل‌بروماید بر روی لایه ازن و توافق کشورهای جهان بر اساس پرتوکل مونترال مبنی بر منسوخ‌شدن کاربرد این گاز لازم به یافتن جایگزینی ایمن برای آن می‌باشد. در غیر این صورت در صادرات خرما در انقضای مدت مذکور با مشکلات جدی روبرو خواهیم شد. در حال‌حاضر بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده، چندین روش به‌عنوان یک گزینه جایگزین متیل بروماید در حال تحقیق می‌باشند. بر این اساس، در این بررسی راهکارهای کنترل آفات انباری خرما، تغییرات کیفی میوه پس از برداشت، نیازهای تحقیقاتی و چشم‌انداز آینده مورد بحث قرار گرفت. برای کاهش خسارت ناشی از آفات و حفظ کیفیت محصول روش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت که با تلفیق چند روش می‌توان این چالش را برطرف نمود.

واژه‌های کلیدی: آفات انباری، شرایط نگهداری، نخل خرما.

مقدمه

حجم ضایعات سالیانه پس از برداشت خرمای ایران در حدود ۴۰-۲۵ درصد است که این امر نشانه وجود ضعف‌هایی در مراحل تولید خرما می‌باشد (راد و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به جایگاه جهانی ایران در تولید این محصول و لزوم حفظ این جایگاه و همچنین نقش خرما در اقتصاد کشور به‌عنوان یک محصول استراتژیک بهینه‌سازی روش‌های تولید آن ضروری به نظر می‌رسد. از مهمترین مشکلات عمده تولیدکنندگان خرما صدمات ناشی از آفات انباری از جمله شب‌پره‌هندی (*Plodia interpunctella* (Hübner))، و شپشه‌دندانه‌دار (*Oryzaephilus surinamensis* L.) است. حشرات نه تنها با مصرف میوه باعث ایجاد خسارات می‌شوند، بلکه هنگام استفاده از میوه، فضولاتی را در داخل محصول بر جای می‌گذارند که باعث کاهش بازارپسندی می‌شود. مضاف براینکه محیط مناسبی را برای رشد و فعالیت عوامل قارچی و دیگر میکروارگانیسم‌ها فراهم می‌کنند. عدم‌مبارزه صحیح با آفات انباری را می‌توان یکی از این ضعف‌ها دانست. در حال حاضر برای ضدعفونی خرمای صادراتی ایران از گاز متیل‌بروماید استفاده می‌شود که با توجه به توافق جهانی موجود، کاربرد این ماده منسوخ شد (راد و گرشاسبی، ۱۳۸۸). لذا هر چه سریعتر باید روش‌های جایگزین برای این امر پیدا شود. از طرف دیگر پس از کاربرد هر روش ضدعفونی (فیزیکی یا شیمیایی) هر چند که روش‌های مذکور دارای راندمان بالا باشند، در صورت عدم‌حفاظت محصول ضدعفونی‌شده، احتمال آلودگی مجدد افزایش می‌یابد.

روش‌ها و فناوری‌های کنترل آفات انباری خرما

تیمارهای دمایی گرمادهی، سرمادهی

از آنجاکه حشرات نسبت به تغییرات دمای محیط حساس می‌باشند، بنابراین استفاده از دماهای مرزی (دماهای خارج از محدوده مناسب برای رشد و نمو حشرات) برای کنترل آفات می‌تواند به‌عنوان ابزاری عالی در صنعت مواد غذایی به‌کار رود (راد و گرشاسبی، ۱۳۸۸). تحقیقات انجام شده در آمریکا نشان می‌دهد که سرمادهی می‌تواند راهی عملی برای جلوگیری از آلودگی به آفات انباری در سیستم‌های IPM باشد و می‌تواند به‌عنوان جایگزین متیل‌بروماید در بعضی از شرایط به‌کار رود. اصولاً سه دامنه دمایی برای فعالیت حشرات وجود دارد که با عبارات مناسب (Optimum) ، نیمه‌مناسب (Suboptimum) و کشنده (Lethal) معرفی می‌گردند. در دامنه دمایی مناسب، حشره با بیشترین سرعت

به رشد و نمو و تولیدمثل می‌پردازد. در دامنه دمایی نیمه‌مناسب که در بالا یا پائین دامنه دمایی مناسب می‌باشد، حشرات کمتر سازگاری نشان داده، اما هنوز قادر به ادامه حیات و تولید مثل هستند. دماهای دامنه نیمه‌مناسب اگر چه باعث کشتن حشرات نمی‌شوند، ولی به علت کاهش رشد جمعیت آن‌ها، در مدیریت جمعیت آفات انباری قابل اعتنا هستند. دامنه دمایی کشنده در بالا یا پایین دامنه نیمه مناسب وجود دارد و باعث مرگ حشرات می‌شود در منابع موجود، بهترین دما برای رشد حشرات یعنی دمای مناسب را ۳۳ -۲۵ درجه‌سانتی‌گراد و دماهای پایین‌تر که باعث کند شدن رشد جمعیت حشرات می‌شود را بین ۲۵-۱۳ درجه سانتی‌گراد ذکر کرده‌اند (راد و گرشاسبی، ۱۳۸۸). انبارکردن مواد غذایی در ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد و بنابر بعضی منابع در ۱۵ درجه سانتی‌گراد باعث توقف کامل رشد و نمو می‌شود. همچنین در ۴/۴ درجه سانتی‌گراد رشد حشرات کاملاً متوقف و به دیاپوز رفته یا به تدریج خواهند مرد. بر اساس تحقیقات انجـــام شده دمای ۲۰/۵ -درجه سانتی‌گراد در یک هفته، تمام مراحل رشدی آفات انباری را خواهد کشت. البته عده‌ای از محققان دامنه دمای (۱۵ - تا ۲۵ -) درجه سانتی‌گراد را مناسب می‌دانند (بهبهانی و گلشن تفتی، ۱۴۰۱). طبق تحقیقات انجام‌شده در مرکز تحقیقات کشاورزی آمریکا تیمارهای سرمایی به خوبی قادر به کنترل مراحل تخم شب‌پره‌هندی (*Interpunctella Plodia*) که از آفات انباری خرما نیز می‌باشد، در میوه‌های خشک است. راد و گرشاسبی (۱۳۸۸) گزارش کردند دماهای زیر صفر در کنترل آفت به‌صورت مراحـل رشـدی حـشره کامـل و لارو خوب عمل‌کرده و تفاوتی با تیمار ضدعفونی توسط فستوکسین نداشتند. ضدعفونی خرما رقم دیری و استعمران در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت توانست در کنترل آفات انباری همراه با حفظ کیفیت محصول موثر واقع شود (بهبهانی و گلشن تفتی، ۱۴۰۱).

پرتوتابی با اشعه‌ها و مایکروویو

بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده پرتودهی را می‌توان یکی از روش‌های مؤثر برای جلوگیری از آفات انباری و در نتیجه کاهش مصرف سموم دانست. هم اکنون این روش در بسیاری از کشورها بر روی محصولات غذایی مختلفی از جمله خشکبار، خرمای خشک و نیمه خشک به‌کار می‌رود. تابش گاما برای حفظ خواص فیزیکوشیمیایی و کاهش بار میکروبی در میوه‌های خرما استفاده شده است. دُز پرتودهی ۵ kG در سه رقم خرما پیارم، زاهدی و دیری به‌طور کامل درصد آفات را مهار کرد. رقم دیری کمترین درصد آفات را داشت و مشخص شد پرتودهی با دُزهای بالا بهترین تأثیر در از بین‌بردن تخم، لارو و حشرات بالغ دارد تابش گاما در دزهای ۱، ۳ و ۵ کیلوگری به طور مؤثری کیفیت را حفظ کرده و عمر نگهداری انواع مختلف خرما را با کاهش بار قارچی و حفظ محتوای آنتی‌اکسیدانی افزایش داده است (زربخش و همکاران، ۱۳۹۷). علاوه‌براین، تابش فرکانس رادیویی (RF) نشان داده است که می‌تواند به ۱۰۰ درصد مرگ و میر آفات حشرات در خرما بدون تأثیر بر کیفیت میوه دست یابد (Garbati Pegna et al., 2017). در آزمایشی، تأثیر پرتو گاما بر رقم‌های Siwi از مصر، Sukkary از عربستان سعودی و زاهدی از عراق با دُزهای متفاوت پرتودهی گاما ۱ ۳ و ۵ kG تیمار و پس از آن به‌مدت ۸ ماه در دمای ۲±۲۵ درجه سانتیگراد انبار شده است. نتایج گویای آن بود که، در هر سه رقم وزن خشک و وزن گوشت در طول دوره‌ی انبارداری کاهش یافت، اما سرعت از دست‌دادن وزن در میوه‌های شاهد بیشتر از میوه‌های تیمار شده است (Abd El Bar et al.,2014). نتایج تحقیقات Farag و همکاران، (2013) نشان می‌دهد، پرتودهی گاما تأثیر قابل توجهی بر صفات کیفی میوهٔ خرما نداشته است، اما موجب از بین‌رفتن کامل آفات شده است. Zouba و همکاران (2009) قابلیت جایگزینی تیمار گرمایشی مایکروویو را به‌جای روش ضدعفونی شیمیایی با استفاده از متیل‌بروماید، در خرما بر آفت *Ectomyelois ceratoniae* را بررسی کردند. نتایج بیانگر مرگ و میر ۱۰۰ درصدی آفت بود و بعد از تیماردهی تغییر معنی‌داری در خواص کیفی محصول از قبیل رنگ و وزن ایجاد نشده بود. نتایج بررسی جلیلی‌مقدم و همکاران (۱۴۰۳) نشان داد که دُز کشنده ۹۰ درصد پرتو گاما برای حشره کامل شپشه‌ی‌دندانه‌دار روی رقم زاهدی معادل ۱۱۳۲.۳۳ گری و روی رقم مضافتی معادل ۱۱۷۲.۷۶ گری و برای لارو شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای روی رقم زاهدی معادل ۱۰۵۵.۱۶ گری و روی رقم مضافتی معادل ۱۱۲۶.۰۶ گری است. همچنین، دُز کشنده ۹۰ درصد پرتو بتا برای حشره کامل شپشه‌ی‌دندانه‌دار روی رقم زاهدی معادل ۱۱۶۰.۹۲ گری و روی رقم مضافتی معادل ۱۲۵۵.۹۷ گری و برای لارو شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای روی رقم زاهدی معادل ۱۱۷۷.۶۷ گری و روی رقم مضافتی معادل ۱۳۴۰.۱۶ گری است. در هر دو رقم، شیب افزایش شاخص بریکس با افزایش دُز پرتودهی در تیمارهای پرتودهی گاما بالاتر از بتا بود. مقدار قندهای احیاکننده با افزایش تدریجی سطح دُز تابش تا ۱۲۵۰ گری نسبت به شاهد کاهش یافت. در فاصله دُزهای ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ گری مقاومت نسبت به کاهش مقدار قند مشاهده شد. با افزایش دُز پرتودهی مقدار ترکیبات فنولیک به‌تدریج کاهش یافت. قدرت آنتی‌اکسیدانی آهن با افزایش دُز پرتودهی با شیب ملایمی افزایش نشان داد. تفاوت معنی‌داری بـین داده‌های پارامترهای رنگ در شاهد و تیمارهای پرتودهی مشاهده نشد. باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده پرتودهی میوه

خرمای ارقام زاهدی و مضافتی با دُزهای ۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰ گری ضمن کنترل دو آفت انباری مهم خرما، تأثیر منفی و معنی‌داری بر خواص بیوشیمیایی و ظاهری میوه این ارقام خرما به‌جا نگذاشت.

بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته (MAP) و خلاء

به‌طور کلی سه روش اتمسفری در مبارزه با آفات انباری مورد استفاده قرار گرفته است که شامل :جایگزینی نیتروژن، جایگزینی دی اکسیدکربن و کاهش فشار اتمسفری (خلاء) می‌باشند. اثرات دی اکسیدکربن روی گونه‌های مختلف آفات انباری مهم بررسی گردیده است. غلظت ۶۵ درصد دی اکسیدکربن و رطوبت نسبی ۹۵ درصد مرگ و میری معادل ۵۰ تا ۷۰ درصد بر روی سوسک‌های *Tlibolium* ایجاد می‌کند. تکرار این تیمار در نسل‌های مختلف باعث افزایش LT50 به مقدار جزیی می‌شود که نشان‌دهنده افزایش مقاومت در گونه مزبور می‌باشد. تیمار اعمال‌شده کلیه مراحل رشدی آفت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. البته مراحل رشدی تخم و لاروی دارای حساسیت کمتری نسبت به مرحله شفیره و بالغ می‌باشد . علاوه‌براین مقاومت در این مراحل نیز با سرعت بیشتری ظاهر می‌شود. در این مطالعات همچنین مشخص گردید که بین غلظت اکسیژن و دی‌اکسیدکربن ارتباط متقابلی در ایجاد تلفات بر روی آفت انباری مزبوردارد (Donahaye et al., 2002). در تیمار خرمای خشک با ۶۰-۷۰ درصد دی‌اکسیدکربن در مقایسه با تیمار سرمادهی ۱۸- مشاهده شد که ضمن کنترل بهتر آفات انباری و جلوگیری از آلودگی مجدد کیفیت خرماهای انباری به نحو بهتری حفظ گردید (Navarro. et. al. 2004). در مطالعات که بر روی سوسک‌های جنس *Rhizopertha* انجام‌شده میزان تحمل این آفت نسبت به کمبود اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن بالاتر از سوسک‌های Tribolium بوده است. ولی حساسیت شب پره‌های *Ephestia* نسبت به سوسک‌های *Tribolium* بالاتر است (Navarro et al., 2004). استفاده از روش اتمسفر تغییریافته با دی‌اکسیدکربن بالا جایگزینی مناسب و ایمن برای گازدهی با متیل‌بروماید به‌حساب می‌آید زیرا این گاز بی خطر است و باقیمانده شیمیایی بر جای نمی‌گذارد. البته دستیابی به بهترین نتایج به‌منظور حشره‌زدایی، استفاده از غلظت بالای دی‌اکسیدکربن همراه با غلظت کم اکسیژن می‌باشد (Elhadi,2006). تأثیر غلظت‌های بالای دی-اکسیدکربن در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده بر کیفیت خرمای سایر (استعمران) نشان داد که اتمسفر تغییریافته (Modified Atmosphere Packaging (MAP) حاوی ۸۵ درصد دی‌اکسیدکربن ۳ درصد اکسیژن ۱۲درصد نیتروژن، در ۴ درجه سانتی‌گراد بهترین نتایج را از نظر حشره‌زدایی و نگهداری خرمای رقم سایر داشت. (Dehghanshoar et al., 2007). یک راه استفاده از روش اتمسفر اصلاح‌شده، بسته‌بندی تحت خلأ می‌باشد، اما این روش‌ها نمی‌توانند باقی‌مانده اکسیژن را در بسته به‌طور مناسبی حذف نمایند و حدود ۰/۱ تا ۲ درصد اکسیژن باقی می‌ماند، لذا استفاده از جاذب‌های اکسیژن می‌توانند میزان اکسیژن را به کمتر از ۰/۰۱ درصد کاهش دهند و در این مقدار نگه دارند (خلیفه‌زاده و شهابی، ۱۳۹۷). محمدپور و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند بسته بندی‌های تحت خلا و اتمسفر تغییریافته غیرفعال هر دو به‌طور معنی‌دار تعداد میوه‌های آلوده به آفات انباری خرمای پیارم را نسبت به شاهد با مقادیر ۰/۶۴، ۱/۶۴، ۲۲/۲۹ درصد کاهش دادند. با گذشت زمان و از ماه دوم به بعد خسارت آفات در نمونه‌های شاهد در دمای محیط در مقایسه با نمونه‌های بسته‌بندی شدید بود و در پایان ماه پنجم، این اختلاف خسارت تعداد میوه‌های آلوده در هر بسته با مقادیر ۱، ۱، ۹ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بسته‌بندی خرما سبب حفظ بهتر pH نسبت به شاهد شد. راد و همکاران (۱۳۹۹) بیان کردند بیشترین مقدار قند کل در شرایط حداقل اکسیژن یعنی غلظت ۹۰ درصد نیتروژن و دی‌اکسیدکربن بود. بیشترین مقدار pH در بالاترین غلظت دی‌اکسیدکربن و دما ثبت شد. در تیمارهای دی‌اکسیدکربن با غلظت ۹۰ درصد و دماهای ۴۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، دی‌اکسیدکربن با غلظت ۸۰ درصد و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و نیتروژن با غلظت ۹۰ درصد و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد کنترل آفت ۱۰۰ درصد بود. این پژوهش نشان داد که بسته‌بندی میوه‌های خرما با پلی‌اتیلن و تیمارهای با ۹۰ درصد دی‌اکسیدکربن+ ۵ درصد اکسیژن و ۹۰ درصد نیتروژن +۵ درصد اکسیژن در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت برای ضدعفونی‌کردن خرما مناسب است. بهبهانی (۱۳۷۶) مناسبترین لایه پوششی جهت بسته‌بندی خرمای کبکاب و استعمران را با توجه به تغییرات کیفی و آلودگی به آفات و عوامل میکربی تعیین کرد. بر اساس نتایج این آزمایش در خصوصیات کیفی خرما در سه نوع بسته‌بندی پلی‌استیرن در شرایط خلاء، پلی‌آمید در شرایط معمولی و سلوفان در شرایط معمولی با پرس تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید، ولی با توجه به آلودگی آفات انباری بسته‌بندی اتوماتیک با لایه‌های پلی‌استیرن تحت شرایط خلاء و پلی‌آمید مناسب می‌باشد.

چشم‌انداز آینده

۱: بهبود روش‌های نگهداری فعلی از طریق یافتن راه‌حل‌های نوآورانه برای محدودیت‌های اصلی فعلی، به عنوان مثال، استفاده از سیستم‌های هوشمند برای نظارت بر آلودگی و عدم‌آلودگی و تعیین میزان خسارت محصول با آفت ۲: فناوری‌های پیشرفته مانند نور UV-C، نور پالسی، پرتوهای الکترونی، پلاسمای سرد، حساس‌سازی نوری، تابش یونیزه‌کننده، دی‌اکسیدکربن با فشار بالا، پراکسیدهیدروژن، ازن، آب الکترولیزشده و باید برای کنترل آفات انباری مورد بررسی قرار گیرند. ۳: یافتن روش‌های کم‌هزینه، مؤثر و کاربردی برای افزایش طول عمر انبارداری خرمای خشک و نیمه‌خشک در پس از برداشت برای جمعیت‌های کم‌درآمد که نمی‌توانند زنجیره سرد پس از برداشت را فراهم کنند، دنبال گردد. ۴: توسعه مواد پایدار، زیست‌تخریب‌پذیر، مؤثر و سازگار با محیط زیست برای بسته‌بندی میوه خرما بررسی شود.

منابع

بهبهانی، ل. ۱۳۷۶. بررسی و تعیین مناسب‌ترین لایه پوشش جهت بسته‌بندی خرمای کبکاب و استعمران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۳۴.

بهبهانی، ل. و گلشن تفتی، ا. ۱۴۰۱. روش حرارتی برای کنترل آفات انباری در ارقام خرمای استعمران و دیری. نشریه فنی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

جلیلی مقدم، م.، نوزری، ج.، لطیفیان، م.، شیرمردی، س. پ. و ابراهیم‌زاده موسوی، س. م. ع. ۱۴۰۳. تأثیر پرتو گاما و بتا بر آفات و خواص بیوشیمیایی ارقام خرمای زاهدی و مضافتی. تحقیقات مهندسی صنایع غذایی. ۲۳(۲): ۱۰۵–۱۲۸.

خلیفه‌زاده، ف. و شهابی قهفرخی، ا. ۱۳۹۷. بررسی ویژگی‌های انواع جاذب‌های اکسیژن در بسته‌بندی فعال مواد غذایی. علوم و فنون بسته‌بندی. ۹(۳۳): ۶–۱۵.

راد، ب. و گرشاسبی، م. ر. ۱۳۸۸. بررسی اثر کاربرد تیمار سرمادهی و نوع بسته‌بندی بر روی آفات انباری و کیفیت در خرمای رقم سایر. گزارش نهایی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

راد، ب.، لطیفیان، م.، مستعان، ا. و احمدی‌زاده، س. ۱۳۹۹. تأثیر تلفیقی اتمسفر تغییریافته، دما و بسته‌بندی بر خصوصیات کیفی میوه خرمای رقم سایر. تحقیقات مهندسی صنایع غذایی. ۱۹(۲): ۱۴۳–۱۵۸.

زربخش، س.، رستگار، س. و جوادپور، ص. ۱۳۹۷. ارزیابی تأثیر پرتو گاما بر آلودگی میکروبی و شاخص‌های کیفی سه رقم خرما (*Phoenix dactylifera* L.) در مدت انبارمانی. مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران). ۴۹(۱): ۱۴۹–۱۵۸.

محمدپور سوروئیه، ا.، تاج‌الدین، ب.، عسکری سیاهوی، م. و فامیل مؤمن، ر. ۱۳۹۵. تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته و بسته‌بندی تحت خلأ بر کیفیت و کنترل آفات انباری خرمای رقم پیارم. گزارش نهایی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

Abd El-Bar, O. H., Farag, S. A. and El-Magide, A. E. 2014. Effect of gamma irradiation on anatomical structure and quality attributes of some semi dry date palm fruits during storage. Horticultural Science and Ornamental Plants. 6(2): 100–108.

Dehghanshoar, Z., Hamidi Isfahani, Z. and Abbasi, S. H. 2007. The effect of high concentrations of carbon dioxide in packaging with modified atmosphere on quality of Sayer dates fruits. Journal of Agricultural Engineering Research. 8(4): 143–156.

Donahaye, E. J., Navarro, S., Rindner, M. and Azrieh, S. 2002. Sensitivity of the greater wax moth *Galleria mellonella* to carbon dioxide enriched modified atmospheres. Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection. 1: 692–696.

Elhadi, M. Y. 2006. Effect of insect quarantine treatments on quality of horticultural crops. Stewart Postharvest Review. 1: 18.

Farag, S. E. A., Shaltoot, A., Emam, M., El Nawawey, M. and El Dien, A. E. 2013. Physicochemical-microbiological studies on irradiated date fruits with studying migration monomers of packages materials. Journal of Microbial and Biochemical Technology. 5(1): 006–012.

Garbati Pegna, F., Sacchetti, P., Canuti, V., Trapani, S., Bergesio, C., Belcari, A., Zanoni, B. and Meggiolaro, F. 2017. Radio frequency irradiation treatment of dates in a single layer to control *Carpophilus hemipterus*. Biosystems Engineering. 155: 1–11.

Highland, H. A. 1998. Vacuumized and unvacuumized polyester film bags. Insect survival and resistance to insect penetration. Journal of Economic Entomology. 81(3): 955–958.

Kader, A. A. and Hussein, A. M. 2012. Harvesting and postharvest handling of dates. ICARDA, Aleppo, Syria. 4: 15.

Navarro, S., Donahaye, J. E., Rinder, M. and Azrieli, A. 2004. Storage of dates under carbon dioxide atmosphere for quality preservation. Executive Printing Services, Clovis, CA, U.S.A. pp. 231–239.

Pegna, F. G., Sacchetti, P., Canuti, V., Trapani, S., Bergesio, C., Belcari, A. and Meggiolaro, F. 2017. Radio frequency irradiation treatment of dates in a single layer to control *Carpophilus hemipterus*. Biosystems Engineering. 155: 1–11.

Zouba, A., Khoualdia, O., Diaferia, A., Rosito, V., Bouabidi, H. and Chermiti, B. 2009. Microwave treatment for postharvest control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae*. Tunisian Journal of Plant Protection. 2(4): 173–184.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Review of postharvest storage pests of dates: control methods and technologies and qualitative changes

Azam Amiri[1*], Bahar Rad[1] and Kobra Mokarian[2]
1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
2. South khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Birjand, Iran
Corresponding Author: amiriazam23@gmail.com

Abstract

Date fruit is susceptible to contamination by several important storage pests of the hard-shelled and lepidopteran order after harvest. Disinfection of dry and semi-dry date varieties is currently carried out with methyl bromide gas. However, due to the destructive effects of methyl bromide gas on the ozone layer and the agreement of the world countries based on the Montreal Protocol to abolish the use of this gas, it is necessary to find a safe replacement for it. Otherwise, we will face serious problems in exporting dates after the expiration of the mentioned period. Currently, based on the studies conducted, several methods are being investigated as an alternative to methyl bromide. Accordingly, this review discussed strategies for controlling stored date pests. Methods, research needs, and future prospects were also discussed. Different methods were examined to reduce pest damage and maintain product quality, and the need to combine several methods can overcome this challenge.

Keywords: Dates, Storage conditions, Storage pests.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کاربرد قبل برداشت کلسیم و روی بر ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی انگور صاحبی طی دوره انبارمانی

زهرا سادات عسگریان[1*]، روح‌الله کریمی[2،1] و لوئیس پالو[3]

۱- بخش تولید و اصلاح ژنتیکی انگور، پژوهشکده انگور و کشمش ایران، دانشگاه ملایر، ایران
۲- گروه مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر
۳- مرکز فناوری پس از برداشت (CTP)، موسسه کشاورزی تحقیقات والنسیا (IVIA) مونتکادا، والنسیا، اسپانیا
*نویسنده مسئول: *z.s.asgarian@gmail.com*

چکیده

در این مطالعه بررسی اثر نیترات کلسیم (صفر و ۲ درصد)، سولفات روی (صفر و یک درصد) و ترکیب آنها به صورت محلولپاشی قبل از برداشت به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی ۱۰ بوته انگور ۱۸ ساله به اجرا در آمد. به این منظور تاک‌ها در دو مرحله در ماه‌های مرداد و شهریور روی بوته‌ها تا مرحله خیس شدن کامل خوشه‌ها محلولپاشی شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان سرمازدگی با توجه به شاخص نشت‌یونی در میوه‌های انگور رقم صاحبی در پاسخ به-محلوپاشی کلسیم و روی در طول نگهداری در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز نسبت به شاهد کمتر بوده که با کاهش نشت‌یونی و کمترین شاخص مالون دی‌آلدئید (MDA) همراه بوده است. انگورهای تیمار شده با کلسیم و روی با فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و میزان کمتر پوسیدگی قارچی همراه بود. درکل، کاربرد توأم نیترات کلسیم و سولفات روی از طریق بهبود وضعیت تغذیه‌ای تاک‌ها به افزایش عملکرد و بهبود شاخص‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی انگور منجر شد.

واژه‌های کلید : انگور، پس از برداشت، تغذیه، سولفات روی، نیترات کلسیم.

مقدمه

محققان به منظور کاهش ضایعات پس از برداشت انگور، تاکنون از روش‌های مختلف قبل و پس از برداشت بهره برده‌اند از جمله روش‌های قبل از برداشت تغذیه و محلول‌پاشی با عناصر می‌باشد. تغذیه متعادل عناصر غذایی و مواد آلی از مهمترین فاکتورهای مؤثر بر عملکرد و کیفیت محصول درختان انگور می‌باشد (Asgarian et al., 2022). توجه به وضعیت تغذیه‌ای بوته‌های انگور در قالب برنامهٔ مدیریتی سالم و منسجم و دقیق ، یکی از گزینه‌هایی است که نقش مهمی در تولید محصول باکیفیت و دارای عملکرد زیاد در تاکستان‌ها ایفا می‌کند (Karimi, 2017).

کلسیم و روی ازجمله عناصر ضروری‌اند که نقش ساختاری و آنزیمی دارند و از این رو تغییرات هورمون‌ها و قندهای محلول، زمان بازشدن جوانه‌ها و عملکرد نهایی محصول نقش دارند. کلسیم در اتصال پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌های تشکیل دهندهٔ دیوارهٔ سلولی نقش دارد (Marschner, 2012). برخی از سیستم-های آنزیمی تحت تأثیر کلسیم می‌باشند و نقش کلسیم در تنظیم فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و ATPase شناخته شده است. فعالیت برخی از آنزیم‌ها مثل بتا ۴ و ۲ دی گلوکان سنتاز با افزایش کلسیم بافت افزایش می‌یابد که می‌تواند دلیلی بر افزایش مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها باشد به‌طوری‌که کاربرد قبل از برداشت کلسیم موجب افزایش کیفیت تغذیه‌ای و کاهش آلودگی های قارچی در میوه توت فرنگی شده است (Makus et al., 1998). اسپری قبل از برداشت ۱/۵درصد نیترات کلسیم در ۱۰ روز قبل از برداشت باعث کاهش پوسیدگی، و کاهش خرد شدن حبه در ارقام انگور سفره ای به مدت ۱۳۳ یا ۱۲۳ روز در دمای ۳-۵ درجه سانتیگراد در کیس‌های پلی اتیلن در طی انبارمانی شد (Al-Qurashi et al., 2013). ریز عناصر می‌توانند به طور قابل توجهی بر کیفیت میوه تأثیر بگذارند. آنها می‌توانند به طور قابل توجهی کیفیت میوه را بهبود بخشند (Nigro et al., 2006). عنصر روی یک ریز مغذی است که برای رشد و تولید مثل گیاهان ضروری است. در درختان، روی به عنوان یک جزء ساختاری سلولی یا کو فاکتور آنزیم‌های مختلف مانند دهیدروژناز، پروتئیناز و پپتیدازها و پروتئین‌ها در مسیرهای مختلف بیوشیمیایی نقش حیاتی دارد. در این راستا، روی می‌تواند بر متابولیسم

کربوهیدرات، پروتئین و اکسین، حفظ یکپارچگی غشاهای زیستی و همچنین تحمل آلودگی توسط برخی عوامل بیماری‌زا تأثیر بگذارد (Kramer et al., 2006). به دلیل نقش ساختاری و آنزیمی، روی می‌تواند بر زمان جوانه‌زدن و عملکرد درختان میوه تأثیر بگذارد Karimi, (2019).

هدف از این کار بررسی اثر محلولپاشی قبل برداشت کلسیم و روی بر برخی پارامترهای کیفی و بیوشیمیایی انگور، ویژگی‌های بیوشیمیایی، سر پوسیدگی و تحمل سرما در طی نگهداری در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات محلول‌پاشی سولفات روی و نیترات کلسیم بر خصوصیات کیفی انگور و کاهش اثرات نامطلوب سرما طی انبارداری بر انگور این تحقیق در یکی از باغ‌های تجاری انگور رقم صاحبی در شهرستان ملایر به صورت فاکتوریل (فاکتور اول شامل زمان انبارداری در ۵ سطح (۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز انبارداری) و فاکتور دوم تیمار محلول‌پاشی در ۴ سطح (صفر بدون محلولپاشی (شاهد)، سولفات روی ۱ درصد، نیترات کلسیم ۲ درصد و سولفات روی ۱ درصد در ترکیب با نیترات کلسیم ۲ درصد)) در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی ۱۲ بوته انگور ۱۸ ساله واقع در ایستگاه انگور ملایر به اجرا در آمد. برای اجرای این طرح بوته‌هایی که دارای رشد یکسان و از نظر اندازه یکنواخت بودند انتخاب و برچسب‌های مربوط به هر تیمار بر روی تاک‌ها درج شد. محلول‌پاشی در دو مرحله در ماه‌های مرداد و شهریور روی بوته‌ها تا مرحله خیس شدن کامل خوشه‌ها انجام گرفت. میوه انگور رقم صاحبی در مرحله بلوغ و زمانی که میزان قند میوه در حدود ۱۸ درجه بریکس بود برداشت شد و سپس به آزمایشگاه پس از برداشت بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر انتقال داده شد. در آزمایشگاه از لحاظ رنگ، شکل، اندازه و عاری بودن از صدمات فیزیکی و آفات و بیماری جداسازی شد و در ظروف پلاستیکی بسته‌بندی و به سردخانه (با دمای ۱-۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵ درصد) منتقل شد و هر ۱۵روز یکبار به مدت دو ماه شاخص‌های پایداری غشا و سرمازدگی (نشت‌یونی، مالون دی‌آلدهید و میزان خسارت سرمازدگی) و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز) مورد آزمایش قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که، در انتهای دوره انبارمانی (روز ۶۰)، نمونه‌های تاک‌های تیمار شده با نیترات کلسیم ۲ درصد میزان نشت‌یونی، مالون دی آلدهید و خسارت سرمازدگی در مقایسه با شاهد به ترتیب حدود ۱۳٪، ۱۶٪ و ۲۳ درصد کاهش نشان دادند (جدول ۱). با توجه به نتایج حاصل می‌توان گفت که کلسیم و روی می‌توانند استحکام غشای پلاسمایی را تقویت کرده و به دنبال آن خسارت سرمایی را کاهش دهند (Asgarian et al., 2024).

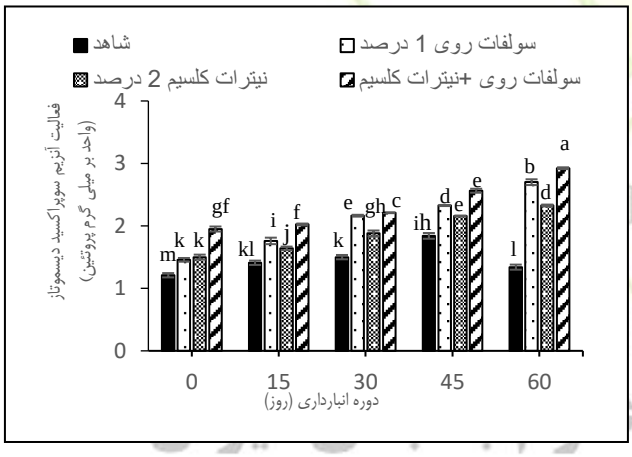
جدول۱- مقایسه میانگین اثر دوره انبارداری و محلولپاشی کلسیم و روی بر شاخص‌های پایداری غشاء و سرمازدگی انگور رقم صاحبی تحت شرایط انبار سرد.

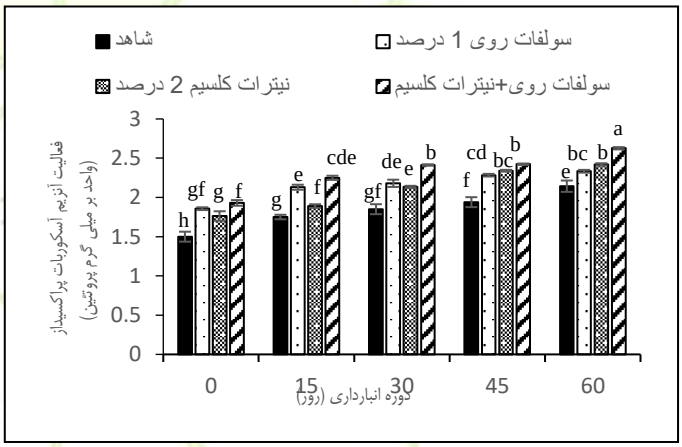
تیمارها	روز	نشت‌یونی	مالون‌دی‌آلدهید	آسیب سرمایی
شاهد	۰	۳۰/۴۲h	۱/۶۰f	۰/۰۰g
روی		۳۰/۳۴h	۱/۶۰f	۰/۰۰g
کلسیم		۳۰/۳۲h	۱/۵۸f	۰/۰۰g
کلسیم × روی		۳۰/۳۵h	۱/۵۷f	۰/۰۰g
شاهد	۱۵	۵۳/۴۵ed	۱/۷۷f	۰/۰۰g
روی		۴۶/۳۲fg	۱/۶۵f	۰/۰۰g
کلسیم		۴۸/۴۵fg	۱/۶۵f	۰/۰۰g
کلسیم × روی		۴۶/۰۷g	۱/۶۳f	۰/۰۰g
شاهد	۳۰	۵۵/۵۹d	۲/۴۵e	۹/۰۸ef
روی		۵۶/۱۶d	۱/۸۷f	۷/۳۵f

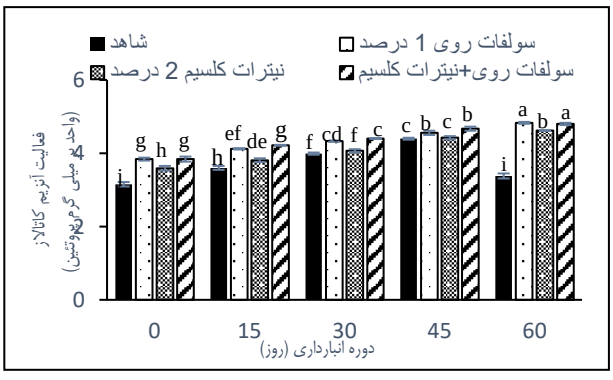
کلسیم		۴۷/۶۴fg	۱/۸۰f	۸/۳۵ef
کلسیم × روی		۵۰/۹۶ef	۱/۸۶f	۸/۳۹ef
شاهد	۴۵	۷۲/۴۴a	۳/۲۲ cb	۲۰/۷۱c
روی		۶۷/۶۷bc	۳/۱۶ cb	۱۰/۴۰efd
کلسیم		۶۳/۰۱c	۲/۸۳d	۱۱/۴۰ed
کلسیم × روی		۶۳/۶۳bc	۲/۹۶ cd	۱۲/۹۶d
شاهد	۶۰	۷۳/۷۲a	۳/۸۸a	۳۳/۸۱a
روی		۷۲/۸۸a	۳/۴۴b	۲۴/۲۰b
کلسیم		۶۴/۳۸c	۳/۴۴b	۲۵/۲۰b
کلسیم × روی		۷۰/۴۵ab	۳/۲۶cb	۲۳/۱۳bc

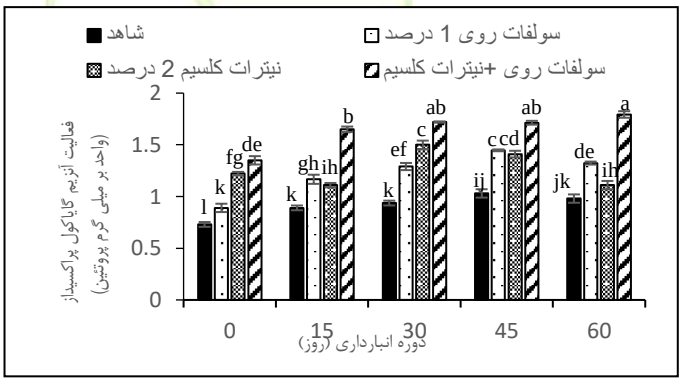
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری (سطح ۵٪) اختلاف معنی‌داری ندارند.

با توجه به شکل (۱) میوه تاک‌هایی که با سولفات روی ۱ درصد در ترکیب با نیترات کلسیم ۲ درصد تیمار شده بودند، بیشترین فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و گایاکول پراکسیداز را نسبت به شاهد نشان دادند. به نظر می رسد روی با تأثیر در بیان ژن‌های تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در مقابله با تنش‌های اکسیداتیو شرکت دارد و باعث از بین رفتن رادیکال‌های آزاد گشته و سبب افزایش عمر پس از برداشت میوه طی انبارمانی شد (Greco et al., 2012)، لذا اعمال تیمار محلولپاشی کلسیم و روی موجب تقویت سیستم تدافعی در گیاه گردیده و از این رو، می‌توان انتظار داشت که با کاربرد این عناصر سطوح تحمل در برابر آسیب سرما در انبارمانی بهبود یابد.









شکل ۱- اثر متقابل محلول‌پاشی کلسیم - روی و زمان انبارداری بر آنزیم های سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و گایاکول پراکسیداز انگور رقم صاحبی در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز. میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری (سطح ۱٪) اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

Al-Qurashi, A. D. and Awad, M. 2013. Effect of pre-harvest calcium chloride and ethanol spray on quality of 'El-Bayadi' table grapes during storage. Vitis. 52(2): 61–67.

Asgarian, Z. S., Ghabooli, M., Karimi, R. and Maleki, M. 2022. Biochemical changes and quality characterization of cold-stored 'Sahebi' grape in response to postharvest application of GABA. Food Chemistry. 373: 131401.

Asgarian, Z. S., Karimi, R. and Palou, L. 2024. Pre-harvest foliar spraying of calcium and zinc preserves berries quality and mitigates chilling injury of grape during cold storage. Scientia Horticulturae. 338: 113557.

Greco, M., Chiappetta, A., Bruno, L. and Bitonti, M. B. 2012. In *Posidonia oceanica* cadmium induces changes in DNA methylation and chromatin patterning. Journal of Experimental Botany. 63(2): 695–709.

Karimi, R., Koulivand, M. and Ollat, N. 2019. Soluble sugars, phenolic acids and antioxidant capacity of grape berries as affected by iron and nitrogen. Acta Physiologiae Plantarum. 41(7): 1–11.

Karimi, R., Mirzaei, F. and Rasouli, M. 2017. Phenolic acids, flavonoids, antioxidant capacity and minerals content in fruit of five grapevine cultivars. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology. 18(1): 89–102.

Kramer, U. and Clemens, S. 2006. Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. In: Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification: From Microbes to Man. pp. 215–271.

Makus, D. and Morris, J. 1998. Preharvest calcium applications have little effect on mineral distribution in ripe strawberry fruit. HortScience. 33(1): 64–66.

Marschner, H. 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic Press.

Nigro, F., Schena, L., Ligorio, A., Pentimone, I., Ippolito, A. and Salerno, M. G. 2006. Control of table grape storage rots by pre-harvest applications of salts. Postharvest Biology and Technology. 42(2): 142–149.

IrSHS
چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

The effect of preharvest application of calcium and zinc on qualitative and biochemical characteristics of Sahebi grapes during storage.

Zahra Sadat Asgarian[1*], Rouhollah Karimi[1,2] and Lluís Palou[3]

1. Grape Production and Genetic Improvement Department, Iranian Grape and Raisin Institute, Malayer University, Malayer, Iran
2. Department of Horticulture and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran
3. Centre de Tecnologia Postcollita (CTP), Institut Valencia` d'Investigacions Agraries ` (IVIA), 46113 Montcada, Val`encia, Spain

[*]Corresponding Author: z.s.asgarian@gmail.com

Abstract

In this study, the effect of calcium nitrate (0 and 2%), zinc sulfate (0 and 1%), and their combination as foliar sprays pre- harvest was investigated as a factorial in a completely randomized design on 10 18-year-old grapevine plants. For this purpose, the vines were foliar sprayed in two stages in August and September until the clusters were completely wet. The results of this study showed that the amount of chilling injury (CI), according to the electrolyte leakage (EL) index, in the fruits of Sahebi grape cultivar in response to calcium and zinc spray during storage at 1°C for 60 days was lower than the control, which was accompanied by a decrease in electrolyte leakage (EL) and the lowest malondialdehyde (MDA) index. Grapes treated with calcium and zinc were associated with higher antioxidant enzyme activity and lower rates of fungal decay. Overall, the combined application of calcium nitrate and zinc sulfate led to increased yield and improved grape quality and antioxidant indices by improving the nutritional status of vines.

Keywords: Calcium nitrate, Grape, Nutrition, Postharvest, Zinc sulfate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر تیمار پس از برداشت گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) بر تحمل سرمازدگی و ویژگی‌های بیوشیمیایی انگور صاحبی در طول نگهداری در سردخانه

زهرا سادات عسگریان[1*] و روح‌الله کریمی[2]

۱- بخش تولید و اصلاح ژنتیکی انگور، پژوهشکده انگور و کشمش ایران، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

۲- گروه مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

*نویسنده مسئول: *z.s.asgarian@gmail.com*

چکیده

در این مطالعه، اثر اسید گاما آمینو بوتیریک (GABA) در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار بر حفظ محتوای قندهای محلول، تحمل سرما و پوسیدگی قارچی انگور صاحبی (*Vitis vinifera* L) طی ۶۰ روز انبارداری در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان سرمازدگی در میوه‌های انگور رقم صاحبی در پاسخ به تیمارهای گابا در طول نگهداری در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز نسبت به شاهد کمتر بوده است. میوه‌های تیمار شده با گابا به خصوص در غلظت ۴۰ میلی‌مولار پوسیدگی (۶۳٪) کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند. همچنین بیشترین قندهای محلول مربوط به خوشه‌های انگور تیمار شده با گابا ۴۰ میلی‌مولار بود. بنابراین، تیمار پس از برداشت گابا برای حفظ کیفیت داخلی و کاهش پوسیدگی قارچی و آسیب سرمازدگی انگور در طول انبارداری پس از برداشت توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: آسیب سرمایی، انگور، پس از برداشت، پوسیدگی قارچی، گاما آمینوبوتیریک اسید.

مقدمه

انگور به دلیل داشتن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بیشتر مانند ترکیب فنلی، آنتوسیانین‌ها و برخی از ترکیبات مهم تغذیه‌ای از جمله قندها و مواد معدنی مورد توجه جهانی قرار گرفته است (Karimi et al., 2019). با این حال، انگورهای تازه‌خوری کیفیت خود را در طول عمر پس از برداشت از دست می‌دهند، بنابراین انبارداری در دمای پایین به طور گسترده‌ای برای حفظ کیفیت این محصولات میوه‌ای استفاده می‌شود. به دلیل ماهیت فاسد شدنی، انگور در مرحله پس از برداشت تغییرات نامطلوبی را تجربه می‌کند که در نهایت باعث کاهش وزن قابل فروش، کیفیت مربوط به ظاهر و همچنین خواص ترکیبات داخلی آن می‌شود. این تغییرات شامل از دست دادن آب، پژمردگی و قهوه‌ای شدن محور خوشه، بریدگی و شکافتن پوسیدگی‌های حبه و قارچی است (Palou et al., 2010).

برای جلوگیری از تلفات پس از برداشت، استفاده از تیمارهای سازگار با محیط زیست مانند اسید گاما آمینو بوتیریک (GABA) به عنوان یک مولکول سیگنال مناسب توصیه شده است (Yang et al., 2011). گابا یک آمینو اسید غیر پروتئینی ۴ کربنی است که نقش اصلی در پاسخ به تنش‌های محیطی مانند سرما، شوری، خشکی و گرما دارد. GABA یکی از مولکول‌های سیگنال دهنده اصلی است که بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژی قبل و پس از برداشت محصولات مختلف باغبانی تأثیر می‌گذارد. این نقش مهمی در رشد و نمو گیاه، تنظیم اسمزی سلول‌ها، تامین نیتروژن سلولی، مهار رادیکال‌های آزاد به ویژه در شرایط تنش زیستی و غیر زنده ایفا می‌کند. علاوه بر این، مشخص شد که گابا در فرآیندهای فیزیولوژیکی پس از برداشت مانند پیری، تحمل سرما و حفظ کیفیت محصولات باغبانی در طول دوره‌های نگهداری در انبارسرد نقش واسطه‌ای دارد (Aghdam et al. 2016).

کاربرد پس از برداشت GABA روی گلابی باعث کاهش تجمع ROS و کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی شد (Li et al., 2019). «صاحبی» به دلیل داشتن حبه درشت، رنگ پوست قرمز و طعم شیرین، یکی از ارقام پرطرفدار انگور رومیزی در بین مصرف کنندگان در ایران است. این رقم دیررس دانه‌دار به دلیل داشتن پوست نسبتاً ضخیم و گوشت سفت پتانسیل خوبی برای نگهداری طولانی مدت دارد.

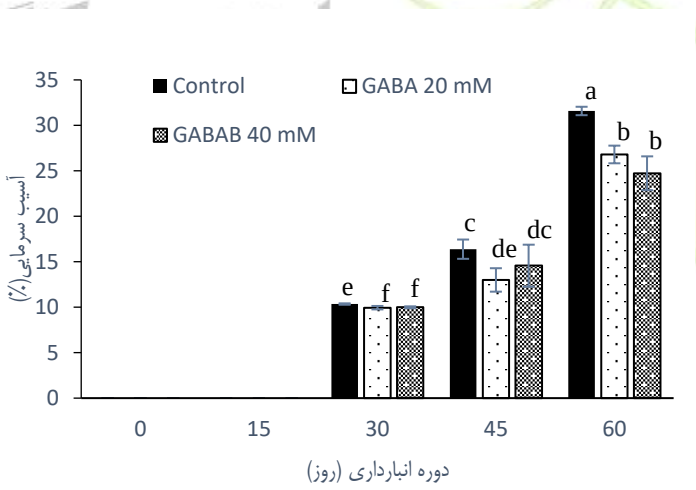
هدف از این تحقیق بررسی استفاده از گابا برای حفظ برخی از پارامترهای کیفی پس از برداشت، ویژگی‌های بیوشیمیایی، خواص آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های حسی انگور تازه‌خوری «صاحبی» در دوره نگهداری در سردخانه در مدت ۶۰ روزه بود.

مواد و روش‌ها

انگور رقم صاحبی در مرحله بلوغ تجاری (TSS=18) در اواسط مهر ماه ۱۳۹۸ از تاکستان‌های ایستگاه تحقیقات انگور ملایر برداشت شد. میوه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه تحقیقاتی علوم باغبانی منتقل شده و بر اساس یکنواختی خوشه، اندازه و رنگ و عدم وجود عفونت قارچی یا علائم آسیب جسمی درجه‌بندی شدند. گاما آمینوبوتیریک اسید (گابا) از شرکت سیگما (Sigma- Aldrich, Steinheim, Germany) خریداری شد. برای تیمار گابا سه غلظت مختلف یعنی صفر (شاهد، آب مقطر)، ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار تهیه شد. بدین ترتیب که بر اساس غلظت ابتدا مقدار مشخصی از گابا وزن و در آب مقطر حل شد. خوشه‌های انگور در هر محلول جداگانه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه (حدود ۲۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد) غوطه‌ور شدند. خوشه‌های انگور شاهد نیز در آب مقطر غوطه‌ور شدند. میوه‌ها در دمای آزمایشگاه قرار داده شدند تا کاملا خشک شوند (حدود ۶۰ دقیقه) و سپس خوشه‌های انگور تقریباً ۸۰۰ گرمی در ظروف پلاستیکی پلی‌اتیلن (ابعاد ۲۱ × ۱۴ سانتی متر × ۸ سانتی متر) بسته‌بندی شدند. انگورهای بسته‌بندی شده در شرایط دمایی ۰/۵ ± ۱ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد به مدت ۶۰ روز در یخچال نگهداری شدند. هر ۱۵ روز (زمان نگهداری ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز)، تقریباً ۱۵۰ گرم نمونه به طور تصادفی از نمونه‌های بسته‌بندی شده در یخچال برای اندازه گیری آسیب سرمایی، امتیاز ویژگی حسی، بروز پوسیدگی و قندهای محلول در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

همزمان با افزایش طول دوره انبارمانی از ۰ تا ۶۰ روز خسارت سرمازدگی در تمام میوه‌ها افزایش یافت (شکل۴-۳). با این حال میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴۰ میلی‌مولار گابا میزان خسارت سرمازدگی کمتری در مقایسه با سایر تیمارها داشتند. در روز ۶۰ انبارمانی میزان خسارت سرمازدگی میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴۰ میلی‌مولار گابا در مقایسه با شاهد ۲۲٪ کاهش نشان داد (شکل ۴-۳). در واقع تیمار گاما آمینو بوتیریک اسید از طریق به تأخیر انداختن مصرف ATP و ADP و افزایش AMP و در نهایت کاهش متابولیسم موجب کاهش سرمازدگی میوه در طول انبارمانی شده است (Yang et al., 2011).



شکل ۱- اثر تیمار گاما آمینوبوتیریک اسید و زمان انبارداری بر بر شاخص سرمازدگی میوه انگور رقم صاحبی در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز. میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری (سطح ۱٪) اختلاف معنی‌داری ندارند.

امتیاز ویژگی حسی حبه انگور با افزایش دوره‌های انبارداری کاهش پیدا کرد. به هر حال میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴۰ میلی‌مولار گابا ویژگی‌های حسی (ویژگی‌های ظاهری، شاخص طعم، پذیرش کلی) را در پایان دوره انبارداری در بالاترین سطح ارزیابی از نظر مصرف کننده حفظ کرد. ارتباط گابا با کاهش پوسیدگی پس از برداشت در محصولات باغی به فعالیت بیشتر مسیر فنیل پروپانوئید به دلیل نسبت فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز/پلی فنل اکسیداز بالاتر نسبت داده شده است (Aghdam et al., 2015).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر دوره انبارداری و گاما آمینوبوتیریک اسید بر نمره کل حسی (ظاهر بصری + شدت طعم + پذیرش کلی) انگور رقم صاحبی تحت شرایط انبار سرد.

تیمارها	روز	نمره کل حسی	بروز پوسیدگی (٪)
شاهد		۳۰a	۰/۰۰ h
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۰	۳۰a	۰/۰۰ h
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۳۰a	۰/۰۰ h
شاهد		۲۶c	۳/۷۸f
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۱۵	۲۷bc	۰/۰۰ g
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۲۸ b	۰/۰۰g
شاهد		۲۱e	۱۵/۳ de
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۳۰	۲۴d	۶/۷۰g
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۲۶ c	۴/۵۰g
شاهد		۱۹f	۲۹/۳b
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۴۵	۲۱e	۱۳/۵e
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۲۴d	۱۰/۱ f
شاهد		۱۶g	۴۷/۶a
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۶۰	۱۸f	۲۲/۸ c
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۲۰ef	۱۷/۴d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری (سطح ۵٪) اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان قندهای محلول در میوه‌های تیمار شده با ۴۰ میلی‌مولار گابا و کم‌ترین میزان آن در میوه‌های شاهد مشاهده شد. این مقادیر با پیشرفت دوره انبارمانی به دلیل تجزیه قند توسط انزیم‌های انورتاز کاهش یافته و در پایان دوره‌ی انبارمانی به حداقل رسیده است (جدول ۲). فروکتوز و گلوکز به عنوان قندهای غالب در بیشتر میوه‌ها در نظر گرفته می‌شوند. این قندها به نسبت مساوی در برخی میوه‌ها وجود دارند و همچنین قندهای احیا کننده مهمی هستند که کیفیت حبه‌ها را تعیین می‌کنند. این قندها نقش‌های مختلفی به عنوان تنظیم‌کننده اسمزی، محافظ سرما و سیگنال‌های مولکولی دارند و همچنین ROS را برای محافظت از گیاهان در برابر استرس سرمایی جذب می‌کنند (Karimi et al., 2019).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر دوره انبارداری و گاما آمینوبوتیریک اسید بر محتوای قندهای محلول انگور رقم صاحبی تحت شرایط انبار سرد.

تیمارها	روز	گلوکز (mg/100g)	فروکتوز (mg/100g)	ساکارز (mg/100g)
شاهد		۷۶/۴۰ ed	۵۷/۲۰a	۳/۱۳ bc
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۰	۷۶/۴۰ ed	۵۷/۲۰a	۳/۱۳ bc
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۷۶/۴۰ ed	۵۷/۲۰a	۳/۱۳ bc
شاهد	۱۵	۷۸/۵۰ d	۵۸/۹۰cd	۲/۸۰dc

گابا ۲۰ میلی‌مولار		۹۰/۱۶ a	۷۱/۳۰ a	۳/۵۶ab
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۹۰/۲۰ a	۷۱/۳۳ b	۳/۶۳a
شاهد		۶۸/۳۵ fg	۴۷/۳۰ d	۲/۱۰f
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۳۰	۸۱/۶۰ c	۵۵/۵۰ bc	۲/۶۰ de
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۸۵/۱۰ b	۵۷/۳۰ bc	۲/۸۰dc
شاهد		۶۵/۱۳ g	۴۶/۵۳ d	۲/۲۶ ef
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۴۵	۶۷/۰۰fg	۵۵/۶۰ c	۲/۲۷ ef
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۶۶/۴۰ g	۵۸/۰۰ bc	۲/۵۶ def
شاهد		۵۲/۱۰ h	۳۹/۴۵ e	۱/۵۲g
گابا ۲۰ میلی‌مولار	۶۰	۶۹/۹۰ f	۵۶/۴۵ bc	۲/۱۴ ef
گابا ۴۰ میلی‌مولار		۷۴/۵۰ e	۵۹/۸۰ b	۲/۳۱ ef

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری (سطح ۵٪) اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

Aghdam, M. S., Naderi, R., Sarcheshmeh, M. A. A. and Babalar, M. 2015. Amelioration of postharvest chilling injury in anthurium cut flowers by γ-aminobutyric acid (GABA) treatments. Postharvest Biology and Technology. 110: 70–76.

Aghdam, M. S., Naderi, R., Jannatizadeh, A., Babalar, M., Sarcheshmeh, M. A. A. and Faradonbe, M. Z. 2016. Impact of exogenous GABA treatments on endogenous GABA metabolism in anthurium cut flowers in response to postharvest chilling temperature. Plant Physiology and Biochemistry. 106: 11–15.

Karimi, R., Koulivand, M. and Ollat, N. 2019. Soluble sugars, phenolic acids and antioxidant capacity of grape berries as affected by iron and nitrogen. Acta Physiologiae Plantarum. 41(7): 1–11.

Li, J., Zhou, X., Wei, B., Cheng, S., Zhou, Q. and Ji, S. 2019. GABA application improves the mitochondrial antioxidant system and reduces peel browning in ‘Nanguo’ pears after removal from cold storage. Food Chemistry. 297: 124903.

Palou, L., Serrano, M., Martinez-Romero, D. and Valero, D. 2010. New approaches for postharvest quality retention of table grapes. Fresh Produce. 4(1): 103–110.

Yang, A., Cao, S., Yang, Z., Cai, Y. and Zheng, Y. 2011. γ-Aminobutyric acid treatment reduces chilling injury and activates the defence response of peach fruit. Food Chemistry. 129(4): 1619–1622.

The effect of postharvest gamma-aminobutyric acid (GABA) treatment on chilling tolerance and biochemical characteristics of 'Sahibi' grapes during cold storage.

Zahra Sadat Asgarian[1*] and Rouhollah Karimi[1,2]

1. Grape Production and Genetic Improvement Department, Iranian Grape and Raisin Institute, Malayer University, Malayer, Iran

2. Department of Horticulture and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran

[*]*Corresponding Author: z.s.asgarian@gmail.com*

Abstract

In this study, the effect of gamma-aminobutyric acid (GABA) at concentrations of 0 (control), 20, and 40 mM on the maintenance of soluble sugar content, cold tolerance, and fungal decay of 'Sahebi' grapes (Vitis vinifera L) during 60 days of storage at 1°C was investigated. The results of this study showed that the amount of frost damage in 'Sahebi' grape fruits in response to GABA treatments during storage at 1°C for 60 days was lower than the control. Fruits treated with GABA, especially at a concentration of 40 mM, showed less decay (63%) than the control. Also, the highest soluble sugars were found in grape clusters treated with 40 mM GABA. Therefore, postharvest treatment with GABA is recommended to maintain internal quality and reduce fungal rot and frost damage of grapes during postharvest storage.

Keywords: Chilling injury, Gamma-aminobutyric acid, Grapes, Postharvest.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر مصرف دو منبع کود پتاسیمی و کلسیم بر عمر انبارمانی سیر (*Allium sativum* L.)

سید محمدعلی علوی[۱]، مهدی نجاتی[۱]، حیدر برآبادی[۱] و ایوب قربانی‌دهکردی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *ghorbani.ayoub@gau.ac.ir*

چکیده

سیر به عنوان یکی از سبزیجات بسیار مهم که نقش‌های تغذیه‌ای و دارویی فراوانی برای آن ذکر شده است از جمله کشت‌های مهم در ایران محسوب می‌شود. با توجه به نوع مصرف سیر عمر انبارمانی در آن بسیار مهم است و از جمله عوامل تاثیرگذار بر عمر انبارمانی آن تغذیه مناسب گیاه پیش از برداشت می‌باشد؛ لذا جهت بررسی تاثیر عناصر غذایی پتاسیم و کلسیم بر عمر انبارمانی و از دست رفتن آب گیاه طی دوره انبارمانی آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار و با ۱۵ تیمار طی سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. گیاهان مورد مطالعه از نظر صفات وزن اندام زیرزمینی و هوایی در زمان برداشت، ارتفاع بوته، تعداد سیرچه و کاهش وزن اندام هوایی و زیرزمینی ۴ و ۱۴ روز پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت و با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که بهترین تیمار جهت کاهش از دست رفتن آب (کاهش وزن) طی دوره انبارمانی تیمار ترکیبی منوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم بر لیتر به همراه کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر ۱۴ روز پیش از برداشت بود.

واژه‌های کلیدی: کلات کلسیم، منوپتاسیم فسفات، نیترات پتاسیم، EDTA.

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی و دارویی شناخته‌شده در تاریخ بشر است که قدمت استفاده از آن به بیش از ۵۰۰۰ سال پیش بازمی‌گردد. در ایران سطح زیر کشت سیر حدود ۱۵ تا ۲۰ هزار هکتار در سال برآورد می‌شود. ایران به‌لحاظ کیفیت محصول به‌ویژه در سیر خشک همدان و شمال کشور، در سطح منطقه‌ای شناخته‌شده است. با وجود اهمیت اقتصادی و تغذیه‌ای بالا، سیر یکی از محصولات نسبتاً حساس در مرحله پس از برداشت است و در صورت عدم مدیریت صحیح، به‌سرعت دچار کاهش کیفیت، جوانه‌زنی، چروکیدگی و پوسیدگی می‌شود (Mansour, 2006). بنابراین، افزایش عمر انبارمانی سیر از طریق بهبود شرایط زراعی و تغذیه‌ای، یکی از اولویت‌های اصلی در تحقیقات کشاورزی و صنایع غذایی محسوب می‌شود (شریفی سنگده و همکاران، ۱۳۹۶). ضرورت انبارداری در سیر به این دلیل است که هر چه محصول با بیوماس پایین‌تری برداشت شود و در نتیجه قابلیت نگهداری طولانی‌تری در انبار داشته باشد، آن تیمار از نظر اقتصادی و کیفی مطلوب‌تر خواهد بود. به بیان دیگر، تیماری که بتواند ضمن حفظ کیفیت، کاهش وزن و فساد محصول را در دوره نگهداری به حداقل برساند، تیمار برتر به شمار می‌آید. تغذیه گیاه نقش اساسی در کیفیت نهایی محصول و همچنین قابلیت نگهداری آن پس از برداشت دارد. در این میان، عناصر معدنی مانند کلسیم و پتاسیم به‌عنوان منابع مهم عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌تواند موجب افزایش مقاومت سلولی، کاهش نرخ تنفس، و به‌تأخیر افتادن فرایندهای پیری و فساد شود (Amani et al., 2019). پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد برخی منابع معدنی منتخب، بر ویژگی انبارمانی محصول سیر طراحی و اجرا شده است. نتایج این مطالعه می‌تواند راهکارهای مؤثری برای افزایش انبارمانی و ارتقاء کیفیت نهایی محصول ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر منابع مختلف کودهای پتاسیمی و کلات کلسیم بر عمر انبارمانی سیر آزمایشی با طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. این آزمایش با ۱۵ تیمار (شاهد، مونوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر MKP 24 mg/l، مونوپتاسیم فسفات ۴۸ میلی‌گرم در لیتر MKP 48 mg/l، نیترات

پتاسیم ۱۸ میلی‌گرم در لیتر NK 18 mg/l، نیترات پتاسیم ۳۶ میلی‌گرم در لیتر NK 36 mg/l، کلسیم ۴۲ میلی‌گرم در لیتر Ca 42 mg/l، کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر Ca 84 mg/l، مونوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۴۲ میلی‌گرم MKP 24 mg/l+ Ca 42 mg/l، مونوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر MKP 24 mg/l+ Ca 84 mg/l، مونوپتاسیم فسفات ۴۸ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۴۲ میلی‌گرم MKP 24 mg/l+ Ca 42 mg/l، مونوپتاسیم فسفات ۴۸ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر MKP 24 mg/l+ Ca 84 mg/l، نیترات پتاسیم ۱۸ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۴۲ میلی‌گرم NK 18 mg/l+ Ca 42 mg/l، نیترات پتاسیم ۱۸ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر NK 18 mg/l+ Ca 84 mg/l، نیترات پتاسیم ۳۶ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۴۲ میلی‌گرم NK 36 mg/l+ Ca 42 mg/l و نیترات پتاسیم ۳۶ میلی‌گرم در لیتر + کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر NK 36 mg/l+ Ca 84 mg/l) بود. کلسیم از منبع کلات کلسیم ۱۲٪ (EDTA Ca 12%) تامین شد. سیرچه‌ها در ۲۰ بهمن ماه ۱۴۰۴ در زمین اصلی کشت شد و اعمال تیمارها برای منوپتاسیم فسفات و نیترات پتاسیم به صورت کودابیاری و برای کلسیم به صورت محلولپاشی بود. اعمال تیمارها ۱۴ روز پیش از برداشت انجام شد. اندازه‌گیری صفت طول بوته پیش از برداشت و صفات وزن اندام هوایی و زیرزمینی و تعداد سیرچه پس از برداشت انجام شد. به منظور اندازه‌گیری درصد کاهش وزن، اندام هوایی و زیرزمینی ۴ و ۱۴ روز پس از برداشت توزین شد و بر اساس وزن اولیه اندام هوایی و زیرزمینی در زمان برداشت درصد کاهش وزن محاسبه شد. در نهایت داده‌ها با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) تجزیه و تحلیل شد و رسم نمودارها در نرم-افزار صفحه گسترده اکسل ترسیم شد.

نتایج و بحث

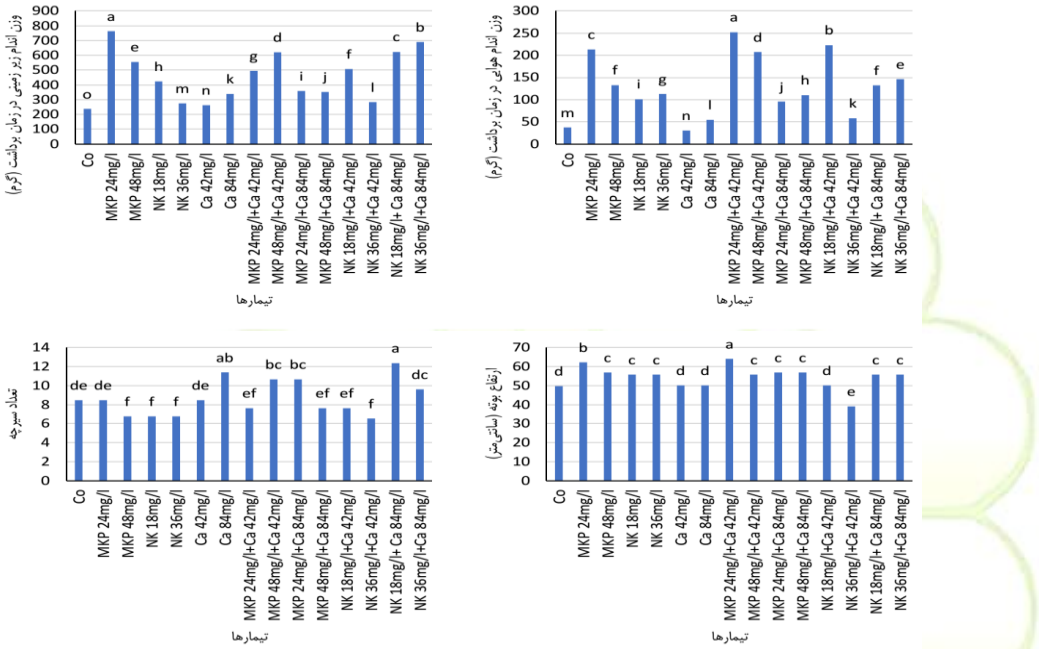
وزن اندام زیر زمینی و هوایی در زمان برداشت، تعداد سیرچه و ارتفاع بوته

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها مشاهده شد که بیشترین وزن تر اندام زیر زمینی در تیمار منو پتاسیم فسفات ۴۸ میلی‌گرم بر لیتر به میزان ۷۶۲/۹۳ گرم به دست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان ۲۳۸/۲۴ گرم بود (شکل ۱- بالا چپ). همچنین دیگر تیمارهای اعمال شده توانسند وزن اندام زیر زمینی را نسبت به شاهد بهبود ببخشند. بیشترین وزن اندام هوایی در زمان برداشت متعلق به تیمار منوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر به همراه کلسیم ۴۲ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۲۵۲/۱۳ گرم و کمترین آن تیمار کلسیم ۴۲ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۳۰/۷۹ گرم بود (شکل ۱- بالا راست). بیشترین تعداد سیرچه نیز در تیمارهای نیترات پتاسیم ۱۸ میلی‌گرم در لیتر به همراه کلات کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر و تیمار کلات کلسیم ۴۸ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب به میزان ۱۲/۳۷ و ۱۱/۴ مشاهده شد (شکل ۱- پایین چپ). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار منوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر به همراه کلسیم ۴۲ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۶۴/۱۲ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۱- پایین راست). با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود که تیمارهای اعمال شده به نسبت شاهد توانستند بر میزان وزن اندام هوایی و زیر زمینی در زمان برداشت تاثیر مثبت بگذارند. به طور کلی در تیمارهای حاوی کلسیم نتایج برای تعداد سیرچه به نسبت دیگر تیمارها نتایج مطلوب‌تری در پی داشت؛ و می‌توان گفت این نتایج برای غلظت کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر بهتر از غلظت ۴۲ میلی‌گرم در لیتر آن بود. نتایج برای صفت ارتفاع بوته کمی متفاوت بود و می‌توان گفت منوپتاسیم فسفات به نسبت نیترات پتاسیم تاثیر بیشتری بر ارتفاع بوته گذاشت.

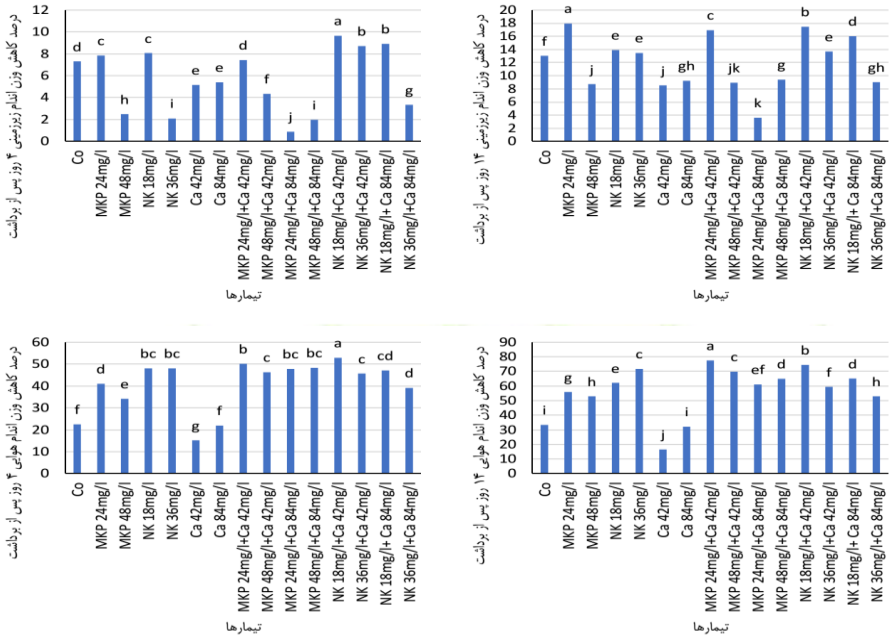
درصد کاهش وزن اندام زیرزمینی و هوایی ۴ و ۱۴ روز پس از برداشت

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای اعمال برای کاهش وزن اندام زیرزمینی ۴ روز پس از برداشت نشان داد که کمترین کاهش وزن مربوط به تیمار منوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر به همراه کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۰/۸۹ درصد و بیشترین آن مربوط به تیمار نیترات پتاسیم ۱۸ میلی‌گرم در لیتر به همراه کلسیم ۴۲ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۹/۶۷ درصد بود (شکل ۲- بالا چپ). کمترین درصد کاهش وزن اندام زیر زمینی ۱۴ روز پس از برداشت نیز در تیمار منوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر به همراه کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۳/۶۲ درصد به دست آمد و بیشترین آن در تیمار منوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۱۷/۹۶ درصد و پس از آن در تیمار نیترات پتاسیم ۱۸ میلی‌گرم در لیتر به همراه کلسیم ۴۲ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۱۷/۴۶ درصد بود (شکل ۲- بالا راست).

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد تیمارهای اعمال شده می‌توانند نقش مطلوبی بر شاخص‌های رشدی، عملکرد و انبارمانی سیر داشته باشند. این تاثیرات به دلیل نقش پتاسیم در فعالیت‌های متابولیکی گیاه، اثر بر متابولیسم آنزیم‌های گیاهی و نقش موثر بر میزان فتوسنتز گیاه است. مطالعات دیگر پژوهشگران نیز تاثیرات مثبت فرم‌های مختلف کود پتاسیمی را بر افزایش عمر انبارمانی سیر را نشان می‌دهد. در مطالعه این پژوهشگران تاثیر مثبت پتاسیم را بر عمر انبارمانی، بهبود شرایط فیزیولوژیکی برگ، افزایش کارآیی فتوسنتز، فعالیت بهتر آنزیم‌ها و افزایش نقل و انتقالات مواد غذایی در گیاه بیان شده است (Mamdouh et al., 2017؛Mansour, 2006). کلسیم نیز با استحکام بخشیدن دیواره سلولی، تاثیر بر بالا بردن ماده خشک گیاه، کمک به پایداری سلول و جلوگیری از کاهش رطوبت سلول تاثیر مثبت بر عمر انبارمانی سیر داشت (Madhu et al., 2019). Amani و همکاران (2019) نیز در مطالعه خود بر افزایش عمر انبارمانی سیر به نقش مهم کلسیم اشاره کردند. این محققان بیشترین تاثیر کلسیم را در حفظ پایداری غشاء سلولی بیان داشتند.



شکل ۱- اثر تیمارهای اعمال شده بر وزن تر اندام زیرزمینی در زمان برداشت (بالا چپ)، وزن تر اندام هوایی در زمان برداشت (بالا راست)، تعداد سیرچه (پایین چپ) و ارتفاع بوته (پایین راست) (ستون‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).



ظلشکل ۲- اثر تیمارهای اعمال شده بر درصد کاهش وزن اندام زیرزمینی ۴ روز پس از برداشت (بالا چپ) و ۱۴ روز پس از برداشت (بالا راست) و اثر تیمارهای اعمال شده بر درصد کاهش وزن اندام زیر زمینی ۴ روز پس از برداشت (پایین چپ) و ۱۴ روز پس از برداشت (پایین راست) (ستون‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت استفاده از منوپتاسیم فسفات ۲۴ میلی‌گرم بر لیتر به همراه کلسیم ۸۴ میلی‌گرم در لیتر پیش از برداشت می‌تواند تاثیر زیادی بر افزایش عمر انبارمانی و کاهش از دست رفتن آب سیر داشته باشد.

منابع

شریفی سنگده، س.، آق‌خانی، م. ح. و طبسی‌زاده، م. ۱۳۹۶. عوامل موثر بر افزایش عمر انبارمانی سیر *Allium sativum* L. به منظور کاهش ضایعات. هفتمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، ۱۴ اسفند ۱۳۹۶.

Amany, A. A., Nadia, M. I. and Shadia, A. I. 2019. Effect of foliar application of potassium silicate and some postharvest treatments on growth, productivity and storability of garlic. 14th Conference of Agriculture Development Research, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, March 2019, Cairo, Egypt, Special Issue. 27(1): 761–773.

Madhu, B., Mudgal, V. D. and Champawat, P. S. 2019. Storage of garlic bulbs (*Allium sativum* L.): A review. Journal of Food Process Engineering. 42: e13177.

Mamdouh, M. A. Kh., Fetian, N. A. H., Medhat, S., Abdel Magid, S. and El-Sheery, N. I. 2017. Effectiveness of potassium silicate in suppression white rot disease and enhancement physiological resistance of onion plants, and its role on the soil. Middle East Journal of Agriculture Research. 6(2): 1–19.

Mansour, F. Y. O. 2006. Physiological studies on garlic (*Allium sativum* L.). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Minufiya University, Egypt. 159 p.

Investigating the effect of application of two sources of potassium and calcium fertilizers on the storage life of garlic (*Allium sativum* L.)

Seyyed Mohammad Ali Alavi[1], Mehdi Nejati[1], Heydar Barabadi[1] and Ayoub Ghorbani Dehkordi[1]
1. Horticultural Sciences and Landscape Engineering Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Corresponding Author: ghorbani.ayoub@gau.ac.ir

Abstract

Garlic, as one of the most important vegetables with numerous nutritional and medicinal roles attributed to it, is considered a significant crop in Iran. Due to its consumption pattern, storage life is crucial for garlic, and among the factors affecting its storage life is proper pre-harvest plant nutrition. Therefore, an experiment was conducted to investigate the effects of the nutrients potassium and calcium on storage life and water loss during the storage period. The experiment was set up in a randomized complete block design with three replications and 15 treatments during the 2024-2025 crop year at the research farm of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. The studied plants were evaluated for the traits of underground and aerial organ weights at harvest, plant height, number of cloves, and weight loss in aerial and underground organs at 4 and 14 days after harvest. Ultimately, based on the obtained results, it was determined that the best treatment for reducing water loss (weight loss) during the storage period was the combined application of monopotassium phosphate at 24 mg/L and calcium at 84 mg/L, applied 14 days before harvest.

Keywords: Calcium chelate, EDTA, Monopotassium phosphate, Potassium nitrate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی وکیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول

ناهید حسنی مقدم[۱]، شهره زیودار[۱]* و اسمعیل خالقی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *zivdar_s@scu.ac.ir*

چکیده

پرتقال ناول (*Citrus sinensis* L. Osbeck) از پرطرفدارترین میوه‌ها در بین گونه‌های مرکبات است. کیفیت میوه تا حد زیادی توسط مرحله رشد میوه در زمان برداشت تعیین می‌شود در این تحقیق، اثر زمان برداشت (آذر، دی و بهمن) بر صفات کمی و کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول در استان کهگلویه و بویراحمد شهرستان باشت طی دو فصل پاییز و زمستان در سال۱۴۰۲ مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که با تأخیر در زمان برداشت، وزن میوه و سفتی گوشت میوه با گذشت زمان کاهش می‌یابد، در حالی که مواد جامد محلول (TSS) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش معنی داری داشتند. وزن میوه در زمان برداشت آذر ماه ۱۷۶/۷ گرم ثبت شد که با گذشت زمان در برداشت بهمن به‌میزان ۱۳/۶۹ درصد کاهش یافت. بیشترین سفتی گوشت میوه در زمان برداشت دی ماه ۳۱/۷۲ نیوتن بر سانتی‌متر مربع بود. میزان مواد جامد محلول در زمان برداشت بهمن ماه ۴۵/۵۰ درصد افزایش یافت. نتایج همچنین نشان داد که میزان ویتامین C در برداشت اول (آذر ماه) حفظ شد. بیشترین میزان ویتامین C در زمان برداشت اول ۵۷/۶۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود که در زمان سوم به میزان ۱۵/۳۰ درصد کاهش یافت. علاوه براین، کاهش قابل توجهی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول زمان برداشت مشاهده شد. بنابراین نتایج، تعیین زمان مناسب برداشت نقش مهمی در حفظ کیفیت میوه پرتقال واشنگتن ناول دارد. به‌طور کلی این یافته‌ها نشان می‌دهد که زمان‌بندی برداشت در دی ماه نقش مهمی در کیفیت و ارزش غذایی پرتقال دارد.

واژه‌های کلیدی: پرتقال واشنگتن ناول، زمان برداشت، مواد جامد محلول، کیفیت میوه.

مقدمه

پرتقال یکی از مهمترین میوه های کاشته شده در ایران است و پرتقال ناول (*Citrus sinensis* L. Osbeck) پرطرفدارترین میوه در بین گونه‌های مرکبات است. میوه های پرتقال حاوی ترکیبات فیتوشیمیایی و آنتی اکسیدانی هستند که باعث می‌شود به عنوان میوه‌ای با ارزش غذایی بالا شناخته شود. آنتی اکسیدان‌های طبیعی موجود در پرتقال شامل فنل‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و ویتامین ث است که بر ظرفیت آنتی اکسیدانی کل آن تأثیر می‌گذارد (Liu et al., 2022). مقدار ترکیبات شیمیایی و کیفیت میوه به عوامل مختلفی مانند ژنوتیپ یا رقم، شرایط باغ، مرحله بلوغ، شرایط قبل از برداشت و پس از برداشت، ماندگاری و فرآوری بستگی دارد. سطح زیر کشت پرتقال در کشور ۱۷۸۷۲۳ هکتار و ایران نهمین تولیدکننده پرتقال در جهان است که میزان تولید آن به ۲۲۲۵۶۱۵ تن در سال ۲۰۲۰ افزایش پیدا کرده است. استان کهگیلویه و بویراحمد دارای سطح زیرکشت ۱۰۵۲۰ هکتار و تولید ۹۰ هزار تن مرکبات می‌باشد که ۳۰۹۰ هکتار شامل کشت پرتقال و در شهرستان باشت ۴۲۷۵ هکتار تحت کاشت مرکبات وجود دارد که ۹۹۰ هکتار آن پرتقال می‌باشد. قابلیت نگهداری مرکبات به زمان برداشت بستگی دارد. میوه‌های پرتقال واشنگتن ناول از آذر تا اسفند در شهرستان باشت برداشت می‌شوند. بیشتر باغداران تجاری ترجیح می‌دهند میوه‌ها را زودتر برداشت کنند تا سود بیشتری به دست آورند، اما برداشت زودهنگام یا دیرهنگام باعث برخی مشکلات در ویژگی‌های کمی و کیفی میوه از جمله میوه‌های کوچک و کیفیت درونی پایین (اسیدیته بالا، مواد جامد محلول کل کم، محتوای کم آب میوه و غیره می‌شود. کیفیت میوه تا حد زیادی توسط مرحله رشد میوه در زمان برداشت تعیین می‌شود. همچنین میوه‌های نابالغ کوچک، کم رنگ، بدون طعم و در زمان نگهداری بیشتر در معرض آفات و بیماری‌ها هستند. میوه‌های بیش از حد بالغ نیز دارای ماندگاری کم و کیفیت ذخیره سازی پایینی دارند و مستعد آسیب سرمازدگی و پوسیدگی میوه هستند. تأثیر تاریخ برداشت بر کیفیت میوه در بسیاری از مطالعات گزارش شده است.

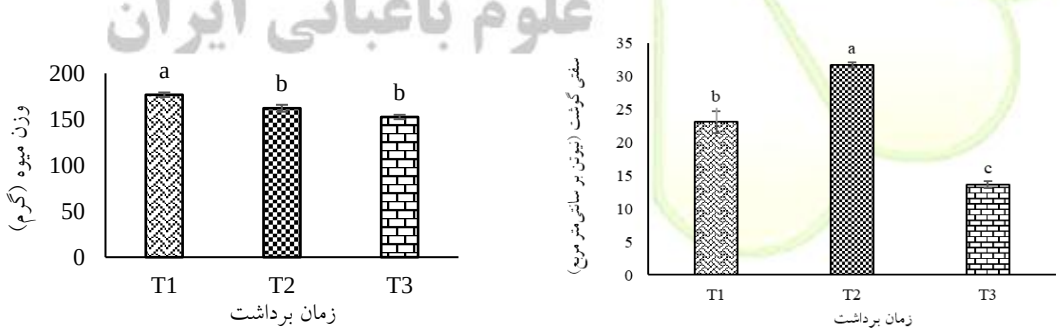
این مطالعه با هدف بررسی تأثیر زمان برداشت بر خصوصیات کمی و کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول کشت شده در شرایط اقلیمی کهگیلویه و بویراحمد، شهرستان باشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش روی میوه های پرتقال در یک باغ تجاری واقع در شهرستان باشت، استان کهگلویه و بویراحمد درقالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در سه تاریخ برداشت آذر، دی و بهمن طی سال ۱۴۰۲ انجام شد. بافت خاک باغ لوم شنی و آبیاری درختان در فصول بهار و تابستان هر سه روز یکبار و در پاییز و زمستان ۵ تا۷ روز یکبار به روش قطره‌ای انجام گردید. تغذیه درختان به‌صورت چالکود و در فصل زمستان با تغذیه با کود کامل (فروت ست) در موقع فندقی شدن میوه انجام شد. شاخص های کمی و کیفی شامل وزن میوه، سفتی گوشت میوه، اسیدیته کل آب میوه، مواد جامد محلول آب میوه (رفرکتومتر)، محتوای ویتامین C به روش دی کلرو ایندوفنل (Borba et al., 2021) و فعالیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH (Habibi et al., 2020) اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

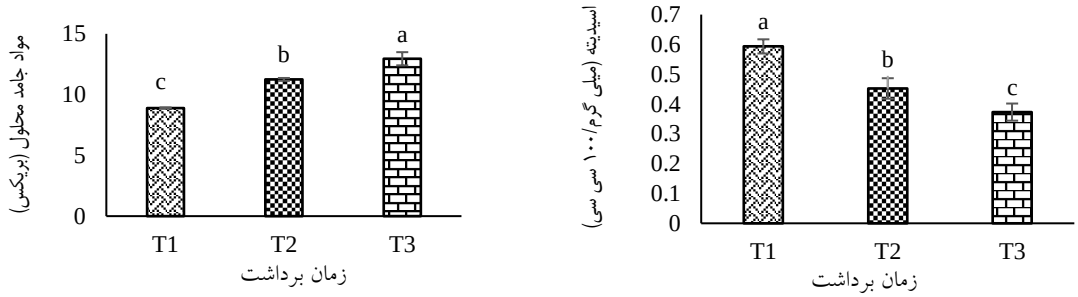
نتایج نشان داد وزن میوه در زمان برداشت آذر بیشتر بود و با وزن میوه در زمان برداشت دی و بهمن تفاوت معنی‌داری داشت اما برای زمان برداشت دی و بهمن، تفاوت معنی‌داری در وزن میوه مشاهده نشد (شکل ۱). در واقع پس از زمان برداشت آذر، تغییرات کمتری در وزن میوه به وجود آمد. زمان برداشت اولیه می‌تواند باعث به‌دست آوردن میوه‌های با وزن بیشتر نسبت به زمان‌های بعدی شود. وزن گوشت میوه در طول زمان برداشت کاهش معنی‌دار داشت (شکل ۱) که ممکن است به‌دلیل فرایندهای فیزیولوژیکی میوه‌ها مانند رشد، توسعه و تغییرات شیمیایی طبیعی در میوه‌ها باشد که به کاهش در وزن گوشت میوه منجر می‌شود. انتخاب زمان مناسب برای برداشت میوه‌ها می‌تواند در بهبود وزن و کیفیت میوه‌ها مؤثر باشد. در پژوهشی مشخص شد که مراحل مختلف رسیدگی و تاریخ برداشت بر وزن میوه تاثیرگذار است (Manzoor et al., 2023). تحقیقات دیگر نیز نشان داد وزن میوه از سپتامبر تا فوریه با زمان برداشت مناسب میوه افزایش یافت. افزایش وزن میوه عمدتاً به تولید آب میوه نسبت داده می‌شود (Rokaya et al., 2016). بیشترین سفتی گوشت میوه در زمان برداشت دی به‌میزان ۳۱/۷۲ نیوتن بر سانتی‌متر مربع مشاهده شد (شکل ۱). این افزایش ممکن است به‌دلیل فرایندهای فیزیولوژیکی و شیمیایی در میوه‌ها هنگام رشد و بلوغ باشد. میوه‌ها در زمان برداشت دوم، که معمولاً رشد و بلوغ بیشتری انجام می‌گیرد دارای ساختار سلولی و سفتی بهتری هستند. به‌طور کلی، این تحلیل نشان می‌دهد که زمان برداشت می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و کیفیتی از جمله سفتی و ساختار گوشتی میوه (Felfoldi et al., 2022) داشته باشد.



شکل ۱- اثر زمان برداشت (T1 = آذر، T2= دی و T3= بهمن) بر وزن میوه و سفتی گوشت میوه پرتقال واشنگتن ناول.
ستون‌های با حروف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند.

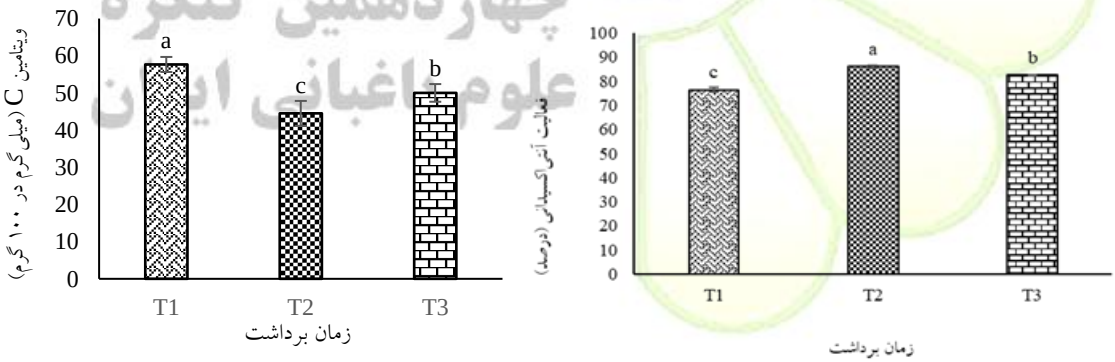
نتایج نشان داد میزان TSS در میوه در زمان برداشت بهمن افزایش یافت. بیشترین افزایش معنی‌دار در زمان برداشت بهمن به‌میزان ۴۵/۵۰ درصد مشاهده شد (شکل ۲). با گذشت زمان میزان TA میوه کاهش یافت. بیشترین و کمترین افزایش معنی‌دار در زمان برداشت آذر

و بهمن به‌ترتیب به‌میزان ۰/۵۹ و ۰/۳۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی عصاره مشاهده شد. میزان TA در میوه پرتقال در زمان برداشت آذر به‌میزان ۵۸/۹۸ درصد در مقایسه با زمان برداشت بهمن مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر زمان برداشت (T1 = آذر، T2= دی و T3= بهمن) بر مواد جامد محلول و اسیدیته آب میوه پرتقال واشنگتن ناول.

میزان ویتامین C در زمان اول برداشت ۵۷/۶۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده شد. افزایش معنی‌دار ویتامین C در زمان اول برداشت به‌میزان ۱۵/۳۰ درصد در مقایسه با زمان سوم برداشت مشاهده شد (شکل ۳). افزایش معنی‌دار میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در زمان دوم برداشت دوم ثبت و سپس در زمان سوم برداشت کاهش یافت. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در زمان دوم برداشت به‌میزان ۸۵/۹۷ درصد بود (شکل ۳). میزان ویتامین C در میوه نه تنها نشان‌دهنده میزان موادمغذی در میوه است بلکه نشان‌دهنده کیفیت و وضعیت آب است (Medyouni et al., 2021). در این نتایج میوه‌های برداشت شده در زمان اول حاوی ویتامین C بیشتری به میوه‌های برداشت شده در زمان سوم هستند. این افزایش ویتامین C در زمان برداشت ممکن است به دلیل چند عامل باشد. میوه‌های برداشت شده در زمان اول ممکن است تازه‌تر و کمتر در معرض اکسایش و تخریب ویتامین‌ها قرار گرفته باشند (Mieszczakowska-Frac et al., 2021). شرایط رشد و محیطی مانند نور، دما و رطوبت می‌توانند تأثیر زیادی بر محتوای ویتامین‌ها در میوه‌ها داشته باشند (Vidinamo et al., 2021). فرایندهای بیوشیمیایی در میوه‌ها هنگام رسیدن و پس از برداشت می‌توانند بر محتوای ویتامین‌ها تأثیر بگذارند. در تحقیقاتی نتایج نشان داد که با افزایش بلوغ میوه میزان ویتامین C افزایش یافته است (Manzoor et al., 2023). این تغییرات معمولاً به‌دلیل فرایندهای شیمیایی و بیولوژیکی هنگام رشد، بلوغ و نیز پس از برداشت میوه‌ها رخ می‌دهند که می‌تواند به تغییرات در فعالیت آنتی‌اکسیدانی منجر شود (Munteanu and Apetrei, 2021).



شکل ۳- اثر زمان برداشت (T1 = آذر، T2= دی و T3= بهمن) بر ویتامین C و فعالیت آنتی اکسیدانی آب میوه پرتقال واشنگتن ناول.

منابع

Borba, K. R., Spricigo, P. C., Aykas, D. P., Mitsuyuki, M. C., Colnago, L. A. and Ferreira, M. D. 2021. Non-invasive quantification of vitamin C, citric acid, and sugar in 'Valência' oranges using infrared spectroscopies. Journal of Food Science and Technology. 58: 731–738.

Felfoldi, Z., Ranga, F., Roman, I. A., Sestras, A. F., Vodnar, D. C., Prohens, J. and Sestras, R. E. 2022. Analysis of physicochemical and organoleptic fruit parameters relevant for tomato quality. Agronomy. 12(5): 1232.

Habibi, F., Ramezanian, A., Guillen, F., Castillo, S., Serrano, M. and Valero, D. 2020. Changes in bioactive compounds, antioxidant activity, and nutritional quality of blood orange cultivars at different storage temperatures. Antioxidants. 9(10): 1016.

Liu, S., Lou, Y., Li, Y., Zhang, J., Li, P., Yang, B. and Gu, Q. 2022. Review of phytochemical and nutritional characteristics and food applications of *Citrus* L. fruits. Frontiers in Nutrition. 9: 968604.

Manzoor, M., Hussain, S. B., Anjum, M. A., Naseer, M., Ahmad, R. and Ziogas, V. 2023. Effects of harvest time on the fruit quality of Kinnow and Feutrell's early mandarins (*Citrus reticulata* Blanco). Agronomy. 13(3): 802.

Medyouni, I., Zouaoui, R., Rubio, E., Serino, S., Ahmed, H. B. and Bertin, N. 2021. Effects of water deficit on leaves and fruit quality during the development period in tomato plant. Food Science and Nutrition. 9(4): 1949–1960.

Mieszczakowska-Frąc, M., Celejewska, K. and Płocharski, W. 2021. Impact of innovative technologies on the content of vitamin C and its bioavailability from processed fruit and vegetable products. Antioxidants. 10(1): 54.

Munteanu, I. G. and Apetrei, C. 2021. Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. International Journal of Molecular Sciences. 22(7): 3380.

Rokaya, P. R., Baral, D. R., Gautam, D. M., Shrestha, A. K. and Paudyal, K. P. 2016. Effect of altitude and maturity stages on quality attributes of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). American Journal of Plant Sciences. 7(6): 958.

Vidinamo, F., Fawzia, S. and Karim, M. 2021. Effect of drying methods and storage with agroecological conditions on phytochemicals and antioxidant activity of fruits: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 62(2): 353–361.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of harvest time on the quantitative and qualitative characteristics of washington navel orange (*Citrus sinensis* L.)

Nahid Hasani Mohgadam[1], Shohreh Zivdar[1*] and Esmaeil Khaleghi[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
[*]*Corresponding Author: zivdar_s@scu.ac.ir*

Abstract

The sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) is one of the most popular fruits among citrus species. The fruit quality is largely determined by the growth stage at the harvest time. This study investigated the effect of harvest time (December, January, and February) on the quantitative and qualitative characteristics of Washington Navel oranges in Basht County, Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province, over two seasons (autumn and winter) in 2023. The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications. Results showed that delaying the harvest time led to a significant decrease in fruit weight, flesh firmness. In contrast, total soluble solids (TSS) and antioxidant activity increased significantly. Fruit weight was recorded as 176.7 g at the first harvest, decreasing by 13.69% by the final harvest in February. The highest fruit pulp firmness was observed at the first harvest (31.72 $N.cm^{-2}$). Total soluble solids increased by 45.50% at the last harvest. Furthermore, vitamin C content was best preserved during the first harvest (December). The highest vitamin C content was measured at the first harvest (57.65 mg/100g), which decreased by 15.3 % by the third harvest. A notable decline in antioxidant activity was also observed throughout the harvesting period .In conclusion, determining the appropriate harvest time plays a crucial role in improving postharvest storage life and maintaining the quality of Washington Navel oranges. Overall, these findings suggest that harvesting in January–February is optimal for preserving nutritional value and fruit quality.

Keywords: Fruit quality, Harvest time, Total soluble solids, Washington navel orange.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

راهکارهای افزایش ماندگاری خرما در مرحله خارک

زهره روحی ویشکائی[1*] و مریم بروجردنیا[1]
۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *zohre_rohi@yahoo.com*

چکیده

خرما یک محصول مهم و شناخته شده است که از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. برخی از ارقام محبوب خرما مانند برحی به دلیل خواص ارگانولپتیکی منحصر به فردشان، از جمله بافت ترد، طعم خوشمزه و رنگ جذاب، در مرحله خارک برداشت می‌شوند. بنابراین، تقاضای مصرف‌کننده زیادی دارند و اهمیت قابل توجهی در بازار دارند. با این حال، خرما در مرحله خارک با سه مشکل روبرو است: (۱) به دلیل رطوبت و قند بالاتر، فاسدشدنی هستند، (۲) به سرعت از مرحله خارک به رطب (رسیدن) تبدیل می‌شوند، و (۳) فصل کوتاه چیدن، که در آن مقادیر زیادی از میوه‌ها در مدت زمان کوتاهی به مرحله رسیدن باغی می‌رسند. بنابراین، به‌تأخیر انداختن رسیدن، حفظ تازگی، جلوگیری از فساد و افزایش ماندگاری، چالش‌های اصلی در مرحله خارک می‌باشند. بر این اساس، این بررسی روش‌های افزایش ماندگاری خرما خارک را مورد بحث قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پس از برداشت، خارک، رسیدن، فاسدشدنی، مصرف‌کننده، نخل خرما.

مقدمه

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) متعلق به خانواده *Arecaceae* یک محصول مهم اجتماعی-اقتصادی و سنتی در خاورمیانه و شمال آفریقا می‌باشد (Sarraf et al., 2021). خرما سرشار از کربوهیدرات‌ها و سایر مواد مغذی مانند مواد معدنی، پروتئین‌ها، چربی‌ها و ویتامین‌ها است. در نتیجه، خرما از دیرباز بخش مهمی از رژیم غذایی اکثر مردم منطقه خاورمیانه بوده است. به همین دلیل سطح زیر کشت و تولید جهانی آن در چند سال گذشته به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است (Singh et al., 2022). آمار فائو نشان می‌دهد که کل سطح زیر کشت خرما به ۱/۲۹ میلیون هکتار و کل تولید جهانی به ۹/۶۶ میلیون تن در سال رسیده است؛ در میان پنج تولیدکننده برتر، ایران در رتبه چهارم قرار دارد (FAO, 2024). میوه‌های خرما پنج مرحله بلوغ دارند که شامل مراحل حبابوک، کیمری، خارک، رطب و خرما می‌باشد. به‌طورکلی، میوه‌ها در مراحل خارک، رطب و خرما قابل مصرف هستند (Abdelkarim et al ., 2022). برخی ارقام مهم و محبوب نخل خرما مانند برحی در مرحله خارک چیده می‌شوند، که در آن میوه‌ها دارای ویژگی‌های ارگانولپتیکی متمایز با بافت ترد، طعم خوشمزه و رنگ زرد جذاب هستند (Abu-Shama et al., 2020). بر این اساس، خرما در مرحله خارک تقاضای زیادی برای مصرف‌کننده و اهمیت قابل توجهی در بازار دارد و به دلیل خواص حسی منحصر به فرد عمدتاً به‌عنوان میوه تازه مصرف می‌شوند. با این حال، کاربردهای محدود دیگری همچون تهیه ترشی، مربا، سالاد میوه، محصولات نانوایی و کیک نیز دارد. یکی از چالش‌های پیش روی باغداران، فصل کوتاه چیدن است که در آن مقادیر زیادی از میوه‌ها در مدت زمان کوتاهی به مرحله رسیدگی می‌رسند. خرما به سرعت از خارک به مرحله رطب تبدیل می‌شود که در آن بافت نرم، رنگ آن قهوه‌ای و طعم آن شیرین‌تر می‌شود. علاوه‌بر این، میوه‌ها بیشتر مستعد زوال می‌شوند و ماندگاری آنها کاهش می‌یابد که به نوبه خود بر قیمت، بازاریابی آن و عدم امکان ارسال به بازارهای دوردست تأثیر زیادی دارد (Ghafoor et al., 2022). بنابراین، افزایش ماندگاری خرما در مرحله خارک از دیدگاه تولیدکنندگان، تجار و مصرف کنندگان خرما از اهمیت بالایی برخوردار است. تغییرات متابولیکی و فیزیولوژیکی در طول رسیدن، اقدامات نامناسب در طول برداشت و پس از برداشت، میکروارگانیسم‌ها و هجوم حشرات از عوامل اصلی و مهم کاهش کیفیت میوه خرمای خارک می‌باشد(Sarraf et al., 2021). بنابراین، آگاهی از روش‌های مختلف و موثر نگهداری این نوع خرما در مرحله پس از برداشت، برای حفظ کیفیت و جلوگیری از هدر رفتن آن، امری ضروری است. در این مطالعه انواع روش‌ها و تکنیک‌های مهم برای حفظ کیفیت و بهبود انبارداری میوه‌های خرما در مرحله خارک بررسی می‌شود.

راهکارهای افزایش ماندگاری پس از برداشت خرما در مرحله خارک

بر اساس منابع، روش‌های مختلفی برای حفظ کیفیت و پایداری خرمای خارک در طول نگهداری بررسی شده است که در ادامه به مهمترین آن‌ها اشاره خواهد شد.

ذخیره‌سازی در انبار سرد

ذخیره‌سازی در انبار سرد رایج‌ترین و مؤثرترین روش نگهداری برای بسیاری از محصولات غذایی در سراسر جهان، به‌ویژه میوه‌ها و سبزیجات است. این روش به‌طور قابل توجهی از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند یا آن را به حداقل می‌رساند، هجوم حشرات را به‌تأخیر می‌اندازد و فعالیت آنزیمی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، تغییرات فیزیولوژیکی پس از برداشت، از جمله تنفس، تولید اتیلن، از دست‌دادن آب، رسیدن و پیری را به‌تأخیر می‌اندازد که به نوبه خود می‌تواند ماندگاری را افزایش داده و کیفیت و تازگی میوه‌ها را حفظ کند (Sarraf et al., 2021; Ibrahim et al., 2024).گزارش‌های متعددی تأیید کرده‌اند که نگهداری در سردخانه یک روش نگهداری مؤثر برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری خرما در مرحله خارک است. به‌علاوه گزارش شده است که نگهداری در سردخانه می‌تواند تغییرات نامطلوب در کیفیت خرما در مرحله خارک را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد. خرما در مرحله خارک باید در دمای ۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵ درصد نگهداری شود تا از دست‌دادن آب به حداقل برسد و رسیدن بیش از حد به‌تأخیر بیفتد (Sarraf et al., 2021). علاوه‌بر این، حفظ دمای پایین در طول حمل و نقل، تحویل، توزیع، جابجایی و بازاریابی خرما برای حفظ کیفیت، حفظ ایمنی و افزایش ماندگاری آن توصیه می‌شود زیرا تغییرات رنگ، طعم و بافت را به حداقل می‌رساند، رشد میکروبی را به‌تأخیر می‌اندازد، از هجوم حشرات جلوگیری می‌کند و میزان و شدت ترش شدن را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، نگهداری میوه‌های خرما در دماهای پایین (زیر ۵ درجه سانتی‌گراد) از رشد باکتری‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کند (Ibrahim et al., 2024). از آن‌جایی که رشد قارچ‌های تولیدکننده آفلاتوکسین مستقیماً تحت تأثیر دمای نگهداری قرار می‌گیرد، نگهداری خرما در مرحله خارک در سردخانه می‌تواند گزینه مؤثری برای جلوگیری از آلودگی به آفلاتوکسین باشد. کارایی انبار سرد عمدتاً تحت تأثیر کیفیت اولیه میوه‌ها، میزان آلودگی میکروبی، هجوم حشرات و دمای اعمال شده قرار دارد. علاوه‌بر این، اجتناب از نوسانات دما در طول انبار سرد برای کنترل رشد میکروبی بسیار مهم است. همچنین، رشد برخی از سویه‌های میکروبی مقاوم به دمای پایین ممکن است بر کیفیت و ایمنی خرماهای نگهداری شده تأثیر بگذارد. بر این اساس، روش‌های نگهداری تکمیلی باید همراه با ذخیره‌سازی در دمای پایین برای بهبود اثربخشی فرآیند نگهداری اعمال شوند (Sarraf et al., 2021).**بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته**

اتمسفر تغییریافته یک تکنیک مؤثر است که به‌طورگسترده برای افزایش ماندگاری غذاهای تازه، به‌ویژه میوه‌ها و سبزیجات به‌کار گرفته شده است. این روش به تغییر درصد گازهای موجود در هوای اطراف محصول غذایی، یعنی کاهش O_2 و افزایش سطح CO_2 بستگی دارد که می‌تواند واکنش‌های اکسیداسیون و قهوه‌ای شدن آنزیمی را کاهش دهد، فساد میکروبی را به‌تأخیر بیندازد. علاوه‌بر این، اتمسفر تغییریافته می‌تواند میزان تنفس و تولید اتیلن را کاهش دهد، و از این طریق رسیدن را به‌تأخیر بیندازد، و ماندگاری میوه‌ها را افزایش دهد. اثر بخشی اتمسفر تغییریافته به نفوذپذیری بسته‌بندی، دمای نگهداری و میزان تنفس بستگی دارد (Chonhenchob et al., 2013). مطالعه قبلی انجام شده در مورد تأثیر اتمسفر تغییریافته بر ماندگاری میوه‌های خرمای برحی در مرحله خارک نشان داد که اتمسفر تغییریافته فعالیت‌های متابولیکی را کاهش داد، کاهش وزن و نرم شدن را به حداقل رساند، با تأخیر افتادن رسیدن، ماندگاری خرما در مرحله خارک تا ۲۰ روز در شرایط نگهداری در یخچال رسید. با این حال، طراحی نامناسب اتمسفر تغییریافته ممکن است بر خواص حسی تأثیر منفی بگذارد و ماندگاری محصول نگهداری شده را کوتاه کند (Mortazavi et al., 2007).

پوشش‌های خوراکی

پوشش‌های خوراکی از مواد زیست تجزیه‌پذیر طبیعی تشکیل شده‌اند که روی محصولات غذایی، عمدتاً میوه‌ها و سبزیجات، به‌صورت یک لایه نازک اعمال می‌شوند تا کیفیت را حفظ کرده و ماندگاری را با به‌تأخیر انداختن از دست‌دادن آب، کاهش سرعت تنفس و جلوگیری از تبادل گاز از سطوح میوه‌ها افزایش دهند. پوشش‌های خوراکی از پلی‌ساکاریدها، مانند نشاسته، آلژینات و کیتوزان؛ پروتئین‌ها، مانند گلوتن

و کلاژن؛ و لیپیدها، مانند موم‌ها و روغن‌های گیاهی تهیه می‌شود (Yaashikaa et al., 2023). پوشش خوراکی روشی ایمن، ساده و سازگار با محیط زیست برای نگهداری میوه‌ها و سبزیجات هستند. با این حال، مطالعات کمی در مورد استفاده از پوشش‌های خوراکی برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری خرمای خارک انجام شده است. تأثیر پوشش خوراکی مبتنی بر کیتوزان بر کیفیت خرما در مرحله خارک تازه رقم برحی که در شرایط یخچال نگهداری می‌شود، ارزیابی شد، نتایج نشان داد که پوشش‌های خوراکی مبتنی بر کیتوزان، کیفیت میوه‌ها را حفظ می‌کنند و ماندگاری را تا ۴ هفته افزایش می‌دهند (Ghafoor et al., 2022). در مطالعه دیگر پوشش‌های خوراکی تهیه شده از ژلاتین، کیتوزان و صمغ گوار منجر به‌تأخیر انداختن رسیدن، کاهش از دست دادن رطوبت، حفظ محتوای ویتامین‌ها و پلی‌فنول‌ها، مهار رشد باکتری‌ها و افزایش ماندگاری خرما در مرحله خارک (۸ هفته) گردید (Abu-Shama et al., 2020). با وجود مزایای متعدد، این روش هنوز به‌عنوان یک روش کمکی برای نگهداری در نظر گرفته می‌شود، زیرا باید همراه با انبار سرد استفاده شود. علاوه بر این، یک فناوری زمان‌بر است و ممکن است بر ظاهر میوه تأثیر بگذارد.

اسیدلاکتیک

یک اسید آلی با اثر ضدمیکروبی قوی است؛ بر این اساس، می‌توان آن را با موفقیت در نگهداری مواد غذایی به‌کار برد (Seddiek et al., 2022). با این حال، مطالعات بسیار کمی در مورد پتانسیل استفاده از اسیدلاکتیک برای حفظ ماندگاری خرما در مرحله خارک انجام شده است. تحقیقات اخیر گزارش داده‌اند که تیمارهای غوطه‌وری با اسیدلاکتیک (۱٪)، ماندگاری خرمای خارک (رقم برحی) را در شرایط یخچالی تا ۴ هفته افزایش داده‌اند؛ نویسندگان اظهار داشتند که از دست دادن آب، نرم شدن و رشد قارچ در نمونه‌های تیمار شده به حداقل رسیده است (Alqahtani et al., 2023b). چنین یافته‌هایی نشان می‌دهد که اسیدلاکتیک می‌تواند یک تیمار نویدبخش برای حفظ کیفیت، به‌حداقل رساندن فساد و به‌تأخیر انداختن رسیدن خارک نگهداری شده در سردخانه باشد.

کلریدکلسیم

غوطه‌وری در محلول‌های کلریدکلسیم به‌عنوان یک تیمار پس از برداشت برای حفظ کیفیت و بهبود پایداری انبارداری محصولات مختلف میوه و سبزیجات به کار رفته است. گزارش شده است تیمار خرما در مرحله خارک با محلول کلریدکلسیم به‌طور قابل توجهی منجر به‌حداقل رساندن پوسیدگی میوه، کاهش تغییرات رنگ و وزن، و افزایش ماندگاری میوه‌ها تا ۴۰ روز گردید (Atia et al., 2020).

عصاره‌های گیاهی

اخیراً توجه بیشتری به‌استفاده از عصاره‌های گیاهی طبیعی در صنایع غذایی شده است. این محصولات را می‌توان از محصولات جانبی کشاورزی مانند دانه‌ها، پوست، برگ‌ها و تفاله استخراج کرد، که به‌دلیل محتوای مواد فنلی و مواد مغذی گیاهی، فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارند. گزارش شده است ماندگاری خرما در مرحله خارک را می‌توان از طریق عصاره پوست انار از ۳ هفته در میوه‌های شاهد به ۶ هفته در میوه‌های تیمار شده افزایش داد (Alqahtani et al., 2023b). در مطالعه دیگر، عصاره برگ گواوا به‌عنوان یک روش غوطه‌وری بر پارامترهای کیفی خرمای خارک نگهداری شده در سردخانه بررسی شد. نتایج نشان داد، عصاره برگ گواوا منجر به افزایش ماندگاری، جلوگیری از کاهش رطوبت، تأخیر در تغییر رنگ، حفظ سفتی، به حداقل رساندن رشد میکروبی و حفظ خواص حسی خرمای خارک نگهداری شده در سردخانه گردید (Alqahtani et al., 2023a). با این حال، عصاره‌های گیاهی طبیعی را نمی‌توان به‌تنهایی برای افزایش ماندگاری خرمای خارک استفاده کرد. آن‌ها می‌توانند به‌عنوان یک روش کمکی در کنار نگهداری در سردخانه مورد استفاده قرار گیرند. علاوه‌بر این، برخی از عصاره‌های گیاهی ممکن است بر خواص حسی میوه‌های تیمار شده تأثیر بگذارند.

تنظیم‌کننده‌های رشد

استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند در به‌تأخیر انداختن رسیدن و در نتیجه افزایش ماندگاری خرما در مرحله خارک مفید باشد. تأثیر تیمار پس از برداشت اسید جیبرلیک، سیتوکنین و اکسین به‌ترتیب در غلظت‌های ۵۰، ۴۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بر پارامترهای کیفی خارک در طول ذخیره‌سازی در سردخانه ارزیابی شد. نویسندگان دریافتند که غوطه‌وری در محلول‌های این تنظیم‌کننده‌های رشد قبل از

ذخیره‌سازی در سردخانه، رسیدن را به‌تأخیر انداخته و کیفیت خرما را حفظ می‌کند. همچنین، میوه‌های تیمار شده محتوای ویتامین C بالاتری نسبت به شاهد حفظ کردند (Al-Qurashi and Awad, 2011).

امواج صوتی

فرکانس‌های بالاتر از محدوده شنوایی انسان به‌عنوان امواج فراصوت شناخته می‌شوند. این امواج می‌توانند در فرکانس‌های مختلف برای کاربردهای تحقیقاتی، صنعتی و پزشکی تولید شوند. در مورد خرما در مرحله خارک، مطالعات بسیار کمی تأثیر فراصوت را بر ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها بررسی کرده‌اند. در یک پژوهش، تیمار فراصوت با شدت ۱۴۰ وات بر سانتی‌متر مربع به مدت ۵ دقیقه و نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، کیفیت فیزیکی، میکروبی و تغذیه‌ای را حفظ کرده و ماندگاری خرما در مرحله خارک را تا ۲۱ روز افزایش داد (Abdelkarim et al., 2022).

نتیجه‌گیری

خرما در مرحله خارک به دلیل ارزش غذایی بالا و فواید مختلف، تقاضای مصرف‌کننده زیادی دارد. با این وجود ماندگاری کم بر قیمت، بازاریابی آن و عدم امکان ارسال به بازارهای دوردست تأثیر زیادی دارد. بر اساس نتایج این مطالعه مشخص گردید اکثر مواد در ترکیب با هم کارایی بیشتری در مقایسه با کاربرد به‌تنهایی داشته‌اند. علاوه بر تکنیک‌های مورد بررسی، یافتن روش‌های نوآورانه، کم‌هزینه، مؤثر و کاربردی برای افزایش طول عمر انبارداری پس از برداشت خرمای خارک مورد نیاز می‌باشد.

منابع

Abdelkarim, D. O., Mohamed Ahmed, I. A., Ahmed, K. A., Younis, M., Yehia, H. M. and Zein El-Abedein, A. I. 2022. Extending the shelf life of fresh Khalal Barhi dates via an optimized postharvest ultrasonic treatment. Plants. 11: 1–17.

Abu-Shama, H. S., Abou-Zaid, F. O. F. and El-Sayed, E. Z. 2020. Effect of using edible coatings on fruit quality of Barhi date cultivar. Scientia Horticulturae. 265: 109262.

Al-Qurashi, A. D. and Awad, M. A. 2011. Quality characteristics of bisir 'Barhee' dates during cold storage as affected by postharvest dipping in gibberellic acid, naphthaleneacetic acid and benzyladenine. Fruits. 66: 343–352.

Alqahtani, N. K., Alnemr, T. M. and Ali, S. A. 2023b. Effects of pomegranate peel extract and/or lactic acid as natural preservatives on physicochemical, microbiological properties, antioxidant activity, and storage stability of Khalal Barhi date fruits. Foods. 12: 1–15.

Atia, A., Abdelkarim, D., Younis, M. and Alhamdan, A. 2020. Effects of pre-storage dipping in calcium chloride and salicylic acid on the quality attributes of stored Khalal Barhi dates. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 13: 206–212.

FAO. 2024. Faostat. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online. Accessed December 21, 2024.

Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Babiker, E. E., Mohamed Ahmed, I. A., Shahzad, S. A. and Alsawmahi, O. N. 2022. Quality attributes of refrigerated Barhi dates coated with edible chitosan containing natural functional ingredients. Foods. 11: 1–16.

Ibrahim, A. S., Sukor, R., Anwar, F., Murugesu, S., Selamat, J. and Siva, R. 2024. Nutritional, nutraceutical attributes, microbiological and chemical safety of different varieties of dates—a review. Future Foods. 10: 100421.

Mortazavi, S., Arzani, K. and Barzegar, M. 2007. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the postharvest quality and shelf life of date fruits in Khalal stage. In: III International Date Palm Conference. Acta Horticulturae. 736: 471–477.

Sarraf, M., Jemni, M., Kahramanoğlu, I., Artés, F., Shahkoomahally, S. and Namsi, A. 2021. Commercial techniques for preserving date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit quality and safety: A review. Saudi Journal of Biological Sciences. 28: 4408–4420.

Seddiek, A., Hamad, G., Zeitoun, A., Zeitoun, M. and Ali, S. 2022. The combined effect of lactic acid and natural plant extracts from guava leaves and pomegranate peel on the shelf life of fresh-cut apple slices during cold storage. Food Research. 6: 161–169.

Singh, V., Aggarwal, P., Kaur, S. and Kaur, N. 2022. Intermediate moisture date (*Phoenix dactylifera* L.) based dessert with natural sugars: Phytonutritional profile, characterization, sensory quality, and shelf-life studies. Journal of Food Processing and Preservation. 46: e17237.

Yaashikaa, P., Kamalesh, R., Kumar, P. S., Saravanan, A., Vijayasri, K. and Rangasamy, G. 2023. Recent advances in edible coatings and their application in food packaging. Food Research International. 173: 113366.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Solutions to extend the shelf life of date palm fruit at the khalal stage

Zohreh rohi vishekaii[1*] and Maryam boroujerdnia[1]

1. Research assistance professor, Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

[*]Corresponding Author: zohre_rohi@yahoo.com

Abstract

The date is a well-established and economically significant crop**.** Some popular date varieties such as Barhi are harvested at the Khalal stage due to their unique organoleptic properties, including a crunchy texture, delicious taste, and attractive color; therefore, they have a great consumer demand and significant market relevance. However, dates at the Khalal stage are facing three issues: (1) they are perishable due to the higher moisture and sugar content, (2) they are rapidly converted from the Khalal to Rutab stage (ripening), and (3) the short picking season, where huge quantities of the fruits reach the horticultural ripening during a short time. Therefore, delaying ripening, maintaining freshness, preventing spoilage, and extending the shelf-life represent the major challenges at the Khalal stage. Accordingly, this review discusses methods for increasing the shelf life of Khalal dates.

Keywords: Consumer, Date palm, Khalal stage, Perishable, Post-harvest, Ripening.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پتانسیل دارویی گیاهان وحشی *Gundelia tournefortii* و *Falcaria vulgaris*: مروری بر ترکیبات زیست‌فعال و کاربردهای سلامت محور

محدثه احمدی[۱]، اکبر عرب حسینی[۱*] و هادی صمیمی اخیجهانی[۲]

۱- گروه فنی کشاورزی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران

۲- گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: *ahosseini@ut.ac.ir*

چکیده

گیاهان خوراکی و دارویی وحشی به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست فعال متعدد، نقشی مؤثر و مهم در حفظ و ارتقای سلامت انسان، پیشگیری از بیماری‌ها و تولید محصولات دارویی و غذایی ایفا می‌کنند که این گیاهان در سال‌های اخیر به دلیل خواص درمانی، آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضدسرطانی توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده‌اند. در این مطالعه مروری، تمرکز بر دو گونه مهم و بومی ایران، یعنی *Falcaria vulgaris* (غازیاقی یا پاغازه) و *Gundelia tournefortii* (کنگر کوهی یا کنگر وحشی) است که کاربرد وسیعی در طب سنتی و داروسازی دارند. این مقاله با گردآوری و تحلیل نتایج پژوهش‌های معتبر داخلی و بین‌المللی، به بررسی جامع ترکیبات شیمیایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، نحوه استخراج عصاره و اسانس، و تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر کیفیت مواد مؤثره در این گیاهان می‌پردازد. مطالعات نشان داده‌اند که ترکیبات اصلی موجود در این گیاهان شامل α-پینن، β-کاریوفیلن، لینالول، اسید پالمیتیک، اسید لینولئیک، فیتول و لیمونن هستند که نقش مهمی در مهار رادیکال‌های آزاد، کاهش التهاب، مهار رشد سلول‌های سرطانی و کنترل عوامل میکروبی دارند. همچنین، روش‌های خشک‌کردن گیاه، نوع حلال استخراج (آب، اتانول، متانول)، و منطقه جغرافیایی رشد گیاه اثر قابل توجهی بر کیفیت، کمیت و تنوع ترکیبات زیست‌فعال دارند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات زیست‌فعال، عصاره، گیاهان دارویی خودرو.

مقدمه

گیاهان خوراکی و دارویی وحشی نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی و بهبود سلامت جوامع بشری ایفا می‌کنند. این گیاهان نه تنها به‌عنوان منابعی غنی از مواد مغذی، به ویژه ریزمغذی‌ها مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی و ترکیبات فنولی شناخته می‌شوند، بلکه از دیرباز در طب سنتی و درمان بسیاری از بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در بسیاری از مناطق جهان، به‌ویژه مناطقی که به‌طور مستقیم تحت تأثیر تغییرات اقلیمی، خشکسالی و کمبود منابع غذایی قرار دارند، این گیاهان به‌عنوان منابع مکمل و جایگزین در رژیم غذایی مورد توجه قرار گرفته‌اند. مصرف گیاهان خوراکی وحشی می‌تواند به کاهش سوءتغذیه، تقویت سیستم ایمنی بدن و پیشگیری از بیماری‌های مزمن کمک کند (Sulaiman et al., 2022).

بهره‌گیری از گیاهان دارویی به‌عنوان یکی از کهن‌ترین شیوه‌های درمانی بشر همواره مورد توجه بوده است. در سال‌های اخیر، گرایش فزاینده‌ای به استفاده از فرآورده‌های گیاهی در میان جوامع مختلف جهان مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد یکی از دلایل اصلی این استقبال، عوارض جانبی کمتر داروهای گیاهی در مقایسه با داروهای شیمیایی باشد که موجب تغییر الگوی مصرف و افزایش تمایل به استفاده از درمان‌های طبیعی شده است (Akbari et al., 2022).

مواد و روش‌ها

معرفی گیاهان

گیاه دارویی کنگر وحشی (*Gundelia tournefortii*) از تیره Asteraceae است. Asteraceae بزرگترین خانواده گیاهان گلدار با حدود ۹۰۰ جنس و بیش از ۱۳۰۰۰ گونه است که دارای ریشه‌ای ضخیم و چوبی، ساقه‌ای منشعب و پوشیده از خار، و برگ‌هایی بزرگ، خاردار و عمیقاً بریده است. گل‌آذین‌های کروی آن در انتهای شاخه‌ها ظاهر شده و شامل گل‌های کوچک به رنگ بنفش یا ارغوانی هستند. این گیاه یکی از گیاهان دارویی مهم است که به راحتی در برخی مناطق ایران یافت می‌شود. این گیاه معمولاً به ترتیب با نام‌های انگلیسی، عربی و ترکی Tumbleweed، Akoub و Kanger شناخته می‌شود (Coruh et al., 2007). این گیاه یکی از فراوان‌ترین گیاهان در سرزمین‌های کوهستانی و شیب‌دار ایران است. تقریباً در تمام کوه‌های سراسر کشور، مانند استان‌های همدان، کرمانشاه، آذربایجان، چهارمحال و بختیاری، لرستان، فارس، کردستان و خراسان و همچنین جنوب البرز یافت می‌شود. این گیاه به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال، در طب سنتی به‌عنوان درمانی برای بسیاری از بیماری‌ها از جمله درد قفسه سینه، حمله قلبی، دیابت، یبوست، درد معده، برونشیت، التهاب، آبسه دندان، صرع و سنگ کلیه مورد استفاده قرار گرفته است (Dalar et al., 2020).

گیاه دارویی *Falcaria vulgaris* که در زبان ترکی با نام «غازیاغی» و در نواحی غربی ایران با عنوان «پاغازه» شناخته می‌شود، از تیره چتریان (Apiaceae) بوده و به‌طور طبیعی در نواحی غرب آسیا، اروپا و قاره آمریکا رویش دارد. این گونه گیاهی به‌ویژه در مناطق غربی و جنوب‌غربی ایران پراکنش گسترده‌ای دارد. مصرف خوراکی و کاربردهای دارویی این گیاه، پیشینه‌ای طولانی در طب سنتی و بومی دارد (Dokhani et al., 2022). که معمولاً به ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر رشد می‌کند و دارای ساقه‌ای منشعب و بدون کرک می‌باشد. برگ‌های این گیاه به رنگ سبز تیره بوده و شباهت زیادی به پای غاز دارند. (Amiri and Joharchi, 2016).

در شکل ۱ گیاهان دارویی غازیاقی و کنگر کوهی مشاهده می شود.



(ب) (الف)

شکل ۱ گیاهان مورد استفاده در این پژوهش: الف) غازیاقی و ب) کنگر کوهی

مطالعات مربوط به اسانس و عصاره گیاه *Falcaria vulgaris*

در یک مطالعه، ترکیبات شیمیایی اسانس‌های به‌دست‌آمده از گل، برگ و ساقه گیاه *Falcaria vulgaris*. از دو منطقه اردبیل (نمونه A) و خلخال (نمونه B) با روش تقطیر با آب استخراج و ترکیبات هر کدام توسط GC و GC/MS شناسایی شدند. در نمونه A، α-پینن به‌عنوان ترکیب غالب در گل، برگ و ساقه به‌ترتیب با مقادیر ۴۳/۸٪، ۳۳/۰٪ و ۵۰/۹٪ وجود داشت. در اسانس گل این نمونه، β-کاریوفیلن (۲۵/۲٪) و ۱،۸-سینئول (۱۲/۸٪) به‌عنوان ترکیبات شاخص شناسایی شدند. در برگ نیز α-ترپینیل استات (۲۳/۲٪) و لیمونن (۱۴/۴٪) مقادیر بالایی داشتند. در نمونه B، α-پینن ترکیب غالب بود (۱۶/۱٪ در گل، ۳۱/۵٪ در برگ و ۳۴/۵٪ در ساقه). همچنین، در برگ ژرماکرن

D (۳۲/۱٪) و لیمونن (۱۴/۲٪) و در ساقه، لیمونن (۲۹/۸٪) و α-ترپینیل استات (۲۱/۹٪) به‌عنوان اجزای اصلی شناسایی شدند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با آزمون DPPH و خاصیت ضدباکتریایی با اندازه‌گیری قطر هاله‌های ممانعت از رشد ارزیابی شد. نتایج نشان داد که اسانس‌های به‌دست‌آمده از بخش‌ها و مناطق مختلف این گیاه دارای فعالیت مهار رادیکال آزاد و نیز خاصیت ضدباکتریایی مؤثر هستند (Shafaghat, 2010).

در مطالعه‌ای که در استان همدان انجام شد، ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان *Falcaria vulgaris* و *Echinophora platyloba* بررسی شد. بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات GC-MS، ترکیبات اصلی اسانس *F. vulgaris* شامل اسپاتولنول و اسید پالمیتیک و در اسانس *E. platyloba*، γ-دکالاکتون و (E)-سزکی‌لاواندولول بودند. میزان بازده استخراج اسانس از ۲۰۰ گرم اندام هوایی خشک‌شده، برای *F. vulgaris* و *E. platyloba* به ترتیب ۰/۵ و ۰/۸ میلی‌لیتر گزارش شد. همچنین، بازده استخراج متانولی از ۱۰۰ گرم اندام هوایی و بذر گیاهان به ترتیب برابر با ۱۲/۰۲٪، ۱۱/۷۶٪ بود. نتایج آزمون‌های آنتی‌اکسیدانی شامل DPPH، FRAP، β-کاروتن-اسید لینولئیک و تست توانایی اتصال آهن نشان داد که عصاره متانولی اندام هوایی *F. vulgaris* بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را دارد، به‌طوری که در تست DPPH، مقدار IC_{50} آن کمتر از سایر نمونه‌ها گزارش شد. این یافته‌ها بر پتانسیل استفاده از این گیاهان در صنایع غذایی و دارویی به‌عنوان منابع طبیعی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی تأکید دارند (Soleimani Shadvar and Moradkhani, 2022).

در پژوهشی با هدف بررسی ظرفیت آنتی اکسیدانی *Falcaria vulgaris*، عصاره متانولی این گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از آزمون FRAP نشان داد که عصاره مذکور دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی قابل توجهی معادل ۲/۸۶ میلی‌مول Fe^{2+}/L است. این یافته‌ها بیانگر پتانسیل بالای این گیاه به عنوان منبع طبیعی آنتی اکسیدان بوده و کاربرد آن را در صنایع دارویی و غذایی، به ویژه در فرمولاسیون محصولات با خواص سلامت محور، توجیه پذیر می‌سازد (Shahsavari et al.,2022).

مطالعات مربوط به اسانس و عصاره گیاه *Gundelia tournefortii*

در مطالعه‌ای که در منطقه زاگرس مرکزی انجام شد، اسانس گیاه *Gundelia tournefortii* با روش تقطیر بخار استخراج و ترکیبات شیمیایی آن با دستگاه GC-MS شناسایی گردید. مهم‌ترین ترکیبات شناسایی شده شامل اسید پالمیتیک (۱۲/۴۸٪)، اسید لوریک (۱۰/۵۹٪)، آلفا ایونن (۶/۶۸٪) و فیتول (۳/۶٪) بودند. این گیاه به دلیل خواص درمانی و داشتن مواد معدنی مفید مانند پتاسیم و کلسیم، پتانسیل بالایی در کاربردهای دارویی و غذایی دارد (Farhang et al., 2016).

در مطالعه‌ای بر روی گیاه ، ۴۱ ترکیب از روغن فرار اندام هوایی آن شناسایی شد که مهم‌ترین آنها تیمول (۱۱/۲٪)، ۷-ترپینن (۹/۸٪) و جرمسرن D (۶/۶٪) بودند. عصاره‌های گیاه فعالیت ضد میکروبی روی چند باکتری گرم مثبت و گرم منفی داشتند و عصاره متانولی بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی (IC_{50} = 40.3 میکروگرم/میلی‌لیتر) و بالاترین مقدار ترکیبات فنولی را نشان داد. عصاره اتیل استات نیز در غلظت ۷/۵ میلی‌گرم/میلی‌لیتر اثر ضد باکتری داشت. نتایج این مطالعه بیانگر پتانسیل بالای روغن و عصاره‌های *Gundelia tournefortii* به عنوان منبعی موثر در صنایع دارویی و غذایی برای کاربرد به عنوان آنتی‌اکسیدان و ضد میکروب است (Dastan andYousefzadi., 2016).

در یک تحقیق، عصاره آبی دانه‌های *Gundelia tournefortii* با روش GC-MS آنالیز شد و ترکیبات معدنی آن شامل ۳/۶۴ ٪ نیتروژن، ۰/۱۱٪ فسفر، ۳/۷۸٪ پتاسیم، ۰/۲۲٪ کلسیم، ۰/۵۷٪ منیزیم و همچنین ۲۶۸/۴میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، ۱۶/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی، ۱۹/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم منگنز و ۸/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم مس تعیین گردید. عصاره این گیاه دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی با شاخص استرس اکسیداتیو (OSI) پایین بود که نشان‌دهنده توانایی بالای آن در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و کاهش آسیب‌های اکسیداتیو است (Saraç et al., 2019).

نتایج و بحث

گیاهان دارویی و خوراکی وحشی نظیر *Falcaria vulgaris* و *Gundelia tournefortii* که به‌طور گسترده در اقلیم‌های متنوع ایران رشد می‌کنند، به‌عنوان منابع غنی از ترکیبات زیست‌فعال از اهمیت زیادی در حوزه‌های دارویی، غذایی و بهداشتی برخوردارند. نتایج حاصل

از مرور پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که این گیاهان حاوی طیف گسترده‌ای از ترکیبات مؤثر مانند مونوترپن‌ها، سزکویی‌ترپن‌ها، اسیدهای چرب، فنول‌ها و فلاونوئیدها هستند که می‌توانند نقش‌های چندگانه‌ای در مهار استرس اکسیداتیو، کاهش التهاب، تقویت سیستم ایمنی و حتی مهار رشد سلول‌های سرطانی ایفا کنند. همچنین، مشخص شد که شرایط اکولوژیکی، منطقه جغرافیایی، روش استخراج (مانند استفاده از حلال‌هایی نظیر متانول و اتانول)، نوع اندام مورد استفاده (گل، برگ، ساقه یا دانه) و تکنیک‌های فرآوری از جمله روش‌های خشک‌کردن، اثر قابل‌توجهی بر کیفیت و کمیت این ترکیبات دارند. از جمله یافته‌های قابل‌توجه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی عصاره‌های متانولی این گیاهان است که در مطالعات مختلف با روش‌هایی مانند DPPH، FRAP و β–کاروتن–اسید لینولئیک ارزیابی و تأیید شده است. این ویژگی‌ها نه‌تنها نشان‌دهنده ظرفیت بالقوه این گونه‌ها در مهار رادیکال‌های آزاد و مقابله با فرآیندهای تخریبی ناشی از استرس اکسیداتیو هستند، بلکه آن‌ها را به گزینه‌هایی جذاب برای توسعه محصولات دارویی طبیعی، مکمل‌های غذایی و حتی افزودنی‌های آنتی‌اکسیدانی در صنایع غذایی تبدیل می‌سازند. در کنار خواص درمانی، ارزش تغذیه‌ای بالای این گیاهان نیز باید مدنظر قرار گیرد، به‌ویژه با توجه به حضور عناصر معدنی کلیدی مانند پتاسیم، کلسیم، آهن و منیزیم که می‌توانند به بهبود تغذیه و ارتقای سلامت عمومی جوامع، به‌ویژه در مناطق محروم و آسیب‌پذیر، کمک کنند. افزون بر این، استفاده از این گیاهان در طب سنتی ایران و کشورهای همجوار نشان‌دهنده پشتوانه‌ای تجربی و تاریخی است که می‌تواند با داده‌های علمی روز هم‌افزایی مؤثری داشته باشد. با وجود شواهد موجود، هنوز نیاز مبرمی به انجام تحقیقات پیش‌بالینی و بالینی گسترده برای تعیین دوز مؤثر، ایمنی مصرف، سمیت احتمالی و نحوه عملکرد دقیق ترکیبات مؤثر این گیاهان وجود دارد. همچنین، توسعه فرمولاسیون‌های نوین مانند نانوحامل‌ها، کپسوله‌سازی ترکیبات زیست‌فعال، و کاربردهای جدید در فناوری‌های داروسانی می‌تواند به ارتقای بهره‌وری و پایداری این گیاهان کمک کند. در نهایت، با توجه به اهمیت روزافزون استفاده از منابع طبیعی و گرایش جهانی به سمت داروهای گیاهی و فرآورده‌های سلامت‌محور، گیاهان *Falcaria vulgaris* و *Gundelia tournefortii* می‌توانند جایگاه ویژه‌ای در توسعه پایدار، ارتقای سلامت عمومی، و تولید محصولات نوآورانه داشته باشند. تلفیق دانش بومی با پژوهش‌های علمی، حمایت از زنجیره ارزش این گیاهان از کشت تا فرآوری و بازار رسانی، و تدوین های حمایتی برای حفاظت از ذخایر ژنتیکی این گیاهان در مناطق بومی، می‌تواند مسیر بهره‌برداری مسئولانه و بلندمدت از این منابع ارزشمند را هموار سازد.

منابع

Akbari, B., Baghaei-Yazdi, N., Bahmaie, M. and Mahdavi Abhari, F. 2022. The role of plant-derived natural antioxidants in reduction of oxidative stress. BioFactors.

Amiri, M. S. and Joharchi, M. R. 2016. Ethnobotanical knowledge of Apiaceae family in Iran: A review. Avicenna Journal of Phytomedicine. 6: 621–635.

Dalar, A., Zengin, G., Mukemre, M., Bengu, A. S. and Işler, S. 2020. *Gundelia rosea* seed: Evaluation of biopharmaceutical potential and bioactive composition. South African Journal of Botany. 125: 505–510.

Dastan, D. and Yousefzadi, M. 2016. Volatile oil constituent and biological activity of *Gundelia tournefortii* L. from Iran. Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences. 5(1): 18–24.

Dokhani, N., Nazer, M., Skokri, S. and Darvishi, M. 2022. Determination and evaluating the antioxidant properties of *Ziziphus nummularia* (Burm. f.) Wight & Arn., *Crataegus pontica* K. Koch and *Scrophularia striata* Boiss. Egyptian Journal of Veterinary Sciences. 53(3): 423–429.

Farhang, H. R., Vahabi, M. R. and Allafchian, A. R. 2016. Chemical compositions of the essential oil of *Gundelia tournefortii* L. (Asteraceae) from Central Zagros, Iran. Journal of Herbal Drugs. 6(4): 227–233.

Saraç, H., Demirbaş, A., Durna Daştan, S., Ataş, M., Çevik, Ö. and Eruygur, N. 2019. Evaluation of nutrients and biological activities of Kenger (*Gundelia tournefortii* L.) seeds cultivated in Sivas Province. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 7(sp2): 52–58.

Shafaghat, A. 2010. Free radical scavenging and antibacterial activities, and GC/MS analysis of essential oils from different parts of *Falcaria vulgaris* from two regions. Natural Product Communications. 5(6): 1–6.

Shahsavari, S., Sarkar, S., Sen, D. J. and Mandal, S. K. 2022. Determination of the total antioxidant activity of methanolic extract of *Falcaria vulgaris*. Journal of Biochemical and Phytomedicine. 1(1): 8–12.

Soleimani Shadvar, M. and Moradkhani, S. 2022. Chemical composition of the essential oils and antioxidant capacity evaluation of *Echinophora platyloba* DC. and *Falcaria vulgaris* Bernh. growing in Hamadan province of Iran. Journal of Medicinal Plants. 21(83): 19–34.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the antioxidant capacity and therapeutic potential of the wild plants *Gundelia tournefortii* L. and *Falcaria vulgaris*: A review of bioactive compounds and health application

Mohadeseh Ahmadi[1], AkbarArabhosseini[1*] and Hadi Samimi Akhijahani[2]
1. Department of Agrotechnology, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.
[*]*Corresponding Author: ahosseini@ut.ac.ir*

Abstract

Wild edible and medicinal plants, due to their rich content of various bioactive compounds, play a crucial role in promoting human health, preventing diseases, and contributing to the development of pharmaceutical and food products. In recent years, these plants have attracted significant attention ẓof researchers owing to their therapeutic, antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer properties. This review study focuses on two important and endemic species in Iran including *Falcaria vulgaris* (commonly known as Ghazyaghi or Pāghāzeh) and *Gundelia tournefortii* (commonly referred to as Wild Artichoke or Kangar Koohi). These plants are widely used in traditional medicine and pharmaceutical applications. By compiling and analyzing the results of reputable national and international studies, this article provides a comprehensive overview of their chemical compositions, antioxidant activity, extraction methods of extracts and essential oils, and the impact of different drying techniques on the quality of their bioactive constituents. Previous studies have shown that the main active compounds in these plants include α-pinene, β-caryophyllene, linalool, palmitic acid, linoleic acid, phytol, and limonene, which play vital roles in scavenging free radicals, reducing inflammation, inhibiting cancer cell proliferation, and controlling microbial agents. Additionally, some factors such as drying methods, type of extraction solvent (water, ethanol, methanol), and geographical location of plant growth significantly affect the quality, quantity, and diversity of bioactive compounds. Investigations indicate that methanolic extracts yield the highest antioxidant activity and preservation of active compounds. This paper emphasizes the medicinal value of these native species and recommends their utilization as natural sources for the development of pharmaceuticals, natural preservatives, and food additives. Moreover, it lays the groundwork for future research into effective dosing, safety, toxicity, and formulation strategies for these compounds.

Keywords: Antioxidant activity, Bioactive compounds, Essential oil, Extract, Wild medicinal plants.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

افزایش عمر پس از برداشت گل رز با استفاده از تیمار نانوذرات نقره

حمید سلیمانی[۱*]، میترا اعلایی[۲]، مسعود ارغوانی[۲] و حسنا کیافر[۳]

۱- بخش تحقیقات مهندسی گلخانه، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
۲- گروه باغبانی، دانشگاه کشاورزی زنجان، زنجان، ایران
۳- گروه باغبانی دانشگاه کشاورزی شهید چمران ، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *h.soleymani@areeo.ac.ir*

چکیده

عمر گل‌های گل رز شاخه بریده بسیار کوتاه می‌باشد لذا همواره روش‌های سازگار با محیط زیست به منظور افزایش عمر پس ازبرداشت گل رز بسیار حائز اهمیت می‌باشد. فناوری نانو پیشرفته‌ترین و سریع‌ترین حوزه علم و فناوری است. نانوذرات نقره کاربردهای گسترده‌ای دارند. این فناوری به دلیل نفوذ آسان و تحرک در سلول‌های گیاهی، کاربرد گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف کشاورزی دارند.این نانوذرات راندمان فرآیند فتوسنتز را بهبود می‌بخشد و بر میزان تولید آنزیم های مختلف اثرگذار می باشند. هدف از این بررسی، بررسی تاثیر غلظت های مختلف تیمار نانوذرات نقره (۰، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) در محلول گلجایی بود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و نتایج نشان داد تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر، با افزایش پروتئین کل، آنزیم های سوپر اکسید دیسموتاز، قطر گل، میزان نسبی محلول جذب شده، کاهش نشت یونی و نسبت به شاهد باعث افزایش عمر گلجایی و بهبود کمی و کیفی تیمارها نسبت به شاهد گردید.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، پس از برداشت، گل رز، نانوذرات، نقره.

مقدمه

گل رز یک گل شاخه بریده جذاب است که به دلیل کاهش کیفیت آن در زمان نگهداری پس از برداشت، عمر گلدانی کوتاهی دارد (Hasanzadeh et al., 2021). به طور کلی نانوذرات به موادی اطلاق می‌گردد که ابعاد آن‌ها بین ۱ الی ۱۰۰ نانومتر باشد (Zahedi et al., 2020). نانوذرات نقره دارای خواص آنتی باکتریال هستند که دلیل آن را می‌توان به توانایی آن‌ها در اکسید کردن مواد اطراف خود دانست (Naing and Kim, 2020). نانوتکنولوژی به عنوان یک زمینه امیدوارکننده ظهور کرده است و معمولا در صنایع کشاورزی، غذایی و پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Alabdallah and Hasan, 2021). یون‌های نقره با گروه‌های فسفات DNA به عنوان جز اصلی و گروه‌های گوگردی پروتئین‌های مرتبط، بازهای آن را از بین می‌برند و از تکثیر DNA باکتری جلوگیری می‌کنند (Yin et al., 2020). از دیگر سو نانوذرات نقره به وسیله واکنش با گروه‌های تیول بسیاری از آنزیم‌ها واکنش می‌دهند و در نتیجه باعث غیر فعال شدن و مرگ باکتری‌ها می‌شوند (Prabhu and Poulose, 2012). اخیراً، بسیاری از محققان نقش نانوذرات را در افزایش عمر پس از برداشت گل‌های مختلف شاخه بریده شده مانند گل‌های ژربرا، گلایول و گل رز نشان داده اند (Hassan et al., 2014; Li et al., 2017). محلول گلجایی حاوی ۲ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذرات نقره موجب افزایش طول عمر گل شاخه بریده، قطر گل و درصد شکوفایی در گل رز گردید (Mohammadi Ostad Kalayeh et al., 2011). فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گیاهانی که به مدت ۲۱ روز با ۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره تیمار شده بودند به طور قابل توجهی افزایش یافت(Gaber and Ulusoy, 2025). گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که کاربرد تیمارهای پس از برداشت عمرگلجایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین در این پژوهش اثر تیمارهای نانوذرات نقره در محلول گلجایی بر برخی خصوصیات کیفی و عمر گلجایی گل‌های رز شاخه بریده رقم کلاسیک سزان مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک گلخانه تجاری تولید گل رز در شهرستان نظرآباد استان البرز با دمای روزانه ۲۵-۲۲ و دمای شبانه ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵-۶۰ درصد و بستر کشت۶۰ درصد کوکوپیت و۴۰ درصد پرلیت و تغذیه با محلول غذایی هوگلند انجام گرفت. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل اضافه کردن نانوذرات نقره خریداری شده از شرکت فاین نانو به قطر ذره ۲۵ نانومتر و به غلظت ۰، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به محلول گلجایی بود. گل‌ها در مرحله بلوغ طبیعی (زمانی که کاسبرگ‌ها شروع به خم شدن به سمت پایین نمودند) برداشت شدند.گل‌های شاخه بریده رز بعد از انتقال به آزمایشگاه درون آب مقطر قرار داده شد نمونه‌های سالم و یکنواخت در بین آن‌ها انتخاب شد و در زیر آب انتهای آن‌ها بریده و هم ارتفاع (۵۰ سانتی‌متر) گردیدند. شاخه‌ها پس از توزین توسط ترازوی دیجیتالی، درون ظروف شیشه‌ای حاوی محلول تیمارهای مورد نظر قرار گرفتند. تیمار ساکارز ۳ درصد برای تمام تیمارهای پس از برداشتی ذکر شده اعمال گردید و بعد گل‌های تیمار شده در شرایط محیطی آزمایشگاه با دمای ۲۳ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۶۰ درصد و شدت نور ۱۲ میکرومول در متر مربع در ثانیه با استفاده از لامپ‌های مهتابی تحت طول روز ۱۲ ساعت نگهداری شدند و در بازه‌های زمانی صفر، ۶ و ۱۲ روز نمونه‌ها تحت ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی شامل: قطر گل، میزان نسبی محلول جذب شده، میزان نشت یونی، پروتئین کل و آنزیم سوپراکسید دیسموتاز مورد بررسی قرار گرفت. قطر گل توسط کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. وزن تر نسبی شاخه گل‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری گردید (Rezaei and Ismaili, 2014). میانگین جذب روزانه محلول گلجایی درتمام روزهای آزمایش با روش (He et al., 2012) محاسبه گردید. به منظور بررسی میزان نشت یونی قطعاتی با ضخامت یکسان (وزن یک گرم) از دو قسمت گلبرگ‌ها و انتهای شاخه (قسمت داخل آب) در روزهای مختلف توسط پانچ دستی برداشته و با استفاده از فرمول زیر میزان نشت یونی محاسبه گردید (Imani, 2011):

نشت یونی = نشت یونی اولیه/نشت یونی ثانویه× ۱۰۰

استخراج پروتئین کل بر اساس روش (Bradford, 1976) با اعمال تغییرات جزئی صورت گرفت. دما در تمامی مراحل استخراج ۱ ± ۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. استخراج بر روی یخ انجام شد. برای سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز سه میلی‌لیتر مخلوط واکنش دارای بافر فسفات پتاسیم (۵۰ میلی‌مولار با پاچ ۷)، متیونین۰/۰۱۳ مولار، EDTA ۰/۰۱ میکرومولار و ریبوفالوین دو میکرومولار بود و پس از آن۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به آن اضافه شد و پس از ۱۵ دقیقه نمونه‌ها در تاریکی مطلق نگهداری و جذب آن‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر قرائت شد (مخلوط واکنش نگهداری شده در تاریکی صورت بلانک استفاده شد) فعالیت این آنزیم بر حسب واحد آنزیمی در کیلوگرم وزن تر محاسبه و گزارش گردید (Shabanian et al., 2018). داده ها با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۳ آنالیزگردید و به منظور مقایسه میانگین داده ها از آزمون چند دامنه ای دانکن و جهت رسم نمودار ها و گراف ها از نرم افزار Word و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس تیمار نانوذرات نقره برای همه صفات در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی دار نشان داد و اثر متقابل تیمار نانو ذرات نقره و زمان بررسی برای صفت قطر گل در سطح ۵ درصد و برای سایر صفات در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی دار نشان داد. بنابراین با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس در ادامه مقایسه میانگین اثر تیمارها و زمان بررسی صفات پس از برداشت مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر کاربرد پس از برداشت نانوذرات نقره بر برخی خصوصیات کیفی گل‌های رز در پس از برداشت.

منابع تغییرات	درجه آزادی	آنزیم سوپراکسید دیسموتاز	پروتئین کل	میزان نشت یونی	میزان نسبی محلول جذب شده	قطر گل
تکرار	2	0.44**	0.03*	0.33*	0.0001*	0.79*
نانوذازات نقره	2	98.77**	406.37**	5969.33**	1.51**	461.37**
روز	2	16.77**	30.25**	178.7**	0.006**	1.59*
نانوذازات نقره × روز	4	4.88**	6.87**	132.44**	0.001**	1.48*

خطا	16	0.19	0.12	1.08	0.0001	0.34
ضریب تغییر		1.77	2.77	2.86	2.65	1.22

*،** و ns: به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد و نبود تفاوت معنی دار.

اثر تیمارهای آزمایش بر قطر گل، گل‌های بریده رز در پس از برداشت

در صفت قطر گل تیمار با نانوذرات نقره باعث ایجاد تغییر معنی‌داری نگردید. با گذشت زمان و در روز ششم بیشترین میزان قطر گل در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره مشاهده گردید. پس از روز ششم و در روز دوازدهم نتایج کاهش قطر شاخه را نشان داد و این در حالی بود که همچنان بیشترین قطر گل در تیمار۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره مشاهده گردید.

اثر تیمارهای آزمایش بر میزان نسبی محلول جذب شده گل‌های بریده رز در پس از برداشت

نتایج نشان داد در صفت میزان نسبی محلول جذب شده با گذر زمان ابتدا میزان میزان نسبی محلول جذب شده افزایش می‌یابد ولی با گذشت زمان این مهم کاهش می‌یابد. بیشترین میزان میزان نسبی محلول جذب شده در روز ششم و در تیمار نانوذرات نقره به غلظت ۱۰ میلی‌گرم مشاهده شد. با شروع مراحل پیری در گل‌های شاخه بریده میزان توانایی جذب در آن‌ها کاهش می یابد و وزن آن ها شروع به کاهش می‌نماید (Reid and Jiang, 2012). نانوذرات نقره نه تنها باکتری‌های در حال رشد در محلول گلدان را از بین می‌برند، بلکه از طریق بافت‌های آوندی وارد ساقه گل‌های شاخه بریده می‌شوند و از تجمع باکتری‌ها در انتهای بریده شده جلوگیری می‌کنند (Naing and Kim, 2020). تیمار با نانوذرات نقره در گل های شاخه بریده باعث کاهش رشد باکتری، سرعت تعرق و هدایت روزنه، نرخ جذب آب و وزن تازه را افزایش می‌دهد (Amin, 2017). از دیگر سو استفاده از نانوذرات نقره در محلول گلدان باعث کاهش تکثیر باکتری و تشکیل بیوفیلم در انتهای برش خورده در میخک گردیده است (Lin et al., 2019). اضافه کردن نانوذرات نقره به ترتیب به محلول گلدانی باعث افزایش عمر گل تا روز در گیاه گاردانیا (Shafiee masoule et al., 2018) همانطور که نتیاج نشان داد نانوذرات نقره با کنترل آلودگی باعث بهبود میزان نسبی محلول جذب می‌گردند.

اثر تیمارهای آزمایش بر میزان نشت یونی گل‌های بریده رز در پس از برداشت

برای صفت نشت یونی کمترین میزان نشت یونی در روز نخست در نمونه‌های تیمار شده با نانوذرات نقره به غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده گردید با گذشت زمان میزان نشت یونی در تمام نمونه‌ها افزایش یافت و این در حالی بود که میزان نشت یونی در نمونه‌های تیمار شده با نانوذرات نقره به غلظت ۱۰ میلی‌گرم کمتر افزایش یافت. محلول گلدان حاوی۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره باعث افزایش پایداری غشای سلولی و بهبود محتوای آب گلبرگ گردید (Rastegar and Zareii, 2017). نانوذرات نقره در صورت استفاده در ترکیب با ساکارز، با کاهش تخریب پروتئین و کربوهیدرات، مانع تجمع H2O2 و از بین رفتن غشا سلولی باعث کاهش پیری اسپدراگو (*Antirrhinum majus*) گردید (Rabiza-Swider et al., 2020).

اثر تیمارهای آزمایش بر پروتئین کل وآنزیم سوپراکسید دیسموتاز گل‌های بریده رز در پس از برداشت

در صفت میزان پروتئین کل شاهد روند کاهشی در گذر زمان در این صفت بودیم. بیشترین میزان پروتیئن کل در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره در روز نخست مشاهده گردید. با گذشت زمان میزان پروتیئن‌ها به دلیل تخریب سلولی کاهش یافت و این در حالی بود که گل‌هایی که با بالاترین غلظت نانوذرات نقره تیمار شده بودند با گذشت زمان همچنان دارای بیشترین میزان پروتیئن بودند. در صفت میزان سوپراکسید دیسموتاز در روز اول بیشترین میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمارهای نانوذرات نقره مشاهده گردید که بین غلظت های مختلف آن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در روز ششم در تمام نمونه‌های تحت بررسی میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز افزایش یافت و سپس در روز دوازدهم میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تمام نمونه های تحت بررسی کاهش یافت.

گونه‌های فعال اکسیژن باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشا شده که این مهم باعث افزایش نشت یونی و همچنین میزان مالون دی‌آلدهید می‌گردد. میزان مالون دی‌آلدهید به عنوان محصول نهایی اکسیداسیون نشان دهنده تخریب و افزایش نفوذپذیری غشای سلول‌ها است. میزان تاثیر نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم بر عملکرد هر سیستم بیولوژیکی، از جمله گیاهان در درجه اول به خواص فیزیکی نانوذرات، مانند اندازه، شکل، وزن، ترکیب شیمیایی بستگی دارد (Bollella et al., 2017). همچنین تیمار با نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم باعث افزایش میزان اسیدهای آمینه، پروتئین کل محلول و مواد مغذی ماکرو و میکرو گردید (Kamal and Mogazy, 2021). نانوذرات تیتانیوم می‌تواند آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را در گیاهان افزایش دهند (Castiglione et al., 2011). تیمار گل‌های آلسترومریا با نانوذرات نقره باعث حفظ کلروفیل و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی، افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز برای جلوگیری از استرس اکسیداتیو می‌گردد (Langerodi et al., 2019). همانطور که مشاهده شد واکنش نانوذرات با گیاهان بسته به غلظت بسیار متفاوت است (Singh et al., 2018). و به طور کلی تیمار نانوذرات نقره پس از برداشت به بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی بسیار کمک نماید و به عنوان یک تیمار مناسب پس از برداشتی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تاثیر کاربرد پیش از برداشت نانوذرات تیتانیوم بر برخی ویژگی های کیفی گل های رز در پس از برداشت.

تیمار	سوپراکسید دیسموتاز (میکرومول بر گرم وزن تر در دقیقه)	پروتئین کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	نشت یونی (درصد)	محلول جذب شده (میلی‌لیتر بر گرم در روز)	قطر گل (میلی‌متر)
T0D0	21.66gh	19.66a	12g	0g	40.33ghi
T1D0	22g	20a	12g	0g	40.33ghi
T2D0	22g	20a	11.66h	0g	40.33ghi
T0D6	25.33c	8g	35de	0.76c	54bc
T1D6	29.66ab	10.33e	35de	0.8b	54.33ab
T2D6	30.33a	14d	31.66f	0.85a	55.33a
T0D12	23f	4.33i	77a	0.5f	48ef
T1D16	24.66cde	7h	57.66b	0.54e	50d
T2D12	25.33c	9f	55c	0.58d	48.66e

در هر ستون مقادیر میانگین های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنیدار می باشد. زمانهای نمونه برداری: D0= روز اول، D6= روز ششم، D12= روز دوازدهم؛ غلظت‌های مختلف نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم: T0= صفر میلی‌گرم بر لیتر ، T1= ۵ میلی‌گرم بر لیتر و T2= ۱۰میلی‌گرم بر لیتر.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر نانوذرات نقره بر کیفیت و عمر پس از برداشت گل رز شاخه بریده رقم کلاسیک سزن مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد تیمار با نانوذرات نقره باعث فعال شدن سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی می گردد و این در حالی است با کاهش میزان آلودگی‌ها و حفظ جریان آوندی به بهبود جذب محلول نگه‌داری کمک می‌نماید. تیمار با تیمار نانوذرات نقره باعث کاهش میزان نشت یونی و حفظ غشا سلولی می‌گردد. تیمار با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار نانوذرات نقره در بیشتر صفات اثر بخش‌تر بود.

منابع

Alabdallah, N. M. and Hasan, M. M. 2021. Plant-based green synthesis of silver nanoparticles and its effective role in abiotic stress tolerance in crop plants. Saudi Journal of Biological Sciences. 28: 5631–5639.

Alabdallah, N. M., Hasan, M. M., Hammami, I., Alghamdi, A. I., Alshehri, D. and Alatawi, H. A. 2021. Green synthesized metal oxide nanoparticles mediate growth regulation and physiology of crop plants under drought stress. Plants. 10: 1730.

Gaber, E. and Ulusoy, E. 2025. Impact of green synthesis of silver nanoparticles on antioxidant activity in drought-sensitive and drought-tolerant *Pimpinella anisum* L. International Journal of Life Sciences and Biotechnology. 8: 24–37.

Improvement of postharvest longevity in cut roses through silver nanoparticle application

Hamid Soleymani[1*], Mitra Aelaei[2], Masoud Arghavani[2] and Hosna Kiafar[3]
1. Greenhouse Engineering Research Department, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
3. Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: h.soleymani@areeo.ac.ir

Abstract

The vase life of cut rose flowers is very short; therefore, environmentally friendly methods to extend the postharvest life of roses are of great importance. Nanotechnology is one of the most advanced and rapidly growing fields of science. Silver nanoparticles have a wide range of applications. Due to their easy penetration and mobility in plant cells, these nanoparticles are widely used in various agricultural fields. They improve the efficiency of the photosynthesis process and influence the production of various enzymes. This study aimed to evaluate the effect of different concentrations of silver nanoparticles (0, 5, and 10 mg/L) in the vase solution. The experiment was conducted as a factorial trial in a completely randomized design with three replications. The results showed that the treatment with 10 mg/L of silver nanoparticles increased total protein content, superoxide dismutase enzyme activity, flower diameter, and the relative amount of absorbed solution, while reducing ion leakage compared to the control. As a result, it extended vase life and improved both the quantitative and qualitative traits of the treated flowers in comparison with the control.

Keywords: Enzymes, Postharvest physiology, Nanotechnology, Rose (*Rosa* spp.), Silver nanoparticles.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

افزایش عمر پس از برداشت گل رز با استفاده از تیمار نانوذرات کلسیم

حمید سلیمانی[1*]، میترا اعلایی[2]، مسعود ارغوانی[2] و حسنا کیافر[3]

۱- بخش تحقیقات مهندسی گلخانه، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
۲- گروه باغبانی، دانشگاه کشاورزی زنجان، زنجان، ایران
۳- گروه باغبانی دانشگاه کشاورزی شهید چمران ، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *h.soleymani@areeo.ac.ir*

چکیده

عمر گل‌های گل رز شاخه بریده بسیار کوتاه می‌باشد لذا همواره روش‌های سازگار با محیط زیست به منظور افزایش عمر پس ازبرداشت گل رز بسیار حائز اهمیت می‌باشد. نانوذرات کلسیم کاربردهای گسترده‌ای دارند. این فناوری به دلیل نفوذ آسان و تحرک در سلول‌های گیاهی، کاربرد گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف کشاورزی دارند.این نانوذرات راندمان فرآیند فتوسنتز را بهبود و بر میزان تولید آنزیم های مختلف اثرگذار می باشند. پژوهش حاضر در طی سال ۱۴۰۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. نانوذرات کلسیم با غلظت‌های (۰ ، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) دو ماه قبل از برداشت، هر ده روز یکبار بر روی بوته‌های گل رز محلول پاشی گردید هدف از این بررسی، تاثیر غلظت های مختلف تیمار بر عمر گل رز شاخه بریده بود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و نتایج نشان داد تیمار نانوذرات کلسیم با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر، با افزایش پروتئین کل، آنزیم های سوپر اکسید دیسموتاز، قطر گل، میزان نسبی محلول جذب شده، کاهش نشت یونی و نسبت به شاهد باعث افزایش عمر گلجایی و بهبود کمی و کیفی تیمارها نسبت به شاهد گردید.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، پس از برداشت، کلسیم، گل رز، نانوذرات.

مقدمه

گل رز (*Rosa hybridia*. L)، از خانواده Rosaceae به عنوان گل شاخه بریده، گیاه باغی و همچنین برای اهداف دارویی، صنعتی و عطری استفاده می‌شود و گسترده‌ترین استفاده از آن به صورت شاخه بریده است (Leus et al., 2018). عمر گل رزهای بریده شده به دلیل پژمردگی، تولید اتیلن و انسداد آوندها توسط هوا و میکروارگانیسم‌ها کوتاه است (Ghadimian and Danaei, 2020). به طور کلی نانوذرات به موادی اطلاق می‌گردد که ابعاد آن‌ها بین ۱ الی ۱۰۰ نانومتر باشد (Zahedi et al., 2020). نانوتکنولوژی به عنوان یک زمینه امیدوارکننده ظهور کرده است و معمولاً در صنایع کشاورزی، غذایی و پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Alabdallah and Hasan, 2021). کلسیم یکی از موثرترین عوامل در افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده می‌باشد. تجمع کلسیم در بافت‌های گیاهی باعث ایجاد اتصالات پلیمری بین لایه میانی غشای پکتوسلولزی می‌شود که این مهم به تثبیت شبکه دیواره سلولی و افزایش مقاومت مکانیکی بافت‌ها کمک می‌کند (Hepler, 2005). کلسیم باعث کاهش تنفس و افزایش جذب در گیاه می‌گردد (Handa and Mattoo, 2010). تیمار همزمان با اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم باعث افزایش رشد و جذب عناصر N، P، K، Ca و Mg می‌شود (Abdolmaleki et al., 2015). کاربرد نانو کلات کلسیم باعث افزایش میزان کلروفیل و کلسیم بافت ساقه گل‌دهنده و همچنین باعث کاهش نشت یونی در گیاه ژربرا گردید (moallaye mazraei et al., 2020). نانوذرات کلسیم باعث افزایش آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در گل‌های هلو تحت تنش سرما می‌شوند (kiafar, 2019). تیمار همزمان نانوذرات کلسیم، پتاسیم و آهن بر روی گیاه نعناع باعث بهبود صفات کمی و کیفی در آن گردیده است (Bagheri et al., 2021). بنابراین در این پژوهش اثر تیمارهای نانوذرات کلسیم در زمان قبل از برداشت بر برخی خصوصیات کیفی و عمر گلجایی گل‌های رز شاخه بریده رقم کلاسیک سزان مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک گلخانه تجاری تولید گل رز در شهرستان نظرآباد استان البرز با دمای روزانه ۲۵-۲۲ و دمای شبانه ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷۵-۶۰ درصد و بستر کشت۶۰ درصد کوکوپیت و۴۰ درصد پرلیت و تغذیه با محلول غذایی هوگلند انجام گرفت. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. محلول‌پاشی قبل از برداشت با نانوذرات کلسیم خریداری شده از شرکت سپهر پارمیس به قطر ذره ۱۵ نانومتر (شکل۱) و به غلظت۰ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از دو ماه قبل از برداشت (هر ۱۰ روز یکبار و در مجموع ۶ بار) انجام شد و سپس گل‌ها در مرحله بلوغ طبیعی (زمانی که کاسبرگ‌ها شروع به خم شدن به سمت پایین نمودند) برداشت شدند.گل‌های شاخه بریده رز بعد از انتقال به آزمایشگاه درون آب مقطر قرار داده شد نمونه‌های سالم و یکنواخت در بین آن‌ها انتخاب شد و در زیر آب انتهای آن‌ها بریده و هم ارتفاع (۵۰ سانتی‌متر) گردیدند. شاخه‌ها پس از توزین توسط ترازوی دیجیتالی، درون ظروف شیشه‌ای قرار گرفتند. تیمار ساکارز ۳ درصد برای تمام تیمارهای پس از برداشتی ذکر شده اعمال گردید و بعد گل‌های تیمار شده در شرایط محیطی آزمایشگاه با دمای ۲۳ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۶۰ درصد و شدت نور ۱۲ میکرومول در متر مربع در ثانیه با استفاده از لامپ‌های مهتابی تحت طول روز ۱۲ ساعت نگهداری شدند و در بازه‌های زمانی صفر، ۶ و ۱۲ روز نمونه‌ها تحت ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی شامل: قطر گل، میزان نسبی محلول جذب شده، میزان نشت یونی، پروتئین کل و آنزیم سوپراکسید دیسموتاز بود. قطر گل توسط کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. وزن تر نسبی شاخه گل‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری گردید (Rezaei and Ismaili, 2014). میانگین جذب روزانه محلول گلجایی درتمام روزهای آزمایش با روش (He et al., 2012) محاسبه گردید. به منظور بررسی میزان نشت یونی قطعاتی با ضخامت یکسان (وزن یک گرم) از دو قسمت گلبرگ‌ها و انتهای شاخه (قسمت داخل آب) در روزهای مختلف توسط پانچ دستی برداشته و با استفاده از فرمول زیر میزان نشت یونی محاسبه گردید (Imani, 2011).

نشت یونی = نشت یونی اولیه/نشت یونی ثانویه× ۱۰۰

استخراج پروتئین کل بر اساس روش (Bradford, 1976) با اعمال تغییرات جزئی صورت گرفت. دما در تمامی مراحل استخراج ۱ ± ۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. استخراج بر روی یخ انجام شد. برای سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز سه میلی‌لیتر مخلوط واکنش دارای بافر فسفات پتاسیم (۵۰ میلی‌مولار با پاچ ۷)، متیونین۰/۰۱۳ مولار، EDTA ۰/۰۱ میکرومولار و ریبوفالوین دو میکرومولار بود و پس از آن۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به آن اضافه شد و پس از ۱۵ دقیقه نمونه‌ها در تاریکی مطلق نگهداری و جذب آن‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر قرائت شد (مخلوط واکنش نگهداری شده در تاریکی صورت بلانک استفاده شد) فعالیت این آنزیم بر حسب واحد آنزیمی در کیلوگرم وزن تر محاسبه و گزارش گردید (Shabanian et al., 2018). داده ها با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۳ آنالیزگردید و به منظور مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و جهت رسم نمودارها و گراف‌ها از نرم افزار Word و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس تیمار نانوذرات کلسیم برای همه صفات در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی دار نشان داد و اثر متقابل تیمار نانو ذرات کلسیم و زمان بررسی برای صفت قطر گل و آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در سطح ۵ درصد و برای سایر صفات در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی دار نشان داد. بنابراین با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس در ادامه مقایسه میانگین اثر تیمارها و زمان بررسی صفات پس از برداشت مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر کاربرد پس از برداشت نانوذرات کلسیم بر برخی خصوصیات کیفی گل‌های رز در پس از برداشت.

منابع تغییرات	درجه آزادی	آنزیم سوپراکسید دیسموتاز	پروتئین کل	میزان نشت یونی	میزان نسبی محلول جذب شده	قطر گل
تکرار	2	0.03*	0.03*	0.00001*	0.0001*	0.73*
نانوذارات نقره	2	26.92**	452.48**	4102.33**	1.54**	408.25**
روز	2	0.48*	12.7**	870.33**	0.007**	1.14*

نانوذازات نقره × روز	4	0.09*	3.37**	334.83**	0.002**	3.03*
خطا	16	0.2	0.12	0.00001	0.00002	0.16
ضریب تغییر		1.9	2.87	1.02	1.2	0.84

*،** و ns: به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد و نبود تفاوت معنی دار.

اثر تیمارهای آزمایش بر قطر گل، گل‌های بریده رز در پس از برداشت

در صفت قطر گل تیمار با نانوذرات کلسیم باعث ایجاد تغییر معنی‌داری نگردید. با گذشت زمان و در روز ششم بیشترین میزان قطر گل در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات کلسیم مشاهده گردید. پس از روز ششم و در روزدوازدهم نتایج کاهش قطر شاخه را نشان داد و این در حالی بود که همچنان بیشترین قطر گل در تیمار۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات کلسیم مشاهده گردید. میزان قطر گل همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد در تیمار نانوذرات کلسیم بر گل ژربرا ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت و به طور کلی گل‌های تیمار شده توانایی بیشتری در حفظ تورژسانس خود داشتند (García-González et al., 2022). کاربرد هم زمان سولفات کلسیم و پلی‌آمین بر روی گل‌های رز شاخه بریده باعث افزایش پارامترهایی از جمله ارتفاع ساقه، طول و قطر گل، وزن تازه ساقه و عمر گلجایی گردید (Hosseini Farahi and Aboutalebi Jahroomi, 2018).

اثر تیمارهای آزمایش بر میزان نسبی محلول جذب شده گل‌های بریده رز در پس از برداشت

نتایج نشان داد در صفت میزان نسبی محلول جذب شده با گذر زمان ابتدا میزان میزان نسبی محلول جذب شده افزایش می‌یابد ولی با گذشت زمان این مهم کاهش می‌یابد. بیشترین میزان نسبی محلول جذب شده در روز دوازدهم برای تیمار نانوذرات کلسیم به غلظت ۱۰ میلی‌گرم مشاهده شد و در روز ششم بیشترین میزان نسبی محلول جذب شده در تیمار نانوذرات کلسیم به غلظت ۱۰ میلی‌گرم مشاهده شد و در رتبه دوم تیمار با نانوذرات کلسیم به غلظت ۵ میلی گرم قرار داشت. با شروع مراحل پیری در گل‌های شاخه بریده میزان توانایی جذب در آن‌ها کاهش می یابد و وزن آن ها شروع به کاهش می‌نماید(Reid and Jiang, 2012). تیمارهای حاوی کلسیم باعث افزایش جذب در محلول جذب شده می‌گردند (Combrink, 2017). در تیمارهایی که حاوی میزان بیشتری نانوذرات کلسیم هستند میزان بیشتر جذب محلول گزارش شده است (Moallaye-Mazraei et al., 2020) توانایی نگه‌داری شکل گل و از دست ندادن آب در پس از برداشت بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Mohamed et al., 2018) که نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق تطابق دارد.

اثر تیمارهای آزمایش بر میزان نشت یونی گل‌های بریده رز در پس از برداشت

برای صفت نشت یونی کمترین میزان نشت یونی در روز نخست در نمونه‌های تیمار شده با نانوذرات کلسیم به غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده گردید با گذشت زمان میزان نشت یونی در تمام نمونه‌ها افزایش یافت و این در حالی بود که میزان نشت یونی در نمونه‌های تیمار شده با نانوذرات کلسیم به غلظت ۱۰ میلی‌گرم کمتر افزایش یافت. تیمار کلسیم بر روی ذرت و گندم نشان دهنده تاثیر کلسیم بر کاهش میزان نشت یونی در گیاهان تحت تنش می‌باشد (Harsh, 2003) در تحقیق دیگر نیز بر روی گیاه گوجه فرنگی نتایج مشابهی با نتایج این تحقیق به دست آمده است (Levent -Tuna, 2005). کلسیم با فعال کردن آنزیم‌های غشای پلاسمایی در بازدگرداندن یون‌های از دست رفته از طریق نشت یونی در اثر تنش از خسارت سلولی جلوگیری می‌نماید (Palta, 1991).

اثر تیمارهای آزمایش بر پروتئین کل وآنزیم سوپراکسید دیسموتاز گل‌های بریده رز در پس از برداشت

در صفت میزان پروتیئن کل شاهد روند کاهشی در گذر زمان در این صفت بودیم. بیشترین میزان پروتیئن کل در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات کلسیم در روز نخست مشاهده گردید. با گذشت زمان میزان پروتیئن‌ها به دلیل تخریب سلولی کاهش یافت و این در حالی بود که گل‌هایی که با بالاترین غلظت نانوذرات کلسیم تیمار شده بودند با گذشت زمان همچنان دارای بیشترین میزان پروتیئن بودند. در صفت میزان سوپراکسید دیسموتاز در روز اول بیشترین میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمارهای نانوذرات کلسیم مشاهده گردید که بین غلظت‌های مختلف آن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در روز ششم در تمام نمونه‌های تحت بررسی میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

افزایش یافت و سپس در روز دوازدهم میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تمام نمونه‌های تحت بررسی کاهش یافت. کلسیم در مسیر سیگنال‌دهی عمل می‌کند تا با کاهش رادیکال‌های آزاد و پیری گل، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی اصلی را القا کند. این مهم همچنین اجازه می‌دهد تا باعث حفظ غشاء و دیواره سلولی گردد و عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده را افزایش دهد (Rani and Singh, 2014) برخی از تحقیقات نشان داده است که یون کلسیم (Ca^{2+})، اکسید نیتریک مسئول فرآیند سیگنال دهی بیان مولکول‌های مربوط به دفاع گیاه مانند فنل، آنتی‌اکسیدان و آنزیم‌ها می‌باشند (Ma *et al*., 2012). گیاهانی که با تیمارهای کلسیمی تیمار شده‌اند به طور قابل توجهی از سیستم ایمنی فعال‌تری برخوردار هستند و آنزیم‌های دخیل در سیستم ایمنی گیاه تیمار شده بیشتر از سایر گیاهان می‌باشد (Tejeswini et al., 201;). کلسیم در اندازه مقیاس نانومتری بر رفتار گیاهان در مراحل قبل و بعد از برداشت تأثیر می‌گذارد. محلول‌پاشی درختان سیب با نانو ذرات کلسیم باعث بهبود مشخصات کمی و کیفی آنها گردیده است (Ranjbar et al., 2019). تیمار همزمان کیوی با آسکوربات اسید و کلرید کلسیم نیز همانند تیمار مورد بررسی در این آزمایش باعث فعال شدن سیستم آنزیمی گردید. مالین دی آدئید یکی از محصولات نهایی اکسیداسیون لیپیدهای غشایی است و یک شاخص حیاتی برای آسیب غشا است (Yan et al., 2019) همچنین کلسیم، دی اکسید کلر میزان تنفس و محتوای MDA را در زردآلوهای سردخانه‌ای کاهش داد (Wu et al., 2015).

تیمار گل‌های آلسترومریا با نانوذرات کلسیم باعث حفظ کلروفیل و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی، افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز برای جلوگیری از استرس اکسیداتیو می‌گردد (Langerodi et al., 2019). همانطور که مشاهده شد واکنش نانوذرات با گیاهان بسته به غلظت بسیار متفاوت است (Singh et al., 2018). و به طور کلی تیمار نانوذرات کلسیم پس از برداشت به بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی بسیار کمک نماید و به عنوان یک تیمار مناسب پس از برداشتی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تاثیر کاربرد پیش از برداشت نانوذرات کلسیم بر برخی ویژگی های کیفی گل های رز در پس از برداشت.

تیمار	سوپراکسید دیسموتاز (میکرومول بر گرم وزن تر در دقیقه)	پروتئین کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	نشت یونی (درصد)	محلول جذب شده (میلی‌لیتر بر گرم در روز)	قطر گل (میلی‌متر)
T0D0	21.66g	20a	11g	0g	41h
T1D0	21.66g	20a	11g	0g	41h
T2D0	22f	20a	11g	0g	41.66g
T0D6	25ab	8d	35d	0.76c	54.33bc
T1D6	25.33a	10c	22e	0.82b	54.66ab
T2D6	25.33a	11.66b	19f	0.85a	55a
T0D12	23e	4.33f	77a	0.5f	47ef
T1D16	23e	7e	44b	0.53e	47ef
T2D12	23.66d	7.66de	38c	0.57d	47.66d

در هر ستون مقادیر میانگین های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می باشد. زمانهای نمونه برداری: D0= روز اول، D6= روز ششم، D12= روز دوازدهم؛ غلظت‌های مختلف نانوذرات کلسیم: T0= صفر میلی‌گرم بر لیتر ، T1= ۵ میلی‌گرم بر لیتر و T2= ۱۰میلی‌گرم بر لیتر.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر نانوذرات کلسیم بر کیفیت و عمر پس از برداشت گل رز شاخه بریده رقم کلاسیک سزن مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد تیمار با نانوذرات کلسیم باعث فعال شدن سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی می گردد و این در حالی است با بهبود جذب و جلوگیری از تخریب غشا باعث افزایش طول عمر پس از برداشت می‌گردد. تیمار با تیمار نانوذرات کلسیم باعث کاهش میزان نشت یونی و حفظ غشا سلولی می‌گردد. تیمار با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار نانوذرات کلسیم در بیشتر صفات اثر بخش‌تر بود.

منابع

Alabdallah, N. M. and Hasan, M. M. 2021. Plant-based green synthesis of silver nanoparticles and its effective role in abiotic stress tolerance in crop plants. Saudi Journal of Biological Sciences. 28: 5631–5639.

Alabdallah, N. M., Hasan, M. M., Hammami, I., Alghamdi, A. I., Alshehri, D. and Alatawi, H. A. 2021. Green synthesized metal oxide nanoparticles mediate growth regulation and physiology of crop plants under drought stress. Plants. 10: 1730.

Gaber, E. and Ulusoy, E. 2025. Impact of green synthesis of silver nanoparticles on antioxidant activity in drought-sensitive and drought-tolerant *Pimpinella anisum* L. International Journal of Life Sciences and Biotechnology. 8(1): 24–37.

Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2023. Efficiency of nanoemulsion of essential oils to control *Botrytis cinerea* on strawberry surface and prolong fruit shelf life. International Journal of Food Microbiology. 384: 109979.

Nazari, F. and Koushesh Saba, M. 2017. Combination effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) with ajowan essential oil and silver nanoparticles on postharvest life of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers. HortScience. 52(11): 1–6.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Improvement of postharvest longevity in cut Roses through calcium nanoparticle application

Hamid Soleymani[1*], Mitra Aelaei[2], Masoud Arghavani[2] and Hosna Kiafar[3]
1. Greenhouse Engineering Research Department, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
3. Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: h.soleymani@areeo.ac.ir

Abstract

The vase life of cut rose flowers is very short; therefore, environmentally friendly methods to extend the postharvest life of roses are of great importance. Calcium nanoparticles have wide applications. Due to their easy penetration and mobility in plant cells, these nanoparticles are extensively used in various agricultural fields. They improve the efficiency of the photosynthesis process and influence the production of various enzymes. This study was conducted in 2021 (1400 in the Iranian calendar) as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. Calcium nanoparticles at concentrations of 0, 5, and 10 mg/L were applied by foliar spraying on rose plants every ten days for two months prior to harvest. The aim of this study was to investigate the effect of different concentrations of treatment on the vase life of cut roses. The results showed that treatment with 10 mg/L calcium nanoparticles increased total protein content, superoxide dismutase enzyme activity, flower diameter, and the relative amount of absorbed solution, and decreased ion leakage compared to the control. Consequently, it extended the vase life and improved the quantitative and qualitative traits of the treated flowers in comparison with the control.

Keywords: Calcium, Enzymes, Nanoparticles, Postharvest, Rose (*Rosa* spp.).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر سالیسیلیک اسید بر حفظ کیفیت و نگهداری مغز گردوی تازه

زینب دیاری حیدرآباد[1*]، سیامک کلانتری[2] و ذبیح‌اله زمانی[3]
۲- علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *zeinabdiary10@ut.ac.ir*

چکیده

گردو به عنوان یکی از محصولات باارزش باغی به دلیل دارا بودن ترکیبات مغذی و آنتی‌اکسیدانی، نقش مهمی در تغذیه انسان ایفا می‌کند. اما مغز گردوی تازه به علت فعالیت‌های متابولیکی بالا و حساسیت به فساد میکروبی، در دوره پس‌برداشت به‌سرعت دچار کاهش کیفیت می‌شود. در این مطالعه، به‌منظور افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت مغز گردوی تازه، از سالیسیلیک اسید (SA) به‌عنوان ترکیب القاکننده مقاومت و تنظیم‌کننده رشد استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و سه سطح تیماری شامل شاهد، ۱ میلی‌مولار و ۲ میلی‌مولار SA، بر روی دو ژنوتیپ مختلف گردو انجام گرفت. شاخص‌های مورد بررسی شامل درصد کاهش وزن، درصد پوسیدگی، ومحتوی مواد فنولی کل ومیزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی دوره نگهداری بودند. نتایج نشان داد که کاربرد SA به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار موجب کاهش معنی‌دار در وزن و پوسیدگی مغز گردو شد. همچنین تیمارهای SA باعث افزایش محتوای ترکیبات فنولی وفعالیت آنتی‌اکسیدانی گردو نسبت به شاهد گردیدند. این اثرات احتمالاً ناشی از القای پاسخ‌های فیزیولوژیکی دفاعی، کاهش تنفس، حفظ رطوبت و مهار رشد میکروارگانیسم‌ها در بافت گردو می‌باشد. بر اساس نتایج، سالیسیلیک اسید می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر، ایمن و زیست‌سازگار برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری مغز گردوی تازه در زنجیره پس‌برداشت توصیه گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، گردو، کاهش وزن، سالیسیلیک اسید، محتوی فنولی کل، پوسیدگی.

مقدمه

گردو (*Juglans regia* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات خشکباری جهان است که به دلیل دارا بودن ترکیبات زیستی ارزشمند، از جمله اسیدهای چرب غیر اشباع، پروتئین، فیبر، و ترکیبات فنولی، جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی انسان دارد (Martínez et al., ۲۰۲۰). در سال‌های اخیر، افزایش مصرف مواد غذایی سالم و طبیعی، اهمیت توجه به کیفیت پس‌برداشت محصولات کشاورزی را دوچندان کرده است. مغز گردو، برخلاف پوست چوبی محافظ خود، پس از جداسازی در برابر عوامل اکسیداتیو، میکروبی و فیزیولوژیکی آسیب‌پذیر می‌شود و کیفیت تغذیه‌ای و بازارپسندی خود را به سرعت از دست می‌دهد (Pérez-Gregorio et al., 2021).

یکی از عوامل اصلی کاهش کیفیت مغز گردو پس از برداشت، پدیده اکسیداسیون چربی‌ها است که منجر به ایجاد طعم تند و بوی نامطبوع در محصول می‌شود. همچنین، افزایش فعالیت آنزیم‌هایی مانند پلی‌فنل اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD) در طول دوره نگهداری، موجب تغییر رنگ و کاهش ویژگی‌های حسی می‌گردد. از این رو، توسعه راهکارهای طبیعی برای مهار این فرآیندها اهمیت زیادی دارد.

در این زمینه، استفاده از سالیسیلیک اسید (SA) به عنوان ترکیبی با خاصیت تنظیم‌کنندگی رشد گیاه و توانایی در تحریک مکانیسم‌های دفاعی، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. SA یکی از فیتوهورمون‌های طبیعی با ساختار شبه‌فنولی است که در طیف وسیعی از عملکردهای زیستی از جمله القای مقاومت سیستمیک، کاهش سرعت تنفس، مهار فعالیت آنزیم‌های مخرب و تقویت فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی نقش دارد (Koo et al., 2020).

مطالعات نشان داده‌اند که کاربرد SA به صورت تیمار قبل یا بعد از برداشت، می‌تواند زمان ماندگاری محصولات حساس مانند کیوی، توت فرنگی، انگور و مرکبات را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. در مورد مغز گردو، اگرچه تحقیقات محدودی صورت گرفته است، اما داده‌های

موجود بیانگر آن است که SA می‌تواند با کاهش تنفس، ممانعت از رشد عوامل بیماری‌زا، و حفظ سطح ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، به حفظ کیفیت آن کمک کند (Aghdam et al., 2022).

افزون بر آن، SA قادر است از طریق فعال‌سازی مسیرهای متابولیکی خاص، مانند مسیر فنیل پروپانوئید، باعث افزایش بیوسنتز ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی گردد که خود نقش آنتی‌اکسیدانی و ضدپوسیدگی دارند. چنین اثراتی برای مغز گردو که مستعد اکسیداسیون سریع است، بسیار حیاتی به نظر می‌رسند.

با توجه به نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد نگهدارنده‌های شیمیایی و تمایل به جایگزینی آن‌ها با روش‌های طبیعی، استفاده از سالیسیلیک اسید به‌عنوان ترکیبی زیستی و ایمن، یک راهکار امیدبخش برای حفظ کیفیت مغز گردو محسوب می‌شود. با این حال، بهینه‌سازی دوز مصرفی و تعیین زمان و روش کاربرد این ترکیب نیازمند مطالعات دقیق‌تر و هدفمند است. در این پژوهش، هدف اصلی بررسی اثر غلظت‌های مختلف SA بر کیفیت مغز گردوی تازه در دوره نگهداری سرد است؛ به‌طوری که شاخص‌هایی مانند کاهش وزن، پوسیدگی و میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند تا بتوان اثربخشی واقعی این تیمار طبیعی را تحلیل نمود.

مواد و روش‌ها

انجام این پژوهش بر روی یک ژنوتیپ برتر گردو که از باغ بذری شهرستان نورآباد لرستان و رقم چندلر که از شهرستان کرج تهیه می شود، صورت می گیرد و گردوها در مرحله ترک پوست سبز برداشت و به صورت مغز شده در این تحقیق استفاده می شوند. برای خارج کردن مغز گردوها، پوسته سبز گردو و پوسته سخت آن به صورت دستی جدا می شوند. برای اعمال تیمارها از سالیسیلیک اسید استفاده می شود. آب مقطر نیز به عنوان تیمار شاهد استفاده می شود. از هر ژنوتیپ و رقم، ۱۰ عدد گردوی کامل و تازه به طور تصادفی برای آنالیز اولیه به منظور نظارت بر ویژگی های گردوها در هنگام برداشت قبل از اعمال تیمارها (روز صفر) نمونه برداری می شود. در این تحقیق، به جز تیمار شاهد، ۲ سطح سالسیلیک اسید شامل ۱ و 2 میلی مولار با ۳ تکرار و ۵ مشاهده (گردو) در هر تکرار برای هر ژنوتیپ در نظرگرفته می شود.

سپس، مغز گردوها به مدت 2 دقیقه در تیمارها با سطوح مشخص غوطه ور خواهند شد. سپس نمونه ها از داخل محلول خارج و توسط آبکشی از جنس پلاستیک آبگیری خواهند شد و برای حذف رطوبت سطحی به مدت 40 دقیقه سپس برای هر تیمار، نمونه های مغز گردو داخل ظروف پلاستیکی قرار می گیرند و به سردخانه با دمای ۴ درجه سلسیوس در معرض هوا قرار می گیرند منتقل می شوند و نمونه گیری از تیمارها به منظور انجام آزمون های سنجش کیفیت و ماندگاری هر ۲ هفته و طی ۳ دوره صورت می گیرد. آزمایش ها در قالب فاکتوریل و به صورت طرح کاملا تصادفی انجام می شود. فاکتورها شامل مغز گردوهای تیمار شده با سالیسیلیک اسید است و این فاکتور دارای دو سطح (دو غلظت برای هر فاکتور) می باشد. داده های حاصل با نرم افزار SPSS ۲۶ مورد تجزیه وتحلیل آماری قرار می گیرند.

نتایج و بحث

جدول شماره ۱ براساس داده‌های تجربی شامل تیمار شاهد، سالسیلیک اسید ۱ میلی مولار و سالسیلیک اسید ۲ میلی مولار با ۳ تکرار و ۵ مشاهده برای دو ژنوتیپ A چندلر و B ژنوتیپ برتر باغ بذری در زیر آورده شده است:

جدول ۱- خلاصه آماری میانگین نتایج برای دو ژنوتیپ تحت تیمارهای مختلف.

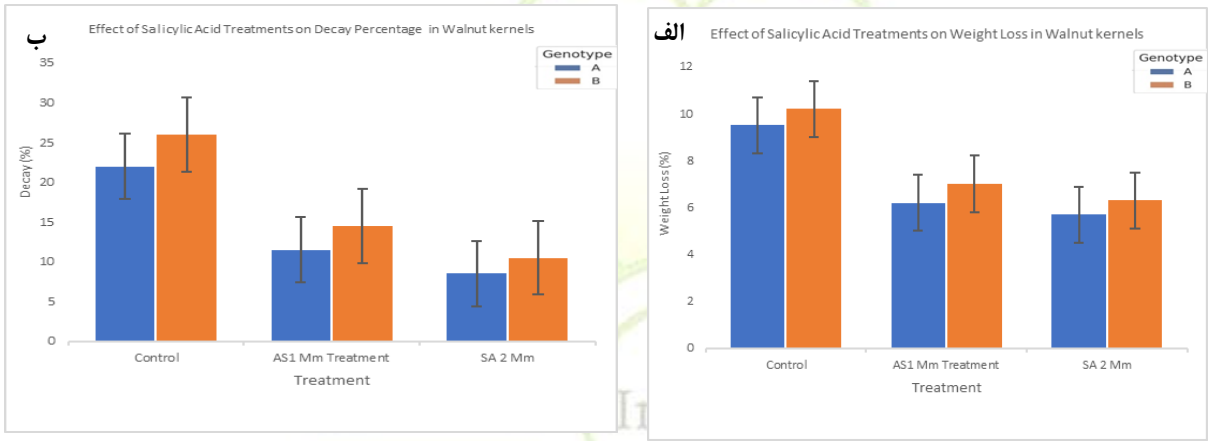
ژنوتیپ	تیمار	کاهش وزن (٪)	پوسیدگی (٪)	محتوی فنولی کل (mgGAE/g)	فعالیت انتی اکسیدانی (%) DPPH
A	شاهد	9.5a	22a	2.4c	39.5c
A	سالسیلیک اسید ۱ mM	6.2b	11.5b	3.1b	50.8b
A	سالسیلیک اسید ۲ mM	5.7b	8.5c	3.7a	59.6a
B	شاهد	10.2a	26.0a	2.1c	35.7c
B	سالسیلیک اسید ۱ mM	7.5b	14.5b	2.8b	46.4b

B	سالسیلیک اسید ۲ mM	6.3b	10.5b	3.4a	55.2a

تأثیر سالیسیلیک اسید بر کاهش وزن مغز گردو

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های حفظ کیفیت محصولات باغی، میزان کاهش وزن در طول دوره نگهداری است. مطابق با نمودار شماره ۱، تیمار سالیسیلیک اسید (SA) در هر دو سطح ۱ و ۲ میلی‌مولار موجب کاهش قابل‌توجه در کاهش وزن مغز گردو نسبت به تیمار شاهد شد. به ویژه در تیمار mM۲ SA، کاهش وزن به حداقل مقدار ممکن در هر دو ژنوتیپ A و B رسید (به ترتیب ۵/۷٪ و ۶/۳٪)، در حالی که در تیمار شاهد این مقدار به ۹/۵٪ و ۱۰/۲٪ افزایش یافته بود (شکل ۱ الف).

این یافته‌ها حاکی از آن است که SA با تأثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند کاهش نرخ تعرق، تنظیم بسته شدن روزنه‌ها، مهار اتیلن و حفظ ساختار سلولی، از تبخیر رطوبت در بافت مغز گردو جلوگیری می‌کند. گزارشی مانند مطالعه Aghdam و Asghari (2022) نیز نشان می‌دهد که استفاده از SA در محصولات باغی موجب حفظ رطوبت داخلی و جلوگیری از پلاسیدگی می‌شود.



نمودار ۱- تأثیر تیمارهای مختلف سالیسیلیک اسید بر کاهش وزن (الف) و کاهش درصد پوسیدگی (ب) مغز گردو در دو ژنوتیپ.

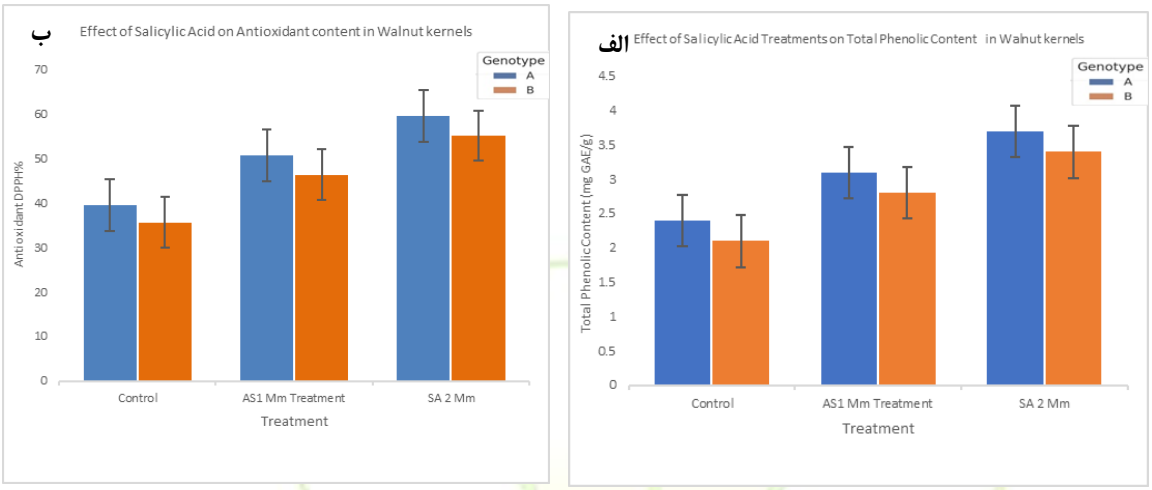
تأثیر سالیسیلیک اسید بر کاهش درصد پوسیدگی مغز گردو

در شکل شماره (۱ ب) مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت SA، درصد پوسیدگی مغز گردو به‌صورت معناداری کاهش یافته است. در ژنوتیپ A، میزان پوسیدگی از ۲۲٪ در تیمار شاهد به ۸/۵٪ در تیمار mM۲ SA کاهش یافت. همچنین در ژنوتیپ B نیز این میزان از ۲۶٪ به ۱۰/۵٪ تقلیل یافت. این نتایج نشان می‌دهد که SA توانسته با تحریک سیستم دفاعی طبیعی میوه، از پیشرفت فساد میکروبی جلوگیری کند.

مکانیسم اثر SA در این زمینه احتمالاً به فعال‌سازی آنزیم‌های دفاعی نظیر پلی‌فنل‌اکسیداز و پراکسیداز، افزایش ترکیبات فنولی و مهار رشد قارچ‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا بازمی‌گردد (Rivas-San Vicente and Plasencia, 2021). همچنین اثر ضد اتیلنی SA نیز می‌تواند در تأخیر در فساد نقش داشته باشد، زیرا اتیلن نقش کلیدی در تحریک پیری و فعالیت پاتولوژیک دارد.

تأثیر سالیسیلیک اسید بر افزایش محتوای مواد فنولی کل مغز گردو

بر اساس نمودار نمودار (۲ الف)، تیمار SA به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار باعث افزایش چشمگیر میزان مواد فنولی گردو شده است. در ژنوتیپ A، این مقدار از ۲/۴ mgGAE/g در تیمار شاهد به ۳/۷ mgGAE/g رسید، و در ژنوتیپ B از ۲/۱ به ۳/۴۵ mgGAE/g افزایش یافت.



نمودار ۲- تأثیر تیمارهای مختلف سالیسیلیک اسید بر محتوی مواد فنولی کل (الف) و فعالیت انتی اکسیدانی کل مغز گردو (ب) مغز گردو در دو ژنوتیپ.

تأثیر سالیسیلیک اسید بر افزایش محتوای انتی اکسیدانتی مغز گردو

بر اساس نمودار (۲ ب)، تیمار SA به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار باعث افزایش چشمگیر میزان فعالیت انتی اکسیدانی گردو شده است. در ژنوتیپ A، این مقدار از ۳۹/۵در تیمار شاهد به ۵۹/۶درصد مهار رادیکال های ازاد رسید، و در ژنوتیپ B از ۳۵/۷ به ۵۵/۲ درصد مهار افزایش یافت.

آنتی‌اکسیدان‌ها نقش مهمی در حفظ کیفیت تغذیه‌ای، افزایش عمر ماندگاری و محافظت در برابر اکسیداسیون دارند. SA از طریق تحریک سنتز ترکیبات فنولیک، فلاونوئیدها و اسید آسکوربیک موجب افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی محصولات می‌شود (Horváth et al., 2017). این افزایش آنتی‌اکسیدانی نه تنها کیفیت گردو را در طول زمان حفظ می‌کند، بلکه از تخریب ساختارهای سلولی نیز جلوگیری می‌نماید.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش به وضوح نشان داد که استفاده از سالیسیلیک اسید به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار می‌تواند نقش مؤثری در بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری مغز گردوی تازه ایفا کند. تیمار SA منجر به کاهش معنی‌دار وزن در طول نگهداری شد، که این امر بیانگر حفظ رطوبت و کاهش فرآیندهای فیزیولوژیکی زیان‌آور مانند تعرق و تنفس است.

همچنین، کاهش قابل‌توجه درصد پوسیدگی در تیمارهای SA نشان‌دهنده نقش این ترکیب در تقویت پاسخ‌های دفاعی در برابر عوامل پاتوژن و به‌تأخیر انداختن فساد میکروبی گردو می‌باشد. از سوی دیگر، نتایج نشان داد که تیمار با سالیسیلیک اسید منجربه افزایش چشمگیر محتوی فنولی و ظرفیت انتی اکسیدانی گردید. مقایسه روند تغییرات این دوفاکتور نشان‌دهنده یک همبستگی مثبت قوی بین محتوی ترکیبات

فنولی و فعالیت انتی اکسیدانی در مغز گردوی تازه است. این یافته بیانگر آن است که ترکیبات فنولی نقش کلیدی در تقویت ظرفیت انتی اکسیدانی ومهار رادیکال‌های آزاد در پاسخ به تیمار سالیسیلیک اسید ایفا میکنند. همچنین افزایش محتوی ترکیبات فنولی کل وفعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز گردو در نتیجه کاربرد SA، نشان‌دهنده تحریک مسیرهای متابولیکی تولیدکننده ترکیبات زیست‌فعال و حفاظتی است که می‌توانند در بهبود ارزش تغذیه‌ای و تأخیر در پیری نقش کلیدی ایفا کنند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، سالیسیلیک اسید می‌تواند به عنوان یک ترکیب طبیعی و مؤثر در مدیریت کیفیت پس‌برداشت گردوی تازه مورد استفاده قرار گیرد. این ترکیب نه تنها به حفظ ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی محصول کمک می‌کند، بلکه می‌تواند جایگزین مناسبی برای مواد نگهدارنده شیمیایی و روش‌های پرهزینه انبارداری باشد. بنابراین، استفاده از SA در غلظت‌های بهینه، به ویژه ۲ میلی‌مولار، به‌عنوان یک راهکار زیست سازگار و ایمن برای افزایش ماندگاری گردو و حفظ کیفیت آن در زنجیره توزیع و بازار مصرف پیشنهاد می‌گردد. انجام تحقیقات بیشتر در خصوص اثرات این ترکیب بر سایر ویژگی‌های کیفی و بازارپسندی مغز گردو نیز توصیه می‌شود.

منابع

Aghdam, M. S., Asghari, M., Farmani, B. and Mohayeji, M. 2022. Postharvest salicylic acid treatment enhanced antioxidant enzyme activity and reduced ethylene production in 'Hayward' kiwifruit. Scientia Horticulturae. 141: 45–50.

Horváth, E., Szalai, G. and Janda, T. 2017. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Journal of Plant Growth Regulation. 26(3): 290–300.

Koo, Y., Heo, A., Choi, H. J., Lee, Y. and Lee, H. Y. 2020. Advances in understanding of salicylic acid as a multi-functional phytohormone. Journal of Plant Biotechnology. 47(2): 91–99.

Martínez, M. L., Labuckas, D. O., Lamarque, A. L. and Maestri, D. M. 2020. Walnut (*Juglans regia* L.): Genetic resources, chemistry, by-products. Journal of the Science of Food and Agriculture. 90(12): 1959–1967.

Pérez-Gregorio, M. R., Regueiro, J., Alonso-González, E., Pastrana-Castro, L. M. and Simal-Gándara, J. 2021. Influence of cooking methods on antioxidant activity and phenolic content of vegetables. Journal of Functional Foods. 2(2): 193–202.

Rivas-San Vicente, M. and Plasencia, J. 2021. Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development. Journal of Experimental Botany. 62(10): 3321–3338.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Investigating the effect of salicylic acid on preserving the quality and storage of fresh walnut kernels

Zanab Diyari hidarabad[1*], Siamak kalantari[1] and Zebih ollah zamani[1]
1. Horticultural Sciences and Green Space, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: zeinabdiary10@ut.ac.ir

Abstract

Walnut, as one of the valuable horticultural products, plays an important role in human nutrition due to its nutritional and antioxidant compounds. However, fresh walnut kernels rapidly deteriorate in quality during the post-harvest period due to their high metabolic activities and susceptibility to microbial spoilage. In this study, in order to increase the shelf life and maintain the quality of fresh walnut kernels, salicylic acid (SA) was used as a resistance-inducing and growth-regulating compound. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications and three treatment levels including control, 1 mM and 2 mM SA on two different walnut genotypes. The indicators studied included the percentage of weight loss, the percentage of decay and the level of antioxidant activity and total phenolic content during the storage period. The results showed that the application of SA, especially at a concentration of 2 mM, caused a significant reduction in the weight and decay of walnut kernels. Also, SA treatments increased the content of antioxidant compounds in walnuts compared to the control. These effects are probably due to the induction of physiological defense responses, reduction of respiration, moisture retention and inhibition of the growth of microorganisms in walnut tissue. Based on the results, salicylic acid can be recommended as an effective, safe and biocompatible method for improving the quality and increasing the shelf life of fresh walnut kernels in the post-harvest chain.

Keywords: Antioxidant, Decay, Salicylic acid, Total phenolic content, Walnut, Weight loss.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

راهکارهای پایدار برای افزایش عمر پس از برداشت گل رز با استفاده از پوشش‌های نانویی و باکتری‌های مفید

محمدرضا صادقی[1*]، سارا شاهین ورنوسفادرانی[1] و علی نیکبخت[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *m.sadeghi@ag.iut.ac.ir*

چکیده

گل‌های زینتی با چالش کاهش کیفیت و ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده مواجه هستند. این مطالعه مروری به بررسی کاربرد پوشش‌های نانویی و باکتری‌های مفید به صورت ترکیبی در افزایش عمر گلجایی رز می‌پردازد. تحقیقات نشان می‌دهد که نانوامولسیون‌های روغنی و نانوذرات کیتوسان با ایجاد لایه محافظ می‌توانند میزان تنفس سلولی را تا ۴۰٪ کاهش دهند و از انسداد آوندها جلوگیری کنند. از سویی دیگر، باکتری‌های محرک رشد مانند *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas fluorescens* پیش‌سازهای اتیلن را از طریق تولید آنزیم ACCدآمیناز تجزیه کرده و باعث افزایش عمر گلجایی میشوند. ترکیب این دو فناوری اثر هم افزایی قابل توجهی ایجاد می‌کند. تحقیقات نشان میدهد با این روش ترکیبی می‌توان عمر گلجایی رز رقم 'آوالانچ' را از ۷ روز به ۱۶ روز افزایش داد. همچنین، این فناوری باعث کاهش مصرف ۷۰ درصد مواد شیمیایی مضر شده است . البته با وجود مزایای فراوان، چالش‌هایی همچون هزینه بالای تولید نانوذرات و نیاز به استانداردهای بین‌المللی وجود دارد. این فناوری قادر است با کاهش قابل توجه ضایعات پس از برداشت، تحولی عظیم در صنعت گل‌های زینتی ایجاد کند.

واژه های کلیدی: پوشش‌های نانویی، کشاورزی پایدار، مدیریت پس از برداشت، PGPR.

مقدمه

صنعت گل‌های زینتی به عنوان بخش مهمی از کشاورزی ، سالانه درآمد زیادی را ایجاد می‌کند. گل رز (*Rosa* spp.) به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین گل‌های شاخه‌بریده، سهم قابل توجهی از بازار را به خود اختصاص میدهد .اما بزرگترین چالش پس از برداشت گل رز، کاهش کیفیت و ماندگاری آن در اثر عوامل گوناگونی مانند پیری فیزیولوژیک ، انسداد آوندی و فعالیت میکروارگانیسم‌های پاتوژن میباشد (Da Costa et al., 2021).

معمولا، از ترکیبات شیمیایی نظیر ضدعفونی‌کننده‌ها مانند نیترات نقره و بازدارنده‌های اتیلن مانند 1-MCP برای افزایش عمر پس از برداشت رز استفاده می‌شود. اما به دلیل سمیت این مواد برای انسان و محیط زیست، توسعه راهکارهای پایدارتر ضروری میباشد (Elgimabi, 2011). با این هدف، فناوری‌های نوین همچون پوشش‌های نانویی و باکتری‌های محرک رشد به عنوان گزینه‌هایی نویدبخش مطرح شده‌اند.

پوشش‌های نانویی مبتنی بر مواد طبیعی مانند کیتوسان، به خاطر خواص ضد میکروبی و زیست‌سازگاری ، بسیار مورد توجه واقع شده است . تحقیقات نشان میدهد که نانوذرات کیتوسان با مهار رشد پاتوژن‌ها و کاهش تنفس سلولی ، میتوانند تا ۴۰٪ عمر گلجایی رز را بهبود دهند (Seyed Hajizadeh et al., 2023). همچنین، باکتری‌های مفید مانند *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas fluorescens* با مکانیسم‌های متفاوتی مانند رقابت برای مواد مغذی ، تولید آنتی‌بیوتیک‌ها و تجزیه پیش‌ساز اتیلن (ACC)، به افزایش ماندگاری گل‌ها کمک خواهند کرد (Bashir et al., 2019).

ترکیب این دو فناوری (باکتری‌های مفید و نانوذرات) قادر به ایجاد اثرات هم افزایی قابل توجهی میباشد. برای مثال، نانوحامل‌های پلیمری نه تنها از باکتری‌ها در برابر شرایط نامساعد محیطی محافظت می‌کنند، بلکه باعث رهاسازی کنترل‌شده متابولیت‌های مفید نیز

میشود (Milani et al., 2024). این مقاله مروری با هدف بررسی دستاوردهای علمی در زمینه کاربرد ترکیبی پوشش‌های نانویی همراه با باکتری‌های مفید برای افزایش عمر گلجایی گل رز نوشته شده است.

انواع پوشش‌های نانویی

پوشش‌های نانویی مورد استفاده در حفظ گل رز پس از برداشت به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند: نانوذرات کیتوسان که از مشتقات طبیعی کیتین به دست می‌آیند، به خاطر خواص ضد میکروبی و زیست‌سازگاری، پرکاربردترین نوع هستند (Seyed Hajizadeh et al., 2023). نانوامولسیون‌های روغنی دارای اسانس‌های گیاهی نظیر میخک یا آویشن ، با ایجاد یک لایه محافظ روی سطح گلبرگ از تبخیر آب جلوگیری می‌کنند (Mushtaq et al., 2023). نانوذرات فلزی مانند اکسید روی و نقره به دلیل خواص ضد میکروبی قوی در غلظت‌های پایین (۵۰-۵ ppm) مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zafar and Iqbal, 2024).

مکانیسم‌های عملکرد پوشش‌های نانویی

پوشش‌های نانویی با چهار مکانیسم اصلی باعث افزایش ماندگاری گل رز می‌شوند. آنها با تشکیل یک سد نیمه‌تراوا، میزان تولید اتیلن و تنفس سلولی را تا ۴۰٪ کاهش می‌دهند و خاصیت ضد میکروبی آنها از رشد باکتری‌هایی که عامل انسداد آوندی هستند، جلوگیری می‌کند. همچنین با حفظ تعادل آب در بافت‌های گیاهی، از پژمردگی زودرس جلوگیری میکند و می‌توانند استحکام ساقه را افزایش دهند (Sharma and Sharma, 2019).

انواع باکتری‌های مفید

باکتری‌های مفید مورد استفاده در افزایش ماندگاری گل رز شامل باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) مانند *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas fluorescens* هستند که از ریزوسفر گیاهان جدا می‌شوند و همچنین باکتری‌های تولیدکننده آنزیم ACC دآمیناز که توانایی تجزیه پیش‌سازهای اتیلن را دارند (Bashir, 2019). مطالعات نشان داده‌اند که سویه‌های خاصی از *Bacillus* spp. قادرند تولید اتیلن را تا ۷۰٪ کاهش دهند و در عین حال با تولید آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی از رشد پاتوژن‌ها جلوگیری کنند (Rahman, 2016).

باکتری‌های مفید از طریق مکانیسم های متفاوت باعث افزایش ماندگاری گل رز می‌شوند: ۱- تولید آنزیم ACC دآمیناز که پیش‌ساز اتیلن را تجزیه می‌کند (Bashir, 2019) ۲- ترشح سیدروفورها که رشد پاتوژن‌ها را محدود می‌سازد. ۳- تولید هورمون‌های رشد گیاهی نظیر اکسین که باعث تقویت دیواره سلولی می‌شوند. ۴- رقابت با پاتوژن‌ها برای اشغال جایگاه اتصال و مواد مغذی (Rahman, 2016).

ترکیب باکتری‌های مفید و نانومواد

ترکیب هدفمند باکتری‌های مفید با نانومواد، در حفظ کیفیت گل‌های شاخه‌بریده تحولی عظیم ایجاد کرده است. این سیستم‌ها با سه مکانیسم اساسی عمل می‌کنند:

بهبود پایداری و بقای باکتری‌ها

نانوذرات کیتوسان با اندازه ۴۰-۸۰ نانومتر با ایجاد یک لایه محافظ، بقای باکتری‌های محرک رشد نظیر *Bacillus subtilis* را در شرایط نامساعد محیطی تا ۳ برابر افزایش می‌دهند (Cota-Arriola et al.,2013). این نانوحامل‌ها علاوه بر جلوگیری از استرس اکسیداتیو، فعالیت متابولیک باکتری‌ها را نیز تا ۶۰٪ تقویت می‌کنند.

رهاسازی هوشمند متابولیت‌ها

نانوذرات سیلیکای متخلخل با حفره‌های ۵–۱۰ نانومتر، امکان رهاسازی کنترل‌شده آنزیم ACC دآمیناز و سیدروفورها را فراهم می‌سازند و اثربخشی آنها را تا ۴۵٪ نسبت به روش‌های متداول افزایش میدهند (Alharbi et al., 2022).

اثرضدمیکروبی تقویت شده

ترکیب نانوذرات نقره با اندازه ۲۰–۳۰ نانومتر با *Pseudomonas fluorescens*، اثر هم افزایی قابل توجهی در مهار پاتوژن‌های پس از برداشت نشان داده‌اند (Nawaz and Bano, 2020). این ترکیب جمعیت *Botrytis cinerea* (عامل پوسیدگی خاکستری) را تا ۹۲٪ کاهش داده است. این فناوری با کاهش ۷۰٪ مصرف مواد شیمیایی، تحول بزرگی در کشاورزی پایدار ایجاد کرده است.

نتیجه‌گیری

ترکیب پوشش‌های نانویی و باکتری‌های مفید، راهبردی نویدبخش برای افزایش عمر گلجای گل رز ارائه می‌دهد. تحقیقات نشان می‌دهند این رویکرد ترکیبی قادر به افزایش عمر گل رز پس از برداشت تا ۱۶ روز میباشد. این فناوری با مزایای زیادی نظیر افزایش کارایی مصرف آب، کاهش ۷۰ درصدی مصرف مواد شیمیایی و حفظ کیفیت گلبرگ‌ها همراه است. با این حال، چالش‌هایی همچون نیاز به استانداردسازی بین‌المللی، هزینه بالای تولید نانوذرات (۴۰٪ بیشتر از روش‌های متداول) و ارزیابی خطرات اکوسیستمی وجود دارد. این فناوری با کاهش ۳۰ درصدی ضایعات پس از برداشت، پتانسیل آن را دارد که تحولی عظیم در صنعت گل‌های زینتی ایجاد کرده و سالانه میلیون‌ها دلار صرفه‌جویی اقتصادی به همراه داشته باشد .برای تحقق این پتانسیل، همکاری بین‌رشته‌ای میان میکروبیولوژیست‌ها، نانوتکنولوژیست‌ها و متخصصان علوم باغبانی ضروری می‌باشد.

منابع

Alharbi, K., Rashwan, E., Mohamed, H. H., Awadalla, A., Omara, A. E. D., Hafez, E. M. and Alshaal, T. 2022. Application of silica nanoparticles in combination with two bacterial strains improves the growth, antioxidant capacity and production of barley irrigated with saline water in salt-affected soil. Plants. 11(15).

Bashir, M., Asif, M., Naveed, M., Qadri, R. W. K., Faried, N. and Anjum, F. 2019. Postharvest exogenous application of various bacterial strains improves the longevity of cut Royal Virgin tulip flowers. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 56(1).

Cota-Arriola, O., Onofre Cortez-Rocha, M., Burgos-Hernández, A., Marina Ezquerra-Brauer, J. and Plascencia-Jatomea, M. 2013. Controlled release matrices and micro/nanoparticles of chitosan with antimicrobial potential: Development of new strategies for microbial control in agriculture. Journal of the Science of Food and Agriculture. 93(7): 1525–1536.

Da Costa, L. C., de Araujo, F. F., Ribeiro, W. S., de Sousa Santos, M. N. and Finger, F. L. 2021. Postharvest physiology of cut flowers. Ornamental Horticulture. 27(3): 374–385.

Elgimabi, M. E. N. E. 2011. Vase life extension of rose cut flowers (*Rosa hybrida*) as influenced by silver nitrate and sucrose pulsing. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 6(1): 128–133.

Milani, M. H., Gohari, G., Manganaris, G. A. and Fotopoulos, V. 2024. Impacts of nanocomposites on the postharvest physiology and shelf life of agricultural crops. In: Nanocomposites for Environmental, Energy, and Agricultural Applications. pp. 315–347.

Mushtaq, A., Wani, S. M., Malik, A. R., Gull, A., Ramniwas, S., Nayik, G. A., Ercisli, S., Marc, R. A., Ullah, R. and Bari, A. 2023. Recent insights into nanoemulsions: Their preparation, properties and applications. Food Chemistry: X. 18: 100684.

Nawaz, S. and Bano, A. 2020. Effects of PGPR (*Pseudomonas* sp.) and Ag-nanoparticles on enzymatic activity and physiology of cucumber. Recent Patents on Food, Nutrition and Agriculture. 11(2): 124–136.

Rahman, M. 2016. *Bacillus* spp.: A promising biocontrol agent of root, foliar, and postharvest diseases of plants. In: Bacilli and Agrobiotechnology. pp. 113–141.

Seyed Hajizadeh, H., Dadashzadeh, R., Azizi, S., Mahdavinia, G. R. and Kaya, O. 2023. Effect of chitosan nanoparticles on quality indices, metabolites, and vase life of *Rosa hybrida* cv. Black Magic. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 10(1): 12.

Sharma, P. and Sharma, R. 2019. Nanotechnology in post-harvest handling of cut flowers. Journal of Emerging Technologies and Innovative Research. 6(1): 993–1007.

Zafar, M. and Iqbal, T. 2024. Green synthesis of silver and zinc oxide nanoparticles for novel application to enhance shelf life of fruits. Biomass Conversion and Biorefinery. 14(4): 5611–5626.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Sustainable solutions to extend the post-harvest life of roses using nano-coatings and beneficial bacteria

Mohammadreza Sadeghi[1*], Sara Shahin Varnousfaderani[1] and Ali Nikbakht[1]
1. Department of Horticultural Engineering, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding Author: m.sadeghi@ag.iut.ac.ir

Abstract

Ornamental flowers are facing the challenge of reducing the quality and shelf life of cut flowers. This review study investigates the use of nano-coatings and beneficial bacteria in combination to increase the vase life of roses. Research shows that oil nanoemulsions and chitosan nanoparticles can reduce cellular respiration by up to 40% by creating a protective layer and prevent vascular blockage. On the other hand, growth-promoting bacteria such as Bacillus subtilis and Pseudomonas fluorescens decompose ethylene precursors by producing the enzyme ACC deaminase and increase vase life. The combination of these two technologies creates a significant synergistic effect. Research shows that this combined method can increase the vase life of the 'Avalanche' rose cultivar from 7 days to 16 days. Also, this technology has reduced the consumption of harmful chemicals by 70%. Of course, despite the many benefits, there are challenges such as the high cost of producing nanoparticles and the need for international standards. This technology has the potential to revolutionize the ornamental flower industry by significantly reducing post-harvest waste.

Keywords: Nanocoatings, PGPR, Postharvest management, Sustainable agriculture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر پرتوتابی با اشعه UV-C بر کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی رقم آلبیون

مصطفی عابدینی نجف‌آبادی[۱]، محمد خالدی‌پور[۲*]، میلاد اصابتی[۳]، امیرحسین ساعدپناه[۳] و محمد کرمی[۳]

۱- علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- گروه فیزیک کاربردی، دانشکده فیزیک، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- گروه فیزیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *m_khaledipour@sbu.ac.ir*

چکیده

توت‌فرنگی به‌عنوان میوه‌ای بسیار فسادپذیر، به‌ویژه در برابر قارچ *Botrytis cinerea* (عامل پوسیدگی خاکستری) آسیب‌پذیر است که عمر انباری آن را به‌شدت کاهش می‌دهد. با توجه به محدودیت‌های استفاده از ضدعفونی‌کننده‌های شیمیایی در میوه‌های تازه، به‌کارگیری روش‌های جایگزین مانند تابش UV-C برای کنترل این بیماری ضروری به‌نظر می‌رسد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر پرتوتابی با اشعه UV- C بر برخی صفات کیفی و عمر انباری میوه توت فرنگی رقم آلبیون در سه شدت ۰ و ۳/۵ و ۷ کیلوژول بر متر مربع در قالب طرح کاملا تصادفی، در سه تکرار (۱۰ میوه در هر تکرار)، انجام شد. صفات مورد بررسی پس ۱۴ روز نگهداری در سردخانه، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، آسکوربیک اسید، سفتی بافت میوه و شاخص‌های رنگ سنج (*b، *a و *L) بودند، نتایج حاصل از آزمایش نشان داد، شدت‌های مختلف اشعه UV-C بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، همچنین بیشترین میزان آسکوربیک اسید، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول و شاخص‌های رنگ سنج (*b، *a و *L)، در شدت ۳/۵ کیلوژول بر مترمربع بود و تیمار شاهد کمترین مقدار صفات مذکور را در طول دوره انبارمانی نشان داد؛ بنابراین طبق نتایج به دست آمده می‌توان گفت تابش UV-C در شدت‌های بهینه، میتواند به عنوان روش جایگزین برای ترکیبات شیمیایی مانند قارچ‌کش و همچنین تیمارهای مکانیکی برای حفظ کیفیت پس از برداشت توت فرنگی رقم آلبیون شود و شدت ۳/۵ کیلوژول بر مترمربع، به عنوان شدت بهینه معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، توت‌فرنگی، پوسیدگی خاکستری، قارچ بوترتیس سینرا، نور فرابنفش.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*) گیاهی از خانواده روزاسه (*Rosaceae*) می‌باشد، که در سال‌های اخیر به دلیل توسعه کشت آن در ساختارهای محافظت شده نظیر گلخانه‌ها و تونل‌ها علاوه بر کشت باغی، تولید آن به میزان چشم‌گیری افزایش یافته است و تقریبا در تمامی فصول سال در دسترس است، میوه توت فرنگی، میوه‌ای فرازگرا (Non-climactric) بوده و به دلیل میزان آب بالا (در حدود ۹۱/۵ درصد)، نرخ بالای تنفس و فعالیت‌های متابولیکی، همچنین حساسیب به پوسیدگی قارچی به خصوص قارچ‌های کپک خاکستری از جمله میوه‌های بسیار فساد پذیر با عمر انباری بسیار پایین محسوب می‌شود و بین زمان برداشت تا مصرف میوه فاصله بسیار کوتاهی وجود دارد (Harker et al., 2000; Wszelaki and Mitcham, 2003).

کپک خاکستری توت فرنگی، ناشی از قارچ *Botrytis cinerea*، یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های پس از برداشت این محصول محسوب می‌شود، علائم اولیه آلودگی معمولاً به‌صورت لکه‌های کوچک و آبسوخته در ناحیه گلگاه میوه ظاهر می‌شود که به‌تدریج به‌صورت بافت‌های نرم و لهیده با رنگ قهوه‌ای تا خاکستری گسترش می‌یابند و در مراحل پیشرفته، توده‌های کرک‌دار و خاکستری‌رنگ اسپورهای قارچ روی سطح میوه تشکیل می‌شود که موجب مومیایی شدن و خشک شدن کامل میوه روی بوته یا پس از برداشت می‌گردد (Rupp et al., 2017)، این قارچ همچنین از طریق زخم‌های ایجادشده در طول برداشت یا حمل‌ونقل به میوه‌های سالم سرایت کرده و در شرایط رطوبت بالا (بیشتر از ۹۵ درصد) و دمای ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد به سرعت پیشرفت می‌کند، همچنین آلودگی اولیه اغلب در مرحله گلدهی

رخ می‌دهد، اما علائم تا زمان رسیدن میوه آشکار نمی‌شود و در صورت عدم مدیریت صحیح و به موقع، این بیماری می‌تواند تا ۸۰ درصد منجر به اتلاف و خسارت به میوه توت فرنگی شود (Dris, 2001).

برای کنترل عوامل بیماری‌زا و کاهش خسارت‌های ناشی از کپک خاکستری در میوه توت‌فرنگی، روش‌های شیمیایی و فیزیکی مختلفی برای افزایش کیفیت پس از برداشت و سلامت محصول ارائه شده‌است؛ روش‌های شیمیایی مانند تیمار با ترکیبات قارچ‌کش، دی‌اکسید کلر و استفاده از گاز ازن، با ایجاد اختلال در غشای سلولی و اکسیداسیون اجزای سلولی عامل بیماری‌زا قارچی، اثربخشی خود را در کاهش بار میکروبی نشان داده‌اند (Saikumar et al., 2023; Shankar et al., 2024a)، روش‌های فیزیکی، از جمله تیمار آب گرم با دمای ۴۵ تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد، با تغییر ماهیت پروتئین‌ها و مهار جوانه‌زنی اسپور، در برابر عوامل بیماری‌زای قارچی مانند *Botrytis cinerea* موثر بوده‌است، اما در این روش دمای بیش از حد می‌تواند سفتی و رنگ میوه را به خطر بیندازد (Kelly et al., 2021). بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده ((Modified atmosphere packaging (MAP) با سطوح بالای گاز دی اکسید کربن (CO_2) با تغییر متابولیسم تنفسی، رشد عوامل بیماری‌زا را سرکوب می‌کند، اما موفقیت آن به کنترل دقیق ترکیب گاز بستگی دارد (Ramirez et al., 2019)، در حالی که این روش‌ها نویدبخش هستند، محدودیت‌های آن‌ها مانند باقی‌مانده‌های شیمیایی، آسیب حرارتی یا اثربخشی ناکافی، نیاز به روش‌های جایگزین پیشرفته‌تر را برجسته می‌کند (Shankar et al., 2024b).

در میان فناوری‌های نوظهور، تابش UV-C یک راه‌حل غیر حرارتی و بدون باقیمانده ارائه می‌دهد که در طیف وسیعی از محصولات باغی، از جمله انبه، گیلاس، هویج، فلفل سبز وکلم بروکلی، برای افزایش ماندگاری، به تأخیر انداختن پیری و کنترل پوسیدگی میکروبی محصول به کار گرفته شده است و فراتر از اثرات میکروب‌کشی مستقیم آن که از طریق آسیب به DNA در پاتوژن‌ها به سبب تشکیل دایمر پیریمیدین حاصل می‌شود، این روش باعث ایجاد استرس غیرزیستی مفید در بافت‌های گیاهی نیز می‌شود، که منجر به سنتز فیتوالکسین‌ها (فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی)، آنزیم‌های مرتبط با دفاع (لیپوکسیژناز و فنیل آلانین آمونیالیاز) و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی (اسید اسکوربیک و کاروتنوئیدها) شده و همچنین فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی نظیر پلی گالاکتروناز، پکتین متیل آستراز، سلولاز، پروتئاز و زیلوناز را کاهش می‌دهد (Darré et al., 2022; Tchonkouang et al., 2023).

با این حال، اثربخشی تیمار UV-C به شدت، ویژگی‌های محصول (ضخامت پوست، فعالیت متابولیک)، دوز و پروتکل‌های مواجهه (پالسی یا مداوم) وابسته است؛ اثرات هورمونی UV-C از یک پاسخ دو مرحله‌ای پیروی می‌کنند: دوزهای زیرکشنده تحمل استرس را افزایش می‌دهند، در حالی که شدت‌های بالا هموستاز سلولی را مختل می‌کنند و منجر به قهوه‌ای شدن یا نرم شدن بافت در محصولات حساس می‌شود(Felek et al., 2025; Mahdavian, 2024)، بنابراین مطالعه حاضر، با هدف بررسی تاثیر پرتوتابی با اشعه UV- C بر کیفیت پس از برداشت توت فرنگی رقم آلبیون انجام گرفت تا امکان جایگزینی آن با روش‌های شیمیایی و فیزیکی مورد بررسی قرارگیرد.

مواد و روش‌ها

تهیه و تیمار میوه‌ها با نور فرابنفش

میوه‌های توت فرنگی در مرحله رنگ گیری ۸۰ درصد از بوته‌ها برداشت و میوه‌های سالم و عاری از بیماری دارای اندازه، شکل و رنگ یکنواخت جدا و به آزمایشگاه منتقل شدند، سپس بدون شست و شو دادن، میوه‌ها با سه شدت مختلف (۰ و ۳/۵ و ۷ کیلوژول بر متر مربع)، تیمار شدند و سپس در ظروف پلی‌اتیلن به تفکیک قرار گرفتند و به سردخانه با دمای ۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد نگهداری شدند.

پرتودهی UV-C با استفاده از دستگاه UV TUNNEL شرکت فن‌آوران دانش معاصر کوثر (فدک)، دارای ۴۰ عدد لامپ UV-C، ۳۰ وات ساخت شرکت فیلیپس، با طول موج ۲۵۴ نانومتر، توزیع یکنواخت تابش از تمامی جهات و ابعاد، طول ۴/۳ متر و عرض ۱ متر و ارتفاع ۱/۵ متر انجام شد؛ شدت نور نیز با استفاده از LUTRON UVC-25 UV light meter، اندازه‌گیری شد.

خصوصیات و صفات مورد اندازه‌گیری میوه

سفتی میوه با استفاده از پنترومتر با قطر دهانه ۸ میلی‌متر و بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، رنگ میوه با استفاده از رنگ سنج (CR-400 مینولتا) در دو نقطه متقابل در میوه، مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (آتاگو، ژاپن)، پی‌اچ آب میوه با استفاده از پی‌اچ متر (مدل ۸۲۷، سوئیس)، آسکوربیک اسید با استفاده از روش تیتراسیون با یدور پتاسیم و اسید قابل تیتراسیون با تیتر کردن ۵ میلی‌لیتر عصاره با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا پی‌اچ ۸/۲±۰/۱ ، دو هفته پس از انبارمانی اندازه‌گیری شد.

طرح آماری

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار (۱۰ میوه)، انجام شد؛ تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم فزار آماری SAS و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات(جدول ۱)، نشان داد؛ شدت‌های مختلف UV-C تاثیر معنی داری در سطح ۵ درصد بر صفات اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، سفتی بافت، میزان آسکوربیک اسید، pH عصاره میوه و شاخص‌های رنگ سنج (*b، *a و *L)، داشت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر شدت‌های مختلف UV-C بر برخی صفات توت فرنگی رقم آلبیون پس از دو هفته نگهداری در سردخانه.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		L*	a*	b*	اسیدیته قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول	سفتی بافت	آسکوربیک اسید	pH عصاره میوه
شدت UV-C	۲	۱۰/۳**	۶/۴۴**	۵/۹۳*	۰/۰۵*	۴۳/۰۵*	۲/۱۳*	۲۲/۴۸*	۰/۰۴**
خطا	۶	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۲۸	۸/۳۸	۳/۰۵	۱۲/۲۲	۰/۰۱۱
ضریب تغییر	-	۷/۵۴	۳/۱۶	۸/۰۶	۹/۱۱	۴/۵۱	۱۱/۱۸	۱۰/۸۷	۶/۲۸

*،**و ns به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد و عدم اختلاف معنی دار می‌باشد.

شاخص‌های رنگ سنج *b، *a و *L

بر اساس نتایج جدول مقایسات میانگین تیمارها بیشترین میزان درخشندگی (*L)، در شدت ۳/۵ کیلوژول بر متر مربع مشاهده شد ، همچنین کمترین مقدار آن نیز مربوط به تیمار شاهد بود؛ همچنین بیشترین میزان شاخص *a و *b نیز در شدت ۳/۵ کیلوژول بر متر مربع مشاهده گردید (جدول ۲)، افزایش شاخص *a، در شدت ۳/۵ کیلوژول بر متر و سپس کاهش آن در شدت ۰ و ۷ کیلوژول بر متر می‌تواند به دلیل تکمیل رنگ گیری (توت فرنگی) و کاهش آن به دلیل شکل گیری لکه‌های قهوه‌ای به سبب شدت بالا فرابنفش و همچنین آسیب‌های قارچی در تیمار شاهد باشد، از طرفی کاهش شاخص *b، نیز می‌تواند به دلیل افزایش رنگیزهای انتوسانین میوه باشد، این یافته با نتایجی که نشان می‌دهد شدت‌های پایین UV-C اثر مثبت بر رنگیزه‌های آنتوسیانین دارد همسو است (Li et al., 2019; Ortiz Araque et al., 2018).

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در شدت‌های ۳/۵ و ۷ میکروژول بر مترمربع و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد؛ نتایج به دست آمده با نتایج مطالعه اثر نور فرابنفش بر هلو رقم البرتا و لورینگ و همچنین سیب گلدن دلیشیز مطابقت داشت و افزایش شدت UV-C باعث افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون شد (Lu et al., 1991; Stevens et al., 1998).

مواد جامد محلول (TSS)

بیشترین میزان مواد جامد محلول میوه توت فرنگی در ۳/۵ کیلوژول بر مترمربع و کمترین مقدار آن در شدت‌های ۰ و ۷ کیلوژول بر مترمربع بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر مشاهده شد نتایج به دست‌آمده با نتایج مطالعه اثر تابش نور فرابنفش بر هلو رقم آلبرتا و لورینگ همسو است به طوری که افزایش شدت نور UV-C مواد جامد محلول کاهش یافت، از طرفی کاهش مواد جامد محلول در تیمار شاهد نیز می‌تواند به سبب رشد قارچ *Botrytis cinerea*، و مصرف ترکیبات قندی میوه باشد (Stevens et al., 1998).

سفتی بافت

براساس نتایج به دست آمده بیشترین میزان سفتی میوه توت فرنگی در شدت ۳/۵ میکروژول بر مترمربع و سپس در شدت ۷ میکروژول بر مترمربع مشاهده شد و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بود. نتیجه به دست آمده با مطالعه‌ی اثر نور فرابنفش بر گوجه فرنگی همسو بود به طوری که در تیمار شاهد به دلیل فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی نظیر پلی گالاکتروناز، پکتین متیل آستراز، سلولاز، پروتئاز و زیلوناز کاهش یافت با این حال احتمالا تیمار با UV-C باعث کاهش فعالیت این آنزیم‌ها می‌شود (Ait Barka et al., 2000; Yang et al., 2018).

آسکوربیک اسید و pH عصاره میوه

بیشترین میزان آسکوربیک اسید در تیمار ۳/۵ میکروژول بر مترمربع و تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در شدت ۷ میکروژول بر مترمربع مشاهد شد، همچنین بیشترین میزان pH عصاره میوه در شدت ۳/۵ میکروژول بر مترمربع و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج به دست آمده با مطالعات اثر شدت‌های مختلف تابش فرابنفش بر گوجه فرنگی و توت فرنگی همسو بود و کاهش میزان آسکوربیک اسید در شدت‌های بالای UV-C می‌تواند به دلیل اکسیداسیون اسکوربیک اسید احیا شده باشد؛ همچنین کاهش pH عصاره میوه در تیمار شاهد می‌تواند به دلیل افزایش میزان تنفس، کاهش میزان قندها و افزایش اسیدهای آلی در چرخه کربس، همچنین رشد میکروارگانیسم‌های فاسد کننده و تخمیر و تولید اسیدهای فرار باشد (Damdam et al., 2023; Gao et al., 2021; Ikegaya et al., 2020).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه توت فرنگی رقم آلبیون پس از دو هفته نگهداری در سردخانه.

شدت نور UV-C / شاخص‌های کیفی	Kj/m^2	۳/۵ Kj/m^2	۷ Kj/m^2
L*	۳۷/۳^{c}	۴۳/۳^{a}	۳۹/۹^{b}
a*	۲۸/۸۹^{ab}	۲۸/۷۱^{a}	۲۷/۲۵^{b}
b*	۲۳/۳۸^{b}	۲۴/۴۲^{a}	۲۳/۲۲ ^{b}
اسیدیته قابل تیتراسیون (٪)	۰/۷۹^{b}	۰/۸۵^{ab}	۰/۸۹^{a}
مواد جامد محلول (٪)	۱۱/۵^{b}	۱۲/۲۶^{a}	۱۱/۳^{b}
سفتی بافت (Kg/cm^2)	۰/۴۴^{c}	۰/۷۶^{a}	۰/۵۷^{b}
آسکوربیک اسید (Mg.100g FW)	۲۶/۳۳^{ab}	۲۸/۵۴^{a}	۲۵/۱۸^{b}
pH عصاره میوه	۳/۳۹^{b}	۳/۶۱^{a}	۳/۳^{b}

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت، پرتوتابی با اشعه UV- C، در میوه توت فرنگی رقم آلبیون باعث افزایش کیفیت پس از برداشت توت فرنگی و کاهش آسیب‌های ناشی از کپک خاکستری شد و مناسب‌ترین شدت آن برای این رقم ۳/۵ میکروژول بر مترمربع معرفی می شود.

منابع

Damdam, A., Al-Zahrani, A., Salah, L. and Salama, K. N. 2023. Effect of combining UV-C irradiation and vacuum sealing on the shelf life of fresh strawberries and tomatoes. Journal of Food Science. 88(2): 595.

Darré, M., Vicente, A. R., Cisneros-Zevallos, L. and Artés-Hernández, F. 2022. Postharvest ultraviolet radiation in fruit and vegetables: Applications and factors modulating its efficacy on bioactive compounds and microbial growth. Foods. 11(5): 653.

Dris, R. 2001. Crop management and post harvest handling of horticultural products: Quality management, Vol. 1. Science Publishers.

Felek, T., Kürklü, A. and Basim, H. 2025. Development of a UVC application machine for managing plant diseases in soilless greenhouse crop production. Scientific Reports. 15(1): 1–11.

Kelly, K., Yagiz, Y., Li, Z., Mahnken, G., Borejsza-Wysocki, W., Marshall, M., Sims, C. A., Peres, N. and Do Nascimento Nunes, M. C. 2021. Sensory and physicochemical quality, residual fungicide levels and microbial load in 'Florida Radiance' strawberries from different disease control treatments exposed to simulated supply chain conditions. Foods. 10(7): 1442.

Mahdavian, K. 2024. Effects of ultraviolet radiation on plants and their protective mechanisms. Russian Journal of Plant Physiology. 71(6): 1–12.

Saikumar, A., Singh, A., Dobhal, A., Arora, S., Junaid, P. M., Badwaik, L. S. and Kumar, S. 2023. A review on the impact of physical, chemical, and novel treatments on the quality and microbial safety of fruits and vegetables. Systems Microbiology and Biomanufacturing. 4(2): 575–597.

Tchonkouang, R. D., Lima, A. R., Quintino, A. C., Cristofoli, N. L. and Vieira, M. C. 2023. UV-C light: A promising preservation technology for vegetable-based nonsolid food products. Foods. 12(17): 3227.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Effect of UV-C Irradiation on the Postharvest Quality of Albion Strawberry

Mostafa Abedini Najafabadi[1], Mohammad Khaledipour[2*], Milad Esabati[3], Amirhossein Saedpanah[3] and Mohammad Karami[3]

1. Department of Horticultural Science and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Department of Applied Physics, Faculty of Physics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3. Department of Physics, Faculty of Physics, University of Tehran, Tehran, Iran

**Corresponding Author: m_khaledipour@sbu.ac.ir*

Abstract

Strawberry is a highly perishable fruit, particularly susceptible to *Botrytis cinerea* (the causal agent of gray mold), which significantly reduces its postharvest life. Given the limitations of using chemical disinfectants on fresh fruits, alternative methods such as UV-C irradiation are essential for controlling this disease. The present study aimed to investigate the effects of UV-C radiation at different intensities (0, 3.5, and 7 kJ/m²) on the qualitative traits and shelf life of Albion strawberry fruit in a completely randomized design with three replications (10 fruits per replication). The evaluated traits after 14 days of cold storage included soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), pH, vitamin C content, fruit firmness, and color indices (b*, a*, L*). The results indicated that different UV-C intensities had a significant effect ($p < 0.05$) on all measured traits. The highest levels of vitamin C, fruit firmness, soluble solids, and color indices (b*, a*, L*) were observed at an intensity of 3.5 kJ/m², while the control treatment showed the lowest values for these traits during storage. In conclusion, the findings suggest that UV-C irradiation at optimal intensities can serve as an alternative to chemical fungicides and mechanical treatments for preserving the postharvest quality of Albion strawberries. The intensity of 3.5 kJ/m² was identified as the optimal dose for maintaining fruit quality.

Keywords: Gray mold, Shelf life, Storage life, Strawberry, *Botrytis cinerea*, Ultraviolet light.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید بر افزایش عمر انباری رطب خرما رقم برحی در دمای اتاق

انسیه قربانی[1*]، مریم بروجردنیا[2]، مژگان مقدم[2] و سیدناصر موسوی[2]

۱- بخش علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۲- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کشاورزی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *e_ghorbani88@yahoo.com*

چکیده

با توجه به بازارپسندی و تقاضای بالای رطب برحی و از طرف دیگر سرعت بالای فساد آن، در این مطالعه تأثیر محلول‌پاشی کلریدکلسیم ۱/۵ و ۳ درصد و سالیسیلیک اسید ۱ و ۲ میلی‌مولار بر خصوصیات کیفی و عمر انباری رطب برحی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. محلول‌پاشی در دو مرحله اوایل خارک و دو هفته بعد از آن انجام و میوه‌ها در زمان رطب برداشت شدند. با توجه به نتایج در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد میوه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم تفاوت معنی‌داری با میوه‌های نگهداری‌شده در دمای فریزر از نظر درصد رطوبت نداشتند. بیشترین و کم‌ترین مقدار TSS به ترتیب مربوط به تیمار کلریدکلسیم ۳ درصد در روز برداشت و تیمار شاهد در روز ششم نمونه‌برداری بود. بیشترین مقدار TA مربوط به تیمار محلول‌پاشی کلریدکلسیم سه درصد در روز چهارم نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود و کم‌ترین مقدار نیز در تیمار محلول‌پاشی کلریدکلسیم ۱/۵ درصد در روز برداشت مشاهده شد. میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم ۱/۵ درصد کمترین مقدار TA را در هنگام برداشت نشان دادند. بیشترین کاهش وزن مربوط به شاهد بود و بین تیمارهای محلول‌پاشی و میوه‌های نگهداری شده در دمای فریزر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ترشیدگی در رطب‌های فریزشده تا آخرین روز نگه‌داری مشاهده نشد. ترشیدگی در میوه‌های شاهد از روز ششم به بیش از پنجاه درصد رسید و تا پایان مدت نگهداری درصد ترشیدگی میوه‌های شاهد ۱۰۰ درصد بود. تیمار سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار و مدت زمان نگهداری شش روز برای شرایط انباری با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد را می‌توان توصیه کرد، اما بیشتر از این مدت با افزایش درصد ترش‌شدن میوه‌ها، بازارپسندی آنها به شدت کاهش می‌یابد. هر چند از نظر اقتصادی اعمال تیمار برای مدت شش روز مقرون به صرفه نیست.

واژه‌های کلیدی: درصد ترشیدگی، رطب، کاهش وزن.

مقدمه

رقم برحی یکی از مهم‌ترین ارقام پرمحصول و متوسط رس خرما و از ارقام مهم تجاری دنیا و نواحی جنوب غرب کشور است که در هر سه مرحله خلال، رطب و خرما قابل مصرف است. میوه‌ها در مرحله رطب به علت درصد رطوبت (۴۵-۳۰ درصد) و قند بالا و برخورداری از بافت نرم، عمر نگهداری کوتاهی داشته و خیلی سریع توسط میکروارگانیسم‌هایی مثل مخمرها و کپک‌ها آلوده می‌گردد (کریمی‌پورفرد، ۱۳۸۰). بهترین روش برای حفظ طولانی مدت رطب برحی، نگهداری آن درون فریزر و خروج آن از فریزر چند ساعت قبل از مصرف است که این روش بسیار هزینه‌بر بوده و از نظر اقتصادی برای بسیاری از تولیدکننده‌ها، فروشندگان و مصرف‌کننده‌های محصول قابل استفاده نیست (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۷).

امروزه تمایل جهانی برای یافتن روش‌های جایگزین در کنترل ضایعات بعد از برداشت با اولویت دادن به روش‌های سالم برای جلوگیری از تأثیر منفی سموم شیمیایی بر سلامتی انسان و همچنین به دلیل وجود قوانین سخت‌گیرانه در مورد بقایای سموم شیمیایی امکان استفاده از مواد شیمیایی را کاهش داده است (Johnson and Sangchote, 1994). یکی از زمینه‌های مهم کشاورزی و باغبانی ارگانیک که امروزه توجه زیادی را به خود جلب کرده است استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت و انسان در تولید و نگهداری محصول است که به این ترتیب نه تنها محصول بدون استفاده از مواد شیمیایی خطرناک و مضر تولید می‌شود، بلکه دارای ارزش غذایی و دارویی بالاتری

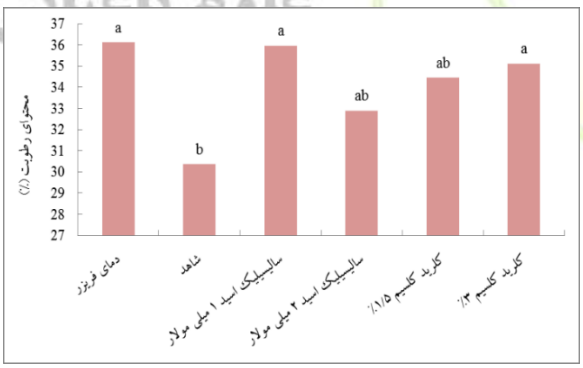
نیز خواهد بود (اصغری و اصغری، ۱۳۹۳). یکی از مهم‌ترین ترکیبات، ترکیب فنلی اسید سالیسیلیک است که کاربرد آن باعث فعال شدن سیستم مقاومت اکتسابی سیستمیک، سنتز متابولیت‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌گردد. همچنین اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب طبیعی پتانسیل بالایی در جلوگیری از تولید و اثر اتیلن بازی می‌کند (Zhang et al., 2003). در میان عناصر مغذی کلسیم نقش مهمی در استحکام و قدرت مکانیکی سلول‌ها بازی می‌کند. بنابراین کمبود کلسیم در میوه منجر به ضعیف شدن غشای میانی و در پی آن فروپاشی سلول می‌شود، که منجر به کوتاه شدن عمر قفسه‌ای محصول می‌شود (Poovaiah, 1988). از این رو در این مطالعه تأثیر این ترکیبات بر ماندگاری رطب برحی در شرایط دمای اتاق مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه ام التمیر واقع در ستاد پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری روی پانزده اصله نخل خرمای هجده ساله رقم برحی اجرا شد. آزمایش با ۵ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت ۱ میلی‌مولار ۲- محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت ۲ میلی‌مولار ۳- محلول‌پاشی با کلرید کلسیم با غلظت ۵/۱ درصد ۴- محلول‌پاشی با کلرید کلسیم با غلظت ۳ درصد ۵- محلول‌پاشی با آب (شاهد). تیمارهای محلول پاشی در ابتدای مرحله خارک و دو هفته بعد آن انجام و میوه‌های هر خوشه در مرحله رطب به طور جداگانه، برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. رطب‌ها در ظروفی ضدعفونی شده، چیده و بسته‌بندی شدند و بسته‌ها در شرایط دمای ۲۵ (دمای اتاق) درجه سانتی‌گراد تا زمان پایان ماندگاری نگهداری شدند. به دلیل مطلوب بودن دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد جهت نگهداری طولانی مدت رطب، مقداری رطب تیمار نشده به عنوان شاهد انبارمانی در این دما (دمای فریزر) نگهداری شد. نمونه‌ها بلا فاصله پس از برداشت و طی انبارمانی مورد سنجش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی قرار خواهند گرفت. نمونه های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد هر دو روز از نظر خصوصیات کیفی مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل اندازه‌گیری درصد رطوبت، میزان SSC با استفاده از رفراکتومتر، اسیدیته به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال، pH، درصد قندهای احیاکننده با استفاده از روش تیتراسیون، درصد ترشیدگی و درصد کاهش وزن میوه بود. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با نرم افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل، کم‌ترین درصد رطوبت در شرایط دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مربوط به میوه‌های شاهد نگهداری شده در دمای اتاق بود و میوه‌های تیمارشده با سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم از نظر میزان رطوبت با میوه‌های نگهداری شده در فریزر تفاوت معنی‌داری نداشتند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد رطوبت رطب رقم برحی. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

مقدار TSS نمونه‌های فریزشده، شاهد و سایر تیمارها طی دوره انبارمانی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. تیمارهای محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید ۱ و ۲ میلی‌مولار و کلریدکلسیم ۱/۵ درصد مقدار TSS در روز آخر نمونه‌برداری بیشتر از روز برداشت بود ولی در تیمار محلول‌پاشی کلریدکلسیم ۳ درصد روند کاهشی نشان داد و در روز آخر کمتر از زمان برداشت بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم×زمان نمونه‌برداری بر مقدار TSS رطب رقم برحی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد طی سال ۱۴۰۲.

	روز برداشت	روز ۲	روز ۴	روز ۶	روز ۸	روز ۱۰	روز ۱۲
دمای ۱۸ °C-	۵۸/۵۹^{hi}	۶۱/۸۶^{ef}	۶۲/۵^{def}	۶۴/۹۵^{bc}	۶۴/۸۶^{bc}	۶۴/۷۶^{bc}	۶۴/۷۳^{bc}
شاهد	۵۸/۵۹^{hi}	۵۷/۳۸$^{i-l}$	۵۸/۰۸^{ijk}	۵۲/۵^{p}	۵۵/۹۶$^{k-n}$	۵۶/۱۶$^{j-m}$	۵۸/۳۵^{hij}
سالیسیلیک اسید ۱ mM	۵۹/۱۱g^{hi}	۵۹/۰۵^{ghi}	۶۲/۵۸^{def}	۶۴/۳۳^{bcd}	۶۲/۵^{def}	۵۷/۱۱$^{i-m}$	۶۱/۸^{ef}
سالیسیلیک اسید ۲ mM	۵۵/۰۳^{mno}	۵۵/۲۸$^{l-o}$	۵۹/۲۱^{ghi}	۶۱/۰۱^{fg}	۶۱/۰۵^{fg}	۵۸/۶^{hi}	۶۱/۸^{ef}
کلریدکلسیم ۱/۵٪	۵۳/۲۸^{op}	۶۶/۵۵^{ab}	۶۰/۵۳^{fgh}	۵۵/۶۳^{lmn}	۶۳/۷۳^{cde}	۵۳/۸۶^{nop}	۶۱/۵۱^{ef}
کلریدکلسیم ۳٪	۶۷/۴۳^{a}	۵۸/۶۴^{hi}	۵۸/۳^{hij}	۵۷/۰۳$^{i-m}$	۶۲/۱۳^{ef}	۵۶/۰۶^{klm}	۶۱/۹^{ef}

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

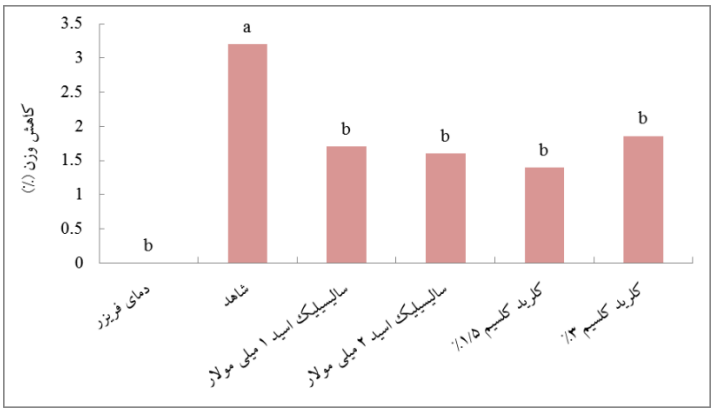
افزایش موادجامدمحلول در مدت انبارمانی نتیجه تبدیل نشاسته به قندهای محلول، کاهش آب و هضم دیواره سلولی است (Kazemi et al., 2011). تیمارهای مورد بررسی تأثیر چندانی بر میزان اسیدیته رطب‌های برحی در زمان برداشت نسبت به شاهد نداشتند و مقدار TA نمونه‌ها طی انبارمانی در دمای اتاق، روند تغییر یکسانی را نشان ندادند. در تیمارهای کلریدکلسیم ۱/۵ درصد و سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار و میوه‌های نگهداری شده در فریزر مقدار TA افزایش و سایر تیمارها روند کاهشی مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم×زمان نمونه‌برداری بر مقدار TA رطب رقم برحی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد طی سال ۱۴۰۲.

	روز برداشت	روز ۲	روز ۴	روز ۶	روز ۸	روز ۱۰	روز ۱۲
دمای ۱۸ °C-	۱/۱۶$^{l-o}$	۱/۲۵^{lmn}	۱/۳۴$^{k-n}$	۱/۴^{klm}	۱/۴۳^{klm}	۱/۴۳^{klm}	۱/۴۳^{klm}
شاهد	۱/۱۶$^{l-o}$	۳/۴۸^{fg}	۴/۱۱$^{b-e}$	۲/۷۷^{h}	۱/۹۶^{ij}	۱/۵۱^{kl}	۰/۹۸^{no}
سالیسیلیک اسید ۱ mM	۱/۰۷^{mno}	۴/۲$^{a-d}$	۴/۴۶^{ab}	۳/۸۴^{def}	۲/۰۵^{ij}	۱/۲۵^{lmn}	۱/۷^{jk}
سالیسیلیک اسید ۲ mM	۱/۲۵^{lmn}	۳/۷۵^{ef}	۳/۳۰.^{g}	۴/۱۱$^{b-e}$	۲/۳۲^{i}	۱/۰۷^{mno}	۱/۰۷^{mno}
کلریدکلسیم ۱/۵٪	۰/۸^{o}	۳/۴۸^{fg}	۴/۱۱b^{-e}	۴/۰۲^{cde}	۲/۳۲^{i}	۱/۲۵^{lmn}	۱/۳۴$^{k-n}$
کلریدکلسیم ۳٪	۱/۵۲^{kl}	۳/۳۰.^{g}	۴/۵۵^{a}	۴/۲۸^{abc}	۲/۱۴^{i}	۱/۱۶$^{l-o}$	۱/۰۷^{mno}

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

با توجه به نتایج در شرایط انباری دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد درصد کاهش وزن نمونه‌های تیمارشده در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کمتر بود و با نمونه‌های فریزشده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری نداشتند. کاهش وزن با گذشت زمان و تشدید تبخیر، تعرق و تنفس به دلیل اختلاف فشار بخار آب در فضاهای بین سلولی بافت‌های میوه و اتمسفر احاطه‌کننده آن امری طبیعی است (مستوفی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد کاهش وزن رطب رقم برحی طی انبارمانی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ترشیدگی در رطب‌های فریزشده تا آخرین روز نگه‌داری مشاهده نشد. ترشیدگی در میوه‌های شاهد از روز ششم به بیش از پنجاه درصد رسید و تا پایان مدت نگهداری درصد ترشیدگی میوه‌های شاهد ۱۰۰ درصد بود. تا روز دهم انبارمانی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد درصد ترشیدگی میوه‌های تیمارشده کمتر از شاهد بود ولی در روز آخر نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری بین میوهای تیمارشده و شاهد مشاهده نشد. تیمار قبل از برداشت سالیسیلیک اسید به دو طریق می‌تواند مانع بیماری شود. از یک سو اثرات مستقیم ضدقارچی دارد و رشد میسیلیوم و جوانه‌زنی اسپور قارچ را کم می‌کند و از طرف دیگر القای مقاومت در برابر پاتوژن‌ها به وسیله سالیسیلیک اسید در نتیجه القای فعالیت آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیداز و بتا ۱- و ۳- گلوکوناز است (Yao and Tian, 2005). کاهش آلودگی و پوسیدگی میوه‌ها بر اثر تیمار با کلسیم می‌تواند به دلیل اتصال یون‌های کلسیم با اسیدپکتیک بین سلولی میوه و تشکیل پکتات کلسیم باشد که این ماده نسبت به آنزیم تجزیه‌کننده پلی-گالاکتورناز مقاوم است (Conway et al., 2002).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم×زمان نمونه‌برداری بر درصد ترشیدگی رطب رقم برحی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد طی سال ۱۴۰۲.

	روز ۲	روز ۴	روز ۶	روز ۸	روز ۱۰	روز ۱۲
دمای ۱۸- °C	۰^{i}	۰^{i}	۰^{i}	۰^{i}	۰^{i}	۰^{i}
شاهد	۰^{i}	۳۱/۲۶$^{d-i}$	۶۱/۶۸$^{a-e}$	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
سالیسیلیک اسید ۱ mM	۰^{i}	۸/۳۳^{ghi}	۸/۴۴^{ghi}	۳۲/۲۶$^{c-i}$	۴۶/۳۵$^{b-h}$	۷۸/۶۶^{ab}
سالیسیلیک اسید ۲ mM	۰^{i}	۲/۷۶^{i}	۳۲/۳۷c-i	۵۵/۸۳$^{b-f}$	۶۳/۲۱$^{a-e}$	۷۳/۱۶$^{a-d}$
کلریدکلسیم ٪۱/۵	۱/۳۳^{i}	۴/۹^{hi}	۳۱/۶۴$^{d-i}$	۴۹/۵۳$^{b-g}$	۶۴$^{a-e}$	۷۵a^{bc}
کلریدکلسیم ٪۳	۱/۳۳^{i}	۱۶/۴۵$^{f-i}$	۲۱/۱۱$^{e-i}$	۴۳/۳۸$^{b-i}$	۶۲/۰۴$^{a-e}$	۷۷/۵۸^{ab}

میانگین¬هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می¬باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی¬داری ندارند.

به طور کلی، با توجه به نتایج، تیمارهای مورد مطالعه سبب کاهش اتلاف آب رطب‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد شد، اما طولانی‌شدن مدت نگهداری در این دما باعث افزایش ترش شدن و پوسیدگی میوه‌ها و درنتیجه کاهش بازارپسندی آنها می‌شود. تیمار سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار و مدت زمان نگهداری شش روز برای شرایط انباری با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد را می‌توان توصیه کرد، اما بیشتر از این مدت با افزایش درصد ترش‌شدن میوه‌ها، بازارپسندی آنها به شدت کاهش می‌یابد، هر چند از نظر اقتصادی اعمال تیمار برای مدت شش روزه مقرون به صرفه نیست و در نهایت می‌توان بیان کرد تیمارهای مورد مطالعه تاثیری بر افزایش ماندگاری رطب در دمای اتاق نداشتند.

منابع

اصغری، م. ر. و اصغری، ف. ۱۳۹۳. بررسی اثر سالیسیلیک اسید و کیتوسان و زمان نگهداری بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا پس از برداشت. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۸(۲): ۱۶۷–۱۷۶.

کریمی‌پورفرد، ه. ۱۳۸۰. پوسیدگی و ترشیدگی میوه خرما و راهکارهای کنترل آن. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور. ۱۴ ص.

مرتضوی، س. م. ح.، ارزانی، ک. و برزگر، م. ۱۳۸۷. تأثیر زمان و دمای آبگیری بر خصوصیات کیفی خرمای رقم برحی در مرحله رطب. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۲۱(۲): ۱۸۷–۱۹۳.

مستوفی، ی.، گرانسایه، م.، عبدوسی، و. و نجاتیان، م. ع. ۱۳۹۲. تأثیر ازن بر کیفیت پس از برداشت و عمر انبارمانی انگور ایرانی رقم فخری. مجله علوم باغبانی ایران. ۴۴(۱): ۱–۹.

Conway, W. S., Sams, C. E. and Hickey, K. D. 2002. Pre- and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. Acta Horticulturae. 59: 413–419.

Johnson, G. I. and Sangchote, S. 1994. Control of postharvest diseases of tropical fruits: Challenges for the 21st century. In: Champ, B. R., Highley, E. and Johnson, G. I. (Eds.), Postharvest Handling of Tropical Fruits. Australian Center for International Agricultural Research, Canberra. pp. 140–167.

Kazemi, M., Aran, M. and Zamani, S. 2011. Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruits during storage. American Journal of Plant Physiology. 6(2): 113–119.

Poovaiah, B. W. 1988. The molecular and cellular aspects of calcium action. HortScience. 23: 267–271.

Yao, H. and Tian, S. 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit storage. Postharvest Biology and Technology. 35(3): 253–262.

Zhang, Y., Chen, K., Zhang, S. and Ferguson, I. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology. 28(1): 67–74.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of calcium chloride and salicylic acid on increasing the shelf life of date rutab cv. 'Barhi' at room temperature

Ensieh Ghorbani[1*], Maryam Borujerdnia[2], Mozhgan Moghaddam[2] and Seyyed Naser Mousavi[2]
1. Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran
2. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: e_ghorbani88@yahoo.com

Abstract

Considering the high marketability and demand of Barhi's rutab and on the other hand its high rate of spoilage, in this study the effect of foliar spraying of 1.5 and 3% calcium chloride and 1 and 2 mM salicylic acid on the quality characteristics and shelf life of Barhi's rutab at 25°C was investigated. The fruits were sprayed in two stages, early in the khalal stage and two weeks after that, and harvested during the rutab stage. According to the results at 25°C, fruits treated with salicylic acid and calcium chloride did not differ significantly from fruits stored at freezer temperature in terms of humidity content. The highest and lowest TSS values were related to the 3% calcium chloride treatment at harvest and the control treatment on the sixth day of storage, respectively. The highest TA value was observed in the 3% calcium chloride spray treatment on the fourth day of storage at 25°C, and the lowest value was observed in the 1.5% calcium chloride spray treatment on the day of harvest. Fruits treated with 1.5% calcium chloride showed the lowest TA value at harvest. The highest weight loss was observed in the control and no significant difference was observed among the spray treatments and the fruits stored at freezer temperature. Sourness was not observed in frozen fruits until the last day of storage. Sourness in control fruits reached more than fifty percent from the sixth day and by the end of the storage period, the percentage of sourness in control fruits was 100 percent. A 1 mM salicylic acid treatment and a storage period of six days for storage conditions at 25°C can be recommended, but beyond this period, as the percentage of fruit sourness increases, their marketability decreases sharply. However, applying the treatment for six days is not economically viable.

Keywords: Rutab, Sourness percentage, Weight losses.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر ترکیب نانو کیتوزان و اسانس خوشاریزه بر کیفیت میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول (*Citrus sinensis cv. Washington navel*)

زهرا برومندنیا[1*]، محمد علی عسگری سرچشمه[1] و عبداله احتشام نیا[2]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشکدگان کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

*نویسنده مسئول: *boroumandniaza@ut.ac.ir*

چکیده

مرکبات از جمله میوه‌هایی هستند که به سرعت فاسد می‌شوند و ماندگاری پس از برداشت آن‌ها معمولاً یک تا دو هفته است. کاهش کیفیت این میوه‌ها اغلب به دلیل فسادهای قارچی و باکتریایی رخ می‌دهد. این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد پس از برداشت نانو کیتوزان (۱ درصد) و اسانس گیاه خوشاریزه (در سطوح ۰.۰۳ و۰.۰۶ درصد) بر حفظ کیفیت میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول، در چهار بازه‌ی زمانی (۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز) انجام شد. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار روی پرتقال‌های برداشت‌شده از باغی تجاری در جیرفت، اجرا گردید. صفات کاهش وزن، اسیدیته، مواد جامد محلول و اسیدهای قابل تیتراسیون مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با کاربرد تیمارهای نانوکیتوزان + اسانس در زمان انبارمانی، میزان کاهش وزن، اسیدیته و مواد جامد محلول کاهش و اسیدهای قابل تیتراسیون افزایش نشان داد ($P<0.05$). بطور کلی، ترکیب نانوکیتوزان + اسانس خوشاریزه با بهبود ویژگی‌های مورد بررسی، موجب حفظ ویژگی‌های انبارمانی پرتقال گردید و می‌تواند به عنوان روشی مؤثر و پایدار برای افزایش عمر پس از برداشت این محصول مورد توجه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: اسانس خوشاریزه، پوشش‌دهی، پرتقال، نانو کیتوزان.

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت جهان نگرانی‌های گسترده‌ای در زمینه تأمین امنیت غذایی ایجاد کرده است. یکی از راهکارهای مهم در راستای تحقق امنیت غذایی و توسعه پایدار، کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی به ویژه محصولات باغی است (Miraei et al., 2022). پرتقال به عنوان یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، متعلق به تیره‌ی Rutaceae و زیرتیره‌ی Aurantioidea است و از لحاظ اقتصادی جایگاه ویژه‌ای در جهان دارند (Campelo et al., 2011). پرتقال منبع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر فنول‌ها، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و اسید آسکوربیک است که نقش حفاظتی در برابر بیماری‌هایی همچون سرطان و بیماری‌های قلبی-عروقی ایفا می‌کند (Jang et al., 2010). با این حال، هرساله بخش قابل‌توجهی از مرکبات در مرحله پس‌ازبرداشت به ضایعات تبدیل می‌شود. به‌کارگیری پوشش‌ها و واکس‌های طبیعی برای کاهش ضایعات و افزایش ماندگاری، از جمله راهکارهای مؤثر در این زمینه است (Hassan et al., 2021). پوشش‌های خوراکی، لایه‌های نازکی از مواد زیست‌سازگار و قابل‌خوردن‌اند که به عنوان سدی نیمه‌تراوا بر سطح میوه‌ها قرار می‌گیرند و با کاهش تبخیر رطوبت و انتقال گازها، به حفظ کیفیت محصول کمک می‌کنند (Misir et al., 2014). در این میان، کیتوزان به‌عنوان یک پلیمر طبیعی مشابه سلولز، به‌دلیل قابلیت تشکیل فیلم و خواص ضدقارچی، مورد توجه ویژه‌ای قرار دارد (Campos et al., 2012). از سوی دیگر، اسانس‌های گیاهی نیز به دلیل زیست‌سازگاری بالا و پذیرش مصرف‌کنندگان، در کنترل عوامل بیماری‌زای قارچی مؤثر واقع می‌شوند. این ترکیبات با اختلال در غشای سلولی میکروارگانیسم‌ها، موجب نشت محتویات سلولی و مرگ آن‌ها می‌گردند (Guo et al., 2017; Zhang et al., 2019). گیاه خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) از تیره چتریان، که از گیاهان بومی ایران با خواص ضدباکتریایی و ضدقارچی شناخته‌شده است. در این مطالعه، با هدف افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت پرتقال رقم واشنگتن ناول، از پوشش‌های نانوکیتوزان و اسانس خوشاریزه استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۳ در آزمایشگاه پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان اجرا شد. ابتدا نانوکامپوزیت کیتوزان/اسانس خوشاریزه در آزمایشگاه شیمی همان دانشگاه تهیه گردید. سپس میوه‌های پرتقال رقم واشنگتن ناول از یک باغ تجاری در شهرستان جیرفت برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. در مرحله پس از برداشت، نانوکامپوزیت کیتوزان/اسانس به صورت محلول پاشی استعمال شد. پس از خشک شدن میوه‌ها در مجاورت هوا در ظروف پلی اتیلن شفاف دربدار بسته‌بندی شدند. میوه‌ها در یخچال با دمای ۰/۵ ± ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰-۸۵ درصد نگهداری شدند. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل : ۱_ شاهد (آب مقطر) به صورت محلول پاشی، ۲- نانو کیتوزان (غلظت ۱ درصد) و اسانس خوشاریزه (غلظت ۰.۰۳ درصد) به صورت محلول پاشی و ۳_ نانو کیتوزان (غلظت ۱ درصد) و اسانس خوشاریزه (غلظت ۰.۰۶ درصد) به صورت محلول پاشی بود. کاهش وزن میوه نسبت به زمان اولیه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم در طی دوران انبارداری محاسبه شده و نتایج با استفاده از فرمول زیر به صورت درصد بیان شد:

$$WL = (W1 - W2/W1) \times 100$$

W1: وزن اولیه میوه، W2: وزن نهایی میوه

اسیدیته عصاره میوه پس از عصاره‌گیری با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری مواد جامد محلول میوه از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی مدل (ATAGO REPO-4) استفاده و میزان مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس بیان شد. اسیدیته قابل تیتراسیون به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالئین، بر حسب میلی‌گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

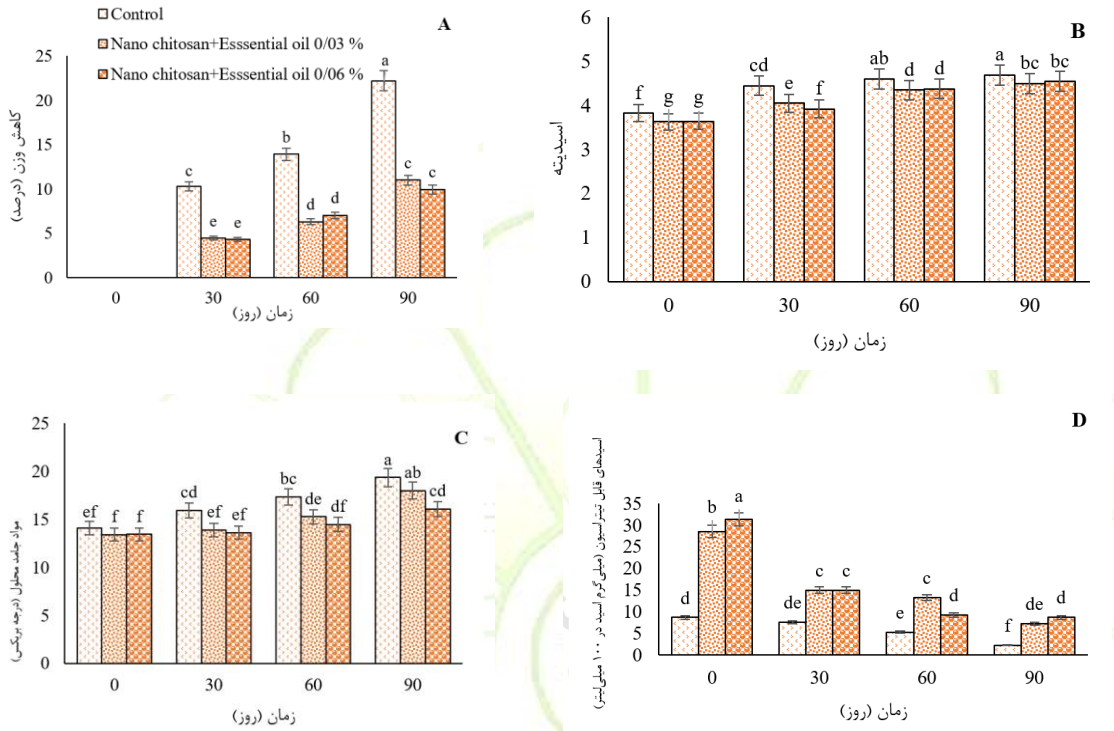
$$TA = \frac{V \times N \times Meqwt}{Y \times 1000} \times 100$$

V: میزان سود مصرفی، N: نرمالیته سود مصرفی، Meqwt: وزن معادل میلی‌اکی والان اسید غالب (اسید سیتریک) ، Y: میلی‌لیتر حجم عصاره

نتایج و بحث

بر اساس نتایج مقایسات میانگین، تیمار نانوکیتوزان + اسانس در هر دو غلظت، کم‌ترین میزان کاهش وزن را نسبت به تیمار شاهد طی مدت زمان انبارمانی نشان داد. در مجموع، بیش‌ترین (۲۲/۲۱۳ درصد) و کم‌ترین (۴/۳۰ درصد) میزان کاهش وزن به ترتیب در تیمارهای شاهد در روز ۹۰ و تیمار نانوکیتوزان + اسانس ۰/۰۶ درصد در روز ۳۰ مشاهده گردید (شکل ۱-A). اثرات متقابل تیمار و زمان انبارداری برای اسیدیته در پرتقال نشان داد که میزان اسیدیته در مدت زمان انبارمانی افزایش یافت، اما تیمار نانوکیتوزان + اسانس موجب کاهش اسیدیته نسبت به تیمار شاهد شد. بطوریکه، بیش‌ترین (۴/۶۸۹) و کم‌ترین (۳/۶۲۶) میزان اسیدیته به ترتیب در تیمارهای شاهد در روز ۹۰ و تیمار نانوکیتوزان + اسانس ۰/۰۳ درصد در روز صفر مشاهده گردید (شکل ۱-B). بررسی تغییرات مواد جامد محلول تحت تاثیر تیمار و زمان انبارداری نیز نشان دهنده افزایش این شاخص در مدت زمان انبارمانی بود، که در نمونه‌های تیمار شده با نانوکیتوزان + اسانس، کاهش مواد جامد محلول حاصل شد. به طور کلی، تیمار شاهد در روز ۹۰ و تیمار نانوکیتوزان + اسانس ۰/۰۳ درصد در روز صفر به ترتیب، بیش‌ترین (۱۹/۳۶ بریکس) و کم‌ترین (۱۳/۴ بریکس) میزان مواد جامد محلول را ثبت کردند (شکل ۱-C). در مدت زمان انبارمانی با کاربرد تیمار نانوکیتوزان + اسانس افزایش در میزان اسیدهای قابل تیتر نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. بطوریکه، بیش‌ترین (۳۱/۳۳ میلی‌گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) و کم‌ترین (۲/۲۴۵ میلی‌گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) میزان اسیدهای قابل تیتراسیون به ترتیب در تیمار نانوکیتوزان + اسانس ۰/۰۶ درصد در روز صفر و تیمار شاهد در روز ۹۰ مشاهده گردید (شکل ۱-D). گزارش‌های قبلی نیز اثر پوشش ایمن و زیست تخریب‌پذیر را بر کاهش وزن سیب (Liu et al., 2021) و زغال اخته (Rokayya et al., 2021) را نشان داده‌اند. کاهش وزن عمدتاً نه تنها در اثر تعرق، بلکه در اثر تنفس نیز ایجاد می‌شود. بیوپلیمر کیتوزان با تشکیل یک غشا بر روی سطح میوه‌ها، به‌عنوان یک مانع مکانیکی و فیزیکی برای کاهش تبادل گاز عمل می‌کند و در نتیجه بلوغ و پیری میوه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Ehteshamnia et al.,

2021). در طول دوره نگهداری میوه، افزایش درصد مواد جامد محلول به دلیل افزایش فعالیت آنزیمی است که این تبدیل منجر به تغییر مقدار کربوهیدرات‌ها، پکتین و تجزیه گلیکوزیدها به زیر واحدهای آن در طول تنفس می‌شود. با کاربرد پوشش، روند پیری کاهش یافته و تولید و اثر اتیلن و تنفس بافت کاهش یافته و در نهایت منجر به حفظ بهتر مواد جامد محلول می‌شود. بنابراین، هرگونه تغییر در متابولیک بافت، موجب کاهش تولید و عمل اتیلن می‌شود (Steelheart et al., 2019). کاهش مواد جامد محلول میوه‌های پوشش داده شده سیب و توت فرنگی پوشش‌داده شده با کارواکرول گزارش گردید که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (Pizato et al., 2022).



شکل ۱- اثر تیمار و زمان انبارمانی بر کاهش وزن (A)، اسیدیته (B)، مواد جامد محلول (C) و اسیدهای قابل تیتراسیون (D) در پرتقال.

منابع

Campos, C. A., Gerschenson, L. N. and Flores, S. K. 2011. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. Food and Bioprocess Technology. 4: 849–875.

Ehteshamnia, A., Taghipour, S. and Siahmansour, S. 2021. Pre-harvest application of chitosan and postharvest *Aloe vera* gel coating enhances quality of table grape (*Vitis vinifera* L. cv. 'Yaghouti') during postharvest period. Food Chemistry. 347: 129012.

Guo, N., Zang, Y. P., Cui, Q., Gai, Q. Y., Jiao, J., Wang, W., Zu, Y. G. and Fu, Y. J. 2017. The preservative potential of *Amomum tsaoko* essential oil against *E. coli*, its antibacterial property and mode of action. Food Control. 75: 236–245.

Jang, H. D., Chang, T. C. and Hsu, C. L. 2010. Antioxidant potentials of buntan pumelo (*Citrus grandis* Osbeck) and its ethanolic and acetified fermentation products. Food Chemistry. 118(3): 554–558.

Liu, Z., Du, M., Liu, H., Zhang, K., Xu, X., Liu, K. and Liu, Q. 2021. Chitosan films incorporating litchi peel extract and titanium dioxide nanoparticles and their application as coatings on watercored apples. Progress in Organic Coatings. 151: 106103.

Miraei Ashtiani, S. H., Rafiee, M., Mohebi Morad, M. and Martynenko, A. 2022. Cold plasma pretreatment improves the quality and nutritional value of ultrasound-assisted convective drying: The case of goldenberry. Drying Technology. 1–19.

Misir, J., Brishti, F. H. and Hoque, M. M. 2014. *Aloe vera* gel as a novel edible coating for fresh fruits: A review. American Journal of Food Science and Technology. 2(3): 93–97.

Pizato, S., Vega-Herrera, S. S., Chevalier, R. C., Pinedo, R. A. and Cortez-Vega, W. R. 2022. Impact of chitosan coatings enriched with clove essential oil on quality of minimally processed strawberries. Brazilian Archives of Biology and Technology. 65: e22210278.

Rokayya, S., Khojah, E., Elhakem, A., Benajiba, N., Chavali, M., Vivek, K. and Helal, M. 2021. Investigating the nano-films effect on physical, mechanical properties, chemical changes, and microbial load contamination of white button mushrooms during storage. Coatings. 11(1): 44.

Steelheart, C., Alegre, M. L., Bahima, J. V., Senn, M. E., Simontacchi, M., Bartoli, C. G. and Grozeff, G. E. G. 2019. Nitric oxide improves the effect of 1-methylcyclopropene extending the tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) fruit postharvest life. Scientia Horticulturae. 255: 193–201.

Zhang, W., Shu, C., Chen, Q., Cao, J. and Jiang, W. 2019. The multi-layer film system improved the release and retention properties of cinnamon essential oil and its application as coating in inhibition to *Penicillium* expansion of apple fruit. Food Chemistry. 299: 1–8.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the combined effect of nano-chitosan and *Echinophora platyloba* essential oil on the quality of washington navel orange (*Citrus sinensis cv. Washington Navel*)

Zahra Boroumandnia[1], Mohammad Ali Asgari Sarcheshmeh[1] and Abdollah Ehteshamnia[2]

1. Department of Horticultural Sciences and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Department of Horticultural Sciences Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Corresponding author: boroumandniaza@ut.ac.ir

Abstract

Citrus fruits are among the perishable commodities with a postharvest shelf life typically limited to one to two weeks. The reduction in their quality is often attributed to fungal and bacterial spoilage. This study aimed to investigate the effect of postharvest application of nano-chitosan (1%) and *Echinophora platyloba* essential oil (at concentrations of 0.03% and 0.06%) on maintaining the quality of Washington Navel orange (Citrus sinensis cv. Washington Navel) over four storage periods (0, 30, 60, and 90 days). The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications using fruits harvested from a commercial orchard in Jiroft. Parameters including weight loss, acidity, total soluble solids (TSS), and titratable acidity (TA) were evaluated. The results indicated that the combined application of nano-chitosan and essential oil significantly reduced weight loss, acidity, and TSS, while increasing TA during storage (P<0.05). Overall, the nano-chitosan and E. *platyloba* essential oil combination improved the evaluated quality traits, effectively maintaining fruit storability, and may serve as a sustainable and effective approach for extending the postharvest life of oranges.

Keywords: Coating, Ferulago essential oil, Nano-chitosan, Orange.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر پوترسین و اگزالیک اسید درکاهش خسارت سرمازدگی و حفظ کیفیت میوه انبه رقم سندری بسته‌بندی شده در انبار

حمیرا قادری زه[1*]، سید حسین میردهقان[1] و فاطمه ناظوری[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *homeyra.ghaderi@gmail.com*

چکیده

انبه به‌عنوان یکی از میوه‌های مهم گرمسیری، از ارزش غذایی و اهمیت اقتصادی فراوانی برخوردار است. اما به‌دلیل فرازگرا بودن، فرآیند رسیدن میوه انبه به‌سرعت انجام می‌گیرد و عمر پس از برداشت کوتاهی دارد. به‌منظور بررسی اثر تیمارهای پوترسین و اگزالیک اسید برکیفیت پس از برداشت انبه، آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گردید. بدین منظور میوه انبه رقم سندری در مرحله بلوغ تهیه، تحت ترکیب تیمارهای محلول پوترسین (۰، ۱میلی‌مولار)، اگزالیک اسید (۰ و ۵ میلی‌مولار) و زمان انبارمانی: ۱- بلافاصله بعد از اعمال تیمارها و قبل از انبارداری،۲- در فاصله ۳۰ روز بعد از انبارداری، ۳- در فاصله ۶۰ روز بعد از انبارداری قرار گرفت. ارزیابی صفات کیفی میوه (سفتی، مالون‌دی‌آلدئید، ویتامین‌ث و آنزیم پلی‌فنول اکسیداز) انجام گردید. برهمکنش تیمارهای پوترسین، اگزالیک اسید و دوره انبارمانی اثرات معنی‌داری برصفات سفتی، مالون‌دی‌آلدئید، ویتامین‌ث و آنزیم پلی‌فنل اکسیداز داشتند. نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار تیمارهای پوترسین، اگزالیک اسید و دوره انبارمانی در حفظ کیفیت ظاهری و افزایش عمر انباری انبه بود.

واژه‌های کلیدی: پلی‌فنل اکسیداز، خسارت سرمازدگی، رنگ میوه، قهوه‌ای‌شدن، ویتامین ث.

مقدمه

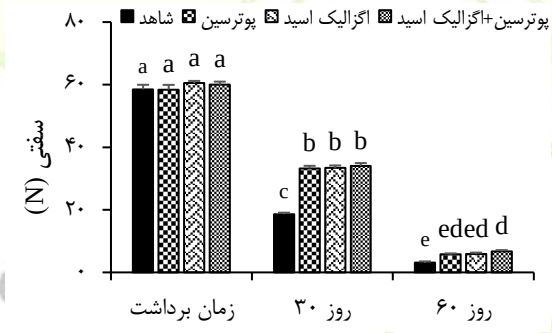
انبه (*Mangifera indica* L.) میوه‌ای فرازگرا و متعلق به خانواده Anacardiaceae می‌باشد (Maldonado et al., 2017). با توجه به ماهیت فرازگرایی میوه انبه، در مدت کوتاهی بعد از برداشت، کیفیت و بازارپسندی خود را از دست می‌دهند. مؤثرترین روش برای افزایش عمر انباری محصولات کشاورزی، نگهداری آن‌ها در دمای سرد است. محصولات مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری با قرارگرفتن طولانی مدت در معرض دمای زیر ۱۳°C در انبار، دچار سرمازدگی می‌شوند (Emongor, 2015). پلی‌آمین‌ها به‌عنوان عوامل ضدپیری و ضدتنش درگیاهان به‌ویژه در محصولات برداشت‌شده و ازطرف دیگر رقابتی‌بودن تولید آنها با اتیلن باعث شده‌اند،که این ترکیبات به‌عنوان ترکیبات بسیارمهم برای افزایش عمرمحصولات برداشت‌شده و حفظ کیفیت آنها مطرح شوند (Mishra et al., 2016). مطالعات نشان داده‌اند تیمار میوه‌ها با پوترسین از طریق تثبیت ساختار غشای سلولی، کاهش تولید رادیکال‌های آزاد، تنظیم فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو از جمله: پلی‌فنول اکسیداز، حفظ ترکیبات فنولی، نقش مؤثری در کاهش قهوه‌ای شدن و بهبود کیفیت میوه‌ها در طی انبارمانی ایفا کند(Wang et al., 2020). اسیداگزالیک یک آنتی‌اکسیدان طبیعی است از طریق تأثیر مهم و بسزایی‌که برروی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و نیز رادیکال‌های آزاد دارد سبب حفظ سفتی بافت و تأخیر در رسیدن و فرآیند پیری میوه‌ها دارد (Azzouzi et al., 2022). اثرات مفید استفاده از محلول‌های اسیداگزالیک برای میوه انبه جهت به‌تأخیر انداختن رسیدن و کاهش کیفیت را گزارش کردند (Razzaq et al., ؛ Li and Zheng, 2015 2015). استفاده از این تیمارها یک استراتژی امیدوارکننده برای افزایش کیفیت میوه در طول زنجیره نگهداری و پس از برداشت است. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات اگزالیک اسید و پوترسین جهت کاهش خسارت قهوه‌ای شدن و افزایش کیفیت میوه انبه رقم سندری در طول انبار سرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های انبه رقم سندری در زمان سبز بالغ از یکی از باغات شهرستان نیک‌شهر روستای هیت (استان سیستان و بلوچستان) برداشت شدند و به آزمایشگاه فیزیولوژی و پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان انتقال داده شدند. میوه‌ها با آب و هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد شستشو و ضدعفونی گردیدند و جهت اعمال تیمارها درمحیط آزمایشگاه گذاشته تا خشک شوند در مرحله بعد پس از آماده‌سازی، تیمارها به‌صورت غوطه‌وری به‌مدت ۵ دقیقه اعمال شدند و اجازه داده شد که میوه‌ها در دمای اتاق خشک شوند. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور اول: اسید اگزالیک (دو سطح ۰ و ۵ میلی‌مولار) و پوترسین (دو سطح ۰ و ۱ میلی‌مولار)، فاکتور دوم: زمان انبارمانی: ۱- بلافاصله بعد از اعمال تیمارها و قبل از انبارداری،۲- در فاصله ۳۰ روز بعد از انبارداری، ۳- در فاصله ۶۰ روز بعد از انبارداری می‌باشند. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گردید که در هر واحد ۴ عدد میوه در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و در سردخانه با دمای ۱±۸ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سفتی بافت میوه انبه طی سه دوره انبارمانی، با استفاده از سفتی‌سنج مدل (Lutron FG5020, Taiwan) دارای پروب به قطر۵ میلی‌متر به طور تصادفی ۳ عدد میوه از هر تکرار انتخاب و اندازه‌گیری شد. میزان مالون‌دی آلدئید به‌روش TBA و فعالیت PPO با روش طیف‌سنجی و استفاده از پیروگالل به‌عنوان سوبسترا و ویتامین ث به‌وسیله تتراسیون با محلول یدیت اندازه‌گیری شد (Zhang et al., 2020). نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS 9 آنالیزگردید.

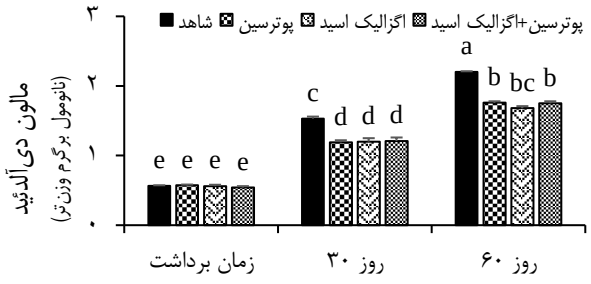
نتایج و بحث

سفتی: نتایج نشان داد با افزایش مدت زمان انبارمانی میزان سفتی میوه کاهش یافت، بطوریکه در طی ۳۰ روز انبارمانی میوه‌های تیمار شده با پوترسین و اگزالیک اسید سفتی بیشتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند (شکل ۲). در پایان آزمایش اگرچه میوه‌های تیمار شده سفتی بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند اما تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. مشابه نتایج این پژوهش، کاهش نرم‌شدن میوه انبه با تیمار اگزالیک اسید (Razzaq et al., 2015) و پاپایا (Hanif et al., 2020) با تیمار پوترسین گزارش شده است. اسید اگزالیک با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتورناز و تأخیر در تخریب و تجزیه پکتین موجب جلوگیری از نرم‌شدن بافت میوه می‌شود(Azzouzi et al., 2022).



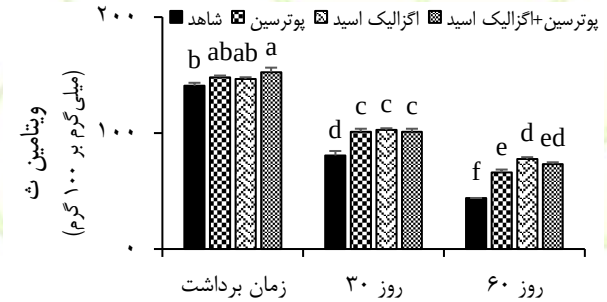
شکل ۱- اثر متقابل تیمار پوترسین، اگزالیک اسید و دوره انبارمانی بر سفتی میوه.

مالون‌دی‌آلدئید: با توجه به نتایج داده‌ها، اثر ساده تیمار، زمان و برهمکنش بین تیمارها و زمان انبارمانی بر محتوای مالون دی آلدئید در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (شکل ۲). میوه‌های تیمارشده با پوترسین و اگزالیک اسید محتوای مالون‌دی‌آلدئید کمتری نسبت به شاهد داشتند. میزان مالون‌دی‌آلدئید از زمان برداشت تا ۳۰ روز انبارمانی ۱۷۱/۷۵ درصد در شاهد افزایش داشت. مالون‌دی‌آلدئید نتیجه پراکسیداسیون لیپیدها می‌باشد و تنش سرمایی سبب خسارت گسترده به‌غشای سلول‌های گیاهی می‌گردد، که ناشی از تأثیرات رادیکال‌های آزاد می‌باشد (Yang et al.,2020). همسو با نتایج این تحقیق تیمار اگزالیک اسید در انبه (Li and Zheng, 2015) و تیمار پوترسین در (Wang et al., 2020) باعث افزایش فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه آسیب غشا و تجمع مالون‌دی‌آلدئید کاهش می‌یابد.



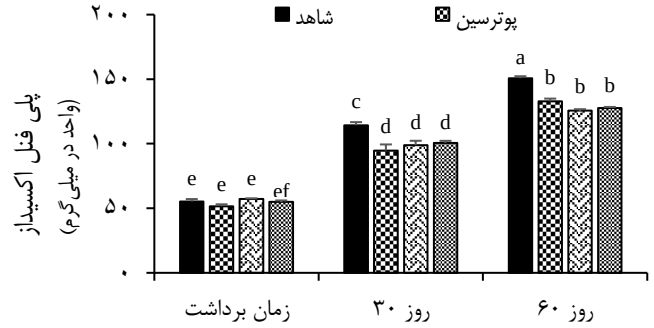
شکل ۲- اثر متقابل تیمار پوترسین، اگزالیک اسید و دوره انبارمانی بر میزان مالون‌دی‌آلدئید.

ویتامین ث: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده تیمارها، زمان و برهمکنش بین تیمارها و دوره انبارمانی بر میزان محتوای ویتامین ث در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (شکل ۳). اگرچه با افزایش زمان انبارمانی از میزان ویتامین ث میوه‌ها کاسته شد، میوه‌های تیمارشده دارای بیشترین میزان و شاهد دارای کمترین میزان ویتامین ث بودند. اگزالیک اسید و پوتریسین باحفظ شرایط اسیدی و میزان اسید کل عصاره میوه و نیز توانایی رقابت آنها با اتیلن و کاهش تنفس و به تأخیرانداختن پیری و رسیدن میوه سبب جلوگیری از تجزیه دیواره سلول و در نتیجه باعث کاهش تولید رادیکال آزاد می‌گردند و در اثر پایین بودن میزان رادیکال‌های آزاد نیازسلول به مصرف اسیدآسکوربیک کمترشده است و درنتیجه محتوای آن در میوه حفظ می‌گردد، استفاده از اسید اگزالیک در میوه کیوی (Zhu et al., 2016) و پوترسین در پاپایا (Hanif et al., 2020) سبب افزایش تولید ویتامین ث در میوه‌های تیمارشده گزارش شده است.



شکل ۳- اثر متقابل تیمار پوترسین، اگزالیک اسید و دوره انبارمانی بر میزان ویتامین ث.

پلی فنل اکسیداز: میزان فعالیت آنزیم PPO در طول انبارمانی افزایش یافت (شکل ۴)، نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار پوترسین و اگزالیک اسید از افزایش فعالیت این آنزیم جلوگیری کردند، اگرچه از لحاظ آماری بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما شاهد در کل دوره انبارمانی بیشترین میزان فعالیت آنزیم PPO مشاهده شد. مشابه نتایج ما، Wang و همکاران ۲۰۲۰ گزارش کردند تیمار پوترسین با کاهش فعالیت آنزیم PPO میزان قهوه‌ای‌شدن را در هلوهای تیمارشده نسبت به شاهد به حداقل رساند. Ehteshami و همکاران (2020) کاهش فعالیت آنزیم PPO با تیمار اگزالیک اسید در میوه‌های انار تیمارشده نسبت به شاهد گزارش کردند.



شکل ۴- اثر متقابل تیمار پوترسین، اگزالیک اسید و دوره انبارمانی بر میزان پلی‌فنل اکسیداز.

نتیجه‌گیری

تیمار انبه با پوترسین و اگزالیک اسید موجب کاهش میزان مالون دی آلدئید و فعالیت پلی‌فنل اکسیداز، حفظ بیشتر ویتامین‌ث و سفتی میوه شد این ترکیبات با مهار فرآیندهای اکسیداتیو و کاهش تخریب بافت، ماندگاری و کیفیت میوه را به طور مؤثری افزایش دادند.

منابع

Azzouzi, N., Bouchaib, A. A., Reda Britel, M. and Maurady, A. 2022. Characterization of polyphenol oxidase from blackberry thorny wild *Rubus fruticosus* and its inhibition using natural extracts. Current Research in Nutrition and Food Science. 10333.

Emongor, V. E. 2015. The effects of temperature on storage life of mango (*Mangifera indica* L.). American Journal of Experimental Agriculture. 5(3): 252–261.

Ehteshami, S., Abdollahi, F., Ramezanian, A. and Mirzaalian Dastjerdi, A. M. 2020. Maintenance of quality and bioactive compounds in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) by combined application of organic acids and chitosan edible coating. Journal of Food Biochemistry. 13393.

Hanif, A., Ahmad, S., Jaskani, M. J. and Ahmad, R. 2020. Papaya treatment with putrescine maintained the overall quality and promoted the antioxidative enzyme activities of the stored fruit. Scientia Horticulturae. 268: 109267.

Li, P. and Zheng, X. 2015. Prestorage application of oxalic acid to alleviate chilling injury in mango fruit. HortScience. 50(12): 1795–1800.

Maldonado, R. R., da Costa Araujo, L., da Silva Dariva, L. C., Rebac, K. N., de Souza Pinto, I. A. and Prado, J. P. R.

Mishra, P. K., Siddiqui, M. W. and Sahay, S. 2016. Polyamines. In: Postharvest Management Approaches for Maintaining Quality of Fresh Produce. Springer International Publishing AG. pp. 69–96.

Razzaq, K., Khan, A. S., Malik, A. U., Shahid, M. and Ullah, S. 2015. Effect of oxalic acid application on Samar Bahisht Chaunsa mango during ripening and postharvest. LWT - Food Science and Technology. 63: 152–160.

Wang, Y., Luo, Z., Huang, X. and Gao, S. 2020. Putrescine reduces internal browning and enhances antioxidant system of peach fruit during cold storage. Postharvest Biology and Technology. 161: 111108.

Yang, Q., Wang, J., Zhang, P., Xie, S., Yuan, X., Hou, X., Yan, N., Fang, Y. and Du, Y. 2020. In vitro and in vivo antifungal activity and preliminary mechanism of cembratriendiols against *Botrytis cinerea*. Industrial Crops and Products. 154: 112745.

Zhang, Z., Pang, X., Ji, Z., Jiang, Y. and Wang, Z. 2020. Characterization of polyphenol oxidase from longan pericarp and its inhibition by natural compound. Food Chemistry. 311: 125964.

Zhu, Y., Yu, J., Brecht, J. K., Jiang, T. and Zheng, X. 2016. Pre-harvest application of oxalic acid increases quality and resistance to *Penicillium expansum* in kiwifruit during postharvest storage. Food Chemistry. 190: 537–543.

Investigating the effect of putrescine with oxalic acid in reducing chilling injury and maintaining the quality of Sundari Mango fruit packed in storage

Homeyra ghaderi zhe[1*], Seyed Hossein Mirdehghan[1] and Fatemeh Nazouri[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
Corresponding Author: homeyra.ghaderi@gmail.com

Abstract

Mango, as one of the important tropical fruits, it has significant nutritional value and economic importance. Due to its climacteric nature, the ripening process of mangoes occurs rapidly and post-harvest shelf life is short. in order to investigate the effect of putrescine and oxalic acid treatments on mango quality during storage, a factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design in three replications. for this purpose, mango cv. sundari harvested at horticulture maturity, under the combination of putrescine solution (0 and 1 mM), oxalic acid (0 and 5 mM) treatments and storage time: 1- immediately after applying the treatments and before storage, 2- within 30 days after storage, 3- within 60 days after storage. Evaluation of fruit quality traits (firmness, malondialdehyde, vitamin C, polyphenol oxidase enzyme) was performed. The interaction of putrescine, oxalic acid and storage period had significant firmness, malondialdehyde, vitamin C, polyphenol oxidase enzyme. The results indicated a positive and significant effect of putrescine, oxalic acid and storage period treatments in maintaining the appearance quality and increasing the storage life of mango fruit.

Keywords: Browning, Chilling injury, Fruit color, Polyphenol oxidase, Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات کاربرد پس از برداشت بسته‌های نانوکامپوزیتی و کلرید کلسیم بر ماندگاری و خواص کیفی میوه گیلاس رقم سیاه مشهد

خه‌بات زندی ناوگران[۱*]، لطفعلی ناصری[۲] و محسن اسمعیلی[۳]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳- گروه علوم صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

*نویسنده مسئول: *khabat zandi.66@gmail.com*

چکیده

استفاده از بسته‌های نانو بیش از سایر پوشش‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش اثر ۲ نوع ظروف نانو کامپوزیتی با پلی‌پروپیلن محتوی نانو نقره (ANSP-PP2)، پلی‌پروپیلن سیلیکاتی (ANSC-PP1) و ظروف پلیمرهای معمولی همچنین کلرید کلسیم در غلظت-های (۰، ۲ و ۴) درصد تیمار شده و طی ۲۲ و ۴۵ روز نگهداری در دمای ۰.۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ± 90 درصد بر عمر پس از برداشت و کیفیت میوه‌های گیلاس رقم سیاه مشهد مورد مطالعه قرار گرفت بدین منظور مقدار سفتی بافت، پلی فنل اکسیداز، اسیدیته کل،وزن و شاخص قهوه‌ای شدن دم مدت نگهداری ارزیابی شدند. میوه‌های گیلاس در بسته‌های نانو وزن خود را نسبت به بسته‌های پلیمر معمولی بیشتر حفظ کردند. اثرات ساده‌ی بسته‌های نانو و همچنین کلرید کلسیم ۲ درصد باعث حفظ بیشتروزن میوه شد.

واژه‌های کلیدی: عمر انباری، سفتی بافت، گیلاس، کلرید کلسیم، نانوکامپوزیت، پلی‌فنل اکسیداز.

مقدمه

افزایش عمر ماندگاری مواد غذایی همراه با نظارت برایمنی و کیفیت آنها مطابق استانداردهای بین المللی نیازمند بسته‌بندی ا ست (Silvestre. and Duraccio 2011).استفاده از نانوذرات در پلاست یکها میتواند سبب بهبود خاصتیت نفوذ نا پذیری مواد بسته‌بندی گردد (Lagaron 2007) .کیسه پلاستیکی غنی از نانو ذرات سیلیکات تولید شد ه و مقاومت بیشتری در برابر گر ما از خود نشان می د هد. عمر پس از برداشت میوه‌های توت فرنگی تیمار شده با کلسیم از طریق غوطه وری بدون آلودگی قارچی و یا هر گونه تغییری در خصوصیات ظاهری آنها از ۳ روز به ۲۱ روز افزایش یافت (Garcia et al.,1996). این رو هدف این مطالعه بررسی تاثیر بسته های پلی اتیلنی حاوی نانو ذرات نقره وسیلیکات رس بر روی خواص کیفی و عمرانبارمانی میوه گیلاس رقم سیاه مشهد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق میوه گیلاس سالم و یکدست رقم سیاه مشهددر خردادسال ۹۰ به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال.۲نوع ظروف نانوکامپوزیتی شامل (نانوسیلیکات بر پایه پلی پروپیلن $ANSC\text{-}PP_2$، پلی اتیلن پلی پروپیلن حاوی نانو نقره $ANSP\text{-}PP_1$) وظرف بسته‌بندی از جنس پلیمر معمولی تهیه گردید.میوه‌های گیلاس در گروه‌های ۲۰ تایی در غلظت های (صفر، ۲ و ۴ درصد) کلرید کلسیم به مدت ۲ دقیقه در دمای۲۰ درجه سانتی‌گراد با روش غوطه‌وری تیمار شدند و زمان در دو سطح ۲۲ و ۴۵ روز نگهداری انجام شد. لذا آزمایش به صورت فاکتوریل ۲×۳×۵ بر پایه طرح کاملا تصادفی در ۶ تکرار اجرا گردید.برای تهیه محلول کلریدکلسیم، پودر کلرید کلسیم (۲۰ گرم برای غلظت ۲ درصد و۴۰ گرم برای غلظت ۴ درصد) را در آب مقطر حل نمودیم.

تعیین سفتی بافت میوه

برای تعیین سفتی بافت نمونه‌های گیلاس از دستگاه تجزیه و سنجش بافت مدل TA-XTPlus استفاده شد. از نفوذ تک محوری استفاده شد.

اندازه‌گیری فعالیت پلی فنل اکسیداز (PPO)

فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز بر اساس اکسیداسیون کاتکول اندازه‌گیری شد. ΔA =اختلاف جذب، ۲۵= میزان گرم آنزیم بکار رفته است.

فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز = $\frac{\Delta A \times 1000}{0.001 \times 25}$

اندازه‌گیری مقدار اسید اسکوربیک

اندازه گیری اسید استوربیک با روش یدومتر یک انجام گرد ید و مقدار آن در با فت میوه برحسب میلی گرم در 199 گرم آب میوه.

کاهش وزن میوه

وزن ثانویه /۱۰۰ × (وزن ثانویه – وزن اولیه)= درصدکاهش وزن

نتایج و بحث

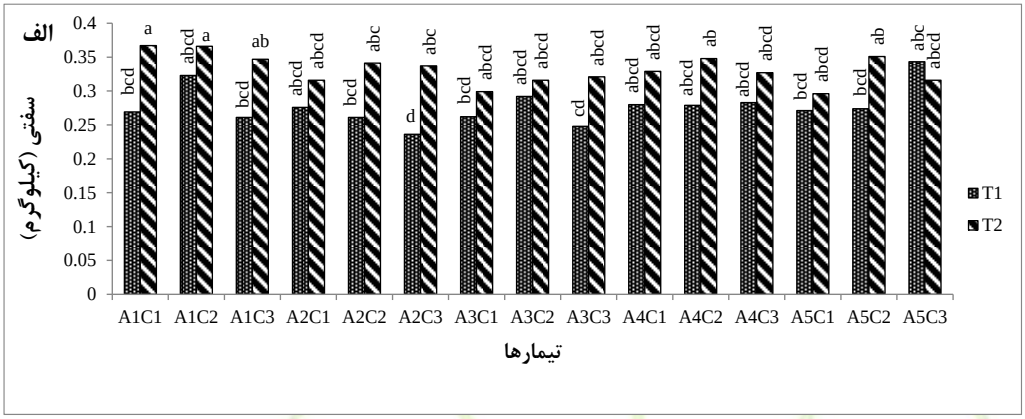
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده ظروف بسته‌بندی، کلرید کلسیم و زمان انبارداری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل ظروف بسته‌بندی، کلرید کلسیم و زمان بر میزان پلی فنل اکسیداز میوه گیلاس رقم سیاه مشهد معنی‌دار بود.

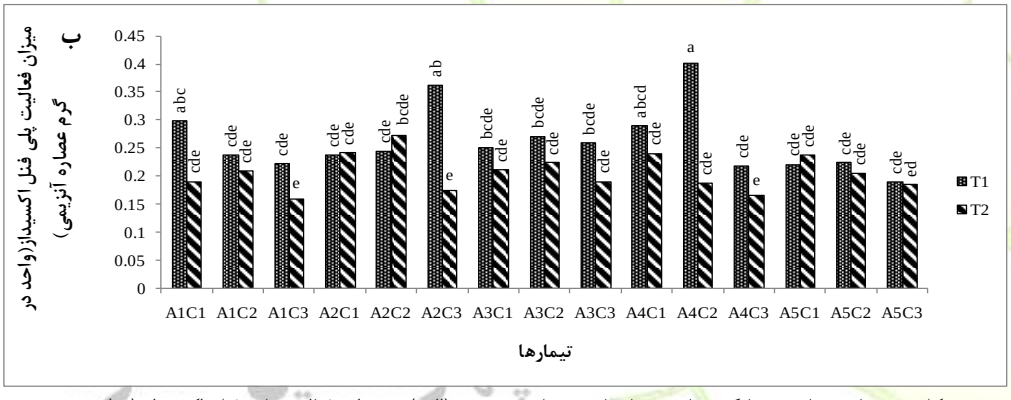
در پایان دوره نگهداری زمانیکه از کلرید کلسیم ۲ درصد استفاده گردید اثرات خوبی نسبت به بقیه تیمارها داشت و موجب حفظ بهتر سفتی گردید یون کلسیم که در ایجاد پلی بین زنجیره‌های پلیمر در جدار یاخته مهم است (Kim et al, 2005). فعالیت PPO در pH پایین کاهش می‌یابد و هر عاملی که باعث حفظ اسیدهای آلی می‌شود فعالیت آنزا کاهش می‌دهد (Kang et al., 2005). در این تحقیق تیمار (نانو نقره– پلی پروپیلن) و (نانو سیلیکات– پلی اتیلن) با کلرید کلسیم ۲ درصد را می‌توان به عنوان بهترین تیمار در نظر گرفت. میوه‌های داخل ظروف نانو سیلیکات رس در طول دوره انبارداری نسبت به سایر ظروف سبزینگی دم خود را بیشتر حفظ کردند در تحقیق حاضر میزان اسیدهای آلی در طی دوره اول نگهداری در حد بالایی بودند و تیمارهای بکار رفته موجب حفظ اسیدهای آلی در طی ۲۲ روز نگهداری گردیدند. Yang و همکاران (2010) نشان دادند تفاوت قابل توجهی در میزان اسیدهای قابل تیتراسیون بین بسته‌های نانو در مقایسه با بسته‌های پلیمر معمولی در میوه توت فرنگی درطول دوره انبارداری وجود داشت. در این تحقیق در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان درصد کاهش وزن مربوط به بسته‌های پلیمر معمولی با کلرید کلسیم صفر درصد در روز ۴۵ انبارداری بود. استحکام بافت میوه‌های عناب چینی در داخل بسته‌بندی های مختلف پس از طی ۱۲ روز نگهداری در دمای اتاق کاهش یافت (Le et al., 2009).

جدول ۱– تجزیه واریانس اثر تیمارهای پس از برداشت ظروف مختلف، کلرید کلسیم،زمان نگهداری و اثر متقابل آنها بر خصوصیات کیفی میوه گیلاس رقم سیاه مشهد در طول نگهداری در دمای ^0C ۰/۵.

منابع تغییر	درجه آزادی	سفتی بافت	پلی فنل اکسیداز	TA	وزن
ظروف (A)	۴	۰/۰۰۵۸**	۰/۰۱۴ **	۳/۷۱۹**	۱۸**
کلسیم (C)	۲	۰/۰۰۵۸**	۰/۰۲۱ **	۱/۸۸**	۱۳/۷**
زمان نگهداری (T)	۱	۰/۱۳۴**	۰/۱۴۱ **	۱۲۹/۴۸۹**	۲۴/۸۹**
ظروف× کلسیم (A×C)	۸	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۷۷**	۲/۷۳۶**	۲۵/۳*
ظروف× زمان(A×T)	۴	۰/۰۰۳۸*	۰/۰۱۱**	۸/۳۱۱**	۶/۱**

کلیسم× زمان (C×T)	۲	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۰۵۴*	۰/۰۴۸۱ ns	۱۸/۹۲**
ظروف×کلسیم×زمان(A×C×T)	۸	۰/۰۰۳۹**	۰/۰۱۷۵**	۱/۰۷۴**	۶/۲۱**
اشتباه آزمایشی	۵۴	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۶	۰/۲۲۶	۰/۱۷۵
ضریب تغییر ٪		۱۱/۰۵	۱۷/۱۶	۷/۳۵۷	۲۰/۸۹





شکل ۱– نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختل بر سفتی (الف) و میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز (ب).



ج ب الف

شکل۲– تصویر میکروسکپ الکترونی SEM فیلم‌های نانوکمپوزیتی پلی اتیلن و پلی پروپیلن، الف) نانو کمپوزیت نقره، ب) پلی اتیلن معمولی، ج) نانو کمپوزیت سیلیکات.

منابع

García, J. M., Herrera, S. and Morilla, A. 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. Agricultural and Food Chemistry. 44: 30–33.

Kang, R. Y. and Yu, Z. F. 2005. Effects of chitosan and calcium chloride coating treatments on the enzyme activities of Yangshan peach during refrigerated storage. Changjiang Fruits. 1: 12–14.

Kim, S. H., Woo, K. S., Liu, B. Y. H. and Zachariah, M. R. 2005. Method of measuring charge distribution of nano-sized aerosols. Journal of Colloid and Interface Science. 22: 46–57.

Lagaron, J. M., Cava, D., Cabedo, L., Gavara, R. and Gimenez, E. 2007. Improving packaged food quality and safety. Part 2: Nanocomposites. Food Additives and Contaminants. 22: 994–998.

Li, Q., Mahendra, S., Lyon, D. Y., Brunet, L., Liga, M. V., Li, D. and Alvarez, P. 2008. Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: Potential applications and implications. Water Research. 42: 4591–4602.

Silvestre, C., Duraccio, D. and Cimmino, S. 2011. Food packaging based on polymer nanomaterials. Progress in Polymer Science. 36(12): 1766–1782.

Yang, F. M., Li, H. M., Li, F., Xin, Z. H., Zhao, L. Y., Zheng, Y. H. and Hu, Q. H. 2010. Effect of nano-packing on preservation quality of fresh strawberry (*Fragaria ananassa* Duch. cv. Fengxiang) during storage at 4 °C. Journal of Food Science. 75(3): C236–C240.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of postharvest application of nanocomposite-based packaging and calcium chloride on storage ability and postharvest quality of (sweet cherry cv. 'Syahe Mashhad)

Khabat Zandi Navgaran[1*], Lotf Ali Naseri[2] and Mohsen Ismaili[3]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
3. Department of Food Industry, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding author: khabat zandi.66@gmail.com

Abstract

The use of Nano-packages has received more attention than other coatings. In this study, the effect of 4 types of Nano-composite containers with Nano-silver-containing polypropylene (ANSP-PP2), silicate polypropylene (ANSC-PP1) and conventional polymer containers was investigated, as well as calcium chloride in concentrations of (0, 2 and 4) percent, and stored for 22 and 45 days at a temperature of 0.5 ° C and relative humidity. ± 90% on the post-harvest life and quality of Mashhad black cherry fruits were studied. For this purpose, the amount of tissue firmness, polyphenol oxidase, total acidity, weight and browning index were evaluated during storage. Cherry fruits in Nano-packages retained their weight more than in conventional polymer packages. The simple effects of Nano-packages and also 2% calcium chloride caused greater weight retention of the fruit.

Keywords: Calcium chloride, Cherry, Nanocomposite, Polyphenol oxidase, Shelf life, Tissue firmness.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تعیین زمان مناسب برداشت انار رقم واندرفول در دو منطقه استان فارس

علی رضا بنیان‌پور[1*]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *arbonyanpour@yahoo.com*

چکیده

به منظور تعیین زمان مناسب برداشت میوه انار رقم واندرفول در استان فارس (شهرستان شیراز) این پروژه تحقیقاتی طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ اجرا شد. میوه‌های انار رقم واندرفول در سه زمان مختلف برداشت شدند و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار خصوصیات مختلف میوه در هر منطقه به صورت مجزا بررسی شد. نتایج نشان داد که زمان برداشت بر وزن میوه، وزن آریل، رنگ میوه و خصوصیات کیفی آبمیوه اثر معنی‌داری داشت. تاریخ برداشت اول (نیمه اول مهر) زود هنگام بوده و خصوصیات کمی و کیفی میوه در مقایسه با برداشت‌های دوم و سوم در کمترین مقدار بود. در حالی که در برداشت دوم (نیمه دوم مهر) و سوم (نیمه اول آبان) صفات کمی و کیفی میوه‌ها افزایش یافت، بطوری که وزن میوه، وزن آریل، TSS، نسبت قند به اسید در برداشت‌های دوم و سوم بیشتر از برداشت اول بود. در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده در شهرستان شیراز زمان برداشت مناسب حدود ۱۰ آبان ماه بود. در این تاریخ برداشت میوه‌ها بیشترین وزن میوه (۳۵۰/۷ گرم) و آریل (۱۷۷/۵ گرم)، بیشترین میزان TSS (۱۵/۱ درجه بریکس) و نسبت قند به اسید (۱۴/۵) را دارا بوده و میوه نیز بازار پسندی مناسبی داشت. همچنین از نظر رنگ آریل و میوه که تاثیر زیادی در بازارپسندی میوه دارد در برداشت دوم و سوم میوه ها دارای رنگ قرمز بوده و از بازارپسندی مناسبی برخوردار بودند. البته جهت جلوگیری از ترکیدگی میوه تاریخ برداشت دوم یعنی بعد از ۲۵ مهر ماه تا ۱۰ آبان ماه توصیه می گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، شاخص برداشت، کیفیت میوه.

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* گیاهی نیمه گرمسیری است که با اکثر شرایط آب و هوایی سازگاری دارد. کاشت و پرورش انار در ایران از گذشته‌های دور مرسوم بوده است رقم واندرفول یکی از ارقام مهم انار در دنیا می باشد که در چند سال اخیر در برخی مناطق کشور منجمله استان فارس کشت گردیده است این رقم از سال سوم به بار می‌نشیند و در ۵ تا ۶ سالگی به عملکرد مناسب و میوه با کیفیت تجاری می‌رسد (آیارز و همکاران، ۲۰۱۷). میوه انار برای داشتن بهترین عطر و طعم باید در مرحله رسیدگی کامل برداشت شود (پالو و همکاران، ۲۰۰۷) زیرا در طی دوره رسیدن میوه تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ساختاری در میوه انار صورت می‌گیرد که آن را از لحاظ طعم، رنگ و اندازه بازارپسند می‌کند (المیمن و احمد، ۲۰۰۲). زمان برداشت میوه انار با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، تقویم فصلی و رقم تعیین می‌شود. مهم‌ترین شاخص تعیین کننده‌ی رسیدگی در میوه انار مقدار اسید، قند و نسبت قند به اسید است (محسنی، ۲۰۱۰) . زمان برداشت میوه انار رقم واندرفول روی حساسیت میوه به سرما در دوره انبارداری آن نیز موثر است. بطوری‌که میوه‌هایی که زودتر برداشت می‌شوند به سرما حساسیت بیشتری دارند. در حالی که میوه‌هایی که دیرتر برداشت می‌شوند تحمل به سرمای بیشتری دارند (کاشاش و همکاران، ۲۰۱۹). در این رابطه در پژوهشی در فلسطین مشخص گردید که میوه انار رقم واندرفول زمانی‌که مقدار مواد جامد محلول آن به ۱۵ و اسید قابل تیتراسیون نیز به یک حد ثابت و کمتر از دو درصد برسد، از نظر تجاری قابل برداشت خواهد بود. در این مطالعه بعد از برداشت مقدار اسید قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول تغییر نکرد اما رنگ آب میوه تا زمان برداشت و بعد از آن افزایش یافت (بن-آریو همکاران، ۱۹۸۴). تاثیر بلوغ بر خصوصیات ظاهری و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم واندرفول در استرالیا دو سال پیاپی مورد بررسی قرار گرفت . نتایج نشان داد که محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل آب انار به صورت معنی‌داری در طول رشد و بلوغ میوه کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر اگر انار در مرحله قبل از رسیدگی برداشت شود علاوه بر آن که عطر و طعم آن کامل نمی‌شود، پوست آن نیز، به

سرعت تغییر رنگ داده و پوسته داخلی آن به رنگ قهوه‌ای در می‌آید (ویرکودی و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای که در کشور آمریکا انجام د تاثیر مناطق رشد در ویژگی‌های میوه چند رقم انار از جمله رقم واندرفول بررسی شد. نتایج نشان داد که ارقام رشد یافته در مناطق مختلف دارای طعم و بازار پسندی متفاوتی بودند (کاهاترو همکاران، ۲۰۱۸).

مواد و روش‌ها

این پژوهش تحقیقاتی در طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در استان‌های فارس اجرا شد. پروژه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام به منظور بررسی اثر زمان برداشت بر صفات مورد بررسی در هر منطقه بصورت مجزا، میانگین داده های دو ساله مقایسه شدند و در نهایت مناسب‌ترین زمان برداشت میوه در هر منطقه مشخص گردید.به منظور اجرای آزمایش در هر منطقه تعداد ۱۲ درخت هم اندازه در هر باغ انتخاب شده (هر تکرار ۳ درخت) و در سه زمان ۱۰مهر ، ۲۵ مهر و ۱۰آبان و تعداد ۱۰ عدد میوه از چهار طرف تاج درخت برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل گردید و ویژگی‌های کمی وکیفی آن‌ها بررسی شد. خصوصیات اندازه گیری شده شامل وزن میوه، وزن پوست، وزن آریل و مقدار (حجم) آب‌میوه، رنگ میوه و آریل، درصد ترکیدگی میوه و میزان مواد جامد محلول(TSS) و اسیدیته بود.

نتایج و بحث

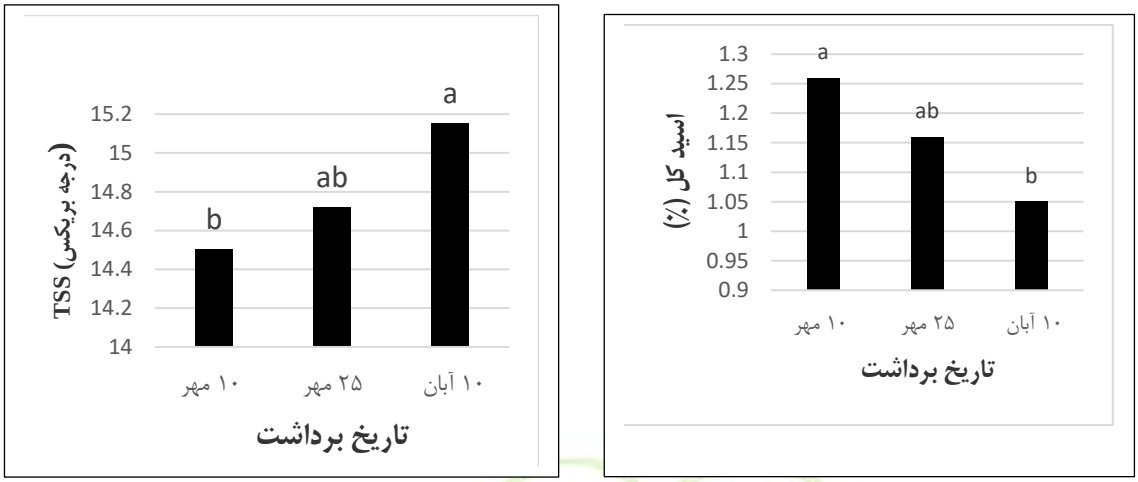
نتایج مربوط به اندازه گیری ویژگی های میوه انار واندرفول در جدول ۱ آورده شده است بررسی نتایج بدست آمده نشان داد که در رابطه با صفاتی مانند وزن کل میوه، وزن پوست میوه وزن خشک آریل تفاوت معنی داری دیده نشد.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی میوه انار در شهرستان شیراز استان فارس.

زمان برداشت	وزن میوه (گرم)	وزن کل آریل (میلی‌گرم)	وزن ۱۰۰ دانه آریل(میلی‌گرم)	رنگ آریل (شاخص اندازه‌گیری)	رنگ میوه (شاخص اندازه‌گیری)	درصد آب میوه
اول	۳۳۵/۴^{a}	۱۶۳/۸^{b}	۳۱/۶۷^{b}	۳/۰۰^{c}	۳/۶۰^{b}	۳۸/۸^{b}
دوم	۳۳۷/۸^{a}	۱۶۴/۳^{b}	۳۲/۵۴ ^{ab}	۳/۸^{b}	۴/۵^{a}	۳۸/۴۱^{b}
سوم	۳۵۰/۶^{a}	۱۷۷/۵^{a}	۳۲/۹۷^{a}	۴/۶۶^{a}	۴/۸^{a}	۴۱/۲۷^{a}

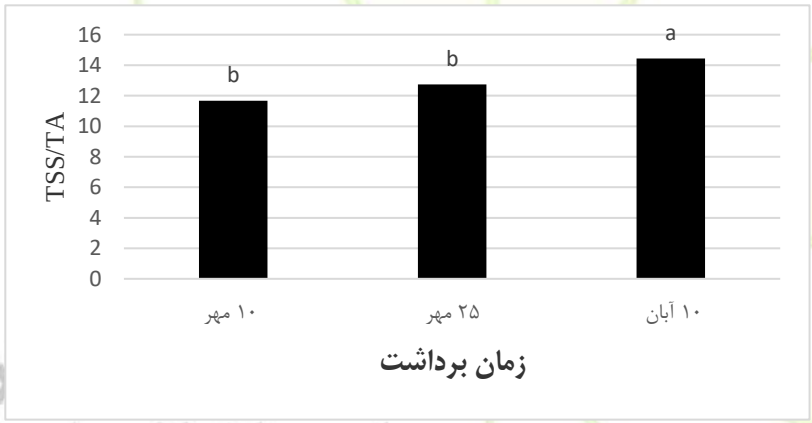
*در هر ستون اعدادی که حروف مشترک دارند با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوتی نداشتند.

در رابطه با صفت وزن کل آریل بررسی تغییرات نشان داد در طی دوره برداشت وزن کل آریل در حال افزایش بود بطوری‌که بیشترین وزن کل آریل در برداشت سوم به میزان ۱۷۷/۵ گرم بود که حدود ۵۰ درصد وزن میوه را شامل می‌شد و تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد(جدول ۱) متوسط وزن ۱۰۰دانه آریل نیز مانند وزن کل آریل در طی دوره برداشت در حال افزایش بود به طوری که وزن ۱۰۰دانه آریل از ۳۱/۶۷ گرم در برداشت اول به ۳۲/۹۷ در برداشت سوم رسید که تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد (جدول ۱) اندازه‌گیری شاخص رنگ میوه نیز در طی دوره برداشت در حال افزایش بود بطوری که شاخص رنگ میوه در برداشت اول از شاخص ۳/۶، در برداشت دوم به ۴/۵ درصد و در برداشت سوم به ۴/۸ رسید که تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۱). تغییرات رنگ آریل نشان داد که در طی دوره برداشت میوه رنگ آریل از نظر شاخص رنگ میوه از ۳ در برداشت اول به ۴/۶ در برداشت سوم رسید که تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد بطور کلی با تاخیر در زمان برداشت رنگ اریل ها به سمت قرمز شدن رفت. بررسی میزان ترکیدگی میوه در تیمارهای مختلف برداشت نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین سه مرحله برداشت وجود داشت کمترین ترکیدگی میوه در برداشت اول به میزان حدود ۵ درصد بود و بیشترین ترکیدگی در برداشت سوم حدود ۱۷ درصد بود ک. میزان مواد جامد محلول موجود در آب‌میوه در طی دوره برداشت افزایش یافت بطوری که میزان TSS از ۱۴/۵ درجه بریکس در برداشت اول به ۱۵/۱۵ درجه بریکس در برداشت سوم رسید که تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ در صد نشان داد(شکل ۴). میزان اسیدآب‌میوه نیز در طی دوره برداشت در حال کاهش بود و میزان آن از ۱/۲۶ درصد در برداشت اول به ۱/۰۵ درصد در برداشت سوم رسید که کاهش معنی¬داری را در سطح ۵درصد نشان داد(شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر زمان برداشت بر میزان اسید (سمت راست) و میزان TSS (سمت چپ) آب‌میوه انار واندرفول.

نسبت اسید به قند آب میوه که شاخص مهم در رابطه با تعیین زمان برداشت انار می باشد در طی دوره برداشت افزایش یافت و میزان آن از ۱۱/۶۷ در برداشت اول به ۱۴/۴۴ در برداشت سوم رسید که افزایش معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر زمان برداشت بر نسبت قند به اسید آب میوه انار واندرفول در شهرستان شیراز.

بر اساس نتایج به دست آمده تاریخ برداشت اول، برداشت زود هنگام بوده زیرا در زمان مذکور در مقایسه با برداشت‌های دوم و سوم خصوصیات کمی و کیفی میوه انار در کمترین مقدار عددی و مقیاسی خود قرار دادند. در برداشت اول میوه‌ها از نظر وزنی و حجمی کوچکتر و دارای وزن آریل و مقادیر آب کمتری بودند. از نظر خصوصیات ظاهری میوه و آریل نیز مشخص شد، روند رنگ گیری پوست و آریل‌ها که با نزدیک شدن به زمان رسیدگی افزایش می‌یابد، تکمیل نشده است و میوه‌ها در این تاریخ دارای رنگ پوست و آریل نامناسبی در مقایسه با تاریخ‌های دیگر بودند. در بررسی شاخص‌های کیفی آب‌میوه نیز مشخص شد میوه‌های انار رقم واندرفول در برداشت اول حداقل میزان مواد جامد محلول و حداکثر اسیدیته قابل تیتر و در نتیجه حداقل شاخص طعم یا شاخص رسیدگی میوه را در مقایسه با برداشت‌های دوم و سوم دارا می‌باشند. پس در نتیجه، زمان برداشت به دلیل پائین بودن عملکرد کمی و کیفی میوه و تکمیل نشدن بلوغ میوه و عدم رسیدگی آنها، نامناسب معرفی می‌شود. از نظر صفات کمی و کیفی میوه‌ها در برداشت دوم و سوم نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در متوسط وزن میوه‌ها، وزن آریل و وزن آب‌میوه مشاهده نگردید؛ ولی تاخیر در زمان برداشت می تواند اثر مثبت و معنی‌داری بر افزایش رنگ گیری پوست، آریل و همچنین آب‌میوه داشته باشد و بدین ترتیب میوه‌ها با کیفیت‌تر و بازار پسندتر خواهند بود.

منابع

Al-Maiman, S. A. and Ahmad, D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate fruit maturation. Food Chemistry. 76(4): 437–441.

Ayars, J. E., Phene, C., Phene, R., Gao, S., Wang, D., Day, K. and Makus, D. 2017. Determining pomegranate water and nitrogen requirements with drip irrigation. Agricultural Water Management. 187: 11–23.

Ben-Arie, R., Segal, N. and Guelfat-Reich, S. 1984. The maturation and ripening of the 'Wonderful' pomegranate. American Journal of Horticultural Science. 1, 7, 9, 109: 898–902.

Javanmardi, Z., Koushesh Saba, M., Nourbakhsh, H. and Amini, J. 2023. Efficiency of nanoemulsion of essential oils to control *Botrytis cinerea* on strawberry surface and prolong fruit shelf life. International Journal of Food Microbiology. 384: 109979.

Kashash, Y., Doron-Faigenboim, A., Holland, D. and Porat, R. 2019. Effects of harvest time on chilling tolerance and the transcriptome of 'Wonderful' pomegranate fruit. Postharvest Biology and Technology. 147: 10–19.

Khodade, M. S., Wavhal, K. N. and Kale, P. N. 1990. Physico-chemical changes during growth and development of pomegranate. Indian Journal of Horticulture. 47(1): 21–27.

Mohseni, E. 2010. Pomegranate production guide. Publish Agricultural Education. 156–157.

Nazari, F. and Koushesh Saba, M. 2017. Combination effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) with ajowan essential oil and silver nanoparticles on postharvest life of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers. HortScience. 52(11): 1–6.

Palou, L., Crisosto, C. H. and Garner, D. 2007. Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of 'Wonderful' pomegranates. Postharvest Biology and Technology. 43(1): 133–142.

Weerakkody, P., Jobling, J., Infante, M. M. V. and Rogers, G. 2010. The effect of maturity, sunburn and the application of sunscreens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. Scientia Horticulturae. 124(1): 57–61.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Determining the appropriate harvest time of Wonderful pomegranate cultivar in Fars Province

Alireza Bonyanpour[1*]
1. Horticulture Crops Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO) Shiraz, IRAN
[*]*Corresponding Author: arbonyanpour@yahoo.com*

Abstract

In order to determine the appropriate time to harvest the wonderful pomegranate fruit in Fars Province (Shiraz City), this research project was carried out during the years 1400 and 1401. The Wonderful pomegranate fruits were harvested at three different times and different fruit characteristics were examined separately in each region in a randomized complete block design with three replications. The results showed that the harvest time had a significant effect on fruit weight, aril weight, fruit color and juice quality characteristics. The first harvest date (first half of October) was early and the quantitative and qualitative characteristics of the fruit were at their lowest compared to the second and third harvests. While in the second harvest (second half of October) and third harvest (first half of November) the quantitative and qualitative characteristics of the fruits increased, So that the fruit weight, aril weight, TSS, and sugar to acid ratio in the second and third harvests were higher than the first harvest. Overall, according to the results obtained in Shiraz, the appropriate harvest time was around November 10. On this date, the fruits harvested had the highest fruit weight (350.7 grams) and aril (177.5 grams), the highest TSS (1.15 degrees Brix), and sugar to acid ratio (14.5), and the fruit also had a good marketability Also, in terms of aril and fruit rust, which has a great impact on the marketability of the fruit, the fruits were red in color in the second and third harvest and had good marketability. Of course, to prevent fruit bursting, the second harvest date, i.e. after October 15 to November 10, is recommended.

Keywords: Anthocyanin, Fruit quality, Harvest index.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر نوع پوشش و تغییر اتمسفر بر کیفیت و بسته بندی و ماندگاری خیار گلخانه

گیتا حسینی[۱*]، عادل میرمجیدی هشتجین[۲]، پژمان مرادی[۳] و بهجت تاج‌الدین[۲]
۱- بخش تحقیقات مهندسی گلخانه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
۲- بخش تحقیقات صنایع غذایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
۳- گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
*نویسنده مسئول: *hosseinigita@yahoo.com*

چکیده

امروزه با توجه به تغییر شرایط اقلیمی و زیست محیطی، طراحی بسته‌بندی مناسب برای افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسته‌بندی مناسب، ضمن کاهش ضایعات محصول، به حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری محصول کمک می‌کند. این تحقیق، به‌منظور بررسی تأثیر نوع مادهٔ بسته‌بندی، اتمسفر تغییر یافته فعال(PMA) و غیر فعال (passive)، استفاده از جاذب رطوبت بر ماندگاری محصول گلخانه‌ای خیار انجام شد. بدین‌منظور محصول خیار در ۳ نوع فیلم بسته‌بندی شامل پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، فیلم نانویی و به دو شکل شامل با جاذب و بدون جاذب رطوبت، به روش اتمسفر فعال بسته‌بندی و طی مدت چهار هفته در دماهای ۶ و ۸ درجه سلسیوس نگهداری شد. شاخص‌هایی مانند pH، مواد جامد محلول (TSS)، افت وزن درصد رطوبت هر یک از تیمارها در روز صفر (برداشت) و طی مدت نگهداری(هر هفت روز یکبار اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که از ۳۶ تیمار مورد بررسی ۷ تیمار تا هفته چهارم قابل نگهداری بودند. تأثیر شرایط بسته‌بندی بر کیفیت این محصول با استفاده از طرح فاکتوریل برای هفته اول و طرح کاملاً تصادفی برای هفته دوم تا چهارم با سه تکرار به دست آمد و نمودارها با نرمافزار Excel رسم شد.

واژه‌های کلیدی: جاذب رطوبت، خیار، فیلم بسته‌بندی، ماندگاری.

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌های تازه به‌دلیل ارزش غذایی و بازارپسندی بالا، از محصولات مهم کشاورزی محسوب می‌شوند؛ بااین‌حال، فسادپذیری زیاد آن‌ها موجب کاهش ماندگاری و افزایش ضایعات پس از برداشت می‌شود. خیار (*Cucumis sativus* L.) از خانواده کدوئیان (*Cucurbitaceae*) و گیاهی یک‌ساله است که در مناطق گرم و معتدل کشت می‌شود و بخش قابل‌توجهی از تولید گلخانه‌ای آن مربوط به ارقام کشیده و بی‌دانه است (جعفرنیا و همایی، ۱۳۹۰). خیار برخلاف بسیاری از محصولات باغی، پیش از رسیدگی کامل برداشت می‌شود و به‌دلیل رشد سریع، برداشت آن در گلخانه باید به‌صورت مکرر انجام گیرد؛ در غیر این صورت، افزایش میوه‌های بیش‌ازحد رسیده و خارج از اندازه مطلوب بازار، موجب کاهش کیفیت و عملکرد قابل‌عرضه می‌شود. بنابراین، حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری خیار پس از برداشت، از جنبه اقتصادی و کاهش ضایعات اهمیت زیادی دارد.

بسته‌بندی یکی از مهم‌ترین روش‌های حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری محصولات تازه است. در بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته (MAP)، تبادل اکسیژن و دی‌اکسیدکربن میان محصول و محیط بسته تحت تأثیر تنفس محصول و نفوذپذیری فیلم قرار می‌گیرد و انتخاب صحیح فیلم می‌تواند افت کیفیت در طول نگهداری را کاهش دهد (Kader et al., 1988; Church and Parsons, 1995; Mahajan et al., 2008). ویژگی‌هایی مانند نفوذپذیری فیلم نسبت به اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و بخار آب، استحکام مکانیکی و قابلیت درزبندی، از عوامل مهم در انتخاب ماده بسته‌بندی هستند (Kader, 2003; Thompson, 2010). همچنین، کاهش غلظت اتیلن در فضای بسته می‌تواند روند پیری و کاهش کیفیت محصولات را به تأخیر اندازد (Reid and Linda, 1995). مطالعات انجام‌شده نیز نشان داده‌اند که استفاده از جاذب اتیلن و سایر روش‌های فعال بسته‌بندی می‌تواند در افزایش عمر انباری محصولات مؤثر باشد؛ برای مثال، در سیب رقم فوجی، استفاده از جاذب اتیلن در کنار سایر تیمارهای پس از برداشت موجب کاهش معنی‌دار اتیلن داخل بسته و بهبود عمر انباری شد (Kim-Chong Chon

and Kim, 1997). ازاین‌رو، بررسی اثر نوع فیلم بسته‌بندی و استفاده از روش‌های بسته‌بندی فعال و غیرفعال می‌تواند رویکرد مناسبی برای افزایش ماندگاری خیار و حفظ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های خیار با نام ایرانی سوپر سلطان از شرکت تولید کننده Seminis با نام تجاری Xtrem از گلخانه‌ای در منطقه خریداری گردید. پس از برداشت، میوه‌ها در ابتدا به منظور عملیات پیش‌سرد کردن برای پایین آوردن شدت تنفس که معمولا در ساعات اولیه برداشت بیشتر است در ظرف بزرگی از آب ۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ دقیقه قرار گرفتند. سپس با هوای محیط توسط پنکه‌ای که با فاصله قرار داشت خشک گردیده و به ستاد موسسه تحقیقات فنی و مهندسی انتقال داده شد. پس از انتقال میوه‌ها به پایلوت تحقیقاتی موسسه، بر اساس یکنواختی از نظر اندازه و رنگ، خرابی، لکه‌دار و یا ضربه خوردگی جداسازی شدند و به آزمایشگاه‌های بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی و فناوری هوای پس از برداشت منتقل گردید و سپس وزن میوه‌ها در هر بسته اندازه‌گیری و یادداشت شد.

آماده‌سازی و بسته‌بندی محصول

هر یک از بسته‌ها با وزن تقریبی حدود ۵۵۰ تا ۶۵۰ گرم در یکی از انواع فیلم‌ها یا پوشش‌های پلیمری(پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و نانو) بسته‌بندی گردیده و برای بسته‌بندی بصورت غیر فعال از دستگاه دوخت حرارتی برای درب‌بندی آنها استفاده شد ولی بسته‌هایی که با ترکیب‌های گازی پر می‌شدند توسط همان دستگاه اتمسفرتغییر یافته، در حین پور کردن گازهوا، درب‌بندی می‌شدند. در جدول ۱، مشخصات مواد شیمیایی و مواد اولیه به کار رفته در آزمایش آورده شده است. در جدول ۲ هم مشخصات دستگاه‌ها و لوازم آزمایشگاهی به‌کار رفته آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات مواد شیمیایی و مواد اولیه به کار رفته.

مواد				
طبیعی	شیمیایی			
محصول یا میوه خیار	پوشش یا فیلم			پد یا جاذب رطوبت
خریداری از	پلی اتیلن	پلی پروپیلن	نانو	واجد رطوبت / فاقد طوبت
سوپر سلطان Xtrem	فروشگاه برادران مجیدی		شرکت بسپار شریف آقای دکتر رسول لسان خوش منفرد	ارومیه در شرکتی حجتی مهندس آقای

جدول ۲- مشخصات دستگاه‌ها و لوازم آزمایشگاهی به کار رفته.

نام دستگاه	شرکت سازنده / کشور	تنظیمات به کار رفته در این پروژه
سردخانه		دما 6 و 8 درجه سلسیوس رطوبت نسبی 90٪ و 80٪
MAP	Boxer 42 HenkelMan/هلند	-
بافت سنج	Housfiled-H5K-S/ انگلستان	لودسل 500 و پروب5 میلی متری ته گرد با سرعت 300 میلی متر بر دقیقه) 5 میلی متر بر ثانیه(
رنگ سنج	KonicaMinolta-CR-400/ژاپن	-

رفراکتومتر	England, دیجیتالی مدلRamsey ،INDEX PE261 /Cam	دمای محیط
pH متر	Metrohm-691 /سوئیس	روش ارائه شده در استاندارد شماره 237 و 116 ایران کالیبره کردن دستگاه با بافر 4 و 7 .
آب میوه گیری	Moulinex/ فرانسه	-
ترازو با دقت 0/01گرم	EK-2000i- A&D/ ژاپن	-
دوخت حرارتی	سپهر الکترونیک/ ایران	220V 300.W با درجه 10
کاغذ صافی	واتمن	-

نتایج و بحث

روند تاثیر مدت زمان نگهداری بر شاخص‌های کیفی تیمارهای باقی مانده تا هفته چهارم

در بین تیمارهای باقیمانده طی چهار هفته نگهداری pH به طور کلی روند افزایشی داشته است (شکل ۱). گرچه در هفته‌های دوم و سوم بین تیمارها تفاوت وجود داشت، با گذشت زمان pH نمونه‌ها در تیمارهای مختلف به یکدیگر نزدیک شد.



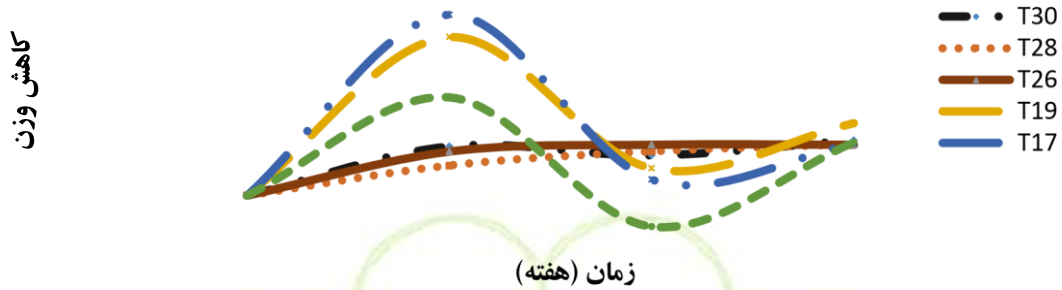
شکل ۱- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان pH.

علیرغم تفاوت‌های موجود بین میزان مواد جامد محلول در تیمارهای مختلف به ویژه در هفته‌های دوم و سوم، میزان مواد جامد در هفته چهارم کمابیش مشابه و کمتر از مقدار آن در شروع آزمون بود (شکل ۲). روند تغییرات در برخی تیمارها نظیر T_5 در مقایسه با تیمارهایی نظیر T_{26} نوسانات بیشتری داشت.



شکل ۲- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان مواد جامد محلول.

بیشترین میزان افت وزن در هفته اول مشاهده شد و از این لحاظ بیشترین تفاوت میان تیمارهای مختلف نیز پس از یک هفته نگهداری اتفاق افتاد (شکل ۶). در هفته دوم تیما ر T_5 افت وزن منفی داشت که می تواند به دلیل کندانس شدن بخار آب موجود در هوای اطراف نمونه باشد. در نهایت همانند pH و میزان مواد جامد محلول، پس از سه هفته نگهداری افت وزن در تمامی تیمارها تقریباً مشابه بود و به حدود ۲-۳ درصد رسید. این تفاوت بین هفته اول و هفته های دوم و سوم می‌تواند بیانگر تفاوت شدت فعالیت‌های متابولیسمی ایجاد شده در اثر ترکیبات مختلف گازی و بسته‌بندی باشد



شکل ۶- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان افت وزن.

همان طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، طی چهار هفته نگهداری، نمونه‌های خیار به تدریج نرم‌تر شده‌اند. روند کاهش در قالب موارد خطی نیست. به نظر می‌رسد افزایش‌های مختصر ثبت شده در هفته مختلف برای هر تیمار، بیانگر ایجاد حالت چرمی و سفت شدگی در اثر از دست دادن رطوبت بوده است و نرم‌تر شدن پس از آن بیانگر پیشرفت روند پیری و گسیختگی میکروسکوپی بافت پوست خیار است. این نتایج با یافته‌های Manjunathaو Anurag در خصوص بسته بندی خیار در اتمسفر اصلاح شده و دمای نگهداری پایین همخوانی داشت. این محققان نیز کاهش سفتی بافت، با روندی مشابه تحقیق Manjunatha and Anurag, 2014) حاضر را گزارش کرده‌اند.



شکل ۷- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان رطوبت.

این نتایج به طور کلی با یافته‌های پیشین در خصوص استفاده از روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده روی محصول فلفل دلمه‌ای مطابقت دارد. در این تحقیقات نیز استفاده از اتمسفر اصلاح شده ضمن ممانعت از خطر آسیب سرمازدگی در محدوده دمای سرد ۴ تا ۱۰ درجه سلسیوس باعث افزایش زمان ماندگاری و کاهش تنفس و به دنبال آن افزایش خواص کمی و کیفی و نظیر سفتی رنگ، کاهش افت وزن و کاهش درصد رطوبت، کاهش تغییرات مواد جامد محلول و pH، کاهش تنفس و میزان آلودگی ظاهری یا بصوری از نظر قارچ، کپک و بیماری های فیزیولوژیک شده است (Nyanjagem et al., 2005; Manolopoulou., 2010).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده در دمای پائین می‌تواند موجب حفظ کیفیت محصول و افزایش طول دوره شود. بر اساس نتایج به نظر می‌رسدکه پوشش پلی‌پروپیلن نسبت به پوشش‌های پلی‌اتیلن و نانویی توانایی بیشتری در حفظ خصوصیات کمی و کیفی خیار دارند. پوشش پلی‌پروپیلن بدلیل ضخامت کمتر و نفوذپذیری بیشتر به گاز اکسیژن نسبت به پوشش پلی‌اتیلن، باعث اتمسفر مطلوب و حفظ بهتر خصوصیات خیار شده است.

منابع

اورایکول، بی. و استایلز، ام. ای. ۱۳۸۰. بسته‌بندی مواد غذایی با اتمسفر تغییر یافته (MAP). ترجمه بهجت تواجالدین. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۴۰۱ ص.

جعفرنیا، س. و همائی، م. ۱۳۹۰. راهنمای جامع و مصور کشت گلخانه‌های خیار، گوجه‌فرنگی، فلفل و توت‌فرنگی. انتشارات سخن گستر. ۴۸۰ ص.

Church, I. J. and Parsons, A. I. 1995. Modified atmosphere packaging technology: A review. Journal of the Science of Food and Agriculture. 67: 143–152.

Kader, A. A. 2003. Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Agriculture and Natural Resources, UCD Press. 535 p.

Kader, A. A., Zagory, D. and Kerbel, E. L. 1988. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 28: 1–30.

Kim-Chong Chon, K. and Kim, C. C. 1997. Influence of heat, ultraviolet and ethylene absorber treatments on storage life of Fuji apple. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 38(2): 153–156.

Mahajan, P., Rodrigues, F. and Leflaive, E. 2008. Analysis of water vapour transmission rate of perforation-mediated modified atmosphere packaging (PM-MAP). Biosystems Engineering. 100: 555–561.

Reid, M. and Linda, D. 1995. New ethylene absorbents: No miracle are perishables handling newsletter. Issue No. 83.

Thompson, A. K. 2010. Controlled atmosphere storage of fruit and vegetables. 2nd ed. FSC Press. 289 p.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

and atmospheric change on the quality, packaging, and The effect of film or coating shelf life of greenhouse cucumbers

Gita Hosseini[1*], Adel Mirmojidi Hashtjin[2], Pejman Moradi[3] and Behjat Tajeddin[2]

1. Greenhouse Engineering Research Department, Agricultural Engineering and Technical Research Institute, Karaj, Iran
2. Faculty Member, Food Industry Research Department, Agricultural Engineering and Technical Research Institute, Karaj, Iran
3. Department of Horticultural Science Engineering, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Saveh Branch, Iran

Corresponding Author: hosseinigita@yahoo.com

Abstract

Nowadays, due to changing climatic and environmental conditions, designing appropriate packaging to increase shelf life and reduce waste is of particular importance. Appropriate packaging, while reducing product waste, helps maintain quality and increase product shelf life. This study was conducted to investigate the effect of packaging material type, active and passive modified atmosphere (PMA), and the use of moisture absorbers on the shelf life of greenhouse cucumber products. For this purpose, cucumber products were packaged in three types of packaging films including polyethylene, polypropylene, and nano-film, and in two forms including with and without moisture absorbers, using the active atmosphere method, and stored for four weeks at temperatures of 6 and 8 degrees Celsius. Indicators such as pH, total soluble solids (TSS), weight loss, and moisture content of each treatment were measured on day zero (harvest) and during storage (every seven days). The results showed that out of 36 treatments studied, 7 treatments were storable until the fourth week. The effect of packaging conditions on the quality of this product was obtained using a factorial design for the first week and a completely randomized design for the second to fourth weeks with three replications, and the graphs were drawn with Excel software.

Keywords: Cucumber, Moisture absorber, Packaging film, Shelf life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر شرایط بسته‌بندی به روش اتمسفر فعال بر ماندگاری خیار گلخانه‌ای

گیتا حسینی[۱*]، عادل میرمجیدی هشتجین[۲]، پژمان مرادی[۳] و بهجت تاج‌الدین[۲]
۱- بخش تحقیقات مهندسی گلخانه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
۲- بخش تحقیقات صنایع غذایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
۳- گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
*نویسنده مسئول: *hosseinigita@yahoo.com*

چکیده

امروزه با توجه به تغییر شرایط اقلیمی و زیست محیطی، محصولات ارگانیک و طراحی بسته‌بندی مناسب برای افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این تحقیق، به‌منظور بررسی تأثیر ترکیب گازی در ماندگاری خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus* L.) انجام شد. بدین‌منظور محصول خیار در ۳ نوع فیلم بسته‌بندی به روش اتمسفر فعال با دو نوع ترکیب گازی G1 (۳ درصد اکسیژن، ۵٪ دی اکسید کربن و ۹۲٪ نیتروژن) و G2 (۳ درصد اکسیژن، ۱۵٪ دی اکسید کربن و ۸۲٪ نیتروژن) و اتمسفر غیر فعال بسته‌بندی و طی مدت چهار هفته در دماهای ۶ و ۸ درجه سلسیوس نگهداری شد. شاخص‌هایی مانند pH، مواد جامد محلول (TSS)، افت وزن، درصد رطوبت هر یک از تیمارها در روز صفر (برداشت) و طی مدت نگهداری (هر هفت روز یکبار) ، اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که از ۳۶ تیمار مورد بررسی ۷ تیمار تا هفته چهارم قابل نگهداری بودند. در دمای ۶ درجه سلسیوس پوشش پلی پروپیلن با ترکیب گازی G1 در حالت بدون جاذب و با ترکیب گازی G2 در هر دو حالت (کاربرد جاذب و بدون جاذب)و دمای ۸ درجه سلسیوس در حالت اتمسفر تغییر یافته غیر فعال با دو پوشش پلی اتیلن و پلی پروپیلن و در هر دو حالت کاربرد جاذب و بدون جاذب رطوبت از کیفیت بهتری در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند. تاثیر شرایط بسته‌بندی بر کیفیت این محصول با استفاده از طرح فاکتوریل برای هفته اول و طرح کاملا تصادفی برای هفته دوم تا چهارم با سه تکرار بدست آمد و رسم نمودارها با نرم افزار Excell رسم شد و مشخص گردید که اثر هر یک از تیمارها بر ویژگی‌های فوق در سطح ($p\leq$۰/۰۵) معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: اتمسفر فعال، اتمسفر غیرفعال، جاذب رطوبت، ترکیب گازی، خیار، ماندگاری.

مقدمه

محصولات باغی به‌دلیل بازارپسندی و ارزش غذایی بالا مورد توجه مصرف‌کنندگان هستند، اما فسادپذیری زیاد آن‌ها موجب کوتاه بودن عمر نگهداری و افزایش ضایعات پس از برداشت می‌شود. استفاده از فناوری‌های مناسب انبارداری، از جمله اتمسفر کنترل‌شده و کم‌فشار، با کاهش شدت تنفس و تولید اتیلن می‌تواند ماندگاری محصولات را افزایش دهد (Kader, 2003; Thompson, 2010). یکی از روش‌های مؤثر در این زمینه، بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته (MAP) است که می‌تواند به دو صورت فعال و غیرفعال ایجاد شود. در روش فعال، مخلوط گازی موردنظر مستقیماً به داخل بسته تزریق می‌شود، درحالی‌که در روش غیرفعال، ترکیب گازی مطلوب به‌تدریج در نتیجه تعادل میان تنفس محصول و نفوذپذیری فیلم بسته‌بندی شکل می‌گیرد (Yam and Lee, 1995; Mangaraj et al., 2009). در هر دو روش، هدف اصلی ایجاد شرایطی است که سرعت تنفس، تولید اتیلن، رشد میکروبی و واکنش‌های تخریبی کاهش یافته و کیفیت محصول حفظ شود.

ترکیب گازهای داخل بسته، به‌ویژه غلظت اکسیژن و دی‌اکسیدکربن، نقش مهمی در موفقیت MAP دارد. کاهش مناسب اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن می‌تواند شدت تنفس، تولید اتیلن و نرم‌شدن بافت را کاهش دهد، اما خروج از محدوده تحمل هر محصول ممکن است موجب بروز آسیب‌های فیزیولوژیک و افت کیفیت شود (Kader, 2003; Thompson, 2010). در بسته‌بندی غیرفعال، این تعادل بر اساس سرعت تنفس محصول و نفوذپذیری فیلم نسبت به گازها ایجاد می‌شود، درحالی‌که در بسته‌بندی فعال، ترکیب گازی مطلوب با

جایگزینی هوای داخل بسته توسط مخلوط مشخصی از اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و نیتروژن ایجاد می‌شود (Kader, 2003; Farber et al., 2003). بنابراین، انتخاب صحیح فیلم و ترکیب گازی می‌تواند با کنترل فرآیندهای متابولیکی و میکروبی، موجب افزایش عمر انباری و کاهش ضایعات محصولات تازه شود؛ به‌طوری‌که افزایش CO_2 و کاهش O_2 در شرایط مناسب، فعالیت‌های مرتبط با تنفس و سنتز اتیلن را نیز محدود می‌کند (Pretel et al., 2000).

مواد و روش‌ها

از محصول خیار و از انواع فیلم و جاذب رطوبت استفاده شد که مواد پوششی عبارتند بودند از پوشش‌های پلی اتیلن، پلی‌پروپیلن و نانو و همچنین از پد یا جاذب رطوبت در بسته‌ها استفاده گردید. و دستگاه‌ها و لوزم آزمایشگاهی در این پژوهش عبارتند از سردخانه که تنظیمات آن در دمای ۶ و ۸ درجه سلسیون با رطوبت نسبی ۸۰ ٪ و ۹۰٪ و دستگاه MAP ساخت کشور هلند مدل Boxer 42 HenkelMan، رفراکتور متر دیجیتالی مدل INDEX،Ramsey ساخت کشور نگستان، pH متر ۶۹۱-Metrohm کشور سوئیس با بر اساس استاندارد شماره ۲۳۷ و ۱۱۶ ایران کالیبره کردن دستگاه با بافر ۴ و ۷ انجام شده است. آب میوه گیری مدل Molineux ساخت کشور فرانسه، ترازو با دقت ۰/۰۱گرم ساخت کشور ژاپن مدل A&D -EK-2000i، دوخت حرارتی سپهر الکترونیک ایران و کاغذ صافی. بسته‌بندی با دستگاه در شکل ۱ نمایش داده شده است. بر اساس متغیرهای ۳ نوع فیلم یا پوشش پلیمری (PE, PP, Nano) و کاربرد جاذب (WA,WOA) و استفاده از اتمسفرفعال یا اتمسفر غیرفعال (G1, G2 G3,) کدبندی شدند.



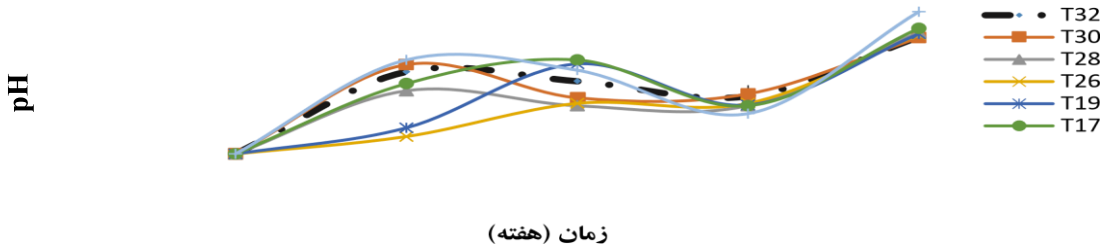
شکل ۱- بسته‌بندی با دستگاه MAP.

نتایج و بحث

روند تأثیر مدت زمان نگهداری بر شاخص‌های کیفی تیمارهای باقی مانده تا هفته چهارم

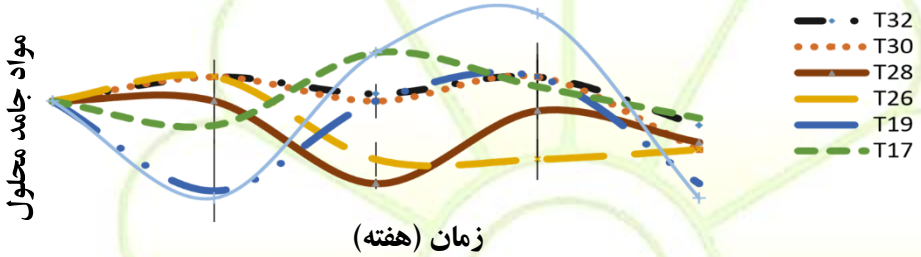
در بررسی تیمارهای باقیمانده در هفته چهارم مشاهده شد که در دمای ۶ درجه سانتی گراد تیمارهایی که در آن از MAP استفاده شده بود توانسته بودند شرایط دمایی سرد را پشت سر بگذارند همچنین وجود جاذب بر تیمارها تاثیر مربت داشت البته با افزایش میزان CO_2 در ترکیب گازی شرایط برای تیمارهای بدون جاذب هم فراهم شده بود.

در بین تیمارهای باقیمانده طی چهار هفته نگهداری pH به طور کلی روند افزایشی داشته است (شکل ۲). گرچه در هفته های دوم و سوم بین تیمارها تفاوت وجود داشت، با گذشت زمان pH نمونه ها در تیمارهای مختلف به یکدیگر نزدیک شد(شکل ۵).



شکل ۲- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان pH.

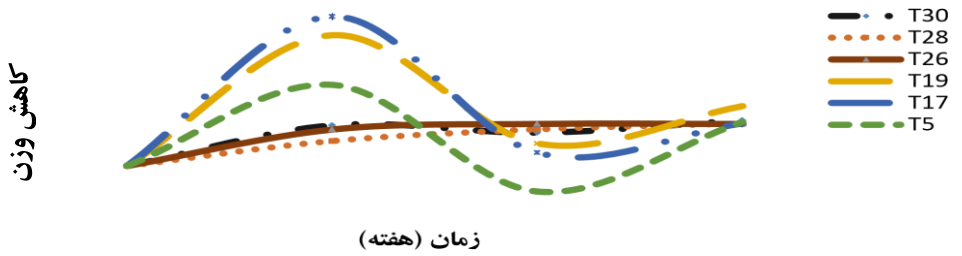
علیرغم تفاوت‌های موجود بین میزان مواد جامد محلول در تیمارهای مختلف به ویژه در هفته های دوم و سوم، میزان مواد جامد در هفته چهارم کمابیش مشابه و کمتر از مقدار آن در شروع آزمون بود (شکل ۳). روند تغییرات در برخی تیمارها نظیر T_5 در مقایسه با تیمارهایی نظیر T_{26} نوسانات بیشتری داشت (شکل ۶).



شکل ۳- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان مواد جامد محلول.

به دلیل فساد و آلودگی قارچی نمونه‌ها در هفته چهارم این ویژگی در این هفته قابل اندازه‌گیری نبود لذا در هفته سوم با مقایسه نمونه‌های باقی‌مانده در هفته چهارم می‌توان بیشترین امتیاز را به کد T_{26} (بدون گاز=passive، پوشش پلی اتیلن، با جاذب و دمای نگهداری ۸ درجه سلسیوس) داد. تحقیقات پیشین حاکی از آن بود که نوع ترکیب گازی با پوشش‌های مختلف بر میزان کاهش وزن تأثیر دارد و این پژوهش با تحقیقات سایر محققان تا هفته دوم مطابقت، ولی از هفته دوم به بعد مطابقت نداشت (Tomkins and Cumming., 1988; Manjunatha and Anurag.,2014).

بیشترین میزان افت وزن (شکل ۴) در هفته اول مشاهده شد و از این لحاظ بیشترین تفاوت میان تیمارهای مختلف نیز پس از یک هفته نگهداری اتفاق افتاد. در هفته دوم تیمار T_5 افت وزن منفی داشت که می‌تواند به دلیل کندانس شدن بخار آب موجود در هوای اطراف نمونه باشد. در نهایت همانند pH و میزان مواد جامد محلول، پس از سه هفته نگهداری افت وزن در تمامی تیمارها تقریباً مشابه بود و به حدود ۲-۳ درصد رسید. این تفاوت بین هفته اول و هفته های دوم و سوم می تواند بیانگر تفاوت شدت فعالیت های متابولیسمی ایجاد شده در اثر ترکیبات مختلف گازی باشد.



شکل ۴- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان افت وزن.

همان طور که در شکل ۴۵مشاهده می‌شود، طی چهار هفته نگهداری، نمونه‌های خیار به تدریج نرم‌تر شده‌اند. روند کاهش در قالب موارد خطی نیست. به نظر می‌رسد افزایش‌های مختصر ثبت شده در هفته های مختلف برای هر تیمار، بیانگر ایجاد حالت چرمی و سفت شدگی در اثر از دست دادن رطوبت بوده است و نرم‌تر شدن پس از آن بیانگر پیشرفت روند پیری و گسیختگی میکروسکوپی بافت پوست خیار است.



شکل ۵- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان رطوبت.

این نتایج به طور کلی با یافته‌های پیشین در خصوص استفاده از روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده روی محصول فلفل دلمه‌ای مطابقت دارد. در این تحقیقات نیز استفاده از اتمسفر اصلاح شده ضمن ممانعت از خطر آسیب سرمازدگی در محدوده دمای سرد ۴ تا ۱۰ درجه سلسیوس باعث افزایش زمان ماندگاری و کاهش تنفس و به دنبال آن افزایش خواص کمی و کیفی و نظیر سفتی رنگ، کاهش افت وزن و کاهش درصد رطوبت، کاهش تغییرات مواد جامد محلول و pH، کاهش تنفس و میزان آلودگی ظاهری یا بصوری از نظر قارچ، کپک و بیماری های فیزیولوژیک شده است (Nyanjagem et al., 2005; Manolopoulou., 2010).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده در دمای پائین می‌تواند موجب حفظ کیفیت محصول و افزایش طول دوره شود. بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش بیانگر آن است که ترکیب گازی G1= (N_2= ٪۹۲ , O_2 = ٪۳, CO_2 = ٪۵)، و همچنین ترکیب گازی G2 = (N_2= ٪۸۲ CO_2 = ٪۱۵، O_2 = ٪۳) هر دو در دمای ۶ درجه سلسیوس با پوشش پلی‌پروپیلن سبب افزایش ماندگاری محصول خیار گردیده است. این پژوهش نشان داد که نرخ در کاهش صدمات سرمایشی و حفظ کیفیت خیار سودمند واقع شده است همچنین استفاده از جاذب رطوبت و یا بدون جاذب رطوبت در ترکیب گازی G2 = (N_2= ٪۸۲ ,CO_2 = ٪۱۵، O_2 = ٪۳ استفاده از جاذب رطوبت برای ترکیب گازی = (N_2= O_2 = ٪۳ ,CO_2 = ٪۵ G1 ٪۹۲ استفاده موجب حفظ بهتر خواص کمی و کیفی شده است. در اتمسفر غیرفعال (passive) با هر دو حالت؛ کاربرد جاذب رطوبت و بدون جاذب رطوبت در دمای ۸ درجه سلسیوس سبب افزایش ماندگاری محصول گردید.

منابع

Coles, R., McDowell, D., Kiirwani, M. J. and Mullan, M. 2003. Food packaging technology. Blackwell Publishing, CRC Press, London, UK. 362 p.

Farber, J. N., Harris, L. J., Parish, M. E., Beuchat, L. R., Suslow, T. V., Gorney, J. R., Garrett, E. H. and Busta, F. F. 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2: 142–160.

Gross, K. C., Wang, C. Y. and Saltveit, M. 2004. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA-ARS, Plant Sciences Institute.

Kader, A. A. 2003. Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Agriculture and Natural Resources, UCD Press. 535 p.

Mangaraj, S., Goswami, T. K. and Mahajan, P. V. 2009. Application of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: A review. Food Engineering Reviews. 1: 133–158.

Manjunatha, M. and Anurag, R. K. 2014. Effect of modified atmosphere packaging and storage.

Manolopoulou, H., Xanthopoulos, G., Douros, N. and Lambrinos, G. 2010. Modified atmosphere packaging storage of green bell peppers: Quality criteria. Biosystems Engineering. 106(4): 535–543.

Nyanjage, M. O., Nyalala, S. P. O., Illa, A. O., Mugo, B. W., Limbe, A. E. and Vulimu, E. M. 2005. Extending postharvest life of sweet pepper (*Capsicum annuum* L., 'California Wonder') with modified atmospheric packaging and storage temperature. Agricultura Tropica et Subtropica. 38: 28–32.

Pretel, M. T., Souty, M. and Romojaro, F. 2000. Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.). European Food Research and Technology. 211: 191–198.

Sharon, P. S. and Martha, C. S. 2010. Post-harvest technology of horticultural crops. Mehra Offset Press, Delhi. 315 p.

Thompson, A. K. 2010. Controlled atmosphere storage of fruit and vegetables. 2nd ed. FSC Press. 289 p.

Tomkins, R. B. and Cumming, B. A. 1988. Effect of pre-packaging on asparagus quality after simulated transportation and marketing.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. and Joyce, D. 1998. Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. CAB International, New York. 262 p.

Xiong, L. 2000. Extend shelf life of mushroom by using micro-perforated film. Department of Food Science. A Research Proposal. pp. 1–6.

Yam, K. L. and Lee, D. S. 1995. Active food packaging. Chapman and Hall Ltd.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of activated atmosphere packaging conditions on the shelf life of greenhouse cucumbers

Gita Hosseini[1*], Adel Mirmojidi Hashtjin[2], Pejman Moradi[3] and Behjat Tajeddin[2]

1. Greenhouse Engineering Research Department, Agricultural Engineering and Technical Research Institute, Karaj, Iran
2. Faculty Member, Food Industry Research Department, Agricultural Engineering and Technical Research Institute, Karaj, Iran
3. Department of Horticultural Science Engineering, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Saveh Branch, Iran

[*]*Corresponding Author:* *hosseinigita@yahoo.com*

Abstract

Nowadays, due to changing climatic and environmental conditions, organic products and appropriate packaging design are of particular importance to increase their shelf life and reduce waste. This study was conducted to investigate the effect of gas composition on the shelf life of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) For this purpose, cucumber products were packaged in three types of packaging films using an active atmosphere method with two types of gas compositions: G1 (3% oxygen, 5% carbon dioxide, and 92% nitrogen) and G2 (3% oxygen, 15% carbon dioxide, and 82% nitrogen) and an inactive atmosphere, and stored for four weeks at temperatures of 6 and 8 degrees Celsius. Indicators such as pH, total soluble solids (TSS), weight loss, moisture percentage of each treatment were measured on day zero (harvest) and during the storage period (every seven days). he results showed that out of the 36 treatments studied, 7 treatments could be maintained until the fourth week.At a temperature of 6 degrees Celsius, polypropylene coating with gas composition G1 in the case without absorbent and with gas composition G2 in both cases (use of absorbent and without absorbent) and at a temperature of 8 degrees Celsius in the case of inert modified atmosphere with two coatings of polyethylene and polypropylene and in both cases of use of absorbent and without absorbent, moisture had better quality compared to other treatments. The effect of packaging conditions on the quality of this product was obtained using a factorial design for the first week and a completely randomized design for the second to fourth weeks with three replications. The graphs were drawn using Excel software, and it was determined that the effect of each of the treatments on the above characteristics was significant at the (p0≤05) level.

Keywords: Active atmosphere, Cucumber, Gas composition, Inactive atmosphere, Moisture absorber, Shelf life.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

تاثیر نوع و روش اعمال پوشش‌های خوراکی طبیعی بر شاخص‌های کیفیت میوه رزبری (*Rubus idaeus* L.) در طی انبارمانی

محدثه رنجبر[۱]، لیلا تبریزی[۱*] و میترا ارجمندی[۱]
۱- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *l.tabrizi@ut.ac.ir*

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر پوشش‌های خوراکی مختلف بر کیفیت و ماندگاری میوه رزبری (*Rubus idaeus* L.) در دوره پس از برداشت بود. برای این منظور، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ۴ تکرار با چهار نوع پوشش خوراکی (ژل آلوئه ورا، اسفرزه، تخم شربتی و بدون پوشش (شاهد) و دو روش کاربرد (اسپری و غوطه‌وری) انجام شد. میوه ها به مدت ۱۵ روز در دمای ۲±۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند و در فواصل زمانی مشخص (روزهای ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵)، صفاتی چون اسید قابل تیتراسیون (TA)، pH، مواد جامد محلول کل (TSS)، شاخص طعم میوه و مقدار آنتوسیانین اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد اثر نوع پوشش، زمان نگهداری و اثر متقابل آن‌ها بر میزان اسید قابل تیتراسیون معنی دار بود به طوری‌که بیشترین مقدار آن در پوشش ژل آلوئه ورا در روز صفر مشاهده شد. شاخص pH تنها تحت تاثیر معنی‌دار زمان نگهداری قرار گرفت و بیشترین pH مربوط به روز ششم نگهداری بود. زمان نگهداری و اثر متقابل نوع و روش اعمال پوشش و همچنین اثر متقابل سه عاملی آنها، TSS را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد بطوریکه کاربرد موسیلاژ اسفرزه بصورت غوطه وری سبب افزایش مقدار TSS در روزهای پایانی انبارمانی گردید. شاخص طعم تحت تاثیر اثر متقابل نوع پوشش در روش اعمال و زمان در روش اعمال قرار گرفت بطوریکه کاربرد موسیلاژ تخم شربتی با روش غوطه‌وری و همچنین در روز پانزدهم کاربرد پوشش خوراکی به شیوه غوطه وری از بهترین شاخص طعم برخوردار بود. همچنین میزان آنتوسیانین در طی انبارمانی از روز صفر تا روز پانزدهم از روند افزایشی برخوردار بود. به طور کلی، نتایج تحقیق حاضر حاکی از بهبود حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه رزبری با کاربرد پوشش های‌خوراکی به ویژه آلوئه ورا و تخم شربتی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پوشش خوراکی، پس از برداشت، رزبری، کیفیت میوه، ماندگاری.

مقدمه

رزبری با نام علمی *Rubus idaeus* از خانواده Rosaceae، میوه‌ای فراسودمند با ارزش تغذیه‌ای بالا و کاربرد در طب سنتی است (Tosun et al., 2009). این میوه دارای خواص ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضد میکروبی و ضد باکتریایی بوده و به‌دلیل غنای بالای ویتامین C، فیبر و آنتوسیانین‌ها، در تقویت سیستم ایمنی، سلامت قلب و بهبود عملکرد دستگاه گوارش مؤثر است (Qi et al., 2024). با وجود خواص تغذیه‌ای ممتاز، رزبری به‌دلیل ساختار حساس، تنفس بالا و فسادپذیری سریع، تنها ۲ تا ۵ روز عمر انباری دارد و نسبت به آسیب مکانیکی، از دست دادن رطوبت و رشد کپک‌ها بسیار حساس هستند. از این‌رو استفاده از فناوری‌های نوین پس از برداشت در بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری آن‌ها مؤثر گزارش شده‌است (Huynh et al., 2019). پوشش‌های خوراکی با ایجاد لایه‌ای نازک بر سطح میوه، مانع تبخیر، نفوذ اکسیژن و رشد میکروارگانیسم‌های مضر می‌شوند (Konda and Golla, 2023). هدف این پژوهش، بررسی تأثیر پوشش‌های خوراکی بر حفظ کیفیت، ارزش تغذیه‌ای میوه رزبری و افزایش ماندگاری آن در طول دوره نگهداری بود، راهکاری که علاوه‌بر کاهش ضایعات و هزینه‌ها، با رویکردهای زیست‌محیطی و کاهش مصرف منابع نیز همسو است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان و پاییز ۱۴۰۳ در گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل پوشش های خوراکی مختلف (شامل ژل آلوئه‌ورا، موسیلاژ بذر اسفرزه و تخم شربتی و شاهد (بدون پوشش)) و نحوه کاربرد پوشش (دو روش غوطه‌وری و اسپری) بودند. در مجموع، هشت سطح تیماری در شش زمان مختلف انبارمانی (روزهای ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵) مورد بررسی قرار گرفتند. میوه‌های رزبری در مرحله ۷۰ تا ۸۰ درصد رسیدگی همراه با دم‌گل و در ساعات ابتدایی صبح برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه، دم‌گل‌ها جدا شدند. تیماردهی با محلول‌های از پیش آماده‌شده انجام شد؛ ژل آلوئه‌ورا پس از استخراج و ضدعفونی با هیپوکلرید سدیم، و موسیلاژهای تخم شربتی و اسفرزه پس از آماده‌سازی با آب مقطر به‌مدت ۲۴ ساعت، در دمای یخچال نگهداری شدند. میوه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه تیمار و سپس خشک شدند و درون بسته‌های پلی‌اتیلنی منفذدار قرار گرفتند. در نهایت، نمونه‌ها در سردخانه با دمای ۲±۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد نگهداری و در زمان‌های تعیین‌شده صفاتی چون اسید قابل تیتراسیون(TA)، pH، مواد جامد محلول کل (TSS)، شاخص طعم میوه و مقدار آنتوسیانین مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون LSD انجام و نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

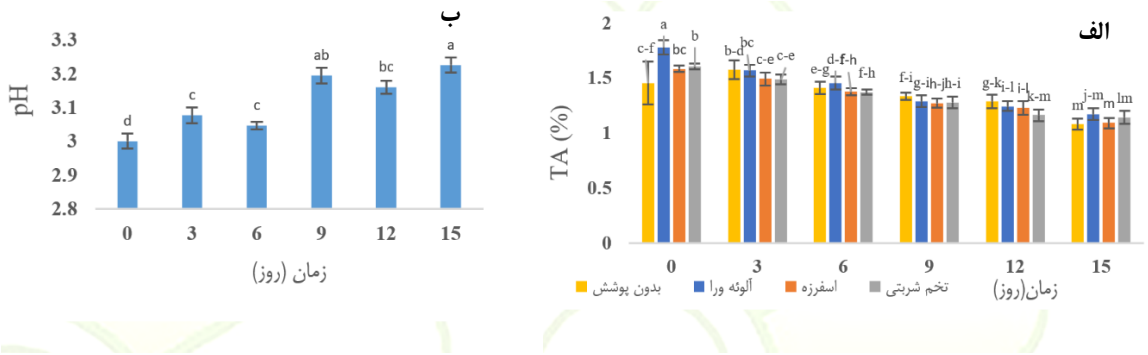
نتایج تجزیه واریانس نگهداری میوه‌ها به مدت ۱۵ روز در دمای ۲±۵ درجه سانتی‌گراد نشان داد که نوع پوشش خوراکی، روش اعمال، زمان نگهداری و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر برخی شاخص‌های کیفی مورد ارزیابی داشتند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر نوع و روش اعمال پوشش خوراکی بر صفات کیفی میوه رزبری تحت شرایط زمان انبار مانی.

منابع تغییر		میانگین مربعات				
	درجه آزادی	اسید قابل تیتراسیون	pH	مواد جامد محلول	شاخص طعم میوه	آنتوسیانین
نوع پوشش	3	**0.063	0.007 ns	0.499 ns	0.920 ns	0.059 ns
روش اعمال	1	0.01 ns	0.016 ns	1.148 ns	0.007 ns	0.0009 ns
نوع پوشش*روش اعمال	3	0.006 ns	0.008 ns	1.1095*	1.2358*	0.119 ns
زمان	5	0.866**	0.202**	1.111**	22.428**	7.748**
زمان*نوع پوشش	15	0.021*	0.006 ns	0.185 ns	0.658 ns	0.114 ns
زمان*روش اعمال	5	0.018 ns	0.001 ns	0.438 ns	1.3109*	0.085 ns
زمان*نوع پوشش*روش اعمال	15	0.009 ns	0.003 ns	0.565*	0.501 ns	0.0868 ns
خطا		0.012	0.006	0.3	0.44	0.1053
ضریب تغییرات(٪)		16.609	4.316	6.960	14.219	23.420

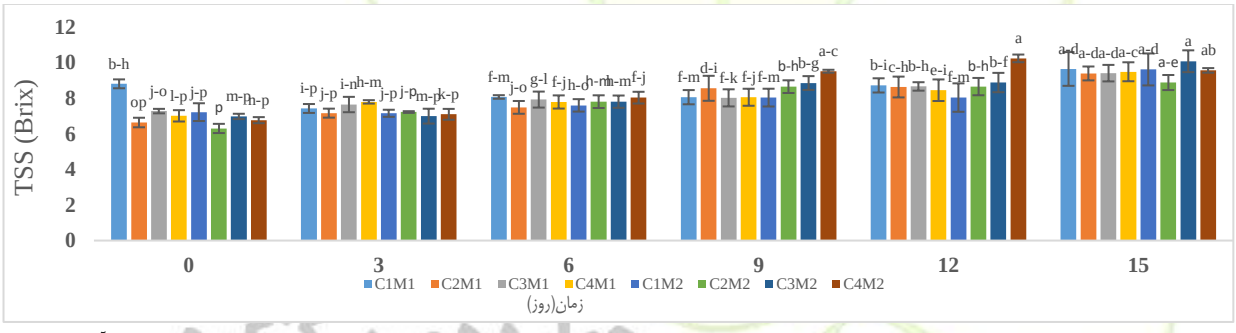
**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می شود بیشترین اسید قابل تیتراسیون (TA) در پوشش ژل آلوئه‌ورا در روز صفر و کمترین آن در تیمار شاهد روز پانزدهم ثبت شد که نشان‌دهنده حفظ بهتر اسیدیته میوه توسط پوشش آلوئه‌ورا در روزهای ابتدایی نگهداری است (شکل ۱ الف). شاخص pH تنها تحت تأثیر زمان قرار گرفت و در روز ششم انبارمانی به بیشینه مقدار خود رسید (شکل ۱ ب).

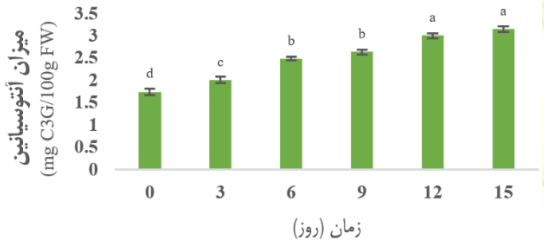


شکل ۱-**الف:** اثر متقابل نوع پوشش و زمان نگهداری براسید قابل تیتراسیون در میوه رزبری. **ب:** اثر زمان نگهداری بر مقدار pH در میوه رزبری.

میزان مواد جامد محلول نیز تحت تأثیر اثر متقابل نوع پوشش خوراکی، روش اعمال و زمان نگهداری قرار گرفت. در روزهای پایانی دوره انبارمانی کاربرد موسیلاژ اسفرزه به شیوه غوطه وری منجر به افزایش میزان TSS گردید هرچند که اختلاف معنی داری با موسیلاژ تخم شربتی در روز پانزدهم نشان نداد (شکل ۲). میزان آنتوسیانین نیز به‌طور معنی‌داری در طول دوره نگهداری افزایش یافت و در روز پانزدهم به بیشترین مقدار خود رسید (شکل ۳).



شکل ۲- اثر متقابل نوع پوشش، روش اعمال و زمان نگهداری بر میزان مواد جامد محلول (TSS) در میوه رزبری (c1 تا c4 به ترتیب شاهد، آلوئه‌ورا، تخم شربتی و اسفرزه وm1: روش اسپری و m2: روش غوطه‌وری)



شکل ۳- اثر زمان نگهداری بر میزان آنتوسیانین در میوه رزبری.

مطابق شکل ۵ الف، کاربرد پوشش موسیلاژ تخم شربتی به روش غوطه‌وری از بالاترین شاخص طعم (SHT) میوه برخوردار بود، در حالی‌که شاخص طعم میوه در روزهای ابتدایی به‌ویژه با کاربرد پوشش خوراکی در روش غوطه‌وری پایین‌تر بود (شکل ۵ ب).



شکل ۵- **الف:** اثر متقابل نوع و روش اعمال پوشش خوراکی برشاخص طعم(SHT) میوه رزبری. **ب:** اثر متقابل زمان نگهداری و روش اعمال پوشش خوراکی بر شاخص طعم (SHT) میوه رزبری.

به طور کلی نتایج این تحقیق با یافته‌های گزارش‌شده توسط Bautista-Baños و همکاران (2014) و Hassan و همکاران (2022) هم‌راستا است که بیان می‌کنند پوشش‌های خوراکی طبیعی مانند آلوئه‌ورا با ایجاد یک سد نیمه‌تراوا، ضمن کاهش تبخیر و تبادلات گازی، موجب تأخیر در پیری فیزیولوژیکی میوه‌ها می‌شوند. در مطالعه ای دیگر نشان داده شد که پوشش‌های زیستی با کند کردن نرخ متابولیسم، از تخریب ترکیبات زیست فعال جلوگیری کرده و به حفظ pH،TSS,TA، آنتوسیانین و ویژگی‌های حسی میوه طی دوره نگهداری کمک می کنند (Lin and Zhao, 2007). به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پوشش‌های خوراکی طبیعی به‌ویژه آلوئه‌ورا و تخم شربتی، از طریق حفظ ترکیبات کیفی، کنترل تغییرات فیزیوشیمیایی، و افزایش مقبولیت حسی، راهکاری مؤثر برای افزایش عمر انباری و ارتقاء کیفیت پس از برداشت میوه‌ها می توانند درنظر گرفته شوند.

منابع

Bautista-Baños, S., Sivakumar, D., Bello-Pérez, A., Villanueva-Arce, R. and Hernández-López, M. 2014. A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. Crop Protection. 66: 123–131.

Hassan, H. S., El-Hefny, M., Ghoneim, I. M., El-Lahot, M. S. R. A., Akrami, M., Al-Huqail, A. A., Ali, H. M. and Abd-Elkader, D. Y. 2022. Assessing the use of *Aloe vera* gel alone and in combination with lemongrass essential oil as a coating material for strawberry fruits: HPLC and EDX analyses. Coatings. 12(4): 489.

Huynh, N. K., DeLong, J. M., Toivonen, P. M. A. and Kalt, W. 2019. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.). Journal of Berry Research. 9(4): 687–707.

Konda, R. K. and Golla, K. 2023. Comparison and evaluation of effect of chitosan as edible coating to maintain the postharvest quality and enhance shelf-life of *Psidium guajava* and *Fragaria ananassa* fruits. Sustainability, Agri, Food and Environmental Research. 12(1).

Lin, D. and Zhao, Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 6(3): 60–75.

Qi, Z., Song, Y., Wang, J. and Li, W. 2024. The preventive and inhibitory effects of red raspberries on cancer. Journal of Berry Research. Advance online publication.

The effect of natural edible coating type and application method on quality criteria of raspberry fruit (*Rubus idaeus* L.) during storage period

Mohadese Ranjbar[1], Leila Tabrizi[1*] and Mitra Arjmandi[1]
1. Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
[*]Corresponding Author: l.tabrizi@ut.ac.ir

Abstract

The present study aimed to investigate the effect of natural edible coatings on the quality and shelf life of raspberry (*Rubus idaeus* L.*)* fruit during the postharvest period. A factorial experiment was conducted based on completely randomized design in four replicates with four types of edible coating (aloe vera gel, psyllium and lallemantia seed mucilage and un-coated as control) and two methods of coating application (spraying and dipping). The fruits were stored at 5 ± 2 °C for 15 days and during the storage period intervals (days of 0, 3, 6, 9, 12, and 15) qualitative criteria such as titratable acidity (TA), pH, total soluble solids (TSS), fruit flavor index, and anthocyanin content were evaluated. Results indicated that TA was significantly affected by coating type, storage time, and their interaction, with the highest TA by application of aloe vera gel on day 0. The effect of storage time on pH was significant, in which, the highest pH recorded on day 6. The interaction effect of coating type, application method and storage time significantly affected TSS. Fruit coating via dipping by psyllium mucilage exhibited the highest TSS during the final days of storage period. The flavor index was influenced by interaction of coating type × application method, and also storage time × application method. The dipping method of lallemantia mucilage resulted in the proper value of flavor index. Anthocyanin content increased from day 0 to 15 during storage period. Overall, the present results reveal that application of edible coatings was effective in improving the shelf life and quality criteria of raspberry fruit. Although, further research is needed to confirm these results.

Keywords: Edible coating, Fruit quality, Postharvest, Raspberry, Shelf life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تاثیر محلول‌پاشی نمک‌های مختلف کلسیمی و غوطه‌ورسازی روی و اسید سالیسیک بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی میوه کیوی

میرحسن رسولی صدقیانی[1*]، سیده ریان میرشهابی[1] و ابراهیم سپهر[1]
۱- گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *m.rsadaghiani@urmia.ac.ir*

چکیده

در این تحقیق به منظور ارزیابی تاثیر کلسیم، روی و اسیدسالیسیلیک، آزمایشی با تیمارهای محلول‌پاشی (شاهد و $CaCl_2$، CaO، $Ca(NO_3)_2$ و Ca-EDTA) و غوطه‌ورسازی (کلریدکلسیم، سولفات روی و اسیدسالیسیلیک) در درختان کیوی رقم هایوارد ارزیابی گردید. تیمارهای غوطه‌ورسازی میوه در کلرید کلسیم ۱ درصد، سولفات روی ۱ درصد و اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار به مدت ۱۰ دقیقه اعمال گردید. سفتی بافت میوه، مقدار کلسیم، فعالیت آنزیم کاتالاز، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه‌ها اندازه‌گیری گردیدند. بالاترین مقدار سفتی میوه و کلسیم در تیمار محلول‌پاشی با کلات Ca-EDTA و غوطه‌وری در کلرید کلسیم حاصل گردید. فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار محلول‌پاشی با کلات Ca-EDTA و غوطه‌وری در کلرید کلسیم ۹۸/۹ واحد در هر میلی‌گرم پروتئین بود که نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری نشان داد. بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانتی کل میوه در تیمارهای غوطه‌ورسازی در کلرید کلسیم (۰/۹ میلی‌مول Fe^{2+} در ۱۰۰ گرم وزن تر) و تیمارهای غوطه‌ورسازی در سولفات روی (۰/۸ میلی‌مول Fe^{2+} در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده گردید. چنین استنباط می‌گردد که برای بهبود کیفیت و انبارمانی کیوی، محلول‌پاشی کلات Ca-EDTA و غوطه‌ورسازی در محلولهای کلرید کلسیم و روی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: محلول‌پاشی کلسیمی، اسید سالسیلیک، کلرید کلسیم، سولفات روی، میوه کیوی.

مقدمه

امروزه میزان تولید کیوی در جهان به علت ارزش غذایی و دارویی آن افزایش یافته است. کیوی منبع خوبی از ویتامین C، K و E و همچنین مواد آنتی‌اکسیدانی است. به دلیل دارابودن مقادیر قابل توجهی از اسیدها، قندها، ویتامینها و مواد معدنی در کیوی، تغذیه معدنی و خواص کیفی آن مورد توجه زیادی قرارگرفته است (Wills and Greenfield, 1981). سطح زیرکشت کیوی درایران ۱۰۱۵۶ هکتار بوده و طبق آمار سال ۱۳۹۲ تولید کل کیوی معادل ۲۵۱۲۱۸ تن می‌باشد.

کلسیم نقش اساسی در ساختار دیواره‌ها و غشاهای سلولی و رشد و توسعه میوه‌ها دارد (kadir, 2004). این عنصر همچنین مقاومت گیاه به بیماریهای باکتریایی و ویروسی را افزایش می‌دهد (Usten et al., 2006). کلسیم جذب شده از ریشه‌ها تحت تاثیر جریان تعرقی و فشار ریشه‌ای، عمدتا به طرف برگ‌ها حرکت کرده و کمتر به میوه‌ها انتقال می‌یابد. بنابراین گیاهان به منظور رشد و گسترش تاج پوشش، توسعه ریشه و میوه‌ها به فراهمی پیوسته کلسیم نیازمندند (Del-Amor and Marcelis, 2003). مقادیر بالای کلسیم در میوه‌ها نفوذپذیری غشا را حفظ کرده و فرایند رسیدگی در طول انبارداری را کند می‌نماید (Poovaiah, 1979). کلسیم از عناصر غذایی مهم در کیفیت میوه کیوی بوده و توجه زیادی به مصرف کلسیم در درختان کیوی شده چه این عنصر سبب رشد و توسعه میوه و افزایش انبارمانی آن می‌گردد (Gerasopoulos et al., 1996). اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی ساده است که نقش مهمی را در تنظیم پاسخ‌های تنشی و رشد و نمو گیاهان بازی می‌کند (Niu et al., 2024). اسید سالیسیلیک باعث فعال شدن سیستم مقاومت اکتسابی سیستمیک، سنتز متابولیتها و آنزیمهای آنتی‌اکسیدانی میگردد (Zhang et al., 2003).

نگهداری کیوی در سردخانه و عرضه مداوم آن در بازار از لحاظ تجاری اهمیت زیادی دارد. با توجه به اینکه محصولات باغی برداشت‌شده قابلیت فسادپذیری بسیار بالایی دارند، بکارگیری فنون و روشهای مناسب جهت افزایش قابلیت ماندگاری انها جهت استفاده در تمام فصول سال و صادرات ضروری است. این مطالعه با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی ترکیبات مختلف کلسیمی ($CaCl_2$، CaO

، $Ca(NO_3)_2$ و Ca-Chelate) قبل از برداشت و غوطه‌ورسازی پس از برداشت در کلرید کلسیم، سولفات روی و اسیدسالیسیلیک در خواص کیفی، فعالیت آنزیمی و آنتی‌اکسیدانتی میوه کیوی رقم هایوارد انجام گردید.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش باغ کیوی (رقم هایوارد) در منطقه شمال غربی استان گیلان شهرستان تالش با درختان ۱۰ ساله و هم‌اندازه از نظر تاج پوشش انتخاب گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل اجرا گردید. فاکتور اول محلولپاشی با نمک‌های مختلف کلسیمی (با غلظت ۰/۱ درصد کلسیم خالص) شامل شاهد و $CaCl_2$، CaO، $Ca(NO_3)_2$ و Ca-EDTA در ۴ نوبت قبل از برداشت و فاکتور دوم شامل غوطه‌ورسازی در محلولهای شاهد، $CaCl_2$ ۱ درصد، اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و سولفات روی ۱ درصد به مدت ۱۰ دقیقه بود. آزمایش در چهار تکرار انجام گردید و هر واحد آزمایشی یا تکرار خود شامل ۴ درخت بود. اولین مرحله محلول‌پاشی در اواخر خردادماه (زمان فندقی شدن میوه‌ها) انجام گرفت. محلول‌های با غلظت یکسان از کلسیم خالص (۰/۱ درصد) از نمکهای مختلف تهیه و محلولپاشی برروی ۸۰ درخت در فواصل زمانی ۱۵ روزه (در ۴ نوبت) انجام گردید. بلافاصله پس از برداشت میوه‌ها، تیمارهای غوطه‌ورسازی میوه‌ها در محلولهای مورد نظر انجام و سپس میوه‌ها به مدت ۱۲۰ روز در دمای صفر درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد در سردخانه ذخیره‌سازی گردیدند. بعد از دوره انبارمانی مقدار کلسیم، فعالیت آنزیم کاتالاز، فعالیت آنتی‌اکسیدانت کل و اسید آسکوربیک (ویتامین C) در میوه‌ها اندازه‌گیری گردید. سفتی میوه با پنتومتر دستی مدل FT327 و مقدار کلسیم میوه پس از هضم نمونه‌ها با روش جذب اتمی (AAS-6300) تعیین گردید (جلیلی مرندی ۱۳۸۳). برای اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک میوه کیوی از روش تیتراسیون با یدیدپتاسیم استفاده شد (جلیلی مرندی ۱۳۸۳). میزان آنتی‌اکسیدانت کل میوه کیوی به روش فرپ (Ferric reduction activity power (FRAP)) (Benzie and Strain, 1996) انجام گردید و نتایج برحسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد. فعالیت آنزیم کاتالاز با اندازه‌گیری سرعت حذف پراکسید هیدروژن به روش Beers و Sizer (۱۹۵۲) اندازه‌گیری شد. فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز به صورت واحد در میلی‌گرم پروتئین بیان شد که یک واحد کاتالاز یک میکرومول H2O2 را در یک دقیقه به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند. نرمال کردن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab و تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

برخی خصوصیات خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک دارای اسیدیته ضعیفی بود و با افزایش عمق، میزان آن افزایش نشان داد. بافت و شوری خاک مناسب و میانگین ماده آلی خاک نیز در دو عمق به‌ترتیب ۶/۲۳ و ۵/۵ درصد بودند. .میزان پتاسیم و فسفر بدلیل پاین بودن درصد آهک در حد مطلوب قرار داشت.

نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی و غوطه‌ورسازی بر صفات اندازه‌گیری‌شده در میوه کیوی رقم هایوارد در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده محلول پاشی و غوطه‌وری پس از برداشت بر میزان سفتی بافت میوه، کلسیم میوه، آنتی اکسیدان کل، آنزیم کاتالاز و اسید آسکوربیک معنی‌دار گردید ($P\leq$۰/۰۱). همچنین اثر متقابل آنها نیز بر میزان سفتی بافت میوه، کلسیم میوه ($P\leq$۰/۰۱) و آنزیم کاتالاز ($P\leq$۰/۰۵) معنی‌دار شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر محلول‌پاشی، غوطه‌ورسازی و اثر متقابل آن‌ها برروی صفات اندازه‌گیری شده در میوه کیوی رقم هایوارد.

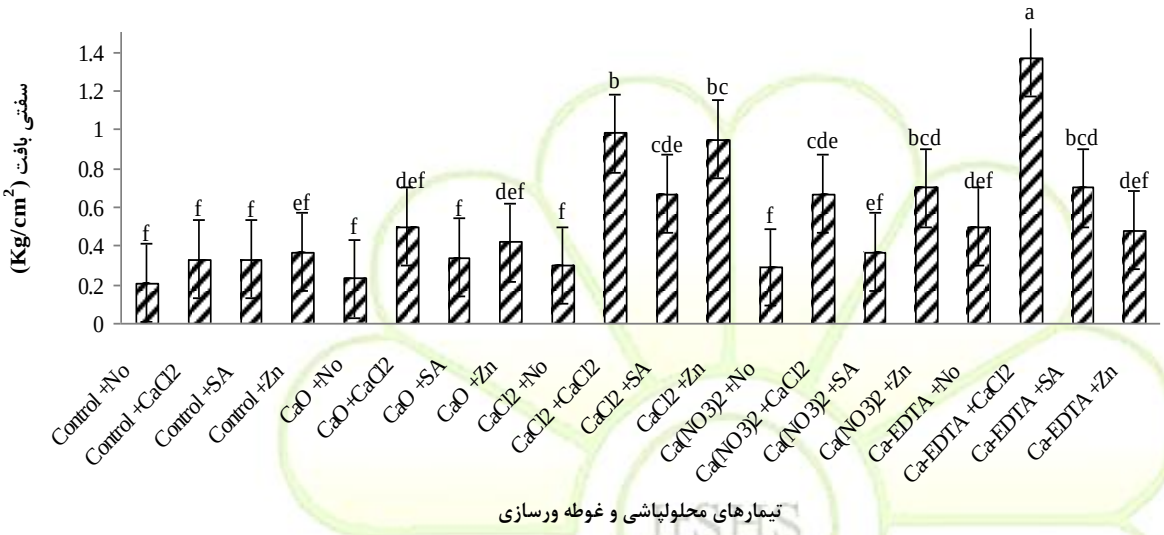
منابع قابل تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		سفتی میوه	کلسیم میوه	آنتی‌اکسیدان کل	آنزیم کاتالاز	اسید آسکوربیک
محلول‌پاشی	۴	۰/۴۹۶**	**۱۲۶/۲۱۴	**۰/۰۱۳	**۲۳۶/۳۴۷	**۱۸۶/۱۳۵
غوطه‌ورسازی	۳	۰/۵۶**	**۵۵۱/۱۰۶	**۰/۰۹۹	**۱۲۱۳/۵۵۱	**۹۲۳/۰۲۶
محلول‌پاشی × غوطه‌وری	۱۲	۰/۱۰۹**	**۵/۰۸۸	ns۰/۰۰۱	*۱۷/۹۶۱	ns۹/۵۶۲

اشتباه آزمایشی	۴۰	۰/۰۲۸	۱/۸۲۸	۰/۰۰۴	۶/۹۵۸	۱۳/۹۴۳
ضریب تغییر (٪)		۱۲/۳۱	۲/۴۵	۷/۲۷	۳/۳۱	۳/۷۵

ns، ** و * به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪

میزان سفتی بافت میوه

مطابق شکل ۱ بیشترین سفتی میوه مربوط به تیمار محلول‌پاشی شده با کلات Ca-EDTA+ غوطه ورسازی با کلرید کلسیم بودکه نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی و بدون غوطه‌وری ۸۴/۷ درصد افزایش سفتی میوه مشاهده گردید. تیمارهای توام محلولپاشی و غوطه‌وری نسبت به تیمارهای جداگانه هر کدام از سفتی بافت بیشتری برخوردار بودند. ترکیب اکسید کلسیم از پتانسیل پایینی در حفظ سفتی بافت میوه کیوی از خود نشان داد که میتواند مربوط به حلالیت پایین آن و عدم جذب کافی کلسیم از این نمک باشد.



شکل ۱- تاثیر اثر متقابل محلول‌پاشی و غوطه‌وری بر میزان سفتی بافت میوه کیوی.
اسامی تیمارها به صورت محلول‌پاشی+ غوطه‌ورسازی (کلمه اول نمک محلول‌پاشی+کلمه دوم تیمارغوطه‌ورسازی) می‌باشند.
Control و No بترتیب نشاندهنده شرایط بدون محلولپاشی و بدون غوطه‌وری هستند.

سفتی یکی از ویژگی‌های مهم میوه‌ها می‌باشد که از شاخص‌های مهم فرایند رسیدگی میوه، پتانسیل انبارمانی میوه در طی نگهداری و همچنین شاخص مقاومت در برابر آسیب‌های مکانیکی بوده و با رسیدگی میوه سفتی کاهش می‌یابد (Fisher and Bennett, 1991). کلسیم به عنوان یک جزء اصلی تشکیل دهنده دیواره سلولی است ونقش مهمی را در تشکیل پل‌های عرضی در دیواره سلولی بازی می‌کند ودر استحکام دیواره سلولی تاثیر مهمی دارد و بطور ملاحظه‌ای سبب پایداری دیواره سلولی می‌شود (Fry, 2004; Knee and Bartley, 1981; Knee,1982). نرمی بافت میوه در نتیجه تغییرات در ساختار دیواره سلولی شامل کاهش همی سلولز، گالاکتوز و حل شدن و دپلیمریزه شدن پکتین صورت می‌گیرد و نتیجه فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره سلولی می‌باشد (Fisher and Bennett, 1991). استفاده از کلسیم بصورت محلول‌پاشی و غوطه‌ورسازی سبب تثبیت دیواره سلولی گیاهی می‌شود ودیواره سلولی را از آنزیم‌های نابود کننده دیواره سلولی که بویژه پلی‌گالاکترونار که سبب نرمی دیواره سلولی و رسیدگی میوه سیب می‌شود محافظت می‌کند. محلول‌پاشی برگی در به تاخیر انداختن رسیدگی توت فرنگی گزارش شده است (Wojcik and Lewandowski, 2003).

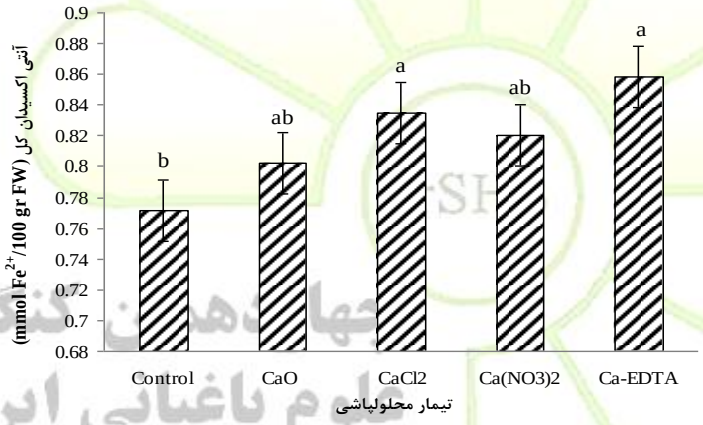
فعالیت آنتی‌اکسیدانی

از نظر فعالیت آنتی اکسیدان کل اثر محلول‌پاشی و غوطه‌ورسازی ($P\leq$۰/۰۱) معنی‌دار بود (جدول ۱)، اما اثرات متقابل آنها معنی‌دار نگردید. نتایج اندازه‌گیری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانتی کل میوه نشان داد که محلولپاشی با نمکهای مختلف اختلاف معنی‌دار با همدیگر

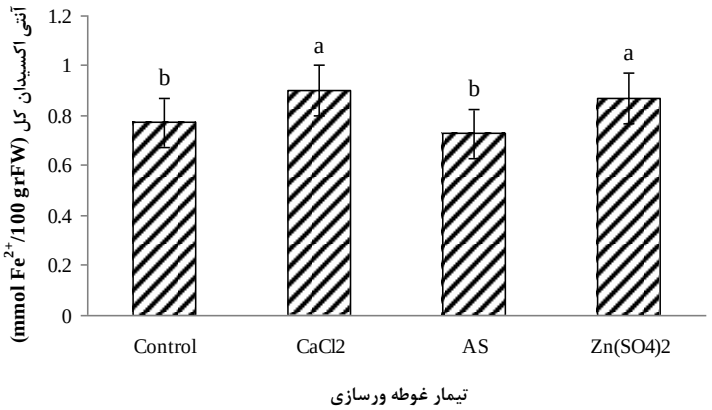
نداشتند اما میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانتی کل میوه در تیمار محلولپاشی با کلات کلسیم و کلرید کلسیم در مقایسه با تیمار شاهد(بدون محلولپاشی) دارای اختلاف معنی‌دار بودند (شکل ۲). این نتایج بیانگر این نکته است که کلسیم نقش مهمی در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانتی کل میوه کیوی دارد. مطابق شکل ۳ غوطه‌ورسازی با کلرید کلسیم و سولفات روی باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب به مقدار ۱۴/۴۴ و ۱۱/۴۹ درصد در مقایسه با شاهد گردیدند.

آنتی اکسیدان‌ها، رادیکال های آزاد تولید شده از تجزیه برخی مواد شیمیایی را خنثی می‌کنند. افزایش گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد (ROS) در طی فرآیند رسیدن میوه‌ها که در اثر افزایش متابولیسم در میوه‌ها به خصوص میوه‌های فرازگرا صورت می‌گیرد، می‌تواند موجب ایجاد خسارت به غشاهای زیستی گردد. برای جلوگیری از ایجاد خسارت توسط ROS ها، سلول‌ها از استراتژی جالبی بهره می‌گیرند که توسط سیستم آنتی اکسیدان می‌باشد (Spinardi, 2005). آنتی اکسیدان‌ها با دادن الکترون به ROSها، خود اکسید شده و قدرت اکسید کنندگی و ایجاد خسارت توسط ROSها را از بین می‌برند.

روی در سمیت زدایی انواع ROS شامل O_2^- (رادیکال سوپر اکسید) وH_2O_2 (پراکسید هیدورژن) شرکت می‌کند (Klug and Rhodes, 1987; Vallee and Falchuk, 1993). روی ممکن است از طریق بیان ژن‌های کد کننده آنزیم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی مانند آسکوربات پراکسیداز وگلوتاتیون رودکتاز خنثی کننده H_2O_2 در تنش اکسیداتیو دخالت کند (Gressel and Galum, 1994; Allen, 1995). نشان داده شده است که مقادیر پایین روی در سلول‌های گیاه، ممکن است تولید O_2^- را طی انتقال الکترون در فتوسنتز افزایش بدهد (Cakmak et al ., 1955) و تولید سوپراکسید وابسته به NADPH (متصل به غشاء) را باعث شود (Cakmak and Marschner ,1988a).



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی با نمک‌های مختلف کلسیمی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه کیوی.
شاهد: بدون محلول‌پاشی، CaO: محلول‌پاشی با اکسید کلسیم ۰/۳ درصد، $CaCl_2$: محلول‌پاشی با کلرید کلسیم ۰/۳ درصد، $Ca(NO_3)_2$: محلول‌پاشی با نیترات کلسیمی ۰/۳ درصد، Ca-EDTA: محلول پاشی با کلات کلسیم ۰/۳ درصد.



شکل ۳- اثر غوطه‌ورسازی با تیمارهای $CaCl_2$، اسید سالیسیلیک و $ZnSO_4$ بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه کیوی.
Control: بدون غوطه‌وری، $CaCl_2$: غوطه‌وری در کلریدکلسیم ۱ درصد، SA: اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار، $ZnSO_4$: سولفات روی ۱ درصد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد بعد از ۱۲۰ روز انبارمانی، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم کاتالاز میوه کیوی در تیمار کلرید کلسیم، سولفات روی بالاتر از تیمار اسید سالیسیلیک و شاهد بود. تیمارهای کلسیمی بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم کاتالاز را داشتند، و از بین نمک‌های کلسیمی محلول‌پاشی شده کلات کلسیمی (Ca-EDTA) به دلیل ظرفیت جذب بالا تاثیر بیشتری را داشته است. بطور کلی محلول‌پاشی با کلات کلسیم و غوطه‌ورسازی با تیمار کلرید کلسیم به دلیل افزایش سفتی و میزان کلسیم میوه به عنوان مناسب‌ترین تیمارهای این تحقیق معرفی گردیدند.

منابع

Beers, R. F. Jr. and Sizer, I. W. 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. Journal of Biological Chemistry. 195(1): 133–140.

Benzie, I. F. and Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Analytical Biochemistry. 239(1): 70–76.

Cakmak, I. and Marschner, H. 1988a. Enhanced superoxide radical production in roots of zinc-deficient plants. Journal of Experimental Botany. 39(10): 1449–1460.

Cakmak, I., Atli, M., Kaya, R., Evliya, H. and Marschner, H. 1995. Association of high light and zinc deficiency in cold leaf chlorosis in grapefruit and mandarin trees. Journal of Plant Physiology. 146: 355–360.

Del-Amor, F. M. and Marcelis, L. F. 2003. Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 78: 343–349.

Fisher, R. L. and Bennett, A. B. 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 42: 675–703.

Gerasopoulos, D., Chouliaras, V. and Lionakis, S. 1996. Effect of pre-harvest calcium chloride spray on maturity and storability of Hayward kiwifruit. Postharvest Biology and Technology. 7: 65–72.

Gressel, J. and Galun, E. 1994. Genetic controls of photooxidant tolerance. In: Foyer, C. H. and Mullineaux, P. (Eds.), Causes of photooxidative stress and amelioration of defense systems in plants. CRC Press, Boca Raton, USA. pp. 237–273.

Knee, M. and Bartley, I. M. 1981. Composition and metabolism of cell wall polysaccharides in ripening fruits. In: Recent Advances in the Biochemistry of Fruit and Vegetables. Academic Press, London and New York.

Niu, Y., Ye, L., Wang, Y., Shi, Y. and Luo, A. 2024. Salicylic acid mitigates 'Hayward' kiwifruit chilling injury by regulating hormone and proline metabolism, as well as maintaining cellular structure. Food Bioscience. 57: 103573.

Poovaiah, B. W. 1979. Role of calcium in ripening and senescence. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 10: 83–88.

Spinardi, A. M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulturae. 682: 655–662.

Vallee, B. L. and Falchuk, K. H. 1993. The biochemical basis of zinc physiology. Physiological Reviews. 73: 79–118.

Wojcik, P. and Lewandowski, M. 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of 'Elsanta' strawberry. Journal of Plant Nutrition. 26(3): 671–682.

Zhang, Y., Chen, K. S., Zhang, S. L. and Ferguson, I. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology. 28: 67–74.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Studying the effect of foliar spraying of different calcium salts and immersion of zinc and salicylic acid on some physiological characteristics of kiwi fruit

MirHassan Rasouli-Sadaghiani[1*], Seyedeh Rayan Mirshahabi[1] and Ebrahim Sepehr[1]
1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: m.rsadaghiani@urmia.ac.ir

Abstract

To evaluate the effect of Ca, Zn and salicylic acid (SA), an experiment with spraying with $CaCl_2$, CaO, $Ca(NO_3)_2$ and Ca-EDTA as well as dipping treatments including $CaCl_2$, $ZnSO_4$ and SA were carried out in kiwi trees (Hayward). After harvesting the sprayed fruits, they were dipped in a solution of $CaCl_2$ 1%, $ZnSO_4$ 1% and SA 2 mM for 10 minutes. The fruits were then stored in cold conditions for at a temperature of 3°C degrees for 4 months. The fruit firmness, fruit calcium, catalase activity, total antioxidant activity and ascorbic acid fruits were measured. The highest levels of firmness and Ca were observed in the spray treatment with Ca-EDTA and the dipping treatment in calcium chloride. Catalase activity was highest in fruits sprayed with Ca-EDTA and dipped in $CaCl_2$ reaching 98.9 units mg^{-1} protein, an increase compared to the control treatment. The highest total antioxidant activity was observed in fruits dipped in $CaCl_2$ (0.9 mmol Fe^{2+}/100 g FW) and $ZnSO_4$ (0.8 mmol Fe^{2+}/ 100g FW). This study suggests that due to the high uptake capacity of Ca-EDTA and the effective results of dipping kiwi fruit in $CaCl_2$ and zinc solutions, these treatments can be used to improve the quality and storage life of kiwifruit.

Keywords: Calcium chloride, Kiwifruit, Salicylic acid, Spraying calcium, Zinc sulfate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توت موزی (*Morus macroura*) در طی رسیدن

مهلا مهدوی‌زاده[1*] و فریال وارسته[1]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: *mahlamahdavi7887@gmail.com*

چکیده

تغییر در خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ساختاری میوه‌ها در طی مراحل رشد و نمو بر کیفیت نهایی، ماندگاری و ارزش تغذیه‌ای آنها تأثیر می‌گذارد. در پژوهش حاضر تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توت موزی (*Morus macroura*) بر اساس درجه رسیدگی میوه در پنج مرحله (۱. سبز تیره، ۲. سبز تیره-سبز روشن، ۳. سبز روشن، ۴. سبز روشن-سفید و ۵. سفید) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که با افزایش مرحله فیزیولوژیکی رسیدن میوه، وزن تر، وزن خشک، طول و قطر میوه به‌تدریج افزایش پیدا کرد. همچنین درصد رطوبت میوه با تغییر رنگ آن از سبز تیره به سبز تیره-روشن افزایش یافت اما پس از آن تا پایان مرحله رسیدن میوه و تغییر رنگ به سفید درصد رطوبت میوه کاهش یافت. همچنین مقدار مواد جامد محلول میوه در طی دوره رسیدن روند افزایشی نشان داد. کمترین مقدار کاروتنوئید وکلروفیل a در میوه به رنگ سفید به ترتیب به میزان ۰/۱۴ و ۰/۱۱ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. به‌علاوه بیشترین فنل کل به میزان ۵/۵۵ میلی‌گرم برگرم و بیشترین فلاونوئید کل به میزان ۰/۶۶ میلی‌گرم بر گرم ثبت شد. در طی مراحل رسیدن میوه مقدار اسیدیته قابل تیتر و ویتامین C بیش از ۸۰ درصد کاهش نشان داد. بیشترین قند کل میوه در مرحله رنگ سبز روشن-سفید میوه به میزان ۱۰۶/۶۶ میلی‌گرم بر گرم ثبت شد که با مرحله آخر رسیدن میوه اختلاف معنی‌دار نداشت. بیشترین مقدار ساکارز (۱۶/۹۹ میلی‌گرم بر گرم) و کمترین مقدار فروکتوز (۱۲/۶۷ میلی‌گرم بر گرم) در مرحله سبز تیره مشاهده شد. هر چند مقدار گلوکز در میوه سفید بیشترین مقدار بود اما تفاوت معنی‌داری از این نظر در بین مراحل مختلف رسیدن میوه مشاهده نشد. با توجه به یافته‌های این پژوهش، میوه توت موزی با توجه به درجه رسیدگی از نظر اغلب خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی تفاوت معنی‌داری نشان داد که می‌تواند در تعیین زمان بهینه برداشت، بهبود کیفیت تغذیه‌ای و مدیریت پس از برداشت آن مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: توت موزی، رسیدن، زمان برداشت، کیفیت.

مقدمه

جنس *Morus* به خانواده Moraceae تعلق دارد و شامل ۳۵ گونه است. توت درختی خزان‌دار با رشد سریع است که به‌طور گسترده‌ای در آسیا، اروپا، آمریکای شمالی و جنوبی و آفریقا رشد می‌کند (Sánchez, 2020; Mo et al., 2022). میوه توت سرشار از مواد مغذی و خواص دارویی بوده و بسیار مورد علاقه مصرف‌کنندگان می‌باشد (Yang et al., 2024). ایران یکی از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده توت در جهان است و با تولید بیش از ۱۸،۰۰۰ تن در دنیا جایگاه ویژه‌ای دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). توت موزی (هیمالیایی یا هندی) با نام علمی *Morus macroura* درختی با اندازه متوسط و تاج گسترده و آویزان است (El-Sadat and Hewidy, 2019) که به دلیل شباهت طعم میوه‌اش به موز و ظاهر کشیده‌اش در ایران به این نام معروف شده است. میوه توت حاوی آب، قند، پروتئین، اسیدهای چرب، اسیدهای آلی، فیبر و مواد معدنی است (Sánchez, 2020).

رنگ و اندازه از پارامترهای اساسی برای شناسایی کیفیت میوه هستند. رنگ میوه توت در ابتدا سبز است، اما در زمان رسیدن به رنگ‌های سفید، بنفش، سیاه، صورتی یا قرمز تغییر می‌کند که این تفاوت به دلیل اختلاف در میزان آنتوسیانین است. علاوه بر این، طول میوه توت یکی از معیارهای طبقه‌بندی جنس *Morus* است و در گونه‌های مختلف به‌طور قابل توجهی متفاوت است. طول میوه به سه دسته تقسیم می‌شود: بلند (بیشتر از ۳.۰ سانتی‌متر)، متوسط (بین ۲.۰ تا ۳.۰ سانتی‌متر) و کوتاه (کمتر از ۲.۰ سانتی‌متر). میوه توت که از نظر علمی

سروزیس (Sorosis) نامیده می‌شود، آب‌دار بوده و طعمی شیرین همراه با کمی ترشی دارد که در میوه‌های کمتر رسیده بیشتر محسوس است (Bajpai et al., 2015).

شناخت دقیق روند تغییرات خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میوه‌ها در مراحل مختلف رشد و رسیدن برای تعیین زمان بهینه برداشت و بهره‌برداری مناسب در صنایع تبدیلی از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به اهمیت میوه توت موزی (*Morus macroura*) و کمبود اطلاعات جامع درباره تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی آن در مراحل مختلف رسیدن میوه، مطالعه حاضر با هدف بررسی این تغییرات برای کمک به بهبود مدیریت برداشت، فرآوری و حفظ کیفیت این میوه انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر روی میوه درختان توت موزی ۸ ساله موجود در بوستان امید پردیس دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۴۰۴ انجام شد. برای اجرای آزمایش تعداد ۳ اصله درخت سالم انتخاب گردید و ۱۵ عدد میوه توت در قسمت میانه تاج و در جهت‌های مختلف انتخاب و نشانه‌گذاری شدند. اندازه‌گیری غیر تخریبی قطر و طول میوه‌های در حال رشدونمو و رسیدن متصل به درخت توسط کولیس دیجیتال در ۵ مرحله رسیدن (۱. سبز تیره، ۲. سبز تیره-سبز روشن، ۳. سبز روشن، ۴. سبز روشن-سفید و ۵. سفید) انجام شد. همزمان با اندازه‌گیری غیرتخریبی، نمونه‌گیری تخریبی برای تعیین خصوصیات بیوشیمیایی میوه با انتخاب و برداشت ۵ عدد میوه کاملا سالم در ۵ مرحله رشد و نموی ذکر شده انجام و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام شد.

وزن تر میوه‌ها بلافاصله پس از برداشت ثبت شد. سپس میوه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند و وزن خشک و درصد رطوبت میوه محاسبه گردید. مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی در دمای محیط اندازه‌گیری شد و نتایج بر حسب درصد بیان گردید. اسیدیته قابل تیتر و ویتامین C به ترتیب با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و معرف ید تعیین شد و مقادیر بر اساس میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد. میزان رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید با معرف دی متیل سوفکساید و در طول موج‌های ۶۶۳ ، ۶۴۵ ،۴۸۰ و ۵۱۰ نانومتر مشخص شد. مقادیر قند کل، ساکارز، گلوکز و فروکتوز نیز توسط دستگاه اسپکتروفتومتر سنجیده شد. محتوای فلاونوئید با استفاده از رنگ‌سنجی آلومینیوم کلراید در طول موج ۴۱۵ نانومتر، و مواد فنلی کل، با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو در طول ۷۶۵ نانومتر تعیین شد. همچنین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، با استفاده از معرف دی-فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد اختلاف بین مراحل مختلف رسیدگی میوه توت موزی از نظر وزن تر، وزن خشک، درصد رطوبت، درصد ماده خشک، طول، قطر، مواد جامد محلول، کاروتنوئید کل، فنل کل، اسیدیته قابل تیتر، ویتامین ث و قند کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و از نظر کلروفیل a، فلاونوئید کل و گلوکز در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت، ما اثر مرحله رسیدگی میوه بر کلروفیل b، کلروفیل کل، ساکارز و فروکتوز معنی‌دار نبوده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس تغییرات خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توت موزی در مراحل مختلف رسیدن.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر میوه	وزن خشک میوه	درصد رطوبت میوه	درصد ماده خشک میوه	طول میوه	قطر میوه	مواد جامد محلول	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
مرحله رسیدن میوه	۴	۲/۲۳**	۰/۳۰۲**	۸۳/۷۵**	۸۳/۷۵**	۵۰۲/۰۰۸**	۷/۵۰**	۱۲۱/۲۴**	۰/۰۰۶*	۰/۰۰۲^{nc}	۰/۰۰۷۵^{nc}
خطا	۵	۰/۱۵۶	۰/۰۰۷۵	۴/۹۹	۴/۹۹	۰/۰۳۴	۰/۰۹۹	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۶۳
ضریب تغییر	-	۱۴/۴۰	۱۳/۸۳	۲/۸۵	۱۰/۲۴	۰/۰۳۰۱	۴/۵۱	۰/۸۶۷	۱۷/۴۴	۱۱/۷۰	۱۵/۹۳

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس تغییرات خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توت موزی در مراحل مختلف رسیدن.

منابع تغییر	درجه آزادی	کاروتنوئید کل	فنل کل	فلاونوئید کل	اسیدیته قابل تیتر	ویتامین c	قند کل	گلوکز	ساکارز	فروکتوز
مرحله رسیدن میوه	۴	۰/۰۰۱۲**	۷/۷۲**	۰/۰۱۴*	۰/۰۲۹**	۱۶/۲۴**	۱۶/۰۴۳۴**	۳/۴۵*	۳/۰۹^{nc}	۰/۵۷۸^{nc}
خطا	۵	۰/۰۰۱۴	۰/۴۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۴۰	۱۳۶/۱۷	۰/۰۸۵۳	۱/۵۰	۰/۴۲۹
ضریب تغییر	-	۱۸/۹۵	۱۶/۰۰۰۱	۲۱/۱۷	۶/۳۲	۷/۲۴	۱۳/۵۴	۶/۴۶	۸/۰۶	۵/۶۵۹

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که وزن تر، وزن خشک، طول و قطر میوه به‌تدریج با افزایش رشد و نمو در طی مراحل رسیدن میوه افزایش پیدا کرده است. همان‌طورکه در (جدول ۲) مشاهده می‌شود درصد رطوبت میوه با رشد و نمو میوه و تغییر رنگ آن از سبز تیره به سبز تیره-روشن افزایش یافت اما پس از آن تا پایان مرحله رسیدن میوه و تغییر رنگ به سفید درصد رطوبت میوه کاهش یافت. همچنین مقدار مواد جامد محلول میوه در طی دوره رسیدن روند افزایشی نشان داد. بیشترین قند کل میوه در مرحله رنگ سبز روشن-سفید میوه به میزان ۱۰۶/۶۶ میلی‌گرم بر گرم ثبت شد که با مرحله آخر رسیدن میوه اختلاف معنی‌دار نداشت. مقدار کاروتنوئید وکلروفیل a در طی دوره رسیدن کاهش یافت و در مرحله آخر در میوه به رنگ سفید به ترتیب به ۰/۱۴ و ۰/۱۱ میلی‌گرم بر گرم بود.

تغییرات خواص فیزیکوشیمیایی میوه‌های توت (*Morus alba*) در هفت مرحله بلوغ در طول رسیدن بررسی و مشخص شد با رسیدن میوه‌ها، روشنایی و زردی کاهش یافت. همچنین با رسیدن کامل میوه‌ها، سفتی به سرعت کاهش یافت و از ۱۲/۷۰ به ۱/۱۰ کیلوگرم نیرو تغییر کرد. مواد جامد محلول و pH تمایل به افزایش داشتند، درحالی‌که اسیدیته، خاکستر خام، فیبر غذایی، پروتئین، مواد معدنی و اسیدهای آمینه در طول رسیدن کاهش یافتند .قندهای آزاد میوه‌های کاملاً رسیده ده برابر بیشتر از میوه‌های نارس بود. محتوای اسید گاما-آمینوبوتیریک تمایل به کاهش داشت و در طول رسیدن از ۱۱۳/۲ به ۱۷/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم تغییر کرد. اسیدهای فنلی آزاد، کوئرستین-۳-روتینوزید و ۱-دئوکسی‌نوجیریمایسین در طول رسیدن کاهش یافتند و فنل کل، آنتوسیانین‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول رسیدن افزایش یافت (Lee and Hwang, 2017).

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توت موزی در مراحل مختلف رسیدن.

مرحله رسیدن میوه	وزن تر میوه (g)	وزن خشک میوه (g)	درصد ماده خشک میوه	درصد رطوبت میوه	طول میوه (mm)	قطر میوه (mm)	مواد جامد محلول (%)	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)	کلروفیل کل (mg/g)
سبز تیره	۱/۵۶^{d}	۰/۳۵^{d}	۲۲/۶۲^{b}	۷۷/۳۹۸^{b}	۴۳/۴۵^{e}	۴/۸۱^{d}	۹/۹۰^{bd}	۰/۲۵^{a}	۰/۳۱^{a}	۰/۵۶^{a}
سبز تیره-سبز روشن	۲/۴۱^{c}	۰/۳۳^{d}	۱۳/۵۸^{c}	۸۶/۴۱^{a}	۵۲/۱۴^{d}	۵/۸۲^{c}	۱۰/۰۳^{bd}	۰/۲۳^{ab}	۰/۲۷^{a}	۰/۵۰^{a}
سبز روشن	۲/۸۰^{bc}	۰/۵۹^{c}	۲۱/۱۶^{b}	۷۸/۸۳^{b}	۶۷/۷۸^{c}	۷/۵۸^{b}	۱۹/۱۶^{c}	۰/۲۱^{ab}	۰/۲۵^{a}	۰/۴۷^{a}
سبز روشن-سفید	۳/۳۱^{ab}	۰/۷۸^{b}	۲۳/۵۱^{b}	۷۶/۴۸^{b}	۷۱/۱۶^{b}	۸/۲۰^{a}	۱۹/۵۶^{b}	۰/۱۷^{bc}	۰/۳۲^{a}	۰/۵۰^{a}
سفید	۳/۶۷^{a}	۱/۰۹^{a}	۲۸/۱۳^{a}	۷۱/۸۴^{b}	۷۲/۵۹^{a}	۸/۴۳^{a}	۲۴/۲۳^{a}	۰/۱۴^{c}	۰/۲۸^{a}	۰/۴۳^{a}

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توت موزی در مراحل مختلف رسیدن.

مرحله رسیدن میوه	کاروتنوئید کل (mg/g)	فنل کل (mg/g)	فلاونوئید کل (mg/g)	اسیدیته قابل تیتر (%)	ویتامین C (mg/ml)	قند کل (mg/g)	ساکارز (mg/g)	گلوکز (mg/g)	فروکتوز (mg/g)
سبز تیره	۰/۲۹^{a}	۵/۴۰^{a}	۰/۶۰^{ab}	۰/۲۸^{a}	۶/۷۶^{a}	۴۸/۳۳^{c}	۱۶/۹۹^{a}	۱۲/۶۷^{b}	۱۰/۹۰^{a}
سبز تیره-سبز روشن	۰/۲۲^{ab}	۳/۱۱^{b}	۰/۵۲^{b}	۰/۱۸^{b}	۲/۸۴^{b}	۸۸/۲۰^{ab}	۱۵/۰۱^{ab}	۱۴/۷۸^{a}	۱۱/۶۲^{a}
سبز روشن	۰/۲۰^{b}	۱/۹۰^{c}	۰/۴۹^{b}	۰/۰۸^{c}	۱/۶۶^{c}	۸۳/۰۴^{ab}	۱۴/۴۶^{b}	۱۴/۱۰^{ab}	۱۱/۸۳^{a}
سبز روشن-سفید	۰/۱۸^{bc}	۵/۵۵^{a}	۰/۵۲^{b}	۰/۰۶^{c}	۱/۲۷^{d}	۱۰۶/۶۶^{a}	۱۴/۷۸^{ab}	۱۵/۵۹^{a}	۱۱/۴۶^{a}
سفید	۰/۱۱^{c}	۴/۸۹^{a}	۰/۶۶^{a}	۰/۰۵^{d}	۱/۲۷^{d}	۱۰۴/۶۱^{a}	۱۴/۷۸^{ab}	۱۴/۳۰^{ab}	۱۲/۰۵^{a}

مقدار فنل و فلاونوئید کل تا مرحله میوه سبز روشن کاهش یافت و به مقدار ۱/۸۸ و۰/۴۰ میلی‌گرم بر گرم رسید درحالی‌که بیشترین مقدار فنل کل در مرحله چهارم رسیدن میوه به میزان ۵/۵۵ میلی‌گرم برگرم ثبت شده که با مرحله اول و پنجم رسیدن میوه تفاوت معنی‌داری نداشت. مقدار فلاونوئید کل در مرحله پنجم رسیدن میوه به بیشترین مقدار (۰/۶۶ میلی‌گرم بر گرم) رسید. در طی مراحل رسیدن میوه مقدار

اسیدیته قابل تیتر و ویتامین ث به ترتیب ۸۲/۱۴ و ۸۱/۲۱ درصد کاهش نشان داد. مطالعات نشان داده‌اند که با رسیدن میوه‌های توت، غلظت کلی فنل‌ها، فلاونوئیدها و فعالیت آنتی اکسیدانی افزایش می‌یابد؛ برای مثال، در مطالعه‌ای مقایسه‌ای بین پنج گونه *Morus*، مقدار فنل کل تا بیش از ۵۹۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم میوه افزایش یافت، هرچند در *M. macroura* احتمالاً کاهش/افزایش نسبت به سایر گونه‌ها مشاهده شده است (Mahmood et al., 2012; Saeed et al., 2023).

بیشترین مقدار ساکارز در مرحله سبز تیره (۱۶/۹۹ میلی‌گرم بر گرم) ثبت شد، درحالی‌که مقدار گلوکز در مرحله اول رسیدگی میوه کمترین مقدار (۱۲/۶۷ میلی‌گرم بر گرم) بود ولی مراحل دوم تا پنجم رسیدگی میوه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. به‌علاوه هر چند مقدار گلوکز در میوه سفید بیشترین مقدار بود اما تفاوت معنی‌داری از این نظر در بین مراحل مختلف رسیدن میوه مشاهده نشد.

به‌طورکلی بر اساس یافته‌های این پژوهش، میوه توت موزی در هنگام رسیدن دچار تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شد که این تغیرات شامل افزایش وزن و اندازه و محتوای مواد جامد محلول و تغییر رنگ و کاهش محتوی کلروفیل بود. این یافته‌ها می‌تواند در تعیین زمان بهینه برداشت، بهبود کیفیت تغذیه‌ای و مدیریت پس از برداشت میوه توت موزی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر. و عبدشاه، ح. ۱۳۹۹. آمار محصولات باغبانی. معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی ایران. ۱۵۷ صفحه.

Bajpai, P. K., Warghat, A. R., Yadav, A., Kant, A., Srivastava, R. B. and Stobdan, T. 2015. High phenotypic variation in *Morus alba* L. along an altitudinal gradient in the Indian trans-Himalaya. Journal of Mountain Science. 12: 446–455.

El-Sadat, N. H. A. and Hewidy, M. 2019. Plantlet reproduction of king white mulberry (*Morus macroura* Miq) via direct organogenesis. World Journal of Agricultural Sciences. 15(6): 409–413.

Lee, Y. and Hwang, K. T. 2017. Changes in physicochemical properties of mulberry fruits (*Morus alba* L.) during ripening. Scientia Horticulturae. 217: 189–196.

Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M. and Saari, N. 2012. Effect of maturity on phenolics (phenolic acids and flavonoids) profile of strawberry cultivars and mulberry species from Pakistan. International Journal of Molecular Sciences. 13(4): 4591–4607.

Mo, R., Zhang, N., Hu, D., Jin, Q., Li, J., Dong, Z., Zhu, Z., Li, Y., Zhang, C. and Yu, C. 2022. Identification of phenological growth stages of four *Morus* species based on the extended BBCH-scale and its application in fruit development with morphological profiles and color characteristics. Horticulturae. 8: 1140.

Saeed, A., Kauser, S., Hussain, A. and Nadeem, A. A. 2023. Comparative variability of nutrients, minerals, phenolics and anthocyanins with antioxidant potentials during fruit development stages in five mulberry (*Morus*) cultivars. Journal of Berry Research. 13(4): 355–377.

Sánchez, M. D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. Animal Production and Health Paper. 147: 1–8.

Yang, C., Yang, C., Huang, J., Yu, W., Wang, S. and Wu, H. 2024. Comparative metabolomic and transcriptomic analyses reveal the causes behind the unique aroma formation of mulberries (*Morus macroura* L. cv. 'BaiChang'). Preprints.org.

Physical and biochemical changes in king white mulberry fruit (*Morus macroura*) during ripening

Mahla Mahdavizade[1*] and Feryal Varasteh[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
[*]*Corresponding Author: Mahlamahdavi7887@gmail.com*

Abstract

Changes in the physiological, biochemical, and structural characteristics of fruits throughout their growth and development stages significantly influence their final quality, shelf life, and nutritional value. In this study, the physical and biochemical changes in King white mulberry fruit (*Morus macroura*) were examined across five distinct maturity stages: (1) dark green, (2) dark green–light green, (3) light green, (4) light green–white, and (5) white. The results indicated that as the fruit progressed through its physiological growth stages, parameters such as fresh weight, dry weight, length, and diameter increased progressively. Moisture content initially rose with the color transition from dark green to dark green–light green, followed by a decline towards the white stage at full ripeness. Soluble solids content exhibited a consistent upward trend during the ripening process. The highest total sugar content (106.66 mg/g) was observed at the light green–white stage, with no significant difference compared to the fully ripe white stage. The lowest concentrations of carotenoids and chlorophyll a were recorded in white fruits, at 0.14 mg/g and 0.11 mg/g, respectively. Conversely, the maximum levels of total phenols (5.55 mg/g) and total flavonoids (0.66 mg/g) were detected. Throughout fruit maturation, titratable acidity and vitamin C content declined by over 80%. The highest sucrose content (16.99 mg/g) and lowest fructose content (12.67 mg/g) were noted at the dark green stage. Although glucose concentration peaked in the white stage, differences across maturity stages were not statistically significant. These findings demonstrate that King white mulberry exhibits substantial variation in most physical and biochemical attributes according to ripeness level, providing valuable insights for determining optimal harvest time, enhancing nutritional quality, and improving post-harvest management strategies.

Keywords: Harvest time, King white mulberry, Quality, Ripening.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی برخی خصوصیات میوه توت‌فرنگی ارقام اتابکی و کاماروسا در چین‌های مختلف برداشت

فاطمه احمدی[1*]

۱- مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولیدگیاهی، دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: *fatemehahmadiii2023@gmail.com*

چکیده

توت‌فرنگی یکی از میوه‌های‌ریز محبوب خوراکی است که با وجود تنوع رقم در بسیاری از مناطق دنیا کشت می‌گردد. مطالعه خصوصیات مورفولوژیک و بیوشیمیایی با هدف مدیریت عملیات برداشت حائز اهمیت است. بدین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتور اول رقم تجاری توت‌فرنگی (اتابکی و کاماروسا) و فاکتور دوم زمان برداشت (نیمه‌فروردین، نیمه‌اردیبهشت و نیمه‌خرداد) در چهار تکرار اجرا شد. صفات مورد مطالعه در این پژوهش اندازه میوه، قندکل، نشاسته، فلاونوئیدکل و فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی بود. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین طول و عرض میوه به‌ترتیب در چین اول و دوم برداشت رقم کاماروسا بود. شاخص قندکل با گذشت زمان برداشت، در هر دو رقم افزایش یافت به‌طوری‌که در چین سوم برداشت رقم اتابکی بالاترین میزان را به خود اختصاص داد. اما میزان نشاسته میوه در چین سوم برداشت نسبت به سایر چین‌های برداشت پائین‌تر بود. فلاونوئیدکل در آخرین چین برداشت توت‌فرنگی، به‌تدریج افزایش یافت. درصد فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی در چین اول برداشت رقم اتابکی در مقایسه با دو چین دیگر بالاتر بود. بر همین اساس کاربرد میوه رقم اتابکی برای تولید کنسانتره و رقم کاماروسا برای تازه‌خوری پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: فعالیت آنتی‌اکسیدانی، زمان برداشت، توت‌فرنگی، قند کل.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*) گیاه چندساله علفی متعلق‌به تیره گل‌سرخیان می‌باشد (Hancock, 1991). رشد این گیاه در آب‌وهوای معتدل‌گرم و خاک اسیدی بسیارخوب است. میوه توت‌فرنگی سرشار از آنتی‌اکسیدان‌ها و منبع خوبی از منگنز بوده و ویتامین‌ث موردنیاز در رژیم‌غذایی را فراهم می‌کند (Gol et al., 2013). توت‌فرنگی به‌دلیل دارا بودن خواص بی‌شماری در درمان آرتروز، نقرس، کاهش وزن و چربی و کاهش فشار خون بالا کمک می‌کند و می‌تواند اثرات نامطلوب پیری بر مغز تا تشکیل لخته‌خون که با سکته مغزی مرتبط هستند را کاهش دهد (Biswas et al., 2019). کشت ارقام رایج میوه توت‌فرنگی و شناسایی ویژگی‌های آن‌ها برای درک ارزش زنجیره غذایی حائز اهمیت است. اتابکی یک نوع رقم بهاره توت‌فرنگی است که در جنگل‌های شمال ایران به‌طور طبیعی یافت می‌شود. کاماروسا جز ارقام مهم توت‌فرنگی بوده که به‌عنوان رقم زودرس، روز کوتاه با میوه‌ای بزرگ و عملکرد بالا محسوب می‌شود و کشت آن در شرایط گلخانه‌ای و هوای آزاد رو به گسترش است (جمالی و بنیان‌پور، ۱۳۹۵). از جمله عوامل موثر در رشدونمو بوته توت‌فرنگی می‌توان رقم گیاهی، تاریخ نمونه‌برداری و دمای هوا را نام برد (Misumi et al., 2025). به موجب آن میوه‌های چین‌های مختلف برداشت به‌طور قابل توجهی بر کیفیت، عملکرد و عمر ماندگاری محصول تاثیرگذار هستند. میوه‌های چین اول از شاه‌گل‌ها به‌وجود آمده و موادغذایی بیشتری دریافت می‌کنند، لذا طبیعی است که از سفتی و استحکام بیشتری برخوردار باشند. گفته‌شده است میوه‌های چین اول و دوم از میزان مواد جامد محلول کمتر و سفتی بیشتر نسبت به میوه‌های چین سوم برخوردار بودند (شریفی و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین در این پژوهش هدف بررسی برخی از شاخص‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی در ارقام اتابکی و کاماروسا توت‌فرنگی و چین‌های مختلف برداشت برای کشت در فضای آزاد در استان گلستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی بوته‌های کشت‌شده توت‌فرنگی ارقام اتابکی و کاماروسا روی مالچ پلاستیکی، در سه چین برداشت (نیمه‌فروردین، نیمه‌اردیبهشت و نیمه‌خرداد) انجام گرفت. طرح آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و در سال ۱۴۰۰ در مزرعه‌ای واقع در بندرگز، گلستان به‌اجرا درآمد. طول و عرض میوه و نسبت طول به عرض میوه پس از برداشت توسط کولیس اندازه‌گیری و برحسب میلی‌متر ثبت گردید. خصوصیات بیوشیمیایی شامل قندکل، نشاسته، فلاونوئیدکل و فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.0 صورت گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها صفات طول میوه و نسبت طول به عرض میوه در ارقام اتابکی و کاماروسا توت‌فرنگی در چین اول برداشت بیشتر از چین‌های دوم و سوم برداشت بود ولی در رقم کاماروسا میوه‌های درشت‌تری نسبت به رقم اتابکی گزارش شد. عرض میوه‌ها نیز طی زمان برداشت، افزایش تدریجی داشتند که بیشترین میزان آن‌ها در چین سوم برداشت رقم اتابکی و چین دوم برداشت رقم کاماروسا ثبت گردیدند. همچنین میزان قندکل میوه توت‌فرنگی رقم اتابکی و کاماروسا در آخرین چین برداشت افزایش چشمگیری را نشان داده است که در بین ارقام مذکور، رقم اتابکی شیرینی بیشتری را برخوردار بود. اما میزان نشاسته در چین سوم برداشت کمتر از سایر چین‌ها در دو رقم توت‌فرنگی وجود داشت (جدول ۱). شاید این مسئله بیانگر هیدرولیز بیشتر نشاسته میوه به قندهای هگزوزی است و هرچه میزان و سرعت این فرایند بیشتر باشد، میوه نرم‌تر خواهد بود (شریفی و همکاران، ۱۳۹۸).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و چین برداشت بر صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی میوه توت‌فرنگی.

رقم	زمان برداشت	طول‌میوه (میلی‌متر)	عرض‌میوه (میلی‌متر)	نسبت طول به عرض‌میوه	قندکل (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	نشاسته (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	فلاونوئیدکل (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)
اتابکی	چین اول	۴/۲ b	۲/۸ c	۱/۵ a	۹/۳ b	۶/۴ a	۱/۶۶ c	۲۶/۹ a
	چین دوم	۴/۰ bc	۳/۰ bc	۱/۴ a	۹/۳ b	۴/۷ c	۱/۶۸ c	۲۵/۵ b
	چین سوم	۲/۸ d	۳/۱ b	۰/۹ b	۱۰/۰ a	۴/۶ c	۱/۸۸ a	۱۳/۷ c
کاماروسا	چین اول	۵/۳ a	۳/۳ b	۱/۶ a	۹/۰ c	۴/۹ c	۱/۶۳ c	۲۶/۴ a
	چین دوم	۴/۵ b	۴/۰ a	۱/۱ b	۹/۲ bc	۵/۳ b	۱/۷۴ b	۱۹/۰ bc
	چین سوم	۳/۷ c	۳/۸ a	۱/۰ b	۹/۵ b	۴/۸ c	۱/۸۱ a	۱۳/۹ c

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیستند.

بر اساس جدول ۱ میوه‌های چین سوم برداشت از بیشترین میزان فلاونوئیدکل در مقایسه با دو چین دیگر برخوردار هستند، شاید به‌دلیل دارا بودن موادجامدمحلول بیشتر در میوه‌های آخرین چین برداشت باشد. چون موادجامدمحلول اغلب قندها هستند و قندها در واقع پیش‌ماده ترکیبات فنلی به‌شمار می‌آیند (عثمان‌پور، ۱۳۹۵). از سویی دیگر، فلاونوئیدکل جزو متابولیت‌های ثانویه بوده و از آنجایی که این متابولیت‌ها از کربوهیدرات‌ها به‌وجود می‌آیند، بنابراین با بالا رفتن میزان تولید کربوهیدرات‌ها، میزان فلاونوئیدکل نیز به‌تدریج افزایش خواهد یافت (شریفی و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین افزایش فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی به‌دلیل اندازه بزرگتر میوه می‌باشد که یک سینک قوی برای جذب آب و املاح از طریق سیستم‌های آوندی ایجاد کرده است (Kriti, 2016).

منابع

جمالی، ب. و بنیان‌پور، ع. ۱۳۹۵. پرورش توت‌فرنگی. نشریه فنی. شماره ۴۲.

شریفی، آ.، قادری، ن.، خورشیدی، ج. و جوادی، ت. ۱۳۹۸. بررسی کمّیت و کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم آروماس در چین‌های مختلف برداشت تحت تأثیر محیط کشت و هیومیک‌اسید. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱۰(۳): ۱-۲۰.

عثمان‌پور، س. ۱۳۹۵. اثر نانوذرات سیلیس و جاسمونیک‌اسید بر روی برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی توت‌فرنگی تحت تنش شوری در شرایط کشت بدون خاک. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

Biswas, A., Melmaiee, K., Elavarthi, S., Jones, J. and Reddy, U. 2019. Characterization of strawberry (*Fragaria* spp.) accessions by genotyping with SSR markers and phenotyping by leaf antioxidant and trichome analysis. Scientia Horticulturae. 256: 108561.

Gol, N. B., Patel, P. R. and Rao, T. V. R. 2013. Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. Postharvest Biology and Technology. 85: 185–195.

Hancock, J., Maas, J., Shanks, C., Breen, P. and Luby, J. 1991. Strawberries (*Fragaria*) genetic resources of temperate. Fruit and Nut Crops. 290: 491–548.

Kriti, A. 2016. Effect of GA3 and NAA on growth, flowering, fruiting, yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cv. Chandler. Doctoral dissertation, Institute of Agricultural Sciences, Banaras Hindu University.

Misumi, M., Watanabe, T., Nishi, F., Fukuyama, H. and Sone, K. 2025. Applicability and limitation of "accumulated distribution temperature" as an indicator for strawberry quality control investigated by an alternative shipping export test. Scientia Horticulturae. 339: 113880.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of some characteristics of strawberry fruit of ‘Atabaki’ and ‘Camarosa’ cultivars at different harvest times

Fatemeh Ahmadi[1*]
1. Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[*]*Corresponding Author: fatemehahmadiii2023@gmail.com*

Abstract

Strawberry is one of the popular small edible fruits that is cultivated in many regions of the world despite the variety of cultivars. The study of morphological and biochemical characteristics is important for managing harvesting operations. For this purpose, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with the first factor of the commercial strawberry cultivar (‘Atabaki’ and ‘Camarosa’) and the second factor of harvest time (mid-April, mid-May and mid-June) in four replications. The traits in this study were fruit size, total sugar, starch, total flavonoid and antioxidant activity. The results showed that the largest fruit length and width were in the first and second harvests of the ‘Camarosa’ cultivar, respectively. The total sugar index increased in both cultivars with the passage of harvest time, so in the third harvest of ‘Atabaki’ cultivar had the highest amount. However, the amount of fruit starch in the third harvest was lower than in other harvests. Total flavonoids gradually increased in the last strawberry harvest. The percentage of antioxidant activity in the first harvest of the ‘Atabaki’ variety was higher compared to the other two harvests. Accordingly, the use of the ‘Atabaki’ variety fruit is recommended for the production of concentrate and the ‘Camarosa’ variety for fresh consumption.

Keywords: Antioxidant activity, Harvest time, Strawberry, Total sugar.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر پوشش میوه با برخی ترکیب‌های تجاری بر سفتی و ویژگی‌های شیمیایی کیوی فروت رقم هایوارد

فرحناز زمانی علویجه[1*]، مهدی حدادی‌نژاد[1] و جواد فتاحی مقدم[2]

۱- علوم و مهندسی باغبانی، علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- علوم و مهندسی باغبانی، اصلاح و فیزیولوژی درختان میوه، پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *farahnazzamani77@gmail.com*

چکیده

در این پژوهش تاثیر پوشش‌های خوراکی حاوی (پلی اتیلن، کارنوبا و ساکارز) هرکدام با غلظت های(۵،۱۰،۱۵) و 1-MCP با غلظت های (۳/۳،۳، ۳/۶) بر سفتی و ویژگی‌های شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش ۱۳ تیمار شامل یک نمونه شاهد و ۱۲ ترکیب تجاری و زمان انبارمانی شامل صفر(قبل از انبار مانی)،۳۰، ۶۰ و۹۰ (روز بعد از انبارمانی)بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و ۳تکرار در سردخانه موسسه تحقیقات مرکبات رامسر انجام شد. نتایج نشان داد اثر متقابل بین واکس و زمان برای صفات pH ، سفتی، آنتی اکسیدان و فنل در سطح ۱ درصد معنی دار شدند. در زمان ۶۰ و ۹۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان اسیدیته را داریم و در زمان ۳۰ روز بعد از انبارمانی کمترین میزان اسیدیته را داریم. و واکسی که حاوی پلی اتیلن۱۰ درصد هست بیشترین میزان اسیدیته را شاهد هستیم.

واژه‌های کلیدی: اتیلن، واکس، کیوی، مواد جامد محلول.

مقدمه

توسعه کشت و تولید کیوی در ایران به سرعت در حال افزایش است. نگهداری و یا صادرات این محصول با ضایعات همراه است که بایستی با روش‌های مختلف و روش‌های سازگار با محیط زیست، میزان آن را کاهش داد. کیوی با نام علمی *Actinidia deliciosa* از خانواده Actinidiaceae است (افشار محمدیان و فلاح، ۱۳۹۵). بعد از برداشت میزان تنفس محصول به طور بارزی کاهش می‌یابد. کیوی میوه‌ای فرازگرا با میزان تنفس متوسط است. یکی از دلایل اصلی ضایعات پس از برداشت و کاهش عمر انباری بسیاری از میوه‌ها از جمله کیوی تولید درونی گاز اتیلن و یا حضور بیرونی این گاز می‌باشد (عمادی پور و همکاران، ۱۳۸۷). اتیلن باعث رسیدگی زودهنگام، افزایش حساسیت به بیماری‌های قارچی و باکتریایی و کاهش انبارمانی کیوی می‌شود (عمادی پور و همکاران، ۱۳۸۷). قسمتی از تحریک مرحله رسیدن با تغییراتی در طعم و بافت میوه‌های کلیماکتریک ارتباط دارد. اتیلن در رسیدن میوه کیوی باعث بهبود کیفیت این میوه توسط افزایش فروکتوز و ساکاروز می‌شود (افشار محمدیان و فلاح، ۱۳۹۵). اتیلن سبب افزایش قابل توجه محتویات قند آزاد، مواد جامد محلول، پلی‌فنل‌ها ، افزایش تنفس و فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود (پارک و همکاران، ۲۰۰۶). ۱ - متیل سیکلوپروپن (1-MCP) ترکیب جدیدی است که، خاصیت ضد اتیلنی از خود نشان می‌دهد. این امر از طریق مهارکردن اتصال اتیلن به گیرنده‌های اختصاصی در بافت‌های گیاهی، جلوگیری از اثرات پیرکنندگی اتیلن مانند ریزش برگ، جوانه گل و پژمردگی گل می‌شود و در نهایت به طولانی شدن عمر گیاهان و گل‌ها می‌انجامد (افشار محمدیان و فلاح، ۱۳۹۵). استفاده از 1-MCP قبل از ذخیره سازی میوه کیوی هایوارد موجب افزایش ماندگاری و حفظ سفتی میوه با کاهش تولید اتیلن می شود. این روش همچنین باعث کاهش نرم شدن و پوسیدگی میوه از طریق کنترل تولید اتیلن و بهبود زخم‌ها در طول نگهداری می‌گردد (Seo Park et al., 2014).

واکس زدن میوه‌ها و سبزیجات یک تکنیک رایج پس از برداشت است. پوشش خوراکی عبارت است از افزودن یک لایه نازک از مواد خوراکی روی مواد غذایی و میوه‌ها که از طریق پیچیدن، فروبردن، برس زدن یا پاشیدن انجام می‌شود و به این ترتیب، یک سد انتخابی در برابر انتقال گازها، بخارات و مواد حل شده ایجاد می‌شود. پوشش خوراکی مورد استفاده بر روی مواد غذایی می‌تواند از طریق کاهش هدر

روی رطوبت و تبادلات گازی، تنظیم سرعت واکنش‌های اکسیداتیو و کاهش آلودگی در افزایش عمر نگهداری موادغذایی و میوه‌ها و هم‌چنین بالا بردن بازار پسندی آنها موثر باشد (مرادی نژاد، ۱۴۰۰). حسنی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که پوشش‌های خوراکی حاوی روغن سبوس برنج، به ویژه در غلظت ۰.۶ درصد، باعث کاهش افت وزن و حفظ سفتی میوه کیوی در طول یک ماه انبارداری می‌شوند. این پوشش‌ها با جلوگیری مؤثر از تبخیر آب، از بروز مشکلاتی مانند چروکیدگی و چرمی شدن بافت میوه جلوگیری کردند.پوسیدگی در میوه‌ها، توسط قارچ‌ها یا باکتری‌ها ایجاد می‌شود که عامل اصلی کاهش تولید در طول دوره بازاریابی است. آلودگی ممکن است قبل یا بعد از برداشت با نفوذ از محل‌های زخمی یا نفوذ مستقیم از راه پوست صورت گیرد. آلودگی‌های قبل از برداشت به ویژه در میوه‌ها، به حالت رکود باقی مانده و وقتی که میوه‌ها می‌رسند شروع به فعالیت و توسعه می‌نمایند (افشاری و مینویی مقدم، ۱۳۹۳). هدف اصلی این پژوهش، یافتن بهترین غلظت 1-MCP و پوشش مناسب برای تاخیر در پیری و بهترین پوشش برای جلوگیری از چروکیدگی و آلودگی قارچی کیوی در سردخانه است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در موسسه تحقیقات مرکبات کشور واقع در رامسر در ۴ زمان صفر (قبل از انبارمانی)، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از انبارمانی روی میوه کیوی فروت رقم هایوارد انجام گرفت. میوه‌های کیوی رقم هایوارد مورد استفاده در زمان رسیدن به شاخص برداشت (حداقل مواد جامد محلول برابر با ۶/۲ تا ۶/۵ درصد) برداشت شدند. تیمارها ۱۳ مورد بودند که یک تیمار مربوط به شاهد بود. چون از 1-MCP به طور معمول استفاده می‌شد، در این پژوهش تیمارها با 1-MCP مقایسه شدند. تیمارها بر اساس جدول ۱ تعریف شدند: تیمارها به شیوه غوطه‌وری اعمال شدند. برای هر تیمار ۳ جعبه حاوی ۴۵ عدد میوه در نظر گرفته شد. بعد از اعمال تیمار و ارزیابی میوه در زمان صفر انبارداری، میوه‌ها به سردخانه با دمای ۰.۵ درجه و رطوبت ۹۰ درصد منتقل شدند.

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده.

تیمار	فرمول
Maxi Fresh	**TMX1:** امولسیون پلی اتیلن ۵٪ + ۲۵۰۰ ppm پیریمتانیل
	TMX2: امولسیون پلی اتیلن۱۰٪ + ۲۵۰۰ ppm پیریمتانیل
	TMX3: امولسیون پلی اتیلن ۱۵٪ + ۲۵۰۰ ppm پیریمتانیل
Hi Fresh	**THF1:** امولسیون کارنوبا ۵٪ +۲۵۰۰ppm گلیسرین مونو اولئات
	THF2: امولسیون کارنوبا ۱۰٪ +۲۵۰۰ppm گلیسرین مونو اولئات
	THF3: امولسیون کارنوبا ۱۵٪ +۲۵۰۰ppm گلیسرین مونو اولئات
Semper Fresh	TSE1: امولسیون ساکارز استر۵٪
	TSE2: امولسیون ساکارز استر۱۰٪
	TSE3: امولسیون ساکارز استر ۱۵٪
1-MCPمایع	**TMC1:** امولسیون 1-MCP ۳٪
	TMC2: امولسیون ساکارز استر ۳/۳٪
	TMC3: امولسیون ساکارز استر۳/۶٪

نمونه‌برداری در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ اقدام به ارزیابی صفاتی چون سفتی، مواد جامد قابل حل (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، تعیین pH، فنل کل، ظرفیت آنتی اکسیدانی به شیوه های زیر اندازه گیری شدند. برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه از دستگاه سفتی سنج مدل با نوک (پروب) ۸ میلی‌متر استفاده کردند. ۰/۵سانتی متر از پوست بخش استوایی میوه کیوی جدا و میزان سفتی بافت گوشت زیر آن سنجیده و به صورت کیلوگرم نشان داده شد. برای اندازه‌گیری TSS از دستگاه رفرکتومتر چشمی بهره بردند. میزان اسید قابل تیتراسیون (TA) با سود ۰/۱ نرمال برای اسید سیتریک (۰/۰۶۴) در حضور فنیل فتالئین اندازه‌گیری و سپس TA محاسبه شد. به منظور تعیین میزان

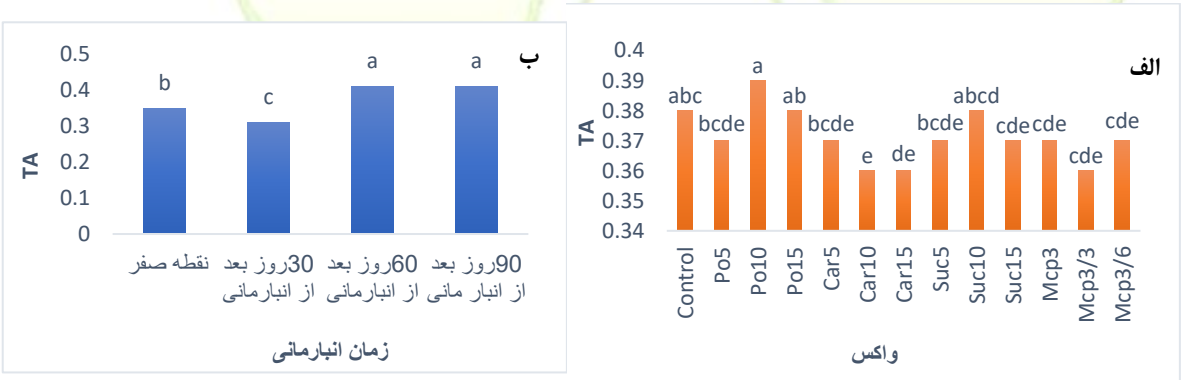
pH برای هر نمونه، ابتدا هر نمونه در دستگاه مخلوط کن خرد شده و پس از جدا کردن آب میوه از مخلوط به دست آمده، با بکارگیری دستگاه pH متر، میزان pH هر نمونه خوانده شد. میزان فنل کل در گوشت میوه با روش فولین سیکالتو و با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری و از اسیدگالیک به عنوان استاندارد استفاده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها، از طریق خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد (DPPH) (۱و۱دی فنیل ۲_ پیکریل هیدرازیل) تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر متقابل بین واکس و زمان برای صفات pH ، سفتی، آنتی اکسیدان و فنل در سطح ۱ درصد معنی دار شدند. در زمان ۶۰ و ۹۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان اسیدیته را داریم و در زمان ۳۰ روز بعد از انبارمانی کمترین میزان اسیدیته را داریم. و واکسی که حاوی پلی اتیلن۱۰ درصد هست بیشترین میزان اسیدیته را شاهد هستیم.

جدول ۲– تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای واکس و زمان بر کیفیت میوه کیوی فروت.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		pH	سفتی	TSS	TA	TSS/TA	آنتی اکسیدان	فنل
واکس	۱۲	۰/۰۰۷*	۴/۶۹**	۱/۲۴ns	۰/۰۰۱**	۱۲/۴۲ns	۵۷/۶۵**	۰/۷۰۳**
زمان	۳	۰/۲۴۹**	۴۸/۱۸**	۲۴۷/۶۲**	۰/۱۰۱**	۸۷۶/۳۴**	۳۵۰/۸۷**	۰/۰۳۵**
اثر متقابل واکس و زمان	۳۶	۰/۰۰۸**	۴/۵۲**	۱/۲۵ns	۰/۰۰۰۳ns	۷/۶۸ns	۴۸/۸۱**	۰/۴۴۰**
خطا	۱۰۴	۰/۰۰۳	۰/۹۶	۱/۳۱	۰/۰۰۰۳	۱۴/۵۴	۶/۵۱	۰/۰۲۶
ضریب تغییر		۱/۸۰	۲۰/۳۰	۹/۵۵	۵/۳۰	۱۱/۹۷	۲/۷۹	۱۰/۰۹



شکل ۱– مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای واکس (الف) و زمان انبارمانی (ب) بر کیفیت میوه کیوی فروت.

منابع

افشار محمدیان، م. و فلاح، س. ف. ۱۳۹۵. کیوی، پرورش و ارزش غذایی. جلد ۱. وارسته، رشت، ایران. ۲۷۲ ص.

افشاری، ح. و مینویی‌مقدم، ج. ۱۳۹۳. فیزیولوژی پس از برداشت در علوم باغبانی. جلد ۱. جهاد دانشگاهی، تهران، ایران. ۴۷۲ ص.

حسنی، ف.، جوانمرد، م. و گروسی، ف. ۱۳۸۹. بررسی ماندگاری میوه کیوی پوشش‌داده‌شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۶(۳): ۱۵۸–۱۶۷.

رضائی، م. و صداقت، ن. ۱۴۰۲. استفاده از پوشش‌های خوراکی متیل سلولز و موم کارنوبا و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده در بهبود کیفیت سیب قرمز لبنانی. مجله علوم غذایی و تغذیه. ۱۵–۳۴.

عمادی‌پور، م.، قره‌یازی، ب.، رضایی‌کلج، ی. و عمرانی، آ. ۱۳۸۷. تأثیر گرانول‌های نانو جاذب هورمون اتیلن با بسترهای زئولیتی، بر افزایش عمر انبارمانی و خصوصیات کیفی میوه کیوی رقم Hayward همایش بین‌المللی ژئولیت ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.

غفوری، م.، رضوی، ف.، ارغوانی، م. و عابدی‌قشلاقی، الف. ۱۴۰۱. بهبود خصوصیات پس از برداشت میوه کیوی رقم Hayward با کاربرد قبل از برداشت جلبک قهوه‌ای (*Ascophyllum nodosum*). نشریه علوم باغبانی. ۳۶(۴): ۸۸۵–۹۰۱.

کلایی، س. ف.، صادقی، ح. و غفارپور، ع. ۱۳۹۲. کاربرد اسید سالیسیلیک بر برخی صفات کمی و کیفی کیوی رقم Hayward در دوره انبارداری. دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم، همدان، ایران.

مرادی‌نژاد، ف. ۱۴۰۰. فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت محصولات باغی (میوه‌ها، سبزیجات، گیاهان دارویی و زینتی). جلد ۱. دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. ۴۰۴ ص.

Park, Y. S., Im, M. H. and Gorinstein, S. 2014. Shelf-life extension and antioxidant activity of Hayward kiwifruit as a result of prestorage conditioning and 1-methylcyclopropene treatment. Journal of Food Science and Technology. 51(7): 1300–1308.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of fruit coating with some commercial compounds on the firmness and chemical properties of Hayward kiwifruit cultivar

Farahnaz Zamani Alavijeh[1*], Mehdi Haddadinejad[2] and Javad Fattahi Moghadam[3]
1. Horticultural Science and Engineering, Agricultural Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
2. Horticultural Science and Engineering, Fruit Tree Breeding and Physiology, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, Ramsar, Iran
Corresponding Author: farahnazzamani77@gmail.com

Abstract

In this study, the effect of edible coatings containing (polyethylene, carnauba and sucrose) each with concentrations of (5, 10, 15) and 1-MCP with concentrations of (3, 3.3, 3.6) on firmness and chemical properties was investigated. This study included 13 treatments including a control sample and 12 commercial compounds and storage times including zero (before storage), 30, 60 and 90 (days after storage). This experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with 3 replications in the cold storage of the Ramsar Citrus Research Institute. The results showed that the interaction between wax and time for the traits pH, firmness, antioxidant and phenol were significant at the 1% level. At 60 and 90 days after storage, we have the highest acidity, and at 30 days after storage, we have the lowest acidity. And the wax containing 10% polyethylene has the highest acidity.

Keywords: Ethylene, Kiwi, Soluble solids, Wax.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تاثیرات غلظت‌های مختلف کیتوزان بر برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی میوه گلابی رقم اسپادونا در طول دوره انبارمانی

مرتضی رجبی دربندی علیا[۱*]، عباس یداللهی[۱] و آزاد عمرانی صباغی[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران)
۲- مرکز تحقیقات علوم میوه‌های XEDA، سنت آندیول، فرانسه
*نویسنده مسئول: *m.rajabidarbandiolia@modares.ac.ir*

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان در سه غلظت ۱، ۲ و ۳ درصد بر حفظ ویژگی‌های فیزیولوژیکی میوه گلابی رقم اسپادونا در طی دوره انبارمانی سرد (دمای ۱±۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۸۵ درصد به‌مدت ۱۲۰ روز) انجام شد. صفاتی شامل مواد جامد محلول کل (TSS) ، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و شاخص طعم (TSS/TA) در بازه‌های زمانی (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز) اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان و تعامل تیمار × زمان بر کلیه صفات در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، در حالی که اثر مستقل تیمار تنها برای شاخص طعم معنی‌دار گزارش شد. طی زمان نگهداری، TSS به‌طور معنی‌داری افزایش و TA کاهش یافت، که منجر به افزایش شاخص طعم گردید. تیمار غلظت‌های بالای کیتوزان به ویژه ۲ درصد نسبت به سایر تیمارها، در روزهای ۹۰ و ۱۲۰، بیشترین تأثیر را در کنترل افزایشTSS، کاهش افت TA و ایجاد تعادل در شاخص طعم داشت. این تیمارها توانستند بدون تغییرات شدید روند رسیدگی و کیفیت میوه را به شکل مؤثرتری حفظ کنند. در مجموع، استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان، به‌ویژه در غلظت ۲ و ۳ ٪، می تواند روشی مؤثر برای کاهش افت کیفیت، بهبود ماندگاری و حفظ خواص حسی میوه گلابی طی دوره انبارمانی سرد باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته قابل تیتراسیون، ماندگاری، پوشش، مواد جامد محلول کل.

مقدمه

میوه گلابی (*Pyrus* spp.) از نظر سطح زیرکشت، پنجمین میوه در سطح جهان است. این میوه منبع غذایی بسیار ارزشمندی است به طوری که از نظر مصرف و تولید پس از سیب در رتبه دوم قرار می‌گیرد (Hussain et al., 2021). میوه‌های گلابی به‌ویژه ارقام متعلق به گونه اروپایی (*P. communis* L) دارای عطر و طعم بسیار قوی هستند. در نتیجه طرفداران بسیاری در سطح جهان دارند (He et al., 2022). این میوه‌ها سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و پلی‌فنلی می‌باشند که خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن را کاهش و سیستم ایمنی را تقویت می‌کنند (Kolniak-Ostek et al., 2020). بسیار از ارقام گلابی از جمله گونه P. Communis عمر انبارمانی کوتاهی داشته و به شدت در معرض تخریب و فساد قرار دارند. میوه گلابی بعد از یک دوره نگهداری سرد دچار تغییرات شدید مانند زوال و تغییر رنگ، چروکیدگی پوست، کاهش وزن، میزان قند و اسیدیته می‌شود (Peralta-ruiz et al., 2021). گلابی رقم اسپادانا یا اسپادونا (Espadona) یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری ایران است که به دلیل عطر، طعم و شکل ظاهری زیبا بسیار مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار گرفته است.

پوشش‌های خوراکی با کنترل انتقال رطوبت، اکسیژن، دی‌اکسید کربن و طعم محصولات به حفظ کیفیت و زمان ماندگاری آن‌ها کمک می‌کنند. این کار باعث حفظ رطوبت شده و ساختار و بافت میوه را حفظ کرده و مانع نرم شدن محصول می‌شود. پوشاننده‌ها دارای ساختار ویژه‌ای هستند که تبادلات گازی، میزان رطوبت و بخار آب را در میوه کنترل کرده و همچنین تغییرات فیزیولوژیکی میوه را پس از برداشت و در طول نگهداری سرد نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (Chavan et al., 2023; Kadkhodaei et al., 2021). کیفیت میوه گلابی در طول دوره‌ی ذخیره‌سازی کاهش می‌یابد. در طول دوره نگهداری نمی‌توان کیفیت کلی میوه گلابی را ارتقا بخشید اما می‌توان کیفیت محصول را تا حدود زیادی حفظ کرد. میوه یک موجود زنده با متابولیسم فعال است که در طول دوره نگهداری دستخوش تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی زیادی می‌شود و همین عامل کیفیت محصول را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (Saquet, 2019). کیتوزان بیوپلیمری با پایه

طبیعی است که از کیتین دومین پلیمر فراوان در طبیعت مشتق شده است. کیتوزان ماده‌ای سازگار با محیطزیست و زیست تخریب‌پذیر است که توسط سازمان غذا و دارو به عنوان یک ترکیب ایمن (GRAS) شناخته می‌شود (Kritchenkov et al., 2019). تحقیق صورت‌گرفته بر روی میوه سیب، تأثیر مثبت کیتوزان ۱/۵ درصد بر روی پارامترهای کیفی میوه تاثیر مثبت کاربرد پوشش کیتوزان را نشان داد (Zeb, 2020). هدف از پژوهش حاضر در افزایش مدت زمان نگهداری و حفظ کیفیت میوه گلابی رقم اسپادانا است.

مواد و روش‌ها

برداشت میوه‌های گلابی رقم اسپادونا (Spadona) از باغ تحقیقاتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی استان البرز، منطقه کمالشهر در تاریخ ۲۳ مردادماه سال ۱۴۰۲ انجام شد. دراین آزمایش میوه‌های سالم و عاری از هر گونه علائم ناشی از آفات، بیماری‌ها و نابسامانی‌های سطحی و همچنین دارای وضعیت مشابه از نظر رسیدگی(سفتی و مواد جامد محلول کل)و سایز میوه اندازه انتخاب شدند. سپس میوه‌ها سریعاً به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت، شرکت دانش بنیان دانش میوه خاورمیانه در موسسه تحقیقات علوم باغبانی واقع در شهر کرج منتقل شدند. میوه‌های گلابی ها با محلول هیپوکلریت ۱ درصد به مدت یک دقیقه استریل و سپس با آب مقطر کاملاً شست و شو داده شدند. بعد از شست و شو، به منظور خشک شدن به مدت ۲ ساعت بر روی سکو قرار داده شد. محلول های کیتوزان ۲،۱ و۳ درصد به ترتیب با حل کردن ۲۰،۱۰ و ۳۰ گرم پودرکیتوزان در ۱۰۰۰ میلی محلول آب مقطر حاوی استیک اسید ۰/۵ درصد تهیه گردید. pH محلول های کیتوزان با استفاده از هیدروکسید سدیم (NaOH)۰/۱ نرمال به ۵/۶ تنظیم شد (Li et al., 2010). میوه های با کیتوزان در سه سطح (۱، ۲و ۳٪) با دست و با کمک اسفنج پوشش داده شدند تا شرایطی مطابق به برس زنی و واکس میوه در شرایط صنعتی فراهم شود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمار کیتوزان در سه سطح (۱، ۲و ۳٪) در ۳ تکرار انجام شد. بعد از اعمال تیمارها میوه‌ها بر روی سکوهای آزمایشگاه خشک شدند. دمای سردخانه بر روی ۱ ± ۱ درجه سیلسیوس و رطوبت نسبی در حدود ۸۵-۸۰ ٪ تنظیم گردید. میوه ها تیمار شده هر ۳۰ روز از انبار خارج و صفات فیزیولوژیکی شامل اسیدیته قابل تیتراسیون، درصد مواد جامد محلول و شاخص طعم مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه گیری TSS یک الی دو قطره از آب میوه صاف شده در هر تکرار روی دستگاه رفراکتومتر دیجیتال مدل (HDR101 ST335A) قرار داده شد و مقدار آن قرائت گردید. به منظور اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون پنج میلی لیتر از عصاره به دست آمده از نمونه برداشته و جهت رقیق‌سازی، ۴۵ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه می‌شود. عصاره رقیق شده توسط هیدروکسید سدیم (NaOH) ۰/۱ نرمال تیتر می‌شود و اسید قابل تیتر با استفاده از رابطه زیر بر حسب درصد محاسبه شد.

$$TA\% = \frac{ml(NaOH)\times N(NaOH)\times acid\ meq.factor}{ml\ juice\times 1000}\times 100$$

در نهایت براساس TSS و TA میزان شاخص طعم میوه با تعیین نسبت بین مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون حاصل شد. تمامی داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SAS 9.1.3 تجزیه گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (α =۰/۰۵) انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول-۱) اثر تیمار کیتوزان بر شاخص مواد جامد محلول کل TSS و اسیدیته قابل تیتراسیون TA معنی‌دار نبود. اما اثر زمان و برهم‌کنش تیمار × زمان بر این صفات در سطح ۱درصد معنی‌دار شد. باتوجه به نمودار (شکل-۱) با افزایش زمان انبارمانی، مقدار TSS در تمامی تیمارها افزایش یافت که احتمالاً به دلیل تجزیه نشاسته و تجمع قندهای ساده در میوه است. روند افزایش TSS درتیمارهای با غلظت بالاتر کیتوزان (به‌ویژه۳ درصد) در مقایسه با شاهد از روز ۶۰ به بعد، کندتر بود. کنترل روند افزایشی TSS در تیمارهای کیتوزان می‌تواند با ایجاد لایه نیمه‌نفوذپذیر، نرخ متابولیسم و تنفس را کاهش داده و از تجزیه سریع مواد ذخیره‌ای جلوگیری می‌کند،

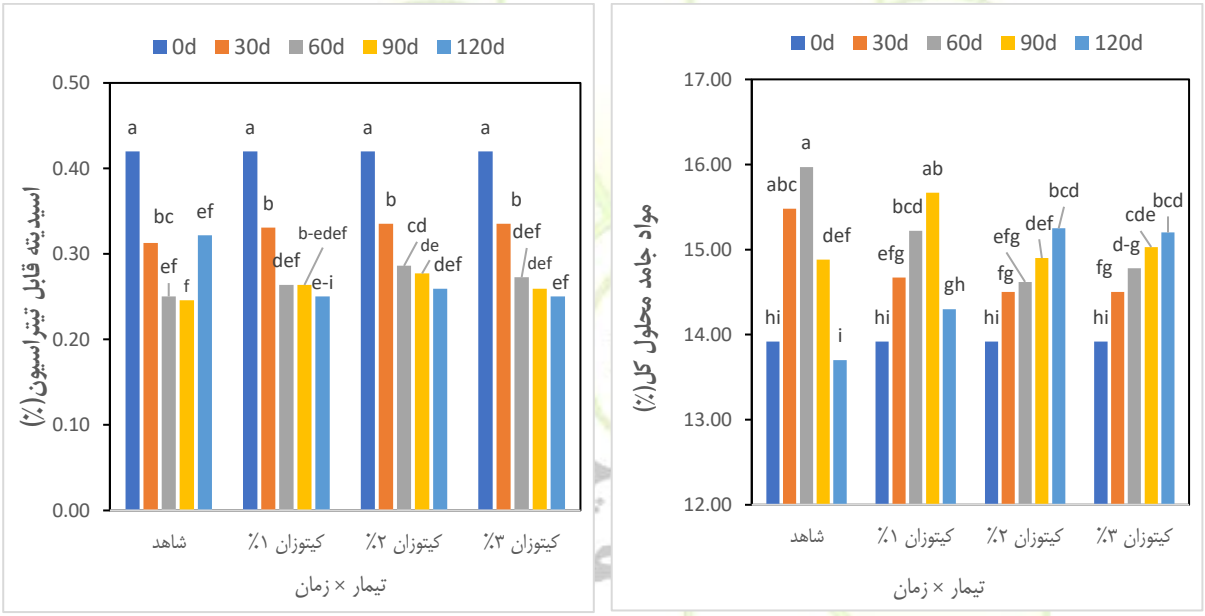
با توجه به (شکل-۱) کاهش معنی‌دار TA در طی انبارمانی مشاهده شد، به‌طوری که در روز ۳۰ اختلاف بین تیمارها جزئی بود، اما با گذشت زمان، به‌ویژه در روزهای ۹۰ و ۱۲۰، تیمار کیتوزان ۲ درصد نسبت به شاهد کاهش کمتری در اسیدیته نشان داد. در تیمار شاهد، افت

سریع‌تر TA احتمالاً ناشی از مصرف شدید اسیدهای آلی در فرایند تنفس و نبود سد فیزیکی برای کنترل تبادلات گازی است. در مقابل، تیمارهای با غلظت بالای کیتوزان توانستند تا حدودی کاهش اسیدیته را کند کرده و تعادل اسیدی میوه را بهتر حفظ کنند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی میوه گلابی تحت تاثیر پوشش غلظت های مختلف کیتوزان در دوره انبارمانی.

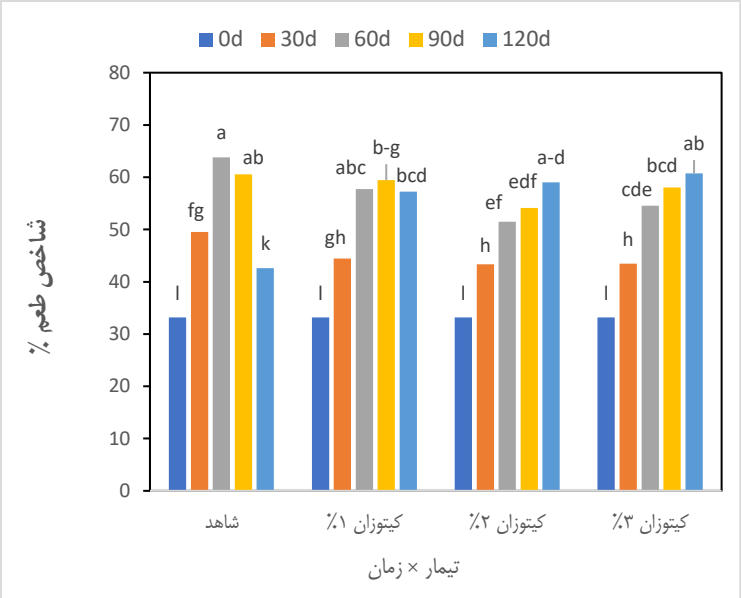
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		مواد جامد محلول کل	اسیدیته قابل تیتراسیون	شاخص طعم (TSS/TA)
تیمار	۳	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۱۳/۵۶**
زمان	۴	۳/۰۱**	۰/۰۵۶**	۱۳۲۷/۰۹**
تیمار × زمان	۱۲	۰/۹۴**	۰/۰۰۱**	۷۹/۹۵**
خطای آزمایش	۴۰	۰/۰۸	۰/۰۰۰۳	۹/۲۳
ضریب تغییر	–	۲/۰۳	۶/۱۲	۶/۰۹

**، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.



شکل ۱- تاثیر پوشش غلظت های مختلف کیتوزان برمیزان مواد جامد محلول کل(TSS) (٪) و اسیدیته قابل تیتراسیون (٪) در طول ۱۲۰ روزانبارمانی.

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول-۱) اثر تیمار، زمان و برهم‌کنش تیمار × زمان بر شاخص طعم در سطح ۱درصد معنی‌دار شد. با توجه به (شکل-۲) شاخص طعم در تمامی تیمارها به‌صورت یکنواخت با گذشت زمان افزایش یافت، اما میزان و روند این افزایش تحت تأثیر نوع تیمار قرار گرفت. در تیمار شاهد، افزایش TSS و کاهش شدید TA منجر به جهش شاخص طعم در پایان دوره شد، که می‌تواند باعث عدم تعادل مزه و کاهش مقبولیت حسی شود. در مقابل، تیمارهای کیتوزان، به‌ویژه ۲ درصد، از روز ۶۰ به بعد روند تدریجی‌تر و متعادل‌تری را در افزایش شاخص طعم نشان دادند. در روز ۱۲۰، تیمار۳ درصد بالاترین مقدار شاخص طعم را به‌دست آورد که حاکی از حفظ هم‌زمان قند و اسید و بهبود کیفیت حسی میوه طی دوره نگهداری است. این نتایج نقش مؤثر کیتوزان را در بهبود ویژگی‌های کیفی و پذیرش مصرف‌کننده نشان می‌دهد.



شکل ۲– تاثیر پوشش‌غلظت های مختلف کیتوزان برشاخص طعم میوه (٪) در طول ۱۲۰ روزانبارمانی.

منابع

Chavan, P., Lata, K., Kaur, T., Jambrak, A. R., Sharma, S., Roy, S. and Rout, A. 2023. Recent advances in the preservation of postharvest fruits using edible films and coatings: A comprehensive review. Food Chemistry. 418: 135916.

He, W., Laaksonen, O., Tian, Y., Haikonen, T. and Yang, B. 2022. Chemical composition of juices made from cultivars and breeding selections of European pear (*Pyrus communis* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 70(16): 5137–5150.

Kadkhodaei, S., Arzani, K., Yadollahi, A., Karimzadeh, G. and Abdollahi, H. 2021. Genetic diversity and similarity of Asian and European pears (*Pyrus* spp.) revealed by genome size and morphological traits prediction. International Journal of Fruit Science. 21(1): 619–633.

Kolniak-Ostek, J., Kłopotowska, D., Rutkowski, K. P., Skorupińska, A. and Kruczyńska, D. E. 2020. Bioactive compounds and health-promoting properties of pear (*Pyrus communis* L.) fruits. Molecules. 25(19): 4444.

Kurasova, M. N., Volkova, O. V., Meledina, T. V., Lipkan, N. A. and Dos Santos, W. M. 2019. Novel non-toxic high efficient antibacterial azido chitosan derivatives with potential application in food coatings. Food Chemistry. 301: 125247.

Li, J., Yan, J., Wang, J., Zhao, Y., Cao, J. and Jiang, W. 2010. Effects of chitosan coating on oxidative stress in bruised Yali pears (*Pyrus bretschneideri* Rehd.). International Journal of Food Science and Technology. 45(10): 2149–2154.

Peralta-Ruiz, Y., Grande-Tovar, C. D., Navia Porras, D. P., Sinning-Mangonez, A., Delgado-Ospina, J., González-Locarno, M. and Chaves-López, C. 2021. Packham's triumph pears (*Pyrus communis* L.) post-harvest treatment during cold storage based on chitosan and rue essential oil. Molecules. 26(3): 725.

Saquet, A. A. 2019. Storage of pears. Scientia Horticulturae. 246: 1009–1016.

Zeb, S., Sajid, M., Shah, S. T., Ali, M., Ali, S., Nawaz, Z. and Raiz, R. 2020. Influence of post-harvest application of chitosan on physico-chemical changes of apple fruit during storage. Pure and Applied Biology (PAB). 9(4): 2554–2562.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effects of different chitosan concentrations on some biochemical indices of 'Spadona' pear fruit during cold storage

Morteza Rajabi Darbandi Alia[1*], Abbas Yadollahi[1] and Azad Omrani Sabbaghi[2]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. XEDA Fruits Science Research Centre, Saint Andiol, France
Corresponding Author: m.rajabidarbandiolia@modares.ac.ir

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of edible chitosan coating at three concentrations (1%, 2%, and 3%) on maintaining the physiological characteristics of 'Spadona' pear fruit during cold storage (temperature of 1±1°C and relative humidity of 80–85% for 120 days). Parameters including total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), and flavor index (TSS/TA) were measured at intervals of 0, 30, 60, 90, and 120 days. Analysis of variance revealed that the effects of storage time and the interaction between treatment and time were statistically significant for all traits at the 1% level, while the independent effect of treatment was significant only for the flavor index. Over the storage period, TSS significantly increased while TA decreased, leading to a rise in the flavor index. Higher concentrations of chitosan, especially the 2% treatment, had the most pronounced effects on controlling the increase in TSS, reducing the decline in TA, and maintaining a balanced flavor index on days 90 and 120. These treatments effectively preserved the ripening process and fruit quality without causing drastic changes. Overall, the use of edible chitosan coating, particularly at 2% and 3% concentrations, can be considered an effective approach to reducing quality loss, improving shelf life, and preserving the sensory attributes of pear fruit during cold storage.

Keywords: Coating, Shelf life, Titratable acidity, Total soluble solids.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی اسیدآمینه آرژینین و اسید سیتریک بر بهبود صفات کیفی و بیوشیمیایی میوه انار (*Punica granatum* L.) رقم 'میخوش'

زهرا سفیدکوهی[۱*]، محمد علی عسکری سرچشمه[۱]، مصباح بابالار[۱]، سید علیرضا سلامی[۱] و اسماعیل صادقی[۱]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج. ایران

* نویسنده مسئول: *zahra.sefidkouhi@ut.ac.ir*

چکیده

میوه انار منبع غنی از ترکیب‌های زیست‌فعال مانند پلی‌فنل‌ها، آنتوسیانین‌ها، تانن‌ها و فلاونوئیدها است. در سال‌های اخیر، کاربرد محرک‌های زیستی که ترکیبات طبیعی و سازگار با محیط هستند به عنوان یک روش موثر و ایمن به منظور افزایش کیفیت تغذیه‌ای محصولات کشاورزی مطرح است. این پژوهش با هدف بهبود ارزش تغذیه‌ای میوه انار رقم میخوش یزد از طریق محلول‌پاشی برگی اسیدآمینه آرژینین و اسیدسیتریک انجام شد. آزمایش روی درخت‌های ۱۵ ساله انار رقم میخوش یزد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در یک باغ تجاری واقع در شهرستان اردکان، استان یزد و در طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا شد. تیمارهای اسیدآمینه آرژینین و اسید سیتریک به صورت محلول‌پاشی برگی در مرحله قبل از برداشت (۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز قبل از برداشت) و در غلظت‌های (صفر، ۱، ۲ و ۳میلی‌مولار) به کار برده شد. پس از برداشت، میوه‌ها در دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد نگه‌داری شدند و ارزیابی صفات در زمان‌های برداشت، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از انبارمانی انجام شد. بر اساس نتایج، خصوصات کیفی میوه انار با محلول پاشی آرژینین و اسید سیتریک بهبود یافت، به طوری که اسید قابل تیتراسیون، مقدار آنتوسیانین‌ها، مواد فنلی و فلاونوئید آریل‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. همچنین میزان ویتامین C در تیمارهای اعمال شده در انبار با سرعت کمتری نسبت به شاهد کاهش یافت. بنابراین، محلول پاشی قبل از برداشت با آرژینین و اسید سیتریک جهت بهبود ترکیبات زیست فعال و افزایش کیفیت تغذیه‌ای میوه انار پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آرژینین، اسید سیتریک، انار، ترکیبات زیست فعال، محرک زیستی.

مقدمه

میوه انار منبع مهمی از ترکیبات فعال زیستی همچون فلاونوئیدها، اسیدهای فنلی و ویتامین C و دارای خصوصیات دارویی بسیاری است که برای سلامتی انسان مورد نیاز است (Zarei et al., 2010). با توجه به سطح زیر کشت بالای انار در کشور و افزایش روز افزون تولید آن، نگهداری و کنترل عوامل موثر در کاهش کیفیت میوه انار طی دوره انبار مانی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. انبارمانی میوه‌های انار در دماهای بالا منجر به کاهش وزن زیاد میوه و خشک شدن پوست و آریل، افزایش پوسیدگی قارچی شده و در نهایت کیفیت تغذیه‌ای و بازار پسندی میوه از بین خواهد رفت. به همین دلیل برای غلبه بر این مشکلات استفاده از سردخانه با دماهای پایین و رطوبت بالا ضروری به نظر می‌رسد (Sayyari et al., 2009). با این حال نگهداری میوه‌های انار در دمای پایین سبب ظهور علائم سرمازدگی می‌شود که عمومی‌ترین علائم سرمازدگی در انار ظهور لکه‌های فرورفته در سطح میوه، رنگ پریدگی آریل‌ها، قهوه‌ای شدن پرده‌های سفید رنگی که آریل‌ها را از هم جدا می‌کنند و در نهایت حساسیت بالا به پوسیدگی قارچی می‌باشند (Artes et al., 1996). تا کنون جهت کاهش خسارت سرمازدگی انار در زمان انبار مانی تیمارهای مختلفی از جمله کاربرد قبل از انبار اسید سالیسیک، متیل جاسمونات، متیل سالیسیلات، اسید اگزالیک، تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و ترکیبات دیگر استفاده گردید و نتایج خوبی به دست آمد. موضوعی که امروزه توجه زیادی را به خود جلب کرده است استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت و انسان در تولید و نگهداری محصول است. از موارد طبیعی مورد توجه اسید آمینه هایی مثل پرولین، فنیل آلانین و آرژینین و اسیدهای آلی مثل اگزالیک اسید، سالیسیک اسید، سینامیک اسید و اسیدسیتریک است. تنش ناشی از دمای پایین با تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) از قبیل سوپر اکسیدها، پراکسید هیدروژن و عامل هیدروکسیل

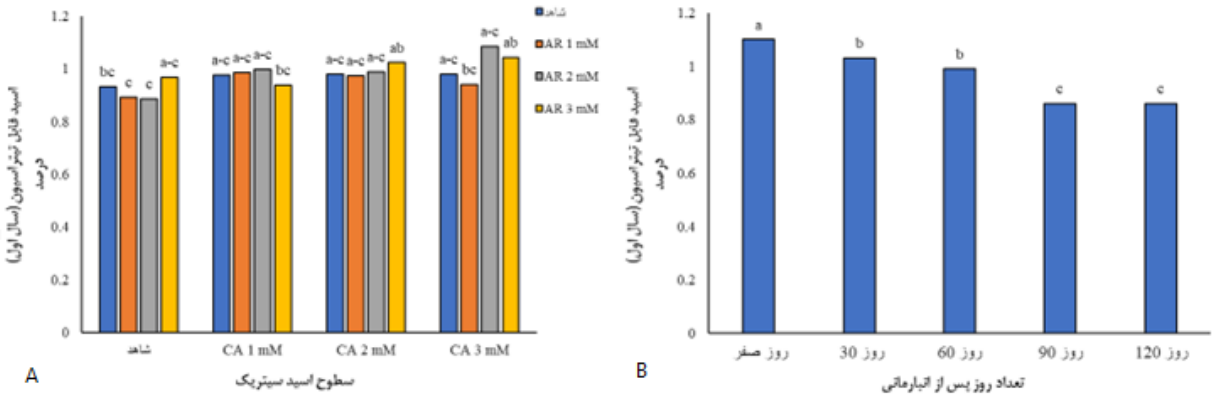
همراه است. بـــرای کاهش یـــا جلوگیری از آســـیب‌های ناشـــی از مواد ســـمی تولید شـــده در دمـــای پایین، گیاهـــان مکانیســـم‌هایی را در خود ایجاد کرده‌اند (Raymond et al., 2004). یکی از این مکانیسم‌ها تجمع پرولین، پلی آمین‌ها و اکسید نیتریک می‌باشد با افزایش سطوح پرولین، پلی آمین‌ها و اکسید نیتریک میزان مقاومت به تنش سرمازدگی افزایش پیدا می‌کند. آرژنین به عنوان یک اسید آمینه علاوه بر بیوسنتز پروتئین‌ها، پیش ماده بیوسنتز پلی آمین‌ها، پرولین و اکسید نیتریک می‌باشد. بنابراین تیمار گیاهان با آرژنین می‌تواند آسیب سرمازدگی محصولات را طی انبار مانی در دمای پایین کاهش دهد. اسیدسیتریک یک اسید آلی ۶ کربنه است که نقش اساسی در چرخه‌ی تری کربوکسیلیک اسید در میتوکندری دارد. مطالعات قبلی نشان می‌دهد که اسیدسیتریک رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها را در میوه‌ها و سبزی‌ها مهار می‌کند بلکه باعث بهبود مقاومت به بیماری در سبزی‌ها می‌شود. اسیدسیتریک همچنین می‌تواند از قهوه‌ای شدن و بیماری میوه از طریق کاهش تنفس میوه‌های پس از برداشت جلوگیری کند. همچنین باعث افزایش سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Rasham et al., 2017).

مواد و روش‌ها

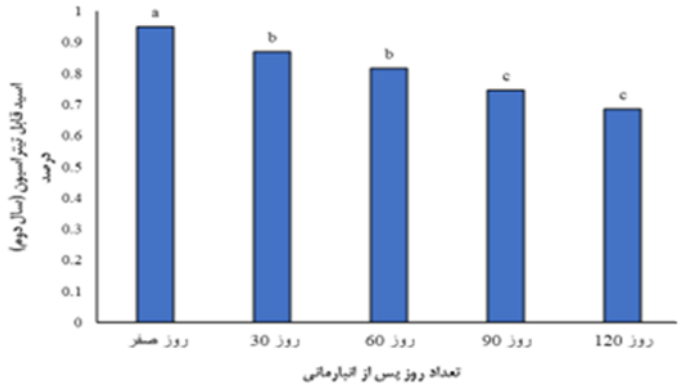
این آزمایش به صورت محلولپاشی قبل از برداشت آرژنین و اسید سیتریک طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ و در سه مرحله با فاصله زمانی ۲۰ روز ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ روز قبل از برداشت تجاری میوه‌ها در یکی از باغ‌های تجاری شهرستان اردکان استان یزد و بر روی درختان ۱۵ ساله انار رقم میخوش انجام گرفت. غلظت‌های مورد استفاده آرژنین و اسید سیتریک در این آزمایش صفر (شاهد)، ۱ ، ۲ و ۳ میلی‌مولار بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار (هر درخت یک تکرار) اجرا شد. اسید قابل تیتراسیون با استفاده از سود (هیدروکسید سدیم) ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. محتوای ویتامین ث آریل‌ها با روش یدیدور پتاسیم تعیین شد و غلظت ویتامین ث به صورت میلی گرم در صد گرم وزن تازه بیان شد. اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین‌های آریل‌ها با روش Mehrtens et al (2005) انجام شد و بر حسب میلی گرم معادل سیانیدین در صد گرم وزن تازه بیان شد. برای اندازه‌گیری میزان مواد فنلی کل از روش فولین- سیکالچو (Singleton et al., 1999) استفاده شد. در نهایت مواد فنلی کل بر اساس میزان جذب نمونه و منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم معادل گالیک اسید در صد گرم وزن تازه بیان شد. میزان فلاونوئید کل با استفاده از روش رنگسنجی کلرید آلومینیوم (Tristantini and Amalia, 2019) انجام شد. در نهایت فلاونوئید کل بر اساس میزان جذب نمونه و منحنی استاندارد برحسب میلیگرم معادل کوئرستین در صد گرم وزن تازه بیان گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اسیدیته قابل تیتراسیون نشان داد که در سال اول تحقیق اثر اصلی زمان و اثر متقابل دوگانه اسیدسیتریک و آرژنین در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اما در سال دوم فقط اثر اصلی زمان در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی اسید قابل تیتراسیون به شدت کاهش یافت به طوری که در روز شروع انبارمانی برابر با ۱/۱ و ۱۲۰ روز بعد از انبارمانی برابر با ۰/۸ بود که حدود ۲۷ درصد کاهش را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از اثر متقابل اسیدسیتریک و آرژنین نشان داد که بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون مربوط به تیمار ۳ میلی‌مولار اسیدسیتریک همراه با ۲ میلی‌مولار آرژنین و کمترین آن در تیمار صفر میلی‌مولار اسیدسیتریک همراه با ۲ میلی‌مولار آرژنین مشاهده شد (شکل ۱). در سال دوم آزمایش نیز با افزایش مدت انبارمانی اسید قابل تیتراسیون کاهش معنی‌داری نشان داد به طوری که میزان این کاهش برابر با ۲۸ درصد بود. تیمارهای اسیدسیتریک و آرژنین تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (شکل ۲). غلظت اسیدهای آلی با اسیدیته، که یک عامل مهم در تعیین کیفیت میوه می‌باشد، همبستگی مثبتی دارد. اسیدهای آلی به عنوان یک ذخیره مهم در میوه عمل می‌کنند و در طول رسیدن به دلیل افزایش متابولیسم از طریق اکسیداسیون اسیدها در چرخه کربس مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور کلی می‌توان بیان کرد، کاربرد اسیدسیتریک و آرژنین با کاهش تنفس و کاهش سرعت فرایندهای متابولیکی سلول از کاهش اسیدهای آلی جلوگیری می‌کند که در بلند مدت باعث حفظ اسیدهای آلی و پایین بودن pH میوه انار می‌گردد.

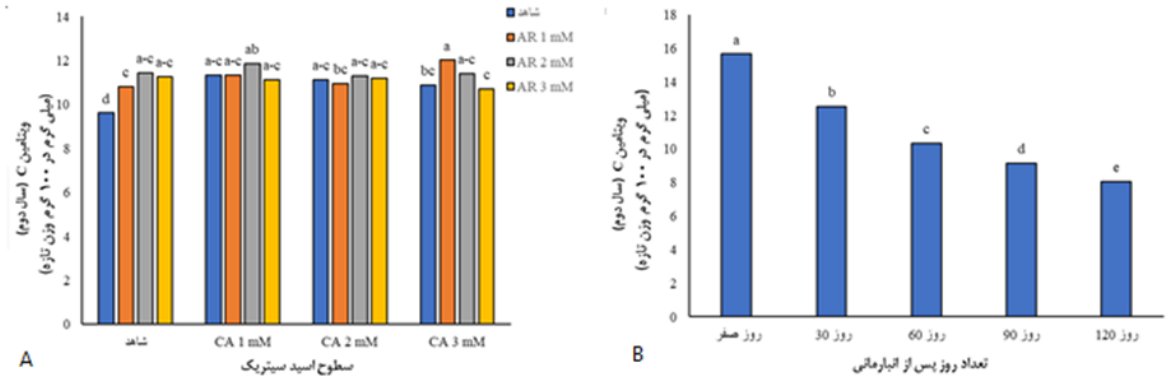


شکل ۱- مقایسه میانگین اسید قابل تیتراسیون در سال اول آزمایش در انار. A) اثر متقابل اسید سیتریک و آرژینین B) اثر اصلی مدت زمان انبارمانی.



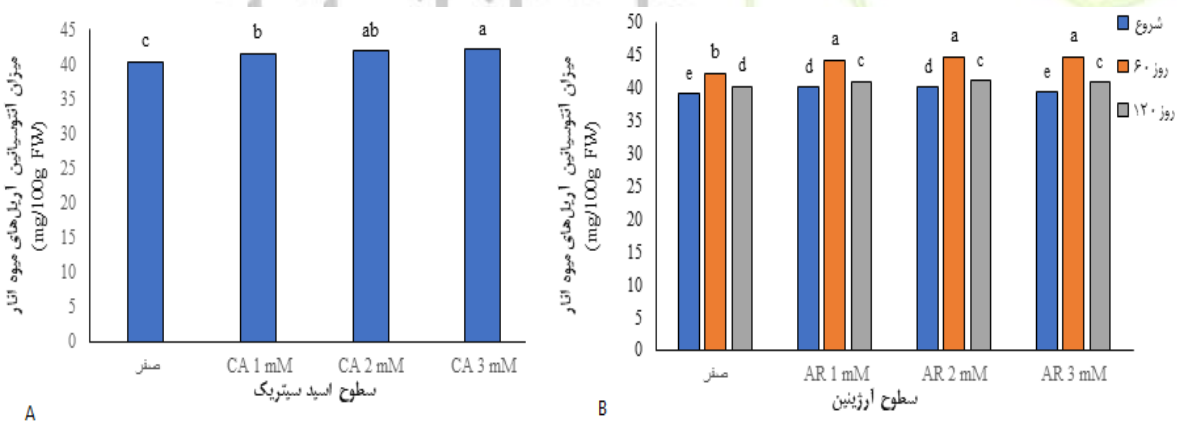
شکل ۲- مقایسه میانگین مدت زمان انبارمانی اسید قابل تیتراسیون در سال دوم آزمایش در انار.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس محتوای ویتامین C نشان داد که در سال اول آزمایش اثرهای متقابل سه‌گانه اسیدسیتریک، آرژینین و زمان در سطح یک درصد و در سال دوم آزمایش اثر اصلی زمان در سطح یک درصد و اثرهای متقابل آرژینین و اسیدسیتریک و همچنین اثرهای اصلی آرژینین و اسیدسیتریک در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین این صفت در سال اول آزمایش نشان داد که بیشترین محتوای ویتامین c با میانگین ۱۸/۷۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم مربوط به تیمار ۱ میلی‌مولار اسیدسیتریک و بدون آرژینین در شروع انبارمانی (روز صفر) بود و کمترین محتوای این صفت با میانگین ۴/۹۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در تیمار ۱ میلی‌مولار اسیدسیتریک همراه با ۳ میلی‌مولار آرژینین در پایان مدت انبارمانی (روز ۱۲۰) مشاهده گردید. در پایان مدت انبارمانی بین تیمارهای ۳ میلی‌مولار آرژینین و بدون اسیدسیتریک و ۲ میلی‌مولار اسیدسیتریک و ۱ میلی‌مولار آرژینین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و این دو نیز کمترین محتوای ویتامین C را داشتند. با افزایش مدت انبارمانی محتوای ویتامین C کاهش یافت ولی با افزودن اسیدسیتریک و آرژینین افزایش در مقدار این صفت مشاهده شد. در سال دوم آزمایش نیز با افزایش مدت انبارمانی محتوای ویتامین C کاهش یافت به‌طوری که در روز ۱۲۰ انبارمانی نسبت به روز صفر، ۵۰ درصد کاهش مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش بین اسیدسیتریک و آرژینین نشان داد که بیشترین محتوای این صفت مربوط به تیمار ۳ میلی‌مولار اسیدسیتریک همراه با ۱ میلی‌مولار آرژینین و کمترین این صفت مربوط به شاهد بود (شکل ۳). در این تحقیق مقدار ویتامین C در همه تیمارها طی دوره انبارمانی کاهش پیدا کرد ولی این کاهش در میوه‌های شاهد در مقایسه با میوه‌های تیمار شده بیشتر بود. کاهش مقدار ویتامین C در طول دوره انبارمانی میوه‌ها می‌تواند به دلیل اکسید شدن آن به عنوان دهنده الکترون به اکسیدان‌ها جهت خنثی کردن رادیکال‌های آزاد باشد. ویتامین C (آسکوربیک اسید) یکی از ترکیبات اصلی تشکیل دهنده سیستم آنتی‌اکسیدانی به شمار می‌رود که سبب از بین رفتن گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. همچنین به عنوان دهنده الکترون به آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX) در چرخه آسکوربات-گلوتاتیون (ASC-GSH) جهت تجزیه هیدروژن پراکسید نقش دارد (Wang et al., 2018).

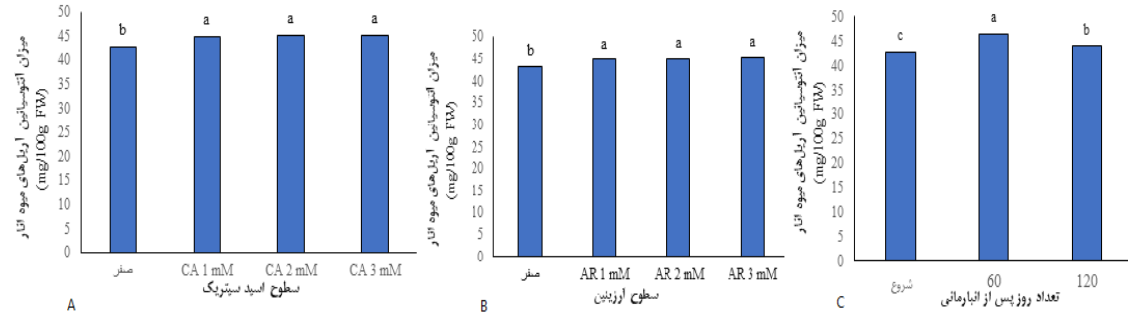


شکل ۳- مقایسه میانگین ویتامین c در انار سال دوم آزمایش. A) اثر متقابل اسید سیتریک و آرژینین، B) اثر اصلی مدت زمان **انبارمانی.**

طبق نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس در سال اول آزمایش اثر اسید سیتریک و اثر متقابل آرژینین و زمان انبار مانی بر میزان آنتوسیانین آریل‌های میوه انار در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. مطابق نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها بالاترین میزان آنتوسیانین‌های میوه در تیمار ۳ میلی مولار اسید سیتریک حاصل شد، که میزان آنتوسیانین‌ها در میوه‌های تیمار شده با اسید سیتریک نسبت به میوه‌های شاهد معادل ۴/۴۶ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴-A). از طرفی بالاترین میزان آنتوسیانین‌ها در میوه‌های تیمار شده با آرژینین ۲، ۳ و ۱ میلی مولار در زمان روز ۶۰ام انبار مانی بدست آمد و کمترین میزان آنتوسیانین‌ها در میوه‌های شاهد زمان شروع انبارمانی مشاهده شد (شکل ۴-B). با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس در سال دوم آزمایش اثر آرژینین و اسید سیتریک و اثر زمان انبارمانی بر میزان آنتوسیانین‌های عصاره میوه انار در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان آنتوسیانین‌های میوه در تیمار ۳، ۲ و ۱ میلی مولار اسید سیتریک حاصل شد که به طور معنی داری بیشتر از میوه‌های شاهد بودند (شکل ۵-A). در درختان محلول پاشی شده با اسیدآمینه آرژینین بالاترین میزان آنتوسیانین‌های میوه در تیمار سطوح ۲، ۳ و ۱ میلی مولار بدست آمد، که میزان آنتوسیانین‌ها نسبت به میوه‌های شاهد معادل ۴/۵۹ درصد افزایش نشان داد (شکل ۵-B). همچنین بیشترین میزان آنتوسیانین‌های میوه طی زمان نگهداری در زمان روز ۶۰ام انبارمانی بدست آمد که نشان می دهد میزان آنتوسیانین‌ها در طول مدت انبارمانی ابتدا یک روند افزایشی و سپس کاهشی را نشان داده است (شکل ۵-C). تجمع بالای آنتوسیانین‌ها ممکن است در اثر افزایش نسبت اسید آسکوربیک به اسید دی‌هیدروآسکوربیک و گلوتاتیون احیا شده به گلوتاتیون اکسید شده اتفاق بیفتد. آنتوسیانین‌ها توان از بین بردن پراکسید تولید شده در شرایط تنش اکسیداتیو را دارند (Zhow et al.,2018).

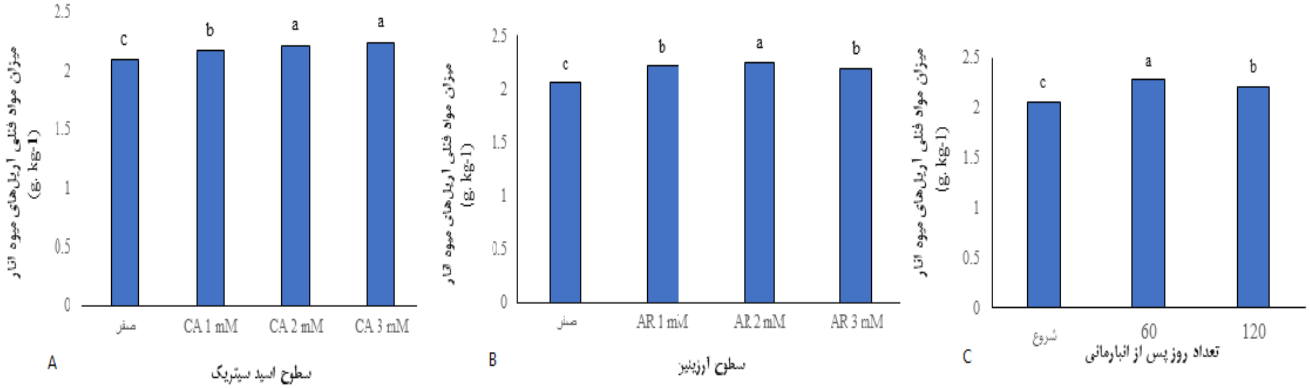


شکل ۴- مقایسه میانگین آنتوسیانین در انار سال اول آزمایش . A) اثر اصلی سطوح اسید سیتریک، B) اثر متقابل آرژینین و زمان انبارمانی.

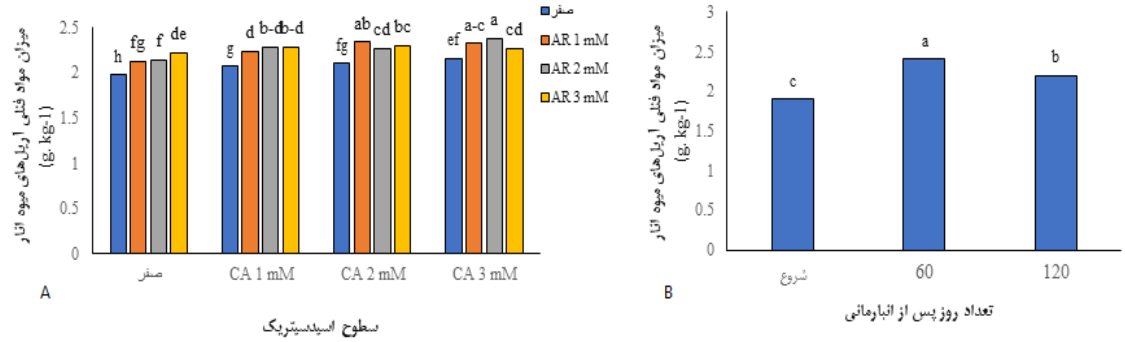


شکل ۵- مقایسه میانگین آنتوسیانین در انار سال دوم آزمایش . A) اثر اصلی سطوح اسید سیتریک، B) اثر اصلی سطوح آرژینین C) اثر اصلی مدت زمان انبارمانی.

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس در سال اول آزمایش اثر اسید سیتریک، آرژینین و زمان انبارمانی بر میزان مواد فنلی آریل میوه انار در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شده است. مطابق نتایج ارائه شده در مقایسه میانگین‌ها بالاترین میزان مواد فنلی آریل‌های انار در سال اول آزمایش در تیمارهای ۳ و ۲ میلی‌مولار اسید سیتریک بدست آمد (شکل ۶-A). همچنین بالاترین میزان مواد فنلی آریل‌ها تحت سطوح مختلف آرژینین در تیمار ۲ میلی‌مولار آرژینین و کمترین میزان مواد فنلی در شاهد حاصل شد (شکل ۶-B). بالاترین میزان مواد فنلی آریل طی زمان نگهداری در روز ۶۰ام انبارمانی بدست آمد که نشان می‌دهد مواد فنلی آریل‌ها در طول مدت انبارمانی ابتدا یک روند افزایشی و سپس روند کاهشی را نشان داده است (شکل ۶-C). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، در سال دوم آزمایش اثر متقابل اسید سیتریک و آرژینین و اثر زمان انبار مانی بر میزان مواد فنلی آریل میوه انار در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. برا اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بالاترین میزان مواد فنلی آریل‌ها در سال دوم آزمایش در تیمار ۳ میلی مولار اسید سیتریک همراه با ۲ میلی مولار آرژینین بدست آمد و کمترین میزان مواد فنلی آریل‌ها در سال دوم در شاهد مشاهد شد (شکل ۷-A). بالاترین میزان مواد فنلی آریل‌ها در طول زمان نگهداری در روز ۶۰ام انبارمانی بدست آمد (شکل ۷-B). بر اساس نتایج این پژوهش در سال‌های اول و دوم آزمایش استفاده از اسید سیتریک و آرژینین موجب افزایش ترکیبات فنلی شدند. ترکیبات فنلی متابولیت های ثانوی مشتق شده از گیاه هستند که از طریق سه مسیر بیوسنتزی مختلف سنتز می شوند و مقدار آن‌ها در سلول های گیاهی معمولاً به تنش‌های محیطی مختلف بستگی دارد در حال حاضر قابل استناد است که ترکیبات فنلی به طور کلی در گیاهان تحت تنش سرما تجمع می‌یابند (Babalar et al., 2018). همچنین نشان داده شده است که مواد فنلی به عنوان ترکیبات دفاعی برای القای تحمل به تنش های زیستی و غیرزیستی عمل می‌کنند. علاوه بر این، ترکیبات فنلی می توانند پراکسیداسیون را به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی خود محدود کنند، که سیالیت غشا را به نفع تأخیر در توزیع رادیکال های آزاد در سراسر بافت گیاهان تحت تنش سرما کاهش می‌دهد.

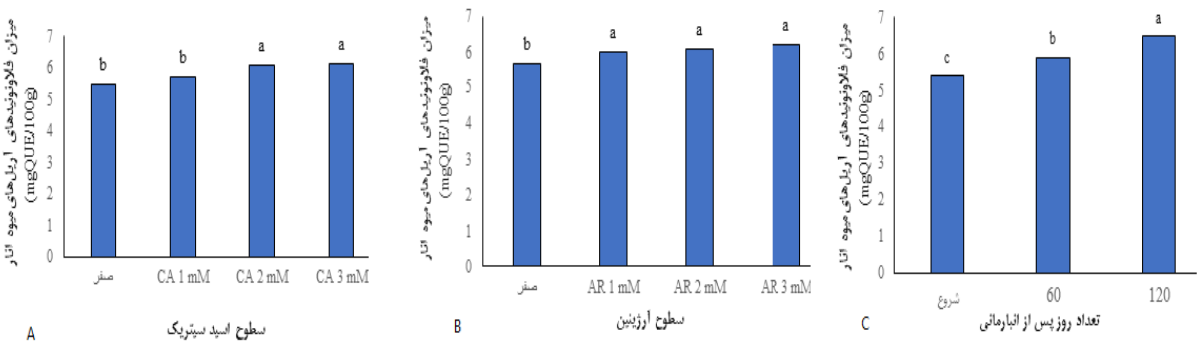


شکل ۶- مقایسه میانگین مواد فنلی در انار سال اول آزمایش . A) اثر اصلی سطوح اسید سیتریک، B) اثر اصلی سطوح آرژینین C) اثر اصلی مدت زمان انبارمانی.

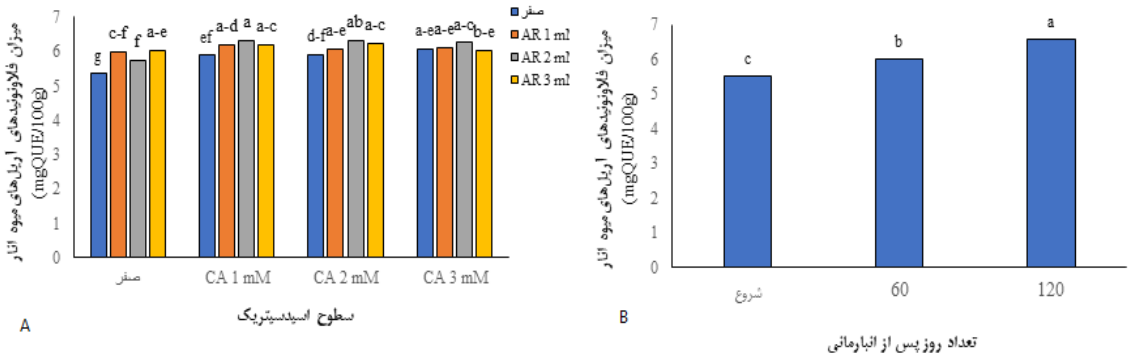


شکل ۷- مقایسه میانگین مواد فنلی در انار سال دوم آزمایش . A) اثر متقابل اسید سیتریک و آرژینین B) اثر اصلی زمان انبارمانی.

مطابق نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس در سال اول، اثر محلول پاشی اسید سیتریک، آرژینین و مدت زمان انبار مانی میوه بر میزان فلاونوئید میوه انار در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها در سال اول آزمایش نشان داد که بالاترین میزان فلاونوئیدهای عصاره میوه انار در تیمارهای ۳ و ۲ میلی مولار اسید سیتریک حاصل شد، که نشان می‌دهد میزان فلاونوئیدهای میوه انار در تیمار اسید سیتریک نسبت به شاهد معادل ۳/۶۲ درصد افزایش داشته است (شکل ۸-A). همچنین بالاترین میزان فلاونوئیدهای میوه در سال اول تحت سطوح مختلف آرژینین در تیمار ۲، ۳ و ۱ میلی مولار آرژینین مشاهده شد که نسبت به شاهد معادل ۲/۵۷ درصد افزایش داشته است (شکل ۸-B). نتایج این پژوهش نشان داد بالاترین میزان فلاونوئیدهای میوه انار طی زمان نگهداری در انبار سرد روز۱۲۰ام انبارمانی دیده شد، که نشان می‌دهد میزان فلاونوئیدها در طول مدت انبارمانی (معادل ۱۹/۹۶ درصد) افزایش یافته است (شکل۸-C). بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس، در سال دوم آزمایش اثر متقابل محلول پاشی آرژینین و اسید سیتریک و اثر مدت زمان انبار مانی بر میزان فلاونوئیدهای میوه انار در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. باتوجه به نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان فلاونوئیدهای میوه انار در تیمار محلول پاشی اسید سیتریک ۱ میلی مولار همراه با آرژینین ۲ میلی مولار بدست آمد، اما کمترین میزان فلاونوئیدهای میوه انار در سال دوم آزمایش در میوه‌های شاهد (عدم استفاده از محلول پاشی اسید سیتریک و آرژینین) مشاهد شد (شکل ۹-A). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین میزان فلاونوئیدهای میوه انار طی زمان نگهداری در انبار سرد روز ۱۲۰ام انبارمانی بدست آمد که نشان می دهد میزان فلاونوئیدهای میوه در طول مدت انبارمانی افزایش یافته است (شکل ۹-B).افزایش ترکیب‌های فنلی و آنتوسیانین‌هاتحت تاثیر تیمارهای آرژینین و اسید سیتریک در مقایسه با شاهد می‌تواند به دلیل تجمع فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل باشد.



شکل ۸- مقایسه میانگین میزان فلاونوئیدها در انار سال اول آزمایش . A) اثر اصلی سطوح اسید سیتریک، B) اثر اصلی سطوح آرژینین C) اثر اصلی مدت زمان انبارمانی.



شکل ۹- مقایسه میانگین میزان فلاونوئیدها در انار سال دوم آزمایش . A) اثر متقابل اسید سیتریک و آرژینین B) اثر اصلی زمان انبارمانی.

نتیجه‌گیری

در مطالعات زیادی نشان داده شده است که با گذشت زمان انبارمانی، ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژی میوه انار تغییر می‌کند و منجر به کاهش کیفیت، بازارپسندی و کاهش خرید آن توسط مشتری می‌گردد. بر اساس نتایج بدست آمده از پژوهش ما غلظت مناسب آرژینین و اسید سیتریک در ترکیب با انبار سرد نشان دهنده یک رویکرد موثر برای حفظ کیفیت میوه و افزایش عمرانبارمانی می‌گردد. طبق نتایج خصوصات کیفی میوه انار با محلول پاشی آرژینین و اسید سیتریک بهبود یافت، به طوری که، مقدار اسید قابل تیتراسیون، مقدارآنتوسیانین‌ها، میزان مواد فنلی و فلاونوئیدهای آریل‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. همچنین میزان ویتامین C در تیمارهای اعمال شده در انبار سرد با سرعت کمتری نسبت به شاهد کاهش یافت. کنترل عوامل موثر بر کاهش کیفیت میوه انار در مرحله پس از برداشت، از اهمیت بالایی برخودار است. پس می توان با کاربرد مناسب آرژینین و اسید سیتریک که مواد طبیعی بوده و آثار مخربی بر میوه نمی گذارند، ضایعات میوه انار را در مرحله پس از برداشت کاهش داده و عمر انبارمانی را افزایش داد.

منابع

Artés, F., Marín, J. G. and Martínez, J. A. 1996. Controlled atmosphere storage of pomegranate. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung. 203(1): 33–37.

Babalar, M., Pirzad, F., Sarcheshmeh, M. A. A., Talaei, A. and Lessani, H. 2018. Arginine treatment attenuates chilling injury of pomegranate fruit during cold storage by enhancing antioxidant system activity. Postharvest Biology and Technology. 137: 31–37.

Mehrtens, F., Kranz, H., Bednarek, P. and Weisshaar, B. 2005. The Arabidopsis transcription factor MYB12 is a flavonol-specific regulator of phenylpropanoid biosynthesis. Plant Physiology. 138(2): 1083–1096.

Raymond, W. M., Wang, Y., Smith, D. L., Gross, K. C. and Tian, M. 2004. Mesa and meja increase steady-state transcript levels of alternative oxidase and resistance against chilling injury in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). Plant Science. 166: 711–719.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. and Valero, D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biology and Technology. 53(3): 152–154.

Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In: Methods in Enzymology. 299: 152–178.

Tristantini, D. and Amalia, R. 2019. Quercetin concentration and total flavonoid content of anti-atherosclerotic herbs using aluminum chloride colorimetric assay. In: AIP Conference Proceedings. 2193(1).

Wang, F., Chen, M., Liu, L. and Cheng, Z. M. 2018. Exogenous arginine improves lead (Pb) tolerance of *Brassica napus* seedlings by promoting the activities of antioxidant and detoxification enzymes. Environmental Science and Pollution Research. 25(10): 9598–9611.

Zarei, M., Azizi, M. and Bashiri-Sadr, Z. 2010. Studies on physico-chemical properties and bioactive compounds of six pomegranate cultivars grown in Iran. Journal of Food Technology. 8: 112–117.

Zhou, R., Li, M., Cheng, L. and Zhang, H. 2018. Postharvest chilling stress in fruits and vegetables. Reference Module in Food Science.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of foliar spray of arginine and acid citric on improvement of qualitative and biochemical fruit traits of pomegranate '(*Punica granatum* L.)' cultivar 'Meykhosh'

Zahra sefidkouhi[1*], Mohammad Ali AskariSarcheshmeh[1], Mesbah Babalar[1], Seyed Alireza Salami[1] and Esmaeil Sadeghi[1]

1. Horticulture and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

[*]*Corresponding Author: E-mail: zahra.sefidkouhi@ut.ac.ir*

Abstract

Pomegranate fruit is a rich source of various bioactive compounds such as polyphenols, anthocyanins, tannins, and flavonoids. In recent years, the use of Biostimulants are natural and ecological friendly compounds is considered as an effective and safe method to increase the nutritional quality of agricultural crops. Therefore, this research was conducted with the aim of improving the nutritional value of pomegranate fruits cultivar Meykhosh through foliar spray of the arginine amino acid and acid citric. The study was carried out on 15-year-old Meykhosh pomegranate trees in a randomized complete block design with three replications in a commercial orchard at Ardakan city, Yazd province, during two years 2020 and 2021. The arginine amino acid and acid citric treatments was applied as foliar spray at 0, 1, 2, and 3 mM concentrations in the preharvest stage (20, 40 and 60 days before harvest). After harvesting, the fruits were kept at a temperature of 4±1 CO and 90-95% RH, and the traits were evaluated at 0, 30, 60, 90 and 120 days after storage. Based on the results obtained from this research, the quality characteristics of pomegranate fruit were improved by foliar spraying of arginine and citric acid, so that titratable acid, anthocyanins, phenolic substances and aryls flavonoids increased compared to the control treatment. Also, the amount of vitamin C in the treatments applied in the cold storage decreased at a slower rate than the control. Therefore, foliar application of arginine and acid citric harvesting is suggested to improve the bioactive compounds and increase the nutritional quality of pomegranate fruit.

Keywords: Arginine, Acid citric, Pomegranate, Bioactive compounds, Biostimulant.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد پوشش حاوی کیتوسان، سالیسیلیک اسید و سینامیک اسید بر کیفیت و ماندگاری میوه توت‌فرنگی رقم مونتری

مرتضی حاجیلو[۱*]، محمدرضا اصغری[۱]، پری زاهدی[۱] و مریم رضاپور[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *alihajilu98@gmail.com*

چکیده

برای تولیدکنندگان محصولات کشاورزی خصوصیات کمی و کیفی محصول دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. در دهه‌های اخیر، پوشش خوراکی به‌عنوان یک رویکرد مؤثر در علم میوه‌ها به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. پوشش‌های خوراکی از ترکیبات طبیعی که زیست تخریب‌پذیر و خوراکی هستند، به منظور برآوردن نگرانی‌های زیست محیطی و پاسخگویی به تقاضای مصرف‌کننده ساخته شده‌اند. برای این منظور آزمایشی بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (کیتوسان، کیتوسان+سالیسیلیک‌اسید، کیتوسان+ سینامیک‌اسید و کیتوسان+ سالیسلیک‌اسید+سینامیک‌اسید) بر میوه توت‌فرنگی رقم مونتری انجام شد و شاخص‌هایی از قبیل فنل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازگیری شد. نتایج به دست آمده نشان داد که بدر هر دو شاخص فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای ترکیبی کیتوسان نتایج بهتری را در مقایسه با تیمار کیتوسان به تنهایی داشت.

کلید واژه: افزایش ماندگاری، پوشش خوراکی، کیفیت، پس از برداشت.

مقدمه

امروزه مصرف‌کنندگان به خصوصیات کیفی محصولات کشاورزی توجه ویژه‌ای دارند و پوشش‌های خوراکی با کاهش کاهش‌وزن، کاهش تنفس و سرعت واکنش اکسیداتیو، ماندگاری ذخیره‌سازی را افزایش می‌دهند. پوشش‌های خوراکی می‌توانند ماندگاری بسیاری از غذاها را افزایش دهند و رطوبت و مهاجرت املاح، تبادل گاز و سرعت واکنش اکسیداتیو را کنترل کنند. علاوه بر این، پوشش‌های خوراکی را می‌توان به عنوان حامل ترکیبات زیست فعال برای بهبود کیفیت محصولات غذایی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، ضد میکروبی‌ها، طعم دهنده‌ها و پروبیوتیک‌ها استفاده کرد. این رویکردها می‌توانند برای افزایش ماندگاری و همچنین ارائه یک محصول کاربردی مفید باشند. هنگامی که از پوشش‌های خوراکی به عنوان ماتریس نگهداری از ترکیبات زیست فعال استفاده می شود، مزایای قابل توجهی حاصل می شود. بوها و طعم ها را می‌توان پوشاند، ترکیبات زیست فعال از محیط محافظت می‌شوند و آزادسازی کنترل شده مجاز است (Quirós-Sauceda et al., 2014).

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria×ananassa*) گیاهی چند ساله از خانواده Rosaceae می‌باشد. توت‌فرنگی امروزی (*F.ananassa*) حاصل تلاقی دو گونه توت‌فرنگی قرمز *F. virginiana* به‌عنوان والد پدری از منطقه شمال شرق قاره آمریکا و ایجادکننده صفت‌های سفتی و قرمزی گوشت میوه و توت‌فرنگی شیلیایی یا ساحلی *F. chiloensis* به‌عنوان والد مادری و ایجادکننده ویژگی‌هایی مانند اندازه درشت، عطر و طعم میوه‌ها می‌باشد (Davis et al., 2007). با توجه به تقاضای روزافزون برای توت‌فرنگی، مسائل متعددی در طول مراحل کشت، تولید و برداشت مطرح می‌شود. توت‌فرنگی به دلیل دشواری در حفظ تازگی میوه، یکی از مشکل‌سازترین مواد غذایی تازه برای نگهداری محسوب می‌شود (Marelli et al., 2016). پس از تولید، توت‌فرنگی‌ها با دست برداشت شده و برای عملیات بعدی در سینی‌ها قرار می‌گیرند. علاوه بر این، به دلیل متابولیسم سریع و حساسیت به آسیب مکانیکی و همچنین عفونت با عوامل بیماری‌زای گیاهی مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها، بسیار فسادپذیر است و عمر پس از برداشت محدودی دارند (Guerreiro et al., 2015).

کیتین و کیتوسان، خانواده‌ای از پلی‌ساکاریدهای خطی هستند. کیتوسان از طریق دی‌استیلاسیون کیتین تولید می‌شود. کیتوسان حاوی یک آمینو و چندین گروه هیدروکسیل است که می‌تواند با رادیکال‌های آزاد واکنش نشان دهد و توانایی مهار رادیکال‌های آزاد را نشان می‌دهد. از زمان معرفی اولین پلیمرها در دارورسانی، کیتوسان خواص بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی برتری را برای طیف گسترده‌ای از کاربردهای زیست پزشکی و صنعتی نشان داده است. ویژگی اصلی این پلیمر زیستی ویژگی کاتیونی آن به دلیل وجود گروه‌های آمینه است (Aranaz, Inmaculada et al., 2021). سالیسیلیک اسید به عنوان یک ترکیب فنلی طبیعی و ایمن، پتانسیل بالایی در کنترل تلفات پس از برداشت محصولات باغی از خود نشان می‌دهد. کاهش تولید و عملکرد اتیلن، القای مقاومت در برابر بیماری، جلوگیری از تنش‌های اکسیداتیو، القای تحمل گیاه به آسیب سرما، کاهش سرعت تنفس، کاهش سرعت رسیدن و پیری، جلوگیری از آنزیم‌های تخریب دیواره سلولی و حفظ سفتی محصول از نتایج اصلی به‌دست‌آمده پس از تیمار سالیسیلیک اسید است (Asghari, and Soleimani Aghdam 2010).

سینامیک اسید یک کربوکسیلیک اسید معطر طبیعی است. ساختار آن از یک حلقه بنزن، یک پیوند دوگانه آلکن و یک گروه عاملی اکریلیک اسید تشکیل شده است. مشخص شده است که ماهیت جایگزین‌های ترکیب شده در سینامیک اسید نقش بزرگی در افزایش یا کاهش کارایی بیولوژیکی مشتقات سینامیک اسید سنتز شده ایفا می‌کنند. نقش مشتقات سینامیک اسید در درمان سرطان، عفونت‌های باکتریایی، دیابت و اختلالات عصبی گزارش شده است. مشتقات سینامیک اسید اثرات ضد سرطانی دارند و در برابر طیف وسیعی از سرطان‌ها مانند سینه، روده بزرگ، ریه و غیره موثر هستند (Ruwizhi et al., 2020). هدف از تحقیق حاضر استفاده از پوشش‌های خوراکی با ترکیبات فوق‌الذکر جهت حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت میوه توت‌فرنگی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم مونتری از گلخانه در مرحله بلوغ و نزدیک به رسیدگی تجاری جهت اعمال تیمارها و انجام آزمایشات به محل آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه منتقل شد و در آزمایشگاه به صورت غوطه وری تحت تیمار کیتوسان و ترکیبات با پایه کیتوسان (کیتوسان)، (کیتوسان + سالیسیلیک اسید)، (کیتوسان + سینامیک اسید) و (کیتوسان + سینامیک اسید+ سالیسیلیک اسید)، تیمار شد. مقدار مواد مورد نیاز جهت تیمار شامل کیتوسان ۱/۵ درصد، سالیسیلیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار و سینامیک اسید ۰/۲ گرم در لیتر بود. پس از تهیه تیمارها میوه‌های توت‌فرنگی به مدت ۲ دقیقه در داخل محلول قرار گرفته سپس بر روی سطح پلاستیک در هوای آزاد قرار می‌گیرند تا سطح آنها خشک شود سپس میوه‌ها در ظرف پلاستیکی اتیکت‌دار قرار گرفته و به سردخانه با دمای ۳ الی۴ درجه سانتی‌گراد بالای صفر و رطوبت ۸۵ تا ۹۵ در صد قرار داده خواهند شد.

کیفیت میوه‌ها حدود ۲۰ روز بعد از نگه‌داری میوه‌ها در سردخانه مورد سنجش قرار گرفت. فاکتورهای کیفی مانند میزان فنول کل به روش فولین-سیوکالتو و فلاونوئید بر اساس روش Shin و همکاران (2014) و فعالیت آنتی‌اکسیدان کل با روش DPPH (Nakajima et al., 2004) اندازه‌گیری شد. تهیه جداول و رسم نمودار با نرم افزار Excel و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام شد.

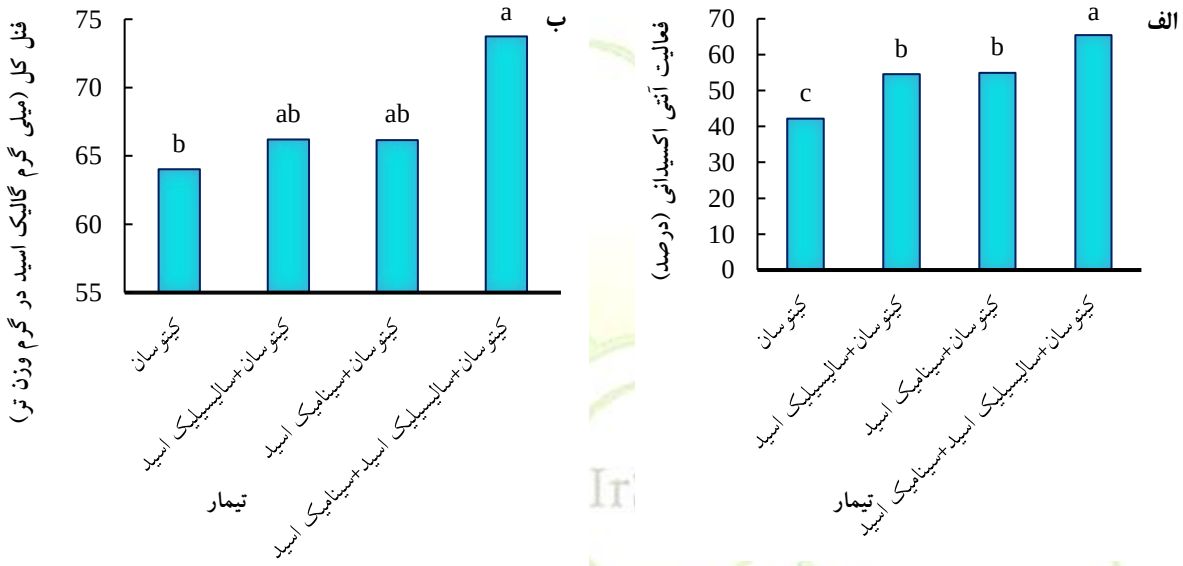
نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تیمارهای مختلف استفاده شده بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱ درصد و میزان فنل کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دا بود. اما میزان فلاونوئید از نظر آماری معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (به ترتیب ۶۵/۴۱ و ۴۲/۲ درصد) به ترتیب در تیمار کیتوسان+سالیسیلیک‌اسید + سینامیک‌اسید کیتوسان به دست آمد (شکل ۱ الف). تیمارهای ترکیبی در مقایسه با تیمار کیتوسان به تنهایی، تاثیر بیشتری در افزایش میزان فنل داشت به طوری که بیشترین و کمترین میزان فنل کل (به ترتیب ۷۳/۷۴ و ۶۴/۰۲ میلی‌گرم گالیک‌اسید در گرم وزن تر میوه) به ترتیب در تیمار کیتوسان+سالیسیلیک‌اسید + سینامیک‌اسید کیتوسان به دست آمد (شکل ۱ ب).

جدول ۱- تاثیر تیمار کیتوسان و تیمارهای ترکیبی آن بر شاخص‌های فیتوشیمیایی میوه توت فرنگی رقم مونتری.

		میانگین مربعات		
منابع تغییر	درجه آزادی	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فنل	فلاونوئید
تیمار	۳	۲۶۹/۳**	۵۴/۴۵*	۰/۹۷۲ns
خطای آزمایشی	۸	۱۸/۳۶	۱۸/۹۲	۳/۰۶۲
ضریب تغییر (cv %)		۷/۸	۶/۴	۳/۴

ns ، ** و * : به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.



شکل ۱- مقایسه میانگین تاثیر کیتوسان و تیمارهای ترکیبی آن بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (الف) و فنل کل (ب) در توت فرنگی رقم مونتری. حرف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتایج به دست آمده از تحقیقات قبلی نشان داد که پوشش‌های کیتوسان به طور قابل توجهی کاهش وزن (۲۸ درصد در توت فرنگی، ۷ در رصد در گواوا) و میزان تخریب (۳/۲ درصد در گواوا، ۲۸ درصد در توت فرنگی) را به حداقل رساندند، در حالی که محتوای فنلی کل و محتوای آنتوسیانین کل را حفظ کردند. پوشش‌های کیتوسان به تنهایی امتیاز حسی بهتری برای طعم و رنگ نشان دادند. همچنین گزارش شد که کیتوسان ماندگاری را بیش از ۱۰ روز افزایش داد (Sajid *et al*., 2025). پتانسیل اسید سالیسیلیک در به تأخیر انداختن پیری میوه پس از برداشت به طور گسترده مستند شده است؛ بر همین اساس در مطالعه‌ای Zhang و همکاران (2024) اثرات اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) را بر کاهش کیفیت پس از برداشت میوه آلو بررسی کرد. نتایج نشان داد که اسید سالیسیلیک مانع افزایش سرعت تنفس و کاهش وزن می‌شود و کاهش محتوای مواد جامد محلول، محتوای اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی و زاویه رنگ را کاهش می‌دهد. در پژوهش دیگری تاثیر دو تیمار کیتوسان و اسیدسالیسیلیک بر عمر انبارمانی توت‌فرنگی رقم 'Estavana' بررسی شد و بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه در میوه‌های تازه برداشت شده در مقایسه با میوه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک یا کیتوسان بود (Almutairi *et al*., 2024).

استفاده از سینامیک اسید باعث کاهش قهوه ای شدن میوه تاروی(*Colocasia esculenta*) تازه برش شده شد .تیمار سینامیک اسید باعث کاهش بیوسنتز فلاونوئید و لیگنیفیکاسیون شد اما به طور قابل توجهی بر سختی میوه تاروی تازه برش‌خورده تأثیری نداشت. سینامیک اسید اثرات مهاری قوی بر فعالیت پلی‌فنل‌اکسیداز (PPO) میوه تارو نشان داد، که نشان می‌دهد که تیمار سینامیک اسید با سرکوب فعالیت

پلی‌فنل‌اکسیداز ، اکسیداسیون فنلی را کاهش می‌دهد. سینامیک اسید دارای فعالیت مهار رادیکال قوی بود و تیمار سینامیک اسید فعالیت آنتی‌اکسیدانی برش میوه تازه را افزایش داد (Xiao, Yanhui et al., 2022). میوه برداشت شده معمولاً به سرعت روند تخریب را در پی می‌گیرد بنابراین استفاده از چنین پوشش‌هایی می‌تواند ماندگاری محصول را افزایش دهد همچنان که در مطالعه حاضر نیز شاهد افزایش میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی همچون فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل در اثر کاربرد تیمار کیتوسان+ سالیسیلیک‌اسید+ سینامیک‌اسید بودیم. بنابراین می‌توان از این ترکیب برای حفظ کیفیت محصول استفاده کرد.

منابع

Almutairi, K. F., Alharbi, A. R., Abdelaziz, M. E. and Mosa, W. F. 2024. Salicylic acid and chitosan effects on fruit quality when applied to fresh strawberry or during different periods of cold storage. BioResources. 19(3).

Aranaz, I., Alcántara, A. R., Civera, M. C., Arias, C., Elorza, B., Heras Caballero, A. and Acosta, N. 2021. Chitosan: An overview of its properties and applications. Polymers. 13(19): 3256.

Asghari, M. and Aghdam, M. S. 2010. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. Trends in Food Science & Technology. 21(10): 502–509.

Davis, T. M., Denoyes-Rothan, B. and Lerceteau-Kohler, E. 2007. Strawberry. In: Kole, C. (Ed.), Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Vol. IV: Fruits and Nuts. Springer. 512 p.

Guerreiro, A. C., Gago, C. M., Faleiro, M. L., Miguel, M. G. and Antunes, M. D. 2015. The use of polysaccharide-based edible coatings enriched with essential oils to improve shelf-life of strawberries. Postharvest Biology and Technology. 110: 51–60.

Hadjipieri, M., Georgiadou, E. C., Drogoudi, P., Fotopoulos, V. and Manganaris, G. A. 2021. The efficacy of acetylsalicylic acid, spermidine and calcium preharvest foliar spray applications on yield efficiency, incidence of physiological disorders and shelf-life performance of loquat fruit. Scientia Horticulturae. 289: 110439.

Marelli, B., Brenckle, M. A., Kaplan, D. L. and Omenetto, F. G. 2016. Silk fibroin as edible coating for perishable food preservation. Scientific Reports. 6(1): 1–11.

Nakajima, J. I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M. and Saito, K. 2004. LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. Journal of Biomedicine and Biotechnology. 5: 241–247.

Quirós-Sauceda, A. E., Ayala-Zavala, J. F., Olivas, G. I. and González-Aguilar, G. A. 2014. Edible coatings as encapsulating matrices for bioactive compounds: A review. Journal of Food Science and Technology. 51: 1674–1685.

Ruwizhi, N. and Aderibigbe, B. A. 2020. Cinnamic acid derivatives and their biological efficacy. International Journal of Molecular Sciences. 21(16): 5712.

Sajid, A., Mukhtar, H., Ansari, W. Z., Fareed, A., Saddiqe, Z. and Rahimi, M. 2025. Enhancing post-harvest quality of strawberries and guava using innovative chitosan–beeswax edible coatings. Applied Fruit Science. 67(3): 171.

Shin, S. W., Ghimeray, A. K. and Park, C. H. 2014. Investigation of total phenolic, total flavonoid, antioxidant and allyl isothiocyanate content in the different organs of *Wasabia japonica* grown in an organic system. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines. 11(3): 38–45.

Xiao, Y., Zhang, J., Jiang, Y., Yuan, Y., Xie, J., He, J. and Wang, B. 2022. Cinnamic acid treatment reduces the surface browning of fresh-cut taro. Scientia Horticulturae. 291: 110613.

Zhang, X., Liu, Y., Zhang, W., Yang, W., An, S., Guo, M. and Chen, G. 2024. Salicylic acid treatment ameliorates postharvest quality deterioration in 'France' prune (*Prunus domestica* L. 'Ximei') fruit by modulating the antioxidant system. Foods. 13(18): 2871.

Zhou, Y., Hu, L., Chen, Y., Liao, L., Li, R., Wang, H. and Liu, K. 2022. The combined effect of ascorbic acid and chitosan coating on postharvest quality and cell wall metabolism of papaya fruits. LWT. 171: 114134.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of coating containing chitosan, salicylic acid and cinnamic acid on the quality and shelf life of Monterey strawberry fruit

Morteza Hajilo[1*], Mohammadreza Asghari[1], Pari Zahedi[1] and Maryam Rezapou[1]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: alihajilu98@gmail.com

Abstract

For agricultural producers, the quantitative and qualitative characteristics of the product are of particular importance. In recent decades, edible coatings have been widely used as an effective approach in fruit science. Edible coatings are made of natural compounds that are biodegradable and edible in order to meet environmental concerns and meet consumer demand. For this purpose, an experiment based on a completely randomized design with 4 treatments (chitosan, chitosan + salicylic acid, chitosan + cinnamic acid and chitosan + salicylic acid + cinnamic acid) was conducted on Monterey strawberry fruit and indices such as phenol, total flavonoids and antioxidant activity were measured. The results showed that on both phenolic indices and antioxidant activity, the combined chitosan treatments had better results compared to the chitosan treatment alone.

Key words: Edible coating, Increased shelf life, Postharvest, Quality.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر غلظت‌های مختلف گلوتامیک‌اسید بر صفات مربوط به رنگ، آنتوسیانین و پروتئین کل میوه گیلاس (*Prunus avium* L.) طی نگهداری در انبار سرد

نرمین کریمیان[1*]، فرهنگ رضوی[1] و مرتضی سلیمانی اقدم[2]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران
*نویسنده مسئول: *kerimyan.n@gmail.com*

چکیده

گلوتامیک‌اسید (Glu) به دلیل نقش‌های متنوع خود در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک، پاسخ‌های دفاعی و تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه، می‌تواند به‌عنوان یک تیمار ساده و مؤثر پس از برداشت برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به فسادپذیری بالای گیلاس (*Prunus avium* L.) در دوره پس از برداشت، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تیمار پس از برداشت با گلوتامیک‌اسید بر ویژگی‌های رنگی، محتوای آنتوسیانین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه گیلاس رقم «تک‌دانه» در شرایط انبار سرد طراحی و اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتور اول شامل غلظت‌های مختلف گلوتامیک‌اسید (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و فاکتور دوم مدت زمان انبارمانی (۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بود. پس از تیمار، میوه‌ها در دمای ۰/۵±۱ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد نگهداری شدند. نتایج نشان داد که کاربرد گلوتامیک‌اسید، به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار، باعث افزایش معنی‌دار محتوای آنتوسیانین کل و تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی میوه شد و در عین حال، تغییرات نامطلوب شاخص‌های رنگی را تا حدی مهار کرد؛ به‌طوری که روشنایی و قرمزی پوست میوه در تیمارهای گلوتامیک‌اسید بهتر حفظ شد. این تغییرات با تأخیر در روند پیری و حفظ کیفیت ظاهری مطلوب‌تر میوه در مقایسه با نمونه شاهد همراه بود. به طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که گلوتامیک‌اسید توان بالقوه‌ای به‌عنوان یک تیمار پس از برداشت ایمن و زیست‌فعال دارد و می‌تواند به‌طور مؤثری برای بهبود پایداری رنگ پوست و ارتقای ماندگاری میوه گیلاس در انبار سرد مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین کل، ترکیبات زیست‌فعال، رنگ‌سنجی CIELAB، عمر انبارمانی، کیفیت پس از برداشت.

مقدمه

گیلاس (*Prunus avium* L.) میوه‌ای محبوب در سراسر جهان است، که به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال به ویژه آنتوسیانین‌ها، از خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدسرطانی قابل توجهی برخوردار است (Colletti et al., 2025). با این حال، نگهداری بلندمدت گیلاس در شرایط سردخانه‌ای اغلب با کاهش کیفیت میوه، از جمله افت رنگ، طعم و سفتی بافت، بروز علائم پیری و قهوه‌ای شدن دم میوه همراه است (Dong et al., 2019). گلوتامیک‌اسید اسیدآمینه‌ای مرکزی در متابولیسم کربن و نیتروژن است که به‌عنوان پیش‌ساز گلوتاتیون، γ-آمینوبوتیریک‌اسید (GABA) و پرولین، با تنظیم تعادل اکسید-احیا، تقویت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و تعدیل پاسخ‌های تنشی، نقشی کلیدی در فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه ایفا می‌کند (Qiu et al., 2020). کاربرد گلوتامیک‌اسید با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در میوه بلوبری (*Vaccinium corymbosum* L.) اثر مثبتی بر جوانه‌زنی، کیفیت و محتوای آنتی‌اکسیدانی میوه نشان داده و بیشترین مقادیر مواد جامد محلول کل (TSS)، وزن تر میوه، ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، ویتامین ث، آنتوسیانین، کلروفیل و نیز فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT)، فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز (PAL) و گلوتاتیون‌پراکسیداز (GPX) را به‌همراه داشته است (Pérez-León et al., 2023). همچنین، در مطالعه‌ای بر روی گلابی (*Pyrus bretschneideri* Nakai. cv. Shuijing)، تیمار پس از برداشت با ال-گلوتامیک‌اسید (۱ میلی‌مولار) در مهار *Penicillium expansum* مؤثر بوده، به طوری که با افزایش تجمع GABA و آرژنین مقاومت میوه را در برابر پوسیدگی را به طور معنی‌داری افزایش داده و فعالیت آنزیم‌های بتا-۱و۳ گلوکاناز، کیتیناز، PAL، PPO، POD و بیان ژن‌های مرتبط با بیماری‌زایی را تقویت کرده است

(Jin et al., 2019). گزارش شده است که تیمار قبل از برداشت گیاه گوجه‌فرنگی رقم «Dotaerang Dia» با گلوتامیک‌اسید (۵/۲ میلی‌مولار) تحت تنش دمای پایین، کارآیی فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش داده و بدین ترتیب تنش اکسیداتیو را کاهش می‌دهد (Lee et al., 2021). با توجه به محدود بودن اطلاعات درباره اثرات تیمار پس از برداشت گلوتامیک‌اسید بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی میوه گیلاس، این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد بیرونی گلوتامیک‌اسید بر شاخص‌های رنگ، آنتوسیانین و پروتئین میوه گیلاس و نقش آن در بهبود کیفیت و کاهش پیری پس از برداشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی میوه‌های گیلاس (*Prunus avium* L. cv. Tak Daneh) برداشت شده در مرحله رسیدگی تجاری در خردادماه سال ۱۴۰۲ انجام شد. نمونه‌ها از درختان دوازده ساله در یک باغ واقع در شهرستان سقز (استان کردستان) تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان انتقال یافتند. برای اجرای تیمار، میوه‌های یکنواخت از نظر اندازه و رنگ انتخاب و به مدت ۲۰ دقیقه در محلول گلوتامیک‌اسید (شرکت سیگما) با غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار همراه با چند قطره توین ۲۰ غوطه‌ور شدند. میوه‌ها پس از خشک شدن در دمای محیط، در داخل ظروف پلی‌اتیلنی قرار داده شد و به انبار سرد با دمای ۰/۵±۱ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد انتقال یافت. میوه‌های گیلاس تیمار شده در قالب ۴۸ واحد آزمایشی (هر واحد ۲۰ میوه) بوده و نمونه‌گیری در فواصل زمانی ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از انبارمانی انجام شد. در نهایت میوه‌ها پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای اتاق برای ارزیابی شاخص‌های کیفی و بیوشیمیایی مورد استفاده قرار گرفتند. علاوه بر این، ۳ نمونه از میوه‌های تازه برداشت شده بدون تیمار و نگهداری در سردخانه به عنوان زمان صفر در نظر گرفته شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و ۳ تکرار اجرا شد. داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار SPSS ver.26 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای بررسی تغییرات شاخص‌های رنگی از نرم‌افزار Adobe Photoshop 2023 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

محتوی آنتوسیانین کل

برای تعیین میزان آنتوسیانین کل، از روش اختلاف pH استفاده شد (Giusti and Wrolstad, 2001). در این روش، ۲ گرم از بافت میوه همگن شده در متانول ۸۰ درصد تهیه گردید. سپس ۱ میلی‌لیتر از عصاره استخراج شده در دو بافر جداگانه رقیق شد: یکی با بافر کلریدپتاسیم در pH=۱ و دیگری با بافر استات‌سدیم در pH=۴/۵ جذب نوری هر دو محلول در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و غلظت آنتوسیانین کل به صورت میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تازه محاسبه گردید.

رنگ‌سنجی میوه

شاخص‌های رنگ سطحی میوه‌های گیلاس با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل (Lutron RGB-1002) اندازه‌گیری شد. به این منظور در هر زمان نمونه‌برداری ۱۰ میوه از هر تکرار برای اندازه‌گیری مختصات CIE-L*a*b* بر اساس سیستم رنگ (CIELAB, 1976) مطابق با روش (Mujtaba et al., 2023) استفاده گردید. حد فاصل مختصات رنگ شامل L*، برای روشنایی رنگ، صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)، a*- (سبز) تا a*+ (قرمز) و b*- (آبی) تا b*+ (زرد) است. اختلاف رنگ کل (ΔE) نسبت به نمونه‌های زمان صفر انبارمانی، خلوص رنگ (C*) و زاویه هیو (h°) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$\Delta E = [(L^*-L^*_0)^2 + (a^*-a^*_0)^2 + (b^*-b^*_0)^2]^{1/2}$$

$$Chroma = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$Hue = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

پروتئین محلول کل

برای استخراج پروتئین از یک گرم بافت میوه گیلاس منجمد با افزودن ۳ میلی‌لیتر بافر فسفات‌پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار (pH=۷/۸) و سانتریفیوژ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد. پروتئین کل به روش برادفورد و با رسم منحنی استاندارد آلبومین سرم گاوی تعیین شد (Bradford, 1976).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد، که تیمار گلوتامیک‌اسید، زمان انبارمانی و اثر متقابل آنها بر صفات آنتوسیانین کل، تمامی صفات مربوط به رنگ (L^*، a^*، b^*، C^*، h° و ΔE) و پروتئین محلول کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$).

آنتوسیانین کل

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱) نشان داد که در طول دوره انبارمانی، میزان آنتوسیانین در میوه‌های شاهد و تیمار شده روند افزایشی داشت. تیمار گلوتامیک‌اسید در غلظت‌های مختلف این روند را به‌طور معنی‌داری تسریع کرد؛ به‌طوری‌که در پایان دوره انبارمانی، تیمار گلوتامیک‌اسید در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار به‌ترتیب موجب افزایش ۱/۲۲، ۱ و ۱/۵ برابری آنتوسیانین کل نسبت به شاهد شد. بیشترین اثر مربوط به غلظت ۲ میلی‌مولار گلوتامیک‌اسید بود، هر چند در ۱۴ و ۲۱ روز پس از انبارمانی با تیمار ۱ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. این افزایش قابل توجه در محتوای آنتوسیانین را می‌توان به نقش گلوتامیک‌اسید در تقویت مسیر فنیل‌پروپانوئید نسبت داد. به نظر می‌رسد این تیمار با افزایش فعالیت آنزیم PAL و در نتیجه، افزایش سنتز ترکیبات فنولی، تولید آنتوسیانین را تحریک کرده است (Pérez-León et al., 2023). از آنجایی که آنتوسیانین‌ها نه‌تنها رنگدانه‌های اصلی گیلاس هستند، بلکه با مهار رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون لیپیدها، نقش کلیدی در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه ایفا می‌کنند (Mujtaba et al., 2023)، افزایش آن‌ها ناشی از تیمار گلوتامیک‌اسید می‌تواند به طور مستقیم بر بهبود شاخص‌های رنگی و افزایش ماندگاری گیلاس مؤثر باشد.

شاخص روشنایی (L^*)، شاخص قرمزی (a^*) و شاخص زردی (b^*)

بر اساس نتایج جدول ۱، شاخص روشنایی (L^*) و شاخص قرمزی (a^*) پوست گیلاس در طول دوره انبارمانی روند کاهشی نشان داد که حاکی از تیره‌تر شدن میوه و افت کیفیت ظاهری آن بود. تیمار گلوتامیک‌اسید، به‌ویژه در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار، توانست این روند را به‌طور معنی‌داری کند کرده و روشنایی و قرمزی مطلوب میوه را حفظ نماید. همچنین، روند افزایشی شاخص زردی (b^*) در نمونه‌های شاهد نشان‌دهنده کاهش شدت رنگ قرمز و تمایل به رنگ‌های نامطلوب بود. در مقابل، بیشتر تیمارهای گلوتامیک‌اسید از افزایش این شاخص جلوگیری کردند. در مجموع، به‌نظر می‌رسد گلوتامیک‌اسید با تعدیل روند تغییرات رنگ‌سنجی، نقش مؤثری در حفظ کیفیت ظاهری و بازارپسندی میوه گیلاس در طول دوره انبارمانی ایفا کرده است.

خلوص رنگ (C^*)، زاویه هیو (h°) اختلاف رنگ کل (ΔE)

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱)، تیمار گلوتامیک‌اسید به حفظ شدت و خلوص رنگ (C^*) پوست گیلاس در مقایسه با شاهد کمک کرد. همچنین، این تیمار در بیشتر غلظت‌ها با جلوگیری از افزایش زاویه هیو (h°) و کاهش تنش اکسیداتیو، در حفظ رنگ قرمز طبیعی میوه طی دوره انبارمانی مؤثر بود. نتایج مربوط به اختلاف رنگ کل (ΔE) نیز نشان داد که بیشترین تغییرات رنگی در طول انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بود، در حالی که کاربرد گلوتامیک‌اسید به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار، این تغییرات را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. اختلاف معنی‌دار بین شاهد و تیمارها در روزهای پایانی انبارمانی نشان می‌دهد که گلوتامیک‌اسید توانسته است سرعت تخریب رنگدانه‌ها را کاهش داده و کیفیت ظاهری میوه را بهتر حفظ کند. ظاهر و رنگ میوه گیلاس یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت آن محسوب می‌شود و عمدتاً به نوع و میزان آنتوسیانین بستگی دارد. افزایش محتوای این رنگدانه موجب تیره‌تر شدن رنگ میوه شده و نوسانات دمایی می‌توانند این تغییر رنگ را تسریع کنند (Tan et al., 2023). همچنین، خلوص رنگ (C^*)، که بیانگر شدت و شفافیت رنگدانه‌هاست، معمولاً رابطه معکوسی با میزان آنتوسیانین در گیلاس نشان می‌دهد (Aglar et al., 2019). به نظر می‌رسد گلوتامیک‌اسید با افزایش فعالیت آنزیم‌های

آنتی‌اکسیدانی و کاهش تنش اکسیداتیو (Lee et al., 2021)، از تخریب رنگدانه‌ها جلوگیری کرده و تغییرات رنگ را کنترل می‌کند. در مجموع، گلوتامیک‌اسید با حفظ تعادل متابولیکی و کاهش تنش‌های پس از برداشت، توانسته است شاخص‌های رنگی گیلاس را پایدار نگه دارد. رنگ تیره‌تر ناشی از افزایش آنتوسیانین در این مطالعه، با کاهش تغییرات ناپایدار رنگ در طول انبارمانی همراه بوده است.

پروتئین محلول کل

بر اساس نتایج جدول ۱، محتوای پروتئین محلول کل در تمامی تیمارها و نمونه شاهد در طول دوره انبارمانی افزایش یافت. با این حال، تیمار گلوتامیک‌اسید این افزایش را به طور معنی‌داری تشدید نمود، به طوری که بیشترین میزان پروتئین محلول کل (۲/۸۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در پایان دوره انبارمانی در تیمار ۲ میلی‌مولار مشاهده شد. این افزایش قابل توجه پروتئین را در میوه‌های تیمار شده می‌توان از دو دیدگاه توجیه کرد: از یک سو، گلوتامیک‌اسید به عنوان محور اصلی متابولیسم نیتروژن و پیش‌ساز مستقیم اسیدهای آمینه، سنتز پروتئین را تقویت می‌کند (Qiu et al., 2020)؛ از سوی دیگر، این ترکیب با القای پاسخ‌های دفاعی و افزایش بیان ژن‌ها و آنزیم‌های مرتبط با تنش، منجر به تولید پروتئین‌های بیشتر در بافت میوه می‌شود (Jin et al., 2019).

جدول ۱– اثر متقابل تیمار پس از برداشتی گلوتامیک‌اسید × زمان‌های مختلف نگهداری بر برخی مربوط به رنگ میوه گیلاس در دمای ۰/۵±۱ درجه سانتی‌گراد در مدت ۲۸ روز انبارمانی.

زمان انبارمانی	گلوتامیک‌اسید (میلی‌مولار)	آنتوسیانین کل (mg100 g^{-1} FW)	شاخص روشنایی (L^*)	شاخص قرمزی (a^*)	شاخص زردی (b^*)	شدت رنگ (C^*)	زاویه هیو (h°)	تغییرات رنگ کل (ΔE)	پروتئین محلول کل (mg g^{-1} FW)
صفر	---	۱۱/۵۵^{m}	۲۶/۳۳^{b}	۱۴^{a}	۱۱^{a}	۱۷/۸۱^{a}	۳۹^{h}	۰	۱/۷۶^{k}
۷ روز	۰	۱۳/۷۹^{l}	۱۷/۶۷^{h}	۴/۶۷^{def}	۴/۳۳^{ef}	۶/۳۸^{ef}	۴۶^{f}	۱۴/۷۹^{bc}	۱/۹۰^{j}
	۰/۵	۲۳/۸۳^{i}	۲۱^{ef}	۸^{b}	۹^{b}	۱۲/۰۶^{b}	۴۸/۳۳^{e}	۸/۷۶^{h}	۲/۰۷^{h}
	۱	۲۱/۹۲^{ij}	۲۴/۳۳^{c}	۴/۳۳^{ef}	۷/۶۷^{bc}	۸/۸۲^{cd}	۶۰/۳۳^{bc}	۱۰/۶۴^{def}	۲/۱۵^{g}
	۲	۲۶/۵۶^{h}	۲۹^{a}	۶^{cd}	۷/۶۷^{bc}	۹/۷۴^{c}	۵۲^{d}	۸/۹۷^{gh}	۲/۱۹^{g}
۱۴ روز	۰	۱۶/۱۷^{k}	۱۹^{gh}	۱/۳۳^{g}	۵/۳۳^{def}	۵/۵۱^{fg}	۶۱/۳۳^{b}	۱۶/۰۳^{ab}	۱/۹۲^{j}
	۰/۵	۳۰/۲۷^{g}	۲۰/۳۳^{fg}	۵/۶۷^{cde}	۷/۳۳^{bc}	۹/۲۷^{cd}	۵۲/۳۳^{d}	۱۱/۳۰^{de}	۲/۲۲^{fg}
	۱	۳۲^{fg}	۲۰/۶۷^{f}	۸^{b}	۹^{b}	۱۲/۱۶^{b}	۴۸^{e}	۹/۱۴^{fgh}	۲/۲۸^{f}
	۲	۳۳/۴۴^{f}	۲۳/۳۳^{cd}	۴/۶۷^{def}	۸/۶۷^{b}	۹/۸۶^{c}	۶۱/۶۷^{b}	۱۰/۳۳^{efg}	۲/۳۵^{e}
۲۱ روز	۰	۱۸/۰۲^{k}	۱۶^{i}	۴^{f}	۶/۶۷^{cd}	۷/۷۹^{de}	۵۹/۶۷^{c}	۱۵/۴۹^{bc}	۱/۹۶^{ij}
	۰/۵	۳۵/۷۸^{e}	۱۸/۳۳^{h}	۸/۶۷^{b}	۴/۳۳^{ef}	۹/۷۰^{c}	۲۶/۶۷^{i}	۱۲/۱۹^{d}	۲/۳۷^{de}
	۱	۳۷/۳۴^{de}	۲۱^{ef}	۶/۳۳^{c}	۵^{def}	۸/۰۸^{cde}	۳۸^{h}	۱۱/۴۹^{de}	۲/۴۰^{cde}
	۲	۳۸/۵۹^{d}	۲۲/۳۳^{de}	۶^{cd}	۶^{cde}	۸/۵۰^{cd}	۴۵^{f}	۱۰/۵۸^{ef}	۲/۴۲^{cd}
۲۸ روز	۰	۲۰/۹۹^{j}	۱۸^{h}	۱/۳۳^{g}	۳/۶۷^{f}	۳/۹۲^{g}	۶۹^{a}	۱۷/۱۹^{a}	۲/۰۲^{hi}
	۰/۵	۴۶/۶۳^{b}	۲۰/۶۷^{f}	۵$^{c-f}$	۱/۶۷^{g}	۵/۳۱^{fg}	۱۹/۳۳^{j}	۱۴/۴۶^{c}	۲/۴۷^{bc}
	۱	۴۲/۰۲^{c}	۲۰^{fg}	۶^{cd}	۵/۳۳^{def}	۸/۰۵^{cde}	۴۲^{g}	۱۲/۱۸^{d}	۲/۵۲^{b}
	۲	۵۲/۴۷^{a}	۲۰/۶۷^{f}	۶^{cd}	۶/۶۷^{cd}	۹/۰۱^{cd}	۴۸/۳۳^{e}	۱۱/۱۳^{de}	۲/۸۳^{a}
میانگین مربعات	درجه آزادی								
تیمار	۳	۹۹۸/۳۳**	۸۰/۰۸**	۳۷/۱۹**	۱۲/۸۵**	۳۳/۰۸**	۱۰۵۱/۱۴**	۷۷/۳۸**	۰/۵۵**
زمان انبارمانی	۳	۷۶۴/۷۷**	۳۰/۷۴**	۶/۹۷**	۲۷/۲۴**	۱۸/۸۲**	۴۶۵/۸۶**	۱۸/۶۶**	۰/۳۱**
تیمار × زمان	۹	۴۲/۵۵**	۹/۵۶**	۶/۶۰**	۸/۱۹**	۸/۴۰**	۳۴۳/۸۱**	۲/۹۲**	۰/۰۲۹**
CV	–	۴/۱۵	۴/۱۹	۱۴/۰۸	۱۴/۶۱	۱۰/۹۷	۱/۸۲	۷/۳۸	۱/۷۵

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال P=۰/۰۵ هستند و در نتایج نتایج تجزیه واریانس **، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

تیمار پس از برداشت میوه گیلاس با گلوتامیک‌اسید، به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار، موجب افزایش شاخص‌های رنگی، محتوای آنتوسیانین کل و پروتئین محلول و همچنین تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که گلوتامیک‌اسید می‌تواند به‌عنوان یک عامل زیست‌فعال در حفظ کیفیت و رنگ میوه گیلاس طی نگهداری در سردخانه مؤثر واقع شود.

منابع

Aglar, E., Saracoglu, O., Karakaya, O., Ozturk, B. and Gun, S. 2019. The relationship between fruit color and fruit quality of sweet cherry (*Prunus avium* L. cv. '0900 Ziraat'). Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences. 1(1): 1–5.

Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. 72(1–2): 248–254.

Colletti, A., Cravotto, G., De Meo, A., Pellizzato, M., Riccardi, E. L. and Marchetti, M. 2025. Health benefits of (poly)phenols from cherries: A review of clinical trials. Nutraceuticals. 5(2): 12.

Dong, Y., Zhi, H. and Wang, Y. 2019. Cooperative effects of pre-harvest calcium and gibberellic acid on tissue calcium content, quality attributes, and in relation to postharvest disorders of late-maturing sweet cherry. Scientia Horticulturae. 246: 123–128.

Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. 2001. Anthocyanins. In: Wrolstad, E. (Ed.), Characterization and Measurement with UV–Visible Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. Wiley, New York. pp. F1.2.1–F1.2.13.

Jin, L., Cai, Y., Sun, C., Huang, Y. and Yu, T. 2019. Exogenous L-glutamate treatment could induce resistance against *Penicillium expansum* in pear fruit by activating defense-related proteins and amino acids metabolism. Postharvest Biology and Technology. 150: 148–157.

Lee, H. J., Lee, J. H., Wi, S., Jang, Y., An, S., Choi, C. K. and Jang, S. 2021. Exogenously applied glutamic acid confers improved yield through increased photosynthesis efficiency and antioxidant defense system under chilling stress condition in *Solanum lycopersicum* L. cv. Dotaerang Dia. Scientia Horticulturae. 277: 109817.

Mujtaba, M., Ali, Q., Yilmaz, B. A., Kurubas, M. S., Ustun, H., Erkan, M. and Oner, E. T. 2023. Understanding the effects of chitosan, chia mucilage, levan based composite coatings on the shelf life of sweet cherry. Food Chemistry. 416: 135816.

Pérez-León, M. I., González-Fuentes, J. A., Valdez-Aguilar, L. A., Benavides-Mendoza, A., Alvarado-Camarillo, D. and Castillo-Chacón, C. E. 2023. Effect of glutamic acid and 6-benzylaminopurine on flower bud biostimulation, fruit quality and antioxidant activity in blueberry. Plants. 12(12): 2363.

Qiu, X. M., Sun, Y. Y., Ye, X. Y. and Li, Z. G. 2020. Signaling role of glutamate in plants. Frontiers in Plant Science. 10: 1743.

Tan, Y., Wen, B., Xu, L., Zong, X., Sun, Y., Wei, G. and Wei, H. 2023. High temperature inhibited the accumulation of anthocyanin by promoting ABA catabolism in sweet cherry fruits. Frontiers in Plant Science. 14: 1079292.

Effect of different glutamic acid concentrations on color attributes, anthocyanin content, and total Protein of sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit during cold storage

Narmin Karimian[1*], Farhang Razavi[1] and Mortaza Soleimani Aghdam[2]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
[*]*Corresponding Author: kerimyan.n@gmail.com*

Abstract

Glutamic acid, a multifunctional amino acid, plays diverse roles in regulating physiological, defensive, and antioxidant processes in plants, making it a promising postharvest treatment to maintain fruit quality and extend shelf life. Due to the high perishability of sweet cherry (*Prunus avium* L.) during postharvest storage, this study evaluated the effects of postharvest glutamic acid treatment on color attributes, anthocyanin content, and antioxidant capacity of 'Tak Daneh' sweet cherry fruit under cold storage conditions. The experiment was arranged in a factorial completely randomized design with three replications. The first factor included four glutamic acid concentrations (0, 0.5, 1, and 2 mM), while the second factor represented storage durations (7, 14, 21, and 28 days). After treatment, fruits were stored at 1.5 ± 0.5 °C and 85-90% relative humidity. Results showed that glutamic acid application, particularly at 2 mM, significantly increased total anthocyanin content and enhanced non-enzymatic antioxidant capacity, while partially suppressing undesirable changes in color indices during storage. Specifically, redness and lightness of the fruit skin were better preserved in glutamic-acid-treated samples compared to the control. These changes were associated with delayed senescence and improved visual quality of the fruit. Overall, the findings suggest that glutamic acid is a safe and bioactive postharvest treatment capable of improving skin color stability and prolonging the storage life of sweet cherry fruit under cold storage conditions.

Keywords: Bioactive compounds, CIELAB color space, Postharvest quality, Shelf life, Total anthocyanin.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم بر پارامترهای کمی و کیفی انار رقم زردانار طی انبارمانی

مریم زارع[1*]، مجید راحمی[1]، سعید عشقی[1] و مهری اسدی زرق‌آباد[2]

۱- بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲- بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *maryam.zare2210@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلولپاشی نانوکلات کلسیم و پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار رقم زردانار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در بخش سیدان- فاروق انجام شد. تیمارها شامل شاهد، نانوکلات کلسیم (با غلظت‌های ۲/۵ و ۵ گرم در لیتر) و نانوکلات پتاسیم (غلظت‌های ۲ و ۴ گرم در لیتر) بود. ۴۵ روز بعد از تمام گل و همچنین ۳۰ و ۱۴روز پیش از برداشت محلولپاشی انجام شد و به‌مدت ۱/۵ و ۳ ماه در انبار سرد در دمای ۰/۵ ± ۱/۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد نگهداری شدند. پیش از انبارمانی و پس از انبارمانی، ویژگی‌های کمی و کیفی شامل وزن آریل، نشت یونی، کاهش وزن، شاخص قهوه‌ای شدن و مواد جامد محلول بررسی شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف بر صفات مورد بررسی تاثیر معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد که تیمارهای نانوکلات کلسیم و پتاسیم در مقایسه با شاهد سبب افزایش وزن کل آریل و کاهش از دست دادن وزن و شاخص قهوه‌ای شدن پوست میوه در طی انبارمانی شدند. در طی انبارمانی بالاترین مقدار ماده‌ی جامد محلول در تیمار نانوکلات کلسیم مشاهده شد. براساس یافته‌های پژوهش حاضر، نانوکلات کلسیم سبب کاهش نشت یونی نسبت به نانوکلات پتاسیم شد. در ۱/۵ ماه انبارمانی میوه‌های تیمار شده با ۲/۵ و ۵ گرم در لیتر نانوکلات کلسیم کمترین نشت یونی را نشان دادند. مشخص شد که محلولپاشی با نانوکلات کلسیم در مقایسه با نانوکلات پتاسیم می‌تواند در بهبود و حفظ بسیاری از ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار در طول دوره انبارمانی تاثیر معنی‌داری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: انبار سرد، شاخص قهوه‌ای شدن، کاهش وزن، ماده جامد محلول، محلول‌پاشی.

مقدمه

ذخیره‌سازی در دمای پایین به طور گسترده برای طولانی کردن پس از برداشت محصولات باغبانی با حفظ خواص غذایی به کار میرود. انار میوه‌ای با ارزش اقتصادی بالا، بومی مناطق نیمه استوایی، به شدت در برابر سرمازدگی آسیب پذیر است که استفاده از ذخیره‌سازی در دمای پایین را محدود می‌سازد (Babalar et al., 2018). پتاسیم نقش قابل توجهی در تامین رشد، کاهش اثرات سوء ناشی از تنش‌ها، افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصول از جمله طول انبار داری، بازار پسندی و ارزش اقتصادی دارد. کلسیم نیز برای تقسیم سلولی، تشکیل و استحکام دیواره‌های جدید سلولی و جلوگیری از آسیب آن و عدم تراوش مواد به بیرون از سلول و همچنین به تاخیر انداختن پیری و افزایش انبارداری محصولات باغبانی ضروری است (خسروی و سرچشمه پور، ۱۳۹۴). در پژوهشی بر روی انار رقم ملس ساوه محلول‌پاشی کلرید کلسیم سبب کاهش ترکیدگی میوه، میزان ویتامین ث و افزایش مواد جامد گردیده است (روحی و همکاران، ۱۳۹۴). در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که محلول‌پاشی پتاسیم باعث افزایش کیفیت میوه، عملکرد و عمر انبارداری میوه در زیتون شده است (خسروی و سرچشمه پور، ۱۳۹۴). این تحقیق با هدف بررسی تاثیر کاربرد محلول‌پاشی نانوکلات کلسیم و نانوکلات پتاسیم بر خصوصیات پس از برداشت و عمر انبارمانی میوه انار رقم زرد انار مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. فاکتورها شامل آب (شاهد)، نانوکلات کلسیم (۲/۵ و ۵ در هزار) و نانوکلات پتاسیم (۲ و ۴ در هزار) بود. محلول‌پاشی درختان با غلظت‌های مختلف

تیمارها در سه مرحله (۴۵ روز بعد از تمام گل، یک ماه قبل از برداشت و ۲ هفته قبل از برداشت) انجام شد. پس از برداشت میوه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. هر گروه از تیمارها در کیسه‌های پلاستیکی سوراخ دار(۲۴ سوراخ) قرار داده شد به طوری که در هر واحد آزمایشی تعداد ۵ عدد میوه وجود داشت. میوه‌ها پس از بسته‌بندی توزین شد و در دمای ۰/۵ ± ۱/۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۱/۵ و ۳ ماه نگهداری شدند. پس ازخروج از سردخانه میوه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند و سپس اندازه‌گیری‌های لازم جهت تعیین درصد کاهش وزن، درجه سرمازدگی، نشت یونی، مواد جامد محلول و میزان اسید آسکوربیک صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارآماری SAS نسخه ۹/۲ انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتیجه‌های به دست آمده، اثر غلظت‌های مختلف تیمارها بر وزن کل آریل معنی‌دار بود. در طی انبارمانی وزن کل آریل کاهش یافت (جدول ۱) . تیمار ۵ گرم در لیتر نانوکلات کلسیم و ۲ و۴ گرم در لیتر نانوکلات پتاسیم نسبت به شاهد سبب افزایش وزن آریل شدند (جدول ۱).

جدول ۱ – مقایسه میانگین اثر تیمار بر خصوصیات کمی وکیفی میوه انار رقم زردانار.

غلظت	وزن کل آریل (گرم)	شاخص قهوه ای شدن (٪)	شاخص طعم	اسید آسکوربیک	نشت یونی (٪)	ماده جامد محلول (٪)
شاهد	**۱۴۱/۴۸ c**	**۴۴/۱۷ a**	**۱۱/۳۹ a**	**۵۶۰۳ a**	**۷۱/۶۲a**	۱۷/۴۳ b
نانوکلات کلسیم۲/۵ گرم در لیتر	۱۴۴/۴۴c	۱۶/۲۵ c	۹/۵۶ c	۶۳۲۰ a	۵۱/۴۸d	۱۸/۲۶ a
نانوکلات کلسیم ۵ گرم در لیتر	b۱۵۴/۴۷	۱۰/۸۳ c	۱۰/۱۰ b	۶۲۳۰ a	۵۹/۷۸c	۱۸/۰۵ a
نانوکلات پتاسیم ۲ گرم در لیتر	۱۶۳/۶۲a	۱۸/۷۵ b	۹/۵۴ c	۶۳۲۱ a	۶۵/۳۸ b	۱۸/۱۷ a
نانوکلات پتاسیم ۴ گرم در لیتر	۱۴۱/۴۷ c	۱۱/۲۵ bc	۹/۴۹c	۸۸۶۸ a	۶۷/۱۷ b	۱۸/۲۸ a

میانگین‌ها در ستون با حرروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ فاقداختلاف معنی‌دار هستند.

نقش کلسیم در افزایش اندازه میوه شاید به دلیل انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به میوه و یا نقش آن در افزایش ریشه‌های موئین، تقسیم یاخته‌ای ریشه و مقاوم کردن ریشه به پوسیدگی باشد که سبب افزایش جذب ماده‌های غذایی و آب از آن می‌شود. کاهش وزن یکی از شاخص‌هایی است که در میوه‌های سرمازده افزایش می‌یابد. نتیجه‌های حاصل از آزمایش نشان می‌دهد که کاهش وزن در طی انبارمانی رخ داده است. گزارش شده است که مهمترین عاملی که سبب کاهش وزن میوه طی دوره انبارمانی و افزایش تبخیر و تعرق از سطح میوه می‌شود (Gunny et al., 2024). نتایج حاصل از وزن در طی انبارداری با گذشت زمان کاهش وزن آریل‌ها افزایش یافت (جدول ۲).

جدول۲ – مقایسه میانگین اثر زمان انبارمانی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم زردانار.

زمان	وزن کل آریل (گرم)	شاخص قهوه ای شدن (٪)	شاخص طعم	ماده جامد محلول (٪)	نشت یونی (٪)	اسید آسکوربیک
۰	۱۵۸/۸۶ ab	۰	۱۰/۶۰b	۱۷/۸۹a	۴۷/۹۹ c	۳۵۲۵b
۱	۱۵۲/۶۴ a	۱۷b	۷/۲۸c	۱۸/۲۳a	۵۸/۳۶b	۲۱۳۱b
۲	۱۴۵/۶۴b	۲۳/۵۰ a	۱۲/۱۷a	۱۸a	۷۱/۸۹a	۱۴۳۴a

میانگین ها در ستون با حرروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ فاقداختلاف معنی‌دار هستند.

این افزایش ممکن است به دلیل خسارت وارده به غشای سیتوپلاسمی باشد. بیشترین کاهش وزن در شاهد مشاهده شد. با توجه به اینکه میوه‌های سرمازده کاهش وزن بیشتری نشان می‌دهند تشدید کاهش وزن می‌تواند نشانه افزایش تراوایی غشای سلول باشد. بنابراین

اعمال تیمارهای مختلف کلسیم و پتاسیم برای جلوگیری از خسارت سرمازدگی در میوه انار رقم زردانار باید انجام شود که این نتایج با نتایج میردهقان و راحمی (۱۳۸۹)، مطابقت دارد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری درصد شاخص قهوه‌ای شدن نشان داد که بیشترین درصد قهوه‌ای شدن در شاهد مشاهده شد (جدول ۱). کمترین شاخص قهوه‌ای شدن در تیمار نانوکلات کلسیم ۵ گرم در لیتر بدست آمد. در طی انبارداری درصد شاخص قهوه‌ای شدن افزایش یافت (جدول ۱). در پژوهشی مشخص شده که قهوه‌ای شدن پوست میوه انار یک واکنش آنزیمی بوده است. انار دارای مواد فنولیکی بسیار زیادی در پوست می‌باشد و هنگام سرمازدگی مواد فنولیکی در اثر خسارت دیدن غشای واکوئل وارد سیتوپلاسم شده و در اثر خسارت دیدن غشای واکوئل وارد سیتوپلاسم شده و در اثر واکنش با آنزیم‌های موجود در سیتوزل تولید ترکیبات قهوه‌ای رنگ می‌کند (میردهقان و راحمی،۱۳۸۹). به طور کلی محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم باعث افزایش کیفیت میوه انار ازطریق افزایش مواد جامد محلول،کاهش شاخص قهوه‌ای شدن و کاهش وزن می‌گردد. محلول‌پاشی می‌تواند سبب کاهش تلفات پس از برداشت نیز شود. نتیجه‌ها نشان داد که بیشترین شاخص طعم (۱۴/۲۷) مربوط به شاهد و کمترین آن مربوط به تیمارهای نانوکلات کلسیم بود که بین آنها تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین شاخص طعم مربوط به زمان سوم انبارمانی و کمترین مربوط به زمان دوم انبارمانی (۷/۲۸) بود (جدول ۲). اثر تیمارهای مختلف و زمان انبارمانی بر شاخص طعم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. براین اساس، تیمارهای نانوکلات کلسیم ۲/۵ و ۵ گرم در لیتر و نانوکلات پتاسیم ۲ و ۴ گرم در لیتر در طی ۳ ماه انبارمانی شاخص طعم بالاتری نسبت به بقیه تیمارها در طی انبارمانی داشت (جدول۱). اختلاف اثر غلظت‌های مختلف نانوکلات کلسیم و پتاسیم بر مواد جامد محلول میوه انار در سطح یک درصد نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است. بیشترین مواد جامد محلول مربوط به غلظت های مختلف ناموکلات کلسیم و پتاسیم بدست آمد (جدول۱). اثر زمان انبارداری بر میزان مواد جامد محلول معنی دار نبود (جدول ۲). گزارش شده که محلول‌پاشی انار با پتاسیم (با غلظت های ۱/۵ و۳ میلی‌گرم در لیتر) و کلرید کلسیم (با غلظت های ۵ و۱۰ درصد) باعث افزایش مواد جامد محلول در میوه ها نسبت به شاهد شده است (Tehranifar and Mahmoodi, 2009; Rouhi and Esmilzde, 2013). گزارش شده است که محلولپاشی غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم روی انار، پس از خروج میوه‌ها از انبار باعث کاهش اسیدیته قابل تیتر و افزایش نسبت ماده‌ی جامد محلول به اسید کل نسبت به شاهد می‌شود (Al-Saif et al., 2022) که نتیجه‌های پژوهش حاضر با این یافته‌ها همخوانی دارند. نتایج نشان دادند که اثر غلظت محلول-پاشی تیمارها بر اسید آسکوربیک معنی دار نشد (جدول ۱). اما در طی انبار مانی مقدار اسید آسکوربیک افزایش یافت (جدول ۲). براساس یافته ها نانوکلات کلسیم سبب کاهش نشت یونی نسبت به نانوکلات پتاسیم شد. میوه های تیمارشده با نانوکلات کلسیم ۲/۵ در هزار کمترین نشت یونی را نشان دادند تیمار نانوکلات پتاسیم نسبت به تیمار نانوکلات کلسیم نتوانست از افزایش نشت یونی جلوگیری کند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری نشت یونی نشان داد که نشت یونی در طی انبار داری افزایش یافت (جدول ۲). با ایجاد خسارت به غشای سلول نشت یون‌ها با شدت بیشتری انجام می‌شود. با گذشت مدت زمان سرمادهی و ایجاد خسارت، افزایش قابل توجهی در شدت و میزان نشت یون صورت می‌گیرد (میردهقان و راحمی، ۱۳۸۹). تنش‌ها اثر مستقیم بر روی غشای یاخته‌ها گذاشته و سازوکار آن را مختل می‌کند. افزایش در نفوذپذیری و نشت یون نشان‌دهنده سرمازدگی و آسیب به غشای پلاسمایی می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که انبارمانی میوه‌های انار در دمای پایین میزان نشت یون را افزایش داده است و این نشان‌دهنده آن است که غشا تحت تاثیر دمای پایین آسیب دیده و پراکسیداسیون لیپیدها و نشت یون اتفاق می‌افتد. کلسیم می‌تواند انسجام غشا پلاسمایی را بهبود بخشد و در نتیجه آسیب سرمایی را کاهش دهد (Saltveit, 2002).

به طور کلی محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم باعث افزایش کیفیت میوه انار از طریق افزایش مواد جامد محلول، کاهش قهوه‌ای شدن، کاهش نشت یونی و کمتر شدن کاهش وزن می‌گردد و محلول‌پاشی می‌تواند سبب کاهش تلفات پس از برداشت در میوه انار رقم زردانار نیز شود.

منابع

خسروی مشیزی، م. و سرچشمه‌پور، م. ۱۳۹۴. تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم بر رشد گیاه، عملکرد و خصوصیات پس از برداشت میوه دو رقم طالبی. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۵(۱۷): ۲۹۵-۳۰۹.

ربیعی، و. و رحمانی، س. ۱۳۹۳. تأثیر سالیسیلیک اسید، کلرید کلسیم و تیمار آب گرم بر پارامترهای کمی، کیفی و انبارمانی انار رقم میخوش. نشریه علوم باغبانی. ۲۸(۱): ۱۰۷–۱۱۵.

روحی، و.، نیکبخت، ع. و هوشمند، س. ۱۳۹۴. اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و زمان مختلف محلول‌پاشی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه. نشریه علوم باغبانی. ۲۹(۲): ۱۵۸–۱۶۷.

میردهقان، س. ح. و راحمی، م. ۱۳۸۹. تعیین زمان ایجاد خسارت سرمازدگی میوه انار در طول نگهداری در سردخانه. مجله علوم باغبانی ایران. ۴۱(۱): ۱–۱۸.

Al-Saif, A. M., Mosa, W. F., Saleh, A. A., Ali, M. M., Sas-Paszt, L., Abada, H. S. and Abdel-Sattar, M. 2022. Yield and fruit quality response of pomegranate (*Punica granatum*) to foliar spray of potassium, calcium and kaolin. Horticulturae. 8(10): 946–957.

Babalar, M., Pirzad, F., Askari, M. A. and Talaei, A. 2018. Arginine treatment attenuates chilling injury of pomegranate fruit during cold storage by enhancing antioxidant system activity. Postharvest Biology and Technology. 137: 31–37.

Gunny, A. A. N., Gopinath, S. C., Ali, A., Wongs-Aree, C. and Salleh, N. H. M. 2024. Challenges of postharvest water loss in fruits: Mechanisms, influencing factors, and effective control strategies–A comprehensive review. Journal of Agriculture and Food Research. 101249.

Naser, A., Abd-Alrazik, A. M. and Khalifa, S. M. 2021. Effect of some nutrients on growth, yield and fruit quality of "Wonderful" cultivar pomegranate. Al-Azhar Journal of Agricultural Research. 46(1): 1–15.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of calcium and potassium foliar spraying on quantitative and qualitative characteristics of 'Zardanar' pomegranate cultivar during storage

Maryam Zare[1*], Majed Rahemi[1], Saeid Eshghi1 and Mehri asadi zarghabad[2]
1. Department of Horticulture, School of Agriculture, Shiraz
2. Department of Horticulture, School of Agriculture, Shahrekord
[*]*Corresponding Author: maryam.zare2210@gmail.com*

Abstract

In order to investigate the effect of foliar spraying of calcium and potassium nanochelate on the quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit of 'Zardanar' cultivar, a factorial experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with three replications in 2018 in the Saydan-Farouk section . The treatments included control, calcium nanochelate (with concentrations of 2.5 and 5 g/L) and potassium nanochelate (concentrations of 2 and 4 g/L) .Foliar spraying was carried out 45 days after full flowering and also 30 and 14 days before harvesting, and they were stored in a cold storage for 1.5 and 3 months at a temperature of 1.5 ± 0.5 °C and a relative humidity of 90% .Before and after storage, quantitative and qualitative characteristics including aril weight, ion leakage, weight loss, browning index, and soluble solids were examined. The results showed that different treatments had a significant effect on the studied traits. The results showed that calcium and potassium nanochelate treatments increased the total aril weight and reduced weight loss and fruit skin browning index during storage compared to the control. During storage, the highest amount of soluble solids was observed in the calcium nanochelate treatment. Based on the findings of the present study, calcium nanochelate reduced ion leakage compared to potassium nanochelate. In 45 days of storage, fruits treated with 2.5 and 5 g/L calcium nanochelate showed the lowest ion leakage. It was found that foliar spraying with calcium nanochelate, compared to potassium nanochelate, can have a significant effect on improving and maintaining many quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit during storage.

Keywords: Browning index, Cold storage, Foliar spraying, Soluble solids, Weight loss.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر زمان برداشت بر ترکیبات زیست‌فعال میوه آووکادو رقم 'هس' در طول دوره نگهداری در دمای اتاق

نرگس قربانیان[1*]، محمود قاسم‌نژاد[2]، ابوذر هاشم‌پور[3]، مالک قاسمی[4] و جرمی بوردون[5]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده پردیس دانشگاهی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۴- گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۵- گروه فیزیولوژی پس از برداشت، موسسه تحقیقات گیاه و غذا، آکلند، نیوزیلند

*نویسنده مسئول: *mghorbanian79@gmail.com*

چکیده

زمان برداشت میوه آووکادو می‌تواند کیفیت ماندگاری و میزان ترکیبات زیست‌فعال روغن را تحت تأثیر قرار دهد. در پژوهش حاضر، اثر زمان‌های مختلف برداشت، دهم دی‌ماه (۲۴۰ روز پس از تمام گل)، دهم بهمن‌ماه (۲۷۰ روز پس از تمام گل) و دهم اسفندماه (۳۰۰ روز پس از تمام گل) بر ترکیبات زیست‌فعال روغن میوه آووکادو رقم 'هس' در طول دوره نگهداری (۴ هفته) در دمای اتاق (۲۰ درجه سلسیوس) بررسی شد. نتایج نشان داد که میوه‌های برداشت شده در دهم بهمن‌ماه (۲۷۰ روز پس از تمام گل) بیشترین میزان کاروتنوئید (۴/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن)، کلروفیل (۱۶/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) و فلاونوئید (۶۴/۷۶ میلی‌گرم کوئرستین در کیلوگرم روغن) روغن را دارا بودند. همچنین تأخیر در برداشت میوه باعث کاهش معنی‌دار میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روغن میوه آووکادو رقم 'هس' شد، به طوری که بیشترین میزان فنل کل (۷۳۸ میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۵۷/۰۲ درصد بازدارندگی DPPH) روغن در میوه‌های برداشت شده در دهم دی‌ماه (۲۴۰ روز پس از تمام گل) مشاهده شد. در نهایت، برداشت زودهنگام میوه آووکادو رقم 'هس' به ویژه در دهم بهمن‌ماه (۲۷۰ روز پس از تمام گل) به منظور حفظ بهتر کیفیت روغن در طول دوره نگهداری در دمای اتاق توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بلوغ میوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید، فنل کل.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

آووکادو (*Persea americana* Miller) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات نیمه‌گرمسیری و گرمسیری، از نظر اقتصادی جایگاه ویژه‌ای در جهان یافته است. بر اساس گزارش سازمان خواربار جهانی، سطح زیر کشت آووکادو از سال ۱۹۶۱ تاکنون ۱۱.۲ برابر و تولید آن ۱۲.۵ برابر افزایش یافته است. در ایران، کشت آووکادو در بخش‌هایی از استان‌های مازندران و گیلان رو به گسترش است و با توجه به تقاضای رو به رشد، این میوه پتانسیل تبدیل شدن به محصولی کلیدی را دارد (حیات‌بخش و قاسمی، ۱۳۹۵).

آووکادو به دلیل دارا بودن چربی‌های غیراشباع، ترکیبات زیست‌فعال مانند فنل و فلاونوئید، کاروتنوئیدها و ویتامین‌های محلول در چربی، و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی زیاد، ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد و برای سلامت قلب و عروق مفید است. با این حال، کیفیت و ترکیبات زیست‌فعال این میوه تحت تأثیر عواملی نظیر رقم، شرایط زراعی و بلوغ میوه در زمان برداشت قرار می‌گیرد (Lin and Li, 2024). زمان برداشت به‌عنوان عاملی تعیین‌کننده، بر طول عمر نگهداری و کیفیت میوه اثر می‌گذارد. فرآیندهای بیوشیمیایی مرتبط با رسیدگی، شامل تجمع مواد خشک، افزایش قندها، کاهش اسیدهای آلی و تشکیل ترکیبات فرار، با زمان برداشت ارتباط نزدیکی دارند (Busatto and Herrera, 2025).

رقم 'هس' به دلیل طعم مطلوب، کیفیت بالا و قابلیت نگهداری مناسب، پرطرفدارترین رقم آووکادو در بازارهای جهانی است. این رقم دیررس بوده و معمولاً در مناطق نیمه‌گرمسیری در فصل زمستان برداشت می‌شود (حیات‌بخش و قاسمی، ۱۳۹۵). برداشت دیرهنگام ممکن است با گلدهی و تشکیل میوه فصل بعد همزمان شود که می‌تواند بر کیفیت میوه اثر بگذارد. یکی از چالش‌های اصلی تولیدکنندگان آووکادو، حفظ کیفیت میوه طی مراحل پس از برداشت، نگهداری و حمل‌ونقل است (Ramírez-Gil et al., 2021).

در ایران، با وجود افزایش کشت آووکادو، تحقیقات پایه‌ای در زمینه زمان بهینه برداشت محدود است. با توجه به اهمیت زمان برداشت بر کیفیت و محتوای ترکیبات زیست‌فعال میوه آووکادو و نیاز به اطلاعات علمی برای بهبود مدیریت پس از برداشت در شرایط بومی، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر زمان‌های مختلف برداشت بر تغییرات ترکیبات زیست‌فعال میوه آووکادو رقم 'هس' در طول دوره نگهداری در دمای اتاق طراحی و اجرا شده است. نتایج این مطالعه می‌تواند به تعیین زمان برداشت مناسب برای حفظ حداکثر کیفیت و ترکیبات زیست‌فعال در میوه 'هس' طی دوره نگهداری کمک کند.

مواد و روش‌ها

میوه‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش حاضر از یک باغ تجاری واقع در روستای کترا، شهرستان تنکابن، استان مازندران در سال ۱۴۰۱ تأمین گردید. برای اجرای آزمایش تعداد ۱۵ اصله درخت با باردهی تقریباً یکسان که عاری از آفات و بیماری خاصی بودند انتخاب گردید و عملیات داشت در طول فصل رشد به طور یکسان روی آن‌ها اجرا شد. حداقل شاخص برداشت میوه آووکادو رقم هس را ۲۰/۸ درصد ماده خشک بیان می‌نمایند. با در نظر گرفتن این مطلب، میوه‌های آووکادو رقم 'هس' به فاصله زمانی یک ماهه شامل دهم دی‌ماه (۲۴۰ روز پس از تمام گل)، دهم بهمن‌ماه (۲۷۰ روز پس از تمام گل) و دهم اسفندماه (۳۰۰ روز پس از تمام گل) طی سه مرحله برداشت شدند. لازم به ذکر است که زمانی که بیش از ۵۰ درصد گل‌ها باز شدند، به عنوان زمان تمام گل در نظر گرفته شد. در هر زمان برداشت میوه‌های هم اندازه و سالم از چهار طرف درخت جمع‌آوری شدند. میوه‌های برداشت شده در هر زمان بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، رامسر منتقل شدند. میوه‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ به مدت ۴ هفته نگهداری شدند. هر واحد آزمایشی با ۳ تکرار انجام شد که هر تکرار شامل ۵ میوه بود. پس از ۴ هفته، زمانی که میوه‌ها شروع به رسیدن و نرم شدن کردند (رنگ پوست قهوه‌ای مایل با سیاه)، ابتدا روغن میوه استخراج و سپس ترکیبات زیست‌فعال روغن اندازه‌گیری شد. کاروتنوئید و کلروفیل در روغن میوه آووکادو با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu مدل UV-1800، ساخت ژاپن) در دو طول موج ۶۷۰ (کلروفیل) و ۴۷۰ نانومتر (کاروتنوئید) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان فنل کل از طریق روش فولین سیوکالتو در طول موج ۷۶۰ نانومتر انجام شد. میزان فنل کل در عصاره‌ها از روی میزان جذب نمونه و مقایسه آن با منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید درکیلوگرم روغن بیان گردید. فلاونوئید کل در طول موج ۵۰۶ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت فلاونوئید کل بر حسب استاندارد کاتچین محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روغن از خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد ۲ و۲ دی‌فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) در طول موج ۵۱۷ نانومتر استفاده شد. این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که میزان کاروتنوئید کل روغن میوه آووکادو رقم 'هس' در زمان اول برداشت (دهم دی‌ماه، ۲۴۰ روز پس از تمام گل) ۳/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن بود که در زمان دوم برداشت (دهم دی‌ماه، ۲۴۰ روز پس از تمام گل) به طور معنی‌داری به ۴/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن افزایش یافت و در ادامه در زمان سوم برداشت (دهم دی‌ماه، ۲۴۰ روز پس از تمام گل) به ۳/۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن کاهش پیدا کرد (جدول ۱). کاروتنوئیدها ترکیبات رنگی زرد، نارنجی و قرمز هستند که با فرآیند رسیدگی افزایش می‌یابند. این مواد به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های قوی عمل می‌کنند و ممکن است در طولانی‌تر ماندن میوه روی درخت تغییر می‌یابند. همزمان با رسیدن میوه و کاهش فعالیت فتوسنتزی، تولید مواد مغذی جدید کاهش می‌یابد. با ادامه این روند، مواد مغذی موجود در برگ‌ها ممکن است به سمت میوه منتقل شده و در آن ذخیره شوند که این امر باعث تغییر در میزان ترکیات مختلف از جمله رنگدانه‌ها می‌شود. همچنین، تغییر در رنگدانه

میوه در طول بلوغ، به ویژه انتقال از کلروپلاست به کروموپلاست، را می‌توان به تنظیم پایین‌دستی ژن‌های بیوسنتزی رنگدانه‌ها، و در نتیجه کاهش تغییر رنگ‌دانه‌ها نسبت داد (Olivares et al., 2024).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت بر ترکیبات زیست‌فعال روغن میوه آووکادو رقم 'هس' پس از ۴ هفته انبارداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.

زمان برداشت	**کاروتنوئید کل** (میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن)	**کلروفیل کل** (میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن)	**فنل کل** (میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن)	**فلاونوئید** (میلی‌گرم کوئرستین در کیلوگرم روغن)	**ظرفیت آنتی-اکسیدانی** (درصد بازدارندگی DPPH)
دهم دی	۳/۶۷b*	۱۳/۲۷b	۷۳۸a	۵۱/۴۳c	۵۷/۰۲a
دهم بهمن	۴/۴۴a	۱۶/۴۹a	۱۶۱c	۶۴/۷۶a	۵۶/۸۰a
دهم اسفند	۳/۸۰b	۱۰/۳۲c	۲۸۹b	۶۰/۸۰b	۵۱/۳۸b

*در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

بر اساس جدول ۱ مشخص شد که همانند رنگدانه کاروتنوئید، بیشترین میزان کلروفیل روغن در میوه‌های برداشت شده در دهم بهمن‌ماه (۱۶/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) مشاهده شد. تأخیر در برداشت میوه آووکادو می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر ترکیبات شیمیایی موجود در روغن آن، از جمله میزان کلروفیل و کاروتنوئید، داشته باشد. این تغییرات به دلیل فرآیندهای فیزیولوژیکی و شیمیایی در میوه رخ می‌دهند. کلروفیل، رنگدانه‌ای سبز است که در پوست و گوشت میوه آووکادو یافت می‌شود. با افزایش زمان ماندن میوه روی درخت، کلروفیل ممکن است تجزیه شود یا به ترکیبات دیگر (مانند فتوهیدرین‌ها) تبدیل شود، که باعث تغییر میزان کلروفیل در روغن استخراجی می‌شود. همچنین، تأخیر در برداشت ممکن است میوه را در معرض عوامل محیطی مانند نور خورشید، دما و رطوبت قرار دهد که می‌تواند میزان کلروفیل را تغییر دهد (Olivares et al., 2024; Awad and Nagaty, 2024).

میزان فنل کل روغن میوه آووکادو رقم 'هس' با تأخیر در برداشت میوه کاهش پیدا کرد به طوری که بیشترین میزان فنل کل روغن در میوه‌های برداشت در دی‌ماه (۷۳۸ میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن) به دست آمد (جدول ۱). با افزایش رسیدگی میوه، فعالیت آنزیم‌هایی مانند پلی‌فنول اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD) افزایش می‌یابد. این آنزیم‌ها ترکیبات فنولی را اکسید یا تجزیه می‌کنند و به دنبال آن غلظت فنل‌ها در روغن کاهش می‌یابد. همچنین، در میوه‌های بیش از حد رسیده، غشاءهای سلولی و اندامک‌هایی مانند واکوئل‌ها (که محل ذخیره فنل‌ها هستند) تجزیه می‌شوند. این امر باعث تماس ترکیبات فنولی با آنزیم‌های تجزیه‌کننده یا اکسیداسیون غیرآنزیمی می‌شود. با افزایش رسیدگی، سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی میوه ضعیف می‌شود. در نتیجه، فنل‌ها که نقش آنتی‌اکسیدانی دارند، تحت تأثیر رادیکال‌های آزاد یا گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) قرار گرفته و تجزیه می‌شوند (Kołton et al., 2022).

مطابق جدول ۱، میزان فلاونوئید کل روغن میوه‌های برداشت شده در دی‌ماه ۵۱/۴۳ میلی‌گرم کوئرستین در کیلوگرم روغن بود که در بهمن‌ماه به ۶۴/۷۶ میلی‌گرم کوئرستین در کیلوگرم روغن افزایش یافت و در ادامه در میوه‌های برداشت شده در اسفند ماه به ۶۰/۸۰ میلی‌گرم کوئرستین در کیلوگرم روغن کاهش پیدا کرد. با تأخیر در برداشت میوه آووکادو، میزان فلاونوئیدهای موجود در روغن میوه افزایش می‌یابد، زیرا فلاونوئیدها ترکیبات ثانویه‌ای هستند که در مراحل پایانی رشد میوه، تولید بیشتری پیدا می‌کنند. این ترکیبات در واکنش به استرس‌های محیطی و شرایط مختلف فیزیولوژیکی در میوه تولید می‌شوند، و هرچه میوه زمان بیشتری روی درخت باقی بماند، فرایندهای متابولیکی منجر به افزایش سنتز فلاونوئیدها تقویت می‌شود. از آنجا که فلاونوئیدها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های قوی عمل می‌کنند، افزایش آن‌ها به بهبود کیفیت روغن آووکادو کمک می‌کند و باعث پایداری بهتر آن می‌شود. فلاونوئیدها همچنین به حفظ عطر و طعم روغن کمک می‌کنند و ارزش غذایی آن را نیز افزایش می‌دهند (Sarma et al., 2020; Olivares et al., 2024).

نتایج حاکی از آن بود که با تأخیر در برداشت میوه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روغن میوه آووکادو رقم 'هس' به طور معنی‌داری از ۵۷/۰۲ درصد بازدارندگی DPPH در میوه‌های برداشت شده در دی‌ماه به ۵۱/۳۸ درصد بازدارندگی DPPH در میوه‌های برداشت شده در اسفندماه کاهش یافت (جدول ۱). با تاخیر در برداشت، میوه‌ها به بیش‌رسیدگی نزدیک می‌شوند، که می‌تواند باعث تخریب برخی از ترکیبات

آنتی‌اکسیدانی یا کاهش تولید آن‌ها شود. همچنین، رسیدن بیش از حد میوه می‌تواند باعث اکسیداسیون اولیه در خود بافت میوه شود، که در نتیجه آن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روغن کاهش می‌یابد (Osorio et al., 2023).

منابع

حیات‌بخش، ع. و قاسمی، م. ۱۳۹۵. کشت و پرورش آووکادو. نشر آموزش کشاورزی. ۳۶ صفحه.

Lin, X. and Li, Z. 2024. Key components and multiple health functions of avocado oil: A review. Journal of Functional Foods. 122: 106494.

Ramírez-Gil, J. G., Henao-Rojas, J. C. and Morales-Osorio, J. G. 2021. Postharvest diseases and disorders in avocado cv. Hass and their relationship to preharvest management practices. Heliyon. 7(1): e05905.

Busatto, N. and Herrera, R. 2025. Fruit development and ripening—A molecular and physiological view modulating and enhancing fruit quality. Journal of Plant Growth Regulation. 44: 1069–1071.

Olivares, D., Ulloa, P. A., Vergara, C., Hernández, I., García-Rojas, M. Á., Campos-Vargas, R., Pedreschi, R. and Defilippi, B. G. 2024. Effects of delaying the storage of 'Hass' avocados under a controlled atmosphere on skin color, bioactive compounds and antioxidant capacity. Plants. 13(11): 1455.

Awad, M. and Nagaty, M. 2024. Effect of harvesting time on fruit and oil characteristics of some olive cultivars under North Sinai conditions. Sinai Journal of Applied Sciences. 13(1): 29–46.

Kołton, A., Długosz-Grochowska, O., Wojciechowska, R. and Czaja, M. 2022. Biosynthesis regulation of folates and phenols in plants. Scientia Horticulturae. 291: 110561.

Sarma, B., Das, K. and Bora, S. S. 2020. Physiology of fruit development. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9(6): 504–521.

Osorio, S., Costa, F., Gibon, Y., Usadel, B. and Vicente, A. 2023. Advances in fruit development and ripening. Journal of Experimental Botany. 74(20): 6205–6206.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of harvest time on bioactive compounds of avocado cv. 'Hass' fruit during storage at room temperature

Narges Ghorbanian[1*], Mahmood Ghasemnezhad[2], Abuzar Hashempour[3], Malek Ghasemi[4] and Jeremy Burdon[5]

1. Department of Horticultural Science and Engineering, University Campus, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht. Iran
3. Department of Postharvest Physiology and Technology, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
4. Department of Genetic and Breeding, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
5. Department of Postharvest, Plant and Food Research Institute, Auckland, New Zealand.

[*]Corresponding Author: mghorbanian79@gmail.com

Abstract

The harvest time of avocado fruit can significantly influence its oil quality during storage and the retention of bioactive compounds. In this study, the effects of different harvest times, 31-December-2022 [240 days after full bloom (DAFB)], 30-January-2023 (270 DAFB), and 1-March-2023 (300 DAFB) on the oil bioactive compounds of from avocado cv. 'Hass' fruit during a 4-week storage period at room temperature (20°C) were investigated. Results showed that fruits harvested on 30-January (270 DAFB) exhibited the highest levels of carotenoids (44.4 mg/kg oil), chlorophyll (49.16 mg/kg oil), and flavonoids (76.64 mg QE/kg oil). Furthermore, delayed harvesting led to a significant reduction in the oil total phenols and antioxidant capacity. The highest total phenolic content (738 mg GAE/kg oil) and antioxidant activity (57.02% DPPHsc) were observed in fruits harvested on 31 December (240 DAFB). These findings highlight that early harvesting of avocado cv. 'Hass', particularly at 270 DAFB (30 January), is optimal for preserving oil quality during room-temperature storage.

Keywords: Antioxidant capacity, Flavonoids, Fruit maturity, Total phenols.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی موز طی فرایند خشک کردن

مرضیه پیری[۱]، راهله ابراهیمی[۱*] و مریم مرعشی علی‌آبادی[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *rebrahimi@srbiau.ac.ir*

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر روش های مختلف خشک کردن و برخی تیمارهای پیش خشک کردن بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی موز انجام شد. برای دستیابی به این هدف، از دو روش خشک کردن در آفتاب و روش آون در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و از چهار محلول پیش تیمار قبل از خشک شدن برای بهبود ویژگی های کیفی برش های موز استفاده شد. نتایج نشان داد که میزانpH ، فنل کل، ظرفیت آنتی اکسیدانی در نمونه های موز خشک شده در روش آون بیشتر از روش آفتاب بود. نمونه های موز خشک شده در آون نسبت باز جذب آب بالاتری نسبت به نمونه های روش آفتاب نشان دادند. همچنین میزان شاخص قهوه ای شدن در روش آون کمتر از نمونه های خشک شده در آفتاب بود. نتایج نشان داد که کاربرد محلولهای پیش تیمار در بهبود ویژگی های کیفی نهایی برش های موز خشک شده و ارزیابی حسی مطلوب، بسیار موثر می باشند.

واژه‌های کلیدی: بازجذب آب، خشک کردن، شاخص قهوه‌ای شدن، فنل کل، موز.

مقدمه

محصولات باغبانی به ویژه میوه ها از لحاظ تامین انواع مواد معدنی و ویتامین های مختلف و همچنین کالری مورد نیاز بدن مفید بوده و در تغذیه و سلامتی انسان نقش بسیار مهمی دارند. سالانه در جهان حدود ۴ میلیارد تن مواد غذایی تولید میشود که از این مقدار حدود ۱/۲ تا ۲ میلیارد تن به پسماند تبدیل و از دسترس مصرف کننده خارج میشود. به طور میانگین ۲۸ ٪ از میوه ها در فاصله تولید تا رسیدن به دست مصرف کننده، بدلایل مختلف فاسد شده و از بین میروند (آقامحمدی آمقانی و همکاران، ۱۳۹۶). میوه ها پس از برداشت، یک بافت و ارگانیسم زنده محسوب میشوند و دارای اعمال متابولیکی و قدرت تنفس میباشند و هرچه شدت تنفس در آنها بیشتر باشد، مواد مغذی بیشتری از میوه مصرف شده و ضایعات بیشتری را به دنبال خواهد داشت. یکی از مهمترین روشهای نگهداری میوه ها به منظور ماندگاری طولانی مدت آنها استفاده از روش های مختلف خشک کردن میباشد. خشک کردن با حذف رطوبت ماده غذایی تا مقداری معین، موجب کاهش فعالیتهای میکروبی و آنزیمی و تقلیل سرعت فعل و انفعالات شیمیایی شده و به این ترتیب زمان ماندگاری محصول را افزایش میدهد. برای تولید محصول بهتر از نظر کیفی، نیاز به خشک کردن در شرایط عملیاتی مناسب و کنترل شده است. برای کاهش آب مواد غذایی به منظور افزایش عمر ماندگاری به ویژه مواد غذایی دارای ترکیبات قندی نظیر میوه ها، نیازمند زمان طولانی و دمای نسبتا بالا می باشد که همین عوامل موجب بروز برخی تغییرات نامطلوب از جمله تغییرات رنگ، طعم، عطر، کاهش مواد مغذی، افزایش وزن مخصوص به علت چروکیدگی شدید و کاهش ظرفیت آبگیری مجدد محصول خشک شده میشود (زیرجانی و توکلی پور، ۱۳۸۸). تحقیقات زیادی روی تاثیر روش های خشک کردن بر خصوصیات کمی و کیفی میوه های مختلف انجام شده است که نتایج نشان داده است که در بیشتر موارد کاربرد آون در دمای ۵۰-۴۵ درجه سانتیگراد در میوه های مختلف منجر به کاهش بار میکروبی و مدت زمان لازم جهت خشک کردن، حفظ عناصر غذایی، ظرفیت آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنلی میشود، ولی بهترین رنگ در دماهای پایین تر حاصل می‌شود (Ferreira et al., 2019; Gomma et al., 2023). چیپس میوه سرشار از ویتامینها، مواد معدنی، کربوهیدارت و کالری میباشد و مصرف آن به نسبت میوه تازه بدلیل تراکم بالای مواد مغذی در نتیجه کاهش رطوبت، می تواند ترکیبات مغذی بسیار بیشتری را در اختیار بدن قرار دهد و ماندگاری طولانی تری داشته باشد، از این رو به میان وعده ای سالم و خوشمزه تبدیل شده است. موز میوه ای گرمسیری و پرمصرف میباشد که ارزش غذایی بالا داشته و در

حالت تازه خوری ماندگاری کوتاهی دارد. این تحقیق با هدف بررسی اثر پیش تیمارهای قبل از خشک کردن و کاربرد برخی روش های خشک کردن بر میزان ماندگاری موز همراه با حفظ ویژگی‌های کیفی و ارزش غذایی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تیمارهای پیش خشک کردن و روشهای خشک کردن بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی موز آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ده تیمار، سه تکرار و سه مشاهده انجام شد. فاکتورها شامل روش پیش خشک کردن در پنج سطح (شاهد، اسید سیتریک ۱درصد + اسیدآسکوربیک ۱درصد، ساکارز ۱۰درصد ، بیوسولفات سدیم ۰.۵ درصد ، آب لیمو ۵ درصد + اسید استیک ۰.۵ درصد) و روش خشک کردن در دو سطح (آفتاب، آون $60\ ^{o}C$) بودند. میوه های سالم و رسیده موز از بازار خریداری شد. پس از شستشو و حذف آلودگی از میوه ها، پوست میوه ها حذف گردید و میوه به قطعاتی مدور به قطر ۴ میلیمتری برش زده شد. سپس برش های موز به مدت سه دقیقه در محلول های پیش تیمار قرار داده شد. پس از خارج کردن از محلولها و خشک شدن سطح آنها، در هر ظرف مقدار ۱۰۰ گرم موز برش زده قرار داده شد و تیمارهای خشک کردن در آفتاب و آون روی آنها انجام شد. در این آزمایش، صفات مدت زمان خشک شدن، pH، اسیدیته، شاخص قهوه‌ای شدن، بازجذب آب، قند احیاکننده، فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ارزیابی حسی اندازه‌گیری شد و داده‌های ثبت شده به کمک نرم افزار SAS آنالیز گردید.

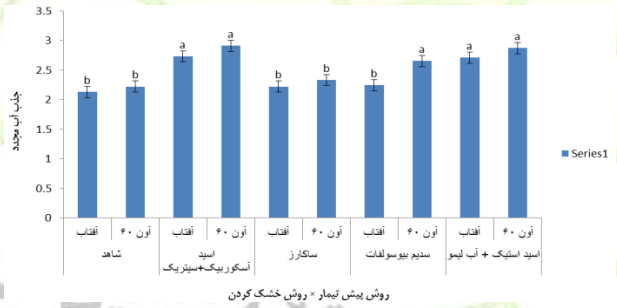
نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده روش خشک کردن و اثر ساده پیش تیمار و اثر متقابل روش های خشک کردن و پیش تیمار موز، در کلیه صفات مورد بررسی معنی دار بود، اما در صفت مدت زمان خشک شدن فقط اثر ساده روش خشک کردن معنی دار شد. بیشترین زمان خشک شدن (۳۹ ساعت) در تیمار آفتاب و کمترین زمان خشک شدن موز (۲۱ ساعت) در تیمار آون بدست آمد در دماهای بالاتر محیط، به دلیل سرعت تبخیر بالاتر، فرایند خشک شدن سریعتر صورت می گیرد. علاوه بر دما، ضخامت برشهای میوه نیز بر مدت زمان خشک کردن تاثیرگذار است (Ferreira et al., 2019). مقدار pH برای موز تازه بیشترین و برابر با ۵/۶۴ بود که پس از خشک شدن برای همه تیمارها کاهش یافت. کمترین میزان pH در تیمار اسید سیتریک + آسکوربیک اسید و در روش آون مشاهده شد. این کاهش pH نه‌تنها در تیمارهای حاوی اسید مانند «اسید سیتریک + اسید آسکوربیک» و «آب لیمو + اسید استیک» قابل توجیه است، بلکه در سایر تیمارها نیز دلایل مشخصی دارد. در تیمار ساکارز، فرآیند اسمز منجر به خروج آب و تغلیظ ترکیبات محلول گردید که کاهش نسبی pH را به همراه داشت. همچنین در تیمار بی‌سولفات سدیم، گرچه این ماده خاصیت اسیدی ندارد، اما به دلیل نقش آن در مهار فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز و محدود کردن واکنش‌های اکسیداتیو، باعث حفظ pH پایین‌تر در مقایسه با تیمار شاهد شد. علاوه بر این، فرآیند خشک کردن در آون به دلیل دمای یکنواخت و سرعت بالاتر تبخیر، موجب کاهش فعالیت‌های متابولیکی و تجمع بیشتر اسیدهای آلی شده و بنابراین کاهش بیشتری در pH نسبت به روش آفتاب ایجاد کرده است. مقدار اسیدیته برای موز تازه ۰/۴۲ درصد بود. بیشترین میزان اسیدیته در برش های موز خشک پیش تیمار شده با اسید سیتریک+ آسکوربیک اسید (۱/۳۰ درصد) در روش آفتاب بدست آمد. مقدار شاخص قهوه ای شدن برای موز تازه کمترین بود که با خشک شدن افزایش یافت. بیشترین میزان آن در برش های موز خشک شده تیمار شاهد و در روش آفتاب بود که نشان دهنده تاثیر محلول پیش تیمار در کاهش شاخص قهوه ای شدن بود که در کاربرد سدیم بی سولفات و روش آون بهترین بود (شکل ۱). این نتایج نشان می دهد که کاربرد پیش تیمارها برای حفظ رنگ طبیعی بر شهای موز پس از خشک کردن، به ترتیب با بی سولفات سدیم و اسید سیتریک + آسکوربیک اسید بسیار موثر می باشد. دلیل آن فعالیت ضد قهوه ای شدن و آنتی اکسیدانی بی سولفات سدیم و اسید آسکوربیک و سیتریک است. سولفات در سطح وسیعی به عنوان نگهدارنده مواد غذایی به منظور جلوگیری از اکسیداسیون توسط اکسیژن یا آنزیم ها استفاده می شود. این مشاهدات با نتایج گزارش شده سایر محققین(Gomaa et al., 2023) مطابقت دارد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل روش پیش تیمار و روش خشک کردن بر شاخص قهوه ای شدن موز.

بالاترین نسبت بازجذب آب برای نمونه های تیمار شده با اسید سیتریک + اسکوربیک اسید در روش خشک کردن در آون مشاهده شد، در حالی که کمترین نسبت برای نمونه های شاهد در روش خشک کردن در آفتاب ثبت شد (شکل ۲). نسبت جذب مجدد آب یکی از شاخص های مهمی است که برای کیفیت میوه ها و سبزیجات خشک در نظر گرفته می شود. مقادیر بالاتر نسبت هیدراتاسیون نشان دهنده کیفیت بالای این محصولات است (Kaveh et al., 2021). دلیل افزایش نسبت جذب مجدد آب در برش های موز خشک شده در آون، می تواند بدلیل تغییرات فیزیکی و شیمیایی کمتری که در این روش اتفاق می افتد، باشد که سریع تر و یکنواخت تر هستند. با این وجود، تغییرات فیزیکی و شیمیایی غیر قابل برگشت مختلفی در طی فرایند خشک شدن پدید می آید و باعث حرکت املاحی به سمت سطح سلول میشودکه از سلول های آسیب دیده نشت میشوند و به دنبال آن لایه ای تشکیل شده و ساختار سطحی نسبتاً بسته ای ایجاد می شود. علاوه بر این، می توان اشاره کرد که نمونه های خشک شده در آون در مقایسه با آفتاب، ظرفیت جذب مجدد آب بالاتری به دلیل ساختار متخلخل خود داشتند (Cui et al., 2003).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل روش پیش تیمار و روش خشک کردن بر جذب مجدد آب در موز.

بیشترین میزان قند احیاکننده در تیمار ساکارز و روش خشک کردن در آون مشاهده شد که به دلیل افزودن مستقیم قند به نمونه‌ها قابل انتظار بود. به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر، تیمارهای بدون ساکارز نیز با یکدیگر مقایسه شدند. در بین این تیمارها، کمترین مقدار قند احیاکننده در تیمار «اسید سیتریک + اسید آسکوربیک» و در روش آفتاب به دست آمد. احتمالاً به دلیل طولانی بودن زمان خشک شدن در این روش، واکنش‌هایی مانند قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی و میلارد فعال‌تر بوده و موجب کاهش بیشتر قندهای احیاکننده شده است. سایر تیمارهای بدون ساکارز، به‌ویژه بی‌سولفات سدیم، مقادیر بالاتری از قند احیاکننده را حفظ کرده‌اند که می‌تواند ناشی از نقش حفاظتی این ترکیبات در برابر تخریب ترکیبات قندی باشد. از دست دادن محتوای قند کاهنده در برش های موز در دو روش آفتاب و آون ممکن است به زمان خشک شدن طولانی تر در آفتاب نسبت داده شود که ممکن است منجر به واکنش قهوه ای شدن شود، که در هنگام واکنش اجزای خاص با یکدیگر، رنگدانه های قهوه ای متمایز ایجاد می کند (Wellner et al., 2011). همچنین، واکنش میلارد ممکن است در بر شهای موز خشک تولید شده توسط روش آفتاب رخ داده باشد که شامل اتصال قندهای احیاکننده با اسیدهای آمینه است که در نهایت منجر به از دست رفتن کل قندها، به ویژه قندهای احیاکننده می شود (Liu et al., 2020). بیشترین محتوای فنل کل در تیمار اسید سیتریک+ آسکوربیک اسید و در روش آون و کمترین محتوای فنل کل در تیمار شاهد و در روش آفتاب مشاهده شد. این نتایج به افزایش تخریب آنزیمی توسط پلی فنل اکسیداز نسبت داده میشود، زیرا روش های خشک کردن در معرض هوای آزاد، مواد را کندتر از روش آون و همراه با واکنشهای آنزیمی بیشتر، خشک میکنند (Boudhrioua et al., 2002). بیشترین ظرفیت آنتی اکسیدانی در تیمار اسید سیتریک+ آسکوربیک اسید و در روش

آون و کمترین محتوای آن در تیمار شاهد و در روش آفتاب بود. این نتیجه را میتوان با افزایش محتوای فنل کل و اسید آسکوربیک پس از خشک شدن توضیح داد. زیرا فعالیت آنتی اکسیدانی کاملاً به رنگدانه هایی مانند کاروتنوئید و آنتوسیانین، اسید آسکوربیک و محتوای کلی فنول در محصول بستگی دارد (Kapasakalidis et al., 2006).

بیشترین کیفیت رنگ در تیمار بیوسولفات سدیم و در روش آون و کمترین میزان آن در تیمار شاهد و در روش آفتاب مشاهده شد. محققین دریافتند که بلانچینگ و پیش تیمارهای سدیم پیروفسفات می تواند به جلوگیری از قهوه ای شدن موزهای خام و رسیده که در دمای هوای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک شده اند، کمک کند (Boudhrioua et al., 2002; Oszmianski and Wojdylo, 2009). بیشترین امتیاز طعم مربوط به تیمار ساکارز و در روش آون بود که این موضوع علاوه بر ویژگی‌های خشک‌کردن، می‌تواند ناشی از افزایش شیرینی محصول به دلیل حضور ساکارز افزوده شده در تیمار باشد. کمترین میزان آن نیز در تیمار آب لیمو + اسید استیک و در روش آفتاب بدست آمد. بهترین کیفیت بو در تیمار ساکارز و در روش آون و کمترین میزان آن در تیمار شاهد و در روش آفتاب مشاهده شد. بیشترین کیفیت بافت در تیمار بیوسولفات سدیم و در روش آون و کمترین میزان آن در تیمار شاهد و در روش آفتاب بدست آمد. نمونه های موز خشک شده تحت تیمارهای سولفات و ساکارز نسبت به سایر تیمارها شرایط مطلوب تری داشتند. معمولا روش خشک کردن در معرض آفتاب در بین افراد کاربرد فراوانی دارد، اما به دلیل طولانی شدن زمان خشک شدن و بی نظمی دما در طی دوره، سبب بروز آسیب های جدی از جمله بدتر شدن طعم، رنگ و ارزش غذایی محصول خشک، کاهش چگالی و ظرفیت جذب آب و جابجایی املاح از قسمت داخلی محصول خشک را به همراه دارد(زیرجانی و توکلی پور، ۱۳۸۹). در نهایت، نتایج این تحقیق نشان داد که برش های خشک شده موز توسط آون از نظر همه ویژگی ها، به ویژه از نظر ویژگیهای رنگ و بافت برتری داشتند و کاربرد پیش تیمارها در بهبود کیفیت اکثر صفات و پارامترهای ارزیابی حسی موثر بودند.

منابع

زیرجانی، ل. و توکلی‌پور، ح. ۱۳۸۹. تأثیر پیش‌فرآیندهای مختلف در فرآیند خشک کردن موز توسط مایکروویو. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۱(۲): ۵۴-۶۴.

Boudhrioua, N., Michon, C., Carelier, G. and Borazz, C. 2002. Influence of ripeness and temperature on changes in banana texture during drying. Journal of Food Engineering. 55: 115–127.

Cui, Z. W., Xu, S. Y. and Sun, D. W. 2003. Dehydration of garlic slices by combined microwave-vacuum and air drying. Drying Technology. 21: 1173–1184.

Ferreira, T. H. B. and Freitas, M. L. F. 2019. Production, physical, chemical and sensory evaluation of dried banana (*Musa cavendish*). Emirates Journal of Food and Agriculture. 31: 102–108.

Gomaa, G. A. E. W., Sayed, H. A. A., Abdelhamid, M. A., Zaghlool, A., Nasr, A., Nagib, A., Bourouah, M., Abd-El-Gawad, A. M., Rashad, Y. M., Hafez, M. and Taha, I. M. 2023. Effect of pre-treatments on the qualities of banana dried by two different drying methods. Sustainability. 15: 15112.

Kapasakalidis, P. G., Rastall, R. A. and Gordon, M. H. 2006. Extraction of polyphenols from processed blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) residues. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54: 4016–4021.

Kaveh, M., Abbaspour-Gilandeh, Y., Fatemi, H. and Chen, G. 2021. Impact of different drying methods on the drying time, energy, and quality of green peas. Journal of Food Processing and Preservation. 45: e15503.

Liu, X., Xia, B., Hu, L. T., Ni, Z. J., Thakur, K. and Wei, Z. J. 2020. Maillard conjugates and their potential in food and nutritional industries: A review. Food Frontiers. 1: 382–397.

Oszmianski, J. and Wojdyło, A. 2009. Effects of blackcurrant and apple mash blending on the phenolics contents, antioxidant capacity, and colour of juices. Czech Journal of Food Sciences. 27: 338–351.

Wellner, A., Huettl, C. and Henle, T. 2011. Formation of Maillard reaction products during heat treatment of carrots. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59: 7992–7998.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of some physicochemical properties of bananas during the drying process

Marziyeh Piri[1], Raheleh Ebrahimi[1*] and Maryam Marashi Aliabadi[1]
1. Department of Agricultural Science and Engineering, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[*]*Corresponding Author: rebrahimi@srbiau.ac.ir*

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of different drying methods and some pre-drying treatments on some physicochemical properties of bananas. To achieve this goal, two methods of sun drying and oven drying at 60°C and four pre-treatment solutions were used before drying to improve the quality characteristics of banana slices. The results showed that the pH, total phenol, and antioxidant capacity of banana samples dried in the oven method were higher than those dried in the sun method. The oven-dried banana samples showed a higher water reabsorption ratio than those dried in the sun method. Also, the browning index in the oven method was lower than that of the sun-dried samples. The results showed that the use of pre-treatment solutions is very effective in improving the final quality characteristics of dried banana slices and a desirable sensory evaluation.

Keywords: Banana, Browning index, Drying, Total phenol, Water reabsorption.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و اسانس پونه بر افزایش ماندگاری گل شاخه بریده آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*)

تافگه جلال عزیز[۱]، راهله ابراهیمی[۱*] و وریا ویسانی[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *rebrahimi@srbiau.ac.ir*

چکیده

طول عمر گلدانی یکی از شاخص‌های مهم کیفیت در بازاریابی و صادرات گل‌های شاخه‌بریده است که تحت‌تأثیر عواملی مانند رشد میکروبی و کاهش جذب آب پس از برداشت قرار می‌گیرد. هدف از این پژوهش، بررسی اثر نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم و اسانس پونه بر افزایش طول عمر گلدانی و بهبود کیفیت پس از برداشت گل شاخه‌بریده آلسترومریا بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار محلول نگهدارنده (شاهد = آب مقطر، ۱۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس پونه، و ترکیب ۱۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس پونه) و چهار دوره ارزیابی (روز ۱، ۳، ۶ و ۹) بود. صفات مورد اندازه‌گیری شامل وزن تر نسبی، محتوای نسبی آب برگ، نشت یونی، محتوای مالون‌دی‌آلدهید، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز، شمارش باکتری در انتهای ساقه و طول عمر گلدانی بود. داده‌ها با نرم‌افزار SAS تجزیه و با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند. نتایج نشان داد تیمار ترکیبی به‌طور معناداری ($p<0.05$) طول عمر گلدانی را از ۷.۲۳ به ۱۲.۳۶ روز افزایش داد، نشت یونی را از ۶۷.۵۴٪ به ۲۲.۴۹٪ کاهش داد و بالاترین محتوای نسبی آب برگ (۷۳.۶۴٪) را حفظ کرد. همچنین این تیمار بیشترین فعالیت کاتالاز (۲۱.۵۹ واحد بر میلی‌گرم پروتئین) و کمترین شمار باکتری در انتهای ساقه را داشت. به‌طور کلی، استفاده از ترکیب اسانس پونه و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم در محلول‌های نگهدارنده می‌تواند روشی مؤثر و سازگار با محیط‌زیست برای افزایش طول عمر گلدانی و حفظ کیفیت گل شاخه‌بریده آلسترومریا باشد.

واژگان کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، اسانس پونه، طول عمر گلدانی، نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم، نشت یونی.

مقدمه

نگهداری و افزایش طول عمر گل‌های شاخه‌بریده از مهم‌ترین چالش‌ها در صنعت گل‌آرایی و صادرات است. کاهش کیفیت و کوتاه شدن عمر پس از برداشت گل‌ها عمدتاً ناشی از عواملی مانند رشد میکروارگانیسم‌ها در آوندهای ساقه و کاهش جذب آب است که منجر به پژمردگی و کاهش جذابیت ظاهری گل می‌شود (Hazrati et al., 2020). از سوی دیگر، روش‌های معمول نگهداری گل اغلب با مشکلاتی نظیر آلودگی‌های شیمیایی و اثرات جانبی نامطلوب همراه هستند که استفاده از راهکارهای طبیعی و زیست‌سازگار را ضروری می‌سازد.در سال‌های اخیر، اسانس‌های گیاهی به عنوان ترکیبات طبیعی با خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی شناخته شده‌اند که می‌توانند در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده مؤثر باشند (Tariq et al., 2019). همچنین فناوری نانو با ارائه نانوذراتی نظیر دی‌اکسید تیتانیوم، به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد فیزیکی و شیمیایی، در بهبود شرایط پس از برداشت گیاهان کاربرد یافته است. نانوذرات قادر به کاهش رشد باکتری‌ها و افزایش جذب آب در ساقه گل‌ها هستند که به بهبود طول عمر گلدانی کمک می‌کند (Yang et al., 2019). با این حال، مطالعات محدودی به بررسی همزمان اثر ترکیبی اسانس پونه و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم بر افزایش ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده به ویژه گل آلسترومریا اختصاص یافته است. آلسترومریا به عنوان یکی از گل‌های شاخه‌بریده با ارزش بازار بالا، حساسیت بالایی به اتیلن و مشکلات جذب آب دارد که موجب کاهش طول عمر و کیفیت آن پس از برداشت می‌شود (Galati et al., 2017). هدف این تحقیق بررسی تأثیر ترکیبی اسانس پونه و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم بر افزایش طول عمر گلدانی و بهبود صفات فیزیولوژیکی و میکروبی گل شاخه‌بریده

آلسترومریا است. نوآوری این پژوهش در کاربرد همزمان دو ترکیب طبیعی و نانویی و بررسی جامع صفات مرتبط با ماندگاری گل می‌باشد که می‌تواند راهکار موثری برای حفظ کیفیت گل‌های شاخه‌بریده ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

بدین منظور گل شاخه بریده آلسترومریا از گلخانه تجاری واقع در شهر پاکدشت ورامین تهیه شد. نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم با اندازه ذرات ۴۰ نانومتر از شرکت رها پویش تهیه گردید. جهت تهیه اسانس پونه، از برگهای خشک شده آن به کمک دستگاه کلونجر اسانس استخراج گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و سه مشاهده انجام شد. فاکتور اول محلول نگهدارنده در چهار سطح (آب مقطر (شاهد)، نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم با غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر، اسانس پونه با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم با غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر + اسانس پونه با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و فاکتور دوم زمان در چهار سطح (روز اول، روز سوم، روز ششم و روز نهم) بود. گلهایی که یک الی دو گلچه آنها در حال باز شدن بودند در صبح زود از گلخانه برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اعمال تیمارها گلهای شاخه بریده در زیر آب با زاویه برش اریب به اندازه ۴۰ سانتیمتر قطع گردید. سپس گل‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ظروف نیم لیتری محتوی محلولهای تیمار قرار داده شد. سپس از محلول خارج و به مدت ۶ ساعت به محلول ساکارز ۲۰ درصد منتقل شد. در نهایت گل‌ها درون آب با دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد منتقل شده و در روزهای مورد نظر صفات مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. علاوه بر صفت وزن تر نسبی، محتوای نسبی آب برگ با استفاده از فرمول RWC= (FW-DW)/(SW-DW)× 100 محاسبه شد. در این رابطه FW وزن تازه برگ، SW وزن اشباع برگ و DW وزن خشک برگ بود (Ritchie et al., 1990). میزان نشت یونی از فرمول $\frac{EC1}{EC2} \times 100$ = درصد نشت یونی بدست آمد (Ben hamed et al., 2007). جهت تعیین میزان پراکسید شدن چربی‌های غشایی با آزمون تیوباربیتوریک اسید (TBAT) از طریق تعیین غلظت مالون دی‌آلدئید استفاده شد (Valentovic et al., 2006). آنزیم‌ها با روش‌های استاندارد استخراج شده و فعالیت کاتالاز بر اساس کاهش غلظت پراکسید هیدروژن در ۲۴۰ نانومتر و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز بر اساس مهار رنگ‌زایی NBT اندازه‌گیری شد (Aebi, 1984; Giannopolitis and Ries, 1977). جهت شمارش باکتری های انتهای ساقه، نمونه‌های انتهای ساقه در محیط کشت مناسب به صورت رقیق شده کشت داده شده و پس از انکوباسیون شمارش کلنی‌های باکتریایی (CFU) انجام شد (Yang et al., 2019). طول عمر گلجایی به عنوان تعداد روزهایی تعریف شد که گل‌ها از نظر ظاهری قابل قبول و فاقد پژمردگی شدید بودند و تا زمان فروپاشی کامل گل‌ها ثبت شد. در انتها داده‌های ثبت شده به کمک نرم افزار SAS آنالیز گردید.

نتایج و بحث

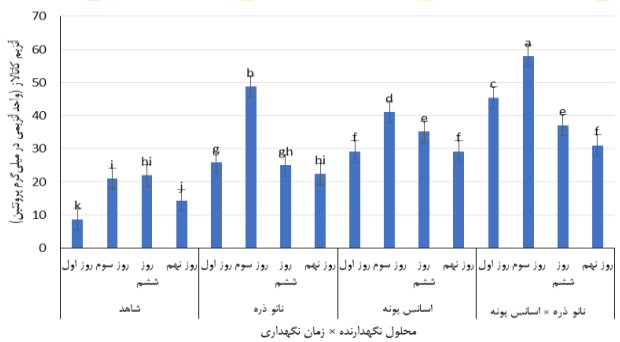
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده محلول نگهدارنده و اثر ساده زمان نگهداری و اثر متقابل آنها، در کلیه صفات مورد بررسی معنی دار شد ولی در صفت محتوای نسبی آب اثر متقابل آنها معنی دار نشد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول نگهدارنده و زمان بر وزن تر نسبی گل آلسترومریا نشان داد که بیشترین میزان وزن تر نسبی گل آلسترومریا در تمامی غلظت محلول های نگهدارنده و در روز اول زمان نگهداری مشاهده شد وزن تر نسبی از شاخصهای نشان‌دهنده روابط آبی مطلوب در گلهای شاخه بریده می باشد. در گلهای شاخه بریده با گذشت زمان آوندها به دلیل رشد میکروارگانیسم‌ها مسدود می‌شوند (Jamali Moghadam and Hassanpour Asil, 2021) و تعرق همراه با جذب آب پس از قطع گل، افزایش می یابد. پس اگر جذب آب کافی نباشد، ساقه‌های برش خورده آب خود را از دست می دهند و باعث کم آبی و از بین رفتن فشار تورژسانس در تمام بافت ها میشود (Perik et al., 2014). تحقیقات نشان داده است که مصرف آب توسط ساقه گل ژربرا با وزن گل مزتبط است. هر چه وزن و جذب آب بیشتر باشد، عمر گلجایی بیشتر خواهد بود (Abd-El-Hady, 2020). بیشترین محتوای نسبی آب برگ (۷۳/۶۴ درصد) در شرایط کاربرد ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذره دی اکسید تیتانیوم و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس پونه بدست آمد و کمترین میزان آن (۵۳/۴۲ درصد) در تیمار شاهد (آب مقطر) حاصل شد. در تحقیقی نانولوله های کربنی با داشتن ساختار لوله‌ای شکل سبب افزایش جذب آب و به دنبال آن افزایش محتوای آب گلبرگ و ساقه ژربرا شدند و پژمردگی گلبرگها را به تأخیر انداختند. این اثر نانولوله‌ها به فعال شدن یک پروتئین کانال آب (آکواپورین) در گیاهان نسبت داده می شود (Reid and Jiang, 2012).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر محلول نگهدارنده و زمان نگهداری بر برخی صفات آلسترومریا.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد باکتریهای ساقه	آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز	مالون دی‌آلدهید
محلول نگهدارنده	۳	۳۷۸/۳۱**	۱۱۴۳/۲۲**	۰/۵۳**
زمان نگهداری (روز)	۳	۱۱۲۶۱/۶۲**	۵۸۴/۳۵**	۲/۴۶**
محلول نگهدارنده ×زمان نگهداری	۹	۹۲/۸۷**	۵۲/۴۳**	۰/۰۲**
خطا	۳۲	۲۷/۶۲	۲/۴۳	۰/۰۰۲
ضریب تغییر (درصد)	-	۱۹/۱۸	۳/۹۲	۲/۶۴

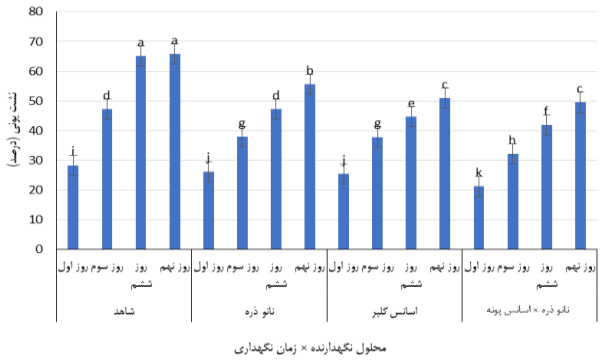
** بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول نگهدارنده × زمان نگهداری نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۵۹/۲۱ واحد آنزیمی در میلی‌گرم پروتئین) مربوط به تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذره + ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس پونه در روز سوم نگهداری و کمترین آن (۸/۷۸ واحد آنزیمی در میلی‌گرم پروتئین) مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) و روز اول نگهداری بود (شکل ۱). در آنزیم سوپراکسیددیسموتاز نتایج مشابه حاصل شد ولی در روز ششم بیشترین بود.



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول نگهدارنده × زمان نگهداری بر میزان کاتالاز آلسترومریا.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول نگهدارنده × زمان نگهداری نشان داد که بیشترین میزان مالون دی‌آلدهید (۱/۹۱ µmol/gFW) مربوط به تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذره + ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس پونه در روز سوم نگهداری و کمترین آن (۰/۸۹ µmol/gFW) مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) و روز ششم نگهداری بود. در تحقیقی کاربرد عصاره مورینگا بر ماندگاری شاخه‌های بریده، سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز شد که نقش مهمی در مبارزه با تنش اکسیداتیو و مهار پیری گل دارند. علاوه بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، پیری دیررس گل با اثربخشی عصاره مورینگا در کاهش سطوح مالون دی‌آلدهید مرتبط است، که نشانه‌ای از کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و حفظ ثبات غشاء می باشد (Hassan et al., 2020). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول نگهدارنده × زمان نگهداری نشان داد که بیشترین میزان نشت یونی (۶۷/۵۴ درصد) مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) و روز نهم نگهداری و کمترین آن (۲۲/۴۹ درصد) مربوط به تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذره دی اکسید تیتانیوم + ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس پونه در روز اول نگهداری بود (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول نگهدارنده × زمان نگهداری نشان داد که بیشترین تعداد باکتری انتهای ساقه (۸۶/۳۷ log CFU g-1) مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) در روز نهم نگهداری بود. عمده انسداد آوندی که در گل‌های شاخه بریده در طی دوره پس از برداشت ایجاد می شود، به دلیل گسترش جمعیت باکتری‌ها در انتهای آوندهای ساقه می باشد که کاربرد نانوذرات مانع از توسعه آنها می‌شود و به همین دلیل جذب آب در ساقه‌ها ادامه می‌یابد. مکانیسم عمل نانوذرات به این صورت است که با حمله به دیواره سلولی میکروب‌ها، باعث متلاشی شدن سلول های آنها می‌شوند و از این رو موجب کاهش آلودگی باکتریایی در انتهای ساقه گل می‌شوند (Vehniwal and Abbey, 2019).



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول نگهدارنده × زمان نگهداری بر میزان نشت یونی آلسترومریا

بیشترین عمر گلجایی (۱۲/۳۶ روز) در تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذره دی اکسید تیتانیوم + ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس پونه بدست آمد و کمترین میزان آن (۷/۲۳ روز) در تیمار شاهد (آب مقطر) بدست آمد. به نظر می رسد نانوذرات با آسیب رساندن به اجزای سلول های باکتریایی مانند پروتئینها، لیپیدها و حتی اسیدهای نوکلئیک از رشد آنها جلوگیری کرده و منجر به جذب بیشتر آب و کاهش جمعیت باکتریایی انتهای ساقه و محلولهای گلجای می شوند (Sunpapao et al., 2019). هر چند تاثیر مثبت اسانس پونه در تحقیق حاضر مشاهده شد اما محققین مشاهده کردند که اگرچه خاصیت ضدمیکروبی بسیاری از اسانس ها ثابت شده است، اما تاثیر مثبت آنها بر افزایش عمر گلجایی در تمامی گلهای شاخه بریده مشاهده نشده است و تأثیر مثبت اسانسها به عنوان محلولهای نگهدارنده بستگی به نوع گیاه و نوع اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده آن، متفاوت خواهد بود.

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد اسانس پونه همراه با نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم می‌تواند به‌طور معنی‌داری شاخص‌های فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و کیفی گیاه را بهبود بخشد. این ترکیب نه‌تنها موجب کاهش تنش‌های فیزیولوژیکی و افزایش کارایی فتوسنتزی شد، بلکه با بهبود وضعیت آب برگ و کاهش نشت یونی، توانایی سازگاری گیاه را نیز ارتقاء داد. نوآوری اصلی این تحقیق در استفاده همزمان از دو عامل طبیعی و نانومقیاس برای بهبود ویژگی‌های گیاه است که تاکنون در منابع علمی کمتر گزارش شده است. این یافته‌ها می‌تواند به‌عنوان رویکردی نوین در مدیریت غیرشیمیایی و پایدار تولید گیاهان دارویی و زینتی مطرح شود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، بررسی اثرات این ترکیب در مقیاس مزرعه و بر گونه‌های گیاهی مختلف مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Ben Hamed, K., Castagna, A., Salem, E., Ranieri, A. and Abdelly, C. 2007. Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) under salinity conditions: a comparison of leaf and root antioxidant responses. Plant Growth Regulation, 53: 185-194.

Galati, V. C., Muniz, A. C. C., Guimarães, J. E. R., Inestroza-Lizardo, C. O., Mattiuz, C. M. F. and Mattiuz, B. H. 2017. Postharvest conservation of alstroemeria ajax using 1-methylcyclopropene. Ciência e Agrotecnologia, 41: 181-190.

Hazrati, S., Mollaei, S., Rabbi Angourani, H., Hosseini, S. J., Sedaghat, M. and Nicola, S. 2020. How do essential oil composition and phenolic acid profile of *Heracleum persicum* fluctuate at different phenological stages? Food Science & Nutrition, 8(11): 6192-6206.

Jamali Moghadam, H. and Hassanpour Asil, M. 2021. Improving morpho-physiological characteristics and extending vase life of Lily (*Lilium* LA Hybrid) cv. Original Love using gibberellic acid and humic acid. Flower and Ornamental Plants, 6(1): 49-70.

Perik, R. R., Razé, D., Ferrante, A. and van Doorn, W. G. 2014. Stem bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers: Effects of a pulse treatment with sucrose and calcium ions. Postharvest Biology and Technology, 98: 7-13.

Reid, M. S. and Jiang, C. Z. 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. Horticultural Reviews, 40: 1-54.

Ritchie, S. W., Nguyen, H. T. and Holaday, A. S. 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30(1): 105-111.

Saicharan, M., Anitha, V., Kameshwari, L. and Srilatha, D. 2017. Seasonal incidence of insect pests of chrysanthemum in Maddur and Palgutta villages of Ranga Reddy district, Telangana. International Journal of Farm Sciences, 7(4): 141-143.

Sunpapao, A., Wonglom, P., Satoh, S., Takeda, S. and Kaewsuksaeng, S. 2019. Pulsing with magnesium oxide nanoparticles maintains postharvest quality of cut lotus flowers (*Nelumbo nucifera* Gaertn) 'Sattabongkot' and 'Saddhabutra'. The Horticulture Journal, 87: 1-7.

Tariq, S., Wani, S., Rasool, W., Shafi, K., Bhat, M. A. et al. 2019. A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug resistant microbial pathogens. Microbial Pathogenesis, 134: 01-20.

Vehniwal, S. S. and Abbey, L. 2019. Cut flower vase life – influential factors, metabolism and organic formulation. Horticulture International Journal, 3(6): 275-281.

Yang, P. F., Yang, Y. N., He, C. Y., Chen, Z. F., Yuan, Q. S., Zhao, S. C., Fu, Y. F., Zhang, P. C. and Mao, D. B. 2019. New caffeoylquinic acid derivatives and flavanone glycoside from the flowers of *Chrysanthemum morifolium* and their bioactivities. Molecules, 24: 850.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of titanium dioxide nanoparticles and oregano essential oil on increasing the vase life of Alstroemeria (*Alstroemeria hybrida*) cut flowers

Tavga Jalal Aziz[1], Raheleh Ebrahimi[1*] and Weria Weisany[1]
1. Department of Agricultural Science and Engineering, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[*]*Corresponding Author: rebrahimi@srbiau.ac.ir*

Abstract

Vase life is a key quality indicator in the marketing and export of cut flowers, which is often limited by microbial growth and reduced water uptake after harvest. This study aimed to evaluate the effects of titanium dioxide nanoparticles and pennyroyal (*Mentha pulegium*) essential oil on vase life extension and postharvest quality of cut Alstroemeria flowers. The experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with three replications. Treatments included four preservative solutions (control = distilled water, 15 mg L^{-1} titanium dioxide nanoparticles, 200 mg L^{-1} pennyroyal essential oil, and a combination of 15 mg L^{-1} titanium dioxide nanoparticles + 200 mg L^{-1} pennyroyal essential oil) and four evaluation periods (day 1, 3, 6, and 9). Measured traits included relative fresh weight, leaf relative water content, ion leakage, malondialdehyde content, catalase and superoxide dismutase activities, bacterial count at stem ends, and vase life. Data were analyzed using SAS software, and means were compared by the LSD test at the 5% probability level. The combined treatment significantly ($p < 0.05$) increased vase life from 7.23 to 12.36 days compared with the control, reduced ion leakage from 67.54% to 22.49%, and maintained the highest leaf relative water content (73.64%). This treatment also resulted in the highest catalase activity (21.59 U mg^{-1} protein) and the lowest bacterial count at stem ends. Overall, the combination of pennyroyal essential oil and titanium dioxide nanoparticles in preservative solutions can be considered an effective and environmentally friendly approach to prolong vase life and maintain the quality of cut Alstroemeria flowers.

Keywords: Antioxidant enzymes, Ion leakage, Pennyroyal essential oil, Titanium dioxide nanoparticles, Vase life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور آبیاری، تغذیه و کشت‌های بدون خاک

سخنرانی کلیدی

غنی‌سازی محلول‌های غذایی با اکسیژن (اکساب تغذیه‌ای): دینامیک اکسیژن و واکنش گیاه

سید جلال طباطبائی[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *j.tabatabaei@shahed.ac.ir*

چکیده

تزریق گازهای مختلف از جمله اکسیژن، دی اکسید کربن وهوا یکی از روشهای نوین بهبود عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی میباشد. این روش به خصوص در روشهای کشت بدون خاک که ریشه گیاهان در محلول غذائی قرار میگرد و ممکن است با کمبود اکسیژن یا مشکلات دیگر مواجه شوند، بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، هدف اصلی از تزرق گازهای مختلف به داخل محلول غذائی و ایجاد حبابهای ریز (نانو حبابها) می باشد که با تزریق حبابهای گازی، محیط رشد ریشه را از لحاظ تهویه، جذب عناصر، فعالیت ریشه بهبود داد.ی برای افزایش غلظت اکسیژن و تزریق گازهای دیگر از دستگاه دستگاه تولید کننده نانو حباب ساز استفاده شد. غلظت اکسیژن در محلول غذائی تا ۴۰ میلی گرم در لیتر افزایش یافت. نتایج نشان داد که پس از افزایش غلظت اکسیژن در محلول غذائی، روند کاهش غلظت اکسیژن بصورت لگاریتیم تغییر کرد بطوریکه در غلظت بالای ۱۶ م.ل. غلظت اکسیژن با سرعت زیاد (به ازای هر ساعت حدود ۲ م ل) از آب خارج شد ولی در غلظت زیر ۱۶ م. ل. سرعت کاهش آن کاهش یافت (به ازای هر ساعت حدود ۰/۵ م ل) و نهایتاً در مدت ۲۴ ساعت غلظت اکسیژن حدود ۸ م ل ثابت ماند. کاهش سریع اکسیژن از محلول غذائی حدود ۴:۳۰ ساعت طول کشید. حداقل اکسیژن مورد نیاز برای گیاه ۵-۶ م .ل و مقدار مناسب آن ۸-۱۰ م ل برای تهویه مستمر مشخص گردید. دستگاه تزریق نانو حباب در آب توانائی افزایش غلظت اکسیژن را تا حد ۴۶ م ل دارد، اما این غلظت مناسب رشد گیاه نیست. عملکرد گوجه فرنگی، خیار و کاهو در تیمار تزریق اکسیژن بطور معنی داری ($p\leq0.01$) افزایش داشت. در گوجه فرنگی، خیار و کاهو در تیمار اکسیژن نسبت به شاهد ۲۱٪، ۱۴٪، و ۲۹٪ افزایش عملکرد مشاهده شد. سفتی میوه در تیمارهای اکسیژن بطور معنی داری افزایش یافت. تیمار تزریق هوا نیز در مقایسه با تیمارهای دیگر تأثیرات مثبت بر عملکرد و کیفیت میوه ها داشتند. تامین مناسب اکسیژن بستر منجر به افزایش کلرفیل، کارائی فتوسنتزی گردید که یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد در تیمارهای اکسیژن یا هوا بود. بر اساس نتایج این تحقیق تزریق اکسیژن در اولویت اول تا حد ۲۰ م ل برای محلول های غذائی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: اکسیژن، دینامیک، محلول غذایی، نانوحباب، هیدروپونیک.

مقدمه

تغییر هوای محیط ریشه با غنی سازی اکسیژن یا تزریق گازهای مختلف به محلول غذائی از عوامل مهم برای افزایش رشد اندامهای هوائی گیاه و حتی سلامت ریشه می باشد که مورد توجه محققان قرار گرفته است (Abuarab et al., 2013,). با اینحال، کارائی غنی سازی با اکسیژن یا هر گاز دیگر از لحاظ تأثیرات فیزیولوژیکی بر رشد گیاه، کیفیت و عملکرد میوه ها و حتی هزینه های آن بایستی در شریط مختلف محیطی مورد ارزیابی قرار گیرد. در سیستمهای تولید گلخانه با توجه به بسترهای استفاده شده بخصوص سیستمهای هایدروپونیک مقدار ریشه از لحاظ حجم و حتی طول ریشه بدلیل فضای کم، محلول دهی مستمر و سایر عوامل کاسته می شود و این کاهش فضای ریشه سبب کاهش اکسیژن و ممکن تجمع بعضی گازهای دیگر شود (طباطبائی، ۱۳۹۲). همچنین، افزایش دمای محلول، تنفس ریشه، محلول دهی مستمر مقدار اکسیژن بستر را کاهش می دهد (Bonachela et al., 2027; Raviv et al., 2004). تغییر اتمسفر محیط ریشه در اثر عوامل مثل ماندگاری آب در مخزن، وجود مواد آلی در آب یا محلول غذائی ، و تغییرات دمائی اتفاق می افتد. بر این اساس، محققان پیشنهاد نمودند که قبل از مصرف آب یا محلول غذائی به گیاه، لازم است اکسیژن یا گازهای دیگر به محلول تزریق شود. تزریق گاز به داخل

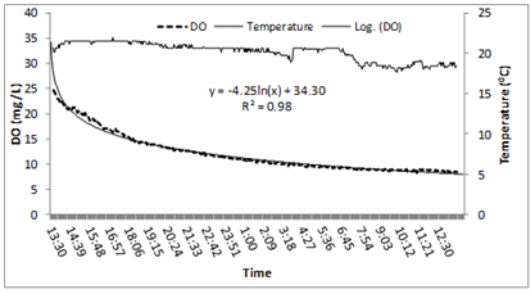
آب روشهای مختلفی دارد که یکی از این روشها ایجاد نانو حباب در داخل آب است. دستگاه نانوحباب ساز قادر است ذرات بسیار ریز گازها مختلف را به آب یا محلول غذائی وارد نموده بدون اینکه رنگ یا خواص فیزیکی آن تغییر یابد. ازطرف دیگر اندازه حبابها به اندازه ای ریز است که می تواند به مقدار زیاد در آب حل شده و مدت طولانی در آب باقی بماند. تزریق اکسیژن خالص و تحت فشار به آب یا محلول غذائی روش غنی سازی اکسیژن یا اکساب تغذیه ای (Oxyfertigation) نامیده میشود (Marfa et al., 2005). این روش برای تامین اکسیژن ریشه و انتشار گازها در آب و محلول غذائی استفاده می‌شود. ریشه زمانی که آب یا محلول غذائی اطرف ریشه را پر می‌کند تنفس ریشه دچار اختلال می‌گردد و از طرف دیگر انتشار گازهای دیگر نیز با مشکل مواجه می شود. این شریط سبب تولید اتیلن و سایر بازدارنده های رشد شده و رشد گیاه را محدود می‌نماید (آبوراب و همکاران، ۲۰۱۰). کمبود اکسیژن نه تنها در بسترهای کشت گلخانه ای بلکه در آبیاری قطره ای نیز زیر قطره چکانها که همیشه از آب اشباع می باشد، مشکل ساز است. اخیراً نیز آبیاری عمیق یا زیر سطحی (sub surface irrigation) مطرح گردیده که اهمیت تزریق گازها را به داخل آب بیشتر می‌کند. بنظر می‌رسد تزریق هوا به داخل محلول یا آب نه تنها اکسیژن مورد نیاز گیاه را تامین می نماید بلکه انتشار گازهای تولید شده یا انتقال گازها را به سطح ریشه یا از طرف ریشه به بیرون تسهیل می نماید و این یکی از موارد مهم در تزریق هر گونه گاز به آب جهت کاهش مقاومت انتشار گازها در داخل آب یا محلول غذائی می‌باشد. در خصوص حباب‌های نانو تزریق شده به محلول غذائی اطلاعاتی چندانی وجود ندارد و نیاز به تحقیقات وسیع است.

مواد و روش‌ها

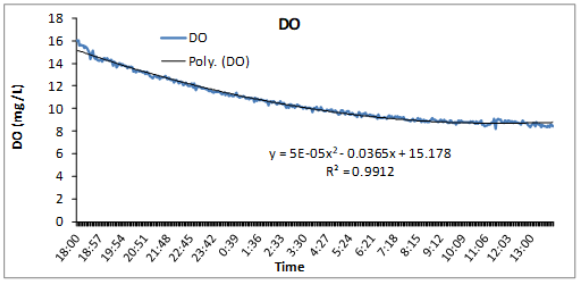
آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی ۸ واحدی دانشگاه شاهد اجرا خواهد شد. گیاهان در بستر کشت پومدیا با اندازه سایز ریز (کوچکتر از ۰.۲ mm) کاشته شدند و با سیستم زمانبندی آبیاری قطره ای محلول دهی شدند. محلولهای غذائی در تانکرهای ۱۰۰۰ لیتری تهیه و هر تانکر ب یک لوله ورودی و مکش مجهز شد که محلول را به دستگاه تزریق گاز منتقل میکرد. گاز با فشار ۲۰ بار توسط دستگاه به مقدار تقریبی۲.۵ لیتر بر دقیقه تزریق می شد. مدت زمان تزریق برای هر تانکر ۴ دقیقه بود که در این مدت اکسیژن به حد اشباع به مقدار ۴۵ مایکرولیتر در لیتر افزایش می یافت و تقریبا تمام محلول موجود در تانکر یکبار چرخش می شد. دستگاه تزریق مجهز به یک الکتروموتور ۵۰ اسب بخار با پمپ توربینی ۲ اینچ که ورودی و خروجی لوله ۱ اینچ در نظر گرفته شده بود. دستگاه مجهز به یک راکتور مخلوط گاز و آب بود که فشار آن با میزان ورودی گاز قابل تنظیم بود. اکسیژن محلول در آب (DO) پس از تزریق گازها ابتدا با دستگاه اندازه گیری اکسیژن (HI 9146, portable waterproof Microprocessor, Hanna, USA) اندازه گیری شد. این دستگاه غلظت اکسیژن و دما را بر حسب میلی‌گرم در لیتر و سانتیگراد نشان می دهد. اندازه گیریهای بعدی بصورت مداوم در طول ۲۴ ساعت توسط دستگاه اندزه گیری اکسیژن محلول ساخت شرکت دانش بنیان ایرانی در هر ۳ دقیقه رکورد گردید و نتایج در صفحه اکسل گزارش گیری شد. برای یکسان سازی محلول دستگاه بهم زن نیز در محلول قرار داده شده تا اندازه گیری دقیق باشد. پس از رشد گیاهان حصوصیات کیفی و کمی اندازه گیری و داده ها آنالیز آماری در برنامه SAS قرار گرفت

نتایج و بحث

تغییرات غلظت اکسیژن در محلول غذائی موجود در تانکر (بدون ریشه گیاه) در طول ۲۴ ساعت در شکل ۱ مشخص شده است. اکسیژن در ساعت ۱۳:۳۰ به محلول نزریق شده و غلظت آن تا حد ۳۵ م ل افزایش یافته است و به مرور زمان مقدار آن کاهش یافته است. روند کاهش غلظت اکسیژن بصورت لگاریتیم تغییر می کند بطوریکه در غلظت بالای ۱۶ م.ل. غلظت اکسیژن با سرعت زیاد از آب خارج می شود ولی در غلظت زیر ۱۶ م. ل. سرعت کاهش آن کاهش یافته و در غلظت حدود ۸ م ل غلظت اکسیژن ثابت می ماند (شکل ۲).

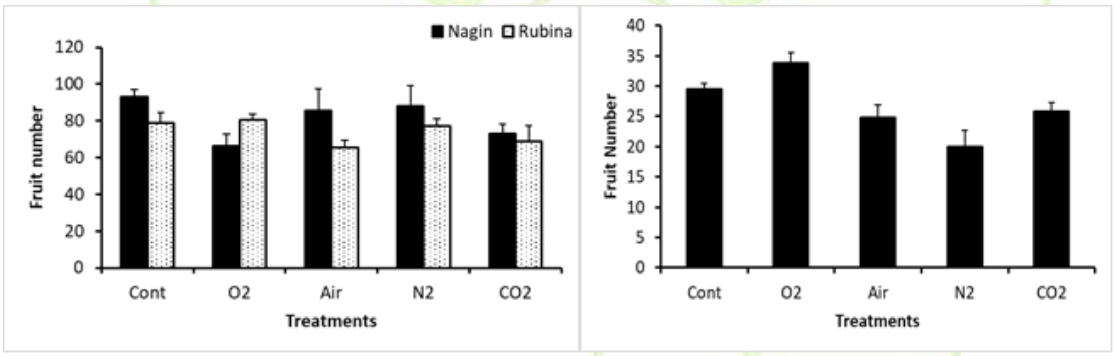


شکل ۱- تغییرات غلظت اکسیژن در محلول غذائی بدون ریشه در طول ۲۴ ساعت با غلظت اولیه ۲۵ م ل.



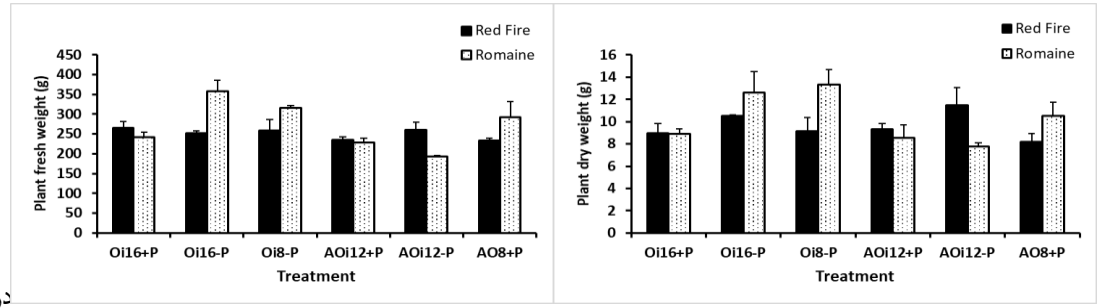
شکل ۲- تغییرات غلظت اکسیژن در طول زمان. غلظت اولیه ۱۶ م ل بوده است.

کاهش سریع اکسیژن از محلول غذائی حدود ۴:۳۰ ساعت طول کشیده است یعنی در این مدت کاهش غلظت اکسیژن به ازای هر ساعت حدود ۲ م ل است ولی کاهش اکسیژن زیر ۱۶ م ل به ازای هر ساعت حدود ۰/۵ م ل است که موضوع بسیار جالب می باشد (شکل ۲). همچنین از نمودار ۲ مشخص است که حتی پس از گذشت ۲۴ ساعت از شروع تزریق، مقدار اکسیژن محلول غذائی در حد اشباع می باشد. مقدار اکسیژن در محلول معمولی یعنی بدون تزریق آب بین ۵ تا ۶ م ل است و این در حالیست که با تزریق اکسیژن نه تنها غلظت کسیژن افزایش می یابد بلکه مقدار آن پس از گذشت ۲۴ ساعت از غلظت معمولی آب در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد حدود ۳ م ل بالاتر است. طبق نتایج نمودار ۳، مقایسه میانگین عملکرد بیشترین عملکرد گوجه فرنگی در تیمار اکسیژن دهی مشاهده شد. عملکرد گوجه فرنگی در تیمار اکسیژن ۲۱٪ بیشتر از تیمار شاهد بود.



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد گوجه (راست) و خیار (چپ).

خربزه پرورش یافته در پشم سنگ تعداد میوه در تیمار آب اکسیژن دار شده نسبت به آب معمولی افزایش داشته که با نتایج گوجه فرنگی یکسان بود (Acuña et al., 2005). در فلفل نیز تیمار اکسیژن دهی موجب افزایش تعداد و عملکرد کل شد (Marfa et al., 2005). در شرایط غرقابی متابولیسم کربوهیدرات ها به دلیل اختلال در ارتباط بین منبع – مخزن تحت تأثیر قرار می گیرد. قطر میوه در اثر تیمارها بیشتر دستخوش تغییر قرار میگیرند. افزایش جذب مواد غذایی میتواند به افزایش ماده سازی و افزایش طول و قطر میوه منجر شود. مقایسه میانگین وزن تر کاهو نشان داد که در رقم رومین بیشترین وزن تر را تیمار تزریق اکسیژن خالص به غلظت ۱۶ میکرولیتر در لیتر و بدون هوا دهی با مقایسه میانگین ۳۵۷ گرم ثبت شد (شکل ۴). با توجه به نتایج آزمایشات متعدد، در کل روش افزایش غلظت اکسیژن در محلول غذائی به غلظت حداکثر ۲۰ م ل قابل توصیه است.



در

شکل ۴– مقایسه میانگین وزن تر (چپ) و خشک (راست) ارقام کاهو.

منابع

طباطبائی، س. ج. ۱۴۰۲. اصول تغذیه معدنی گیاهان: مفاهیم نظری و عملی. انتشارات دانشگاه تبریز، ص ۴۲۵–۴۴۰.

Abuarab, M., Mostafa, E. and Ibrahim, M. 2013. Effect of air injection under subsurface drip irrigation on yield and water use efficiency of corn in a sandy clay loam soil. Journal of Advanced Research, 4: 493–499.

Acuña, R., Gil, I., Bonachela, S. and Magán, J. J. 2005. Oxyfertigation of a greenhouse melon crop grown in rockwool slabs in a Mediterranean area. International Symposium on Growing Media, 779: 447–454.

Bonachela, S., Quesada, J., Acuña, R. A., Magán, J. J. and Marfà, O. 2010. Oxyfertigation of a greenhouse tomato crop grown on rockwool slabs and irrigated with treated wastewater: Oxygen content dynamics and crop response. Agricultural Water Management, 97: 433–438.

Marfà, O., Cáceres, R. and Guri, S. 2005. Oxyfertigation: A new technique for soilless media on plant performance. A review. Acta Horticulturae, 644: 251–259.

Raviv, M., Wallach, R. and Blom, T.J. 2001, September. The effect of physical properties of soilless media on plant performance-A review. In International Symposium on Growing Media and Hydroponics 644: 251-259.

Vartapetian, B. B. and Jackson, M. B. 1997. Plant adaptations to anaerobic stress. Annals of Botany, 79: 3–20.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Enrichment of Dissolved oxygen in the nutrient solutions (oxygenation): Oxygen dynamic and Plant response

Seyed Jalal Tabatabaei[1*]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran
**Corresponding Author: j.tabatabaei@shahed.ac.ir*

Abstract

The injection of various gases, including oxygen, carbon dioxide, and air, is an innovative method for improving the yield and quality of agricultural products. This method is particularly crucial in soilless cultivation systems (hydroponics), where plant roots are submerged in a nutrient solution and may encounter oxygen deficiency or other challenges. Therefore, the primary objective of injecting diverse gases into the nutrient solution is to generate micro/nano-bubbles, thereby improving the root growth environment in terms of aeration, nutrient absorption, and root activity. To increase the oxygen concentration and inject other gases, a nano-bubble generator was utilized. The dissolved oxygen (DO) concentration in the nutrient solution was increased up to 35 mg/L. The results indicated that following the increase in DO concentration, the decline in oxygen levels followed a logarithmic trend. At concentrations above 16 mg/L, oxygen escaped from the water rapidly (at a rate of approximately 2 mg/L per hour). However, at concentrations below 16 mg/L, the rate of decline slowed down (approximately 0.5 mg/L per hour), and ultimately stabilized at around 8 mg/L within 24 hours. The rapid dissipation of oxygen from the nutrient solution lasted for about 4.5 hours. For continuous aeration, the minimum oxygen requirement for the plants was determined to be 5–6 mg/L, while the optimal range was 8–10 mg/L. Although the nano-bubble injection device is capable of boosting oxygen concentration up to 46 mg/L, this extreme concentration is not suitable for plant growth. The yields of tomatoes, cucumbers, and lettuce increased significantly under the oxygen injection treatment. Specifically, compared to the control treatment, yield increases of 21%, 14%, and 29% were observed in tomatoes, cucumbers, and lettuce, respectively. Fruit firmness was also significantly enhanced in the oxygen treatments. Additionally, the air injection treatment demonstrated positive effects on fruit yield and quality compared to other treatments. Adequate oxygen supply to the root zone led to an increase in chlorophyll content and photosynthetic efficiency, which was a key driving factor behind the yield improvements in the oxygen and air treatments. Based on the findings of this study, oxygen injection up to 20 mg/L is recommended as the top priority for nutrient solutions.

Keywords: Hydroponics, Nano-bubble, Nutrient solution, Oxygen, Oxygen Dynamics.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثرات نوع پایه و محلول غذایی روی برخی شاخص‌های رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم Datis

رحیم برزگر[1*]، مریم فرزین فرد[1] و اعظم امیری[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳- مرکز تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *barzegar@sku.ac.ir*

چکیده

استفاده از نشای پیوندی سبزی‌های میوه‌ای، در سال‌های اخیر گسترش فراوانی یافته است. در این راستا انتخاب پایه‌های مناسب برای پیوند با خیار و ترکیب محلول غذایی بهینه متناسب با نوع پایه برای افزایش عملکرد ضروری است. در این پژوهش به منظور بررسی اثر پایه‌های مختلف کدو و محلول غذایی بر شاخص های رشد و عملکرد خیار رقم F1 "داتیس"، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. فاکتور اول در سه سطح شامل پایه های کدوی فرو و کبالت و خیار پیوند نشده (شاهد) بود. فاکتور دوم نیز شامل چهار نوع مختلف محلول غذایی (NS1-NS4) بود. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین محلول‌های غذایی از نظر شاخص‌های رشد و عملکرد مشاهده نشد که نشاندهنده سازگاری پایه ها با محلول های غذایی مختلف در طول دوره رشد است. پایه‌ها اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی عملکرد و شاخص‌های رشد داشتند, اما اثر متقابل محلول غذایی × پایه، اثر معنی‌داری بر هیچ یک از صفات مورد ارزیابی نداشت. عملکرد میوه در بوته‌های پیوندشده روی پایه فرو ۲۲/۳ درصد بیشتر از شاهد (۶/۷ کیلوگرم در بوته) بود اما اختلاف معنی‌داری بین بوته‌های پیوند شده روی پایه کبالت و بوته های غیر پیوند مشاهده نشد. نسبت توزیع آسیمیلات ریشه به شاخه (نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی) در بوته‌های پیوندی روی پایه فرو، کبالت و بوته غیرپیوندی به ترتیب ۱۰/۵، ۶/۶ و ۵/۲ درصد بود که منجر به افزایش حجم و وزن ریشه در پایه فرو نسبت به سایر تیمارها شد. در بیشتر صفات مربوط به رشد اندام هوایی مانند وزن تر و خشک اندام هوایی و همچنین قطر ساقه پیوندک در پایه فرو بیشتر از سایر تیمارها بود. با توجه به نتایج می‌توان پیوند خیار رقم داتیس روی پایه کدو فرو را جهت بهبود رشد و عملکرد پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: پایه کبالت، پایه فرو، حجم ریشه، کدو، توزیع آسیمیلات.

مقدمه

هزینه‌ی بالای تولید خیار یکی از مهمترین مشکلات گلخانه‌داران کشور می‌باشد که باید به نحوی از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح، کاهش هزینه‌ی مصرف آب و کود و... جبران گردد. یکی از روش‌های افزایش عملکرد در واحد سطح، استفاده از پایه‌های مناسب می‌باشد (Akbari cheshmehmanesh et al., 2000). در این میان استفاده از پایه‌ی مناسب که بیشترین سازگاری را با پیوندک داشته و همچنین باعث بهبود عملکرد و کیفیت میوه هم گردد از اهمیت خاصی برخوردار است. از دیگر دلایل گسترش پیوند در کشت خاکی بخصوص در کشت‌های گلخانه‌ای، کشت‌های متوالی و پی‌درپی در گلخانه‌ها می‌باشد (Domis &Papadopoulos, 2002). استفاده از پایه‌های مناسب، مشکلات مربوط به کشت‌های متوالی و استرس‌های محیطی را در حد قابل قبولی کاهش داده (Menzies et al.,1996) و شیوع بیماری‌های خاکزاد به ویژه فوزاریم و نماتد را کم می‌کند (Akbari cheshmehmanesh et al., 2000). از مزایای پیوند در کدوئیان افزایش جذب آب و عناصر غذای (Tanimoto, 2005; Salehi-Mohammadi et al., 2009 ، افزایش مقاومت به دماهای بالا و پایین (Rouphael et al., 2012; Zhou et al., 2009) ، کاهش بیماری‌ها (Cohen et al., 2005; Akbari cheshmehmanesh et al., 2000). افزایش مقاومت به تنش‌های غیر زنده ((King et al.,2010، افزایش شاخص‌های رشد از جمله وزن و حجم ریشه، سطح برگ، ارتفاع بوته و وزن تر بوته می‌باشد (Salam et al., 2002). محلول‌های غذایی می‌توانند تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد (Khezri, & Tabatabaei, 2010)، شاخص‌های رویشی بوته نظیر سطح برگ، وزن خشک و تر اندام هوایی و ریشه (Khezri, & Tabatabaei, 2010)، مقاومت به

بیماری¬ها (Oda et al., 1993) داشته باشند. بنابراین تحقیق حاضر به منظور ارزیابی اثر نوع پایه و همچنین تعیین محلول غذایی مناسب با توجه به نوع بوته (پیوندی یا غیرپیوندی) بر شاخص‌های رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم "داتیس" انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی و به صورت گلدانی در پنج تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل سه گلدان کشت به ابعاد ۴۰×۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی¬متر بود که در هر کدام یک بوته کشت گردید. فاکتور اول در سه سطح شامل خیار پیوند شده روی دو پایه‌ی کدوی هیبرید فرو و کبالت (*C. maxima* × *C. muschata*) و خیار پیوند نشده رقم "داتیس" به عنوان شاهد غیرپیوندی بود. فاکتور دوم شامل چهار نوع محلول غذایی مختلف بود (NS1 تا NS4) که نظر میزان هدایت الکتریکی، نسبت N : K و نسبت K : Ca : Mg با یکدیگر تفاوت داشتند (جدول ۱). ابتدا بذرهای پایه‌های مورد استفاده در اول فروردین در سینی‌های نشاء حاوی مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی مساوی، کشت شدند و ۳ روز بعد، بذرهای خیار کشت گردید. زمانی که گیاهچه¬های کدو به مرحله یک برگ حقیقی رسیدند و گیاهچه‌های خیار در مرحله قبل از ظهور اولین برگ حقیقی بودند، پیوند به روش حفره‌ای انجام شد (Blanco et al., 2000). پس از انجام عملیات پیوند، همه گیاهان به¬مدت ۷ روز در داخل اتاقک تاریک با رطوبت نسبی ۹۹ درصد و دمای ۲۸- ۲۶ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پنج هفته بعد از کشت بذر و پس از حصول اطمینان از گرفتن پیوند، دانهال‌های پیوندی و غیرپیوندی به گلدان‌های اصلی منتقل شدند. چهار ماه بعد از کشت، قطر پایه و پیوندک، طول ساقه، تعداد گره، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر، خشک و حجم ریشه اندازه‌گیری شد. محتوای نیتروژن و پتاسیم در برگ تازه بالغ اندازه گیری شد. محتوای نیتروژن برگ با استفاده از دستگاه کجلدال و محتوای پتاسیم با استفاده ار فلیم فتومتر اندازه گیری شدند (امامی، ۱۳۷۵).

تجزیه و تحلیل داده‌ها از قبیل آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 23 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گردید.

جدول ۱- غلظت عناصر (ppm) در محلول‌های غذایی مختلف.

Elements	NS_1	NS_2	NS_3	NS_4
N (NO_3^-)	190	224	163	195
N (NH_4^+)	16	12	12	20
K	260	226	350	380
P	40	40	50	50
Mg	35	35	50	50
Ca	145	191	200	190
S	62	46	62	151
Fe	2	2.5	2	3
Zn	0.5	0.2	0.5	0.1
B	0.4	0.3	0.4	0.3
Cu	0.1	0.2	0.1	0.08
Mo	0.05	0.03	0.05	0.03
Mn	0.75	0.3	0.75	0.8
EC (ds/m)	1.47	1.51	1.69	1.92
N : K ratio	1.25	1	2	1.75
K : Ca : Mg ratio	7.4: 4.2: 1	6.4:5.4:1	7:4:1	7.6:3.8:1

نتایج و بحث

گیرایی پیوند در هر دو پایه کبالت و فرو، ۹۲ درصد بود. میزان گیرایی بالای پیوند و عملکرد بیشتر بوته‌های پیوندی نشانه سازگاری خوب پایه و پیوندک می‌باشد. اختلاف کمتر قطر هیپوکوتیل بین پایه و پیوندک و نیز نوع دستجات آوندی تشکیل شده در محل پیوند از عوامل اصلی افزایش گیرایی پیوند است. وجود تفاوت معنی‌دار در گیرایی پیوند در خیار پیوند شده بر روی پایه کدو مسمایی و کدو تنبل را گزارش نمودند و دلیل تفاوت در تعداد دستجات آوندی متفاوت بین پایه و پیوندک بیان کردند (Farhadi et al., 2016). علت پاسخ‌های متفاوت در رشد رویشی در ترکیبات پیوندی مختلف، قدرت پایه‌ها و سازگاری پایه و پیوندک است (Lee & Oda, 2003). وزن تر، خشک و حجم ریشه در پایه فرو به طور معنی‌داری بیشتر از پایه کبالت و بوته‌های غیرپیوندی بود به نحوی که این صفات در پایه فرو به ترتیب ۱۰۵، ۱۴۴ و ۳۸ درصد بیشتر از بوته‌های غیرپیوندی بود (جدول ۲). حجم ریشه در پایه‌های کبالت ۲۰ درصد بیشتر از بوته‌های غیرپیوندی بود اما وزن تر و خشک ریشه در پایه کبالت اختلاف معنی‌داری با بوته‌های غیرپیوندی نداشت. هر دو پایه مورد استفاده در این تحقیق حجم و بیوماس ریشه بیشتری نسبت به بوته‌های غیر پیوندی داشتند. مشابه این نتایج در هندوانه گیاهان پیوندی روی یازده پایه بیوماس بیشتری نسبت به گیاهان غیرپیوندی نشان دادند (Yetisir et al., 2003; Rouphael et al.2012).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات پایه‌ها روی رشد ریشه و اندام هوایی.

Rootstock	Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)	Root volume (cm^3)	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Scion diameter (mm)
Ferro	134[a]	16.6[a]	10.8[a]	1194[a]	158[a]	11.8[a]
Cobalt	96.8[b]	9.7[b]	9.42[b]	988[b]	146[ab]	10.7[b]
Ungrafted	65.4[c]	6.8[b]	7.83[c]	905[b]	130[b]	9.5[c]

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند.

اثر محلول‌های غذایی در هیچ یک از صفات رویشی اندام هوایی معنی دار نبود و اثر متقابل پایه در محلول غذایی هم تأثیر معنی داری بر این شاخص ها نداشت. بیشترین قطر ساقه پیوندک در بوته های پیوند شده بر روی پایه فرو مشاهده شد (۱۰/۸ میلی متر). قطر ساقه خیار پیوند شده روی پایه فرو و کبالت در پایان دوره به ترتیب ۲۴/۲ و ۱۲/۶ درصد بیشتر از قطر بوته‌های غیرپیوندی بود (جدول ۲). وزن تر و خشک اندام هوایی در بوته‌های پیوند شده روی پایه‌های فرو اختلاف معنی داری با بوته های غیر پیوندی داشت در حالی که تفاوت معنی‌داری در صفات فوق بین بوته‌های پیوند شده روی پایه کبالت و بوته‌های غیرپیوندی مشاهده نشد. مقایسه میانگین عملکرد بوته‌ها نشان داد (جدول ۳) که در طول دوره برداشت، میانگین عملکرد بوته‌های پیوندی بیشتر از بوته‌های غیرپیوندی بود. عملکرد بوته‌های پیوند شده روی پایه فرو ۸/۲، روی پایه کبالت ۷/۳ و در بوته‌های غیرپیوندی ۶/۷ کیلوگرم بود که نشان می دهد عملکرد بوته در پایه های فرو ۲۲/۳ درصد بیشتر از پایه‌های غیر پیوندی بود. اختلاف معنی‌داری بین عملکرد بوته‌ها با پایه کبالت و بوته‌های غیرپیوندی مشاهده نشد. تعداد میوه در بوته‌های پیوندی با پایه فرو و کبالت به ترتیب ۱۶/۷ و ۱۰/۶ درصد بیشتر از بوته‌های غیرپیوندی بود. اختلاف عملکرد در تیمارهای مختلف ناشی از تعداد میوه برداشتی بود. از آنجایی که تفاوت معنی‌داری بین پایه‌ها از نظر تعداد گره روی ساقه اصلی و متوسط وزن هر میوه وجود نداشت بنابراین مهمترین عاملی که سبب تفاوت در میزان عملکرد گردید، تفاوت در تعداد میوه برداشتی بود. احتمالا پایه با افزایش جذب آب و عناصر غذایی موجب افزایش درصد میوه بستن و تعداد میوه برداشتی در هر بوته و به تبع آن سبب افزایش عملکرد گردید. در سایر نتایج نیز گزارش شده است که پایه¬ها از طریق افزایش تعداد میوه برداشتی سبب افزایش عملکرد در خیار شدند (Velkov et al., 2016).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات پایه‌ها روی رشد شاخه.

Rootstock	Yield/plant (Kg)	Fruit number /plant
Ferro	8.21[a]	85.2[a]
Cobalt	7.32[b]	77.7[b]

Ungrafted	6.79[b]	73[b]

منابع

Akbari Cheshmehmanesh, A., Kashi, A. and Khosousi, M. 2000. Effect of grafting on growth and yield of two greenhouse cucumber cultivars, Vilmorin and Royal 24189, onto figleaf squash (*Cucurbita ficifolia*) rootstock. MSc thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Blanco, I. A., Rajaram, S., Kronstad, W. E. and Reynolds, M. P. 2000. Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. Crop Science, 40(5): 1257–1263.

Farhadi, A., Aroiee, H., Nemati, H., Salehi, R. and Giuffrida, F. 2016. The effectiveness of different rootstocks for improving yield and growth of cucumber cultivated hydroponically in a greenhouse, Horticulturae. 2(1).

Lee, J. M. and Oda, M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Horticultural Reviews, 28: 61–114.

Rouphael, Y., Cardarelli, M., Rea, E. and Colla, G. 2012. Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto *Cucurbita* hybrid rootstocks. Photosynthetica, 50(2): 180–188.

Salam, M., Masum, A., Chowdhury, S., Dhar, M., Saddeque, M. and Islam, M. 2002. Growth and yield of watermelon as influenced by grafting. Journal of Biological Sciences, 2: 298–299.

Velkov, N. and Pevicharova, G. 2016. Effects of cucumber grafting on yield and fruit sensory characteristics. Zemdirbyste-Agriculture, 103(4): 405–410.

Zhou, Y., Zhou, J., Huang, L., Ding, X., Shi, K. and Yu, J. 2009. Grafting of *Cucumis sativus* onto *Cucurbita ficifolia* leads to improved plant growth, increased light utilization and reduced accumulation of reactive oxygen species in chilled plants. Journal of Plant Research, 122: 529–540.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of different cucurbit rootstocks and nutrient solutions on some vegetative traits and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* cv. Datis)

Rahim Barzegar[1*], Maryam Farzinfard[1] and Azam Amiri[2]
1. Department of Horticultural Science, Shahrekord University, Shahrekord. Iran
2. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
Corresponding Author: Barzegar@sku.ac.ir

Abstract

The use of grafted seedlings of fruit vegetables has been widely used in recent years. In this regard, selecting suitable rootstocks for grafting with cucumber and the optimal nutrient solution composition appropriate to the rootstock type is essential to increase yield. In this study, in order to investigate the effect of different pumpkin rootstocks and nutrient solutions on growth and yield indices of cucumber cultivar F1 "Datis", a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the research greenhouse of Shahrekord University. The first factor at three levels included iron and cobalt pumpkin rootstocks and ungrafted cucumber (control). The second factor also included four different types of nutrient solutions (NS1-NS4). The results showed that no significant difference was observed between nutrient solutions in terms of growth and yield indices, which indicates the compatibility of the rootstocks with different nutrient solutions during the growth period. Rootstocks had a significant effect at the 1% probability level on yield and growth indices, but the interaction of nutrient solution × rootstock had no significant effect on any of the evaluated traits. Fruit yield in plants grafted on Fero rootstock was 22.3% higher than the control (6.7 kg/plant), but no significant difference was observed between plants grafted on Cobalt rootstock and non-grafted plants. The root-to-shoot assimilate distribution ratio (ratio of dry weight of root to shoot) in plants grafted on Fero, Cobalt, and non-grafted plants was 10.5, 6.6, and 5.2%, respectively, which led to an increase in root volume and weight in Fero rootstock compared to other treatments. Most traits related to shoot growth, such as fresh and dry weight of shoot, as well as scion stem diameter, were higher in Fero rootstock than in other treatments. According to the results, grafting of Datis cucumber cultivar on Fero pumpkin rootstock can be recommended to improve growth and yield.

Keywords: Assimilate allocation, Cobalt rootstock, Fero rootstock, Pumpkin, Root volume.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی مقایسه‌ای تولید گیاه سنبل‌الطیب در سیستم‌های هیدروپونیک، هواکشت و خاک

زهرا موحدی[1*]
گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
*نویسنده مسئول: *zahra_movahedi_312@yahoo.com*

چکیده

کشت‌های بدون خاک می‌توانند تولید و کیفیت را در گیاهان دارویی افزایش دهند. سنبل‌الطیب یکی از این گیاهان دارویی مهم و با ارزش اقتصادی بالا است. لذا در این پژوهش مقایسه سیستم هواکشت، آبکشت ساده و کشت در خاک در گیاه سنبل‌الطیب در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شده است. نتایج آزمایش مقایسه‌ای بین سیستم‌های بدون خاک و روش کلاسیک تولید در خاک نشان داد که گیاهان تولید شده در سیستم هواکشت از نظر صفات تعداد برگ در گیاه (۲۳/۴)، ارتفاع گیاه (۷۳/۴ cm)، طول ریشه (۵۴/۶ cm)، حجم ریشه (cm^3 ۱۳)، وزن تر ریشه (۲۱/۴ g/plant)، وزن خشک ریشه (۵/۴ g/plant)، وزن تر اندام‌هوایی (۱۸/۴ g/plant)، وزن خشک اندام‌هوایی (g/plant ۴/۶۴)، به طور معنی‌داری از گیاهان تولید شده در سیستم آبکشت و خاک بهتر بودند. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان از سیستم هواکشت بخوبی برای تولید گیاه دارویی سنبل‌الطیب استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: سنبل‌الطیب، کشت بدون خاک، گیاه دارویی.

مقدمه

سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*)، گیاهی علفی، چند ساله و از خانواده Valerianaceae می‌باشد (Wang et al. 2010). تولید گیاهان دارویی و ریشه‌ای در محیط کنترل شده، کیفیت، خلوص و زیست توده را افزایش می‌دهد. سیستم‌های هیدروپونیک در محیط‌های کنترل شده می‌توانند مواد گیاهی با کیفیت بالا اعم از اندام‌های هوایی و ریشه را در محیطی عاری از علف‌های هرز، سمیت محیط و خاک مثل عناصر سنگین و هچنین آفات را تولید کنند. همچنین در محیط‌های کنترل شده، اجازه برداشت‌های مکرر از هر دو بخش هوایی و ریشه و نیز تولید خارج از فصل امکان پذیر می‌شود (Hayden, 2006). کشت هیدروپونیک، انواع مختلفی دارد و به روش هیدروپونیکی که فقط از مواد مغذی موجود در محلول غذایی استفاده می‌کنند کشت آبی گفته می‌شود که از انواع آن می‌توان به روش هیدروپونیک ساده و هواکشت اشاره نمود. .پیشرفته‌ترین نوع سیستم هیدروپونیک، هواکشت می‌باشد. هواکشت، فرآیندی از رشد گیاه در محیطی از مه، بدون استفاده از خاک یا هر بستر دیگری می‌باشد و یک تکنولوژی جدید برای تولید بیشتر فرآورده‌های گیاهی و افزایش سرعت رشد گیاه است. در سیستم هواکشت، محلول غذایی مستقیماً به ریشه‌های گیاه تحویل داده شده و بنابراین محیط واسطه‌ای که تحویل محلول غذایی را دچار وقفه سازد یا آن را به باکتری آلوده سازد، وجود ندارد (Hayden, 2006).

با توجه به اهمیت گیاه سنبل‌الطیب و اینکه اطلاعات کمی در خصوص تولید این گیاه در سیستم‌های بدون خاک وجود دارد، پژوهش حاضر کشت این گیاه را در خاک، سیستم هواکشت و سیستم آبکشت مورد مقایسه قرار داده و صفات مورفولوژیک گیاهان حاصله بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

سیستم هواکشت در این تحقیق شامل مخزن قرار گرفتن گیاهچه‌ها، نازل‌ها، مخزن محلول غذایی، پمپ اسپری کننده محلول غذایی، سیستم کنترل و سیستم هیدروپونیک شامل مخزن قرار گرفتن گیاهچه‌ها در سیستم هیدروپونیک، محلول غذایی که ریشه‌ها در آن قرار گرفته‌اند. یک لوله هوا که از طریق آن اکسیژن به طور مستمر به داخل محلول غذایی تزریق می‌شوند. بذور گیاه سنبل‌الطیب (تهیه شده از شرکت پاکان) در ظروف پلاستیکی (۱۸×۲۳ cm) و در عمق ۳ سانتیمتری مخلوطی از پیت، پرلیت و ماسه کشت شدند. بعد از حدود ۱۰ روز،

گیاهچه‌ها از بستر کشت خارج شده و پس از شستشوی ریشه‌ها، گیاهچه‌هایی که از نظر ظاهری کاملاً مشابه بودند، انتخاب و به سیستم‌های هیدروپونیک و هواکشت منتقل شدند.

در سیستم خاکی، بذور در گلدان (۳۰ × ۲۵ cm) با بستر خاک (خاک مزرعه، پیت و پرلیت، به نسبت ۱:۱:۱) کشت شدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. بعد از شش ماه، صفات ارتفاع کل گیاه (ساقه + ریشه)، میانگین طول ریشه در هر گیاه، تعداد برگ در هر گیاه، سطح هر برگ، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی، وزن‌های تر و خشک ریشه و حجم ریشه در هر گیاه اندازه‌گیری شدند.

نتایج آزمون Kolmogorove-Smirnov، نرمال بودن خطاهای آزمایشی صفات مورد بررسی در این آزمایش را نشان داد، لذا محاسبات آماری متعارف برای آنالیز داده‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

در این پژوهش اثر نوع سیستم تولید (هواکشت، آبکشت و خاک) بر همه صفات مورد مطالعه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از اثر نوع سیستم تولید بر ارتفاع گیاه سنبل‌الطیب نشان داد (جدول ۱) که ارتفاع گیاه در سیستم هواکشت نسبت به شاهد (تولید در خاک) افزایش چشم‌گیری داشته است. بیشترین ارتفاع گیاه (۷۳/۴ cm) مربوط به سیستم هواکشت و کمترین (۴۳/۲ cm) مربوط به روش تولید گیاه در شرایط خاک بود. برای صفات طول و حجم ریشه نیز اثر نوع سیستم تولید، اختلاف معنی‌داری بین سیستم‌های مختلف را نشان داد. بیشترین طول ریشه (۵۴/۶ cm) و حجم ریشه (۱۳ cm^3) مربوط به تولید این گیاه در سیستم هواکشت و کمترین میانگین طول ریشه (۳۲/۲ cm) و حجم ریشه (۶/۲ cm^3) مربوط به تولید این گیاه در خاک بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) نشان داد که بیشترین میانگین تعداد برگ در هر گیاه (۲۳/۴) و سطح برگ (۵۴۴/۱ cm^2) در سیستم هواکشت و کمترین میانگین تعداد برگ (۱۴) و سطح برگ (۳۴۸/۸ cm) در خاک بدست آمده‌اند. بررسی اثر نوع سیستم تولید بر وزن تر و وزن خشک اندام هوایی (جدول ۱) نشان داد که بیشترین وزن تر و وزن خشک اندام‌هوایی (به ترتیب ۱۸/۴۸ و ۴/۶۴ گرم در بوته) در سیستم هواکشت و کمترین وزن تر و وزن خشک اندام‌هوایی در خاک بدست آمده است (به ترتیب ۱۰ و ۲/۳۶ گرم در بوته). مقایسه میانگین سیستم‌های مختلف تولید (جدول ۱) نشان داد که بیشترین وزن تر و وزن خشک ریشه (به ترتیب ۲۱/۳۴ و ۵/۴۸ گرم) مربوط به تولید گیاه سنبل‌الطیب در سیستم هواکشت و کمترین وزن تر و وزن خشک ریشه (به ترتیب ۱۰/۵۲ و ۳/۳۲ گرم در بوته) مربوط به تولید این گیاه در خاک می‌باشد.



شکل ۱- گیاه سنبل‌الطیب تولید شده در هیدروپونیک، هواکشت و خاک (به ترتیب از سمت راست).



شکل ۲- اندام هوایی و ریشه‌های تولید شده گیاه سنبل‌الطیب در سیستم هواکشت.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سیستم‌های مختلف کشت بر صفات مورفولوژیک گیاه سنبل‌الطیب.

تیمارها	ارتفاع گیاه (cm)	طول ریشه (cm)	حجم ریشه (cm^3)	تعداد برگ	سطح برگ (cm^2)
هواکشت	۷۳/۴^a	۵۴/۶^a	۱۳^a	۲۳/۴^a	۵۴۴/۱^a
آبکشت	۵۲/۲^b	۴۰/۲^b	۸/۶^b	۱۷/۸^b	۴۲۹/۲^b
خاک	۴۳/۲^c	۳۲/۲^c	۶/۲^c	۱۴^c	۳۴۸/۸^c

حروف متفاوت در ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $P<0.0$ می‌باشد

ادامه جدول ۱

تیمارها	وزن تر اندام‌هوایی (g/plant)	وزن خشک اندام‌هوایی (g/plant)	وزن تر ریشه (g/plant)	وزن خشک ریشه (g/plant)
هواکشت	۱۸/۴۸^a	۴/۶۴^a	۲۱/۳۴^a	۵/۴۸^a
آبکشت	۱۴/۰۶^b	۳/۱۴^b	۱۵/۰۶^b	۴/۲^b
خاک	۱۰^c	۲/۳۶^c	۱۰/۵۲^c	۳/۳۲^c

حروف متفاوت در ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $P<0.0$ می‌باشد.

نتایج این پژوهش نشان داد که سیستم هواکشت بطور معنی‌داری عملکرد گیاه سنبل‌الطیب را در مقایسه با تولید آن در شرایط خاک افزایش داده است (شکل ۱ و ۲) که این نتایج در تطابق با نتایج گزارشات قبلی در سایر گیاهان است. که این نتایج در تطابق با نتایج گزارشات قبلی در سایر گیاهان است. در تحقیقی روی گیاه گزنه، میزان عملکرد اندام‌های هوایی در سیستم هواکشت به میزان ۷۲٪ و ریشه به میزان ۱۴۰٪ در مقایسه با تولید آن در خاک افزایش یافته است (Pagilarulo et al., 2005). در مطالعه‌ای که در گیاه جینسینگ انجام شده است، از سیستم هواکشت بخوبی برای تولید این گیاه استفاده شده است (Kim et al., 2012). همچنین در تحقیقی با استفاده از کشت بدون خاک در گیاه داتوره، در طی ۲۷ روز مقدار، ۱۸۰ میلی گرم ترکیبات دارویی آلکالوئیدی بدست آمده است. علاوه بر این، در کشت گیاه سرخدار با همین روش و از طریق افزودن ماده توئین ۲۰ به محلول غذایی به مدت ۲۴ ساعت، ماده دارویی Paclitaxel حاصل از ریشه حدود ۱۰ برابر افزایش یافته است (Gontier et al., 2002). افزایش عملکرد گیاهان خیار، گوجه، اسفناج، کلم قرمز و فلفل در سیستم هواکشت در مقایسه با تولید آن در خاک نیز گزارش شده است (Chandra et al., 2014). تولید گیاهان دارویی در سیستم هواکشت دارای مزایای متعدی هستند که اهم آنها عبارتند از: صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مقادیر آب و محلول غذایی، رشد زیاد ریشه‌ها به دلیل دسترسی بهتر به اکسیژن و افزایش سطح جذب محلول غذایی، افزایش تعداد دوره کشت به دلیل افزایش سرعت رشد و بلوغ، امکان کنترل دمای محیط ریشه، عدم وجود علف هرز و در نتیجه رشد بهینه گیاه که متعاقباً باعث کاهش مصرف علف‌کش‌ها می‌شود. همچنین امکان دسترسی بهتر گیاه به دی اکسید کربن به میزان مناسب جهت فرآیند فتوسنتز و نیزتولید ریشه‌های پاک و عاری از عوامل بیماری‌زای خاکی وجود دارد. با توجه به مسئله کمبود آب و لزوم بهره‌مندی بیشتر از آب، ضرورت دارد که از سیستم هواکشت برای گیاهانی که از نظر اقتصادی باارزش هستند مانند

تولید ریزغده‌های عاری از ویروس سیب‌زمینی، گیاهان دارویی و بعضی از گیاهان زراعی مثل زعفران و... استفاده کرد. همچنین با توجه به نتایج حاصله و نیز مزایای متعدد این سیستم، بخوبی می‌توان از آن در مطالعات فیزیولوژیک روی رشد و نمو ریشه استفاده کرد (شکل ۲) به دلیل اینکه به راحتی می توان تمام مراحل رشد و نمو ریشه ها را در یک محیط کنترل شده رصد نمود. در مجموع با توجه به اخمیت بالای اقتصادی این گیاه، از سیستم هواکشت بخوبی برای تولید، افزایش عملکرد و همچنین مطالعه صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک استفاده نمود.

منابع

Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M. H., Elsohly, M. A. and Khan, I. A. 2014. Assessment of total phenolic and flavonoid content, antioxidant properties, and yield of aeroponically and conventionally grown leafy vegetables and fruit crops: A comparative study. Hindawi Publishing Corporation.

Gontier, E., Clément, A., Tran, T. L. M., Gravot, A., Lièvre, K., Guckert, A. and Bourgaud, F. 2002. Hydroponic combined with natural or forced root permeabilization: A promising technique for plant secondary metabolite production. Plant Science, 163: 723–732.

Hayden, A. 2006. Aeroponic and hydroponic systems for medicinal herb, rhizome and root crops. HortScience, 41(3): 536–538.

Kim, G. S., Lee, S. E., Noh, H. J., Kwon, H., Lee, S. W., Kim, S. Y. and Kim, Y. B. 2012. Effects of natural bioactive products on the growth and ginsenoside contents of *Panax ginseng* cultured in an aeroponic system. Journal of Ginseng Research, 36(4): 430–441.

Pagliarulo, C. L., Hayden, A. L. and Giacomelli, G. A. 2005. Potential for greenhouse aeroponic cultivation of *Urtica dioica*. Acta Horticulturae, 659: 61–69.

Wang, J., Zhao, J., Liu, H., Zhou, L., Liu, Z., Wang, J., Han, J., Yu, Z. and Yang, F. 2010. Chemical analysis and biological activity of the essential oils of two valerianaceous species from China: *Nardostachys chinensis* and *Valeriana officinalis*. Molecules, 15: 6411–6422.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparative investigation of valerian production in the hydroponic, aeroponic system and soil culture

Zahra Movahedi[1*]
1- Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran
[*]*Corresponding Author: zahra_movahedi_312@yahoo.com*

Abstract

Soilless cultivation can increase production and quality in medicinal plants. Valerian is one of these important medicinal plants with high economic value. To this purpose, hydroponic, aeroponic system and soil culture in valerian were investigated based on randomized complete design. The results indicated that the effects of production system were significant for plant height (73.4 cm), root length (54.6 cm), number of leaves (23.4), volume of the root (13 cm3), dry weight of root (5.4 g) and shoot (4.64 g) and fresh weight of root (21.34 g) and shoot (18.4 g). In overall, these result showed that the aeroponic system is a potential method for using in valerian.

Keywords: Medicinal plants, Soilless culture, Valerian.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود عملکرد ریحان تحت طیف‌های مختلف نوری در شرایط کارخانه گیاهی

سحر عزیزی[۲،۱]* ساسان علی‌نیائی‌فرد[۲،۱]، پریا اسکندرزاده[۲،۱] و سارا اسماعیلی[۲،۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران
۲-مرکز کشاورزی در محیط کنترل‌شده (CEAC)، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *sahar.azizi@ut.ac.ir*

چکیده

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی است که حساسیت بالایی به شرایط محیطی دارد و به همین دلیل یکی از مناسب‌ترین گونه‌ها برای کشت در سامانه‌های کشاورزی در محیط کنترل‌شده محسوب می‌شود. در این پژوهش، پاسخ‌های رشدی ریحان به چهار تیمار نوری شامل نور سفید (۴۰۰-۷۸۰ نانومتر)، نور قرمز:آبی با نسبت‌های (R80:B20) و (R60:B40) نور قرمز: آبی: قرمز دور (R:B:FR) و همچنین نور سفید در یک کارخانه گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور بررسی اثر کیفیت نور، شاخص‌هایی شامل وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع ساقه، طول ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی اندازه‌گیری و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که تیمار R:B:FR رشد سطحی گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد که این موضوع با افزایش نسبت جرم اندام هوایی مشخص شد. در مقابل، تیمار R80:B20 موجب هدایت بیشتر زیست‌توده به سمت اندام‌های زیرزمینی گیاه گردید. گیاهان رشد یافته تحت نورهای R:B:FR و R80:B20 در مقایسه با گیاهان پرورش‌یافته تحت نور سفید، بلندترین ساقه‌ها و طولانی‌ترین ریشه‌ها را تولید کردند. همچنین، نسبت جرم ریشه (وزن خشک ریشه به وزن خشک کل گیاه) در اثر تیمارهای R:B:FR و R80:B20 افزایش یافت، در حالی که نسبت جرم اندام هوایی (وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک کل گیاه) تنها تحت تیمار R:B:FR به میزان بیشتری مشاهده شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تنظیم هدفمند ترکیب طیفی نور می‌تواند به‌عنوان راهبردی مؤثر برای افزایش بهره‌وری تولید ریحان و بهبود کارایی مصرف انرژی در سامانه‌های کشت در محیط کنترل‌شده مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، پژوهش حاضر اثر اختصاصی هر یک از طیف‌های نوری را بر مورفولوژی گیاه و نحوه تخصیص زیست‌توده بررسی کرد. تیمار نور سفید به‌عنوان تیمار شاهد، ویژگی‌های پایه رشد ریحان را تحت یک منبع نور با طیف گسترده نشان داد. استفاده از ترکیب‌های مختلف نور قرمز و آبی با نسبت‌های متفاوت، تأثیرات ظریف و اختصاصی این دو طول موج کلیدی فتوسنتزی را بر رشد گیاه آشکار ساخت. همچنین، افزودن نورقرمزدور در تیمار R:B:FR موجب پیچیده‌تر شدن الگوی رشد شد و توانایی این طول موج را در افزایش طویل‌شدگی ساقه و تجمع بیشتر زیست‌توده در بخش هوایی گیاه نشان داد. این نتایج بر اهمیت در نظر گرفتن اثرات هم‌افزایی طول موج‌های مختلف نور هنگام طراحی راهبردهای نورپردازی برای کشت ریحان تأکید می‌کند. علاوه بر این، امکان تنظیم نسبت اندام هوایی به ریشه از طریق اصلاح ترکیب طیفی نور، فرصت ارزشمندی را برای بهینه‌سازی تخصیص منابع و تطبیق تولید ریحان با نیازهای مختلف بازار فراهم می‌سازد.

واژگان کلیدی: زیست‌توده، کشاورزی در محیط کنترل‌شده، کیفیت نور، نور تکمیلی.

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی و معطر است که به دلیل عطر و طعم منحصربه‌فرد خود، جایگاه ویژه‌ای در صنایع غذایی و آشپزی سراسر جهان دارد (Carvalho et al., 2016). Sipos و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که ریحان تولیدشده در سامانه‌های کشاورزی در محیط کنترل‌شده (Controlled Environment Agriculture; CEA) نسبت به ریحان کشت‌شده در شرایط مزرعه‌ای، از نظر ویژگی‌های طعمی و عطری غنی‌تر است. با این حال، به دلیل شدت نور کمتر در محیط‌های بسته، استفاده از برخی طول موج‌های تکمیلی نور می‌تواند برای افزایش بیشتر میزان اسانس‌ها و ترکیبات معطر گیاه ضروری باشد (Dou et al., 2017). علاوه بر این، ارزش اقتصادی بالا، قابلیت عرضه به‌صورت تازه یا فرآوری‌شده و سازگاری مناسب با شرایط رشد کنترل‌شده، ریحان را به یکی از بهترین گزینه‌ها برای تولید در سامانه‌های کاملاً کنترل‌شده تبدیل کرده است (Dudai et al., 2020). یکی از مهم‌ترین

ویژگی‌های سامانه‌های کشاورزی در محیط کنترل‌شده، امکان مدیریت دقیق عوامل محیطی مؤثر بر رشد گیاه، از جمله نور، دما و غلظت دی‌اکسیدکربن (CO_2) است. همچنین، این سامانه‌ها امکان تولید مداوم و در تمام طول سال محصولاتی مانند ریحان را در نزدیکی مراکز مصرف فراهم می‌کنند و وابستگی به شرایط اقلیمی و فصلی را کاهش می‌دهند (Baghalian et al., 2020). ترکیب طیفی نور تأثیر قابل‌توجهی بر مورفولوژی ریحان و نحوه تخصیص زیست‌توده بین اندام‌های مختلف گیاه دارد. پیشرفت‌های اخیر در فناوری دیودهای ساطع‌کننده نور (LED) امکان تنظیم دقیق ترکیب طیفی نور را فراهم کرده است، اما مناسب‌ترین ترکیب طیف‌های نوری برای تولید صنعتی ریحان همچنان به‌طور کامل مشخص نشده و مورد بحث پژوهشگران است. انجام مطالعات بیشتر می‌تواند درک بهتری از نحوه برهم‌کنش نورهای قرمز(R) ، آبی (B) و قرمز دور (Far-red; FR) با فرآیندهای رشد و نمو ریحان ایجاد کند و مشخص سازد که هر یک از این طول موج‌ها چگونه می‌توانند برای افزایش رشد گیاه و بهبود ویژگی‌های کیفی آن مورد استفاده قرار گیرند (Oehler et al., 2025). علاوه بر این، اگرچه ریحان در سامانه‌های کشاورزی در محیط کنترل‌شده معمولاً در گلخانه‌ها و بر بسترهای خاکی یا شبه‌خاکی کشت می‌شود، اما قابلیت تولید موفق در سیستم‌های هیدروپونیک را نیز دارد (Sipos et al., 2020). ازاین‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر نسبت‌های مختلف نور قرمز به آبی (R:B) و همچنین افزودن نور قرمز دور (FR) بر صفات رشدی ریحان انجام شد تا بخشی از خلأهای موجود در طراحی سامانه‌های نورپردازی کم‌مصرف و بهینه برای کارخانه‌های گیاهی را برطرف کند.

مواد و روش‌ها

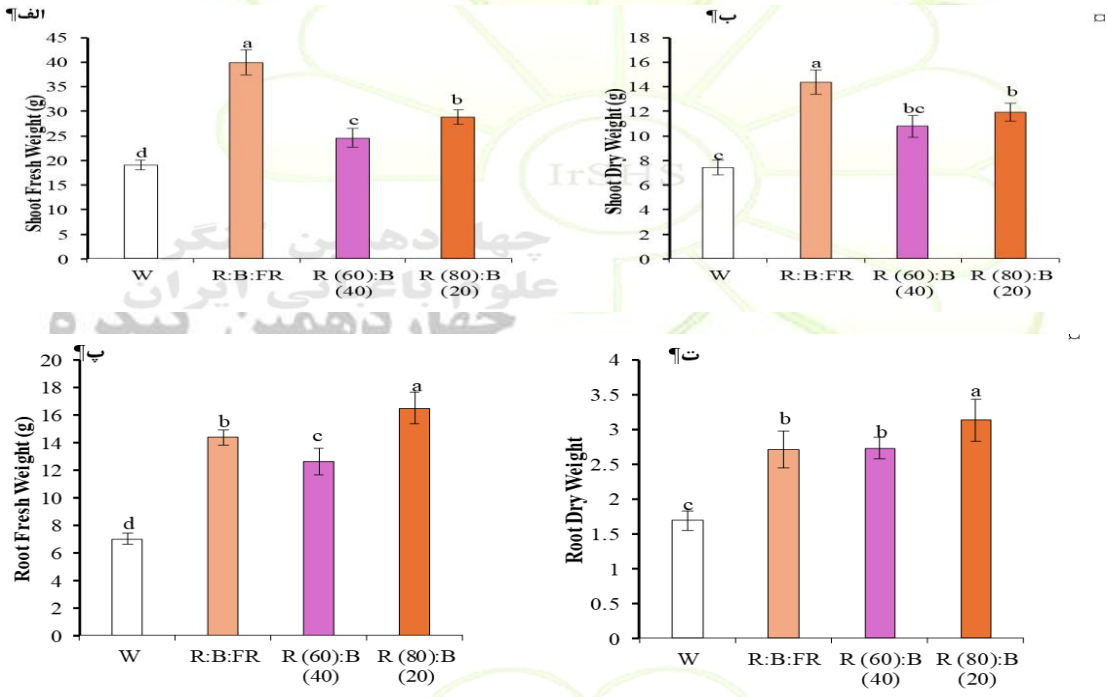
این آزمایش در یک کارخانه گیاهی با شرایط محیطی کاملاً کنترل‌شده انجام شد. تیمارهای نوری شامل نور سفید (W)، نور قرمز: آبی: قرمز دور (R:B:FR)، نور قرمز: آبی با نسبت ۶۰:۴۰ (R60:B40) و نور قرمز: آبی با نسبت ۸۰:۲۰ (R80:B20) بودند. شدت کل شار فوتون فتوسنتزی (PPFD) در تمامی تیمارها برابر با ۱۵۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه ($150\ \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) تنظیم شد و گیاهان تحت دوره نوری ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی رشد کردند. دمای محیط در ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی در ۶۵ درصد ثابت نگه داشته شد. بذرهای ریحان سبز در صفحات راک‌وول ۲۰۰ خانه‌ای که از قبل مرطوب شده بودند کشت شدند. در هر خانه با ابعاد ۵/۲ × ۵/۲ سانتی‌متر، یک بذر قرار داده شد و سپس صفحات راک‌وول با آب مه‌پاشی شدند. پس از کاشت، بذرها پوشانده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در اتاق رشد با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا جوانه‌زنی انجام شود. چهار روز پس از کاشت، گیاهچه‌های ریحان تحت نور سفید با شدت ۲۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه ($200\ \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) و دوره نوری ۱۶ ساعت قرار گرفتند. برای حفظ رطوبت، گیاهان با یک پوشش رطوبتی پوشانده شدند که در روز هفتم برداشته شد. در روز چهاردهم، نشاهای ریحان به سیستم هیدروپونیک منتقل شدند و هر گروه تحت تیمار نوری مربوط به خود قرار گرفت. پس از ۲۱ روز رشد، صفاتی شامل وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع ساقه، طول ریشه، نسبت جرم ریشه (وزن خشک ریشه به وزن خشک کل گیاه) و نسبت جرم اندام هوایی (وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک کل گیاه) اندازه‌گیری و ثبت شدند.

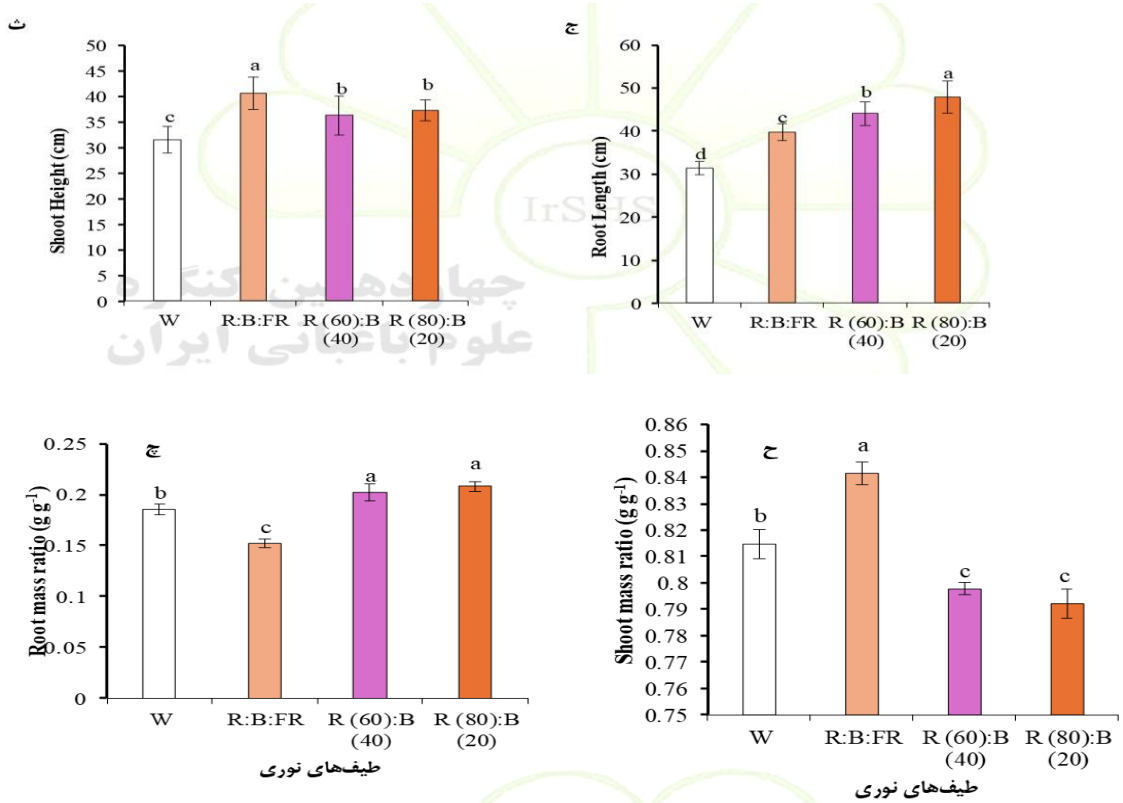
داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از تجزیه واریانس (ANOVA) تجزیه و تحلیل شدند و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p < 0.05$) استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۴ انجام گرفت.

نتایج و بحث

پس از ۲۱ روز قرار گرفتن گیاهان ریحان در معرض طیف‌های نوری مختلف شامل نور سفید (W)، نور قرمز:آبی:قرمز دور (R:B:FR)، نور قرمز:آبی با نسبت ۶۰:۴۰ (R60:B40) و نور قرمز:آبی با نسبت ۸۰:۲۰ (R80:B20)، صفات مورفولوژیکی گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین زیست‌توده اندام هوایی، شامل وزن تر و وزن خشک اندام هوایی (شکل‌های ۱الف و ب) در گیاهان تحت تیمار R:B:FR مشاهده شد. کمترین زیست‌توده اندام هوایی و زیرزمینی نیز در گیاهان رشد یافته تحت نور سفید ثبت گردید. در مقابل، گیاهان قرار گرفته در معرض تیمار R80:B20 بیشترین زیست‌توده ریشه، شامل وزن تر و وزن خشک ریشه (شکل‌های ۱پ و ت) را تولید کردند. این تفاوت‌ها در الگوی تخصیص زیست‌توده بین اندام‌های هوایی و ریشه نیز به‌خوبی مشهود بود. گیاهان تحت تیمارهایR:B:FR و R80:B20 در

مقایسه با گیاهان رشد یافته تحت نور سفید، بلندترین ساقه‌ها و طویل‌ترین ریشه‌ها را تولید کردند همچنین، نسبت جرم ریشه (شکل‌های ث و ج) نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک کل گیاه؛ شکل ۱چ در تیمارهای R60:B40 وR80:B20 افزایش یافت، در حالی که نسبت جرم اندام هوایی وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک کل گیاه؛ شکل ۱ح، در اثر تیمارR:B:FR بیشترین مقدار را نشان داد. کیفیت نور می‌تواند نحوه تخصیص زیست‌توده را به سمت اندام‌های هوایی یا زیرزمینی گیاه تغییر دهد (Hosseinzadeh et al., 2021; Moradi et al., 2021). در پژوهش حاضر، نور R:B:FR و تیمارهای غنی از نور قرمز، الگوهای متفاوتی از تخصیص زیست‌توده را در گیاه ریحان ایجاد کردند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف نوری از نظر شاخص‌های رشد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. گیاهانی که تحت ترکیب R:B:FR رشد کردند، بیشترین وزن تر و وزن خشک اندام‌های هوایی را تولید کردند. این نتایج نشان می‌دهد که افزودن نور فروسرخ دور به ترکیب نور قرمز و آبی، رشد اندام‌های هوایی را به‌طور قابل توجهی تحریک کرده است. از سوی دیگر، تیمارR80:B20 موجب افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه شد که بیانگر تغییر الگوی تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های زیرزمینی است. بنابراین، کیفیت طیفی نور نه تنها بر میزان رشد گیاه، بلکه بر نحوه توزیع زیست‌توده بین اندام‌های مختلف نیز اثر تعیین‌کننده‌ای دارد.پاسخ‌های متفاوت مشاهده‌شده را می‌توان به اثرات اختصاصی هر یک از طول موج‌های نوری بر فرآیند فتوسنتز و تنظیم هورمون‌های گیاهی نسبت داد (Mirgos et al., 2025). نور آبی با تحریک سنتز کلروفیل، موجب افزایش ظرفیت جذب نور و در نتیجه بهبود کارایی فتوسنتز می‌شود، در حالی که نور قرمز رشد طولی ساقه و فرآیند گلدهی را تحریک می‌کند (Yang et al., 2024). نابراین، استفاده از ترکیب این طول موج‌ها موجب ایجاد تعادل میان این پاسخ‌های فیزیولوژیکی شده و شرایط بهینه‌ای را برای رشد و نمو ریحان فراهم می‌آورد. این هم‌افزایی بین نورهای قرمز و آبی باعث افزایش رشد رویشی، بهبود تولید زیست‌توده و ارتقای عملکرد کلی گیاه در شرایط کشت کنترل‌شده می‌شود.





شکل ۱- وزن تر اندام هوایی (الف)، وزن خشک اندام هوایی (ب)، وزن تر ریشه (پ)، وزن خشک ریشه (ت)، ارتفاع ساقه (ث)، طول ریشه (ج)، نسبت جرم ریشه (چ) و نسبت جرم اندام هوایی (ح) در گیاه ریحان. پس از ۲۱ روز قرار گرفتن در معرض تیمارهای مختلف کیفیت نور شامل نور سفید (W) نور قرمز و آبی با نسبت‌های(R80:B20) و (R60:B40) و نور قرمز، آبی و قرمز دور (R:B:FR) در طول آزمایش، چگالی شار فوتون فتوسنتزی برابر با ۱۵۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه تنظیم شد. ستون‌هایی که دارای حروف یکسان هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

منابع

Baghalian, K., Hajirezaei, M. R. and Lawson, T. 2023. Current and future perspectives for controlled environment agriculture (CEA) in the 21st century. Frontiers in Plant Science, 14: 1334641.

Carvalho, S. D., Schwieterman, M. L., Abrahan, C. E., Colquhoun, T. A. and Folta, K. M. 2016. Light quality dependent changes in morphology, antioxidant capacity, and volatile production in sweet basil (*Ocimum basilicum*). Frontiers in Plant Science, 7: 1328.

Dou, H., Niu, G., Gu, M. and Masabni, J. G. 2017. Effects of light quality on growth and phytonutrient accumulation of herbs under controlled environments. Horticulturae, 3(2): 36.

Hosseinzadeh, M., Aliniaeifard, S., Shomali, A. and Didaran, F. 2021. Interaction of light intensity and CO2 concentration alters biomass partitioning in Chrysanthemum. Journal of Horticultural Research, 29(2): 45–56.

Mirgos, M., Geszprych, A., Przybył, J. L., Niedzińska, M., Sujkowska-Rybkowska, M., Gajc-Wolska, J. and Kowalczyk, K. 2025. Effect of lighting type on the nitrates concentration, selective bioactive compounds and yield of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) in hydroponic production. Agronomy, 15(4): 966.

Moradi, S., Kafi, M., Aliniaeifard, S., Salami, S. A., Shokrpour, M., Pedersen, C. and Kalaji, H. M. 2021. Blue light improves photosynthetic performance and biomass partitioning toward harvestable organs in saffron (*Crocus sativus* L.). Cells, 10(8): 1994.

Oehler, M. A., Kelly, N., Fonseca, J. M., Evensen, E., Park, E., Gu, G. and Luo, Y. 2025. Influence of supplementary blue and far-red light on the morphology and texture of *Ocimum basilicum* L. grown in controlled environments. Horticulturae, 11(3): 287.

Sipos, L., Balázs, L., Székely, G., Jung, A., Sárosi, S., Radácsi, P. and Csambalik, L. 2021. Optimization of basil (*Ocimum basilicum* L.) production in LED light environments: A review. Scientia Horticulturae, 289: 110486.

Yang, J., Sun, J., Wang, X. and Zhang, B. 2024. Light intensity affects growth and nutrient value of hydroponic barley fodder. Agronomy, 14(6): 1099.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Paper Title for the 14th Iranian Horticultural Science Congress Improving Basil Performance under Different Light Spectra in Plant Factory Conditions

Sahar Azizi[1,2*], Sasan Aliniaeifard[1,2], Paria Eskandarzade[1,2] and Sara Esmaeili[1,2]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
2. Controlled Environment Agriculture Center (CEAC), Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
Corresponding Author: Sahar.azizi@ut.ac.ir

Abstract

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is highly sensitive to environmental conditions and is an ideal candidate for cultivation in controlled environment agriculture. This study evaluates the growth responses of basil to four light spectra-white (400–780 nm), red:blue (R80:B20, R60:B40), red:blue:far-red (R:B:FR), and white in a plant factory. Shoot/root fresh/dry weights, shoot height, root length, and root-to-shoot ratio were analyzed. Results demonstrated R:B:FR light enhanced areal growth, as indicated by a higher shoot mass ratio, while R80:B20 light directed the biomass towards the underground parts of the plants. R:B: FR and R(80):B(20) exposed plants produced the most extended shoots and roots compared to those produced under W lighting conditions Root mass ratio (root DW/plant DW) increased by exposure to R:B: FR and R(80):B(20), while shoot mass ratio (shoot DW/plant DW) was elevated by exposure to R:B: FR light. These findings highlight spectral tuning as a key strategy for optimizing basil productivity and energy efficiency in controlled environments. Furthermore, the study delved into the specific impact of each light spectrum on basil morphology and biomass allocation. The white light treatment served as a benchmark, revealing the baseline growth characteristics under a broad-spectrum light source. The introduction of red and blue light combinations, with varying ratios, showcased the nuanced effects of these crucial photosynthetic wavelengths. The addition of far-red light in the R:B:FR treatment further complicated the growth dynamics, demonstrating its potential to promote stem elongation and overall areal biomass accumulation. These observations emphasize the importance of considering the synergistic effects of different light wavelengths when designing lighting strategies for basil cultivation. The ability to manipulate the shoot/root ratio through spectral tuning offers significant advantages for optimizing resource allocation and tailoring basil production to specific market demands.

Keywords: Biomass, Controlled-environment agriculture, Light quality, Supplementary light.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر سطوح نیتروژن و نوردهی متناوب نور تکمیلی LED با طیف قرمز و آبی و DLI ثابت بر رشد و کیفیت ریحان ایتالیایی

زهرا مؤمنی[۱]، رسول نصیری[۱*] و مجتبی دلشاد[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *rasool.nasiri@ut.ac.ir*

چکیده

با افزایش جمعیت و نیاز فزاینده به غذا، پایداری تولید و کیفیت محصولات کشاورزی به یکی از چالش‌های اصلی در جهان تبدیل شده است. در این میان، کشت‌های گلخانه‌ای به‌ویژه سبزی‌های برگی به‌دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و رشد سریع، جایگاه مهمی در تأمین غذای سالم ایفا می‌کنند. هدف این پژوهش، بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و الگوهای زمانی متفاوت نور تکمیلی LED با طیف قرمز و آبی (در شرایط DLI ثابت) بر رشد، کیفیت و محتوای نیترات گیاه ریحان ایتالیایی بود. این آزمایش در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشگاه تهران به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای نوری شامل نور همزمان قرمز و آبی ($\mu mol\ m^{-2}$ s^{-1} ۳۰۰ به مدت ۸ ساعت)، نور پیوسته قرمز و آبی به تنهایی ($150 \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ هرکدام ۸ ساعت)، نوردهی متناوب دو ساعته قرمز/آبی ($150 \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ به مدت ۱۶ ساعت)، نوردهی متناوب یک ساعته قرمز/آبی ($150 \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ به مدت ۱۶ ساعت) و تیمار شاهد بود. تیمارهای نیتروژن شامل سه سطح ۱۶۸، ۲۰۱ و ۲۳۵ میلی‌گرم در لیتر بودند. نتایج نشان داد که تیمار نوردهی متناوب دو ساعته با شدت ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه در ترکیب با نیتروژن ۲۳۵ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین عملکرد وزنی را داشت. همچنین این تیمار موجب کاهش معنی‌دار نیترات و افزایش ویتامین C شد. در مقابل، تیمار نور ترکیبی با شدت بالا با وجود افزایش کلروفیل، عملکرد پایین‌تری داشت. یافته‌ها نشان دادند که الگوی زمانی نور، حتی در شرایط طیف و DLI یکسان، نقش مهمی در بهبود رشد و کیفیت دارد. در نهایت، نوردهی متناوب با حفظ DLI می‌تواند با بهینه‌سازی همزمان جذب نیتروژن و بهبود فرایندهای فتوسنتز، راهکاری مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات گلخانه‌ای باشد.

واژه‌های کلیدی: ریحان ایتالیایی، محتوای نیترات، نور LED، نیتروژن، ویتامین C.

مقدمه

با افزایش جمعیت و محدودیت منابع طبیعی، نیاز به تولید پایدار و ایمن مواد غذایی در سال‌های اخیر بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا، سیستم‌های کشت گلخانه‌ای به‌عنوان راهکاری مؤثر جهت افزایش بهره‌وری و تولید محصول در واحد سطح معرفی شده‌اند (Sabir and Singh, 2013). سبزی‌های برگی، به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و دوره رشد کوتاه، جایگاه ویژه‌ای در تولیدات گلخانه‌ای دارند. در سبزی‌های برگی، افزایش زیست‌توده (بیوماس) مستقیماً با عملکرد اقتصادی مرتبط است (Liu et al., 2022). در بسیاری از موارد، وابستگی عملکرد به نیتروژن موجب مصرف بیش از نیاز این عنصر شده و در نتیجه، به تجمع نیترات در بافت‌های گیاهی می‌انجامد (Santamaria, 2006). تجمع نیترات در گیاه زمانی رخ می‌دهد که نرخ جذب نیترات از توان آسیمیلاسیون آن فراتر رود، که این پدیده معمولاً در شرایط نور محدود و تغذیه نیتروژنی بالا اتفاق می‌افتد (Cometti et al., 2011). نور علاوه‌بر تأمین انرژی لازم برای فتوسنتز، نقش کلیدی در تنظیم آنزیم‌های دخیل در متابولیسم نیتروژن دارد. شواهد نشان می‌دهند که شدت و کیفیت نور هر دو می‌توانند به‌طور مستقیم بر رشد گیاه، بهره‌وری فتوسنتزی و میزان تجمع نیترات تأثیرگذار باشند (Landi et al., 2020). با این حال، تابش همزمان نور قرمز و آبی ممکن است به شرایط اشباع نوری منجر شود که در آن، کارایی استفاده از نور کاهش یافته و فرایند فتوسنتزی مختل می‌شود.

به‌منظور اجتناب از این پدیده، نوردهی متناوب طیف‌های قرمز و آبی به‌صورت جداگانه به‌عنوان روشی نوین پیشنهاد شده (Rubaeva et al., 2023). از این‌رو، هدف مطالعه حاضر بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و نوردهی متناوب نور تکمیلی LED با طیف قرمز و آبی بر رشد، کیفیت و محتوای نیترات ریحان ایتالیایی در شرایط گلخانه‌ای است.

مواد و روش

این پژوهش در گلخانه‌های تحقیقاتی گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهرستان کرج انجام گرفت. در این مطالعه از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اول شامل سطوح مختلف شدت و نحوه اعمال نوردهی در ۵ سطح که به ترتیب عبارت اند از نور هم‌زمان قرمز و آبی با شدت ۳۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه (به مدت ۸ ساعت)، نور پیوسته قرمز و آبی به صورت جداگانه هرکدام ۸ ساعت با شدت ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه، نور دهی متناوب ۲ ساعته قرمز/آبی طی ۱۶ ساعت با شدت ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه، نور دهی متناوب ۱ ساعته قرمز/آبی طی ۱۶ ساعت با شدت ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه و تیمار شاهد (بدون نور تکمیلی) بود. فاکتور دوم شامل ۳ سطح نیتروژن محلول غذایی (۱۶۸ میلی گرم در لیتر به عنوان تیمار شاهد و ۲۰۱ و ۲۳۵ میلی‌گرم بر لیتر محلول پایه) در نظر گرفته شد(Puccinelli et al., 2017). مقدار انتگرال نور روزانه (Daily Light Integral) حاصل از نور تکمیلی در همه تیمارها یکسان و برابر با ۸/۶ مول بر مترمربع در روز بود. در تمام تیمارها، کیفیت نور به‌صورت B50% R50% ثابت بود و تنها تفاوت در شدت و نحوه توزیع نور بود. متوسط شدت نور خورشید حدود ۲۰±۱۲۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه و نور تجمعی معادل ۵/۳ مول بر مترمربع در روز بود. محتوای کلروفیل کل بر اساس روش Lichtenthaler (۱۹۸۷)، ویتامینC به روش Kevers et al (۲۰۰۷)، و محتوای نیترات با اسیدسالیسیلیک طبق روش Cataldo et al (۱۹۷۵) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

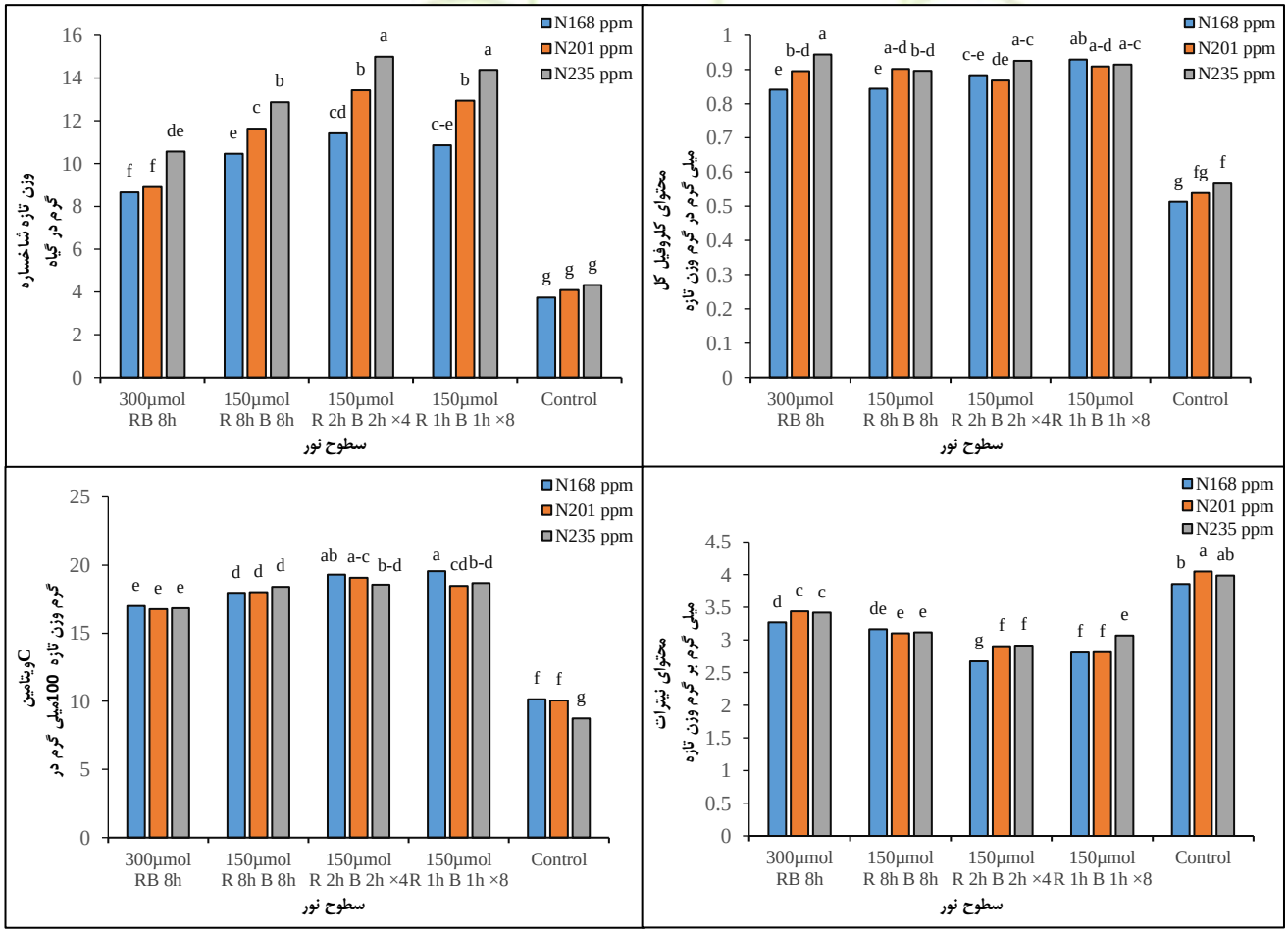
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده و متقابل تیمارهای نوری و سطوح مختلف نیتروژن بر وزن تر شاخساره، محتوای کلروفیل‌کل، ویتامین C و محتوای نیترات برگ ریحان ایتالیایی در سطح احتمال ۱و ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین، تیمار نور متناوب با تناوب دو ساعته قرمز و آبی با شدت ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه به‌مدت ۱۶ ساعت همراه با نیتروژن ۲۳۵ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین وزن تر شاخساره را تولید کرد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. به طوری که این تیمار نسبت به تیمار شاهد حدود ۲۴۶ درصد افزایش و نسبت به تیمار نور ترکیبی قرمز و آبی با شدت ۳۰۰ میکرومول و مدت ۸ ساعت، حدود ۴۲ درصد افزایش نشان داد. محتوای کلروفیل کل نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع تابش قرار گرفت. بیشترین مقدار کلروفیل در تیمار نور ترکیبی قرمز و آبی هم‌زمان با شدت ۳۰۰ میکرومول به‌مدت ۸ ساعت با نیتروژن ۲۳۵ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. مقدار ویتامین Cنیز تحت تأثیر نور و نیتروژن قرار گرفت، به طوری که در تیمار نوردهی متناوب دو ساعته با شدت ۱۵۰ و نیتروژن ۲۰۱ میلی‌گرم در لیتر بالاترین مقدار ویتامینC بدست آمد. در بررسی محتوای نیترات، کمترین غلظت نیترات برگ در تیمار نور دهی متناوب نور قرمز آبی دو ساعته با سطح نیتروژن ۲۰۱ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. تیمار شاهد و تیمار نوری ترکیبی ۳۰۰ میکرومول به مدت ۸ ساعت به ترتیب دارای بیشترین تجمع نیترات در بافت برگ بودند. نتایج این پژوهش نشان داد که نحوه اعمال نور تکمیلی، اثر قابل‌توجهی بر رشد و کیفیت ریحان ایتالیایی دارد. افزایش عملکرد و کیفیت تحت تیمار نور متناوب را می‌توان به تحریک فرایندهای فتوسیستم‌های I وII ، توزیع یکنواخت‌تر انرژی نوری در طول روز، نسبت داد. نتایج مشابه ای نیز توسط Paradiso and Proietti (2022) گزارش شده که تابش متناوب نور قرمز و آبی در شرایط DLI ثابت، با افزایش بهره‌وری نوری و تنظیم بهتر واکنش‌های فیزیولوژیکی، موجب رشد بیشتر در سبزی‌های برگی می‌شود. در حالی‌که تیمار نور ترکیبی هم‌زمان با شدت بالاتر بیشترین میزان کلروفیل کل را به همراه داشت، اما از نظر عملکرد وزنی نسبت به تیمار متناوب ضعیف‌تر بود. این وضعیت می‌تواند به‌دلیل ایجاد اشباع نوری، محدود بودن زمان تابش مؤثر، و ناکارایی در استفاده کامل از ظرفیت فتوسنتزی گیاه باشد (Lobiuc et al., 2017). در خصوص محتوای نیترات، کاهش قابل‌توجه در تیمارهای نوری متناوب

ممکن است ناشی از فعالیت منظم‌تر آنزیم نیترات ردوکتاز و هم‌راستایی بهتر جذب و مصرف نیتروژن در طول زمان باشد. نتایج مشابهی توسط Paradiso and Proietti (2022) گزارش شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح نیتروژن و نور تکمیلی LED بر عملکرد، کیفیت و محتوای نیترات ریحان ایتالیایی.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر شاخساره (عملکرد)	محتوای کلروفیل کل	ویتامین C	محتوای نیترات
		میانگین مربعات			
نور	۴	۱۲۷/۰۹ **	۰/۲۲۹ **	۱۳۸/۴۹ **	۱/۸۸ **
نیتروژن	۲	۲۱/۵۹ **	۰/۰۰۸ **	۱/۱۵ **	۰/۰۸۵ **
نور * نیتروژن	۳۰	۱/۳۱ **	۰/۰۰۱۹ *	۰/۵۸ *	۰/۰۲۳ **
خطا		۰/۳۰۸	۰/۰۰۰۶	۰/۲۴۱	۰/۰۰۶
ضریب تغییر (٪)		۵/۴۳	۳/۱۱	۲/۹۷	۲/۴۴

ns :عدم معنی‌داری، * : اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد، ** : اختلاف معنی‌داری درسطح احتمال ۰/۰۱ درصد.



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن تازه شاخساره، محتوای کلروفیل کل، غلظت ویتامین C و محتوای نیترات در گیاهان ریحان ایتالیایی.

منابع

Cometti, N. N., Tullio, M. D. and Bianconi, D. 2011. Effect of nitrate and light intensity on nitrate reductase and nitrite reductase activities in spinach. Plant Physiology and Biochemistry, 49(4): 410–415.

Landi, M., Tattini, M. and Gould, K. S. 2020. Multiple functional roles of anthocyanins in plant-environment interactions. Environmental and Experimental Botany, 154: 104–115.

Liu, Y., Zhang, D., Gao, Z. and Wang, Y. 2022. Effects of nitrogen form and level on growth and quality of lettuce.

Puccinelli, M., Malorgio, F., Rosellini, I. and Pezzarossa, B. 2017. Uptake and partitioning of selenium in basil (*Ocimum basilicum* L.) plants grown in hydroponics. Scientia Horticulturae, 225: 271–276.

Sabir, N. and Singh, B. 2013. Protected cultivation of vegetables in global arena: A review. Indian Journal of Agricultural Sciences, 83(2): 123–135.

Zhou, X., Gan, Y., Jiang, C., Chen, Q., Chen, X., Chen, L. and He, Z. 2023. Effect of low R:FR ratio on nitrogen assimilation and NRT gene expression in pakchoi under excessive nitrate stress, Horticulturae. 9(2): 159.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Nitrogen Levels and Intermittent Supplemental LED Lighting with Red and Blue Spectrum and Constant DLI on Growth and Development of Italian Basil

Zahra Momeni[1], Rasool Nasiri[1*] and Mojtaba Delshad[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran
Corresponding Author: rasool.nasiri@ut.ac.ir

Abstract

With the growing global population and increasing demand for food, achieving sustainable production and improving crop quality have become major challenges worldwide. In this regard, greenhouse cultivation—especially of leafy vegetables due to their high nutritional value and rapid growth—plays a vital role in ensuring food security. This study aimed to evaluate the effects of different nitrogen levels and temporal patterns of supplemental LED lighting with red and blue spectra (under constant daily light integral, DLI) on the growth, quality, and nitrate content of Italian basil .The experiment was conducted in the research greenhouses of the University of Tehran as a factorial arrangement in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Light treatments included: simultaneous red and blue lighting (300 µmol m^{-2} s^{-1} for 8 hours), continuous red and blue lighting separately (150 µmol m^{-2} s^{-1} for 8 hours each), alternating red/blue lighting every 2 hours (150 µmol m^{-2} s^{-1} for 16 hours), alternating every 1 hour (150 µmol m^{-2} s^{-1} for 16 hours), and a control with no supplemental light. Nitrogen was applied at three levels: 168, 201, and 235 mg L^{-1}. Results showed that the alternating 2-hour red/blue lighting combined with 235 mg L^{-1} nitrogen produced the highest shoot fresh weight. This treatment also significantly reduced nitrate content and enhanced vitamin C concentration. In contrast, despite increasing total chlorophyll, the high-intensity simultaneous lighting resulted in lower biomass. The findings indicated that the timing pattern of light application plays a crucial role in improving plant growth and quality, even under identical spectrum and DLI conditions. Ultimately, intermittent LED lighting with constant DLI offers a promising strategy to optimize nitrogen uptake and enhance photosynthetic efficiency, leading to improved yield and quality in greenhouse-grown crops.

Keywords: Italian basil, LED light, Nitrate content, Nitrogen, Vitamin C.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیکی هلو رقم آلبرتا

جواد عرفانی مقدم[1*] و افسانه عزیزی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
*نویسنده مسئول: *j.erfani@ilam.ac.ir*

چکیده

جمع‌آوری، تصفیه و استفاده پساب فاضلاب در کشاورزی و فضای سبز یکی از سودمندترین راه‌های به کارگیری حداکثر منابع آبی، حفظ محیط زیست و تامین حاصل‌خیزی خاک است، پساب تصفیه شده فاضلاب می‌تواند منبع مهمی برای آبیاری باشد و شناسایی سیستم مناسب تصفیه فاضلاب یکی از راهکارهای مهم برای کاهش کمبود آب است. در این مطالعه، اثرات آبیاری با پساب فاضلاب از طریق آزمایش‌های مزرعه‌ای بر محتوا و توزیع فلزات سنگین، خصوصیات خاک و برخی از ویژگی‌های کیفی و کمی هلو بررسی شد. درخت ۶ ساله هلو در قالب طرح بلوک تصادفی در سه تکرار کشت شده بودند. آبیاری با پساب فاضلاب در طول فصل رشد از اواخر بهار تا اواخر تابستان انجام شد و در زمان برداشت خصوصیات رویشی و صفات کمی و کیفی میوه‌ها ارزیابی شدند. در طول فصل آبیاری تا رسیدن میوه‌ها از برگ، میوه و خاک پای درختان تیمار و شاهد در فواصل زمانی مشخص (۲۰ تیر، ۲۰ مرداد و ۲۰ شهریور) نمونه‌برداری صورت گرفت. با بررسی اثرات پساب فاضلاب بر مقدار و توزیع فلزات سنگین، خصوصیات خاک و صفات مورفو-فیزیولوژیکی هلو در زمان‌های مختلف، نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در این پارامترها وجود ندارد. آب تصفیه شده برای آبیاری کوتاه مدت باعث ایجاد آلودگی در خصوصیات خاک یا ویژگی‌های میوه هلو و همچنین پساب باعث تجمع فلزات سنگین نشد و شاخص محتوای فلزات سنگین بسیار کمتر از مقدار بحرانی استاندارد ملی بود که نشان می‌دهد درخت میوه هلو که در طول رشد با پساب تصفیه شده آبیاری شده بودند عاری از مواد آلاینده می‌باشد. در حالت کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که پساب تصفیه شده می‌تواند منبع امیدوار کننده‌ای برای آبیاری درخت میوه هلو باشد و می‌تواند به عنوان منبع آب آبیاری استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: پساب، خاک، فلزات سنگین، میوه.

مقدمه

در کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا، یکی از مهمترین مشکلات پیشرو در بخش کشاورزی به عنوان مصرف کننده اصلی منابع آب، یافتن منابع آب جدید و قابل اتکاء برای آبیاری است (Hamilton et al., 2007). استفاده از پساب جهت آبیاری در کشاورزی در مناطق مواجه با تنش و کمبود آب، باعث کاهش فشار بر منابع آب موجود شده و اجازه می‌دهد تا منابع آب با کیفیت جهت مصارف دیگر و توسعه زیر ساخت‌های امنیت و سلامت اختصاص یابد (Schacht and Marchner, 2015). از این رو، با توجه به خشکسالی‌های اخیر و کمبود و کاهش منابع آب با کیفیت در ایران، آبیاری با فاضلاب تصفیه شده یا اصطلاحاً پساب به یک عمل معمول و رایج تبدیل شده است، اما باید توجه داشت علیرغم اینکه استفاده از پساب برای آبیاری یک استراتژی ارزشمند جهت بالابردن منابع آب در دسترس محسوب می‌شود، اما کیفیت و شرایط این آب می‌تواند چالش‌هایی را در کشاورزی ایجاد نماید (Hassan et al., 2021). Ahmad و همکاران (۲۰۱۱) تحقیقی انجام دادند که طی آن گیاه کلزا توسط تیمارهای مختلفی از پساب شهری آبیاری گردید، افزایش درصد پساب درآبیاری موجب افزایش مقدار عناصر کادمیوم و سرب در اندام هوایی کلزا گردید. Cao و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند کاربرد پساب برای آبیاری برنج و سبزیجات موجب افزایش کروم در اندام‌های این گیاهان به مقدار ۲/۸ برابر بیش از حد مجاز گردید. همچنین اندازه گیری ضریب انتقال عناصر سنگین از ریشه به بخش هوایی نشان داد که روند این فلزات مختلف به صورت Cd>Cr>Pd است.

در پژوهشی، Arora و همکاران (2008) در ارزیابی غلظت مختلف فلزات سنگین آهن، منگنز، مس و روی در سبزی‌های آبیاری شده با پساب انجام شد، نشان دادند که بیشترین تجمع مقدار آهن و منگنز در نعناع و اسفناج و بیشترین غلظت مس و روی در هویج مشاهده گردید. استفاده از پساب‌ها در کشاورزی به عنوان منبع سرشار از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، به طور گسترده در مناطقی که با کمبود آب

شیرین مواجه هستند، پذیرفته شده است. پساب‌ها شهری و صنعتی می‌توانند برای آبیاری پارک‌های شهری و مناطق جنگلی حاشیه شهرها مورد استفاده قرارگیرند (Al Jamal et al., 2002) و ضمن کمک به حفاظت محیط زیست سبب بازسازی محیط زیست می‌شود. مطالعه و بررسی آبیاری با پساب فاضلاب و اثرات آن در واکنش‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی درختان میوه از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به محدودیت منابع آبی و نیاز مبرم درختان میوه به آب، استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب شهری برای آبیاری درختان میوه اهمیت بالایی دارد، لذا در این پژوهش اثرات آبیاری برخی از درختان میوه شامل هلو و توت با پساب تصفیه شده فاضلاب شهری و اثرات آنها بر خصوصیات کمی وکیفی درختان مذکور و همچنین برخی شاخص‌های خاکی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرستان ایوان استان ایلام صورت گرفته است. این شهرستان در عرض جغرافیایی ۳۳/۸۲ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶/۳۱ درجه شرقی با ارتفاع ۱۱۹۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. تصفیه خانه فاضلاب شهر ایوان با ظرفیت تولید روزانه ۹ هزار مترمکعب پساب و با فرایند سیستم لجن فعال با هوادهی گسترده ایجاد شده است. برای این تصفیه‌خانه ۴۲ کیلومتر شبکه فرعی و اصلی، چهار کیلومتر خط انتقال اجرا شده و ۲ هزار و ۶۰۰ فقره انشعاب فاضلاب در این شهر نصب شده است. درخت ۶ ساله هلو رقم آلبرتا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شده بودند. آبیاری با پساب فاضلاب در طول فصل رشد از اواخر بهار تا اواخر تابستان انجام شد و در زمان برداشت خصوصیات رویشی و صفات کمی و کیفی میوه‌ها ارزیابی شدند. به منظور مقایسه درختان تیمار شده با شاهد، از آب رودخانه برای درختان شاهد استفاده شد. در طول فصل آبیاری تا رسیدن میوه‌ها از برگ، میوه و خاک پای درختان تیمار و شاهد در فواصل زمانی مشخص (۲۰ تیر، ۲۰ مرداد و ۲۰ شهریور) نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌ها به آون یا گرمخانه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شدند. پس از این مدت نمونه‌های خشک شده درون کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و به خاکستر تبدیل شدند و با روش HCL عصاره‌ی مورد نظر تهیه گردید. پس از این مرحله عناصر سنگین مورد نظر مانند سرب، کادمیوم و نیکل توسط دستگاه جذب اتمی دانشگاه ایلام قرائت شدند. برخی صفات مورفولوژیکی هلو (رقم آلبرتا-تاریخ رسیدگی اوایل شهریور) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در زمان رسیدن میوه و برای ارزیابی صفات مرتبط با برگ از هر نمونه ۲۵ برگ به طور تصادفی در سه تکرار انتخاب و صفات مربوط برای آنها ثبت شد (طول و عرض برگ توسط خط‌کش اندازه‌گیری شد) و همچنین طول شاخه فصل جاری در همین زمان در ۱۰ تکرار به شکل تصادفی برای هر نمونه ثبت شد. برای ارزیابی صفات مرتبط با میوه در سه تکرار از هر نمونه ۲۰ میوه در زمان رسیدن میوه ها به شکل تصادفی انتخاب و برخی از شاخص‌های کمی و کیفی میوه‌ها ثبت گردید. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SAS، SPSS و Excel استفاده شد. برای مقایسه میانگین از آزمون LSD استفاده گردید.

نتایج و بحث

برخی از شاخص‌های کمی و عناصر سنگین برای پساب تصفیه شده و آب شاهد در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد تفاوت مشخصی در پارامترهای اندازه‌گیری شده در بین نمونه خروجی تصفیه‌خانه و نمونه شاهد وجود ندارد. این مطلب نشان می‌دهد سیستم تصفیه خانه به خوبی آب ورودی را تصفیه کرده است. یکی از عوامل محدود کننده تولید، سدیم و کلر بالا در آب و خاک بوده که رشد و عملکرد را کاهش می‌دهد. نتایج این بررسی نشان می دهد مشکلات خاصی به لحاظ پارامترهایی که در پساب اندازه گیری شده است وجود ندارد.

جدول ۱- شاخص های کمی و عناصر سنگین در پساب تصفیه شده.

تاریخ نمونه برداری	pH	EC(dS/m)	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{2+}	Cl^{-}	CO_3^{2-}	HCO_3^{-}	SAR	نیکل	کادمیوم	سرب
تیر	۶/۴۸	۰/۹۰	۲/۳	۵/۸	۰/۹۴	۲/۸	۰	۴/۱	۰/۴۷	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۲۴
مرداد	۶/۹۱	۰/۸۹	۳	۵/۲	۰/۹۳	۱/۹	۰	۳/۹	۰/۴۶	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۱۹
شهریور	۶/۲۵	۰/۸۷	۳/۷	۴/۲	۰/۹۱	۲	۰	۳/۱	۰/۴۶	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۲۸
شاهد	۶/۲۷	۰/۸۷	۳/۱	۴/۸	۰/۹۲	۲/۳	۰	۳/۷	۰/۴۵	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۲۲

واحد عناصر سنگین (mg/l)، واحد آنیون و کاتیون (meq/l).

نتایج تجزیه واریانس اثرات پساب تصفیه شده بر درخت هلو نشان داد اثر پساب روی صفات کمی و کیفی درخت هلو شامل طول شاخه، وزن میوه، طول میوه، اندازه میوه، رطوبت میوه، ماده خشک میوه، طول برگ، عرض برگ، pH، TSS، TA اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. همچنین نتایج نشان داد عناصر سنگین سرب، نیکل، کادمیوم در برگ و میوه درخت هلو معنی‌دار نمی باشد. مقایسه میانگین نشان داد در گیاهان تیمار شده با پساب اختلاف مشهودی با گیاهان شاهد نداشتند. متوسط وزن میوه هلو در گیاهان تیمار شده با پساب ۱۷۵ گرم بود در حالی که در نمونه شاهد که با آب رودخانه آبیاری شده بودند ۱۷۸ گرم برآورد شده است و اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. در مورد طول و قطر میوه در نمونه شاهد که با آب رودخانه آبیاری شده بودند کمی بیشتر از نمونه تیمار بود ولی اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. طول سرشاخه فصل جاری در نمونه آبیاری شده با پساب در حدود ۵۹/۳ سانتیمتر بود در حالی که در گیاهان شاهد ۵۶/۶ سانتیمتر ثبت شده و اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین در مورد سایر شاخص‌های اندازه‌گیری شده تفاوت قابل مشخصی بین گیاهان تیمار و شاهد مشاهده نگردید.

مقادیر عناصر سنگین از جمله نیکل و کادمیوم برگ و میوه هم در نمونه شاهد و هم نمونه تیمار کمتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلو گرم وزن خشک بوده است که در این غلظت فاقد اثرات سمی برای گیاه می باشد. مقادیر سرب برگ در حدود ۰/۰۹ میلی‌گرم در کیلو گرم وزن خشک برای نمونه شاهد و نمونه تیمار مشاهد شده است ولی غلظت آن در میوه بیشتر بود و به ترتیب در نمونه شاهد و تیمار ۰/۵۴ و ۰/۴۸ میلی‌گرم در کیلو گرم وزن خشک ثبت شده است که اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. مقادیر سرب برگ هلو در تیمار شاهد و پساب فاضلاب (۰/۰۹ میلی‌گرم در کیلو گرم وزن خشک) را نشان می‌دهد، اما سرب میوه در تیمار شاهد (۰/۵۴ میلی‌گرم در کیلو گرم وزن خشک) در مقایسه با نمونه پساب فاضلاب (۰/۴۸ میلی‌گرم در کیلو گرم وزن خشک) را نشان می‌دهد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد. میزان سرب در اندام‌های گیاهی متفاوت است و غالبا غلظت آن در برگ بیش از سایر قسمت‌های گیاه است و لازم به ذکر است که سرب به مقدار زیادی توسط ریشه جذب می شود و از انتقال آن به اندام های هوایی جلوگیری می شود (واثقی و همکاران، ۱۳۸۰). همچنین ضخامت گوشت میوه در دو نمونه میوه شاهد و پساب فاضلاب (۱/۸ سانتیمتر) ثبت شد و فاقد اختلاف معنی‌دار بود. TSS در تیمار آب شاهد در مقایسه با پساب فاضلاب فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد. میزان TA در تیمار شاهد (۰/۵۱ %) در مقایسه پساب فاضلاب (۰/۵۴ %) اختلاف معنی‌دار نشان نداد. نتایج کلی این بخش نشان داد پساب تصفیه شده فاضلاب اثرات نامطلوبی بر شاخص های کمی و کیفی میوه هلو در مقایسه با شاهد ندارد و می توان از این آب برای آبیاری باغات میوه استفاده شود.

در پژوهشی، امکان‌سنجی استفاده از آب بازیافتی برای آبیاری شلیل در آپولیا ایتالیا، به مدت ۳ سال مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد پارامترهای کیفیت آب در پساب تصفیه شده به طور قابل‌توجهی بالاتر از آب شیرین بود. به طور کلی، پارامترهای کیفی میوه شلیل، فنل کل و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در میوه های آبیاری شده با پساب تصفیه شده بیشتر از آب معمولی بود، زیرا در تیمار پساب تصفیه شده مواد مغذی و شوری بیشتر بود. مقادیر سفتی کمتری در میوه های تیمار شده با پساب تصفیه شده مشاهده شد که نشان دهنده زودرسی است. به طور کلی، هیچ تفاوت عملکردی بین درختانی که با پساب تصفیه شده آبیاری شدند و کنترل در طول مطالعه سه ساله یافت نشد. با این حال، تیمار پساب تصفیه شده به طور قابل توجهی تعداد میوه‌ها را کاهش داد، اما این کاهش با وزن میوه بیشتر جبران شد (Pedrero et al., 2018).

منابع

Ahmad, K., Ejaz, A., Azam, M., Khan, Z. I., Ashraf, M., Al-Qurainy, F. and Valeem, E. E. 2011. Lead, cadmium and chromium contents of canola irrigated with sewage water. Pakistan Journal of Botany, 43(2): 1403-1410.

Al-Jamal, M. S., Sammis, T. W., Mexal, J. G., Picchioni, G. A. and Zachritz, W. H. 2002. A growth-irrigation scheduling model for wastewater use in forest production. Agricultural water management, 56(1): 57-79.

Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B. and Mittal, N. 2008. Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chemistry, 111(4): 811-815.

Cao, H., Chen, J., Zhang, J., Zhang, H., Qiao, L. and Men, Y. 2010. Heavy metals in rice and garden vegetables and their potential health risks to inhabitants in the vicinity of an industrial zone in Jiangsu, China. Journal of environmental sciences, 22(11): 1792-1799.

Hamilton, A. J., Stagnitti, F., Xiong, X., Kreidl, S. L., Benke, K. K. and Maher, P. 2007. Wastewater irrigation: the state of play. Vadose zone journal, 6(4): 823-840.

Hassan, I., Chowdhury, S. R., Prihartato, P. K. and Razzak, S. A. 2021. Wastewater treatment using constructed wetland: Current trends and future potential. Processes, 9(11): 1917.

Pedrero, F., Camposeo, S., Pace, B., Cefola, M. and Vivaldi, G. A. 2018. Use of reclaimed wastewater on fruit quality of nectarine in Southern Italy. Agricultural Water Management, 203: 186-192.

Schacht, K. and Marschner, B. 2015. Treated wastewater irrigation effects on soil hydraulic conductivity and aggregate stability of loamy soils in Israel. Journal of Hydrology and hydromechanics, 63(1): 47-54.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Irrigation with Reclaimed Water on Morpho-Physiological Characteristics of Peach cv. Elberta

Javad Erfani-Moghadam[1*] and Afsaneh Azizi[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
Corresponding Author: j.erfani@ilam.ac.ir

Abstract

Collection, treatment and use of reclaimed water in agriculture and green spaces is one of the most beneficial ways to utilize maximum water resources, protect the environment and ensure soil fertility. Treated reclaimed water can be an important source for irrigation and identifying a suitable wastewater treatment system is one of the important solutions to reduce water shortage. In this study, the effects of irrigation with reclaimed water were investigated through field experiments on the content and distribution of heavy metals, soil properties and some qualitative and quantitative characteristics of peaches. 6-year-old peach trees were planted in a randomized block design with three replications. Irrigation with reclaimed water was carried out during the growing season from late spring to late summer and at the time of harvest, vegetative characteristics and quantitative and qualitative traits of fruits were evaluated. During the irrigation season until the fruits ripened, samples were taken from the leaves, fruits and soil at the foot of the treated and control trees at specific intervals (July 10, August 10 and September 10). By investigating the effects of wastewater effluent on the amount and distribution of heavy metals, soil properties and morpho-physiological traits of peach at different times, the results showed that there was no significant difference in these parameters. Treated water for short-term irrigation did not cause pollution in soil properties or peach fruit properties, nor did the effluent cause accumulation of heavy metals, and the heavy metal content index was much lower than the critical value of the national standard, indicating that peach fruit trees irrigated with treated wastewater during growth were free of pollutants. Overall, the results of this study indicate that treated reclaimed water can be a promising source for peach fruit tree irrigation and can be used as a source of irrigation water.

Keywords: Fruit, Heavy metals, Reclaimed water, Soil.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی واکنش ارقام سیب‌زمینی نسبت به محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف سیلیسیم سولفونه شده (S8) در شرایط گلخانه‌ای

داود حسن‌پناه[1*]، صیاد پرستار انزابی[2]، یوسف جهانی جلودار[1]، پرویز شیرین‌زاده[1]، شیوا حمیدزاد مقدم[1] و علیرضا دادبخش[1]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

۲- شرکت پردازش سیستم و توسعه ارکان، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *d.hassanpanah@areeo.ac.ir*

چکیده

در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف محلول غذایی غنی شده با سیلیسیم سولفونه شده با گوگرد عنصری S8 بر ارقام سیب‌زمینی، در شرایط گلخانه‌ای در ایستگاه تحقیقات سیب‌زمینی اردبیل در سال ۱۴۰۲ مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش گلخانه‌ای براساس طرح آزمایشی فاکتوریل بر پایه کرت‌های کاملاً تصادفی با دو فاکتور در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل چهار غلظت محلول غذایی (محلول‌پاشی به مقدار صفر، ۳، ۶ و ۹ لیتر در هزار لیتر آب) و فاکتور دوم شامل سه رقم سیب‌زمینی آگریا، رونا و تکتا بود. محلول‌پاشی با محلول غذایی در مراحل مختلف رشد ۱- رشد برگ، ۲- تشکیل شاخه‌های جانبی در بالای سطح خاک (ساقه اصلی)، ۳- کشیدگی ساقه اصلی (پوشش زراعی) و ۴- تشکیل غده صورت گرفت. در طی دوره رشد و بعد از برداشت، صفات ارتفاع بوته، تعداد و وزن مینی‌تیوبر در بوته و در مترمربع و اندازه مینی‌تیوبر اندازه‌گیری شدند. بیشترین تعداد مینی‌تیوبر در مترمربع (۸۰۰ عدد)، وزن مینی‌تیوبر در مترمربع (۷۴۰۰ گرم)، اندازه مینی‌تیوبر (۹/۸ گرم) و ارتفاع بوته (۷۳ سانتی‌متر) در تیمار محلول‌پاشی با محلول غذایی سیلیسیم سولفونه شده با عنصر گوگرد S8 به میزان ۹ لیتر در هزار لیتر آب در ارقام رونا، تکتا و آگریا بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، سیلیسیم سولفونه شده، گوگرد، محلول غذایی.

مقدمه

ایران با ۵/۲ میلیون تن تولید سیب‌زمینی در جهان جایگاه سیزدهم و در آسیا بعد از چین و هند در رتبه سوم بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ها قرار دارد (FAO, 2021). یکی از نکات مهم تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسته به نوع بستر کشت، طی دورهٔ رشد گیاه است (عالی فر و همکاران، ۱۳۸۹). محلول غذایی S8 مورد استفاده در این تحقیق شامل ترکیبات گوگرد ۸۰ درصد، سیلیسیم ۲ درصد، پتاسیم ۱۵ درصد، نیتروژن ۲ درصد، آهن ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیترو روی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. عنصر سیلیسوم باعث افزایش تولید و کیفیت محصول (Kaya *et al.*, 2006) و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی گرما، سرما، کم‌آبی و شوری (Wang *et al.*, 2016) می‌شود. عنصر گوگرد باعث افزایش عملکرد، کاهش pH خاک، تشکیل کلروفیل، فعال کردن آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین و ایجاد مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده می‌شود (انصوری و همکاران، ۱۳۹۳). Hassanpanah و همکاران (۲۰۲۲a) با بررسی اثر محلول غذایی سیلیسیم سولفونه شده با عنصر گوگرد S8 بر روی ارقام سیب‌زمینی، نتیجه گرفتند که استفاده از محلول غذایی غنی شده با سیلیسیم سولفونه شده با عنصر گوگرد S8 در دو حالت ۱- محلول‌پاشی برگی به میزان ۳ در هزار و ۲- مصرف خاکی به مقدار ۲ کیلوگرم محلول در ۲۰۰ لیتر آب با سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) باعث افزایش عملکرد غده و کارائی مصرف آب می‌شود. Hassanpanah و همکاران (۲۰۲۲b) نتیجه گرفتند استفاده از محلول غذایی غنی شده با سیلیسیم سولفونه شده با گوگرد عنصری S8 و تغییر آرایش کاشت [(از یک ردیف غده روی یک پشته به روش آبیاری سطحی به دو ردیف غده در روی یک پشته به صورت زیگزاگ با آبیاری قطره‌ای (تیپ)]، باعث افزایش عملکرد غده (۳۵ درصد) و کارائی مصرف آب (۳۴ درصد) در کشت زمستانه و عملکرد غده (۳۹ درصد و کارائی مصرف آب (۴۰ درصد) در کشت بهاره شد. Hassanpanah و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند استفاده از محلول غذایی غنی شده با سیلیسیم سولفونه شده با گوگرد عنصری S8 در

شرایط گلخانه‌ای با کاشت میکروتیوبر سیب‌زمینی ارقام آگریا، جلی، آنوشا و شیدا در پنج نوبت به مقدار ۷/۵ میلی‌لیتر محلول غذایی در یک لیتر آب به صورت محلول‌پاشی برگی، باعث افزایش تعداد مینی‌تیوبر در متر مربع به تعداد ۵۱۵ عدد (۴۰ درصد) گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش براساس طرح آزمایشی فاکتوریل بر پایه کرت‌های کاملاً تصادفی با دو فاکتور در ایستگاه تحقیقات سیب‌زمینی اردبیل در سه تکرار در سال ۱۴۰۲ اجرا گردید. فاکتور اول شامل چهار غلظت محلول غذایی (محلول‌پاشی با محلول غذایی به مقدار صفر، ۳، ۶ و ۹ لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب) و فاکتور دوم شامل سه رقم سیب‌زمینی (آگریا، رونا و تکتا) بود. محلول‌پاشی با محلول غذایی در مراحل مختلف رشد ۱- رشد برگ، ۲- تشکیل شاخه‌های جانبی در بالای سطح خاک (ساقه اصلی)، ۳- کشیدگی ساقه اصلی (پوشش زراعی) و ۴- تشکیل غده صورت گرفت. محلول غذایی S8 مورد استفاده در این تحقیق شامل ترکیبات گوگرد ۸۰ درصد، سیلیسیم ۲ درصد، پتاسیم ۱۵ درصد، نیتروژن ۲ درصد، آهن ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیترو روی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. عملیات داشت شامل وجین علف‌های هرز، خاک‌دهی پای بوته و سمپاشی بر علیه آفات و بیماری‌های مهم سیب‌زمینی به طور یکنواخت در کلیه کرت‌ها اعمال شد. گیاهچه‌های ارقام سیب‌زمینی در آزمایشگاه کشت بافت تولید و سپس به گلخانه منتقل و در بستر، کشت شدند. در هر مترمربع ۱۰۰ گیاهچه به فاصله ۱۰×۱۰ سانتی متر کشت شدند. آب مورد نیاز بوته‌ها براساس نیاز گیاه و به روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) صورت گرفت. pH محلول غذایی در ۵/۸ تنظیم شد. از سم کنفیدور به مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر در ۱۰۰ مترمربع در سه نوبت برای مبارزه با ناقلین بیماری‌های ویروسی استفاده شد. خاک‌دهی پای بوته در دو نوبت در ارتفاع بوته ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر با مقدار خاک مناسب انجام گردید. در زمان کاشت برای تمام تیمارها از کودهای نیترات آمونیوم و فسفات آمونیوم به میزان ۷/۵ گرم در مترمربع از هر کدام به عنوان کود پایه مصرف شد. برای کل تیمارها و در هر نوبت به مقدار ۲ گرم در لیتر محلول‌پاشی برگی انجام شد. در طی دوره رشد و بعد از برداشت، صفات ارتفاع بوته، تعداد و وزن مینی‌تیوبر در بوته و در مترمربع و اندازه مینی‌تیوبر اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس صفات با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 صورت گرفت. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در شرایط گلخانه‌ای نشان داد بین مقدار مصرف محلول غذایی و اثر متقابل مقدار مصرف محلول غذایی × ارقام سیب‌زمینی از لحاظ صفات تعداد و وزن مینی‌تیوبر در بوته و در مترمربع، اندازه مینی‌تیوبر و ارتفاع بوته و بین ارقام از لحاظ صفت ارتفاع بوته اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد مشاهده شد. بیشترین تعداد مینی‌تیوبر در بوته و در مترمربع مربوط به تیمار محلول‌پاشی با محلول غذایی به میزان ۶ و ۹ لیتر در هزار لیتر آب به ترتیب در ارقام آگریا، رونا و تکتا ؛ وزن مینی‌تیوبر در بوته و در مترمربع مربوط به محلول‌پاشی با محلول غذایی به میزان ۹ لیتر در هزار لیتر آب به ترتیب در ارقام تکتا، رونا و آگریا ؛ اندازه مینی‌تیوبر و ارتفاع بوته مربوط به تیمار محلول‌پاشی با محلول غذایی به میزان ۹ لیتر در هزار لیتر آب به ترتیب در ارقام تکتا و رونا بودند (جدول ۱). بیشترین تعداد مینی‌تیوبر در مترمربع (۷۵۰ عدد)، وزن مینی‌تیوبر در مترمربع (۷۳۵۰ گرم)، اندازه مینی‌تیوبر (۹/۸ گرم) و ارتفاع بوته (۷۱ سانتی‌متر) در تیمار محلول‌پاشی با محلول غذایی سیلیسیم سولفونه شده با عنصر گوگرد S8 به میزان ۹ لیتر در هزار لیتر آب در ارقام رونا، تکتا و آگریا بدست آمد. براساس نتایج گلخانه‌ای هر سه رقم (رونا، آگریا و تکتا) نسبت به محلول غذایی مورد استفاده واکنش معنی‌دار نشان نداد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف مقدار مصرف محلول غذایی و ارقام سیب‌زمینی.

غلظت محلول غذایی	ارقام	تعداد مینی‌تیوبر در مترمربع		وزن مینی‌تیوبر در مترمربع (گرم)		اندازه مینی-تیوبر (گرم)		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	
شاهد (بدون محلول غذایی)	آگریا	۳۴۰	cd	۱۷۵۱	e	۵/۱۵	d	۳۴/۵۰	e
	رونا	۴۵۵	cd	۲۷۰۰	d	۵/۹۳	d	۳۲/۵۰	e
	تکتا	۴۲۵	d	۲۶۵۰	d	۶/۲۵	cd	۳۰/۹۴	e

۳ لیتر محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب	آگریا	d	۳۹۵	d	۲۶۶۶	a	۶/۷۵	e	۳۲/۵۰
	رونا	bcd	۵۳۰	c	۳۵۰۰	bcd	۶/۶۲	d	۴۰/۰۰
	تکتا	cd	۴۹۵	c	۳۷۰۰	bcd	۷/۴۸	d	۴۰/۰۰
۶ لیتر محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب	آگریا	ab	۷۲۵	b	۵۵۵۰	bcd	۷/۶۶	cd	۴۳/۰۰
	رونا	abc	۶۵۰	b	۵۶۵۰	bcd	۸/۷۶	c	۴۶/۵۶
	تکتا	abc	۶۵۰	b	۵۱۰۰	bcd	۷/۸۸	c	۴۵/۵۰
۹ لیتر محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب	آگریا	a	۸۰۰	a	۷۰۰۰	bcd	۸/۷۵	b	۶۷/۰۰
	رونا	a	۷۵۰	a	۷۳۰۰	abc	۹/۷۷	ab	۶۹/۰۰
	تکتا	a	۷۵۰	a	۷۴۰۰	ab	۹/۹۱	a	۷۳/۰۰
LSD 5%			۲۱۶/۳		۶۹۳/۵		۳/۶۳۴		۴/۶۱۵

منابع

انصوری، ع.، غلامی، ا.، عباس‌دخت، ح.، قلی‌پور، م.، برادران، م. و فلاح نصرت‌آباد، ع. ر. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر همزیستی میکوریزایی، کاربرد تیوباسیلوس تیواکسیدانس و گوگرد بر خصوصیات رشد و عملکرد ذرت (*Zea mays* L.). نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۴(۱): ۱۲۶–۱۰۹.

عالی‌فر، ن.، محمدی قهساره، ا. و هنرجو، ن. ۱۳۸۹. اثر نوع بستر کشت بر عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی به وسیله خیار گلخانه‌ای در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱(۱): ۱۹–۲۴.

FAO. 2021. Potato. FAOSTAT database for agriculture. Available online at: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E.

Hassanpanah, D., Parastar Anzabi, S., Shirinzadeh, P., Mousapour Gorji, A. and Parastar Anzabi, E. 2022a. Investigation of the effect of sulfonated silicon nutrient solution with elemental sulfur S8 on agronomic traits of new potato cultivars. Journal of Agricultural Science,14(4): 90–98.

Hassanpanah, D., Parastar Anzabi, S., Shirinzadeh, P., Mousapour Gorji, A. and Parastar Anzabi, E. 2022b. Using sulphonated silicon nutrient solution with S8 elemental sulphur and changing planting arrangement in potato winter cultivation. Journal of Agricultural Science, 14(12): 83–93.

Hassanpanah, D., Parastar Anzabi, S., Shirinzadeh, P., Mousapour Gorji, A., Parastar Anzabi, E. and Hassanpanah, H. 2023. Introduction of nutrient solution of silicon sulfonated with elemental sulfur S8 for the minituber production of potato cultivars from in vitro microtuber. Journal of Agricultural Science, 15(1): 55–61.

Kaya, C., Tuna, L. and Higgs, D. 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. Journal of Plant Nutrition, 29: 1469–1480.

Wang, Y., Hu, Y., Duan, R. and Feng Gong, H. 2016. Silicon reduces long-term cadmium toxicities in potted garlic plants. Acta Physiologiae Plantarum, 38: 211–219.

Studying the response of potato cultivars to foliar spraying of different concentrations of sulfonated silicon (S8) under greenhouse conditions

Davoud Hassanpanah[1], Sayad Parastar Anzabi[2], Yosef Jahani Jelodar[1], Parviz Shirinzadeh[1], Shiva Hamidzadeh Moghadam[1] and Alireza Dadbaksh[1]

1.Department of Horticulture Crops Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ardabil, Iran.

2. Pardazesh System and Tosee Arkan Company, Tehran, Iran

Corresponding Author: D.Hassanpanah@areeo.ac.ir

Abstract

This research investigated the effect of different concentrations of a nutrient solution enriched with sulfur-sulfonated silicon (S8) on potato cultivars under greenhouse conditions at the Ardabil Potato Research Station in 2023. A greenhouse experiment was conducted using a factorial experimental in Completely Randomized Design with two factors and three replications. The first factor comprised four nutrient solution concentrations (foliar spraying with 0, 3, 6, and 9 liters per 1000 liters of water), and the second factor included three potato cultivars: Agria, Rona, and Takta. Foliar spraying with the nutrient solution was performed at various growth stages: 1) leaf development, 2) formation of lateral shoots above the soil surface (main stem), 3) main stem elongation (ground cover), and 4) tuber initiation. During the growth period and after harvest, traits such as plant height, number and weight of mini-tubers per plant and per square meter, and mini-tuber size were measured. The highest number of mini-tubers per square meter (750), weight of mini-tubers per square meter (7350 grams), mini-tuber size (8.9 grams), and plant height (71 cm) were obtained in the treatment with foliar spraying of 9 liters of sulfur-sulfonated silicon (S8) per 1000 liters of water across all three cultivars (Rona, Takta, and Agria). However, based on the greenhouse results, the potato cultivars tested (Rona, Agria, and Takta) did not exhibit a significant difference in their response to the nutrient solution used.

Keywords: Nutrient solution, Potato, Sulfonated silicon, Sulfur.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

برهمکنش نسبت‌های مختلف نیترات و هیومیک اسید روی برخی ویژگی‌های زایشی دو رقم گل آنتوریوم (*Anthurium andreanum* Lind.) در شرایط هیدروپونیک

زهرا شهبانی[۱*]
۱- مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *zahrashahbani@yahoo.com*

چکیده

آنتوریوم از گلهای زیبای گرمسیری است که سرعت رشد آن کم می‌باشد، از این‌رو پژوهش‌های زیادی روی استفاده از ترکیبات مختلف جهت افزایش رشد آن انجام گرفته است. جهت بررسی اثر نسبتهای مختلف نیترات و برهمکنش آن با هیومیک اسید روی دو رقم آنتوریوم بریدنی در شرایط هیدروپونیک، پژوهشی در مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز شهرداری منطقه ۵ تهران انجام شد. تیمارها شامل ۱- نسبتهای مختلف نیترات (نیترات معمول محلول هوگلند، نسبت دو برابر نیترات هوگلند، نسبت سه برابر نیترات هوگلند)، ۲- هیومیک اسید (بدون هیومیک اسید، غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید) و ۳- رقم ('Lady Jane' و 'Turenza') بودند. طرح مورد استفاده فاکتوریل در قالب کاملا تصادفی با ۵ تکرار بود. سه ماه پس از کاربرد تیمارها ویژگی‌های زایشی تعداد گل، طول دمگل، طول و عرض اسپات، طول اسپادیکس و عمرگلجای اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد بیشترین عرض اسپات در نسبت سه برابر نیترات هوگلند و عدم کاربرد هیومیک اسید مشاهده شد. کاربرد هیومیک اسید تنها در نسبت معمول نیترات هوگلند سبب افزایش عرض اسپات شد. بیشترین عمر گلجای در برهمکنش نسبت سه برابر نیترات هوگلند و هیومیک اسید مشاهده شد. کاربرد هیومیک اسید در نسبتهای بالاتر نیترات منجر به افزایش معنی‌دار عمر گلجای شد. بیشترین طول دمگل و اسپات مربوط به تیمار نسبت دو برابر نیترات هوگلند و رقم 'Lady Jane' بود. بیشترین عرض اسپات در نسبت دو برابر نیترات هوگلند و رقم 'Turenza' مشاهده گردید. بیشترین عمر گلجای در رقم 'Turenza' و نسبت دو برابر نیترات هوگلند مشاهده شد. نسبت دو برابر نیترات هوگلند عمر گلجای رقم 'Turenza' را ۱۸/۵۱ درصد و نسبت سه برابر نیترات، عمر گلجای آن را ۴/۷۹ درصد افزایش داد. بیشترین تعداد گل مربوط به نسبت سه برابر نیترات هوگلند، نبود هیومیک اسید و رقم 'Turenza' و نیز نیترات معمول هوگلند، کاربرد هیومیک اسید و رقم 'Turenza' بود.

واژه‌های کلیدی: آنتوریوم بریدنی، عمر گلجای، گل گرمسیری، محلول هوگلند، هیومیک اسید.

مقدمه

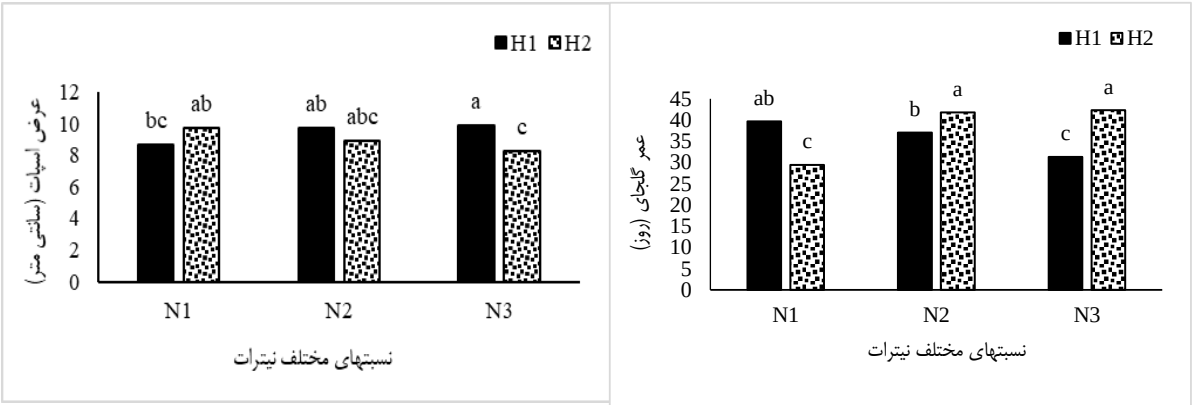
آنتوریوم گیاهی گلدار از تیره آراسه بوده که بومی مناطق گرمسیری آمریکای مرکزی و جنوبی است (فتح اللهی و همکاران، ۱۳۹۶). از مزایای این گل وجود اسپات رنگی، دمگل بلند، ماندگاری زیاد و طولانی بودن دوران گلدهی آن است که جایگاه ویژه‌ای در میان گیاهان گلدار یافته و از نظر اقتصادی در میان گل‌های گرمسیری مقام دوم را پس از ارکیده دارا می‌باشد (Winston and Pathmanthan, 2008). برهمکنش ترکیبات آلی و غیر آلی در منابع غذایی، یکی از بهترین روش‌های مدیریت کشت گل آنتوریوم می‌باشد (Binas et al., 2023). ترکیبات شیمیایی موجود در محلول غذایی از مهمترین عوامل موثر بر رشد، نمو و عملکرد آنتوریوم می‌باشند (Dufour and Guerin, 2005). تقاضای بازار مصرف برای محصولات با کیفیت و ارزش افزوده بالا، تولیدکنندگان گیاهی را ملزم به تغییر شکل تولید، چه از نظر کارایی فنی و چه از نظر کارایی اقتصادی، می‌کند (Artur et al., 2022). هیومیک اسید اثرات سودمندی روی جذب مواد غذایی گیاه دارد و به ویژه در انتقال و دسترسی گیاهان به عناصر میکرو اهمیت دارد (Muraleedharan et al., 2017). با توجه به سرعت رشد کند گل آنتوریوم و اهمیت آن در گل آرایی و تزئین دسته‌های گل، این پژوهش جهت بررسی اثر کاربرد نسبتهای مختلف نیترات و هیومیک اسید روی ویژگی‌های زایشی دو رقم گل آنتوریوم بریدنی با گلهای قرمز تیره و صورتی لاله‌ای در محیط هیدروپونیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

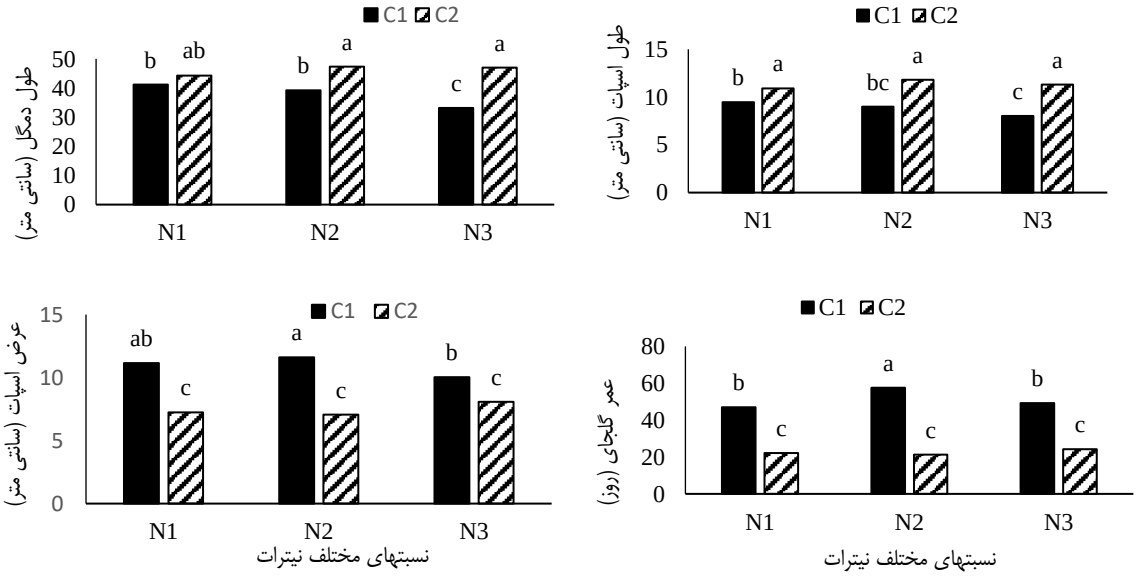
این پژوهش در گلخانه و آزمایشگاه مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز شهرداری منطقه ۵ تهران انجام شد. برای این منظور رقم‌های گل آنتوریوم از گلخانه‌ای در شهر ورامین تهیه شد. تمام گیاهان در مرحله ۴ برگی بودند. چهار ماه پس از انتقال گیاهان به گلخانه تمام گیاهان به بستر پرلایت منتقل شدند. تیمارها شامل نسبتهای مختلف نیترات (نیترات معمول در محلول هوگلند، نسبت دو برابر نیترات هوگلند، نسبت سه برابر نیترات هوگلند)، هیومیک اسید (بدون هیومیک اسید، غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید) و رقم ('Turenza' با اسپات قرمز تیره) و ('Lady Jane'با اسپات صورتی لاله‌ای) بود. طرح مورد استفاده فاکتوریل سه عاملی در قالب کامل تصادفی با ۵ تکرار بود بنابراین از ۶۰ گیاه استفاده شد. تغذیه به صورت هفته‌ای دو بار بر اساس تیمارهای مورد نظر انجام شد. در طول آزمایش سه مرحله هیومیک اسید به تیمارهای در نظر گرفته شده داده شد. سه ماه پس از کاربرد تیمارها، ویژگی‌های زایشی مانند تعداد گل، طول دمگل، طول و عرض اسپات، طول اسپادیکس و عمر گلجای گلها اندازه گیری شد. جهت اندازه‌گیری ۴ گیاه هر تیمار بصورت تصادفی انتخاب شد و با خط‌کش دقیق ویژگی‌های زایشی گیاه ثبت شد. برای بررسی عمر گلجای پس از برداشت گل‌ها در زمان بلوغ (زمانی‌که ۸۰ درصد گلهای اسپادیکس باز شده و گرده گل مشخص بود) در ظرف آب قرار گرفت و با تغییر رنگ اسپات پایان عمر گل ثبت شد. تمام داده‌ها با نرم افزار SAS (9.4) آنالیز شد. مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با نرم افزار Excell (2013) انجام شد.

نتایج و بحث

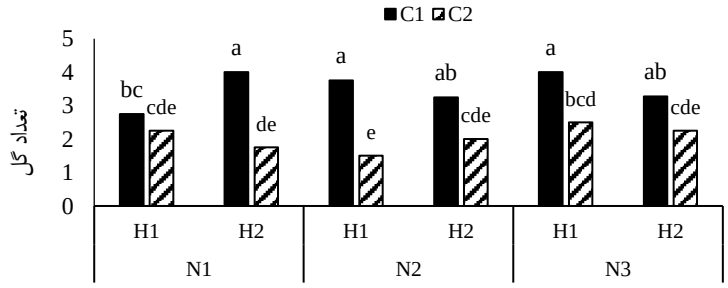
نتایج نشان داد برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات و هیومیک اسید بر ویژگی عرض اسپات و عمر گلجای آنتوریوم مورد مطالعه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. برهمکنش نسبتهای نیترات و رقم روی طول دمگل و طول و عرض اسپات در سطح احتمال ۵درصد و روی عمر گلجای در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. برهمکنش نسبتهای نیترات، هیومیک اسید و رقم روی ویژگی تعداد گل در سطح احتمال ۵درصد آزمون دانکن معنی‌دار بود. برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات و هیومیک اسید نشان داد که بیشترین عرض اسپات در نسبت سه برابر نیترات هوگلند و عدم کاربرد هیومیک اسید (با میانگین ۹/۸۹ سانتی‌متر) مشاهده شد و کمترین آن در بالاترین نسبت نیترات هوگلند و کاربرد هیومیک اسید وجود داشت. کاربرد هیومیک اسید تنها در نسبت معمول نیترات هوگلند سبب افزایش عرض اسپات شد (نمودار ۱). بیشترین عمر گلجای در تیمار برهمکنش نسبت سه برابر نیترات هوگلند و هیومیک اسید (با میانگین ۴۲/۳ روز) مشاهده شد. کاربرد هیومیک اسید در نسبتهای بالاتر نیترات منجر به افزایش معنی دار عمر گلجای شد (نمودار ۱). برهمکنش نسبتهای نیترات و رقم نشان داد بیشترین طول دمگل و طول اسپات به‌ترتیب با میانگین‌های ۴۷/۳۴ و ۱۱/۸ سانتی‌متر مربوط به تیمار نسبت دو برابر نیترات هوگلند و رقم 'Lady Jane' بود (نمودار ۲). بیشترین عرض اسپات در تیمار نسبت دو برابر نیترات هوگلند و رقم 'Turenza' با میانگین ۱۱/۵۹ سانتی‌متر مشاهده گردید (نمودار ۲). بیشترین عمر گلجای در رقم 'Turenza' و کاربرد نسبت دو برابر نیترات هوگلند با میانگین ۵۷/۶۳ روز مشاهده شد. در تمام تیمارهای نیترات، رقم 'Lady Jane' با گل‌های صورتی لاله‌ای دارای کمترین عمر گلجای بود (نمودار ۲). کاربرد نسبت دو برابر نیترات هوگلند عمر گلجای رقم 'Turenza' را ۱۸/۵۱ درصد و نسبت سه برابر نیترات هوگلند، عمر گلجای این رقم را ۴/۷۹ درصد افزایش داد. برهمکنش نسبتهای نیترات، هیومیک اسید و رقم نشان داد بیشترین تعداد گل مربوط به تیمار نسبت سه برابر نیترات هوگلند، نبود هیومیک اسید و رقم 'Turenza' و نیز نیترات معمول هوگلند، کاربرد هیومیک اسید و رقم 'Turenza' با میانگین ۴ عدد بود (نمودار ۳). در پژوهش انجام شده توسط Muraleedharan و همکاران (۲۰۱۷) مشخص شد کاربرد محلول پاشی با هیومیک اسید سبب افزایش تعداد گل، طول دمگل و طول و عرض اسپات گل آنتوریوم شد. در پژوهشی روی گل ژربرا مشخص شد کاربرد غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید سبب افزایش تعداد گل و نیز عمر گلجای شد (Nikbakht et al., 2008).



نمودار ۱- برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات و هیومیک اسید بر ویژگی‌های عرض اسپات و عمر گلجای آنتوریوم بریدنی. N1: نیترات معمول هوگلند N2: نسبت دو برابر نیترات هوگلند، N3: نسبت سه برابر نیترات هوگلند،H1: بدون هیومیک اسید، H2: غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید. ستونهای دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.



نمودار ۲- برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات و رقم بر طول دمگل، طول و عرض اسپات و عمر گلجای آنتوریوم بریدنی. N1: نیترات معمول هوگلند N2: نسبت دو برابر نیترات هوگلند، N3: نسبت سه برابر نیترات هوگلند، C1: رقم Turenza، C2: رقم Lady Jane. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.



نمودار ۳– برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات ، هیومیک اسید و رقم بر تعداد گل آنتوریوم بریدنی. N1: نیترات معمول هوگلند N2: نسبت دو برابر نیترات هوگلند N3: نسبت سه برابر نیترات هوگلند، H1: بدون هیومیک اسید H2: غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید C1: رقم Turenza: رقم Lady Jane. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

منابع

فتح‌اللهی، س.، حسن‌پور اصیل، م.، زکی‌زاده، ه. و الفتی، ج. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر محلول‌های غذایی بر آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red) در کشت بدون خاک. علوم باغبانی ایران، ۴۸(۲): ۳۰۵–۳۱۵.

Artur, A. G., Teixeira, D. B. D. S., Martins, T. D. S., Taniguchi, C. A. K. and Castro, A. C. R. D. 2022. Fertilization for potted foliage Anthurium. Journal of Plant Nutrition, 45(9): 1370–1377.

Binas Jr, E. E., Lumentac, G. V. and Mocadam, A. A. 2023. Performance of Anthurium (*Anthurium andraeanum* Lind.) as influenced by different organic manures and inorganic fertilizers, 13(1): 31–39.

Dufour, L. and Guerin, V. 2005. Nutrient solution effects on the development and yield of Anthurium andreanum Lind. in tropical soilless conditions. Scientia Horticulturae, 105(2): 269–282.

Muraleedharan, A., Ramesh Kumar, S. and Joshi, J. L. 2017. Growth, development and yield attributes in Anthurium plants by the foliar application of organic fertilizers, JETIR. 4(10): 913–917.

Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P. and Luo, A. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and post harvest life of gerbera. Journal of Plant Nutrition, 31(12): 2164–2167.

Winston, E. and Pathmanathan, U. 2008. Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of Anthurium. HortScience, 43(3): 825–831.

Interaction of different nitrate ratios and humic acid on some reproductive characteristics of two *Anthurium andreanum* Lind. cultivars in hydroponic conditions

Zahra Shahbani[1*]
1. Landscape Research, Education and Consulting Center of Tehran Municipality, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: zahrashahbani@yahoo.com*

Abstract

Anthurium is a beautiful tropical flower that grows slowly, so many studies have been conducted on using of different compounds to increase its growth. To investigate the effect of different nitrate ratios and its interaction with humic acid on two cultivars of *Anthurium andreanum* Lind. in hydroponic conditions, a study was conducted at Landscape Research, Education and Consulting Center of Tehran Municipality, District 5. Treatments were 1- different nitrate ratios (regular Hoagland solution nitrate, double Hoagland nitrate, triple Hoagland nitrate ratio) 2- humic acid (without, 1000 ppm humic acid concentration) and 3- cultivars (‘Lady Jane’ and ‘Turenza’). A factorial design in a completely randomized with 5 replications was used. After three months, the reproductive characteristics as flower number, peduncle length, spathe length and width, spadix length and vase life were measured. The results showed that the highest spathe width was observed in triple Hoagland’s nitrate without using humic acid. The application of humic acid only in the regular ratio of Hoagland’s nitrate increased the spathe width. The greatest flower vase life was observed in the interaction of triple ratio of Hoagland’s nitrate and humic acid. The application of humic acid in higher ratios of nitrate led to a significant increase in flower vase life. The greatest peduncle and spathe length were related to the treatment of double Hoagland’s nitrate and 'Lady Jane'. The highest spathe width was observed in double Hoagland’s nitrate and 'Turenza'. The highest flower vase life was observed in ‘Turenza’ and double Hoagland’s nitrate. The double Hoagland’s nitrate increased the flower longevity of ‘Turenza’ by 18.51% and triple nitrate increased its flower longevity by 4.79%. The highest number of flowers was associated with the triple Hoagland’s nitrate, the absence of humic acid and ‘Turenza’ as well as regular Hoagland’s nitrate, the application of humic acid and ‘Turenza’.

Keywords: Anthurium cut flower, Hoagland's solution, Humic acid, Tropical flower, Vase life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیرکودهای آلی (کمپوست ضایعات پسته، کود گاوی و مرغی) بر رشد و عملکرد پسته تحت آبیاری قطره‌ای زیر سطحی

عبدالحمید شرافتی[1*] و مهرنوش اسکندری تربقان[2]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، خراسان رضوی، ایران

۲- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، خراسان رضوی، ایران

*نویسنده مسئول: *hamidsherafati47@Gmail.com*

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی تأثیرکودهای آلی و عمق کوددهی بر رشد رویشی، زایشی و باردهی درختان پسته در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بود. در این پژوهش چهار تیمار کود آلی شامل ۱-کمپوست ضایعات پسته، ۲-کودگاوی فرآوری شده، ۳-مخلوط کودگاوی فرآوری شده + کمپوست ضایعات پسته و کود مرغ (۴۰٪+۴۰٪+۲۰٪) و ۴-شاهد (بدون استفاده از کود آلی) در دو عمق ۷۰ و ۱۱۰ سانتی‌متری با پنج تکرار به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در باغ پسته ایستگاه پسته خراسان رضوی، بر روی درختان ۱۰ ساله رقم بادامی سفید اجرا شد. نتایج سال سوم (۱۴۰۳-۱۴۰۲) نشان داد که تیمار مخلوط کودهای آلی بیشترین تأثیر را بر صفات عرض، ارتفاع، محیط تنه، میانگین جوانه گل روی شاخه و تعداد پسته در خوشه داشت و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. تیمار کودگاوی و مخلوط سه کود آلی با ۱۵/۳۶ و ۱۷/۵، کمترین، و تیمار شاهد با ۲۸/۶۳ درصد بیشترین میوه پوک را تولید کردند. دو تیمار کودگاوی و ضایعات پسته با ۲/۱۰۰ و ۲/۱۹ دارای بیشترین و تیمار شاهد با ۱/۱۸۲ کیلوگرم در هر درخت محصول تر، کمترین عملکرد را داشتند. دو تیمار عمق کوددهی اختلاف بسیار زیادی با همدیگر داشتند؛ به طوریکه کوددهی در عمق ۷۰ سانتی‌متری، بیشترین تأثیر را بر صفات مهم میانگین تعداد جوانه روی شاخه، تعداد پسته در خوشه، درصد مغز، اونس و عملکرد داشت. در مجموع تیمار مخلوط سه کود آلی و جاگذاری کود در عمق ۷۰ سانتی‌متری، بیشتر از سایر تیمارها بر رشد رویشی و عملکرد تأثیرگذار بودند.

واژه‌های کلیدی: پوکی میوه، ریزش جوانه گل، رشد رویشی، عمق کوددهی، کمپوست ضایعات پسته.

مقدمه

استفاده از کودهای آلی در کنار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای درختان پسته، روشی موثر برای تغذیه و آبیاری گیاه است. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با رساندن آب و مواد مغذی به عمق خاک، موجب جذب بهتر کودهای آلی توسط ریشه‌ها می‌شود (Yang et al., 2024). مزایای ترکیب کود آلی و آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغ‌های پسته شامل : بهبود جذب مواد مغذی، کاهش هدررفت آب، کاهش مصرف کود، بهبود کیفیت خاک، حفاظت از محیط زیست و کاهش آلودگی آب و خاک می‌باشد (Seifi and Mirlatifi,2020). کودهای آلی مانند کمپوست، کود دامی و کودهای سبز، برای باغ‌های پسته مناسب هستند، که باید در عمق خاک، در نزدیکی ریشه‌های درختان پسته توزیع شود (Ferreira et al.,2024). با ترکیب کود آلی و آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، می‌توان به طور موثرتری درختان پسته را تغذیه کرد، آب را صرفه‌جویی نمود و کیفیت خاک را بهبود بخشید (Seifi and Mirlatifi,2020).

کاهش شدید منابع آبی موجب افزایش استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در باغات پسته شده است. نظر به اینکه کاربرد انواع کودهای آلی حیوانی یک ضرورت اجتناب ناپذیر برای تغذیه و اصلاح خاک است، بنابراین هدف از این مطالعه تعیین مناسب‌ترین ترکیب کود آلی (گاوی، مرغی و کمپوست ضایعات پسته) و عمق کوددهی بر خصوصیات رشدی و کمیت و کیفیت محصول پسته بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات پسته خراسان رضوی با اقلیم گرم و خشک و متوسط بارندگی ۱۱۰ میلیمتر که دارای بافت خاک لومی- رسی با سه ترکیب کود آلی شامل ۱- کمپوست ضایعات پسته، ۱۱۱ کیلوگرم، ۲- کود گاوی پوسیده‌شده ۱۱۸ کیلوگرم ، ۳- ترکیب کود گاوی پوسیده‌شده، کمپوست ضایعات پسته و کود مرغ (۴۰٪+۴۰٪+۲۰٪)، برابر با ۴۷، ۴۴ و ۲۲ کیلوگرم به ترتیب از کود گاوی پوسیده شده، کمپوست ضایعات پسته و کود مرغ و ۴- شاهد (بدون استفاده از کود آلی) اجرا شد. این ترکیبات در دو عمق ۷۰ و ۱۱۰ سانتی‌متر در فاصله ۱۵۰ سانتی متری از درخت و در یک سمت درخت و در طول ۳ متر (فاصله دو درخت) و به عرض ۷۰ سانتی‌متر استفاده شد و سپس کانال‌ها با خاک پر شدند. پس از اجرای طرح، در سال سوم صفات زیر اندازه‌گیری شدند

۱- محصول هر درخت برداشت و پس از توزین برحسب کیلوگرم به عنوان عملکرد ثبت شد. ۲- از هر تکرار تعداد ۲۰ خوشه به صورت تصادفی برداشت شد و صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفت: درصد پسته پوک، اونس (تعداد پسته در ۲۸/۳ گرم)، درصد مغز، درصد پسته‌های خندان، و ۳- در فصل زمستان، رشد رویشی شاخه انتهایی بر حسب سانتی‌متر، تعداد شاخه جانبی روی شاخه دو ساله، تعداد کل جوانه‌های گل و درصد جوانه‌های گل ریزش‌کرده ، ارتفاع، عرض و محیط تنه درخت محاسبه و ثبت گردیدند و در نهایت داده‌ها توسط نرم‌افزار MSTATC تجزیه آماری شدند و مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵ ٪) انجام شد.

نتایج و بحث

در بررسی مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که دو تیمار کمپوست ضایعات پسته و کود گاوی بیشترین تأثیر را بر تعداد شاخه جانبی روی شاخه دو ساله داشتند و با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. یکی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد بین ژنوتیپ‌های پسته، قدرت شاخه‌زایی جانبی است (شرافتی و همکاران، ۱۴۰۲)؛ بنابراین تیمارهایی که قدرت تولید شاخه جانبی بیشتری داشته باشند از اهمیت زیادی برخوردار هستند. همچنین مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که تیمار شاهد با ۴۹/۷۷، بیشترین و تیمار مخلوط کودهای آلی با ۲۸/۱۰ درصد کمترین درصد جوانه گل ریزش کرده در شاخه انتهایی را داشتند. بر طبق مطالعه انجام شده، همبستگی منفی و معنی‌داری بین جوانه‌های گل ریزش کرده با عملکرد وجود داشت (شرافتی و همکاران، ۱۴۰۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین مربوط به اثرات کودهای آلی در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بر مهمترین صفات مورد مطالعه.

صفات / تیمار	کلروفیل	ارتفاع	عرض	محیط تنه	میانگین جوانه روی شاخه	درصد جوانه ریزشی	میانگین شاخه جانبی	میانگین تعداد پسته در خوشه	درصد پوک	عملکرد
ضایعات پسته	۴۳/۵۴c	۲۰۷/۲bc	۲۸۹/۶ab	۳۱/۰۰b	۲/۳۳a	۳۳/۴۴b	۰/۸۴a	۱۵/۹۰b	۲۵/۸۰b	۲/۱۹۱a
کود گاوی	۵۲/۹۰a	۲۱۴/۳ab	۲۷۲/۶b	۳۴/۱۰a	۲/۲۹ab	۲۴/۳۳c	۰/۷۶a	۱۱/۹۴d	۱۵/۳۶d	۲/۱۰۰a
مخلوط	۵۲/۰۶a	۲۱۸/۱a	۲۹۸/۴a	۳۵/۹۰a	۲/۳۹a	۲۸/۱۰c	۰/۲۹c	۱۷/۹۲a	۱۷/۵۰cd	۱/۲۸۴b
شاهد	۵۲/۱۷a	۲۰۳/۴c	۲۸۷/۳ab	۳۴/۶۰a	۲/۰۵b	۴۹/۷۷a	۰/۳۰c	۱۴/۲۲c	۲۸/۶۳a	۱/۱۸۳b

در هر ستون میانگین با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

جدول ۲- مقایسه میانگین مربوط به اثرات عمق کوددهی در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بر صفات مورد مطالعه

صفات / تیمار	کلروفیل	ارتفاع	عرض	محیط تنه	طول شاخه سالجاری	میانگین تعداد جوانه روی شاخه	درصد جوانه ریزشی	میانگین شاخه جانبی	عملکرد

عمق ۷۰ سانتی متری	۵۲/۲۸۸a	۲۱۱/۵۵۶a	۲۹۰/۷۵a	۳۴/۳۲a	۳/۰۴۸b	۲/۳۶۴a	۳۱/۸۰۳a	۰/۵۱۲b	۲/۳۵۶a
عمق ۱۱۰ سانتی متری	۴۶/۶۹۲b	۱۹۶/۲۶۸b	۲۵۸/۱۷b	۳۱/۱۲b	۳/۵۷۲a	۲/۰۳۶b	۳۲/۳۴۴a	۰/۶۱۲a	۱/۱۹۲b

در هر ستون میانگین با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

ادامه جدول ۲– مقایسه میانگین مربوط به اثرات عمق کوددهی در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بر صفات مورد مطالعه

صفات / تیمار	میانگین تعداد پسته در خوشه	درصد پوک	وزن کل میوه رسیده	درصد پوست سبز	درصد وزن خشک	درصد مغز	درصد خندانی	اونس
عمق ۷۰ سانتی متری	۱۵/۳۶۰a	۲۲/۲۸۶a	۱۱۷/۸۸a	۳۹/۴۶a	۵۸/۹۸a	۵۱/۶۲a	۸۲/۶۰b	۲۹/۶۰a
عمق ۱۱۰ سانتی متری	۱۲/۲۸۰b	۲۰/۲۸۲b	۸۲/۴۸b	۲۹/۳۸b	۴۵/۳۱b	۳۷/۷۵b	۸۸/۶۸a	۲۱/۹۶b

در هر ستون میانگین با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

از مهمترین صفات در این مطالعه، تأثیر تیمارهای مختلف کودی و عمق جاگذاری کود بر عملکرد بود. نتایج نشان داد که تیمار کمپوست ضایعات پسته با ۲/۱۹ کیلوگرم در هر درخت بیشترین و تیمار شاهد با میانگین ۱/۸۳ کیلوگرم برای هر درخت، کمترین بودند (جدول ۱). بیشترین عملکرد در تیمار عمق کوددهی با ۲/۳۵ کیوگرم در هر درخت مربوط به تیمار عمق ۷۰ سانتی متر بود. همچنین نتایج نشان داد که عمق کودهی ۷۰ سانتی متر تقریباً در تمام صفات بهتر ار عمق ۱۱۰ سانتی متر بوده است (جدول ۲).

منابع

شرافتی، ع.، طاهریان، م. و حجت هاشمی‌نسب. ۱۴۰۲. مطالعه خصوصیات رویشی و میوه‌دهی ژنوتیپ‌های امیدبخش پسته (*Pistacia vera* L.) در شرایط آب و هوایی خراسان رضوی. علوم و فناوری پسته، ۷(۱۲): ۴۲–۷۱.

Ferreira, C. S. S., Soares, P. R., Guilherme, R., Vitali, G., Boulet, A., Harrison, M. T., Malamiri, H., Duarte, A. C., Kalantari, Z. and Ferreira, A. J. D. 2024. Sustainable water management in horticulture: Problems, premises, and promises. Horticulturae, 10(9): 951.

Seifi, A. and Mirlatifi, M. 2020. Irrigation water use efficiency and yield of pistachio under aerated subsurface drip irrigation system. Journal of Agricultural Science and Technology, 22(6): 1655–1670.

Yang, X., Zhang, L. and Liu, X. 2024. Optimizing water-fertilizer integration with drip irrigation management to improve crop yield, water, and nitrogen use efficiency: A meta-analysis study. Scientia Horticulturae, 338: 113653.

The effect of organic manures (pistachio waste compost, cow and poultry manure) on vegetative growth and bearing of pistachio under subsurface drip irrigation

Abdolhamid Sherafati[1*] and Mehrnoosh Eskandari Torbaghan[2]
1. Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2. Soil and Water Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
Corresponding Author: hamidsherafati47@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of organic manures and fertilization depth on the vegetative, reproductive growth, and bearing of pistachio trees under subsurface drip irrigation. In this study, four organic manure treatments were implemented, including 1- pistachio waste compost, 2- processed cow manure, 3- a combination of processed cow manure, pistachio waste compost, and chicken manure (40%+40%+20%), and 4- a control without the use of organic manure fertilizer. These treatments were applied at two depths, 70 cm and 110 cm, with five replications in a factorial randomized complete block design. The experiment was conducted in the pistachio orchard of Khorasan Razavi Pistachio Station (Faizabad) on 10-year-old trees of the Badami Sefid cultivar. The results of the third year (2023-2024) showed that the organic manure mixture treatment had the greatest effect on the traits of width, height, trunk circumference, average flower buds on the branch, and the number of pistachios in the cluster, and showed a significant difference with other treatments. The cow manure and the mixture of three organic manures produced the lowest with 15.36 and 17.5 percent, respectively, while the control treatment with 28.63 percent produced the highest number of blank fruits. The treatments using cow manure and pistachio waste yielded the highest results, with 2.100 and 2.19 percent, respectively, while the control treatment produced only 1.182 kg of fresh product per tree and had the lowest yield. The two fertilization depth treatments had significant differences in many traits. Fertilization at a depth of 70 cm had the greatest effect on important traits such as the average number of buds on the branch, the number of pistachios per cluster, kernel percentage, ounce, and yield. Overall, the treatment of a mixture of three organic manure and placing fertilizer at a depth of 70 cm had a greater effect on vegetative growth and yield than other treatments.

Keywords: Blank, Fertilization depth, Flower bud abscission, Pistachio waste compost, Vegetative growth.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر نظام‌های تغذیه‌ای کود زیستی و ورمی کمپوست بر برخی صفات رویشی گیاه دارویی سیاه دانه (*Nigella sativa* L.)

سهیلا گل‌پیری[۱]، رحمت‌اله غلامی[۲*] و شهاب خوش خوی[۱]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: *gholami.rahmat@yahoo.com*

چکیده

یکی از روش‌های نوین برای بهبود رشد و عملکرد گیاهان استفاده از ترکیبات طبیعی مانند کودهای زیستی و ورمی کمپوست است. استفاده از این مواد با تأثیر بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک و جذب عناصر غذایی و آب تأثیر مفیدی بر گیاهان می‌گذارد. در این تحقیق اثر کاربرد ازتوبارور و ورمی کمپوست بر برخی صفات رویشی در گیاه سیاه دانه بررسی شده است. این تحقیق بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۱ انجام شد. تیمار ازتوبارور در دو سطح کاربرد و عدم کاربرد؛ و تیمار ورمی کمپوست در چهار سطح شاهد (بدون کاربرد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار اعمال شد. نتایج نشان داد که کاربرد ازتوبارور و ورمی کمپوست سبب افزایش ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک شاخساره و برگ شد. کاربرد همزمان ازتوبارور و ورمی کمپوست اثر بهتری نسبت به کاربرد جداگانه آنها داشت به طوری که بیشترین وزن تر و خشک شاخساره در تیمارهای ترکیبی ازتوبارور و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. بنابراین برای افزایش رشد سیاه دانه کاربرد ترکیبی ازتوبارور و ورمی کمپوست توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جذب عناصر غذایی، سیاه دانه، رشد.

مقدمه

از گیاهان دارویی برای درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شود که یا غیر قابل درمان هستند یا به ندرت از طریق سیستم‌های پزشکی مدرن قابل درمان هستند. بر اساس آمار موجود تقریباً ۸۰ درصد از جمعیت جهان برای سلامت و درمان بیماری‌ها به گیاهان دارویی وابسته هستند (Aliyu, 2003). انگیزه‌های اجتماعی برای استفاده از گیاهان دارویی به دلیل نگرانی در مورد عوارض جانبی داروهای مصنوعی در حال افزایش است. بسیاری از مواد گیاهی و برخی مکمل‌های غذایی منابع خوبی از آنتی اکسیدان‌ها و ترکیبات ضد التهابی هستند (Van Elsen, 2000). سیاه دانه با نام علمی Nigella sativa گیاهی از تیره آلاله و بومی غرب آسیا می‌باشد. این گیاه هم به صورت وحشی می‌روید و به صورت زراعی نیز کشت و کار می‌شود. کود بیولوژیکی (کود زیستی) ماده‌ای است که حاوی میکروارگانیسم‌های زنده است، هنگامی که روی بذر، سطوح گیاه یا خاک استفاده شود، ریزوسفر یا داخل گیاه را مستعمره می‌کند و با افزایش عرضه یا در دسترس قرار دادن مواد مغذی اولیه به رشد گیاه میزبان کمک می‌کند (Vessey, 2003). کودهای زیستی از طریق فرآیندهای طبیعی تثبیت نیتروژن، حل شدن فسفر و تحریک رشد گیاه از طریق سنتز مواد محرک رشد، مواد مغذی را اضافه می کنند. از طریق استفاده از کودهای زیستی می توان گیاهان سالم را پرورش داد و در عین حال پایداری و سلامت خاک را افزایش داد.

مواد و روش‌ها

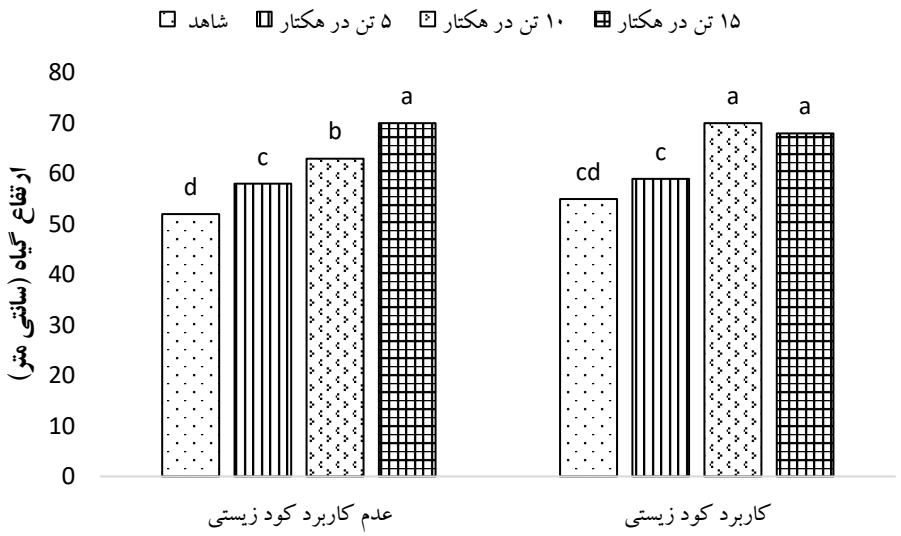
این پژوهش در زمین پایگاه باغ شهری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه انجام شد. این منطقه دارای طول جغرافیائی ۴۷ درجه و ۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۱۹ متر می‌باشد. این تحقیق بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۱ انجام شد. فاکتورهایی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند ازتوبارور و ورمی کمپوست بود. کود زیستی در دو سطح (عدم کاربرد به عنوان شاهد، و کاربرد بذری

ازتوبارور و تیمار ورمی کمپوست در چهار سطح (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) بود. هر واحد آزمایشی شامل یک کرت به مساحت ۴ متر مربع خواهد بود و بذور سیاه دانه به صورت دست پاش به میزان ۱۰ گرم در هر کرت کاشته شد. فاصله کرت‌ها یک متر و فاصله دو تکرار دو متر در نظر گرفته شد. کاشت گیاه بعد از مساعد شدن هوا در فصل بهار انجام گرفت. اعمال تیمار ازتوبارور به وسیله روش بذر مال بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده کود انجام شد. تیمار ورمی کمپوست نیز در مقادیر ذکر شده به وسیله بیل دستی با خاک سطحی (۳۰ سانتی‌متر) مخلوط گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

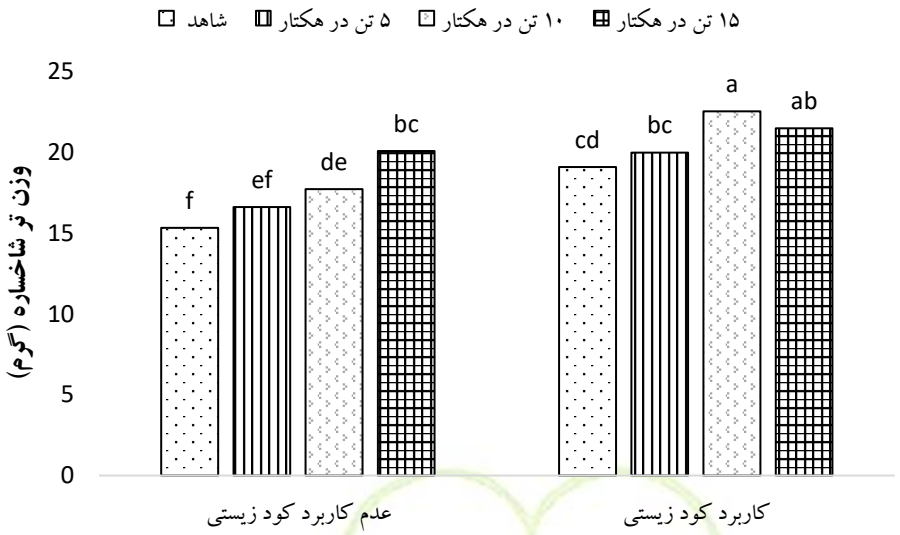
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثرات اصلی ازتوبارور و ورمی کمپوست در سطح یک درصد بر ارتفاع بوته گیاه سیاه دانه معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل ازتوبارور*ورمی کمپوست در سطح ۵ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل ازتوبارور*ورمی کمپوست نشان داد که در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد ازتوبارور، استفاده از ورمی کمپوست سبب افزایش معنی‌دار ارتاع بوته در گیاه سیاه دانه شد. همچنین نتایج نشان داد که تنها در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست، کاربرد ازتوبارور سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به عدم کاربرد آن شد و در سطوح دیگر تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (نمودار۱).



نمودار ۱- اثر کود زیستی ازتوبارور و ورمی کمپوست بر ارتفاع بوته در گیاه سیاه دانه.

وزن تر شاخساره

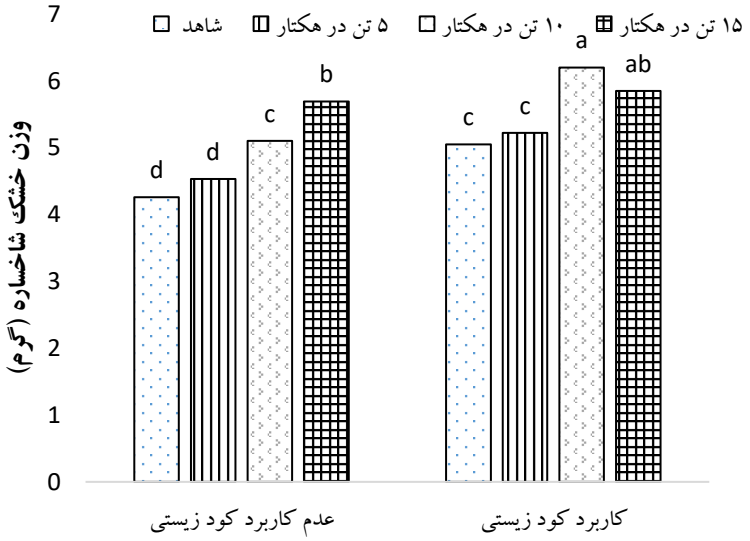
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثرات اصلی ازتوبارور و ورمی کمپوست بر وزن تر شاخساره در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل ازتوبارور*ورمی کمپوست بر وزن تر شاخساره گیاه سیاه دانه معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای ازتوبارور و ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر وزن تر شاخساره در گیاه سیاه دانه داشتند. کاربرد ازتوبارور در شرایط شاهد، ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست سبب افزایش معنی‌دار وزن تر شاخساره نسبت به شاهد شد ولی در کاربرد ۱۵ تن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. همچنین استفاده از تیمار ورمی کمپوست در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد ازتوبارور وزن تر شاخساره را افزایش داد. بیشترین وزن تر شاخساره در گیاه سیاه دانه (۲۲/۵۶ گرم) در کاربرد همزمان ازتوبارور و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. همچنین کمترین وزن تر شاخساره (۱۵/۳۳ گرم) در تیمار شاهد و عدم کاربرد ازتوبارور ثبت شد (نمودار۲).



نمودار۲- اثر کود زیستی ازتوبارور و ورمی کمپوست بر وزن تر شاخساره در گیاه سیاه دانه

وزن خشک شاخساره

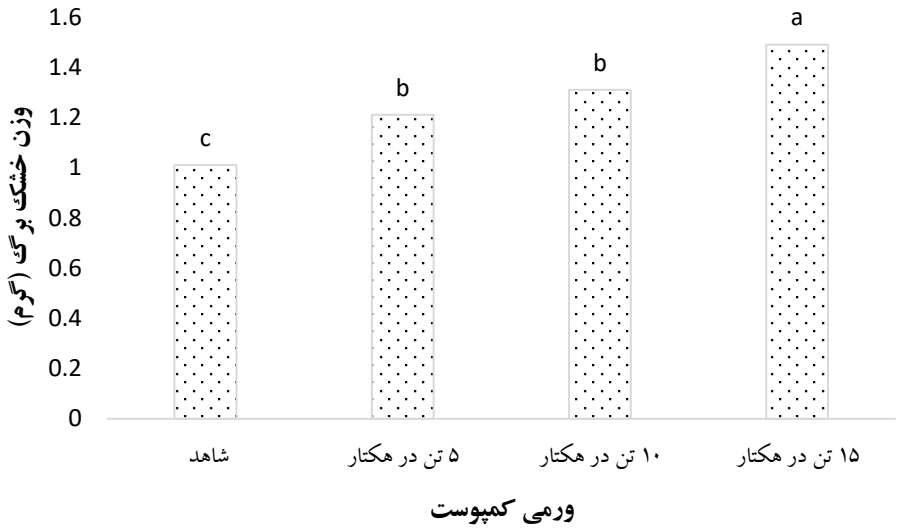
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثرات اصلی ازتوبارور و ورمی کمپوست در سطح یک درصد و اثر متقابل این دو تیمار در سطح ۵ درصد بر وزن خشک شاخساره در گیاه سیاه دانه معنی‌دار شد. استفاده از تیمار ازتوبارور تأثیر مثبت و معنی‌داری بر وزن خشک شاخساره داشت و در تمام سطوح ورمی کمپوست، به غیر از کاربرد ۱۵ تن در هکتار، سبب افزایش این صفت نسبت به عدم کاربرد ازتوبارور شد. در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد ازتوبارور، تیمارهای ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست وزن خشک شاخساره را نسبت به شاهد افزایش دادند. بیشترین وزن خشک شاخساره (۶/۲ گرم) در تیمارهای ترکیبی ازتوبارور و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین آن (۴/۲۶ گرم) در تیمار عدم کاربرد ازتوبارور و شاهد (عدم کاربرد ورمی کمپوست) مشاهده شد (نمودار۳).



نمودار ۳- اثر کود زیستی ازتوبارور و ورمی کمپوست بر وزن خشک شاخساره در گیاه سیاه دانه.

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تنها اثرات اصلی ازتوبارور و ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ معنی‌دار شد و اثر متقابل این دو تیمار بر وزن خشک برگ معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین نشان داد که همه سطوح ورمی کمپوست بکار رفته (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) وزن خشک برگ گیاه سیاه دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند و بیشترین تأثیر در کاربرد ۱۵ تن در هکتار مشاهده شد که این تیمار توانست میانگین این صفت را به میزان ۴۷ درصد افزایش دهد (نمودار۴).



نمودار ۴- اثر ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ در گیاه سیاه دانه.

منابع

Aliyu, L. 2003. Effect of manure type and rate on growth, yield and yield components of pepper. Journal of Sustainable Agriculture and the Environment, 5(1): 92–98.

Ashraf, M.H.P.J.C. and Harris, P.J. 2013. Photosynthesis under stressful environments: An overview. Photosynthetica, 51(2): 163–190.

van Elsen, T. 2000. Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. Agriculture, Ecosystems & Environment, 77(1–2): 101–109.

Van Loon, L.C. 2007. Plant response to plant growth-promoting rhizobacteria. In: New Perspectives and Approaches in Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Research, 119: 243–254.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255(2): 571–586.

The effect of biofertilizer and vermicompost nutritional systems on some vegetative traits of the medicinal plant black seed (*Nigella sativa* L.)

Sohailla Golapiri[1], Rahmatollah Gholami[2*] and Shahab Khoshkhooy[1]
1. Department of Horticultural sciences, ACECR Institute of Higher Education Kermanshah, Kermanshah, Iran
2. Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran
Corresponding Author: Email: gholami.rahmat@yahoo.com

Abstract

One of the new methods to improve the growth and performance of plants is the use of natural compounds such as biofertilizers and vermicompost. The use of these materials has a beneficial effect on plants by affecting the physicochemical parameters of the soil and the absorption of nutrients and water. In this research, the effect of biofertilizer and vermicompost application on growth in Nigella plant has been investigated. This research was conducted based on factorial experiment in the form of randomized complete block design with three replications at 2022. Biofertilizer treatment in two levels of application and non-application; and vermicompost treatment was applied at four levels including control (without application), 5, 10 and 15 tons per hectare. The results showed that the application of biofertilizer and vermicompost increased plant height, fresh and dry weight of shoots and leaves. The simultaneous application of biofertilizer and vermicompost had a better effect than their separate application, so that the highest fresh and dry weight of shoots were obtained in the combined treatments of biofertilizer and 10 tons per hectare of vermicompost. Therefore, to increase the growth and performance of the Nigella plant, the combined use of biofertilizer and vermicompost is recommended.

Keywords: Absorption of nutrients, Growth, Nigella.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول‌پاشی نانوکود نیتروژن بر شاخص‌های رویشی و عملکرد درختان زیتون رقم زرد (*Olea europeae* L. cv. Zard)

ولی ربیعی[1*]، زهره روحی ویشکائی[2] و امیرمهدی افشار نجفی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *rabiei@znu.ac.ir*

چکیده

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ روی درختان زیتون ۸ ساله رقم زرد به منظور بررسی اثرات محلول‌پاشی نانو کود نیتروژن بر برخی از صفات رویشی و عملکرد میوه زیتون، در یک باغ تجاری در منطقه لوشان استان گیلان انجام گرفت. محلول‌پاشی نانو کود نیتروژن در دو غلظت ۲ و ۳ در هزار در دو مرحله قبل از شکوفائی گل‌آذین و سخت شدن هسته میوه انجام گرفت. درختان شاهد در همان مراحل زمانی با آب محلول‌پاشی شدند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی با نانو کود نیتروژن با غلظت دو در هزار تأثیر مثبتی بر تعداد برگ در شاخساره وهمچنین طول شاخساره سال جاری داشت . همچنین در بین عناصر معدنی ماکرو شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم، فقط عنصر نیتروژن بر اثر محلول‌پاشی با غلظت دو در هزار اثرات معنی داری از خود نشان دادند. در مجموع عملکرد میوه تحت تأثیر تیمار نانو کود قرار نگرفت.

واژگان کلیدی: رشد رویشی، عناصر معدنی، محلول‌پاشی.

مقدمه

زیتون با نام علمی (*Olea europaea* L.) متعلق به خانواده Oleaceae، یک گیاه همیشه سبز با اهمیت اقتصادی در مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد واز هزاران سال پیش توسط بشرشناخته شده است. درخت زیتون دارای ارزش اقتصادی بالایی است. از این رو تلاش برای بهبود عملکرد این میوه می‌تواند نقش مهمی در معیشت بهره برداران منطقه داشته باشد. عوامل محیطی و مدیریتی فراوانی در تشکیل میوه زیتون تاثیرگذارند که در میان آنها نقش تغذیه عناصر غذایی بسیار مهم است. براساس مطالعات صورت گرفته نیتروژن از جمله عناصر غذایی است که بر عملکرد و کیفیت محصول درختان از جمله زیتون تأثیر می‌گذارد (Abbasi *et al*., 2012). نیتروژن نقش مهمی در افزایش عملکرد و کیفیت میوه دارد، به طوریکه کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی منجر به محدودیت رشد اندامهای گیاهی شامل ریشه، ساقه، برگ، گل و میوه و در نهایت کاهش عملکرد می شود. کودهای شیمیایی نقش اساسی را در افزایش تولید محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه جهان بر عهده دارند. این در حالی است که مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی منجر به آلودگی منابع آب و خاک خواهد شد (DeRosa *et al*., 2010). کارایی کم عناصر غذایی، کوددهی نامتعادل و پاسخ کم گیاه به کود نهایتاً منجر به رکود در تولید محصولات کشاورزی شده است (Sharma, 2008). امروزه نانو تکنولوژی به‌عنوان یک فن‌آوری جدید خیلی از مشکلات را در زمینه‌های مختلف علم و صنعت حل کرده و موقعیت و کارایی خودش را در کشاورزی پیدا کرده است. کاربرد نانوکودها به منظورکنترل دقیق آزادسازی عناصر غذایی می‌تواند گامی مؤثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست باشد(Liu and Lal, 2015). در بین روش‌های مختلفی که برای کاربرد عناصر وجود دارد. محلول‌پاشی برگی به دلیل کاربرد کمتر عناصر، توزیع یکنواخت و سرعت جذب مناسب می‌باشد (Ingless *et al*., 2002). محلول‌پاشی کودهای شیمیایی عمدتاً به منظور فراهم کردن سریع عناصر غذایی برای گیاه مورد استفاده قرا می‌گیرد این در حالیست که امکان دارد بکارگیری نانو کودها در این شرایط به دلیل برخورداری از راندمان جذب عناصر بالاتر نسبت به کودهای مرسوم موثرتر و مفیدتر باشد (Wurth, 2007). مطالعات و پژوهش‌های کمی در خصوص تأثیرات نانو کود در مقایسه با کودهای مرسوم در گونه های مختلف گیاهی گزارش شده است. با این وجود به نقش محلول‌پاشی درختان انار با نانو کودهایی همچون نیتروژن، بور و کلسیم و اثرات مثبت آن در افزایش عملکرد، افزایش مواد جامد محلول، کیفیت میوه و غلظت عناصر برگی اشاره شده است

(Davarpanah *et al*., 2016, 2017 and 2018). این مطالعه با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی نانوکود نیتروژن بر مشخصات رویشی و عملکرد زیتون رقم زرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

محل آزمایش، مواد گیاهی و تیمارها

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ روی درختان ۸ ساله رقم زرد در یک باغ تجاری در استان گیلان واقع در شمال ایران شهر لوشان با مختصات جغرافیائی ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی ۴۹ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۴۹۱ متر اجرا شد. درختان با فاصله ۸×۶ متر از هم کشت شده بودند. در این باغ عملیات داشت شامل آبیاری (سیستم آبیاری قطره‌ای) ، مبارزه با علف‌های هرز، هرس، کوددهی و سمپاشی در طول مدت پژوهش برای تمامی تیمارها به طور یکسان انجام شد. محلول‌پاشی با نانو کود نیتروژن در دو مرحله قبل ازباز شدن گل‌ها و مرحله سخت شدن هسته با غلظت‌های ۰، ۲ و ۳ در هزار (شاهد، $Nano\text{-}N_1$ و$Nano\text{-}N_2$) توسط سمپاش پشتی موتوری ۴۰ لیتری انجام شد. کودنانو نیتروژنی با ۱۷درصد نیتروژن، تولیدی از شرکت دانش بنیان صدور احرار شرق (خضراء) با پتنت US 8288587 B2 تهیه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار(برای این منظور تعداد ۹ اصله درخت از رقم زرد با اندازه و شکل تقریبا مشابه انتخاب گردید) با نرم افزار SAS و مقایسهٔ میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

اندازه گیری صفات

عملکرد هر درخت در زمان برداشت میوه زیتون مصادف با اواخر شهریور، با توزین محصول هر درخت اندازه گیری شد در پایان فصل رشد تقریباً مصادف با اواخر مهر فاکتورهای مرتبط با رشد رویشی شامل طول شاخساره فصل جاری بوسیله خط کش فلزی اندازه گیری و با واحد سانتی متر بیان شد و تعداد برگ روی شاخساره فصل جاری شمارش گردید. برای اندازه‌گیری وزن میوه، تعداد ۱۰ عدد میوه به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد و سپس میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه گیری شد و وزن آن‌ها بر حسب گرم بیان شد. برای تعیین وزن هسته، پس از اندازه‌گیری وزن میوه هسته آن ها جدا گشت و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری و بر حسب گرم بیان شد. وزن گوشت میوه‌ها، با کم کردن وزن هسته از وزن میوه تعیین شد و بر حسب گرم بیان شد. نسبت وزن گوشت میوه به هسته با تقسیم وزن گوشت بر وزن هسته محاسبه شد (Hegazi *et al*., 2015). اندازه گیری ازت کل با روش کجلدال صورت گرفت. فسفر توسط دستگاه اسپکترو فتومتر و عنصر پتاسیم، پس از هضم کامل در اسید، به‌وسیله دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری گردید (Walinga *et al*., 1989).

نتایج و بحث

تأثیر محلول‌پاشی برگی نانو کود نیتروژن بر خصوصیات رشد رویشی

با عنایت به نتایج جدول ۱ مقایسه میانگین مشخص گردید محلوپاشی نانوکود نیتروژن اثرمعنی داری بر شاخص عملکرد نشان نداد. گلدهی فرایند اصلی تأثیرگذار بر تشکیل میوه و عملکرد در درختان زیتون می‌باشد. با توجه به غیر معنا دار بودن محلول‌پاشی نانوکود نیتروژن روی درختان به نظر می رسد از آنجایی که القا جوانه گل زیتون در تیر تا مرداد ماه مصادف با زمان سخت شدن هسته و تمایزیابی گل در اسفند تا فروردین سال قبل انجام می‌شود، کاربرد نانوکود نیتروژن در سال جاری تأثیری بر روی صفات فوق نداشته است و باید اثرات محلول‌پاشی در سال جاری در سال‌های بعد بررسی گردد. بعلاوه محلول‌پاشی تیمار $Nano\text{-}N_1$ تأثیر معنی داری بر شاخص‌های تعداد برگ و طول شاخساره در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد و شاهد در پایین ترین سطح قرار گرفت. درتوافق با این نتایج گزارش شده است دسترسی به نیتروژن یکی از فاکتورهای خیلی مهم واثرگذار در رشد گیاه می‌باشد وتحت کمبود نیتروژن رشد شاخساره تأثیر منفی می‌پذیرد (Rohi Vishekaii *et al*., 2019,2021).

جدول ۱- مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی نانو کود نیتروژن بر خصوصیات عملکرد و رشد رویشی درختان زیتون رقم زرد.

تیمار	عملکرد (kg/tree)	تعداد برگ در شاخساره	طول شاخساره (cm)
شاهدcontrol	۵ a	۱۴/۲ c	۹/۰۱ c
Nano-N_1	۳/۶۶ a	۲۰/۳۳ a	۱۶/۶۶ a
Nano-N_2	۳/۳۳ a	۱۷/۱۶ b	۱۲/۲۶b
LSD *P*<0/01	۸/۲۶	۱۲/۴	۱/۰۸

شاهد، nano-N_1 و nano- N_2 به ترتیب شامل ۳،۲،۰ گرم نانو کود نیتروژن می‌باشد. میانگین های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند.

تأثیر محلول‌پاشی برگی نانو کود نیتروژن بر خصوصیات میوه کنسروی

جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی غلظت های مختلف نانوکود نیتروژن را بر خصوصیات میوه کنسروی زیتون نشان می‌دهد. نتایج حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار محلول‌پاشی بر صفت وزن میوه، وزن گوشت میوه، وزن هسته و نسبت گوشت به هسته بود. وزن میوه، وزن گوشت، وزن هسته و نسبت گوشت به هسته به‌عنوان شاخص‌های مهم در تعیین کیفیت میوه کنسروی زیتون محسوب می‌شود که در این تحقیق تحت تأثیر تیمار نانو کود قرار نگرفت. در همین راستا گزارش شده است کاربرد کود نانو کلات نیتروژن در مقایسه با کود اوره تأثیر کمتری بر صفات میوه کنسروی داشته است (Vishekaii *et al*., 2021).

تأثیر محلول‌پاشی برگی نانو کود نیتروژن بر عناصرمعدنی برگ درختان زیتون رقم زرد

داده‌های حاصل از مقایسه میانگین جدول ۲ نشان داد که محلوپاشی نانوکود نیتروژن اثر معنی داری در مقدار عنصر نیتروژن نشان داد و تیمار Nano-N_1 اثر گذارتر از سایر تیمارها بود. بعلاوه شاهد کمترین مقدار غلظت نیتروژن برگ را نشان داد. محلوپاشی نانوکود نیتروژن تأثیری بر مقدار فسفر و پتاسیم برگی نشان نداد. در توافق با این نتایج افزایش در غلظت نیتروژن برگی پس از کاربرد کود نیتروژن در درختان سیب گزارش شده است (Amiri *et al*.,2008).

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی نانو کود نیتروژن بر خصوصیات میوه و عناصر معدنی درختان زیتون رقم زرد.

تیمار	وزن تر میوه(g)	وزن تر هسته (g)	وزن تر گوشت میوه(g)	نسبت وزن گوشت به هسته	نیتروژن(٪)	فسفر(٪)	پتاسیم(٪)
شاهد	۲۸/۶۶ a	۶/۶۶ a	۲۲ a	۳/۴۳ a	۱/۴۲ c	۰/۰۷ a	۱/۲ a
Nano-N_1	۱۹ a	۷/۶۶ a	۱۱/۳۳ a	۱/۴۶ a	۱/۶۵ a	۰/۰۸۳ a	۱/۱۵ a
Nano-N_2	۲۰/۳۳ a	۷/۳۳ a	۱۳ a	۱/۷۳ a	۱/۵۱ b	۰/۰۸۰a	۱/۱۹ a
LSD P<0/01	۱۸/۵۵	۳/۳۳	۱۷/۸۱	۲/۵۹	۰/۴۷	۰/۰۵۰	۰/۲۳۳

شاهد، nano-N_1 و nano- N_2 به ترتیب شامل ۳،۲،۰ گرم نانو کود نیتروژن می‌باشد. میانگین های با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که محلول‌پاشی با غلظت دو در هزار نانو کود اثرگذارتر بر صفات اندازه گیری شده بوده است. با این وجود کاربرد نانو کود در درختان میوه علم کاملا نوپایی می‌باشد که نیاز به تحقیقات گسترده تری می‌باشد. به طوری که بسیاری از ساز و کارهای تأثیرپذیر گیاه در پاسخ به استعمال نانو ذرات همچنان ناشناخته می‌باشد. بنابراین به نظر می رسد دسترسی به نتایج مطلوب و مطمئن مستلزم تحقیقات بیشتری می‌باشد.

منابع

Abbasi, Y., Bakhshi, D., Forghani, A., Sabouri, A. and Porghauomy, M. 2012. Effect of macro and micronutrients sprays on fruit quality and quantity of Zard and Rowghani olive (*Olea europaea* L.) cultivars in northern Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 12(12): 1548–1552.

Amiri, M.E., Fallahi, E. and Golchin, A. 2008. Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality, and soil, leaf, and fruit mineral nutrients in apple. Journal of Plant Nutrition, 31(3): 515–525.

Sharma, P.D. 2008. Nutrient management–Challenges and options. Journal of the Indian Society of Soil Science, 56(4): 395–403.

Davarpanah, S., Tehranifar, A., Abadía, J., Val, J., Davarynejad, G., Aran, M. and Khorassani, R. 2018. Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). Scientia Horticulturae, 230: 86–91.

Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Aran, M., Abadia, J. and Khorassani, R. 2017. Effects of foliar nano-nitrogen and urea fertilizers on the physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruits. HortScience, 52(2): 288–294.

Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadía, J. and Khorasani, R. 2016. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. Scientia Horticulturae, 210: 57–64.

De la Rosa, R., Rallo, L. and Rapoport, H.F. 2000. Olive floral bud growth and starch content during winter rest and spring budbreak. HortScience, 35(7): 1223–1227.

Hegazi, E.S., El-Motaium, R.A., Yehia, T.A. and Hashim, M.E. 2015. Effect of boron foliar application on olive (*Olea europea* L.) trees 1-Vegetative growth, flowering, fruit set, yield and fruit quality. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 7(1): 48–55.

Inglesias, D.J., Lliso, I., Tadeo, F.R. and Talon, M. 2002. Regulation of photosynthesis through source: sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. Physiologia Plantarum, 116(4): 563–572.

Liu, R. and Lal, R. 2015. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Science of the Total Environment, 514: 131–139.

Vishekaii, Z.R., Soleimani, A., Fallahi, E., Ghasemnezhad, M. and Hasani, A. 2019. The impact of foliar application of boron nano-chelated fertilizer and boric acid on fruit yield, oil content, and quality attributes in olive (*Olea europaea* L.). Scientia Horticulturae, 257: 1–8.

Rohi, V.Z., Soleimani, A., Hasani, A., Ghasemnezhad, M., Rezaei, K. and Kalanaky, S. 2021. Nano-chelated nitrogen fertilizer as a new replacement for urea to improve olive oil quality. International Journal of Horticultural Science and Technology, 8(2): 191–201.

Rohi Vishekaii, Z., Soleimani, A., Fallahi, E., Hasani, A. and Ghasemnezhad, M. 2023. Response of olive (*Olea europaea* L.) trees to foliar spray of nano chelated and chemical potassium fertilizers. Journal of Plant Nutrition, 46(7): 1159–1171.

Wurth, B. 2007. Emissions of engineered and unintentionally produced nanoparticles to the soil. Diploma thesis, ETH Zurich, Department of Environmental Sciences, Switzerland.

Effect of Foliar Application Nano Fertilizer Nitrogen on Vegetative growth and Yield of Olive Tree cv. Zard

Vali Rabiei[1*], Zohreh rohi vishekaii[2] and Amir Mahdi Afshar najafi[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2. Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
Corrsponding Author: rabiei@znu.ac.ir

Abstract

This study was conducted in 2021 on 8-year-old olives trees cv. 'Zard to examine the effects of foliar application of nano nitrogen fertilizer on some vegetative traits and fruit yield in a commercial orchard in the Lushan region of Guilan province. Foliar application of nano nitrogen fertilizer at two concentrations of %2 (nano-N_1) and %3 (nano-N_2) was carried out in two stages before blooming and pit hardening stage. Spraying with water was considered as the control at the same times. The results showed that foliar application of nano nitrogen fertilizer at a concentration of %2 (nano-N_1) had a positive effect on the shoot length and the number of leaves per shoot. Also, among the macro mineral elements including nitrogen, phosphorus and potassium, only nitrogen showed significant effects due to foliar application at a concentration of %2 (nano-N_1). Overall, fruit yield was not affected by the nano fertilizer treatment.

Keywords: Foliar spraying, Mineral elements, Vegetative growth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر مقادیر مختلف روی و پتاسیم در محلول غذایی بر عملکرد و محتوای کلروفیل، آهن و کلسیم غده تربچه (*Raphanus sativus* L. cv. Cherry Belle)

کیمیا موسوی[۱]، سارا پورفرهی[۱]، فرهاد بهتاش[۱]، حنیفه سید حاجی‌زاده*[۱] و سید بهمن موسوی[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
۲- گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *hajizade@maragheh.ac.ir*

چکیده

تعیین مقدار کاربرد کود ها از مهمترین عوامل در مدیریت کاربرد کودها برای افزایش رشد و عملکرد گیاهان به شمار می‌رود. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف پتاسیم (۳۹ ، ۷۸ و ۱۱۷ میلی‌گرم در لیتر) و روی (۰/۰۵، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) بر رشد و جذب عناصر غذایی تربچه انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی وزن بوته تحت تأثیر هر دو تیمار کودی پتاسیم و روی افزایش یافت، ولی میزان افزایش در وزن بوته تحت تأثیر تیمار های ۷۸ و ۱۱۷ میلی گرم در لیتر پتاسیم و روی، مشابه بود. هر دو تیمار کودی، شاخص محتوای کلروفیل را نیز افزایش دادند که در تیمار پتاسیم، بیشترین افزایش متعلق به مقدار کاربرد ۱۱۷ میلی گرم در لیتر بود. افزایش مقدار کاربرد کود روی نیز شاخص کلروفیل و محتوای عناصر غذایی را در برگ های تربچه بهبود بخشید. مطلوب‌ترین تیمار کود روی از نظر جذب آهن و کلسیم در غده به ترتیب مقادیر ۰/۰۵ و ۵ میلی گرم در لیتر بود در حالیکه بیشتری جذب آهن و کلسیم در غده به ترتیب در مقادیر ۷۸ و ۳۹ میلی گرم در لیتر پتاسیم در محلول غذایی بدست آمد. در کل به نظر می رسد برای تربچه تیمار های ۷۸ میلی گرم در لیتر پتاسیم و ۱۰ میلی گرم در لیتر روی در محلول غذایی موثرترین تیمار های کودی برای رشد و افزایش جذب مواد غذایی می باشند.

واژه‌های کلیدی: سبزی‌های ریشه‌ای، سولفات پتاسیم، سولفات روی، عناصر ریزمغذی.

مقدمه

بیش از ۳ میلیارد نفر در سرتاسر جهان از کمبود عناصر غذایی ریز مغذی رنج می‌برند و بسیاری از تحقیقات در قرن ۲۱ به توسعه تکنولوژی‌هایی برای افزایش جذب و تجمع عناصر ریز مغذی در بخش‌های تغذیه‌ای گیاه اختصاص داده شده است (Prasad et al., 2012). افزایش غلظت روی و آهن محصولات زراعی منجر به بهبود سلامتی انسان و افزایش میزان تولید در گیاهان می‌گردد. در بین عناصر غذایی کمبود آهن و روی در گیاهان و انسان زیاد است (Peddapuli et al., 2022). رابطه نزدیکی بین کمبود آهن در خاک و انسان که منعکس کننده رابطه کشاورزی، محصولات غذایی و سلامتی انسان‌ها است، وجود دارد (Zhu et al., 2012). پتاسیم عنصری ضروری و پرمصرف برای همه موجودات زنده است و در فیزیولوژی و متابولیسم گیاه نه تنها از نظر مقدار آن در بافت‌های گیاهی، بلکه از نظر وظایف فیزیولوژیکی و شیمیایی یکی از مهمترین کاتیون‌ها است (Dhillon et al., 2019). پتاسیم علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش تحمل گیاهان به شوری، کم آبی، انواع تنش‌ها، آفات و بیماری‌ها شده و کارایی مصرف آب و عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (حیدری و اصغری پور، ۱۳۹۱). محققین گزارش نموده‌اند که پتاسیم محتوای رطوبت نسبی گیاه را افزایش می‌دهد (Khadem et al., 2010). پتاسیم همچنین موجب افزایش محتوای نشاسته، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و افزایش سطح کاروتن در برگ گیاهان می‌شود (Perry et al., 2011). کمبود عناصر میکرو در خاک و گیاهان در بسیاری از کشورهای جهان بسیار شایع است. گیاهان از نظر نیاز به عناصر میکرو متفاوت هستند. عناصر میکرو تقریبا در تمامی فرآیندهای فیزیولوژیکی نقش دارند (Ashfaq et al., 2015). عناصر میکرو نقش فعال‌کننده آنزیم‌ها را بر عهده داشته و به عنوان پایدار کننده ساختار پروتئین‌ها، از نقش ساختاری برخوردارند (Eleyan et al., 2014). منگنز، آهن، مس، روی، بور

و مولیبدن جزو شش عنصر ریزمغذی ضروری در گیاهان عالی به شمار می‌آیند. یکی از تاثیرگذارترین ریزمغذی‌ها برای گیاهان رشد کرده در خاک‌های آهکی، شور و سدیمی با pH بالا عنصر روی است (وجودی مهربانی و همکاران، ۱۳۹۷). روی (Zn) به‌طور طبیعی اغلب به‌صورت کانی‌های سولفاتی، سیلیکاتی و کربناتی در پوسته‌ی زمین وجود دارد و فراوانی آن بین ۷۰ تا ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. میزان حلالیت این کانی‌ها به pH خاک وابسته است و با کاهش pH افزایش می‌یابد، لذا با کاهش pH خاک، بر غلظت Zn^{2+} افزوده می‌شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). عنصر روی در برخی فرایندهای متابولیکی مانند سنتز پروتئین و یکپارچگی غشای سلولی نقش دارد. همچنین قابلیت جذب روی با افزایش فسفر خاک پایین می‌آید. فعالیت روی باعث افزایش میزان آنتی اکسیدان‌ها شده و مقاومت به عوامل تنش‌زا را افزایش می‌دهد (Mer and Ama, 2014). کاربرد روی باعث افزایش واکنش‌های فتوشیمیایی واقع در غشای تیلاکوئیدی، انتقال الکترون در فتوسیستم II و افزایش میزان فتوسنتز و میزان کلروفیل می‌شود (Dawar et al., 2022). در مطالعه‌ای برهم‌کنش روی و پتاسیم بر پارامترهای فیزیولوژیکی و رشدی چند ژنوتیپ ذرت مورد بررسی قرار گرفت که در نتیجه‌ی آن گزارش کردند که عنصر روی باعث افزایش وزن تر، وزن خشک و پایداری ثابت غشا، محتوای رطوبت نسبی و میزان کلروفیل در مقایسه با شاهد گردید. در مطالعه‌ای بر روی گندم گزارش شده که برهم‌کنش پتاسیم و روی باعث افزایش عملکرد دانه و کیفیت غذایی گندم و بهبود غلظت عناصر ریز مغذی شده است. تربچه یکی از سبزی‌های غده‌ای با نام علمی *Raphanus sativus* متعلق به خانواده چلیپائیان است. تربچه از جمله سبزیجاتی است که دارای ریشه خوراکی همچون شلغم و کلم قمری می‌باشد. قسمت خوراکی شامل ریشه و بخشی از ساقه است که از لحاظ رنگ، اندازه، شکل و بافت گوشتی متفاوت است. رنگ آن نیز از سفید تا سیاه متغیر است (Satari et al., 2020). با توجه اینکه مطالعات محدودی درباره‌ی برهمکنش دو عنصر پتاسیم و روی و اثر آنها بر رشد و عملکرد تربچه در دسترس است و نیز با در نظر گرفتن برهمکنش احتمالی دو عنصر پتاسیم و روی هدف از این پژوهش، بررسی مقادیر مختلف و همزمان این دو عنصر و انتخاب بهترین غلظت جهت تولید بهینه و همچنین مطالعه پاسخ گیاه تربچه رقم چری‌بل به غلظت‌های مختلف دو عنصر مذکور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا شد. بذور تربچه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول سطوح مختلف پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (۳۹ ، ۷۸ و ۱۱۷ میلی گرم در لیتر) و فاکتور دوم سطوح مختلف روی از منبع سولفات روی (۰/۰۵، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) بود. برای بستر کاشت از ماسه استفاده گردید و بذور در گلدان‌های ۱۲ لیتری کاشته شدند. ۲ هفته پس از تغذیه با محلول هوگلند و سبز شدن گیاهچه‌های تربچه، آبیاری بوته‌ها تا زمان برداشت با تیمارهای مورد نظر انجام شد. ۳ ماه پس از کشت گیاهچه‌های تربچه شاخص کلروفیل، وزن بوته، محتوای پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی ، آهن، منگنز و مس آن ها اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

اندازه‌گیری عملکرد بوته

برای این کار به صورت تصادفی از هر گلدان، یک گیاه تربچه برداشت گردید. پس از جدا نمودن قسمت هوایی گیاه از غده، وزن تر کلیه‌ی گیاهان مربوط به هر تیمار اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها درون پاکت کاغذی قرار داده شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه خشک‌کن قرار گرفت، تا وزن خشک آن‌ها تعیین گردد (Dong et al., 2006). اندازه‌گیری وزن تر و خشک به وسیله‌ی ترازوی دیجیتالی (Sartorius, Basic, Germany) با دقت ۰/۱ گرم انجام گرفت.

اندازه‌گیری مقدار شاخص کلروفیل

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل از دستگاه کلروفیل متر (SPAD) استفاده شد.

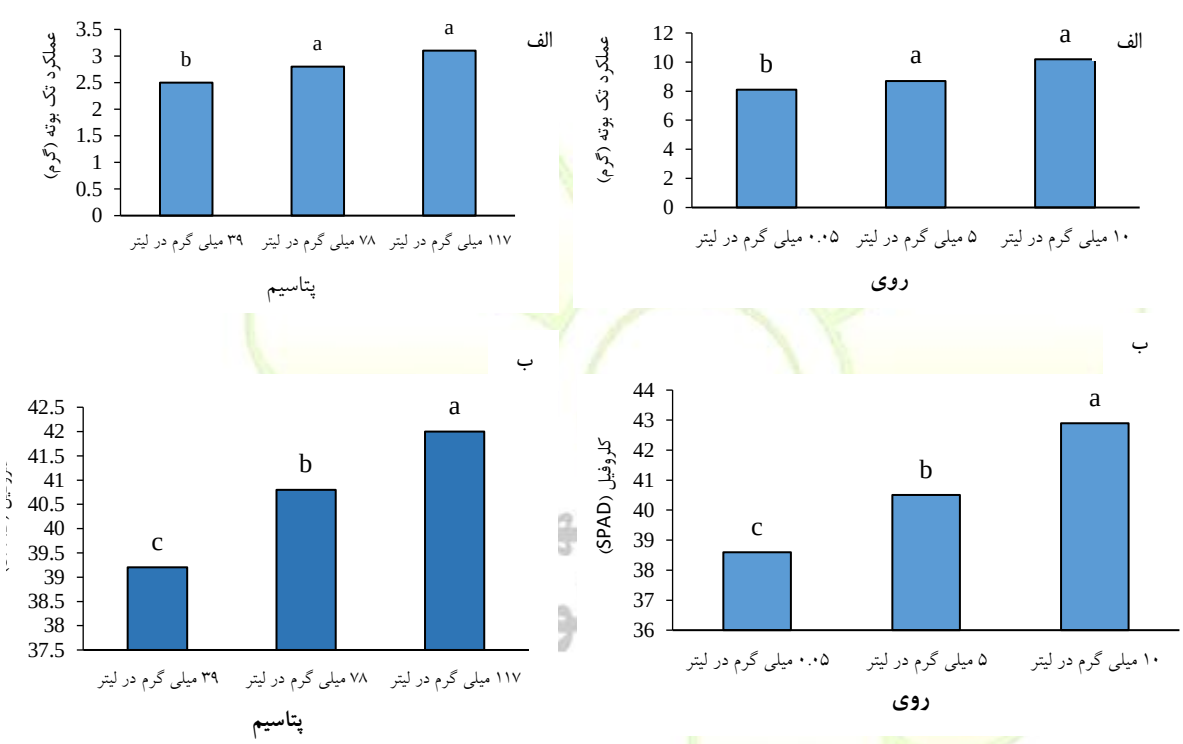
اندازه گیری میزان عناصر غذایی

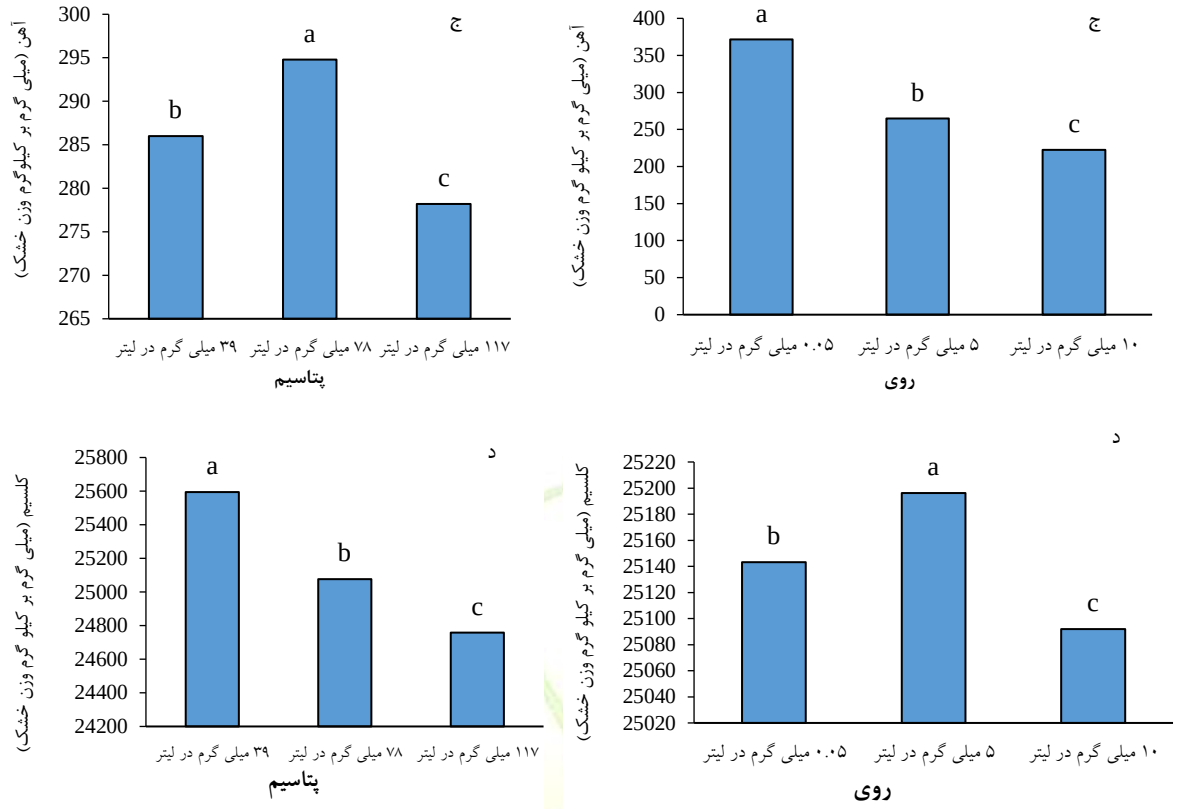
اندازه‌گیری مقدار عناصر به روش هضم تر انجام شد (Dong et al., 2006). ۵۰۰ میلی‌گرم از نمونه‌ی غده های خشک و پودر شده در داخل مخلوط نیتریک اسید (HNO_3) با نسبت ۱/۵ (V/V) و در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت هضم شدند. در مرحله‌ی بعد مخلوط حاصل به کمک نیتریک پرکلریک اسید (HNO_3/ $HClO_4$) با نسبت ۵/۱ (V/V) تیمار شد. مقادیر آهن و کلسیم غده به کمک روش جذب اتمی اسپکتروفتومتر (Model AA-6300, Kyoto, Japan) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

عملکرد تک بوته

مقایسه میانگین‌های عملکرد تک بوته تحت تأثیر کاربرد پتاسیم نشان داد که هر دو تیمار ۷۸ و ۱۱۷ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم افزایش معنی دار و مشابهی را از نظر آماری در عملکرد تک بوته باعث شده و این صفت را به میزان ۱۲ و ۲۴ درصد در مقایسه با مقدار کاربرد ۳۹ میلی گرم در لیتر پتاسیم افزایش داد (شکل ۱.الف). نتایج این مطالعه نشان می دهد که مقادیر بالایی از پتاسیم، همراه با روی افزایش قابل ملاحظه‌ای را در عملکرد بوته‌های تربچه باعث می‌شود. کاربرد پتاسیم وزن خشک بوته های تربچه را افزایش می دهد.





شکل ۱- تأثیر مقادیر مختلف پتاسیم و روی در محلول غذایی بر الف) عملکرد، ب) کلروفیل، محتوای ج) آهن و د) کلسیم غده تربچه رقم چری بل.

شاخص کلروفیل (SPAD)

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس اثرهای اصلی تیمارهای کود پتاسیم و روی اثر معنی‌داری را بر شاخص کلروفیل برگ‌های تربچه داشت. مقایسه میانگین‌های شاخص محتوای کلروفیل تحت تأثیر تیمار کود پتاسیمی نشان داد که افزایش مقدار کود پتاسیمی، تأثیر مثبتی را بر شاخص محتوای کلروفیل در برگ‌های تربچه داشت. بین تیمارهای ۱۱۷ و ۷۸ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم از نظر شاخص محتوای کلروفیل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تیمارهای ۷۸ و ۱۱۷ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم افزایشی به ترتیب ۴ و ۷/۱ درصدی را در شاخص محتوای کلروفیل در برگ‌های تربچه باعث شد (شکل ۱ب).

غلظت آهن غده

با توجه به مقایسه میانگین صفات، افزایش کاربرد کود روی، کاهش معنی داری را در محتوای آهن غده تربچه داشت. با افزایش غلظت روی از ۰/۰۵ تا ۵ و ۱۵ میلی گرم در لیتر، محتوای آهن به ترتیب به میزان ۲۸/۸ و ۴۰/۱ درصد کاهش یافت. با افزایش غلظت روی از ۵ تا ۱۰ میلی گرم در لیتر، کاهش بیشتری در محتوای آهن مشاهده شد (شکل ۱. ج). علی‌رغم این نتایج در بررسی حاضر، جودکی و همکاران (Joodaki et al., 2016) نشان دادند که کاربرد پتاسیم، محتوای آهن را در اندام هوایی بوته های تربچه افزایش می‌دهد. همچنین طبق مطالعات قبلی با افزایش مقدار کاربرد پتاسیم بر محتوای آهن اندام هوایی افزوده شد. پتاسیم با افزایش میزان فتوسنتز گیاه و در نتیجه رشد ریشه ها، بر جذب عناصر غذایی از جمله آهن می‌افزاید (Balpande et al., 2016).

غلظت کلسیم غده

مقایسه میانگین‌های محتوای کلسیم در برگ های تربچه نشان داد که افزایش مقدار پتاسیم، از محتوای کلسیم در برگ‌های تربچه کاست. بین دو تیمار ۷۸ و ۱۱۷ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم از نظر محتوای کلسیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. هر دو تیمار ۷۸ و ۱۱۷ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم افزایش مشابهی را از نظر محتوای کلسیم باعث شد. با افزایش غلظت پتاسیم از ۳۹ به ۷۸ و ۱۱۷ میلی‌گرم در لیتر، از محتوای کلسیم به ترتیب به میزان ۳/۲ و ۴/۹ درصد کاسته شد (شکل ۱.د). آلمیدا و همکاران (Almeida et al., 2015) نشان دادند که افزایش مقدار کاربرد پتاسیم، کاهش مقدار کلسیم را در چغندر قند باعث می شود. این محققین اظهار داشتند که با افزایش مقدار پتاسیم که بار الکتریکی مشابهی با کلسیم دارد، به دلیل افزایش رقابت بین این دو عنصر غذایی، از جذب کلسیم کاسته می شود.

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی وزن بوته تحت تأثیر هر دو تیمار کودی پتاسیم و روی افزایش یافت، ولی میزان افزایش در وزن بوته تحت تأثیر تیمار های ۷۸ و ۱۱۷ میلی گرم در لیتر پتاسیم و روی، مشابه بود. هر دو تیمار کودی، شاخص محتوای کلروفیل را نیز افزایش دادند. افزایش پتاسیم، از محتوای منگنز و سدیم برگ ها کاست، ولی باعث بهبود شاخص محتوای روی شد که از این نظر بهترین تیمار ۷۸ میلی گرم در لیتر پتاسیم بود. ۱۱۷ میلی گرم در لیتر پتاسیم در اغلب موارد تأثیری مشابه با ۷۸ میلی گرم در لیتر پتاسیم داشت. افزایش روی نیز شاخص کلروفیل و محتوای عناصر غذایی را در برگ های تربچه بهبود بخشید. مطلوب‌ترین تیمار روی از نظر اثر بخشی، ۱۰ میلی گرم در لیتر روی بود. این تیمار بیشترین افزایش را در شاخص کلروفیل، محتوای منیزیم، محتوای روی، محتوای منگنز و محتوای مس داشت، ولی تأثیر معنی‌داری بر محتوای سدیم نداشت. در کل مقدار مطلوب پتاسیم در محلول غذایی برای رشد و جذب مواد غذایی تربچه ۷۸ میلی گرم در لیتر پتاسیم می‌باشد، ولی مقادیر بالاتر روی (۱۰ میلی گرم در لیتر روی)، تأثیر مثبتی بر صفات مورد بررسی داشت.

منابع

حیدری، م. و اصغری‌پور، م. ر. ۱۳۹۱. اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای تحت تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰: ۳۷۴-۳۸۱.

ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی: عناصر خرد با تأثیر کلان. چاپ اول. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۳۲۸ ص.

وجودی مهربانی، ل.، حسن‌پور اقدم، م. ب. و ولی‌زاده کامران، ر. ۱۳۹۷. تأثیر تنش شوری کلرید سدیم و محلول‌پاشی با سولفات روی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گل جعفری آفریقایی (*Tagetes* erecta L.)، دانش آب و خاک (دانش کشاورزی)، ۲۸(۳): ۱۰۵-۱۱۵.

Almeida, H. J., Cruz, F. J. R., Pancelli, M. A., Flores, R. A., de Lima Vasconcelos, R. and de Mello Prado, R. 2015. Decreased potassium fertilization in sugarcane ratoons grown under straw in different soils. Australian Journal of Crop Science, 9(7): 596–604.

Ashfaq, A., Hussain, N. and Athar, M. 2015. Role of potassium fertilizers in plant growth, crop yield and quality fiber production of cotton: An overview. FUUAST Journal of Biology, 5(1): 27–35.

Balpande, S. S., Sarap, P. A. and Ghodpage, R. M. 2016. Effect of potassium and sulphur on nutrient uptake, yield and quality of pigeon pea (*Cajanus cajan*). Agricultural Science Digest, 36(4): 323–325.

Dawar, K., Ali, W., Bibi, H., Mian, I. A., Ahmad, M. A., Hussain, M. B., Ali, M., Ali, S., Fahad, S., Rehman, S. U. and Datta, R. 2022. Effect of different levels of zinc and compost on yield and yield components of wheat. Agronomy, 12(7): 1562.

Dong, H., Li, W., Tang, W., Li, Z., Zhang, D. and Niu, Y. 2006. Yield, quality and leaf senescence of cotton grown at varying planting dates and plant densities in the Yellow River Valley of China. Field Crops Research, 98(2–3): 106–115.

Eleyan, S. E. D., Abodahab, A. A., Abdallah, A. M. and Rabeh, H. A. 2014. Effect of foliar application of manganese and iron on growth characters, yield and fiber properties of some Egyptian cotton cultivars (*Gossypium barbadense* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7: 1283–1292.

Joodaki, M., Shariatmadari, H. and Shirvani, M. 2016. Interaction of potassium and boron on yield and uptake of micronutrients in radish (*Raphanus sativus* L.) under salinity stress. Journal of Soil and Plant Interactions, 7(3): 1–14.

Khadem, S. A., Galavi, M., Ramrodi, M., Mousavi, S. R., Rousta, M. J. and Rezvani-Moghadam, P. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. Australian Journal of Crop Science, 4(8): 642–647.

Mer, M. and Ama, E. E. 2014. Effect of Cu, Fe, Mn, Zn foliar application on productivity and quality of some wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agri-Food and Applied Sciences, 2(9): 283–291.

Peddapuli, M., Venkateswarlu, B. and Sai Surya Gowthami, V. 2022. Impact of different sources of zinc on yield, yield components and nutrient uptake of sweetcorn. Biological Forum: An International Journal, 14(1): 1456–1461.

Perry, T. W., Rhykerd, C. L., Holt, D. A. and Mayo, H. H. 2011. Effect of potassium fertilization on chemical characteristics, yield and nutritive value of corn silage. Journal of Animal Science, 34: 642–646.

Prasad, T. N. V. K. V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T. S., Sajanlal, P. R. and Pradeep, T. 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35: 905–927.

Satari, A. F., Srinivasa, V., Devaraju, S. M. and Ganapathi, M. 2020. Study on growth and root yield of radish (*Raphanus sativus* Lam.) as influenced by nutrition. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(8): 2466–2471.

Zhu, Q., Riley, W. J., Tang, J. and Koven, C. D. 2016. Multiple soil nutrient competition between plants, microbes, and mineral surfaces: Model development, parameterization, and example applications in several tropical forests. Biogeosciences, 13: 341–363.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the Effect of Different Amounts of Zinc and Potassium in Nutrient Solution on the Yield and Chlorophyll, Iron and Calcium Content of Radish Roots (*Raphanus Sativus* L. cv. Cherry Belle)

Kimia Mousavi[1], Sara Pourfarahi[1], Farhad Behtash[1], Hanifeh Seyed Hajizadeh[1*] and Seyed Bahman Mousavi[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

Corresponding Author: hajizade@maragheh.ac.ir

Abstract

Determining the amount of fertilizers used is one of the most important factors in managing the use of fertilizers to increase the growth and yield of plants. This study aimed to investigate the effect of different levels of potassium (39, 78, and 117 mg/L) and zinc (0.05, 5, and 10 mg/L) on the growth and nutrient absorption of radish plants. This experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized design in three replications. Based on the results obtained from this study, plant weight increased under the influence of both potassium and zinc fertilizer treatments, but the increase in plant weight under the influence of 78 and 117 mg/L potassium and zinc treatments was similar. Both fertilizer treatments also increased the chlorophyll index, and in the potassium treatment, the highest increase was due to the application amount of 117 mg/L. Increasing the amount of zinc fertilizer application also improved the chlorophyll index and nutrient content in radish roots. The most favorable zinc fertilizer treatment in terms of effectiveness was 10 mg/L of zinc. The most favorable zinc fertilizer treatment in terms of iron and calcium absorption in the tuber was 0.05 and 5 mg/L, respectively, while the highest iron and calcium absorption in the tuber was obtained at 78 and 39 mg/L of potassium in the nutrient solution, respectively. In general, it seems that for radish, treatments of 78 mg/L of potassium and 10 mg/L of zinc are the most effective fertilizer treatments for growth and increasing nutrient absorption.

Keywords: Micronutrients, Potassium Sulfate, Root Vegetables, Zinc Sulfate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر کود نانوفسفره بر روی عملکرد و اجزای عملکرد چهار ژنوتیپ لوبیا چیتی در شرایط اکولوژیکی اردبیل

بهرام دهدار مسجد لو [۱*]

۱- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

*نویسنده مسئول: *Bahram_dehdar@yahoo.com*

چکیده

لوبیا چیتی به‌عنوان یکی از حبوبات مهم در نظام‌های زراعی ایران، نقش کلیدی در تأمین پروتئین و بهبود حاصلخیزی خاک دارد. کارایی پایین کودهای فسفری در خاک‌های آهکی مناطق مختلف کشور، لزوم بهره‌گیری از روش‌های نوین تغذیه‌ای همچون نانوکودها را برجسته ساخته است. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر کاربرد نانوکود فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار ژنوتیپ لوبیا چیتی (کوشا، غفار، صالح و محلی اردبیل) در شرایط اکولوژیکی استان اردبیل انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۹ اجرا گردید. تیمار کودی شامل محلول‌پاشی برگی نانوکود فسفره (دوز دو در هزار) و شاهد بود. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ و نانوکود فسفره بر تمامی صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود، در حالی‌که اثر متقابل ژنوتیپ × نانوکود معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد ژنوتیپ محلی اردبیل با عملکرد دانه ۱۹۴۹ کیلوگرم در هکتار بر سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشت و ژنوتیپ صالح کمترین عملکرد را نشان داد. از سوی دیگر، ژنوتیپ‌های غفار و صالح بیشترین وزن صد دانه را تولید کردند. کاربرد نانوکود فسفره باعث افزایش معنی‌دار در کلیه صفات نسبت به شاهد شد، به‌طوری‌که عملکرد دانه از ۱۷۰۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۲۱۵۶ کیلوگرم در تیمار نانوکود افزایش یافت. این نتایج بیانگر آن است که مصرف نانوکود فسفره می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر در افزایش بهره‌وری فسفر و بهبود عملکرد لوبیا چیتی در شرایط اکولوژیکی اردبیل مورد استفاده قرار گیرد و امکان توصیه آن برای ژنوتیپ‌های مختلف وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، ژنوتیپ، عملکرد دانه، لوبیا چیتی، نانو کود فسفره.

مقدمه

لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین حبوبات مورد کشت در ایران است که به دلیل دارا بودن پروتئین بالا، نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی و بهبود تغذیه خانوار دارد. این گیاه با توجه به سازگاری با شرایط اقلیمی متنوع کشور، جایگاه ویژه‌ای در تناوب‌های زراعی دارد و به‌عنوان منبعی ارزشمند برای غنی‌سازی خاک ازت نیز مطرح است (یحیی‌آبادی و اسدی رحمانی، ۱۳۹۳). از سوی دیگر، رشد و عملکرد لوبیا چیتی به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی و وضعیت تغذیه‌ای خاک قرار دارد. فسفر به‌عنوان یکی از عناصر غذایی ضروری، نقش کلیدی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه همچون رشد ریشه، تشکیل گل و دانه ایفا می‌کند. اما به دلیل تثبیت این عنصر در خاک‌های آهکی مناطق مختلف کشور، کارایی آن اغلب پایین است (حسین‌زاده و پیرزاد، ۱۴۰۳). در سال‌های اخیر، به‌کارگیری کودهای نانویی به‌ویژه نانوکود فسفره، به‌عنوان راهکاری نوین برای افزایش کارایی مصرف فسفر و بهبود رشد و عملکرد گیاهان مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.تحلیل‌ها نشان می‌دهند که کارایی مصرف فسفر در کودهای متداول کمتر از ۱۰٪ است و استفاده از نانوکودهای فسفره می‌تواند نه تنها بهره‌وری را بهبود دهد، بلکه هدررفت فسفر و اثرات مخرب زیست‌محیطی مانند شست‌وشوی بیش از حد یا انتقال به منابع آبی را کاهش دهد (Arora & Khosla, 2025). در حوزه لوبیا چیتی، فسفر اهمیت بیشتری دارد، چرا که این عنصر به رشد ریشه، تثبیت نیتروژن توسط ریزجانداران ریزوسفر، فتوسنتز و توسعه باروری گیاه کمک می‌کند. در بسیاری از مناطق دنیا، کمبود فسفر موجب کاهش

عملکرد این گیاه تا ۴۰٪ شده است که ضرورت بهره‌گیری از راهکارهای مدیریتی نوین را برجسته می‌سازد (Simelane, 2024). مطالعات متعدد نشان داده است که ژنوتیپ‌های مختلف یک گیاه در شرایط اکولوژیکی متفاوت، واکنش‌های گوناگونی نسبت به مدیریت تغذیه‌ای نشان می‌دهند. از این رو، بررسی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در شرایط خاص اقلیمی، می‌تواند منجر به معرفی ارقام مناسب با عملکرد مطلوب شود (Daemo, 2024). با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد نانوکود فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم لوبیا چیتی شامل کوشا، غفار، صالح و رقم محلی اردبیل در شرایط اکولوژیکی استان اردبیل انجام شد. نتایج این تحقیق می‌تواند به‌عنوان مبنایی علمی برای توصیه مدیریتی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در راستای افزایش بهره‌وری این محصول ارزشمند در منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۹ در مزرعه ی شخصی واقع در منطقه آراللوی بزرگ در چهار کیلومتری جاده اردبیل به خلخال اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش لوم شنی با pH حدود ۷/۶ بود. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورها یا همان عوامل آزمایش عبارت از ۴ ژنوتیپ لوبیا چیتی (کوشا، غفار، صالح و محلی اردبیل) و عامل نانو کودفسفره (محلول‌پاشی برگی دو در هزار، شاهد) بودند. محلول‌پاشی در سه مرحله رشدی (ساقه‌دهی، پیش از گلدهی و غلاف‌بندی) انجام شد. پس از برداشت بوته‌های هر کرت، از ۱۰ بوته برای محاسبه اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه استفاده شد. از سایر بوته‌ها نیز برای تعیین عملکرد دانه استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از آزمایش، از نرم افزار SAS9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری انجام شد.

نتایج و بحث

مطابق جدول ۱، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ و کود نانوفسفره بر کلیه صفات شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. این یافته بیانگر آن است که هر دو عامل ژنتیکی و مدیریتی نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود عملکرد لوبیا چیتی دارند. در مقابل، اثر متقابل ژنوتیپ × کود نانوفسفره معنی‌دار نشد که نشان می‌دهد تمامی ژنوتیپ‌ها واکنش مشابهی به مصرف نانوکود داشته‌اند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین در جدول ۲، ژنوتیپ محلی اردبیل با بیشترین عملکرد دانه (۱۹۴۹ کیلوگرم در هکتار) بر سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشت. در مقابل، ژنوتیپ صالح کمترین عملکرد را نشان داد. از سوی دیگر، ژنوتیپ‌های صالح و غفار بیشترین وزن صد دانه را داشتند که حاکی از پتانسیل تولید دانه‌های درشت‌تر در این ژنوتیپ‌ها است. این تنوع ژنتیکی میان ژنوتیپ‌ها حاکی از وجود پتانسیل اصلاحی برای بهبود عملکرد و اجزای عملکرد می‌باشد. یافته‌های مشابهی گزارش شده است که بر نقش بارز تنوع ژنتیکی در تعیین عملکرد لوبیا تأکید کرده‌اند (Kuswanturu et al., 2019). کاربرد کود نانوفسفره (دوز دو در هزار) موجب افزایش معنی‌دار در کلیه صفات عملکردی نسبت به تیمار شاهد گردید. به‌طور مشخص، عملکرد دانه در تیمار نانوکود ۲۱۵۶ کیلوگرم در هکتار بود، در حالی که در تیمار شاهد تنها ۱۷۰۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. افزایش عملکرد در نتیجه استفاده از نانوکود را می‌توان به افزایش قابلیت جذب فسفر و کاهش تثبیت آن در خاک نسبت داد. یافته حاضر با نتایج Sharma و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد که گزارش کردند استفاده از نانوکودها سبب بهبود دسترسی عناصر غذایی و افزایش عملکرد محصولات زراعی می‌شود. همچنین عباسی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان دادند که مصرف نانوکود فسفره در لوبیا قرمز به طور معنی‌داری عملکرد را نسبت به کودهای مرسوم افزایش می‌دهد. عدم معنی‌داری اثر متقابل ژنوتیپ × نانوکود نشان داد که همه ژنوتیپ‌ها از مصرف این کود به‌طور یکنواخت بهره‌مند شدند. این موضوع اهمیت کاربردی دارد؛ زیرا امکان توصیه عمومی استفاده از کود نانوفسفره برای طیف وسیعی از ژنوتیپ‌ها وجود دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرهای ژنوتیپ و کود نانوفسفره بر روی عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات

		تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صددانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲/۵۲۱	۲/۵۳۴	۲/۸۹۸	۲۵۶۷۷۸/۷
ژنوتیپ	۳	۷/۱۶۶**	۱/۵۹۸**	۱۶/۹۶۸**	۲۳۹۹۷۳**
نانوکود فسفاته	۱	۳۳/۲۹۲**	۵/۴۷۹**	۱۲۴/۸۲**	۲۷۳۴۱۱۰**
ژنوتیپ × نانو کود	۳	۰/۹۶۲ns	۰/۰۹۸ns	۳/۵۹۴ns	۳۹۳۸۸/۳ns
اشتباه آزمایش	۱۴	۱/۴۷۸	۰/۳۳۳	۵/۹۰۷	۳۲۲۸۹/۱
ضریب تغییر (درصد)	–	۶/۰۳	۱۵/۵	۵/۹	۹/۳

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای اصلی ژنوتیپ و کود نانوفسفره بر روی عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی.

تیمارهای آزمایشی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صددانه	عملکرد دانه
ژنوتیپ				
کوشا	۲۰/۳۷a	۳/۴۸ab	۳۸/۸۷b	۱۸۰۵/۵b
غفار	۲۰/۲a	۳/۲۷b	۴۲/۴a	۱۷۶۹/۷b
صالح	۱۹/۵۴ab	۳/۱۲b	۴۲/۹۱a	۱۷۲۶b
محلی اردبیل	۱۸/۴b	۳/۷۷a	۴۰/۱b	۱۹۴۹/۱a
تیمار کودی				
شاهد	۱۹/۴b	۳/۴b	۳۹/۷b	۱۷۰۶/۵b
تیمار دو در هزار کود نانوفسفره	۲۰/۹a	۴/۰۴a	۴۲/۷a	۲۱۵۶/۵a

منابع

حسین‌زاده، ن. و پیرزاد، ع. ۱۴۰۳. پاسخ بیوشیمیایی و جذب عناصر غذایی لوبیا چیتی به هیومیک‌اسید و منابع فسفر (بیولوژیک و شیمیایی) در شرایط کم‌آبیاری. فصلنامه زراعی کشاورزی، ۲۶(۴): ۱۴۳–۱۶۴.

عباسی، م.، رضوی، ح. و موسوی، ن. ۱۴۰۰. اثر نانوکود فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز. مجله علوم زراعی ایران، ۵۲(۳): ۴۵۵–۴۶۷.

یحیی‌آبادی، م. و اسدی‌رحمانی، ه. ۱۳۹۳. بررسی پتانسیل تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و جذب برخی عناصر ریزمغذی توسط سویه‌های مختلف باکتری ریزوبیوم همزیست لوبیا در دو منطقه از استان اصفهان. پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۲۷(۱۰۵): ۷۵–۸۰.

Arora, V. and Khosla, B. S. 2025. Synthesis of phosphorus nano-fertilisers: Their strategic applications and effect on plant growth. International Journal of Environmental Science and Technology, 22: 6161–6180.

Daemo, B. B. 2024. Genotype by environment interaction and performance stability of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars grown in Dawuro zone, Southwestern Ethiopia. Open Agriculture, 9(1).

Kuswantoro, H., Mejaya, M. J. and Sulistyo, A. 2019. Genetic variability and heritability of agronomic traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 20(4): 1016–1023.

Sharma, A., Kumar, V. and Bhardwaj, R. 2021. Nanofertilizers: A way forward for sustainable agriculture. Frontiers in Plant Science, 12: 676120.

Simelane, J. T. 2024. Agronomic insights into phosphorus management for enhancing common bean productivity. Journal of Agricultural Innovations, 12(2): 115–128.

Evaluation of Phosphorus Nanofertilizer Effects on Yield and Yield Components of Four Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes under the Ecological Conditions of Ardabil

Bahram, Dehdar[1*]

1. Ardebil Agriculture and Natural Resources Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO). Ardebil, Iran

**Corresponding Author Email: Bahram_dehdar@yahoo.com)*

Abstract

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important pulses in Iran, playing a crucial role in providing dietary protein and improving soil fertility. The low efficiency of phosphorus fertilizers in calcareous soils of many regions highlights the need for innovative nutritional approaches such as nanofertilizers. The present study was conducted to evaluate the effects of phosphorus nanofertilizer on yield and yield components of four common bean genotypes (Kousha, Ghafar, Saleh, and Ardabil local) under the ecological conditions of Ardabil province. The experiment was arranged as a factorial based on a randomized complete block design with three replications in 2020. Treatments included foliar application of phosphorus nanofertilizer (2‰ solution) and a control. Traits measured were number of pods per plant, number of seeds per pod, 100-seed weight, and grain yield. Analysis of variance indicated that genotype and nanofertilizer effects were significant at the 1% level for all traits, while the genotype × nanofertilizer interaction was not significant. Mean comparisons revealed that the Ardabil local genotype had the highest grain yield (1949 kg. ha^{-1}), while Saleh showed the lowest. Ghafar and Saleh produced the highest 100-seed weight. Application of phosphorus nanofertilizer significantly improved all traits compared to the control, increasing grain yield from 1706 to 2156 kg. ha^{-1}. These findings suggest that phosphorus nanofertilizer can be considered an effective strategy to enhance phosphorus use efficiency and improve the productivity of common bean under the ecological conditions of Ardabil, with the potential for broad recommendation across different genotypes.

Keywords: Common bean, Genotype, Grain yield, Phosphorus nanofertilizer, Yield components.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر آبیاری با روش قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت برگ سبز در باغ‌های چای

کوروش مجد سلیمی[1*] و سیاوش محمدی[1]
۱- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده چای، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران
*نویسنده مسئول: *k.majdsalimi@gmail.com*

چکیده

به‌منظور بررسی اثر آبیاری با روش قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت برگ سبز در باغ‌های چای، پژوهشی طی دوره‌ی رشد سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در باغ چای کشاورز در منطقه‌ی بازکیاگوراب شهرستان لاهیجان اجرا شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمار آبیاری شامل پنج سطح صفر، ۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری در نظر گرفته شد. برای هر بوته یک عدد قطره چکان روی خط با فاصله ۰/۷ متر با دبی طراحی چهار لیتر در ساعت شرکت نتافیم استفاده شد. کوددهی به‌صورت هفته‌ای یک بار همراه با آب آبیاری (کودآبیاری قطره‌ای) و از طریق تزریق، وارد لوله‌های مانیفلد در هر کرت شد. آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبیاری) باعث شد تا بیشترین میانگین عملکرد برگ سبز چای (۹۱۵۶ کیلوگرم در هکتار) با میانگین مصرف آب ۳۸۴۵ مترمکعب و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنی طی دوره رشد به‌دست آید. در شرایط بدون آبیاری (۱۹۳ میلی‌متر بارندگی موثر) منجر به تولید ۳۴۶۸ کیلوگرم برگ سبز چای شد. با افزایش میزان آب آبیاری، بهبود خصوصیات کیفی برگ سبز چای مانند درصد پلی‌فنل کل، کافیین و خاکستر کل موجود در شاخساره‌های چای مشاهده شد. تامین کامل نیاز آبیاری (۱۰۰ درصد آب آبیاری) بوته‌های چای باعث شد تا بیشترین میزان نیتروژن برگ چای، ۴/۲۷ و ۴/۵۱ درصد به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در این سطح آبیاری و در حد غلظت مناسب نیتروژن در برگ به دست آید. با توجه به افزایش ۱۶۵ درصدی عملکرد حاصل از کاربرد سامانه‌ی کود آبیاری قطره‌ای در مقایسه با شرایط دیم، استفاده از این روش آبیاری به‌منظور تولید اقتصادی چای با مصرف کمتر آب و کود در مناطق چای‌کاری بویژه اراضی شیب‌دار و مرتفع توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، عملکرد چای، کود آبیاری، کیفیت چای.

مقدمه

برداشت متوالی برگ سبز چای در ایران از اوایل اردیبهشت تا آبان ماه در سه فصل بهار، تابستان و پاییز انجام می‌شود. در برخی از ماه‌ها (اواسط خرداد تا اوایل شهریور)، میزان بارندگی کمتر از نیاز آبی بوته‌های چای است و میزان و کیفیت محصول در اثر تنش ناشی از کم‌آبی، به مقدار بسیار زیادی کاهش می‌یابد که این موضوع معیشت کشاورزان و اقتصاد منطقه را با تهدید مواجه می‌سازد؛ بنابراین تامین آب مورد نیاز گیاه چای با استفاده از آبیاری تکمیلی و اصول صحیح بهره‌برداری، مهم‌ترین مسئله در افزایش کمیت، کیفیت و بازارپسندی چای تولیدی و بازدهی اقتصادی آن است (مجد سلیمی و شایگان، ۱۳۹۶).

نتایج تحقیقات در کشورهایی مانند تانزانیا، کنیا و مالاوی نشان داد که کاربرد سامانه قطره‌ای در باغ‌های چای موجب افزایش محصول به میزان دو برابر در مقایسه با روش آبیاری بارانی می‌شود (با ۵۰ درصد آب مصرفی کمتر نسبت به روش بارانی). همچنین نیروی کارگری ۵۰ درصد و هزینه‌ها به‌میزان ۸۰ درصد در مقایسه با سامانه‌ی آبیاری بارانی کاهش می‌یابد (Möller and Weatherhead, 2007).

به‌منظور توسعه و ارزیابی روش‌های آبیاری کم هزینه با کارآیی مصرف آب بالا در تانزانیا مطالعه‌ای برای بوته‌های نابالغ چای انجام شد. نتایج نشان داد که عملکرد چای ساخته‌شده در شرایط دیم، آبیاری بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۵۰۰، ۴۲۰۰ و ۸۵۰۰ کیلوگرم در هکتار با مصرف ۱۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌متر آب آبیاری به‌ترتیب در شرایط آبیاری بارانی و قطره‌ای به دست آمد. عملکرد حاصل از کاربرد روش آبیاری قطره‌ای ۱۷ برابر عملکرد در شرایط بدون آبیاری بود. آبیاری قطره‌ای با نصف آب مصرفی در مقایسه با روش بارانی، عملکردی به میزان دو برابر تولید کرد (Kigalu et al., 2008).

با توجه با اینکه بیش از ۶۰ درصد باغ‌های چای کشور در اراضی مرتفع و شیب‌دار قرار دارند (مجد سلیمی و همکاران، ۱۳۹۳)، اجرا و توسعه روش‌های آبیاری موثر و اعمال مدیریت صحیح آبیاری و کود می‌تواند علاوه بر افزایش محصول، کاهش هزینه‌های تولید، زیان‌های ناشی از کمبود منابع آب سالم را نیز جبران و شرایط برای توسعه کشاورزی پایدار را فراهم نماید. در این مقاله، تأثیر کاربرد روش کود آبیاری در روش قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت برگ سبز چای بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر آبیاری با روش قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت برگ سبز در باغ‌های چای، پژوهشی طی دوره‌ی رشد سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در باغ چای کشاورز در منطقه‌ی بازکیاگوراب شهرستان لاهیجان اجرا شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمار آبیاری شامل پنج سطح صفر، ۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری (I_0 تا I4) در نظر گرفته شد. برای اجرای سامانه آبیاری قطره‌ای، لوله‌های فرعی به طول تقریبی ۵ متر در وسط هر دو ردیف بوته‌ی چای در کل قطعه‌ی آزمایشی قرار داده شد (بجز کرت‌های بدون آبیاری). تعداد هفت عدد قطره‌چکان با فاصله‌ی ۰/۷ متر (یک عدد قطره چکان برای هر بوته)، روی لوله‌های فرعی ۱۶ میلی‌متری نصب شد. در سامانه‌ی آبیاری این تحقیق از قطره‌چکان‌های روی خط (آبیاری قطره‌ای سطحی) شرکت نتافیم با دبی طراحی، چهار لیتر در ساعت استفاده شد.

کوددهی به‌صورت هفته‌ای یک بار همراه با آب آبیاری (کودآبیاری قطره‌ای) و از طریق تزریق، وارد لوله‌های مانیفلد در هر کرت شد. برای سطح بدون آبیاری در تمام سطوح کودی، کود نیتروژنی به‌صورت مخلوط با خاک در دو تقسیط مساوی از منبع کود اوره و در دو زمان (نیمه اول اردیبهشت و نیمه اول تیر ماه) به خاک کرت‌ها اضافه شد. در طول دوره‌ی رشد، به‌منظور تعیین میزان رطوبت حجمی و تنش در خاک تیمارهای آبیاری، پایش رطوبت در خاک در سه عمق ۰ تا ۲۰ ، ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری از پروفیل خاک و با استفاده از روش انعکاس‌سنجی زمانی انجام شد. براساس تغییرات رطوبت خاک، مقادیر آب آبیاری و بارندگی و با استفاده از معادله‌ی بیلان رطوبتی، میزان تبخیر- تعرق واقعی چای و میزان آبیاری، محاسبه شد.

در این آزمایش، برداشت برگ سبز چای (عملکرد) به‌صورت شاخساره‌های استاندارد (۲ یا ۳ برگ و یک جوانه انتهایی) به‌طور هم‌زمان در تمام کرت‌ها انجام و وزن آن‌ها به‌وسیله‌ی ترازو تعیین شد. آزمون‌های کیفی شامل اندازه‌گیری عوامل موثر بر کیفیت چای نظیر مقدار کل نیتروژن موجود در برگ سوم شاخساره‌ی فعال و برخی از خصوصیات کیفی برگ سبز نظیر درصد کافیین، درصد پلی‌فنل‌ها و درصد خاکستر کل موجود در شاخساره‌های در نمونه‌های برداشت‌شده در فصل تابستان بود.

تجزیه‌ی واریانس عملکرد و کیفیت برگ سبز چای با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه‌ی 9.4 و مقایسه‌ی میانگین با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

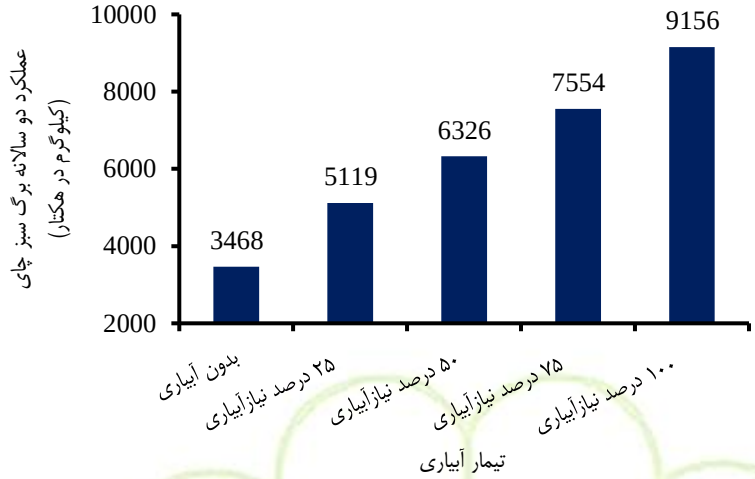
نتایج و بحث

سطح آبیاری کامل در سال‌های آزمایش، بیشترین عملکرد دو سالانه سالانه برگ سبز (۹۱۵۶ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد (شکل ۱). سطوح آبیاری ناقص ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد نیاز آبیاری دارای عملکرد کمتر به‌ترتیب ۷۵۵۴، ۶۳۲۶ و ۵۱۱۹ کیلوگرم در هکتار بودند. سطح بدون آبیاری با ۳۴۶۸ کیلوگرم برگ سبز در هکتار، کمترین میزان عملکرد دو سالانه را داشت.

میزان آب بارندگی موثر طی دوره رشد چای در دو سال آزمایش به‌ترتیب ۱۵۲/۵ و ۲۳۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شد؛ بنابراین مجموع آب مصرفی سطوح آبیاری I_4، I_3، I_2، I_1 و I_0 در سال اول آزمایش به‌ترتیب ۳۷۵۰، ۳۲۲۵، ۲۷۰۰، ۲۱۷۵ و ۱۵۲۵ مترمکعب و در سال دوم آزمایش به‌ترتیب ۳۹۴۰، ۳۵۳۵، ۳۱۳۵، ۲۷۳۳ و ۲۳۳۰ مترمکعب برآورد گردید.

با افزایش میزان آب آبیاری در کرت‌های آزمایشی، میزان نیتروژن موجود در برگ سوم شاخساره‌های چای در فصل تابستان افزایش پیدا کرد؛ به‌طوری‌که تامین کامل نیاز آبیاری (۱۰۰ درصد آب آبیاری مورد نیاز) بوته‌های چای باعث شد تا بیشترین میزان نیتروژن برگ

چای، ۴/۲۷۸ و ۴/۵۱۳ درصد به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در این سطح آبیاری به‌دست آید (جدول ۱). مقادیر نیتروژن برای سطوح آبیاری نزدیک به غلظت مناسب نیتروژن در برگ (حد ۴ تا ۴/۵ درصد ـ اوور و وانیوکو، (۱۹۸۳)) بود.



شکل ۱- تأثیر سطوح آبیاری قطره‌ای بر عملکرد دو سالانه برگ سبز چای.

کمترین میزان نیتروژن برگ در هر دو سال آزمایش (به‌ترتیب ۳/۴۶۰ و ۳/۹۴۱ درصد) مربوط به سطح بدون آبیاری (دیم) بود. این مقادیر نزدیک به غلظت بحرانی نیتروژن در برگ (حد ۳ درصد ـ اوور و وانیوکو، (۱۹۸۳)) بود. انجام آبیاری و تامین رطوبت کافی در منطقه توسعه‌ی ریشه‌ی گیاه چای باعث شد تا جذب و انتقال نیتروژن در بوته‌ها و درنتیجه در برگ سوم شاخساره (به‌عنوان منبع ذخیره و تغذیه‌کننده‌ی برگ‌های اول و دوم و جوانه‌ی انتهایی در یک شاخساره) افزایش یابد (مجد سلیمی و شایگان، ۱۳۹۶).

جدول ۱- تأثیر سطوح آبیاری قطره‌ای بر برخی از خصوصیات کیفی شاخساره‌های چای در فصل تابستان دو سال آزمایش.

تیمار آبیاری	خصوصیات کیفی شاخساره‌های چای (درصد)							
	سال ۱۳۹۶				سال ۱۳۹۷			
	نیتروژن برگ	پلی‌فنل کل	کافیین	خاکستر کل	نیتروژن برگ	پلی‌فنل کل	کافیین	خاکستر کل
بدون آبیاری	۳/۴۶۰c	۱۰/۳۶e	۲/۲۵d	۴/۱۸d	۳/۹۴۱c	۱۱/۱۲d	۲/۳۷d	۴/۲۸e
۲۵ درصد نیاز آبیاری	۳/۵۳۲c	۱۱/۰۴d	۲/۲۶d	۴/۲۱d	۴/۱۱۰b	۱۱/۲۷d	۲/۳۵d	۴/۳۹d
۵۰ درصد نیاز آبیاری	۳/۸۰۶b	۱۱/۶۲c	۲/۵۳c	۴/۳۶c	۴/۱۲۸b	۱۱/۷۷c	۲/۵۹c	۴/۵۱c
۷۵ درصد نیاز آبیاری	۳/۹۱۴b	۱۲/۴۹b	۲/۷۵b	۴/۵۸b	۴/۴۳۳a	۱۲/۴۰b	۲/۷۶b	۴/۶۹b
۱۰۰ درصد نیاز آبیاری	۴/۲۷۸a	۱۲/۹۵a	۲/۹۹a	۴/۷۴a	۴/۵۱۳a	۱۳/۱۶a	۳/۰۱a	۴/۸۴a

ـ حروف مشابه در هر ستون، نشانه نداشتن اختلاف آماری در سطح ۵ درصد است.

مقایسه میانگین مقادیر پلی‌فنل کل شاخساره‌های چای تحت تأثیر سطوح تیمار آبیاری قطره‌ای در هر دو سال آزمایش (جدول ۱) نشان داد که کاهش درصد نیاز آبیاری باعث کاهش مقدار پلی‌فنل کل شاخساره‌های چای شد. تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری بوته‌های چای باعث شد تا بیشترین میزان پلی‌فنل شاخساره‌های چای در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (به‌ترتیب ۱۲/۹۵ و ۱۳/۱۶ درصد) در این سطح آبیاری به‌دست آید. نتایج مشابهی توسط مجدسلیمی و همکاران (۱۳۹۳)، گزارش شده است. همچنین گزارش شده است که فواصل آبیاری بیشتر (افزایش تنش) موجب کاهش مقدار پلی‌فنل‌های چای می‌شود (Chen et al., 2010).

نتایج مشابهی از افزایش مقدار کافیین و خاکستر کل موجود در شاخساره‌های چای تحت تأثیر افزایش مقدار آب آبیاری در سطوح مختلف تیمار آبیاری قطره‌ای در هر دو سال آزمایش (جدول ۱) مشاهده شد. تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری بوته‌های چای باعث شد تا بیشترین میزان کافیین شاخساره‌های چای در دو سال آزمایش (به‌ترتیب ۲/۹۹ و ۳/۰۱ درصد) و بیشترین میزان خاکستر کل شاخساره به‌ترتیب ۴/۷۴

و ۴/۸۴ درصد در این سطح آبیاری به‌دست آید. کمترین میزان پلی‌فنل در هر دو سال آزمایش (به‌ترتیب ۲/۲۵ و ۲/۳۷ درصد) و خاکستر کل (به‌ترتیب ۴/۱۸ و ۴/۲۸ درصد) مربوط به سطح بدون آبیاری بود. گزارش شده که فواصل آبیاری بیشتر (افزایش تنش) موجب کاهش مقدار کافیین و خاکستر کل چای می‌شود (Chen et al., 2010).

منابع

مجدسلیمی، ک. و شایگان، ش. ۱۳۹۶. بهبود عملکرد و خصوصیات کیفی چای (*Camellia sinensis* L.) با بهینه‌سازی کاربرد کود نیتروژنی و آب آبیاری. پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۴(۱): ۱–۱۶.

مجدسلیمی، ک.، امیری، ا. و صلواتیان، س. ب. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد و کارآیی مصرف آب در تولید اقتصادی چای تحت تأثیر تیمارهای آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۸(۳): ۵۷۱–۵۸۳.

Chen, X. H., Zhuang, C. G., He, Y. F., Wang, L., Han, G. Q., Chen, C. and He, H. Q. 2010. Photosynthesis, yield and chemical composition of Tieguanyin tea plants (*Camellia sinensis* L.) in response to irrigation treatments. Agricultural Water Management, 97: 419–425.

Kigalu, J. M., Kimambo, E. I., Msite, I. and Gembe, M. 2008. Drip irrigation of tea (*Camellia sinensis* L.) 1. Yield and crop water productivity responses to irrigation. Agricultural Water Management, 95: 1253–1260.

Möller, M. and Weatherhead, E. K. 2007. Evaluating drip irrigation in commercial tea production in Tanzania. Irrigation and Drainage Systems, 21(1): 17–34.

Owuor P.O. and Wanyoko, J.K. 1983. Fertilizer use advisory service. A reminder to farmers, Tea. 4 (1): 3-7.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of drip irrigation on the yield and quality of green leaves in tea plantations

Kourosh Majd Salimi[1*] and Siavash Mohammadi[1]
1- Horticultural Sciences Research Institute, Tea Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lahijan, Iran
Corresponding Author: k.majdsalimi@gmail.com

Abstract

In order to investigate the effect of drip irrigation on the yield and quality of green leaves in tea plantations, a field experiment was conducted in 2017-2018 in in a farmer's tea plantation in Bazkiagoorab region, Lahijan (Guilan province). The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. Irrigation treatment included five levels of 0, 25, 50, 75 and 100 water requirement percentage. For each plant, one dripper on the line at a distance of 0.7 meters with a design flow rate of 4 Lhr^{-1} from Netafim company was used. Drip irrigation scheduling in water stress period was conducted twice a week based on soil moisture monitoring and fertilization (nitrogen) program once a week during growth period by fertigation at plant root depth. Full irrigation (100% irrigation requirement) resulted in the highest average yield of green tea leaves (9156 kg/ha) with an average water consumption of 3845 m^3 and 150 kg N ha^{-1} fertilizer during the growth period. Under no-irrigation conditions (193 mm effective rainfall), 3468 kg of green tea leaves were produced. With increasing irrigation water, improvements in the quality characteristics of green tea leaves such as the percentage of total polyphenols, caffeine, and total ash in tea shoots were observed. Providing full irrigation requirements (100% irrigation water) for tea plants resulted in the highest amount of tea leaf nitrogen, 4.27 and 4.51 percent, respectively, in 2017 and 2018 at this irrigation level and at the appropriate nitrogen concentration in the leaf. Considering the 165 percent increase in yield from the use of drip irrigation fertilizer system compared to rainfed conditions the, application of this irrigation method to produce tea economically with less water and fertilizer consumption in tea growing region, especially sloplands and highlands are recommended.

Keywords: Drip irrigation, Fertigation, Tea quality, Tea yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد ریشه‌ای سلنیوم مؤثرتر از کاربرد برگی در افزایش رشد و زیست‌غنی‌سازی کاهو در سطوح مختلف نیتروژن

حسین شیخی[۱]، مجتبی دلشاد[۱*]، مصباح بابالار[۱]، کمال‌الدین حق‌بین[۲]، ساسان علی نیائی فرد[۳] و سیلوانا نیکولا[۴]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری، تهران، ایران
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری‌های کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴- گروه علوم کشاورزی، جنگل و غذایی، دانشگاه تورین، گرولیاسکو، ایتالیا
*نویسنده مسئول: *delshad@ut.ac.ir*

چکیده

کاهو (*Lactuca sativa* L.) یکی از مهم‌ترین سبزی‌های گلخانه‌ای است که در سراسر جهان مصرف می‌شود. کاربرد ریشه‌ای یا برگی سلنیوم در غلظت‌های پایین مزایای متعددی از جمله غنی‌سازی محصول و قابلیت بهبود کیفیت گیاه را به همراه دارد. این مطالعه اثرات سلنیوم را که به‌صورت کاربرد ریشه‌ای و برگی (۰، ۵ و ۱۰ میکرومولار سلنات سدیم) تحت سطوح مختلف نیتروژن در محلول غذایی (۹۲/۲ و ۲۰۸ میلی‌گرم بر لیتر) اعمال شد، بر رشد و زیست‌غنی‌سازی کاهو بررسی کرد. نتایج نشان داد که سلنیوم به‌عنوان یک محرک رشد عمل می‌کند. همچنین یافته‌ها نشان داد که کاربرد ریشه‌ای سلنیوم نسبت به کاربرد برگی در ارتقای رشد مؤثرتر است. زیست‌غنی‌سازی کاهو با غلظت‌های ۵ و ۱۰ میکرومولار سلنیوم از طریق کاربرد ریشه‌ای قابل دستیابی بود و غلظت سلنیوم در برگ‌ها از سطوح توصیه‌شده فراتر نرفت.

واژه‌های کلیدی: زیست‌غنی‌سازی، سلنیوم، کاهو، محصولات گلخانه‌ای/

مقدمه

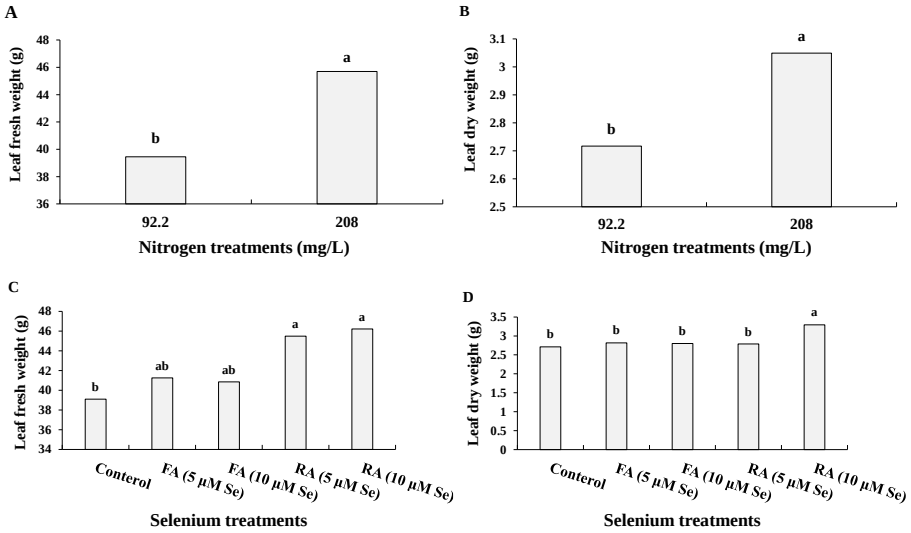
سلنیوم یک عنصر مفید برای گیاهان است که می‌تواند رشد را تحریک کرده و تحمل یا مقاومت را در برابر تنش‌های غیرزیستی و زیستی افزایش دهد (Li et al., 2018). با این حال، سمیت سلنیوم در گیاهان نیز گزارش شده است (Longchamp et al., 2015). در حالی که غلظت‌های پایین سلنیوم رشد و نمو گیاه را تسهیل می‌کنند، غلظت‌های بالا می‌توانند سمی باشند (Gupta and Gupta, 2017). این سمیت ممکن است ناشی از تغییرات در فرایندهای بیوشیمیایی و متابولیکی القاشده توسط سلنیوم باشد (Li et al., 2018). علاوه بر این، غلظت‌های مناسب سلنیوم نشان داده‌اند که می‌توانند کیفیت تغذیه‌ای برخی سبزی‌ها و قارچ‌های خوراکی را بهبود بخشند و محتوای مواد معدنی، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و ویتامین ث را افزایش دهند (Du et al., 2004). روش‌های متداول برای زیست‌غنی‌سازی گیاهی با سلنیوم شامل کاربرد برگی، کاربرد در خاک و اعمال مستقیم در محلول غذایی است (Izydorczyk et al., 2021). با این حال، مقایسه این روش‌ها در زمینه زیست‌غنی‌سازی کاهو هنوز به‌طور کامل بررسی نشده است. فقدان سلنیوم در رژیم غذایی یک مشکل جهانی است که عمدتاً به دلیل غلظت پایین این عنصر در بافت گیاهی ناشی از محدودیت دسترسی آن در برخی خاک‌ها رخ می‌دهد (Lei et al., 2018). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که کاربرد خارجی سلنیوم می‌تواند به طور قابل‌توجهی محتوای سلنیوم در محصولات زراعی، سبزی‌ها و میوه‌ها را افزایش دهد (Sheikhi et al., 2024). افزایش سطح سلنیوم در غذاهای گیاهی می‌تواند به کاهش کمبود این عنصر در انسان کمک کند. در نتیجه، افزایش غلظت سلنیوم در محصولات کشاورزی و باغبانی مسئله‌ای حیاتی برای پژوهشگران و کشاورزان است (Lei et al., 2018).

مواد و روش‌ها

آزمایش در زمستان آغاز و در بهار در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران، کرج، ایران به پایان رسید. بذور کاهو رقم لیتل جم در سینی‌های ۷۲ حفره‌ای حاوی مخلوط پرلایت و کوکوپیت (نسبت حجمی ۱:۱) کشت شدند و بعد سه روز جوانه زدند. پس از ظهور برگ‌های حقیقی، نشاها با محلول غذایی یامازاکی آبیاری شدند. سی روز پس از کشت، نشاها به گلدان‌های پلاستیکی (۱۲ × ۱۲ سانتی‌متر) حاوی بستر پرلایت (۲–۴ میلی‌متر) منتقل شده و تحت سیستم‌های مختلف محلول غذایی قرار گرفتند. کاربرد برگی سلنیوم پنج روز پس از انتقال آغاز شد و با استفاده از اسپری دستی به‌صورت هفتگی انجام گردید تا سطح برگ‌ها به‌طور کامل با محلول تیمار خیس شود. برداشت گیاهان دو ماه پس از کاشت بذر انجام شد. گیاهان شاهد با آب مقطر تیمار شدند. میانگین دما و رطوبت نسبی در طی دوره کشت در گلخانه به ترتیب معادل ۲۷ درجه سانتیگراد و ۴۴ درصد بود. طرح آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول شامل سطوح سلنیوم (۰، ۵ و ۱۰ میکرومولار به‌صورت سلنات سدیم) بود که به‌صورت کاربرد ریشه‌ای و برگی اعمال شد. عامل دوم سطوح متفاوت نیتروژن در محلول غذایی بود که در دو مقدار ۹۲/۲ میلی‌گرم در لیتر و ۲۰۸ میلی‌گرم در لیتر تنظیم گردید. در مجموع، ۱۵۰ گیاه مورد ارزیابی قرار گرفتند؛ از هر تکرار چهار گیاه برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی و از هر تکرار یک گیاه برای آنالیزهای بیوشیمیایی نمونه‌برداری شد. وزن تر گیاهان با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. وزن خشک نمونه‌ها پس از خشک کردن به‌مدت سه روز در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد تعیین گردید. برای تعیین میزان سلنیوم، نمونه‌های خشک تحت هضم مرطوب با استفاده از دستگاه ICP-MS (Perkin- Elmer NexION 350D, Waltham, MA, USA) در دانشگاه تورین، ایتالیا انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. آزمون کولموگروف–اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها به‌کار رفت و کلیه تحلیل‌ها تحت فرض توزیع نرمال انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

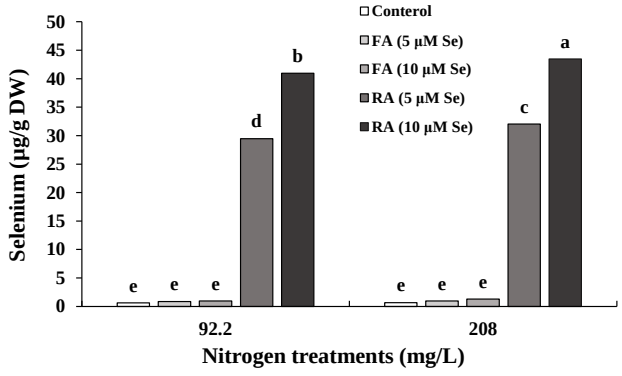
نتایج و بحث

نتایج نشان دادند که گیاهانی که با محلول غذایی حاوی ۲۰۸ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن رشد کردند، به‌ترتیب ۱۵/۸۳ درصد و ۱۲/۲۲ درصد افزایش در وزن تر و وزن خشک برگ‌ها را نسبت به گیاهانی که با محلول غذایی حاوی ۹۲/۲ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن رشد کردند، نشان دادند (شکل A۱ و B۱). یافته‌ها همچنین نشان دادند که سلنیوم در افزایش وزن تر و وزن خشک برگ کاهو مؤثر است. گیاهانی که از طریق ریشه با سلنیوم در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میکرومولار تیمار شدند، بیشترین وزن تر برگ را نشان دادند؛ با این حال، بین کاربرد ریشه‌ای و برگی سلنیوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل C۱). بیشترین وزن خشک برگ در گیاهانی ثبت شد که با ۱۰ میکرومولار سلنیوم از طریق کاربرد ریشه‌ای تیمار شده بودند، که معادل افزایش ۲۱/۴۲ درصدی نسبت به شاهد بود (شکل D۱). این نتایج با مطالعات قبلی که افزایش زیست توده کاهو تیمار شده با سلنیوم را گزارش کرده‌اند هم‌راستا است (Liu et al., 2017). علاوه بر این، پژوهشگران دیگری نیز اثرات مثبت غلظت‌های بالاتر سلنیوم (۱۰۰–۵۰ میکرومول در لیتر) را بر وزن خشک کلم بروکلی گزارش کرده‌اند (Takeda et al., 2016).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف سلنیوم و نیتروژن بر وزن تر و وزن خشک برگ‌های کاهو. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد است. FA و RA به ترتیب نشان‌دهنده کاربرد برگی و کاربرد ریشه‌ای می‌باشند.

نتایج نشان داد که محتوای سلنیوم در برگ‌های کاهو در گیاهانی که از طریق تغذیه ریشه‌ای تأمین شده بودند به‌طور معنی‌داری بالاتر از گیاهانی بود که به‌صورت برگی تیمار شده بودند. در شرایطی که محلول غذایی حاوی ۹۲/۲ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن بود، کاربرد ریشه‌ای سلنیوم به‌صورت ۵ و ۱۰ میکرومولار به‌ترتیب منجر به تجمع سلنیوم به مقدار ۲۹/۴۷ و ۴۰/۹۵ میکروگرم در گرم وزن خشک در برگ‌های کاهو شد. در غلظت ۲۰۸ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن، تجمع سلنیوم برای کاربرد ریشه‌ای ۵ و ۱۰ میکرومولار به‌ترتیب برابر ۳۰/۰۲ و ۴۳/۴۶ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش شد. اگرچه تجمع سلنیوم در برگ‌های گیاهانی که با کاربرد برگی ۵ و ۱۰ میکرومولار تیمار شده بودند تقریباً دو برابر شاهد بود، بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). از آنجا که غلظت سلنیوم در برگ‌ها در اغلب گیاهان غیرتجمع‌کننده (non-accumulators) معمولاً کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم وزن خشک باقی می‌ماند (Puccinelli et al., 2017)، کاربرد ریشه‌ای سلنیوم در سطوح ۵ و ۱۰ میکرومولار از آستانه بحرانی سلنیوم فراتر نمی‌رود و می‌تواند به‌طور مؤثری در برنامه‌های زیست‌غنی‌سازی کاهو به کار رود.



شکل ۲- اثر هم‌کنش سلنیوم و نیتروژن بر محتوای سلنیوم در برگ‌های کاهو. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) در سطح احتمال ۵ درصد است. FA و RA به ترتیب نشان‌دهنده کاربرد برگی و کاربرد ریشه‌ای می‌باشند.

منابع

Du, Z. Y., Shi, Y. X. and Wang, Q. H. 2004. Effects of selenium application on the selenium absorption and transformation of eggplant and its qualities. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 10(3): 298–301.

Gupta, M. and Gupta, S. 2017. An overview of selenium uptake, metabolism, and toxicity in plants. Frontiers in Plant Science, 7: 2074.

Izydorczyk, G., Ligas, B., Mikula, K., Witek-Krowiak, A., Moustakas, K. and Chojnacka, K. 2021. Biofortification of edible plants with selenium and iodine: A systematic literature review. Science of the Total Environment, 754: 141983.

Lei, B., Zhua, B. and Chang, Y. Q. 2018. The positive function of selenium supplementation on reducing nitrate accumulation in hydroponic lettuce (*Lactuca sativa* L.). Journal of Integrative Agriculture, 17: 837–846.

Li, X., Li, B. and Yang, Y. 2018. Effects of foliar selenite on the nutrient components of turnip (*Brassica rapa* var. *rapa* Linn.), Frontiers in Chemistry. 6: 42.

Liu, D., Li, H., Wang, Y., Ying, Z., Bian, Z., Zhu, W., ... and Jiang, D. 2017. How exogenous selenium affects anthocyanin accumulation and biosynthesis-related gene expression in purple lettuce. Polish Journal of Environmental Studies, 26(3).

Longchamp, M., Castrec-Rouelle, M., Biron, P. and Bariac, T. 2015. Variations in the accumulation, localization and rate of metabolization of selenium in mature *Zea mays* plants supplied with selenite or selenate. Food Chemistry, 182: 128–135.

Puccinelli, M., Malorgio, F. and Pezzarossa, B. 2017. Selenium enrichment of horticultural crops. Molecules, 22(6): 933.

Sheikhi, H., Nicola, S., Delshad, M. and Bulgari, R. 2024. Sodium selenate biofortification, through seed priming, on dill microgreens grown in two different cultivation systems. Frontiers in Plant Science, 15: 1474420.

Takeda, T., Kondo, K., Ueda, K. and Iida, A. 2016. Antioxidant responses of selenium-enriched broccoli sprout (*Brassica oleracea*) to paraquat exposure. Biomedical Research on Trace Elements, 27(1): 8–14.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Selenium is more effectively applied through root feeding rather than foliar application to enhance the growth and biofortification of lettuce under different nitrogen levels

Hossein Sheikhi[1], Mojtaba Delshad[1*], Mesbah Babalar[1], Kamahldin Haghbeen[2], Sasan Aliniaeifard[3] and Silvana Nicola[4]

1. Horticultural Sciences Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Department of Agricultural Biotechnology, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, Tehran, Iran
3. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Abu Raihan), University of Tehran, Tehran, Iran
4. Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA), University of Turin, Grugliasco, Italy

Corresponding Author: delshad@ut.ac.ir

Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the major greenhouse vegetables consumed worldwide. The foliar or root applications of selenium at low concentrations offers numerous benefits, including crop enrichment and potential enhancement of plant quality. This study investigated the effects of selenium, administered through root and foliar applications (0, 5, and 10 µM selenium selenate) under different levels of nitrogen in the nutrient solution (92.2 and 208 mg/L) on the growth and biofortification of lettuce. The results indicated that selenium acted as a significant growth promoter. Furthermore, the findings revealed that the root application of selenium was more effective than foliar application in promoting growth. Biofortification of lettuce with 5 and 10 µM selenium through root application was achievable and did not exceed the recommended selenium levels.

Keywords: Biofortification, Greenhouse crops, Lettuce, Selenium.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر بیوچار بر خصوصیات بیوشیمیایی ارقام مختلف توت‌فرنگی در کشت هیدروپونیک

نرگس عالی[۱]، ناصر عالم زاده انصاری[۱*] و سید مرتضی زاهدی[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
۳- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *ansari_n@scu.ac.ir*

چکیده

توت‌فرنگی یکی از محصولات با ارزش در عرصه کشاورزی است که امروزه با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته گلخانه‌ای در اقصی نقاط دنیا کشت می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی برخی صفات بیوشیمیایی در میوه سه رقم توت‌فرنگی شامل کاماروس، پاروس و سان‌آندریاس در سیستم کشت بدون خاک انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد بیوچار با نسبت ۵ درصد وزنی و شاهد بدون بیوچار بود. شاخص‌های مهمی چون آنتی‌اکسیدان، فنل و فلاونوئید پس از رسیدن اولین میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد که فنل و فلاونوئید تحت تأثیر ارقام قرار گرفتند. رقم سان‌آندریاس بالاترین میزان فنل و فلاونوئید را به خود اختصاص داد و رقم پاروس بیشترین میزان آنتوسیانین را داشت. بیشترین میزان آنتوسیانین و فلاونئید را بسترهای بابیوچار به خود اختصاص دادند. رقم پاروس کشت شده در بستر بیوچار و رقم سان‌آندریاس کشت شده در بستر بیوچار و رقم سان‌آندریاس کشت شده در بستر بدون بیوچار به ترتیب بیشترین میزان آنتوسیانین، فنل و فلاونوئید را به خود اختصاص دادند. این پژوهش نشان می‌دهد که بیوچار باگاس نیشکر می‌تواند به عنوان یک اصلاح کننده مفید در کشت هیدروپونیک توت‌فرنگی استفاده شود و به ویژه باعث افزایش آنتوسیانین‌ها در توت‌فرنگی شود. همچنین، نتایج بر اهمیت انتخاب نوع مناسب توت‌فرنگی برای دستیابی به کیفیت مطلوب میوه تأکید دارند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، بیوچار، سیستم بسته، فلاونوئید، فنل، هیدروپونیک.

مقدمه

توت‌فرنگی به دلیل خواص حسی لذت بخش، از جمله رنگ قرمز روشن، عطر شیرین و طعم دلپذیر، بسیار ارزشمند است و حاوی مقادیر قابل توجهی ویتامین C، ترکیبات پلی فنلی و سایر آنتی‌اکسیدان هاست که فواید سلامتی مختلفی را ارائه می‌کند (Newerli-Guz et al., 2023). در دهه‌های اخیر ارقام مختلفی با تفاوت در عملکرد، شکل ظاهری، تحمل به تنش‌های محیطی معرفی شده است. توت‌فرنگی به دلیل تنوع ژنوتیپی و طیف وسیعی از سازگاری‌های محیطی، پرفروش‌ترین محصول میوه در سراسر جهان است.

کشت بدون خاک اخیراً به عنوان روشی نوید بخش برای پرورش محصولات باغی و زراعی مطرح شده است. این روش امکان کشت محصولات با دوره رشد کوتاه را در طول سال، با نیاز کمتر به زمین و نیروی کار، به ویژه در مناطق با منابع محدود آب یا خاک فراهم می‌کند. با افزایش جمعیت جهان، نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر می شود. از آنجا که کشاورزی مصرف آب بالایی دارد، بهبود کارایی مصرف آب ضروری است. کشت بدون خاک یکی از روش هایی است که کارایی آب را افزایش می‌دهد. این روش به دو گروه اصلی سیستم های باز و بسته تقسیم می‌شود. در سیستم هیدروپونیک باز محلول غذایی از طریق نازل به گیاه داده می‌شود و سپس از گلدان خارج می‌شود. در سیستم بسته، محلول پس از استفاده جمع‌آوری و بازیافت می‌شود. در این روش یک پمپ محلول غذایی را به اول سیستم هدایت می‌کند و سپس محلول غذایی تحت نیروی ثقل به طرف مخزن ذخیره محلول حرکت می‌کند. رشد و پرورش توت‌فرنگی در سامانه‌های هیدروپونیک بسته امکان‌پذیر است اما موانعی در مقایسه با سامانه‌های باز وجود دارد که باید مورد بررسی و کنترل قرار گیرد. تجمع ترشحات ریشه می‌تواند باعث سمیت شود و رشد و متابولیسم ریشه را مختل کند. این امر منجر به افزایش سطح الکترولیت و فعالیت پراکسیداسیون لیپید در ریشه‌ها می‌شود (Zhen et al., 2004). بیوچار، ماده‌ای غنی از کربن و متخلخل، از زباله‌های آلی و لجن فاضلاب تولید می‌شود. با ظرفیت بالای جذب مواد مغذی و آب، سازگاری با تغییرات اقلیمی، کاهش مصرف آب و کود، و بهبود رشد گیاه، راه‌حلی مناسب برای باغبانی است.

ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن شامل محتوای کربن بالا، ظرفیت تبادل کاتیونی، و سطح ویژه بالاست. بیوچار به عنوان جاذب ایده‌آل در کشاورزی، مواد شیمیایی و ترشحات گیاهان آللوپاتیک را جذب می‌کند (Videgain-Marco et al., 2021).

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر بیوچار باگاس نیشکر بر برخی صفات بیوشیمیایی ارقام مختلف توت‌فرنگی در شرایط کشت هیدروپونیک انجام شد. آزمایش در مجتمع گلخانه‌ای و آزمایشگاه تجزیه کیفی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی، با ارتفاع تقریبی ۲۰ متر از سطح دریا صورت گرفت. دوره آزمایش از آبان تا اردیبهشت، به مدت حدود ۱۸۰ روز، ادامه یافت. شرایط محیطی گلخانه شامل میانگین دمای روزانه/شبانه ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و شدت نور ۱۴۰۰۰ لوکس بود. سه رقم تجاری توت‌فرنگی شامل کاماروسا، پاروس و سان آندریاس در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند. بستر کشت متشکل از کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی ۵۰:۵۰ در گلدان‌های دو لیتری بود. سیستم کشت به صورت هیدروپونیک بسته و بدون خاک طراحی شد، با استفاده از محلول غذایی هوگلند و آرنون با غلظت ۷۵ درصد. بیوچار مورد استفاده از باگاس نیشکر تهیه شد و در دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس فرآوری گردید. این بیوچار به میزان ۵ درصد وزنی به بستر کشت اضافه شد. برای بهینه‌سازی مصرف آب و مواد غذایی، سیستم زهکشی برای بازیافت محلول غذایی تعبیه شد. همچنین، EC و pH محلول غذایی به طور منظم کنترل و تنظیم می‌شد. آبیاری روزانه به میزان ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌لیتر به ازای هر بوته انجام می‌گرفت. در انتهای آزمایش همزمان با رسیدن میوه‌ها نمونه‌های میوه جهت بررسی‌های برخی صفات بیوشیمیایی جمع آوری شدند.

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها، فرآیند استخراج شامل وزن ۰/۱ گرم نمونه میوه تازه و افزودن ۱۰۰ میکرولیتر متانول ۸۰ درصد بود. سپس نمونه به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای ۴ درجه سانتیگراد و سپس سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه نگهداری شد. سپس مایع رویی جمع آوری شد. دو محلول بافر با مقادیر pH مختلف برای تعیین محتوای آنتوسیانین تهیه شد. اندازه‌گیری جذب در طول موج های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه میکروپلیت خوان پس از ۲۰ تا ۵۰ دقیقه پس از افزودن ۴۰ میکرولیتر عصاره میوه و ۱۶۰ میکرولیتر بافر انجام شد (Lee et al., 2005).

برای اندازه‌گیری میزان فلاونوئید در عصاره، ۸۵ میکرولیتر آب مقطر با ۲۰ میکرولیتر عصاره میوه و ۵ میکرولیتر از ۵ درصد (w/v) NaNO2 مخلوط شد. پس از ۶ دقیقه، ۱۰ میکرولیتر از AlCl3·6H2O (w/v) ده درصد اضافه شد و پس از ۵ دقیقه، ۳۵ میکرولیتر NaOH اضافه شد. سپس، ۲۰ میکرولیتر آب اضافی اضافه شد، و جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر با استفاده از یک میکروپلیت خوانده شد (INNO, (LTEK, Seongnam, Korea (Dou et al., 2018).

برای اندازه‌گیری فنول یک گرم از میوه با ۱۰ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد همگن شد و سپس به مدت دو ساعت شیک شد و پس از آن، نمونه‌ها با دور ۶۰۰۰ در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. برای اندازه‌گیری فنل کل، ۱۰۰ میکرلیتر عصاره در فالکن ۱۵ میلی‌لیتری ریخته شد و با یک میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد رقیق سازی گردید (۱:۱۰ رقیق سازی شد). از عصاره رقیق شده به میزان ۲۵۰ میکرولیتر برداشته و به آن ۲/۵ میلی‌لیتر معرف Folin–Ciocalteu (w/v) ده درصد و ۲ میلی‌لیتر Na_2CO_3 ۱ مولار اضافه شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند و پس از آن میزان جذب استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV- 1201, Shimaduz, Japan) در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد (McDonald et al., 2001). در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹.۴ و مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد رقم توت‌فرنگی بر میزان فنل و فلاونوئید به ترتیب در سطح پنج و یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت، اما بر آنتوسیانین تأثیر معنی‌داری نداشت. استفاده از بیوچار تأثیر معنی‌داری بر میزان آنتوسیانین در سطح یک درصد داشت، اما بر فنل و فلاونوئید تأثیر معنی‌داری نداشت و اثر متقابل بین رقم و بیوچار برای هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۱).

نتایج مقایسات میانگین نشان داد رقم پاروس بیشترین میزان آنتوسیانین را داشت. رقم سان‌آندریاس بیشترین میزان فنل و فلاونوئید را نشان داد. بستر بدون بیوچار میزان آنتوسیانین بیشتری نسبت به بستر با بیوچار داشت. کاربرد بیوچار ۵٪ منجر به افزایش به ترتیب میزان آنتوسیانین و فلاونوئید شد اما فنل را ۲/۱۲ درصد کاهش داد و درکل این تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

این نتایج نشان می‌دهد که انتخاب رقم مناسب توت‌فرنگی می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر میزان ترکیبات فنولی داشته باشد، در حالی که استفاده از بیوچار باگاس نیشکر تأثیر کمتری بر این صفات دارد. نتایج نشان می‌دهد که هم عوامل ژنتیکی (تفاوت‌های رقم) و هم عوامل محیطی (کاربرد بیوچار) می‌توانند بر ترکیب بیوشیمیایی توت‌فرنگی‌های رشد یافته در سیستم‌های هیدروپونیک تأثیر بگذارند. تغییرات قابل توجه در پارامترهای بیوشیمیایی در بین ارقام، اهمیت فاکتورهای ژنتیکی را در تعیین کیفیت میوه برجسته می‌کند. به عنوان مثال، به نظر می رسد سان‌آندریاس انتخاب خوبی برای تولید توت‌فرنگی با محتوای فنل و فلاونوئید بالا است. آنتوسیانین‌ها مسئول رنگ قرمز توت‌فرنگی هستند و با فواید سلامتی مختلفی همراه بوده اند. افزایش ۲۰ درصدی محتوای آنتوسیانین با کاربرد بیوچار نشان می‌دهد که این اصلاح کننده می‌تواند جذابیت بصری و ارزش غذایی توت‌فرنگی را افزایش دهد (De Tender et al., 2021). استفاده از بیوچار نیز در بهبود در دسترس بودن و جذب مواد مغذی، به ویژه پتاسیم، که به افزایش سنتز آنتوسیانین معروف است تأثیر گذار است (Yu et al., 2023). در مطالعه‌ای در گیاهان جو تحت تنش کادمیوم، ترکیبی از تیمار بیوچار و اسید اسکوربیک به طور قابل توجهی فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها را افزایش داد (Yaseen et al., 2021). با این حال، در مطالعه دیگری بر روی کاهوی قرمز کشت شده به روش هیدروپونیک، تأثیر بیوچار بر محتوای آنتوسیانین بسته به تیمار خاص متفاوت بود (Mohd Rosli et al., 2023).

نتایج نشان داد که ترکیب انتخاب رقم مناسب با کاربرد بیوچار می‌تواند یک استراتژی برای افزایش ویژگی‌های کیفی خاص در توت‌فرنگی‌های کشت‌شده هیدروپونیک باشد. به عنوان مثال، استفاده از ارقام پاروس یا کاماروسا با بیوچار می‌تواند محتوای آنتوسیانین را به حداکثر برساند، در حالی که سان‌آندریاس می‌تواند برای محتوای کلی فنول و فلاونوئید بالاتر انتخاب شود.

جدول ۱- اثرات بیوچار باگاس نیشکر بر آنتوسیانین، فنل وفلاونوئید میوه سه رقم تجاری توت‌فرنگی تحت سیستم کشت هیدروپونیک بسته.

	آنتوسیانین (mg 100g^{-1}FW)	فنل (mg GAE g^{-1}FW)	فلاونوئید (mg 100g^{-1}FW)
رقم			
کاماروسا	۶۳/۲۴± ۱۰/۰۰ ab	۴۶/۵۸± ۴/۱۰ b	۲/۹۷± ۰/۶۰ b
پاروس	۶۵/۳۴± ۸/۱۰ a	۴۴/۶۵± ۲/۹۰ b	۲/۶۵± ۰/۷۰ b
سان‌آندریاس	۵۴/۲۱± ۷/۸۰ b	۵۱/۴۷± ۳/۳۰ a	۴/۸۲± ۰/۵۰ a
بیوچار			
بستر بدون بیوچار	۵۵/۲۹± ۶/۴۰ b	۴۸/۰۲± ۴/۴۰	۳/۳۴± ۱/۲۰
بستر با بیوچار	۶۶/۵۷± ۹/۶۰ a	۴۷/۰۰± ۴/۶۰	۳/۶۲± ۱/۱۰
بیوچار× رقم			
بستر با بیوچار× رقم کاماروسا	۷۰/۵۹±۵/۷۰ ab	۴۴/۳۱± ۱/۵۰ b	۳/۵۳±۰/۴۰ a
بستر با بیوچار × رقم پاروس	۷۲/۴۸±۴/۶۰ a	۴۴/۴۳±۲/۷۰ b	۲/۶۲±۰/۹۰ b
بستر با بیوچار × رقم سان‌آندریاس	۵۶/۶۶±۸/۶۰ bc	۵۲/۲۸±۳/۲۰ a	۴/۷۳±۰/۷۰ a
بستر بدون بیوچار × رقم کاماروسا	۵۵/۹۰±۷/۷۰ c	۴۸/۸۵±۴/۵۰ ab	۲/۴۲±۰/۲۰ b

بستر بدون بیوچار × رقم پاروس	۵۸/۲۰±۲/۵۰ bc	۴۴/۸۶±۳/۱۰ b	۲/۶۸± ۰/۴۰ b
بستربدون بیوچار×رقم سان‌آندریاس	۵۱/۷۶± ۶/۰۰ c	۵۰/۶۶± ۳/۲۰ ab	۴/۹۲± ۰/۴۰ a
سطح معنی داری			
رقم	ns	*	**
بیوچار	**	ns	ns
رقم × بیوچار	ns	ns	ns
ضریب تغییرات	۱۲/۳۴	۸/۰۶	۱۶/۸۰

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد، مقادیر نشان دهنده میانگین ± انحراف استاندارد سه تکرار مستقل هستند (n=3). در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

منابع

De Tender, C., Vandecasteele, B., Verstraeten, B., Ommeslag, S., Kyndt, T. and Debode, J. 2021. Biochar-enhanced resistance to *Botrytis cinerea* in strawberry fruits (but not leaves) is associated with changes in the rhizosphere microbiome. Frontiers in Plant Science, 12: 700479.

Dou, H., Niu, G., Gu, M. and Masabni, J. G. 2018. Responses of sweet basil to different daily light integrals in photosynthesis, morphology, yield, and nutritional quality. HortScience, 53: 496–503.

Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., Maucieri, C., Nicoletto, C., Junge, R., Schmautz, Z., Sambo, P. and Borin, M. 2018. Hydroponic systems and water management in aquaponics: A review. Agronomy, 13(1): 1–11.

McDonald, S., Prenzler, P. D., Autolovich, M. and Robards, K. 2021. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry, 73: 73–84.

Rosli, Noor Sharina Mohd, Rosazlin Abdullah, Jamilah Syafawati Yaacob, and Raja Balqis Raja Razali. "Effect of biochar as a hydroponic substrate on growth, colour and nutritional content of red lettuce (*Lactuca sativa* L.)." Bragantia 82 (2023): e20220177.

Newerli-Guz, J., Śmiechowska, M., Drzewiecka, A. and Tylingo, R. 2023. Bioactive ingredients with health-promoting properties of strawberry fruit (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne). Molecules, 28(6): 2711.

Videgain-Marco, M., Marco-Montori, P., Martí-Dalmau, C., Jaizme-Vega, M. D. C., Manyà-Cervelló, J. J. and García-Ramos, F. J. 2021. The effects of biochar on indigenous arbuscular mycorrhizae fungi from agroenvironments. Plants, 10(5): 950.

Yaseen, S., Amjad, S. F., Mansoora, N., Kausar, S., Shahid, H., Alamri, S. A., ... and Datta, R. 2021. Supplemental effects of biochar and foliar application of ascorbic acid on physio-biochemical attributes of barley (*Hordeum vulgare* L.) under cadmium-contaminated soil. Sustainability, 13(16): 9128.

Yu, P., Qin, K., Niu, G. and Gu, M. 2023. Alleviate environmental concerns with biochar as a container substrate: A review. Frontiers in Plant Science, 14: 1176646.

Zhen, W. C., Cao, K. Q., Dal, L. and Zhang, X. Y. 2004. Simulation of autotoxicity of strawberry root exudates under continuous cropping. Plant Ecology, 28(6): 828–832.

Studying the effect of biochar on biochemical properties of different strawberry cultivars in hydroponic cultivation

Narges aali[1], naser Alemzadeh Ansari[1*] and Seyed Morteza Zahedi[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shshid Chamran University of Ahvaz, ahvaz, Iran
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
Corresponding Author: ansari_n@scu.ac.ir

Abstract

Strawberry is one of the valuable crops in agriculture that is currently cultivated worldwide using advanced greenhouse techniques. This study was conducted to evaluate certain biochemical traits in the fruits of three strawberry cultivars—Camarosa, Paros, and San Andreas—under a soilless cultivation system. The experimental treatments included the application of biochar at a rate of 5% (w/w) and a control treatment without biochar. Key parameters such as antioxidant capacity, total phenolic content, and flavonoid content were assessed after the ripening of the first fruit. The results showed that phenolic and flavonoid contents were significantly affected by the cultivars. The San Andreas cultivar exhibited the highest levels of phenolics and flavonoids, while the Paros cultivar had the highest anthocyanin content. The highest levels of anthocyanins and flavonoids were observed in substrates containing biochar. Specifically, the Paros cultivar grown in a biochar substrate, San Andreas grown in a biochar substrate, and San Andreas grown without biochar exhibited the highest levels of anthocyanins, phenolics, and flavonoids, respectively. The findings indicate that sugarcane bagasse biochar can be used as an effective amendment in hydroponic strawberry cultivation, particularly in enhancing anthocyanin content. Additionally, the results highlight the importance of selecting appropriate strawberry cultivars to achieve optimal fruit quality.

Keywords: Floriculture, Plant propagation, Pomology, Postharvest physiology, Vegetable crops.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سیلیکون فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی را در ناحیه ریزش جوانه گل پسته تقویت می‌کند

مینا بیاناتی[۲،۱]، موسی رسولی[۱*] و نصیبه ابرو کافکاس[۳]

۱- گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج، ایران.

۳- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه چوکوروا، آدنا، ترکیه.

*نویسنده مسئول: *mousarasouli@gmail.com*

چکیده

ریزش گل یک فرآیند فیزیولوژیکی بسیار برنامه‌ریزی شده است که ارتباط نزدیکی با عملکرد گیاهان باغی دارد. ریزش جوانه گل در پسته یکی از مشکلاتی است که هر در ساله باغ‌های پسته رخ می‌دهد. سیلیکون به عنوان یک ریز مغذی با اثر بر سیستم آنتی‌اکسیدانی در جهت کاهش اثر تنش‌های محیطی موثر است و می تواند پدیده ریزش را در گیاه کاهش دهد، اگرچه اطلاعات کمی در خصوص اثر سیلیکون در کاهش ریزش اولیه و ثانویه در پسته وجود دارد. لذا در این پژوهش اثر سیلیکون با کاربرد کودی با نام تجاری سیتام (۷۰ درصد سیلیسیم کلSiO_2) در غلظت های (صفر، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) بصورت محلولپاشی در ارقام تجاری "اکبری" و "فندقی" در سال "آور" و ۵۵ روز پس از گلدهی کامل در ناحیه ریزش جوانه گل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نوع رقم، غلظت سیلیکون و اثرات متقابل رقم و سیلیکون بر روی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز موثر است. بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح ۵ میلی گرم در لیتر سیلیکون و در رقم اکبری (۱/۳ نانومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) بدست آمد و بیشترین فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز به ترتیب در رقم "اکبری" و "فندقی" با کاربرد ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر سیلیکون اندازه گیری شد و کمترین فعالیت آن (۰/۹۹ میکرومول در میلی‌گرم پروتئین) در شاهد رقم "فندقی" بود. همچنین، بیشترین محتوای کربوهیدرات محلول(۰/۵۶ میلی گرم در گرم وزن تازه) در ۱۰ میلی گرم در لیتر سیلیکون در رقم "اکبری" بدست آمد. بنابراین محلولپاشی سیلیکون می‌تواند فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی و محتوای کربوهیدرات در ناحیه ریزش جوانه گل را افزایش و در کاهش ریزش موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: پسته، ریزش، سال‌آوری، سوپراکسید دیسموتاز، سیلیکون.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یک محصول مهم اقتصادی در ایران است. ایران یکی از بزرگترین تولیدکننده پسته در جهان با ۴۸۰۰۰۰ تن پسته است و ترکیه با ۱۴/۰۸ درصد از تولید پسته کل جهان یکی دیگر از کشورهای مهم تولید کننده این محصول است (Şimşek and Gülsoy,2017). یک مشکل کلیدی در تولید این محصول پدیده ریزش است. با وجود تلاش و مدیریت پسته کاران برای جلوگیری از ریزش جوانه پسته، متاسفانه این مشکل در بسیاری از مناطق هر ساله اتفاق می‌افتد. ریزش جوانه‌های گل زمانی رخ می‌دهد که انتقال هورمون‌های کلیدی و ایجاد توازن هورمونی از برگ به جوانه‌های گل مختل شده و این عدم توازن منجر به تشکیل لایه ریزش(Abscission Zone) شده و در نهایت جوانه پسته می‌ریزد. ریزش جوانه پسته در دو مرحله انجام می‌شود که مرحله اولیه در اواخر بهار به مدت ۵-۶ هفته و مرحله دوم در ۵-۶ هفته از اوایل تا اواسط تابستان رخ می‌دهد. با این حال، پژوهش‌ها در مورد شروع تشکیل لایه ریزش در هر فاز مشخص نیست (Khezri et al., 2020).

سیلیس (Si) یا سیلیکون به عنوان یک عنصر سودمند برای رشد و توسعه گیاه شناخته شده است. اثرات مفید Si در کاهش تنش‌های زیستی (مانند پاتوژن‌های گیاهی و آفات) و غیر زیستی (مانند خشکی، شوری، سمیت فلزی و عدم تعادل غذایی) در چندین گیاه مشاهده شده است. عنصر سیلسیم حلقه‌ای گمشده در برنامه‌های کوددهی و تغذیه‌ای گیاهان می باشد و دارای فواید بسیاری برای گیاه است، از جمله

سبب تقویت دیواره سلولی و قابلیت ارتجاعی سلول شده و مقاومت‌های مکانیکی گیاه را افزایش می‌دهد. استفاده از کودهای تقویتی سیلیکات پتاسیم که خاصیت سیلیکاتی دارند، برای حفظ عملکرد اقتصادی گیاهان به ویژه پسته ضروری و قابل توجیه است و محلول پاشی سیلیکات پتاسیم درصد سقط جنین را در شرایط عادی به میزان ۱۲ درصد و در شرایط برگ کمتر از استاندارد (۱۰ برگ برای هر خوشه پسته) به میزان ۲۶ درصد کاهش داده است (علی یاری و همکاران،۲۰۱۵). گیاهان مکانیسم‌های حفاظتی را از طریق تجمع اسمولیت‌هایی مانند پرولین، قندهای محلول و یک سیستم آنتی‌اکسیدانی که شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز، گلوتاتیون‌ردوکتاز و آسکوربات پراکسیداز در برابر تنش‌ها بکار می‌برند. گزارشات نشان می‌دهد که در گیاهان، سیلیکون می‌تواند تأثیر متفاوتی بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز (CAT) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) داشته باشند و این اثرها به غلظت، دسترسی زیستی، نوع گیاه، و شرایط محیطی بستگی دارد(Bayanati et al., 2023). با این حال، یافته‌ها در مورد اثر Si بر کاهش پدیده ریزش و تأثیر آن بر سیستم آنتی‌اکسیدانی در ناحیه ریزش در پسته و سایر گیاهان هنوز ناکافی است. لذا به جهت درک مکانیسم اثر سیلیکون بر سیستم آنتی اکسیدانی در طی ریزش اولیه جوانه گل پسته به منظور کاهش خسارت اقتصادی این پژوهش انجام شد.

مواد و روش‌ها

آماده سازی مواد گیاهی

این آزمایش در باغ ۱۵ ساله واقع در شهرستان آبیک، استان قزوین انجام شد. ارقام تجاری "اکبری" و "فندقی" با غلظت‌های مختلف سیلیس در سطوح صفر (شاهد)، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در "سال آور- ON " محلولپاشی شدند. کود سیلیس پودری با نام تجاری سیتام (۷۰درصد سیلیسیم کلSiO_2) جهت محلولپاشی مورد استفاده قرار گرفت. این ارقام تجاری با غلظت‌های مختلف سیلیس در ۱۴ روز پس از گلدهی کامل (علی یاری و همکاران ، ۱۳۹۴) محلولپاشی شدند. بر اساس مطالعات گوندسلی (۲۰۱۷)، لایه‌های ریزش گل (AZs) ۴۵ روز پس از گلدهی کامل (DAFB) آغاز می‌شود و در روز ۵۵ تکمیل می‌شود. نمونه ها بین ساعت ۰۸:۰۰ صبح تا ۱۰:۰۰ صبح در فاز اول(۴۵ روز پس از گلدهی کامل) جمع‌آوری شدند، سپس داخل تانک ازت مایع به آزمایشگاه منتقل و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی

به منظور استخراج و اندازه گیری آنزیم‌ها، نمونه‌های برداشت شده (ناحیه تشکیل لایه ریزش) به خوبی کوبیده شده سپس ۰/۵ گرم از پودر آسیاب شده به میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری منتقل شد و با افزودن یک میلی‌لیتر از بافر استخراج، نخست ورتکس شده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۴۰۰۰دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، سانتریفیوژ شدند. پس از اتمام سانتریفوژ، عصاره رویی برای بررسی فعالیت پراکسیداز از طول موج ۴۷۰ نانومتر طبق روش هامر چیمیت (۱۹۸۲) استفاده شد. فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز طبق روش بیر و

فریدوویچ (۱۹۸۷) انجام شد و فعالیت این آنزیم به صورت فتومتریک بررسی شد. همچنین برای اندازه گیری فعالیت کاتالاز از روش نظری و همکاران (۲۰۱۲) استفاده شد. اندازه گیری کربوهیدرات محلول بر طبق روش اشلگل (۱۹۵۶) انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

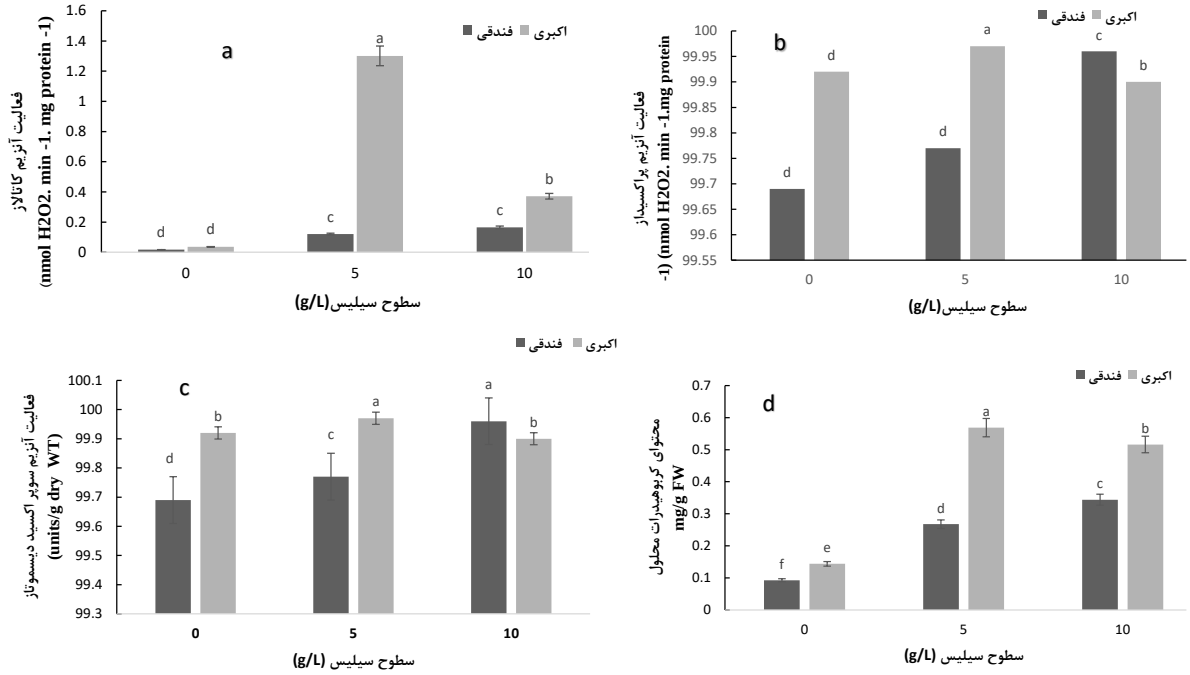
آزمایش به صورت فاکتوریل دو عامله که عامل اول رقم در دو سطح و عامل دوم تیمار کودی در سه سطح بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و چهار خوشه در هر شاخه انجام شد. تکرار از هر تیمار برای هر درخت با چهار شاخه اعمال شد.. داده‌های برداشت شده از اندازه‌گیری‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده نوع رقم، سطح سیلیس و اثر متقابل رقم و سیلیس بر روی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی داری بود. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بین ارقام "اکبری" و "فندقی" در میزان فعالیت آنزیم کاتالاز تفاوت وجود دارد. بر اساس نتایج اثرات متقابل، بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح سیلیس ۱۰ میلی گرم در لیتر و در رقم "اکبری" (۱/۳ نانومول در دقیقه در میلی گرم پروتئین) بدست آمد (شکل a.۱). با توجه به شکل (b.۱) بین رقام "اکبری" و "فندقی" از نظر میزان فعالیت انزیم پراکسیداز تفاوت وجود دارد و بیشترین محتوای آنزیم پراکسیداز (۹۹/۹۶ نانومول در میلی‌گرم پروتئین) در رقم "اکبری" مشاهده شد. با توجه به نمودار اثر متقابل (شکل c.۱) بیشترین فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز به ترتیب در رقم "اکبری" و "فندقی" با کاربرد ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر سیلیس مشاهده شد و کمترین فعالیت آن در شاهد رقم "فندقی" (۰/۹۹ میکرومول در میلی‌گرم پروتئین) بود. کاربرد سطوح متفاوت سیلیس (صفر، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) در محتوای کربوهیدرات محلول اثر گذار بود، بطوریکه بر اساس نتایج اثرات متقابل، بیشترین محتوای کربوهیدرات محلول (۰/۵۶ میلی گرم در گرم وزن تازه) در سطح

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سیلیس ۱۰ میلی گرم در لیتر در رقم اکبری و کمترین محتوای آن در رقم "فندقی" (۰/۰۹میلی گرم در گرم وزن تازه) در تیمار شاهد (سیلیس= صفر) بدست آمد (شکل d.۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر کاربرد سطوح مختلف سیلیکون (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز (a)، پراکسیداز (b)، سوپراکسید دیسموتاز (c) و محتوای کربوهیدرات محلول (d) در لایه ریزش جوانه گل ارقام پسته "اکبری" و "فندقی".

پژوهش‌های صورت گرفته روی دانهال‌های پسته نشان می‌دهد که سیلیکون باعث افزایش میزان فعالیت آنزیمهایی پاداکسایندهای همچون کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) ،گایاکول پراکسیداز (GPX) و آلترناتیو اکسیداز (AOX) تحت شرایط تنش خشکی می‌شود و فعالیت این آنزیمها به نوبه خود باعث کاهش ROS و در نتیجه کاهش پراکسیداسیون لیپیدها و ناپایداری غشاءهای سلولی می‌شود (Bayanati et al., 2023). با توجه به نتایج بدست آمده محلول پاشی سیلیکون می‌تواند باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در ناحیه جدا شده دمبرگ، کاهش محتوای گونه‌های اکسیژن فعال شود. با توجه به نتایج بدست آمده غلظت مناسب سیلیکون می‌تواند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را تقویت کند، محتوای گونه‌های اکسیژن فعال را کاهش دهد و احتمالا وقوع ریزش گل را به تاخیر بیندازد. از مهمترین دلایل افزایش هیدرات‌های کربن با کاربرد سیلیس، افزایش نسبت ساکارز به نشاسته، تخریب نشاسته و در نهایت کاهش انتقال ساکارز به خارج از برگ گونه های مختلف که منجر به افزایش قند محلول می‌گردد. محمودی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش دادند که کابرد نانو ذرات سیلیس منجر به افزایش کربوهیدرات‌های محلول در نهال بنه شده است. کاربرد سیلیس در زعفران (کرمانی و امیر آبادی، ۱۴۰۰) و توت فرنگی (یوسفی و اثنی عشری، ۱۳۹۸) بر محتوای کربوهیدرات محلول موثر بوده است. بر اساس نتایج بدست آمده سیلیکون دارای اثر مثبتی بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دارد و می‌تواند فعالیت کاتالاز و سوپر اکسید دیسموتاز در ناحیه ریزش جوانه گل در پسته افزایش دهد، همچنین با افزایش محتوای کربوهیدرات در ناحیه ریزش در ارقام مورد مطالعه در با اثر بر هورمون‌ها، تامین انرژی و فشار سلولی در کاهش تشکیل لایه ریزش موثر باشد.

منابع

علی‌یاری، الف.، دشتبان، ع. و حکم‌آبادی، ح. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای سیلیس و سیلیکات پتاسیم بر روی برخی ارقام پسته در منطقه دامغان. همایش ملی رهیافت‌های علمی در صنعت طلای سبز، پسته، دامغان.

کرمانی، م. و امیرمرادی، ش. ۱۴۰۰. اثر غلظت و تعداد دفعات محلول‌پاشی سیلیس بر خصوصیات کمی و کیفی زعفران. زراعت و فناوری زعفران، ۹(۴): ۳۲۳–۳۴۱.

Bayanati, M., Mohammad Al-Tawaha, A. R., Bayanati, M., Rasouli, M. and Asgari, B. 2023. Conferring drought and salinity stress tolerance in horticultural crops by Si application. Silicon, 15: 5833–5843.

Beyer Jr, W. F. and Fridovich, I. 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: Some large consequences of minor changes in conditions. Analytical Biochemistry, 161(2): 559–566.

Gundesli, M. A., Kafkas, S., Guney, M. and Kafkas, N. E. 2020. Identification of the profile of endogenous cytokinin-like compounds during different plant growth stages and their effects on flower bud abscission in pistachio vera L. Folia Horticulturae, 32(1): 21–35.

Khezri, M., Heerema, R., Brar, G. and Ferguson, L. 2020. Alternate bearing in pistachio (*Pistacia vera* L.): A review. Trees, 34: 855–868.

Nazari, M., Maali Amiri, R., Mehraban, F. H. and Khaneghah, H. Z. 2012. Change in antioxidant responses against oxidative damage in black chickpea following cold acclimation. Russian Journal of Plant Physiology, 59: 183–189.

Schlegel, H. G. 1956. Die Verwertung organischer Säuren durch Chlorella im Licht. Planta, 47: 510–520.

Şimşek, M. and Gülsoy, E. 2017. A review on organic pistachio growth and development opportunities in Turkey. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 4(1): 89–93.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Silicon Regulates the Activity of the Antioxidant System in the Abscission Zone in Flower Buds of Pistachio

Mina Bayanati[1,2], Mousa Rasouli[1*] and Nesibe Ebru Kafkas[3]
1. Department of Horticultural Sciences Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
2. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute (HSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Çukurova, Balcali, Adana 01330, Turkey
[*]*Corresponding Author: mousarasouli@gmail.com*

Abstract

Flower bud abscission in pistachio is a common issue that occurs annually in pistachio orchards. Silicon, a micronutrient known for its impact on the antioxidant system, can help reduce the effects of environmental stresses and potentially decrease the drop phenomenon in plants. However, there is limited information available on the effects of silicon in reducing primary and secondary drop in pistachio plants .Therefore, this study aimed to investigate the impact of different silicon concentrations (0, 5, and 10 mg/L) applied as a foliar spray on commercial cultivars “Akbari” and “Fandoghi” during the "ON" year, specifically 55 days after full flowering in the abscission zone. The results indicated that the cultivar type, silicon concentration, and the interaction between cultivar and silicon played a significant role in the activity of catalase, peroxidase, and superoxide dismutase enzymes .The highest catalase enzyme activity was observed at 10 mg/L silicon in the “Akbari” cultivar (1.3 nmol/min/mg protein), while the highest superoxide dismutase enzyme activity was found in the “Akbari” and “Fandoghi” cultivars with 5 and 10 mg/L silicon, respectively. The lowest activity was noted in the control cultivars. Additionally, the highest soluble carbohydrate content (0.56 mg/g FW) was recorded at 10 mg/L silicon in “Akbari” cultivar. In conclusion, silicon spraying has the potential to enhance the activity of the antioxidant system and increase carbohydrate content in the flower bud abscission zone, ultimately reducing abscission.

Keywords: Abscission, Alternative bearing, Pistachio, Silicon, Superoxide dismutase.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول‌پاشی هیدروسولفید سدیم بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط کم محلول‌دهی

انمار محمد عبدالعزیز[۱]، حمید حسن‌پور[۱]، کریم منداحکی[۱*] و محیا دولت‌خواه[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، ارومیه، ایران
نویسنده مسئول: *karim.manda1995@gmail.com*

چکیده

توت‌فرنگی (*Fragaria× ananassa*) متعلق به خانواده Rosaceae، جزء میوه‌هایی است که به دلیل عطر، طعم و ارزش غذایی بالا مصرف زیادی در سراسر دنیا دارد. استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی باعث هدر رفت کود و در نتیجه افزایش هزینه‌های تولید می‌شود. در این پژوهش تأثیر هیدروسولفید سدیم بر خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط کم محلول‌دهی در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار و صفات عملکرد، اسید آسکوربیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که برخی از صفات اندازه‌گیری شده تحت تنش کم محلول‌دهی، کاهش یافتند، اما استفاده از تیمار هیدروسولفید سدیم این صفات را بهبود بخشید. تیمار هیدروسولفید سدیم عملکرد میوه را در شرایط کم محلول‌دهی افزایش دادند. بطور کلی نتایج نشان داد که تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار هیدروسولفید سدیم بیشترین تأثیر مثبت را در شرایط کم محلول‌دهی بر بوته‌های توت‌فرنگی داشت. همچنین مشخص شد که افزایش کیفیت و عملکرد توت‌فرنگی‌های سابرینا کشت شده در شرایط هیدروپونیک تحت شرایط تنش کم محلول‌دهی به همراه هیدروسولفید سدیم امکان پذیر است.

کلیدواژه ها: اسید آسکوربیک، کاتالاز، مواد شیمیایی، هیدروپونیک.

مقدمه

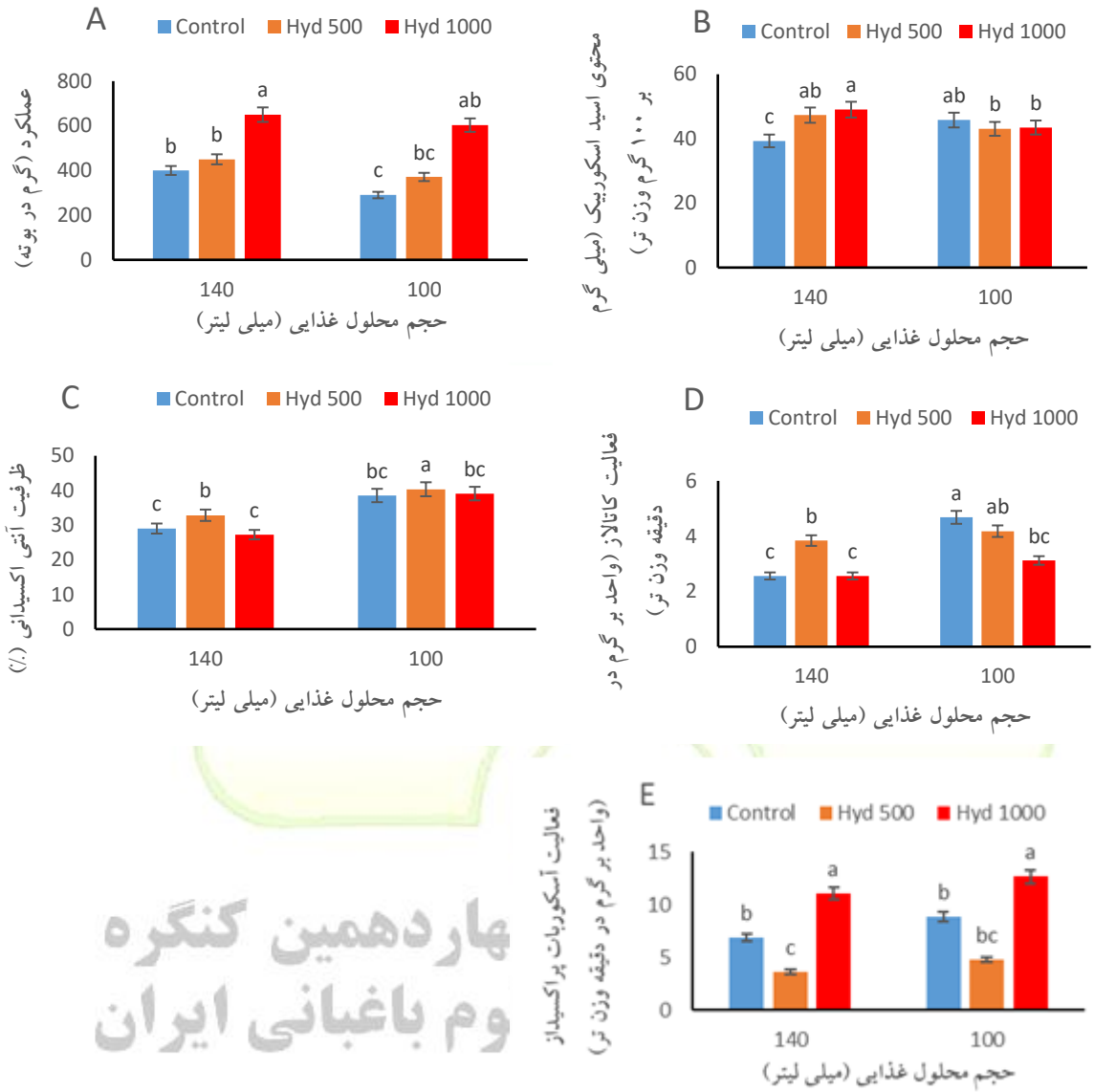
توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*) از خانواده Rosaceae می‌باشد، این میوه یک میوه محبوب با مواد مغذی غنی و طعم لذیذ است (منداحکی و حسن‌پور، ۱۴۰۴). توت‌فرنگی به دلیل طعم شیرین، معطر و مواد مغذی غنی مانند پلی‌فنول‌ها، آنتوسیانین‌ها و ویتامین ث به طور گسترده مصرف می‌شود و آن را به یکی از محبوب‌ترین میوه‌ها در تجارت بین المللی تبدیل می‌کند (Wang *et al.*, 2022). یکی از راه‌های افزایش رشد و عملکرد میوه‌ها استفاده از تکنیک‌های جدید مواد شیمیایی می‌باشد (Manda-Hakki and Hassanpour, 2024). هیدروسولفید سدیم در غلظت‌های پایین خود، نقش‌های تنظیمی چند منظوره در گیاهان دارد و به عنوان یک مولکول سیگنال از طریق فعل و انفعالات ردوکس خود عمل می‌کند، همچنین در طیف گسترده‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیکی و رشدی در گیاهان، از جوانه زنی بذر و اندامزایی ریشه تا پیری نقش دارد (Oulomi *et al.*, 2024). استفاده از ترکیبات جدیدی از قبیل هیدروسولفید سدیم در حفظ کیفیت محصولات باغباتی تحت شرایط تنش‌های زیستی و غیرزیستی بیشتر مطرح شده است. این ترکیب تولید گاز سولفید هیدروژن می‌کند که در فرآیندهای مختلف مانند کاهش تنش اکسیداتیو و مهار پیری اثر دارد (Oulomi *et al.*, 2024). در مطالعه‌ای تأثیر کاربرد سولفید هیدروژن انار رقم "ملس ساوه" مشخص شد که میوه‌های تیمار شده دارای بیشترین تجمع فنل و فلاونوئید کل بودند و در نتیجه منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شدند (کشاورز افشار، ۱۳۹۷).کم محلول‌دهی یکی از تنش‌های جدی غیر زنده است که رشد، نمو و تولید را محدود می‌کند و روی فیزیولوژی و مکانیسم‌های بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارد، بنابراین این شاخص می‌تواند کیفیت میوه را بهبود و غلظت ترکیبات وابسته به طعم و مواد فیتوشیمیایی را افزایش دهد (Dehghanipoodeh *et al.*, 2018). پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که کم آبیاری توت‌فرنگی می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را به طور قابل توجهی در میوه رسیده افزایش دهد (رفیعی پور، ۱۳۹۵). با توجه به هزینه تولید توت‌فرنگی در گلخانه‌ها، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر برگی هیدروسولفید سدیم در شرایط کم محلول‌دهی برای بهبود خصوصیات کیفی و آنتی‌اکسیدانی و افزایش عملکرد میوه توت فرنگی رقم سابرینا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انجام شد. نشاءهای توت‌فرنگی پس از تهیه به گلخانه گروه علوم باغبانی، در گلدان‌های پلاستیکی با نسبت ۱:۱ (کوکوپیت و پرلایت)، کشت شدند. این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور شامل: هیدروسولفید سدیم (هر هفته یک بار) در دو سطح (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار) و شاهد و محلول غذایی شامل عناصر میکرو و ماکرو در دو سطح (۱۰۰، ۱۴۰ میلی لیتر) به صورت یک روز در میان انجام شد. میوه‌هایی که ۷۰ درصد رسیده بودند جهت انجام آزمایشات بیوشیمیایی برداشت شدند. عملکرد کل بوته شامل متوسط وزن میوه‌ها با ترازوی حساس مدل Candg 1300 با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد، میزان آسکوربیک اسید عصاره میوه بر اساس کاهش رنگ ۲،۶ دی کلرو فنل ایندوفنل (DCPIP)، ظرفیت آنتی‌آکسیدانی میوه با روش DPPH، برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز از روش (Manda-Hakki and Hassanpour., 2024) و آسکوربات پراکسیداز از روش (Manda-Hakki and Hassanpour, 2024) استفاده شد. داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله نرم‌افزار SAS آنالیز شده و به منظور مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. همچنین نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نمودارها اثر متقابل تیمار سدیم هیدروسولفید و محلول غذایی در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد ، اسید اسکوربیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز داشت. بطوری‌که بیشترین میزان عملکرد (۶۵۰ گرم در بوته) در تیمار ۱۰۰ میکرومولار هیدروسولفید سدیم و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان عملکرد (۲۹۰ گرم در بوته) در تیمار شاهد و محلول غذایی ۱۰۰ میلی لیتر، بیشترین میزان اسید آسکوربیک (۴۹/۰۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) در تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار هیدروسولفید سدیم و در محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان (۳۹/۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) در تیمار شاهد و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر، بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۴۰/۳۴ ٪) در تیمار ۵۰۰ میکرومولار هیدروسولفید سدیم و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان (۲۷/۲۵) در تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار هیدروسولفید سدیم و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر، بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۴/۶۸ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) در تیمار شاهد و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیترو کمترین میزان آن در تیمار شاهد (۲/۵۶ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر و بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (۱۲/۶۶ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) در تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار هیدروسولفید سدیم و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان آن (۳/۶۵ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) در تیمار ۵۰۰ میکرومولار هیدروسولفید سدیم و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر مشاهده شد. هیدروسولفید سدیم به وسیله روش‌های مختلف از قبیل کمک به تنظیم اسمزی سلولی، مهار رادیکال‌های آزاد از قبیل گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) ، حفظ یکپارچگی غشاء سلولی و تثبیت فعالیت آنزیم‌ها و پروتئین‌ها، گیاهان تحت تنش‌ها را محافظت می‌کنند (Talukder et al., 2018). مطالعات قبلی نشان داده است که کاربرد هیدروسولفید سدیم موجب حفظ مقدار اسید آسکوربیک میوه گوجه‌فرنگی در طول دوره تنش نسبت به شاهد گردیده است و این امر می‌تواند به دلیل فعال کردن سیستم آنتی‌اکسیدانی طی دوره تنش باشد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۷). در پژوهشی که به منظور بررسی مکانیسم‌های دفاعی، از طریق اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان انجام گرفت، نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز را افزایش داد (کبیری و همکاران، ۱۳۹۲). در این پژوهش نیز فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در شرایط تنش کم محلول‌هی افزایش پیدا کرد و با گزارش فوق مطابقت دارد.



شکل ۱– مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدروسولفید سدیم و حجم محلول غذایی بر عملکرد (A)، اسید آسکوربیک (B)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (C)، فعالیت آنزیم کاتالاز (D) و فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (E) میوه توت‌فرنگی.

منابع

رفیعی‌پور، م.، غلامی، م. و ساری‌خانی، ح. ۱۳۹۵. اثر تنش کم‌آبی و برخی عناصر غذایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم کاماروسا. پایان‌نامه دکتری تخصصی، دانشکده علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۴۵ ص.

کبیری، ر.، نصیبی، ف. و فرح‌بخش، ح. ۱۳۹۲. مطالعه برخی پارامترهای اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی در گیاه سیاه‌دانه در شرایط کشت هیدروپونیک. انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران، ۲(۳): ۱۱–۱۹.

کشاورز افشار، ف. ۱۳۹۷. تأثیر پس از برداشت فنیل‌آلانین و سولفید هیدروژن بر خصوصیات بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم ملس ساوه در طول انبار سرد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۹۰ ص.

مرادی، م.، رضوی، ف.، ربیعی، و. و سلیمانی‌اقدم، م. ۱۳۹۷. تأثیر تیمارهای پس از برداشت گاماآمینوبوتیریک‌اسید و فنیل‌آلانین بر کیفیت و خواص آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی رقم ازمیر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان.

منداحکی، ک. و حسن‌پور، ح. ۱۴۰۴. تأثیر تیمار پس از برداشت ال–گلوتاتیون بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا در طی انبار سرد. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۲۱(۱): ۱۱۹–۱۳۲.

Dehghanipoodeh, S., Ghobadi, C., Baninasab, B., Gheysari, M. and Shiranibidabadi, S. 2018. Effect of silicon on growth and development of strawberry under water deficit conditions. Horticultural Plant Journal, 4(6): 226–232.

Manda-Hakki, K. and Hassanpour, H. 2024. Effect of L-glutathione treatment on biochemical properties, antioxidant capacity and antioxidant enzymes activity in strawberry fruits during storage. Heliyon, 10: e38046.

Oloumi, H., Maleki, M., Habibipour, L. and Lotfi, S. 2024. Foliar application of NaHS alleviates Cd toxicity in soybean plants through regulation of glutathione metabolism. Plant Stress, 11: 100363.

Talukder, M. R., Asaduzzaman, M., Tanaka, H. and Asao, T. 2018. Light-emitting diodes and exogenous amino acids application improve growth and yield of strawberry plants cultivated in recycled hydroponics. Scientia Horticulturae, 239: 93–103.

Wang, J., Wei, L., Yan, L., Zheng, H., Liu, Ch. and Zheng, L. 2022. Effects of postharvest cysteine treatment on sensory quality and contents of bioactive compounds in goji fruit. Food Chemistry, 366: 1–8.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of sodium hydrosulfide foliar spraying on some quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruit of Sabrina cultivar under low solubility conditions

Anmar Mohammad Abulaziz[1], Hamid Hassanpour[2], Karim Manda-Hakki[3*] and Mahya Dolatkhah[4]
2- Department of Horticultural Sciences, Urmia University, Urmia
Corresponding Author: karim.manda1995@gmail.com

Abstract

Strawberry (*Fragaria×ananassa*) belongs to the Rosaceae family and is one of the fruits that is widely consumed worldwide due to its aroma, flavor and high nutritional value. Excessive use of chemical fertilizers causes fertilizer waste and consequently increases production costs. In this study, the effect of sodium hydrosulfide on the quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruit of Sabrina cultivar under low-solubility conditions was investigated in a factorial experiment based on a completely randomized design with 3 replications and the yield traits, ascorbic acid, antioxidant capacity and the activities of antioxidant enzymes catalase and ascorbate peroxidase were investigated. The results showed that some of the measured traits decreased under low-solubility stress, but the use of sodium hydrosulfide treatment improved these traits. Sodium hydrosulfide treatment increased fruit yield under low-solubility conditions. Overall, the results showed that 1000 µM sodium hydrosulfide treatment had the most positive effect on strawberry plants under low-solubility conditions. It was also found that increasing the quality and yield of Sabrina strawberries grown in hydroponic conditions under low-solubility stress conditions with sodium hydrosulfide is possible.

Keywords: Ascorbic acid, Catalase, Chemicals, Hydroponics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر روش و مرحله کوددهی بر برخی خصوصیات برگ انگور یاقوتی

منصور فاضلی رستم‌پور[1*]، نادر محمدی‌نیا[1]، حسین بختیاری‌نیا[1] و خداداد دهمرده[1]

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

*نویسنده مسئول: *mansour_fazeli@yahoo.com*

چکیده

استفاده از مواد مغذی به مقدار مناسب و در زمان باعث افزایش راندمان مصرف کود و دستیابی به بهترین روش و زمان کاربرد عناصر آهن و روی و افزایش تولید و درآمد تاکداران می‌شود. این آزمایش بصورت فاکتوریل با پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی دو سال در ایستگاه تحقیقات زهک انجام شد. روش کوددهی شامل ۱- شاهد ۲- محلول‌پاشی عناصر روی و آهن ۳- چالکود عناصر روی و آهن ۴- چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن و مرحله کوددهی شامل ۱-تورم جوانه‌ها ۲- ظهور خوشه ۳- تغییر رنگ ۴- خزان فاکتورهای این آزمایش بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد عناصر روی و آهن باعث افزایش نسبت طول به عرض برگ، سطح برگ و دوام سطح برگ و کاهش سطح برگ ویژه انگور یاقوتی به‌طور معنی‌داری گردید. بطور کلی نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آهن و روی به‌صورت چالکود همراه با محلول‌پاشی در مرحله تورم جوانه‌ها باعث افزایش ۲۰/۸ درصدی دوام سطح برگ انگور یاقوتی نسبت به شاهد گردید.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، سطح برگ ویژه، ماندگاری سطح برگ، نسبت طول به عرض برگ.

مقدمه

وسعت زیادی از خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران به دلیل آهکی و قلیایی بودن دارای کمبود عناصر ریزمغذی، به ویژه روی و آهن می باشند (شریعتمداری و همکاران، ۱۳۹۰). خاک منطقه سیستان از نظر مواد آلی و عناصر غذایی ریزمغذی دچار فقر شدید و میانگین روی و آهن قابل جذب در اراضی شهرستان زهک و دشت سیستان به‌ترتیب ۰/۲ و ۳/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده که پایین‌تر از حد بحرانی است (پهلوان راد، ۱۳۹۷). مستشاری و همکاران (۱۳۹۵) حد بحرانی روی و آهن قابل جذب برای انگور را بترتیب یک و هشت میلی‌گرم در یک کیلوگرم خاک گزارش کردند. هرساله در اثر برداشت میوه و همچنین هرس، بخش قابل توجهی از عناصر تغذیه‌ای از تاک‌ها حذف می‌شوند (Karimi, 2017). نیاز انگور به مواد غذایی نسبت به سایر محصولات باغی کمتر، اما نسبت به کمبود ریزمغذی‌های روی، آهن، بور و منگنز حساس می‌باشد (مستشاری، ۱۳۹۱). با آگاهی از دوره‌های رشد رویشی گیاه و تشخیص حداکثر نیاز گیاه به عناصر غذایی ضروری، می‌توان عنصر غذایی را در زمان مناسب در اختیار گیاه قرارداده و درنتیجه کارایی مصرف کودهای گوناگون را افزایش داده و وضعیت تغذیه‌ای گیاه را بهتر نمود. در اوایل بهار که نیاز گیاه به مواد غذائی زیاد است، به علت گسترش محدود سیستم ریشه و همچنین سرما، جذب ضعیف بوده و مواد غذائی از طریق ریشه جذب نمی‌شود، همچنین در مراحل زایشی به علت رقابت اندام‌های زایشی برسر کربوهیدرات‌ها، رشد کم شده و محلول‌پاشی باعث کاهش رقابت می‌شود (وطن خواه و همکاران، ۱۳۹۵). عنصر روی نقش کلیدی در ساختار تعداد زیادی از آنزیم‌ها و پروتئین‌های مختلف داشته و در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین، اکسین و همچنین در بافت‌های فتوسنتزی وجود داشته، و جهت بیوسنتز کلروفیل مورد نیاز است (Kramer and Clemens, 2006). آهن یک عنصر ریز مغذی بسیار مهم است که در سنتز کلروفیل نقش داشته و از طریق افزایش فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها، کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد (Shi et al., 2018).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک واقع در منطقه سیستان طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ انجام شد. نتایج آزمون خاک نشان داد که بافت خاک در عمق ۳۰-۰ متوسط و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر سنگین می‌باشد. مقدار

کربن آلی خاک بسیار کم و همچنین مقدار عناصر فسفر، روی و آهن قابل جذب خاک کمتر از حد بحرانی است. آزمایش بصورت فاکتوریل با پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول روش کوددهی شامل ۱- شاهد یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن (Fm_1) ۲- محلول‌پاشی عناصر روی و آهن (Fm_2) ۳- چالکود عناصر روی و آهن (Fm_3) ۴- چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن (Fm_4) و فاکتور دوم مرحله کوددهی شامل ۱-تورم جوانه‌ها (Fs_1) ۲-ظهور خوشه (Fs_2) ۳-تغییر رنگ خوشه (Fs_3) ۴- خزان (Fs_4) بود. عناصر آهن و روی در حالت محلول‌پاشی به ترتیب ۳ و ۶ در هزار و در حالت چالکود به ترتیب ۲۰ و ۴۰ گرم برای هر تاک بود. در همه تیمارها از جمله شاهد کود دامی همراه با کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس براساس آزمایش خاک مصرف گردید. کودهای آهن و روی مورد استفاده در حالت محلول‌پاشی به ترتیب کودهای آهن کلات Fe-EDTA سیزده درصد و سولفات روی و در حالت چالکود بترتیب کودهای کلات آهن Fe-EDDHA شش درصد و سولفات روی بود. محلول‌پاشی با استفاده از دستگاه محلول پاش ۱۵ لیتری، صبح‌ها انجام و بعد از محلولپاشی باغ آبیاری شد. در روش چالکود دو چاله به قطر ۳۰ و عمق ۴۰ سانتی‌متر در قسمت انتهایی سایه انداز درخت و در مسیر عبور آب حفر شده و توسط مخلوط کودهای آلی و شیمیایی پر شد. برای اندازه‌گیری نسبت طول به عرض برگ با استفاده از خط‌کش طول و عرض برگ‌های گره‌های ۵-۴ و ۷-۸ در پایان هر مرحله از رشد اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری سطح برگ از هر تیمار از گره‌های ۵-۴ و ۷-۸، چهار برگ انتخاب شده و دو هفته قبل از شروع برداشت محصول، سطح برگ‌ها اندازه‌گیری و میانگین سطح برگ در هر تیمار تعیین گردید. سطح برگ ویژه از تقسیم سطح برگ به وزن خشک برگ در پایان هر مرحله از رشد اندازه‌گیری شد. برای محاسبه دوام سطح برگ، دوام برگ‌های گره‌های ۵-۴ و ۷-۸ برحسب روز از مرحله تورم جوانه تا برداشت اندازه‌گیری شد. جهت واکاوی آماری، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و با استفاده از رویه GLM انجام شد. تجزیه واریانس مرکب وقتی انجام شد که آزمون بارتلت همگنی واریانس‌ها را تایید نمود.

نتایج و بحث

نسبت طول به عرض برگ

اثر روش کوددهی، مرحله کوددهی و برهمکنش روش کوددهی × مرحله کوددهی بر نسبت طول به عرض برگ انگور یاقوتی معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین (۱/۳۲) و کم‌ترین (۱/۰۵) نسبت طول به عرض برگ انگور یاقوتی بترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه (Fm4×Fs2) و شاهد بود. نسبت طول به عرض برگ انگور یاقوتی در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه نسبت به تیمار شاهد ۲۰/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات نسبت طول به عرض برگ، سطح برگ، سطح برگ ویژه و ماندگاری سطح برگ انگور رقم یاقوتی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		نسبت طول به عرض برگ	سطح برگ	سطح برگ ویژه	دوام سطح برگ
سال(Y)	۱	۰/۰۲^{ns}	۷۵/۰۷*	۴/۶۴^{ns}	۹۴۹/۱۶^{ns}
سال در تکرار Y(r)	۳	۰/۰۰۴	۷/۲۰	۲۰۷۸	۸۰۱/۲۰
روش کوددهی (M)	۴	۰/۰۴**	۷۵/۶۳**	۱۳۹۲۸**	۲۲۶/۷۹**
Y×M	۳	۰/۰۰۲^{ns}	۴/۶۸*	۳۱۴۶*	۵۰/۸۷^{ns}
مرحله کوددهی (S)	۱۲	۰/۲۵**	۲۴/۴۹**	۲۴۵۴۱**	۱۸۱/۳۱*
M×S	۳	۰/۰۰۵**	۴/۰۹**	۳۴۵۴*	۱۹۲/۰۷*
Y×S	۹	۰/۰۰۳^{ns}	۶/۴۰**	۱۵۷^{ns}	۱۶/۶۱^{ns}
Y×M×S	۳	۰/۰۰۵ ^{ns}	۲/۴۸*	۳۷۴^{ns}	۱۵/۷۷^{ns}
Y×M×S(r)	۵۷	۰/۰۰۵	۱/۱۶	۹۹۵	۵۱/۴۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۲۶	۵/۳۷	۱۶/۰۳	۱۱/۲۳

$^{n.s}$، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲: برهمکنش روش و مرحله کوددهی بر صفات نسبت طول به عرض برگ، سطح برگ، سطح برگ ویژه و ماندگاری سطح برگ انگور رقم یاقوتی.

تیمارها		صفات			
روش کوددهی	مرحله کوددهی	نسبت طول به عرض برگ	سطح برگ	سطح برگ ویژه	دوام سطح برگ (روز)
F_{m1}	F_{s1}	۱/۰۵^{d}	۱۷/۳۱^{g}	۲۵۰^{a}	۵۹/۲۵^{c}
	F_{s2}	۱/۱۶^{bc}	۱۷/۸۲^{fg}	۲۴۵^{a}	۵۹/۶۷^{c}
	F_{s3}	۱/۱۷^{bc}	۱۷/۳۸^{g}	۲۴۴^{a}	۵۹/۵۱^{c}
	F_{s4}	۱/۰۷^{d}	۱۷/۲۳^{g}	۱۷۰^{de}	۵۸/۹۴^{c}
F_{m2}	F_{s1}	۱/۱۷^{bc}	۲۲/۷۴^{a}	۲۲۷^{ab}	۶۸/۴۶^{abc}
	F_{s2}	۱/۳۰^{a}	۲۱/۴۰^{bc}	۲۱۴^{abc}	۶۶/۴۲^{abc}
	F_{s3}	۱/۲۸^{a}	۲۰/۰۲^{cd}	۲۰۰^{bcd}	۶۴/۲۴^{abc}
	F_{s4}	۱/۱۵^{bc}	۱۸/۶۷^{ef}	۱۳۳^{ef}	۶۰/۵۰^{bc}
F_{m3}	F_{s1}	۱/۰۸^{d}	۲۲/۱۹^{ab}	۲۱۷^{abc}	۶۹/۶۰^{ab}
	F_{s2}	۱/۲۴^{ab}	۲۱/۳۷^{bc}	۲۱۰^{abcd}	۶۶/۳۱^{abc}
	F_{s3}	۱/۲۳^{ab}	۱۹/۵۷^{de}	۱۹۳^{bcd}	۶۲/۴۵^{abc}
	F_{s4}	۱/۱۴^{bc}	۲۰/۴۵^{cd}	۱۶۸^{de}	۶۱/۷۹^{abc}
F_{m4}	F_{s1}	۱/۱۱^{dc}	۲۳/۱۱^{a}	۱۸۱^{cd}	۷۱/۶۰^{a}
	F_{s2}	۱/۳۲^{a}	۲۱/۱۹^{bc}	۱۸۵^{cd}	۶۶/۴۵^{abc}
	F_{s3}	۱/۳۱^{a}	۲۰/۱۴^{cd}	۱۸۲^{cd}	۶۴/۷۴^{abc}
	F_{s4}	۱/۱۲^{cd}	۲۰/۶۳^{cd}	۱۲۶^{f}	۶۲/۰۰^{abc}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

Fm_1: شاهد یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن، Fm_2: محلول پاشی عناصر روی و آهن، Fm_3: چالکود عناصر روی و آهن و Fm_4: چالکود عناصر روی و آهن+محلول پاشی عناصر روی و آهن. Fs_1: تورم جوانه‌ها، Fs_2: ظهور خوشه، Fs_3: تغییر رنگ، Fs_4: اوائل پاییز.

سطح برگ

اثر سال، روش کوددهی، سال در روش کوددهی، مرحله کوددهی، برهمکنش روش کوددهی × مرحله کوددهی، سال در مرحله کوددهی و سال × روش کوددهی × مرحله کوددهی بر سطح برگ انگور یاقوتی معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین (۲۳/۱۱ سانتی‌متر مربع) و کم‌ترین (۱۷/۲۳ سانتی‌متر مربع) سطح برگ انگور یاقوتی بترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه (Fm4×Fs1) و شاهد بود. سطح برگ انگور یاقوتی در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه نسبت به تیمار شاهد ۲۵/۴۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

سطح برگ ویژه

اثر روش کوددهی، سال در روش کوددهی، مرحله کوددهی و برهمکنش روش کوددهی × مرحله کوددهی بر سطح برگ ویژه انگور یاقوتی معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین (۲۵۰) و کم‌ترین (۱۲۶) سطح برگ خاص انگور یاقوتی بترتیب در شرایط شاهد و چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ریزش برگ (Fm4×Fs4) و شاهد بود. سطح برگ ویژه انگور یاقوتی در شرایط

شاهد و چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ریزش برگ (Fm4×Fs4) نسبت به تیمار شاهد ۴۹/۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

دوام سطح برگ

اثر روش کوددهی، مرحله کوددهی و برهمکنش روش کوددهی × مرحله کوددهی بر ماندگاری سطح برگ انگور یاقوتی معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین (۵۹/۲۵) و کم‌ترین (۷۱/۶۰) دوام سطح برگ انگور یاقوتی بترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه (Fm4×Fs1) و شاهد بود. دوام سطح برگ انگور یاقوتی در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه (Fm4×Fs1) نسبت به تیمار شاهد ۲۰/۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد عناصر روی و آهن باعث افزایش نسبت طول به عرض برگ، سطح برگ و ماندگاری سطح برگ و کاهش سطح برگ ویژه انگور یاقوتی گردید. باتوجه به این که برگ‌ها اندام اصلی فتوسنتز کننده در گیاه هستند. سطح برگ مطلوب به عنوان یک منبع فیزیولوژیک کافی جهت استفاده از نور، باعث رشد و تولید مواد فتوسنتزی کافی و در نتیجه افزایش ماندگاری سطح برگ و سطح فتوسنتز کننده می‌گردد (Somkuwar et al., 2024). از طرف دیگر با توجه به نقشی که عنصر روی در تولید هورمون اکسین دارد، افزایش تولید این هورمون سبب افزایش سطح برگ می‌گردد (Swietlik, 2001). همچنین کاربرد آهن، باعث افزایش فتوسنتز، تولید کربوهیدرات‌ها، وزن خشک برگ و دوام برگ انگور می‌گردد (Shi et al., 2018). فراهمی آهن، باز شدن روزنه‌ها را افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص اسیمیلات بیشتر برای متابولیسم تولید قند در گیاه و افزایش نسبت طول به عرض برگ، سطح برگ، دوام سطح برگ و کاهش سطح برگ ویژه انگور یاقوتی شود (وطن خواه و همکاران، ۱۳۹۵). بطور کلی کاربرد کودهای آهن و روی به‌صورت چالکود همراه با محلول‌پاشی در مرحله تورم جوانه‌ها (F_{m4}× F_{s1}) باعث افزایش ۲۰/۸ درصدی ماندگاری سطح برگ انگور یاقوتی نسبت به شاهد گردید.

منابع

پهلوان‌راد، م. ۱۳۹۷. ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک با استفاده از روش‌های درختان تصمیم‌گیری تصادفی و زمین‌آماری در اراضی زهک دشت سیستان. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۷۲ ص.

مستشاری، م. ۱۳۹۱. تأثیر روش‌های مختلف کوددهی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی انگور در قزوین. پژوهشنامه کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۲): ۳۵–۳۹.

مستشاری، م.، خسروی‌نژاد، ع.، بایبوردی، ع.، بصیرت، م.، اخیانی، ع.، صدری، م. ح. و مجیدی، ع. ۱۳۹۵. مدیریت تلفیقی حاصلخیزی و تغذیه خاک در درختان انگور. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۳۲ ص.

وطن‌خواه، ا.، محمدخانی، ع.، هوشمند، س. و کیانی، ش. ۱۳۹۵. بررسی اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژی، کمیت و کیفیت میوه انگور رقم عسکری. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۶(۲۲): ۱۰۷–۱۱۹.

Karimi, R. 2017. Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. Scientia Horticulturae, 215: 184–194.

Kramer, U. and Clemens, S. 2006. Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. In: Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification. Springer. Berlin, Germany, 215–271.

Shi, P., Song, C., Chen, H., Duan, B., Zhang, Z. and Meng, J. 2018. Foliar applications of iron promote flavonoids accumulation in grape berry of *Vitis vinifera* cv. Merlot grown in the iron deficiency soil. Food Chemistry, 253: 164–170.

Somkuwar, R. G., Kakade, P., Dhemre, J. K. and Tutthe, A. S. 2024. Leaf retention affects photosynthetic activity, leaf area index, yield and quality of Crimson Seedless grapes. Journal of Advances in Biology and Biotechnology, 27(9): 123–130.

Swietlik, D. 2001. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, 594: 123–129.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Fertilization Methods and Stage on Leaf Traits of Yaghouti Grape (*Vitis vinifera* L.)

Mansour Fazeli Rostampour[1*], Nader Mohamadniya[1] and Hosein Bakhtiyariniya[1]
1. Horticultural crops research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran.
[*]*Corresponding Author: mansour_fazeli@yahoo.com*

Abstract

Appropriate and timely use of nutrients enhances fertilizer use efficiency, facilitates the optimization of application methods and timing for iron and zinc elements, and ultimately increases production and income for vineyard growers. The experiment was carried out in the form of factorial based on a randomized complete block design with three replications over two years at the Zahak Research Station. Fertilization methods included: 1- control (Fm1), 2- foliar spraying of zinc and iron (Fm2), 3- local placement method of zinc and iron (Fm3) and 4- local placement method of zinc and iron + foliar spraying of zinc and iron (Fm4) and fertilization stages included 1- bud swelling (Fs1), 2- emergence of bunch (Fs2), 3- verasion (Fs3) and 4- leaf fall (Fs4). The results of this experiment demonstrated that the application of zinc and iron significantly increased the leaf length-to-width ratio, leaf area, and leaf surface durability, while significantly decreasing the specific leaf area of Yaghuti grape. Application of zinc and iron increased the leaf length-to-width ratio, leaf area, and leaf area duration, while decreasing the specific leaf area in *Vitis vinifera* cv. Yaghouti. Overall, the results indicated that applying zinc and iron fertilizers through a combination of soil and foliar methods at the bud swelling stage led to a 20.8% increase in leaf area duration compared to the control.

Keywords: Leaf area, Leaf area duration, Leaf length-to-width ratio, Specific leaf area.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه تأثیر منابع مختلف کلسیم بر رشد و کیفیت گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای

ابوالفضل باروتکوب[۱]، محمدعلی حاج عباسی[۱] و مریم حقیقی[۲*]
۱- گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *mhaghighi@cc.iut.ac.ir*

چکیده

گوجه‌فرنگی به‌عنوان یکی از سبزی‌های میوه‌ای مهم در تغذیه بشر، نقش اساسی در تأمین مواد مغذی در سطح جهانی ایفا می‌کند. کلسیم به‌عنوان یک ماده مغذی کلیدی، برای محصولاتی مانند گوجه‌فرنگی شناخته شده است و حفظ سطح کافی آن در خاک، برای به حداکثر رساندن رشد و نمو گیاه، ضروری است. استفاده گسترده از کودهای شیمیایی کلسیم ممکن است منجر به عواقب زیست‌محیطی ناخواسته گردد؛ بنابراین، اعمال روش‌های نوین مدیریت کلسیم برای بهبود کارایی این عنصر در کشاورزی امری ضروری است. در این راستا، استفاده از نانو کودها می‌تواند به افزایش کارایی عناصر غذایی گیاه کمک کرده و نیاز به دفعات کود دهی را کاهش دهد. تحقیق حاضر به مقایسه کارآیی کودهای شیمیایی و نانو در تأثیرگذاری بر پارامترهای رشدی گوجه‌فرنگی پرداخته است. این پژوهش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌صورت طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل منابع مختلف کلسیم، ازجمله گروه شاهد (بدون کلسیم)، فسفات کلسیم با غلظت ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم، و نانو کلسیم با غلظت‌های ۵.۹۸ و ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم خاک بود. نتایج این پژوهش نشان داد که به‌طورکلی، کاربرد فسفات کلسیم با غلظت ۱۱.۹۶ و نانو کلسیم با غلظت ۵.۹۸ گرم بر کیلوگرم خاک، تأثیر بیشتری در بهبود صفات رشدی و فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی داشته‌اند. بنابراین، این یافته‌ها نشان می‌دهند که در مدیریت تغذیه گوجه‌فرنگی، استفاده از غلظت‌های مناسب نانو کلسیم می‌تواند تأثیر بیشتری بر بهبود رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه داشته باشد، و غلظت‌های بالا ممکن است اثرات معکوس داشته باشند. این موضوع اهمیت دقت در تعیین رویه‌های تغذیه مناسب برای دستیابی به حداکثر عملکرد گیاهان را به‌خوبی نمایان می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاهی، عملکرد، کشاورزی پایدار، نانو کودها.

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) ازجمله اعضای خانواده Solanaceae، یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در سطح جهانی به شمار می‌رود و جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی بشر دارد. این میوه غنی از کاروتنوئیدهایی ازجمله بتاکاروتن، لیکوپن و لوتئین است و حاوی ویتامین‌ها و ترکیبات فنولی نیز می‌باشد. این ترکیبات به خاصیت آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی کمک کرده و فواید مختلفی برای سلامتی انسان به ارمغان می‌آورند (Islam et al., 2023). با توجه به رشد روزافزون جمعیت در ایران، تقاضا برای گوجه‌فرنگی به‌طور مداوم در حال افزایش است، که این امر ضرورت استفاده از روش‌های مؤثر کشاورزی را برای تأمین نیازهای روزافزون غذایی برجسته می‌سازد. نقش کودها در افزایش بهره‌وری کشاورزی و بهبود کیفیت محصولات بسیار حیاتی است. کودها علاوه بر تأمین مواد مغذی ضروری برای رشد، تأثیر بسزایی بر عملکرد کلی محصولات دارند (Al-Ghazali et al., 2023). کمبود عناصر غذایی در خاک، که اغلب به دلیل کشت مداوم و مدیریت نادرست کودها ایجاد می‌شود، می‌تواند به کاهش تولید گوجه‌فرنگی منجر شود. لذا، کاربرد استراتژیک کودها برای غلبه بر این کمبودها و دستیابی به رشد مطلوب و سطوح بالای تولید ضروری است (Haider et al., 2024). در بین مواد مغذی، کلسیم به خاطر نقش کلیدی‌اش در بهبود عملکرد گوجه‌فرنگی از اهمیت خاصی برخوردار است. کلسیم با افزایش فتوسنتز، تسریع رشد و تقویت مقاومت در برابر بیماری‌ها در گیاهان، به‌خصوص در مرحله گیاهچه، نقش حیاتی ایفا می‌کند. کمبود کلسیم می‌تواند باعث کاهش اندازه برگ‌ها، نکروز و درنهایت افت عملکرد محصول شود (Haider et al., 2024).

با این‌حال، اتکای سنتی به کودهای شیمیایی منجر به آلودگی محیطی و چالش‌های زیست‌محیطی قابل‌توجهی شده است. مدیریت نادرست و دفع نامناسب این کودها می‌تواند به تثبیت مواد مغذی در خاک منجر شود و درنتیجه در دسترس بودن آن‌ها برای گیاهان را کاهش دهد (Abdel-Aziz et al., 2021). به‌منظور فائق آمدن بر این چالش‌ها و افزایش پایدار تولید محصولات، استفاده از نانو کودها به‌عنوان یک راه‌حل نوآورانه به نظر می‌رسد (Abdel-Aziz et al., 2021). نانو مواد و نانو کودها با فراهم آوردن مواد مغذی ضروری درزمانی که گیاهان بیشترین نیاز را دارند، مزایای قابل‌توجهی ارائه می‌دهند (Al-Ghazali et al., 2023). مطالعات اخیر Roosta و همکاران ۲۰۲۳ نشان می‌دهد که نانو ذرات فسفات کلسیم می‌توانند به‌عنوان محرک‌های جدید رشد و بهینه‌سازان استفاده از کود عمل کرده و به کشاورزی دقیق کمک کنند؛ به‌گونه‌ای که تلفات و تخریب محیط‌زیست را به حداقل برسانند. علاوه بر این، Verma و همکاران (۲۰۲۲) بیان کردند که توسعه ترکیبات مؤثر فعال‌کننده رشد، مانند نانو کودها، می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بازده کشاورزی را افزایش دهد. این افزایش احتمالاً به خاطر خواص فیزیکی و شیمیایی منحصربه‌فرد نانو ذرات، مانند اندازه کوچک و نسبت سطح به حجم بالا، است که توانایی متابولیسم گیاهان را بهبود می‌بخشد (Salama et al., 2024).

این مطالعه به بررسی اثر کود فسفات کلسیم به‌عنوان یک کود شیمیایی سنتی و نانو کلسیم به عنوان یک کود نانو بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و مشخصات فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی کشت شده در خاک رسی می‌پردازد. فرضیه اصلی این است که کاربرد این نانو کودها باعث بهبود دسترسی و جذب مواد مغذی در شرایط خاک رسی می‌شود و به‌تبع آن، رشد و بهره‌وری گیاه گوجه‌فرنگی افزایش می‌یابد. به‌طور خاص، این تحقیق به مقایسه کارآیی کودهای شیمیایی و نانو در تأثیرگذاری بر پارامترهای رشدی گوجه‌فرنگی خواهد پرداخت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌صورت طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل انواع مختلف منابع کلسیم بودند که به شرح زیر دسته‌بندی شدند:

۱- تیمار شاهد (بدون کلسیم)

۲- فسفات کلسیم: با غلظت ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم خاک

۳- نانو کلسیم: با دو غلظت ۵.۹۸ و ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم خاک

بذور گوجه‌فرنگی رقم No. 4129 Seminis در سینی‌های کشت حاوی مخلوط کوکوپیت و پرلیت (با نسبت ۵۰٪) کاشته شدند و به‌صورت هفتگی آبیاری شدند. فسفات کلسیم از شرکت مرک خریداری شد، درحالی‌که نانو کلسیم از قلم گوساله جوان تهیه و در پژوهشکده نانو فناوری دانشگاه صنعتی اصفهان سنتز شد. پس از آماده‌سازی، کودهای حاوی کلسیم به گلدان‌های حاوی خاک رسی اضافه شده و به‌خوبی مخلوط گردیدند. سپس نشاهای ۳-۴ برگی گوجه‌فرنگی در این خاک کشت شدند. حدود سه ماه بعد از کشت ، گیاهان گوجه‌فرنگی از هر گلدان خارج شده و به‌طور کامل با آب شسته شدند تا گل‌ولای و مواد زائد آن‌ها حذف گردد. سپس، با استفاده از یک چاقوی تیز، شاخساره و ریشه هر گیاه از هم جدا شده و هرکدام به‌صورت جداگانه با ترازوی دیجیتال وزن شدند. تعداد میوه‌ها با شمارش کل میوه‌های مشاهده‌شده بر روی هر بوته به دست آمد.

محتوای نسبی آب برگ با استفاده از روش López-Serrano (2019) و میزان کربوهیدرات با روش Alpuerto (2016) اندازه‌گیری شد. غلظت کلسیم در میوه‌ها پس از عصاره‌گیری از نمونه‌های خشک‌شده با استفاده از اسید کلریدریک ۱ نرمال، با دستگاه فلیم فتومتر (PFP7) تعیین گردید. داده‌ها با نرم‌افزار Statistix 8 تجزیه و تحلیل شدند و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد بررسی شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول اثرات تیمارها (جدول ۱)، مشاهده شد که وزن تر شاخساره و ریشه در تیمارهای حاوی فسفات کلسیم با غلظت ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم و نانو کلسیم با غلظت ۵.۹۸ گرم بر کیلوگرم نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. بااین‌حال،

تعداد میوه‌ها در تمامی تیمارهای حاوی کلسیم نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته است. کلسیم به‌صورت مستقیم در بهبود فتوسنتز نقش مؤثری ایفا می‌کند که این امر به افزایش تعداد برگ‌ها منجر می‌شود. به‌علاوه، کلسیم با فعال‌سازی آنزیم‌ها، فرآیند فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات‌ها را بهبود می‌بخشد (Farooq et al., 2023). افزایش پارامترهای موردمطالعه در گیاهان با استفاده از نانو ذرات اکسید کلسیم نیز ناشی از این واقعیت است که کلسیم در ساختار دیواره‌های سلولی گیاه نقش حیاتی دارد و در تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها مؤثر است (Farooq et al., 2023).همچنین، مواد نانومقیاس به دلیل نسبت بالای اندازه سطح به حجم، قابلیت حمل‌ونقل آسان‌تر در سیستم گیاه را تسهیل می‌کنند (Mustafa et al., 2021). در این راستا، این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت کلسیم در بهبود رشد گیاهی و تأثیرات مثبت آن در فرآیندهای بیوشیمیایی می‌باشند. با وجود عدم تفاوت معنی‌دار در تعداد میوه‌ها، ممکن است عوامل محیطی یا ژنتیکی در این موضوع نقش داشته باشند.

بیشترین غلظت کلسیم در میوه‌ها به ترتیب در تیمارهای فسفات کلسیم با غلظت ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم و نانو کلسیم با همان غلظت مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد افزایش قابل‌توجهی داشت. این نتایج با یافته‌های پژوهش Farooq و همکاران (۲۰۲۳) همسو است، که نشان دادند بالاترین مقدار کلسیم در گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تیمار نانو ذرات CaO به میزان ۷.۳۴ میلی‌گرم کلسیم بر گرم از بافت گیاه ثبت شده است. افزایش غلظت کلسیم در تیمارهای مورد استفاده در پژوهش ما، به‌احتمال‌زیاد به بهبود جذب کلسیم توسط گیاهان مرتبط است که ناشی از اثرات مثبت نانو ذرات بر افزایش سطح تماس و تسهیل در دسترسی به مواد مغذی می‌باشد.

همچنین، محتوای نسبی آب (RWC) و غلظت کربوهیدرات در برگ‌های گوجه‌فرنگی در تیمارهای فسفات کلسیم با غلظت ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم و نانو کلسیم با غلظت ۵.۹۸ گرم بر کیلوگرم خاک نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۱). مطابق با پژوهش Islam و همکاران (۲۰۲۳)، کاربرد خارجی Ca^{2+} تأثیر مثبتی بر RWC در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی داشت که احتمالاً به دلیل کاهش آسیب غشا و بهبود تعادل آب در سلول‌ها بود. کلسیم می‌تواند با حفظ تورم در سلول‌های نگهبان، به بهبود عملکرد روزنه‌ها و مدیریت بهتر تبادل گاز در گیاه کمک کند. این یافته‌ها نشان‌دهنده نقش برجسته کلسیم در افزایش محتوای آب و غلظت کربوهیدرات در برگ‌هاست و به‌طور غیرمستقیم نشان‌دهنده تأثیر مثبت آن بر بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاهان می‌باشد.

جدول ۱- اثر منابع مختلف کلسیم بر صفات رشدی و فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی.

منابع مختلف کلسیم	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	تعداد میوه در بوته	کلسیم میوه (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	کربوهیدرات برگ (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر)
بدون کلسیم (شاهد)	61.32 b	5.73 c	2.50 ab	0.05 b	66.43 b	4.39 b
فسفات کلسیم با غلظت ۱۱.۹۶ گرم بر کیلوگرم	101.10 a	13.78 a	3.01 a	0.06 a	70.26 a	5.11 a
نانو کلسیم با غلظت ۵.۹۸ گرم بر کیلوگرم	104.22 a	13.30 a	2.00 b	0.06 ab	66.94 ab	5.10 a
نانو کلسیم با غلظت ۱۱.۹۶گرم بر کیلوگرم	81.04 ab	12.18 b	2.50 ab	0.04 c	59.53 c	4.50 ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

bdel-Aziz, H. M. M., Soliman, M. I., Abo Al-Saoud, A. M. and El-Sherbeny, G. A. 2021. Waste-derived NPK nanofertilizer enhances growth and productivity of *Capsicum annuum* L. Plants, 10(6): 1144.

Al-Ghazali, Z. A. K. and Al-Zubaidy, S. A. A. H. 2023. Effect of combinations of chemical, nano-fertilizer and bio-fertilizer NPK on yield and quality traits of some bread wheat cultivars *Triticum aestivum* L. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1262(5): 052049.

Alpuerto, J., Hussain, R. M. F. and Fukao, T. 2016. The key regulator of submergence tolerance, SUB1A, promotes photosynthetic and metabolic recovery from submergence damage in rice leaves. Plant, Cell and Environment, 39: 672–684.

Farooq, A., Javad, S., Jabeen, K., Shah, A. A., Ahmad, A., Shah, A. N. and Abbas, A. 2023. Effect of calcium oxide, zinc oxide nanoparticles and their combined treatments on growth and yield attributes of *Solanum lycopersicum* L. Journal of King Saud University: Science, 35(5): 102647.

Haider, S. T. A., Anjum, M. A., Shah, M. N., Hassan, A. U., Parveen, M., Danish, S. and Alfarraj, S. 2024. Deciphering the effects of different calcium sources on the plant growth, yield, quality, and postharvest quality parameters of 'tomato'. Horticulturae, 10(9): 1003.

Islam, M. M., Jahan, K., Sen, A., Urmi, T. A., Haque, M. M., Ali, H. M., Siddiqui, M. H. and Murata, Y. 2023. Exogenous application of calcium ameliorates salinity stress tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and enhances fruit quality. Antioxidants, 12(3): 558.

López-Serrano, L., Canet-Sanchis, G., Vuletin Selak, G., Penella, C., San Bautista, A., López-Galarza, S. and Calatayud, Á. 2019. Pepper rootstock and scion physiological responses under drought stress. Frontiers in Plant Science,10: 38.

Mustafa, H., Ilyas, N., Akhtar, N., Raja, N. I., Zainab, T., Shah, T. and Ahmad, P. 2021. Biosynthesis and characterization of titanium dioxide nanoparticles and its effects along with calcium phosphate on physicochemical attributes of wheat under drought stress. Ecotoxicology and Environmental Safety, 223: 112519.

Roosta, H. R., Samadi, A. and Bikdeloo, M. 2023. Different cultivation systems and foliar application of calcium nanoparticles affect the growth and physiological characteristics of pennyroyal (*Mentha pulegium* L.). Scientific Reports, 13: 20334.

Salama, D. M., Osman, S. A., Mahmoud, S. H., El-Tanahy, A. M. M. and Abd El-Aziz, M. E. 2024. Improving the productivity and physiological characteristics of lettuce plants using spraying calcium as a nanofertilizer. Horticulturae, 10(11): 1157.

Verma, K. K., Song, X. P., Joshi, A., Tian, D. D., Rajput, V. D., Singh, M., Arora, J., Minkina, T. and Li, Y. R. 2022. Recent trends in nano-fertilizers for sustainable agriculture under climate change for global food security. Nanomaterials.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Comparative Effects of Different Calcium Sources on the Growth and Quality of Tomatoes in Greenhouse Conditions

Abolfazl Baroutkoob[1], Mohammad Ali Hajabbasi[1] and Maryam Haghighi[2*]
1. Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding Author: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

Abstract

Tomatoes, as one of the important fruit vegetables in human nutrition, play a crucial role in providing essential nutrients globally. Calcium, recognized as a key nutrient for crops like tomatoes, is vital for maximizing plant growth and development by maintaining adequate levels in the soil. The widespread use of chemical calcium fertilizers may lead to unintended environmental consequences. Therefore, implementing innovative calcium management methods to enhance the efficiency of this element in agriculture is essential. In this context, the use of nano fertilizers can improve the efficiency of plant nutrients and reduce the frequency of fertilization. This study compares the effectiveness of chemical and nano fertilizers on the growth parameters of tomatoes. It was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture at Isfahan University of Technology using a completely randomized design. The experimental treatments included various calcium sources, such as a control group (without calcium), calcium phosphate at a concentration of 11.96 grams per kilogram, and nano calcium at concentrations of 5.98 and 11.96 grams per kilogram of soil. The results of this research indicated that, overall, the application of calcium phosphate at a concentration of 11.96 grams and nano calcium at a concentration of 5.98 grams per kilogram of soil had a greater positive impact on the growth and physiological traits of tomatoes. Thus, these findings suggest that using appropriate concentrations of nano calcium can significantly enhance growth and physiological characteristics in tomato plants, while higher concentrations may have adverse effects. This emphasizes the importance of accurately determining suitable nutritional practices to achieve maximum plant performance.

Keywords: Plant nutrition, Performance, Sustainable agriculture, Nano fertilizers.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها روی برخی صفات عملکردی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

صمیرا احمدی پور[1*]، سجاد قبادی کنشتی[1]، فاطمه شاهرضایی[1] و شهاب خوش خوی[1]
۱- موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
*نویسنده مسئول: *ahmadipors@gmail.com*

چکیده

گیاه همیشه بهار از جمله گیاهان دارویی مهم است که تولید آن تحت تأثیر کاربرد عناصر ریزمغذی بهبود می‌یابد. این تحقیق به منظور بررسی اثر سولفات‌های آهن و روی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه همیشه بهار در سال ۱۴۰۳ در پارک شرقی مربوط به سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهری شهرداری کرمانشاه انجام گرفت. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای به کار رفته در این آزمایش شامل سولفات آهن در سه سطح صفر (شاهد)، ۱/۵ و سه در هزار و سولفات روی در سه سطح صفر (شاهد)، دو و چهار در هزار و ترکیب آنها بودند که به صورت محلول‌پاشی برگی در دو مرحله ساقه‌دهی و مرحله نزدیک به گلدهی به کار رفتند. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین ارتفاع بوته همیشه بهار ۴۹/۰۷ سانتی‌متر، طول ریشه ۱۹/۲۱ سانتی‌متر، متوسط تعداد سرشاخه در هر بوته۷/۶۷ عدد در تیمار محلول‌پاشی سه در هزار سولفات آهن به همراه چهار در هزار سولفات روی حاصل شد. بیشترین قطر ساقه و عملکرد دانه هم در تیمار محلول‌پاشی سه در هزار سولفات آهن به ترتیب ۲۷/۰۵ میلی‌متر، ۰/۴۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر و ۱۲۸۰/۱۱ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی چهار در هزار سولفات روی به ترتیب ۲۶/۳۹ میلی‌متر، ۰/۴۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر و ۱۱۷۶/۷۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بنابر نتایج حاصل شده، کاربرد ترکیبی از حداکثر غلظت به کار رفته (برای سولفات آهن سه در هزار و برای سولفات روی چهار در هزار) بیشترین اثر مثبت را بر صفات رشدی و عملکرد در گیاه همیشه بهار داشت.

کلمات کلیدی: خصوصیات مورفولوژی، سولفات آهن، سولفات روی، عملکرد، همیشه بهار.

مقدمه

همیشه بهار گیاهی است بوته‌ای و یکساله با نام علمی Calendula officinalis از خانواده Asteraceae در طراحی فضای سبز شهری به عنوان گیاهی زینتی کاربرد بسیاری دارد (دولتشاهی، ۱۳۸۳). همچنین از روغن دانه همیشه بهار در تهیه انواع پمادها، کرم‌ها و صابون‌های بهداشتی استفاده می‌شود (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۶). نوع پرپر و پرتقالی رنگ آن به جهت دارویی ارجح است، زیرا مواد موثره بیشتری دارد و در صنعت لوازم آرایشی از این گیاه برای نرم کردن پوست به صورت موضعی استفاده می‌شود (زمان، ۱۳۸۲). گل همیشه بهار خاکی حاصلخیز، دارای مواد آهکی کافی و زهکشی شده نیاز دارد (Kalhor et al., 2019). تولید گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل گوناگونی از جمله انواع کودها مثل ریزمغذی‌ها بهبود پیدا کند. عناصر آهن و روی از جمله سومین مواد مغذی محدودکننده رشد و نمو در گیاهان هستند (Zuo and Zhang, 2011). آهن از جمله عناصر ضروری کم مصرف و کم تحرک در گیاهان است و گیاهان در میان عناصر کم مصرف بیشترین احتیاج را به آهن دارند. آهن کاتالیزور بسیاری از آنزیم‌های فرایندهای اکسیداسیون و احیاء است و جهت سنتز کلروفیل مورد نیاز می‌باشد (تایز و زایگر، ۲۰۰۲). روی عنصر مهم در فعالیت آنزیم‌های حیاتی و تنظیم‌کننده‌های رشد است. کمبود روی به علت اثر نامطلوب بر بیوسنتز اکسین می‌تواند سبب کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه گردد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). کاربرد برگی عنصر روی باعث افزایش فتوسنتز، عملکرد، رشد اولیه گیاه، پروتئین دانه و تثبیت نیتروژن می‌شود (Ved et al., 2002). افزایش عملکرد ماده خشک با مصرف دو نوع کود ریز مغذی آهن و روی علل مختلفی دارد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین، افزایش غلظت کلروفیل، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی اشاره کرد (Alloway et al., 2004). اصولا مخلوط کردن عناصر ریزمغذی به صورت ترکیباتی معدنی با خاک به دلیل تثبیت شدن این عناصر با خاک سبب جذب کم آن‌ها می‌گردد و به لحاظ اقتصادی بسیار پرهزینه است و می‌توان از روش‌های جایگزین همچون محلول‌پاشی استفاده کرد. عناصر ریزمغذی نقش مهمی در تمایز

سلولی، رشد و استحکام دیواره سلولی دارند و باعث مقاومت گیاهان در برابر آفات و بیماری‌ها می‌گردند. و جذب ناکافی این عناصر به خصوص آهن باعث افت کیفی در محصولات می‌شود و محلول‌پاشی در این شرایط می‌تواند موثرترین روش مصرف باشد (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸). کمبود عناصر آهن و روی، به دلایل گوناگون می‌تواند مشاهده شود. از جمله حل‌شوندگی پایین عناصر کم مصرف، pH بالا و آهکی بودن خاک‌ها، کمبود مواد آلی خاک و وجود یون‌های بیکربنات در آب آبیاری می‌تواند از میزان جذب عناصر آهن و روی توسط گیاهان بکاهند (ملکوتی، ۱۳۷۹).

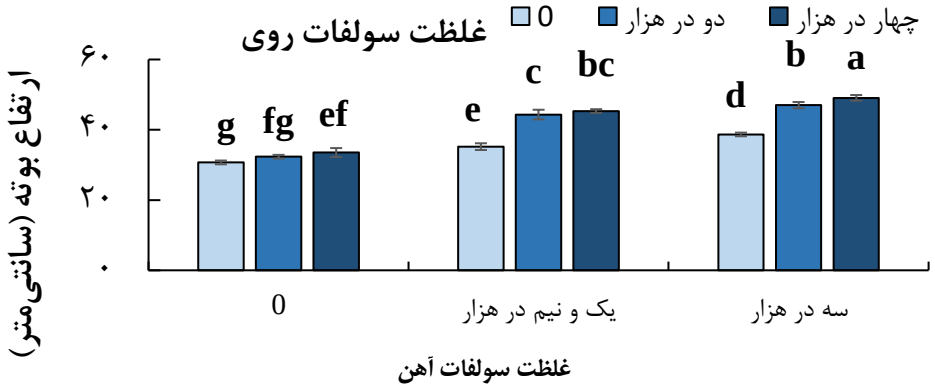
مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ در شهرستان کرمانشاه با موقعیت جغرافیایی ۴۷ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۳۶ متر از سطح دریا به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ۲۷ کرت هر کدام با ابعاد چهار مترمربع (۲*۲ متر) ایجاد شدند. فاصله بین ردیف ۵۰-۳۰ سانتی‌متر، فاصله کرت‌ها از هم یک متر و فاصله دو تکرار دو متر در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شامل پنج ردیف گیاه همیشه بهار و هر ردیف به طول دو متر بود. پس از مساعدشدن هوا در بهار در اوایل اردیبهشت ماه ۱۴۰۳، بذور به صورت ردیفی با فاصله ۵۰ * ۳۰ کشت شدند. بذور گیاه همیشه بهار (پاکوتاه پرپر تک رنگ نارنجی) از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. خاک از نوع شنی لومی رسی بود، نحوه آبیاری از نوع تیپ بود. در دو مرحله ساقه‌دهی و مرحله نزدیک به گلدهی، محلول‌پاشی صورت گرفت. گیاهان همیشه بهار با سولفات آهن (TIMAX)در سه سطح ۰، ۱/۵ و ۳ در هزار، سولفات روی (NESHEL)در سه سطح ۰، ۲ و ۴ در هزار و مخلوطی از آن‌ها به صورت محلول‌پاشی برگی تیمار شدند. در مرحله گلدهی کامل در اواخر خردادماه برداشت صورت گرفت. در هنگام برداشت، از وسط هر کرت به طور تصادفی از پنج بوته نمونه‌گیری صورت گرفت و صفات ارتفاع بوته، تعداد سرشاخه در هر بوته، قطر ساقه و عملکرد اندازه‌گیری شدند. ارتفاع بوته با خط‌کش با دقت ۰/۱ اندازه‌گیری و بر حسب سانتی‌متر بیان شد. قطر ساقه هم با کولیس اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌متر بیان گردید. از سطح خاک تا بالاترین نقطه رشد گیاه ارتفاع بوته و از سطح خاک تا پایین‌ترین قسمت ریشه، طول ریشه در نظر گرفته شد. برای تعیین عملکرد گل در هر کرت یک ردیف انتخاب و گله ادر مرحله رسیدگی برداشت و توزین شدند و عملکرد گل به صورت کیلوگرم در هکتار ثبت شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

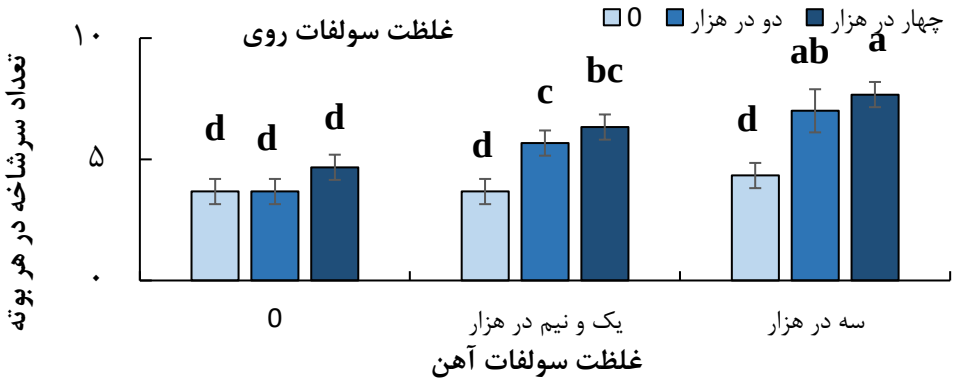
اثر ساده محلول‌پاشی سولفات آهن و اثر ساده محلول‌پاشی سولفات روی و اثر متقابل محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی هر سه در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته گیاه همیشه بهار معنی‌دار بودند. با توجه به نمودار ۱، بیشترین ارتفاع بوته همیشه بهار در تیمار محلول‌پاشی سه در هزار سولفات آهن به همراه چهار در هزار سولفات روی به دست آمد (۴۹/۰۷ سانتی‌متر) که به طور معنی‌داری از ارتفاع بوته در سایر تیمارهای محلول‌پاشی عدد بیشتری را نشان داد.



نمودار ۱- اثر متقابل تیمار محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر ارتفاع بوته گیاه همیشه بهار در سطح احتمال یک درصد

تعداد سرشاخه در هر بوته

اثر ساده محلول‌پاشی سولفات آهن و اثر ساده محلول‌پاشی سولفات روی و اثر متقابل محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی هر سه در سطح احتمال یک درصد بر تعداد سرشاخه در هر بوته گیاه همیشه بهار معنی‌دار شدند. همچنین بر طبق نمودار شماره ۲- بیشترین تعداد سرشاخه در هر بوته گیاه همیشه بهار در تیمار محلول‌پاشی سه در هزار سولفات آهن به همراه چهار در هزار سولفات روی به دست آمد (۷/۶۷ عدد) که گرچه با تعداد سرشاخه در هر بوته در تیمار محلول‌پاشی سه در هزار سولفات آهن به همراه محلول‌پاشی دو در هزار سولفات روی (۷ عدد) تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما از تعداد سرشاخه در هر بوته در سایر تیمارها بیشتر بود.



نمودار شماره ۲- اثر متقابل تیمار محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر تعداد سرشاخه در هر بوته گیاه همیشه بهار در سطح احتمال یک درصد

قطر ساقه

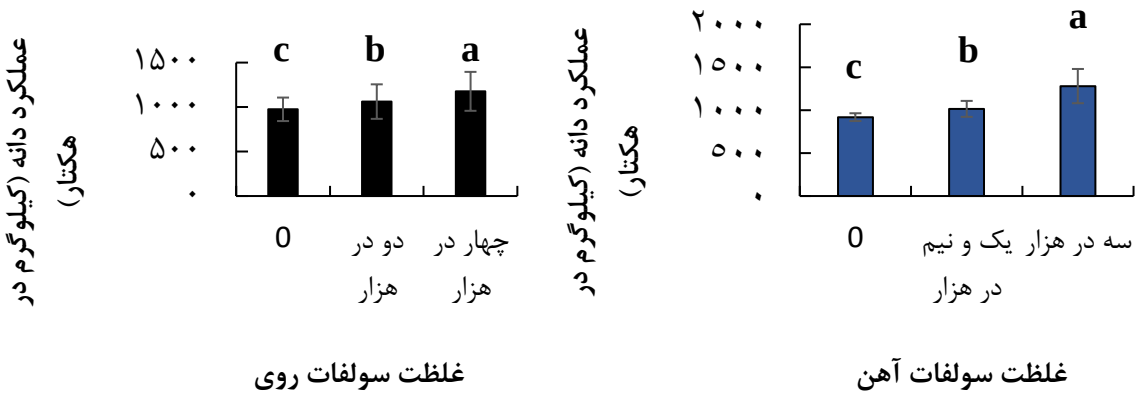
اثر ساده تیمار محلول‌پاشی سولفات آهن و اثر ساده تیمار محلول‌پاشی سولفات روی هر دو در سطح احتمال یک درصد بر میزان قطر ساقه گیاه همیشه بهار معنی‌دار شدند. بر اساس نمودارشماره ۳- بیشترین قطر ساقه در تیمار محلول‌پاشی سه در هزار سولفات آهن حاصل شد (۲۷/۰۵ میلی‌متر) که به طور معنی‌داری از قطر ساقه در تیمارهای صفر و یک و نیم در هزار سولفات آهن بیشتر بود.بر اساس نمودار شماره ۴- نیز بیشترین قطر ساقه در گیاه همیشه بهار در تیمار محلول‌پاشی چهار در هزار سولفات روی حاصل شد (۲۶/۳۹ میلی‌متر) که به گونه‌ای معنی‌دار از قطر ساقه در تیمار سطح صفر و دو در هزار سولفات روی عدد بیشتری را به خود اختصاص داد.



نمودار شماره ۳ و ۴- اثر تیمار محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر قطر ساقه همیشه بهار در سطح احتمال یک درصد.

عملکرد

اثر ساده محلول‌پاشی سولفات آهن و اثر ساده محلول‌پاشی سولفات روی هر دو در سطح احتمال یک درصد بر میزان عملکرد کلی همیشه بهار معنی‌دار گردیدند. طبق نمودار شماره ۵ بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمار سه در هزار سولفات آهن حاصل شد (۱۲۸۰/۱۱ کیلوگرم در هکتار) که به طور معنی‌داری از عملکرد در تیمار شاهد و تیمار یک و نیم در هزار سولفات آهن بیشتر بود. همچنین طبق نمودار شماره ۶ بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی چهار در هزار سولفات روی به دست آمد (۱۱۷۶/۷۸ کیلوگرم در هکتار) که به طور معنی‌داری از عملکرد در تیمار شاهد و تیمار دو در هزار سولفات روی عدد بیشتری را نشان داد.



غلظت سولفات آهن **غلظت سولفات روی**

نمودار شماره ۵ و ۶- اثر تیمار محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر میزان عملکرد گل درهمیشه بهار در سطح احتمال یک درصد.

Magid et al. (2000) با ارزیابی اثرات تغذیه برگی با عناصر کم مصرف بر کیفیت و عملکرد گندم نان نتیجه گرفتند که تغذیه برگی با آهن و روی سبب افزایش ارتفاع بوته شد. Chibba et al. (2007) هم نشان دادند که محلول‌پاشی با آهن، باعث افزایش میزان عملکرد، ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های جانبی در شنبلیله گردید. در تحقیقات قبلی هم اثر مثبت محلول‌پاشی کودهای حاوی آهن در افزایش شاخه‌های جانبی در گیاه آنیسون (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۲) و ریحان (Said-Al Ahl and Abeer, 2010) گزارش شده است. دلیل آن اثر عنصر آهن بر میزان کلروفیل برگ و غلظت ایندول استیک اسید است. با مصرف آهن فعالیت سیستم فتوسنتزی بهبود می‌یابد که باعث افزایش سرعت رشد، ارتفاع، تعداد برگ و تعداد شاخه‌های جانبی می‌شود (کوچکی و بنایان، ۱۳۷۳). همان طور که نتایج نشان داد، مصرف سولفات روی با غلظت چهار در هزار، می‌تواند تأثیر مثبت بیشتری بر صفات رشدی و میزان کلروفیل a، b و کل در گیاه همیشه بهار داشته باشد. کاربرد برگی روی به سه شکل سولفات روی، کلات روی و نانوکلات روی سبب افزایش وزن تر و خشک پیکر رویشی و درصد و عملکرد اسانس گیاه ریحان به طور معنی‌داری شد که با نتایج فوق مطابقت دارد(فلاحی و همکاران، ۱۳۹۵).کاربرد برگی روی بر ریحان شیرین نیز سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه، وزن خشک بوته، تعداد و سطح برگ و طول گل‌آذین در مقایسه با تیمار شاهد شد (Elhindi et al., 2016). کاربرد سولفات روی در گیاه بابونه آلمانی هم عملکرد گل آن را ۴۶ درصد افزایش بخشید (Nasiri et al., 2010). کاربرد برگی روی باعث افزایش وزن تر برگ، میزان کلروفیل و ارتفاع اندام هوایی در دو رقم انگور هم شد (Sabir and Sari, 2019). ثابت شده که کاربرد محلول‌پاشی کودهای حاوی روی چه به صورت سولفاته و چه کلاته سبب افزایش خصوصیات کیفی و کمّی گیاهان دارویی همچون ریحان (Said Al-Ahl and Mahmoud, 2010)، نعناع فلفلی، رزماری و مریم گلی (Nahed and Balbaa, 2007) شده است. کاربرد سولفات روی با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب بهبود ارتفاع گیاه ژرانیوم شد (Hasnaa et al., 2010). ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی باعث افزایش ارتفاع گیاهانی از جمله پروانش، جعفری و مریم گلی شد که با نتایج فوق مطابقت دارد (Nahed and Balbaa, 2007) و حتی کاربرد ۶ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی ارتفاع زیره سبز را افزایش داد (رستگار و محمودآبادی، ۱۳۸۹). پیرزاد و همکاران (۱۳۹۲) هم گزارش کردند که با محلول‌پاشی عنصر روی به میزان ۴ در هزار بر گیاه آنیسون، تعداد شاخه‌های فرعی این گیاه افزایش پیدا کرد. همچنین محلول‌پاشی گیاه دارویی رزماری با عنصر ریزمغذی روی نقش مثبتی بر تعداد شاخه‌های فرعی این گیاه داشت (Tarraf et al., 1994). رستگار و محمودآبادی (۱۳۸۹) در طی آزمایشی با به کار بردن سولفات روی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و عملکرد دانه را در گیاه زیره سبز

افزایش دادند. بهبود شرایط تغذیه با روی و نقش موثر این عنصر در سنتز کلروفیل، فتوسنتز و بهبود عملکرد فتوسیستم‌ها باعث افزایش شاخص‌های رشد از جمله قطر ساقه می‌شود که با نتایج فوق مطابقت دارد(پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۲).

منابع

پیرزاد، ع. ر.، طوسی، پ. و درویش‌زاده، ر. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون. مجله علوم زراعی ایران، ۱۵(۱): ۱۲–۲۳.

تایزو، ل. و زایگر، ا. ۲۰۰۲. فیزیولوژی گیاهی. خانه زیست‌شناسی (ویرایش سوم)، تهران، ۷۸۰ ص.

رحمانی، ن.، ولدآبادی، ع.، دانشیان، ج. و بیگدلی، م. ۱۳۸۶. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد روغن در گیاه دارویی همیشه‌بهار. فصلنامه علمی–پژوهشی پژوهش‌های گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۱): ۱۰۱–۱۰۸.

رستگار، ا. و محمودآبادی، ح. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر عنصر روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم زیره محلی. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، ۲۷–۲۸ بهمن‌ماه، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، اصفهان، ایران.

کوچکی، ا. و بنایان، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی محصولات زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۳۸۰ ص.

ملکوتی، م. ج. و تهرانی، م. ۱۳۷۸. اثرات ریزمغذی‌ها بر عملکرد و کیفیت تولیدات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۲۹۲ ص.

ملکوتی، م. ج. و سپهر، ا. ۱۳۸۳. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی: گامی مؤثر در نیل به خودکفایی روغن در کشور. نشریه خانیران، تهران، ۴۶۴ ص.

Alloway, B. J. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association (IZA), Belgium. 128 p.

Anderson, W. and Parkpian, B. 1984. Plant availability of an iron waste product utilized as an agricultural fertilizer on calcareous soil. Journal of Plant Nutrition, 7: 223–233.

Chibba, I. M., Nayyar, V. and Kanwar, J. 2007. Influence of mode and source of applied iron on fenugreek (*Trigonella corniculata* L.) in a typic ustochrept in Punjab, India. International Journal of Agriculture and Biology, 9(2): 254–256.

Elhindi, K., Al-Suhaibani, N. A., El-Din, A. F. S., Yakout, S. M. and Al-Amri, S. M. 2016. Effect of foliar-applied iron and zinc on growth rate and essential oil in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under saline conditions. Progress in Nutrition, 18: 288–298.

Hasnaa, S., Ayad, F. and Abdalla, M. S. A. 2010. Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of geranium. World Journal of Agricultural Science, 6(5): 601–608.

Kalhor, M., Dehestani, M., Shirmardi, M. and Gholam-Nejad, J. 2019. Effect of different media cultures on physico-chemical characteristics of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants under salt stress. Plant Production, 42(1): 89–102.

Magid, A. A. A., Knany, R. E. and El-Fotoh, H. G. A. 2000. Effect of foliar application of some micronutrients on wheat yield and quality. Annals of Agricultural Science. 1: 301–313.

Nahed, G. and Balbaa, L. K. 2007. Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. Journal of Applied Science, 3(11): 1479–1489.

Nasiri, Y., Zehtab-Salmasi, S., Nasrullahzadeh, S., Najafi, N. and Ghassemi-Golezani, K. 2010. Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla*). Journal of Medicinal Plants Research, 4: 1733–1737.

Sabir, A. and Sari, G. 2019. Zinc pulverization alleviates the adverse effect of water deficit on plant growth, yield and nutrient acquisition in grapevines (*Vitis vinifera* L.). Scientia Horticulturae, 240: 61–67.

Said Al-Ahl, H. A. H. and Abeer, A. M. 2010. Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Ozean Journal of Applied Sciences, 3(1): 97–111.

Tarraf, S., El-Sayed, A. A. and Ibrahim, M. E. 1994. Effect of some micronutrients on *Rosmarinus officinalis*. Journal of Physiological Science, 18(1): 201–208.

Ved, R., Misra, S. K. and Upadhyay, R. M. 2002. Effects of sulphur, zinc and biofertilizers on the quality characteristics of mungbean. Indian Journal of Pulses Research, 2: 139–141.

Zuo, Y. and Zhang, F. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. Plant and Soil, 339: 83–95.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of foliar application of micronutrients on some functional traits of (*Calendula Officinalis* L.)

Samira Ahmadipor[1*], Sajad Ghobadi keneshty[1], Fateme Shahrezaee[1] and Shahab Khoshkhoi[1]
1. Department of Medicinal Plants,Kermanshah ACECR Institute of Higher Education, Kermanshah, Iran.
[*]*Corresponding Author: ahmadipors@gmail.com*

Abstract

Calendula officinalis is one of the important medicinal plants whose production is improved by the application of micronutrients. This study was conducted to investigate the effect of iron and zinc sulfates on some morphological and physiological characteristics of *Calendula officinalis* in 1403 in the East Park of the Kermanshah Municipality's Landscape, Urban Green Space and Imagery Organization. A factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. The treatments used in this experiment included iron sulfate at three levels of zero (control), 1.5, and 3 parts per thousand and zinc sulfate at three levels of zero (control), 2, and 4 parts per thousand, and their combinations, which were applied as foliar sprays in two stages of stem formation and near-flowering stages. Based on the results obtained, the maximum height of the marigold plant was 49.07 cm, the root length was 19.21 cm, and the average number of branch tips per plant was 7.67 in the foliar spray treatment of 3/1000 iron sulfate along with 4/1000 zinc sulfate. The maximum stem diameter and seed yield were also obtained in the foliar spray treatment of 3/1000 iron sulfate, 27.05 mm, 0.44 mg/g wet weight, and 1280.11 kg/ha, respectively, and the foliar spray treatment of 4/1000 zinc sulfate, 26.39 mm, 0.42 mg/g wet weight, and 1176.78 kg/ha, respectively. According to the results obtained, the combined application of the maximum concentration used (for 3/1000 iron sulfate and 4/1000 zinc sulfate) had the most positive effect on growth traits and yield in the *Calendula officinalis* plant.

Keywords: *Calendula officinalis*, Iron sulfate, Morphological characteristics, Yield, Zinc sulfate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نانوحباب‌های اکسیژن و تأثیر آن‌ها بر بهبود عملکرد فلفل دلمه‌ای در گلخانه

امیرحسین حمیدی[۱]، و مریم حقیقی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *mhaghighi@cc.iut.ac.ir*

چکیده

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سبزیجات میوه‌ای، در کشت‌های گلخانه‌ای و به‌ویژه در سیستم‌های هیدروپونیک به دلیل قابلیت‌های بهینه‌سازی رشد گیاهان مورد توجه قرار گرفته است. یکی از چالش‌های اصلی در این سیستم‌ها، کمبود اکسیژن در بستر کشت است که می‌تواند بر عملکرد گیاهان تأثیر منفی بگذارد. نانوحباب‌ها، که به‌عنوان حباب‌های کوچکتر از یک میکرون شناخته می‌شوند، می‌توانند به‌طور مؤثری اکسیژن را به ریشه گیاهان منتقل کنند و به بهبود رشد و توسعه آن‌ها کمک نمایند. در همین راستا مطالعه حاضر به بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نانوحباب اکسیژن بر رشد فلفل دلمه‌ای در شرایط هیدروپونیک پرداخته است. آزمایش به صورت طرح کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه کشت و صنعت برادران در شهرستان علویجه، اصفهان، با استفاده از سه غلظت نانوحباب اکسیژن (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از نانوحباب با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معناداری وزن تر و خشک بوته‌ها را به ترتیب ۱۲ و ۱۰ درصد افزایش داد و حجم ریشه را ۵۷ درصد بهبود بخشید. با این حال، طول ساقه و تعداد برگ‌ها تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند. به‌طور کلی این نتایج نشان‌دهنده پتانسیل نانوحباب‌ها در بهبود رشد گیاهان در سیستم‌های هیدروپونیک است. بنابراین، غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانوحباب اکسیژن به‌عنوان بهترین غلظت برای افزایش عملکرد فلفل دلمه‌ای در شرایط هیدروپونیک شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: افزایش عملکرد، بهینه‌سازی رشد، تکنولوژی نانو، هیدروپونیک.

مقدمه

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) از خانواده Solanaceae به عنوان یکی از مهم‌ترین سبزیجات میوه‌ای تجاری در مناطق مدیترانه‌ای و معتدل جهان کشت می‌شود. به دلیل غنای آن از مواد معدنی، ویتامین‌ها و سایر اجزای غذایی، تولید این محصول با افزایش جمعیت رو به افزایش است؛ به‌طوری که تولید سالانه جهانی آن تقریباً ۲۴ میلیون تن در ۱.۹۸ میلیون هکتار تخمین زده شده است (Demir et al., 2023). امروزه، تولید فلفل دلمه‌ای در محیط‌های گلخانه‌ای به طور مداوم در حال افزایش است. در میان روش‌های تولید گلخانه‌ای، سیستم‌های کشت هیدروپونیک به دلیل توانایی‌شان در حل چالش‌های حفاظت از گیاهان و نگرانی‌های زیست‌محیطی، در دهه‌های اخیر به طور قابل توجهی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Bione et al., 2021). این سیستم مزایای زیادی از جمله صرفه‌جویی در مصرف کود، حفظ آب، افزایش پتانسیل عملکرد، کیفیت برتر محصول و رعایت استانداردهای بهداشتی را ارائه می‌دهد و می‌تواند جایگزین بستر خاکی شود. همچنین، سیستم هیدروپونیک ریشه‌های محصول را محکم نگه داشته و مواد مغذی ضروری را از طریق سیستم آبیاری تأمین می‌کند. علاوه بر این، این سیستم از اختلال در خاک جلوگیری کرده و فشار و تخریب زمین را کاهش می‌دهد و به تولید در تمام طول سال کمک می‌کند (Gebreegziher, 2023).

با وجود توانایی گیاهان در تولید اکسیژن در حضور نور، آن‌ها ممکن است در شرایط کمبود اکسیژن قرار گیرند، به ویژه زمانی که انتشار اکسیژن از محیط نمی‌تواند نیازهای متابولیکی را برآورده کند. این کمبود اکسیژن، به‌ویژه در برخی از سیستم‌های هیدروپونیک (مانند کشت شناور)، شایع است (Roosta et al., 2024). غلظت‌های پایین اکسیژن تأثیر قابل توجهی بر عملکردهای فیزیولوژیکی ریشه دارد و منجر به کاهش تنفس و جذب آب می‌شود. همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که کمبود اکسیژن در محلول غذایی می‌تواند سطح مواد مغذی در برگ‌ها و ریشه‌های گیاهان را کاهش دهد. بنابراین، رساندن اکسیژن کافی به بستر کشت نقش مهمی در بهبود فعالیت میکروبی داشته و به عنوان عاملی کلیدی در تولید محصول با عملکرد بالا شناخته می‌شود (Roosta et al., 2024).

یکی از روش‌های مؤثر برای تأمین اکسیژن، استفاده از حباب‌های اکسیژن در آب است که می‌تواند به ناحیه ریشه محصول منتقل شود. در این راستا، برخی از محققان مشاهده کرده‌اند که آبیاری با نانوحباب اکسیژن می‌تواند انتقال O_2 به خاک را افزایش دهد، استفاده از کودهای آلی را بهبود بخشد، تنفس هوازی و غلظت ROS را افزایش دهد و مسیرهای تکثیر گیاه را فعال کند (He et al., 2024).

فناوری نانوحباب به حباب‌هایی با قطر کمتر از ۱۰۰۰ نانومتر اطلاق می‌شود که به دلیل ویژگی‌های حلالیت بالای گاز و طول عمر طولانی اکسیژن در مایع، توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است. نانوحباب‌ها می‌توانند با افزایش مقدار میکروارگانیسم‌های بومی، ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی خاک را بهبود بخشند. این امر ظرفیت بستر کشت را برای جذب آب و حل کردن اکسیژن بهبود می‌بخشد که منجر به جذب بیشتر مواد مغذی و در نهایت افزایش رشد گیاه می‌شود (Arablousabet and Povilaitis, 2024).

هدف این مطالعه بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نانوحباب اکسیژن بر عملکرد فلفل دلمه‌ای در سیستم‌های کشت هیدروپونیک است. با توجه به اهمیت اکسیژن در بهبود فعالیت‌های متابولیکی و رشد گیاه، این تحقیق می‌تواند به توسعه روش‌های نوین در کشاورزی و افزایش بهره‌وری محصولات گلخانه‌ای کمک کند. نتایج این تحقیق می‌تواند مبنای علمی برای بهبود کیفیت و عملکرد فلفل دلمه‌ای در سیستم‌های هیدروپونیک باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر بر روی فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای رقم لمونچلو در گلخانه کشت و صنعت برادران واقع در شهرستان علویجه، اصفهان انجام شد. این مطالعه به صورت طرح کامل تصادفی با سه تکرار طراحی گردید و از سه سطح نانوحباب اکسیژن (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) در محلول غذایی استفاده شد. دستگاه تزریق‌کننده نانوحباب اکسیژن از شرکت دانش‌بنیان سراج تهیه گردید و آبیاری بوته‌ها با نانوحباب اکسیژن بر اساس تقاضای اتمسفری گیاه انجام شد. صفات رشدی مورد بررسی شامل مراحل قبل از ورود به دوران بلوغ و گلدهی بوته‌های فلفل دلمه‌ای بود. قبل از ورود گیاهان به فاز گلدهی، با دقت و بدون آسیب به ریشه‌ها، گیاهان از خاک برداشت شدند و ریشه‌ها برای شستن گل و لای آن‌ها با آب شسته و سپس خشک شدند. وزن تر بوته‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد و برای به‌دست آوردن وزن خشک، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. حجم ریشه‌ها از طریق جابه‌جایی میزان آب در یک ظرف مشخص به دست آمد و طول ساقه از طوقه تا بالاترین برگ با استفاده از متر اندازه‌گیری شد و به واحد سانتی‌متر ثبت گردید. همچنین، تعداد برگ‌ها با شمارش برگ‌های هر بوته تعیین شد. داده‌ها با نرم‌افزار Statistix 8 تجزیه‌وتحلیل شدند و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد بررسی شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از اثر نانوحباب بر صفات رشدی فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای (جدول ۱)، مشاهده شد که وزن تر و خشک بوته‌های فلفل دلمه‌ای در تیمار نانوحباب با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد به‌طور معناداری افزایش یافته است. به‌طوری که وزن تر و خشک بوته‌ها در این تیمار به‌ترتیب ۱۲ و ۱۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. همچنین، حجم ریشه در تیمار نانوحباب با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد ۵۷ درصد افزایش یافت. با این حال، طول ساقه و تعداد برگ‌ها در این تیمار تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند (جدول ۱).

جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف نانو حباب بر صفات رشدی فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای.

تیمار	وزن تر بوته (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	حجم ریشه (سانتی متر مکعب)	طول ساقه (سانتی متر)	تعداد برگ (در بوته)
نانو حباب با غلظت ۰ میلی گرم در لیتر (شاهد)	234.13 b	12.03 b	116.67 b	57.33 a	47.66 a
نانو حباب با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر	172.70 c	8.26 c	43.33 c	46.00 b	36.00 b

نانو حباب با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر	261.23 a	13.26 a	183.33 a	54.33 ab	48.33 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

نانوحباب‌های اکسیژن به‌عنوان «مخازن اکسیژن» با ویژگی‌هایی نظیر حجم کم، سطح ویژه زیاد، سرعت بالا آمدن آهسته و زمان ماندگاری طولانی در آب، به‌طور مؤثری مشکل کمبود اکسیژن در بستر کاشت را کاهش می‌دهند (Qian et al., 2022). این نانوحباب‌ها با رساندن آب غنی از اکسیژن به ناحیه ریشه گیاه، تغییرات مثبتی در هوادهی خاک، میکروارگانیسم‌های خاک و ریزمحیط فیزیکی و شیمیایی ریزوسفر ایجاد می‌کنند که در نهایت به افزایش محصول منجر می‌شود. به‌ویژه، در مطالعه‌ای مشابه، Lei و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که آبیاری با نانوحباب‌ها به‌طور قابل توجهی عملکرد زیست‌توده گوجه‌فرنگی را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، نانوحباب‌ها با افزایش بیان ژن‌های مرتبط و تحریک بیوسنتز هورمون‌های گیاهی، رشد گیاه را تسهیل کرده و به افزایش عملکرد محصول کمک می‌کنند (Wang et al., 2021). وجود نانوحباب‌ها در آب همچنین می‌تواند کشش سطحی آن را کاهش دهد، که این امر به آزادسازی مواد مغذی یا مواد آلی از خاک کمک می‌کند. با افزایش در دسترس بودن مواد مغذی و محتوای اکسیژن در خاک، فعالیت و تنوع میکروبی خاک نیز بهبود می‌یابد (Zhou et al., 2020). میکروب‌های خاک نقش مهمی در کارایی جذب مواد مغذی و در نتیجه رشد گیاه دارند.

پایداری کلوئیدی بالا و طول عمر نانوحباب‌ها در آب، امکان بهبود انتقال جرم و آزادسازی یا جذب مواد مغذی در ریشه‌های گیاه را فراهم می‌آورد. همچنین، سطح نانوحباب‌ها معمولاً دارای بار منفی است و می‌تواند کاتیون‌ها یا آنیون‌ها را از طریق تبادل یونی با H^+ و OH^- به سطح خود جذب کند، که این امر به افزایش فراهمی زیستی یون‌های سطحی از خاک کمک می‌کند (Takahashi et al., 2021).

نتایج ما نشان‌دهنده تأثیر مثبت نانوحباب‌ها بر رشد گیاهان است، به‌ویژه افزایش وزن تر و خشک و حجم ریشه در تیمار نانوحباب ۲۰ میلی‌گرم در لیتر که تأییدکننده کارایی این نانوحباب‌ها در بهبود رشد گیاهان است. با این حال، عدم تفاوت معنی‌دار در طول ساقه و تعداد برگ‌ها در این تیمار نسبت به شاهد ممکن است به عوامل دیگری مانند شرایط محیطی یا نوع گیاه بستگی داشته باشد. این نکته نیاز به تحقیقات بیشتر برای درک بهتر تأثیر نانوحباب‌ها بر سایر صفات رشدی گیاهان را نشان می‌دهد و می‌تواند به توسعه روش‌های نوین در کشاورزی مدرن کمک کند.

منابع

Arablousabet, Y. and Povilaitis, A. 2024. The impact of nanobubble gases in enhancing soil moisture, nutrient uptake efficiency and plant growth: A review. Water, 16(21): 3074.

Bione, M. A. A., Soares, T. M., Cova, A. M. W., da Silva Paz, V. P., Gheyi, H. R., Rafael, M. R. S. and das Neves, B. S. L. 2021. Hydroponic production of 'Biquinho' pepper with brackish water. Agricultural Water Management, 245: 106607.

Demir, Z., Özbahçe, A. and Demir, Y. 2023. Growth and physiological responses of pepper in different soil water regimes and nitrogen applications in a semiarid agricultural ecosystem using surface and sub-surface drip irrigation and its economic returns. Gesunde Pflanzen, 75(4): 1257–1275.

Gebreegziher, W. G. 2023. Soilless culture technology to transform vegetable farming, reduce land pressure and degradation in drylands. Cogent Food and Agriculture, 9: 2265106.

He, J., Zhou, Y., Geilfus, C. M., Cao, J., Fu, D., Baram, S., Liu, Y. and Li, Y. 2024. Enhancing tomato fruit antioxidant potential through hydrogen nanobubble irrigation. Horticulture Research, 11(6): 111.

Lei, H., Wang, W., Liang, Y., Xiao, Z., Pan, H., Wang, L. and Du, M. 2023. Effect of nano-bubble irrigation on the yield and greenhouse gas warming potential of greenhouse tomatoes. Agronomy, 13(12): 2917.

Qian, Y., Guan, X., Shao, C., Qiu, C., Chen, X., Chen, J. and Peng, C. 2022. Effects of different concentrations of micro-nano bubbles on grain yield and nitrogen absorption and utilization of double cropping rice in South China. Agronomy, 12(9): 2196.

Roosta, H. R. 2024. The responses of pepper plants to nitrogen form and dissolved oxygen concentration of nutrient solution in hydroponics. BMC Plant Biology, 24: 281.

Takahashi, M., Shirai, Y. and Sugawa, S. 2021. Free-radical generation from bulk nanobubbles in aqueous electrolyte solutions: ESR spin-trap observation of microbubble-treated water. Langmuir, 37: 5005–5011.

Wang, Y., Wang, S., Sun, J., Dai, H., Zhang, B., Xiang, W., Hu, Z., Li, P., Yang, J. and Zhang, W. 2021. Nanobubbles promote nutrient utilization and plant growth in rice by upregulating nutrient uptake genes and stimulating growth hormone production. Science of the Total Environment, 800: 149627.

Zhou, Y., Bastida, F., Zhou, B., Sun, Y., Gu, T., Li, S. and Li, Y. 2020. Soil fertility and crop production are fostered by micro-nano bubble irrigation with associated changes in soil bacterial community. Soil Biology and Biochemistry, 141: 107663.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Oxygen Nanobubbles on the Performance Improvement of Bell Pepper in Greenhouses

Amirhossein Hamidi[1] and Maryam Haghighi[1*]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding Author: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

Abstract

Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most important fruit vegetables, especially in greenhouse cultivation and hydroponic systems, due to its potential for optimizing plant growth. One of the main challenges in these systems is the lack of oxygen in the growing medium, which can negatively affect plant performance. Nanobubbles, defined as bubbles smaller than one micron, can effectively transfer oxygen to plant roots, aiding in their growth and development. This study aimed to investigate the effects of different concentrations of oxygen nanobubbles on the growth of bell pepper under hydroponic conditions. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications at the Keshteh and San'at Brothers greenhouse in Alavijeh County, Isfahan, using three concentrations of oxygen nanobubbles (0, 10, and 20 mg/L). The results indicated that the application of nanobubbles at a concentration of 20 mg/L significantly increased the fresh and dry weights of the plants by 12% and 10%, respectively, and improved root volume by 57%. However, there were no significant differences in stem length and leaf number compared to the control treatment. Overall, these findings highlight the potential of nanobubbles in enhancing plant growth in hydroponic systems. Therefore, a concentration of 20 mg/L of oxygen nanobubbles was identified as the optimal level for improving the performance of bell pepper under hydroponic conditions.

Keywords: Growth optimization, Hydroponics, Nanotechnology, Performance improvement.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی تأثیر کاربرد برگی ال سیستئین بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط کم محلول‌دهی

انمار محمد عبدالعزیز[۱]، حمید حسن‌پور[۱]، کریم منداحکی[۱] و محیا دولت‌خواه[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *dolatkhahmahya@gmail.com*

چکیده

در این تحقیق، تأثیر محلول‌پاشی برگی ال-سیستئین بر خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا تحت شرایط کم‌آبی بررسی گردید. هدف اصلی این مطالعه، ارزیابی پتانسیل بهبود عملکرد و کیفیت میوه در شرایط تنش خشکی با استفاده از این آمینواسید به‌عنوان یک بیواستیمولانت طبیعی بود. پژوهش در گلخانه‌ای در دانشگاه ارومیه انجام شد، نشاءهای توت‌فرنگی در گلدان‌هایی با ترکیب کوکوپیت و پرلایت کشت شدند و تیمارهای محلول‌پاشی ال-سیستئین با غلظت‌های مختلف (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار) به آن‌ها اعمال گردید. ارزیابی‌های انجام شده شامل اندازه‌گیری عملکرد میوه، میزان ویتامین ث، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز بود. نتایج نشان داد که استفاده از ال-سیستئین، به‌ویژه در غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار، به‌طور معناداری موجب افزایش عملکرد میوه، محتوای ویتامین C، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های دفاعی گردید. این یافته‌ها نشان‌دهنده تأثیر مثبت و دوز وابسته ال-سیستئین در بهبود مقاومت گیاه توت‌فرنگی در برابر تنش خشکی و ارتقاء کیفیت میوه در شرایط کم‌آبی است. علاوه بر این، استفاده از این ترکیب موجب افزایش اندازه و تعداد میوه‌ها و بهبود خواص تغذیه‌ای آن‌ها شد که این امر به نوبه خود برای سلامت انسان اهمیت دارد. بر این اساس، ال-سیستئین می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر و زیست‌سازگار برای مدیریت تنش خشکی و افزایش بهره‌وری تولید توت‌فرنگی در مناطق کم‌آب توصیه گردد.

واژه‌های کلیدی: ال-سیستئین، تنش خشکی، توت‌فرنگی، عملکرد میوه، کیفیت میوه.

مقدمه

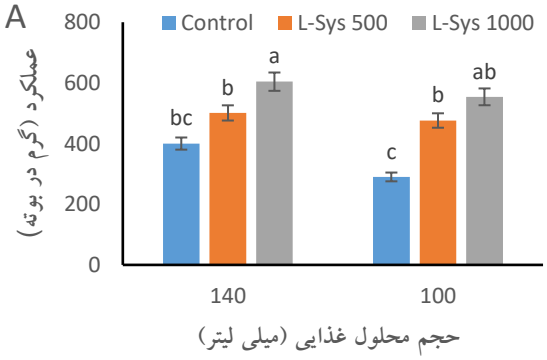
کمبود آب و تنش خشکی به‌عنوان یکی از چالش‌های اساسی کشاورزی، عملکرد محصولات باغی را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش دسترسی به آب باعث اختلالات فیزیولوژیکی در گیاه، از جمله بسته‌شدن روزنه‌ها، افت فتوسنتز و کاهش تولید ماده‌ی خشک و میوه می‌شود (Raffaelli et al., 2025). توت‌فرنگی به‌دلیل محتوای آب بالای میوه، نسبت به کم‌آبیاری بسیار حساس است و کاهش رطوبت خاک می‌تواند به افت معنی‌دار عملکرد میوه منجر شود. مطالعات نشان داده‌اند که با افزایش شدت تنش رطوبتی، وزن میوه و عملکرد کل توت‌فرنگی به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. هرچند تنش ملایم می‌تواند در برخی موارد به بهبود برخی شاخص‌های کیفی نظیر قندهای محلول و ویتامین ث منجر شود، اما تنش شدید معمولاً سبب افت کیفیت (مانند کاهش اسیدیته قابل تیتر) و کمیت محصول می‌گردد. هرچند تنش ملایم می‌تواند در برخی موارد به بهبود برخی شاخص‌های کیفی نظیر قندهای محلول و ویتامین ث منجر شود، اما تنش شدید معمولاً سبب افت کیفیت (مانند کاهش اسیدیته قابل تیتر) و کمیت محصول می‌گردد (Yang *et al.*, 2025). در میان انواع محرک‌های زیستی، اسیدهای آمینه به‌دلیل نقش چندجانبه در متابولیسم گیاه مورد توجه ویژه قرار دارند. اسیدهای آمینه‌ی برگی می‌توانند به‌عنوان اسمولیت‌های محافظ عمل کرده و با ارتقای جذب عناصر غذایی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، موجب افزایش مقاومت به تنش شوند (Godlewska et al., 2021). به عنوان نمونه، محلول‌پاشی ال‌سیستئین در گیاهان زراعی تحت تنش منجر به بهبود رنگدانه‌های فتوسنتزی، افزایش اسمولیت‌های سازگار و حفظ عملکرد محصول شده است (Elkelish *et al.*, 2021). در یک مطالعه روی گیاه فیسالیس (معروف به عروسک پشت پرده) مشاهده شد که اسپری کردن ترکیب ال-سیستئین و سیلیکات پتاسیم (یک ترکیب معدنی) روی برگ‌های گیاه، می‌تواند آسیب‌های ناشی از کم‌آبی را کاهش دهد. این ترکیبات نه تنها باعث افزایش اندازه و تعداد میوه‌ها شدند، بلکه خاصیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها را نیز تقویت کردند که برای سلامت انسان مفید است (Khani et al., 2025). پژوهش حاضر جهت بررسی تأثیر ال-سیستئین در شرایط کم محلول‌دهی برای بهبود خصوصیات کیفی و آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی رقم سابرینا انجام گرفت.

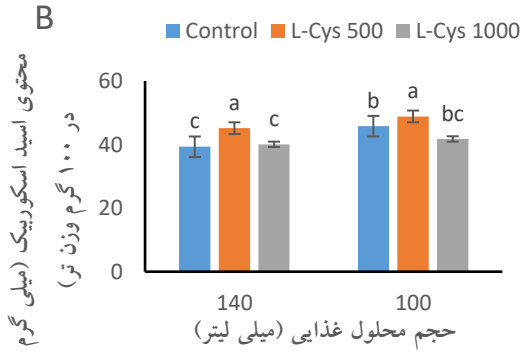
مواد و روش‌ها

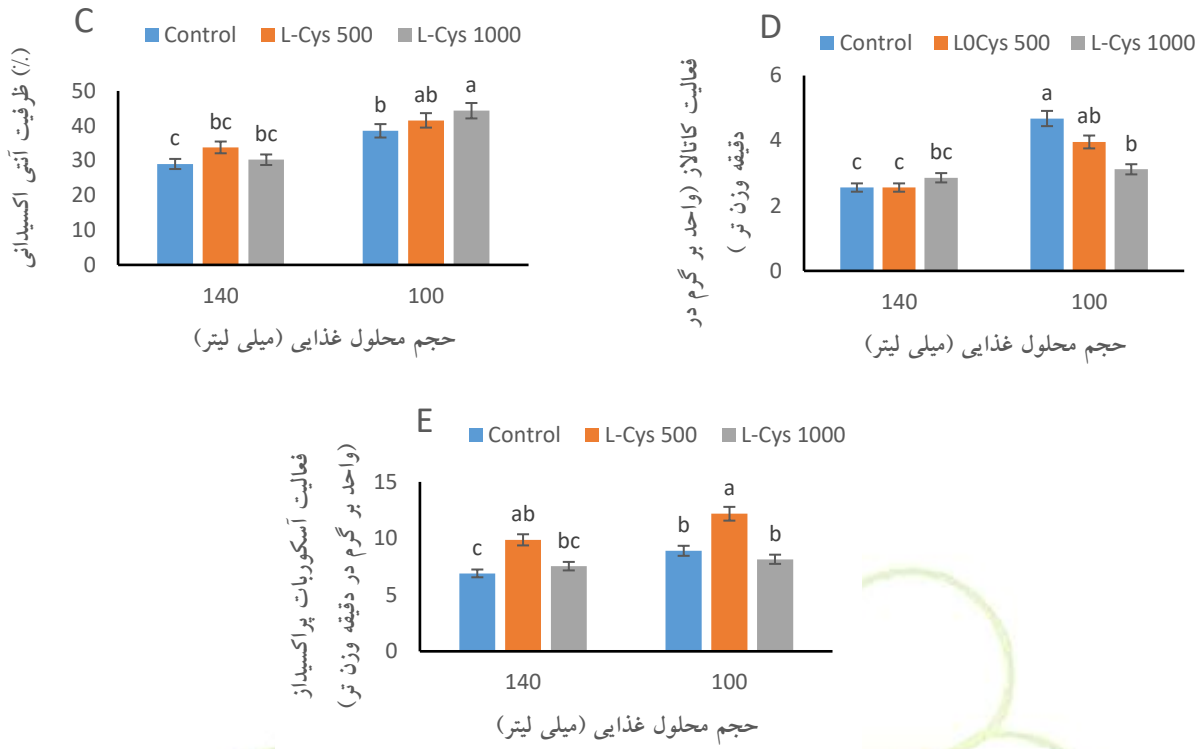
پژوهش حاضر در گلخانه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انجام شد. نشاءهای توت‌فرنگی پس از تهیه به گلخانه گروه علوم باغبانی، در گلدان‌های پلاستیکی با نسبت ۱:۱ (کوکوپیت و پرلایت)، کشت شدند. این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور شامل: هیدروسولفید سدیم (هر هفته یک بار) در دو سطح (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار) و شاهد و محلول غذایی شامل عناصر میکرو و ماکرو در دو سطح (۱۰۰، ۱۴۰ میلی لیتر) به صورت یک روز در میان انجام شد. میوه‌هایی که ۷۰ درصد رسیده بودند جهت انجام آزمایشات بیوشیمیایی برداشت شدند. عملکرد کل بوته شامل متوسط وزن میوه‌ها با ترازوی حساس مدل Candg 1300 با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد، میزان آسکوربیک اسید عصاره میوه بر اساس کاهش رنگ ۲،۶ دی کلرو فنل ایندوفنل (DCPIP)، ظرفیت آنتی‌آکسیدانی میوه با روش DPPH، برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز از روش (Aebi, 1984) و آسکوربات پراکسیداز از روش (Nakano and Asada., 1981) استفاده شد. داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله نرم‌افزار SAS آنالیز شده و به منظور مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. همچنین نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نمودارها اثر متقابل تیمار ال-سیستئین و محلول غذایی در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد ، اسید اسکوربیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز داشت. بطوری‌که بیشترین میزان عملکرد (۶۰۴ گرم در بوته) در تیمار ۱۰۰ میکرومولار ال-سیستئین و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان عملکرد (۲۹۰ گرم در بوته) در گروه شاهد و محلول غذایی ۱۰۰ میلی لیتر، بیشترین میزان اسید آسکوربیک (۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) در تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار ال-سیستئین و در محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان (۳۹/۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) در گروه شاهد و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر، بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۴۰/۳۴ ٪) در تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار ال-سیستئین و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان (۲۹/۰۱ ٪) در گروه شاهد و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر، بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۴/۶۸ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) در تیمار شاهد و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (۲/۵۶ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر و بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (۶/۰۹ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) در تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار ال-سیستئین و محلول غذایی ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمترین میزان آن (۳/۶۵ واحد بر گرم در دقیقه وزن تر میوه) در گروه شاهد و محلول غذایی ۱۴۰ میلی‌لیتر مشاهده شد. محققان باغبانی نشان داده اند که برای افزایش عملکرد و رشد محصولات می‌توانند به اسیدهای آمینه اتکا کرد، مزایای استفاده از اسیدهای آمینه به تعامل مثبت و افزایش در دسترس بودن برخی مواد معدنی و مواد مغذی مربوط می‌شود (Manda-Hakki and Hassanpour, 2024). اسیدهای آمینه با فعال کردن سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی اعم از غیرآنزیمی (اسید اسکوربیک) و آنزیمی (کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز) باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها شده و اثرات تنش‌های محیطی را کاهش می‌دهند (Manda-Hakki and Hassanpour, 2024).







شکل ۱– مقایسه میانگین اثرات متقابل ال–سیستئین و حجم محلول غذایی بر عملکرد (A)، اسید آسکوربیک (B)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (C)، فعالیت آنزیم کاتالاز (D) و فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (E) میوه توت‌فرنگی.

منابع

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology, 105: 121–126. Academic Press.

Elkelish, A., El-Mogy, M. M., Niedbała, G., Piekutowska, M., Atia, M. A., Hamada, M. M., Shahin, M., Mukherjee, S., El-Yazied, A. A. and Shebl, M. 2021. Roles of exogenous α-lipoic acid and cysteine in mitigation of drought stress and restoration of grain quality in wheat, Plants. 10(11): 2318.

Godlewska, K., Ronga, D. and Michalak, I. 2021. Plant extracts: Importance in sustainable agriculture. Italian Journal of Agronomy, 16(2): 1851.

Khani, A., Barzegar, T., Nikbakht, J. and Sabatino, L. 2025. Foliar application of K-silicate and L-cysteine enhances production, quality, and antioxidant activities of cape gooseberry fruits under drought conditions. Agronomy, 15(3): 675.

Manda-Hakki, K. and Hassanpour, H. 2024a. Changes in postharvest quality and physiological attributes of strawberry fruits influenced by L-phenylalanine. Food Science and Nutrition, 12: 10262–10274.

Manda-Hakki, K. and Hassanpour, H. 2024b. Effect of L-glutathione treatment on biochemical properties, antioxidant capacity and antioxidant enzymes activity in strawberry fruits during storage, Heliyon. 10: e38046.

Raffaelli, D., Qaderi, R., Mazzoni, L., Mezzetti, B. and Capocasa, F. 2025. Yield and sensorial and nutritional quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruits from plants grown under different amounts of irrigation in soilless cultivation, Plants. 14(2): 286.

Yang, P., Drohan, P. J., Zhang, X., Long, H., Soulis, K. X. and Shi, X. 2025. Impacts of deficit irrigation on strawberry physiology, water productivity, quality, and yield, Sustainability, 17(2): 675.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the Effect of Foliar Application of L-Cysteine on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Strawberry Fruit (cv. Sabrina) under Low-Irrigation Conditions

Anmar Mohammad Abulaziz[1], Hamid Hassanpour[1], Mahya Dolatkhah Bechajek[1*] and Karim Manda-Hakki[1]

1. Department of Horticultural Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

Corresponding Author: dolatkhahmahya@gmail.com

Abstract

In this study, the effect of foliar application of L-cysteine on the quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruit (cv. Sabrina) under water deficit conditions was investigated. The primary objective was to evaluate the potential of this amino acid as a natural biostimulant to enhance fruit yield and quality under drought stress. The experiment was conducted in a controlled greenhouse at Urmia University, where strawberry seedlings were cultivated in pots containing a mixture of coco peat and perlite. L-cysteine foliar treatments at concentrations of 500 and 1000 micromolar were applied. Assessments included measurements of fruit yield, vitamin C content, antioxidant capacity, and the activity of catalase and ascorbate peroxidase enzymes. The results demonstrated that L-cysteine application, particularly at 1000 micromolar, significantly increased fruit yield, vitamin C content, antioxidant capacity, and the activity of defensive enzymes. These findings indicate a positive and dose-dependent effect of L-cysteine in enhancing strawberry plant resistance to drought stress and improving fruit quality under water-limited conditions. Additionally, the use of this compound led to an increase in fruit size and number, as well as an improvement in their nutritional properties, which is significant for human health. Therefore, L-cysteine can be recommended as an effective and environmentally friendly strategy for managing drought stress and enhancing strawberry production efficiency in water-scarce regions.

Keywords: Drought Stress, Fruit Quality, Fruit Yield, L-Cysteine, Strawberry.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر طیف‌های مختلف نوری بر کارایی فتوسنتزی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط محیط کنترل‌شده

سحر عزیزی[۲،۱]* و ساسان علی‌نیائی‌فرد[۲،۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

۲ مرکز کشاورزی در محیط کنترل‌شده (CEAC)، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *sahar.azizi@ut.ac.ir*

چکیده

اثرات طیف‌های مختلف نوری بر پاسخ‌های فتوسنتزی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط محیطی کنترل‌شده و با استفاده از چهار تیمار نوری شامل نور سفید (W)، ترکیب نور قرمز-آبی با نسبت ۸۰ درصد قرمز و ۲۰ درصد آبی (R80:B20)، ترکیب نور قرمز-آبی با نسبت ۶۰ درصد قرمز و ۴۰ درصد آبی(R60:B40)، و ترکیب نور قرمز، آبی و نور قرمز دور (R:B:FR) بررسی شد. کیفیت نور یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فتوسنتز ریحان محسوب می‌شود، زیرا طول موج‌های مختلف نور بر کارایی زنجیره انتقال الکترون تأثیر می‌گذارند. هدف این پژوهش، تبیین چگونگی تأثیر این ترکیب‌های طیفی بر فعالیت زنجیره انتقال الکترون در دستگاه فتوسنتزی بود. در این مطالعه، شاخص‌های فلورسانس کلروفیل شامل Fo، Fi، Fm، Fj، Fv/Fm، Fv/F0، PIabc و DI0/RCمورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد گیاهانی که تحت تیمارهای نور سفید، نور قرمز-آبی با نسبت ۸۰:۲۰ و ترکیب نور قرمز، آبی و نور قرمز دور رشد کرده بودند، عملکرد فتوسنتزی بالاتری از خود نشان دادند. این برتری با مقادیر بیشتر شاخص عملکرد بر پایه جذب نور (PIabc) و همچنین حداکثر بازده کوانتومی فتوسیستم II(Fv/Fm) مشخص شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که طیف گسترده‌تر نور سفید و حضور نور قرمز دور در تیمارR:B:FR احتمالاً از طریق ایجاد اثرات هم‌افزای لازم برای عملکرد بهینه دستگاه فتوسنتزی، موجب افزایش کارایی فتوسنتز در ریحان می‌شوند. به‌طور خاص، نور قرمز دور با افزایش کارایی فتوسیستم I، برقراری تعادل بهتر در جریان انتقال الکترون بین فتوسیستمI و فتوسیستم II را تسهیل می‌کند. در مقابل، عملکرد ضعیف‌تر مشاهده‌شده در تیمار R60:B40 احتمالاً ناشی از محدود بودن دامنه طیفی نور بوده است که می‌تواند موجب عدم تعادل در توزیع انرژی برانگیختگی بین دو فتوسیستم شده و در نتیجه، کارایی زنجیره انتقال الکترون را کاهش دهد. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدیریت و بهینه‌سازی کیفیت نور نقش مهمی در بهبود عملکرد فتوسنتزی، رشد و بهره‌وری ریحان در سامانه‌های کشاورزی محیط کنترل‌شده ایفا می‌کند.

کلیدواژه‌ها: حداکثر بازده کوانتومی فتوسیستم II، شاخص عملکرد ((PIabc، کشاورزی محیط کنترل‌شده، کیفیت نور.

مقدمه

تأثیر کیفیت نور بر فرایندهای فیزیولوژیک گیاه، به‌ویژه فتوسنتز، یکی از موضوعات مورد توجه در پژوهش‌های مرتبط با کشاورزی محیط کنترل‌شده بوده است. طیف نور که شامل طول موج‌های مختلفی مانند آبی، قرمز، سبز، زرد و قرمز دور است، نقش مهمی در تنظیم کارایی فتوسنتزی گیاهان ایفا می‌کند. ریحان (*Ocimum basilicum*) به‌عنوان یکی از گیاهان معطر و سبزی‌های پرمصرف، به دلیل حساسیت بالا به شرایط نوری و همچنین اهمیت اقتصادی آن در مصرف تازه و فرآوری‌شده، مدل مناسبی برای بررسی این اثرات به شمار می‌رود (Carvalho et al., 2016). فتوسنتز در ریحان به‌شدت تحت تأثیر ترکیب طیفی نور قرار دارد و طول موج‌های قرمز و آبی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر این فرایند هستند. این طول موج‌ها به‌طور مؤثر توسط رنگیزه‌های کلروفیلی جذب شده و در نتیجه موجب افزایش فعالیت فتوسنتزی و تجمع زیست‌توده می‌شوند. مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب نور قرمز و آبی، به‌ویژه در نسبت‌هایی مانند ۷۰ درصد قرمز و ۳۰ درصد آبی، غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی را بهینه کرده و صفات رشدی مطلوب‌تری نسبت به نورهای تک‌طیفی یا منابع نور سفید ایجاد

می‌کند (Chutimanukul et al., 2022). در مقابل، استفاده از نور آبی تک‌طیفی در برخی ارقام ریحان می‌تواند موجب کاهش محتوای کلروفیل و رشد گیاه شود که اهمیت تعادل طیفی در تأمین نور را نشان می‌دهد (Hosseini et al., 2019). به‌طور کلی، شناخت اثرات طیف‌های مختلف نوری بر پاسخ‌های فتوسنتزی و ویژگی‌های کیفی ریحان در شرایط محیطی کنترل‌شده می‌تواند در طراحی راهبردهای بهینه نوردهی در سامانه‌های کشت داخل سالن بسیار مؤثر باشد. این دانش به تولیدکنندگان امکان می‌دهد تا با تنظیم تیمارهای نوری، کارایی فتوسنتزی، رشد گیاه و محتوای ترکیبات فیتوشیمیایی را به حداکثر رسانده و در عین حال عملکرد و کیفیت محصول را بهبود بخشند و احتمالاً مصرف انرژی را نیز کاهش دهند (Jokic et al., 2020; Larsen et al., 2025). هدف از این پژوهش بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نور بر عملکرد فتوسنتزی ریحان در شرایط محیط کنترل‌شده است. نتایج این مطالعه می‌تواند بینش‌های کاربردی ارزشمندی برای بهبود عملکرد و کیفیت محصول در سامانه‌های کشاورزی داخل سالن از طریق مدیریت هدفمند نور فراهم کند.

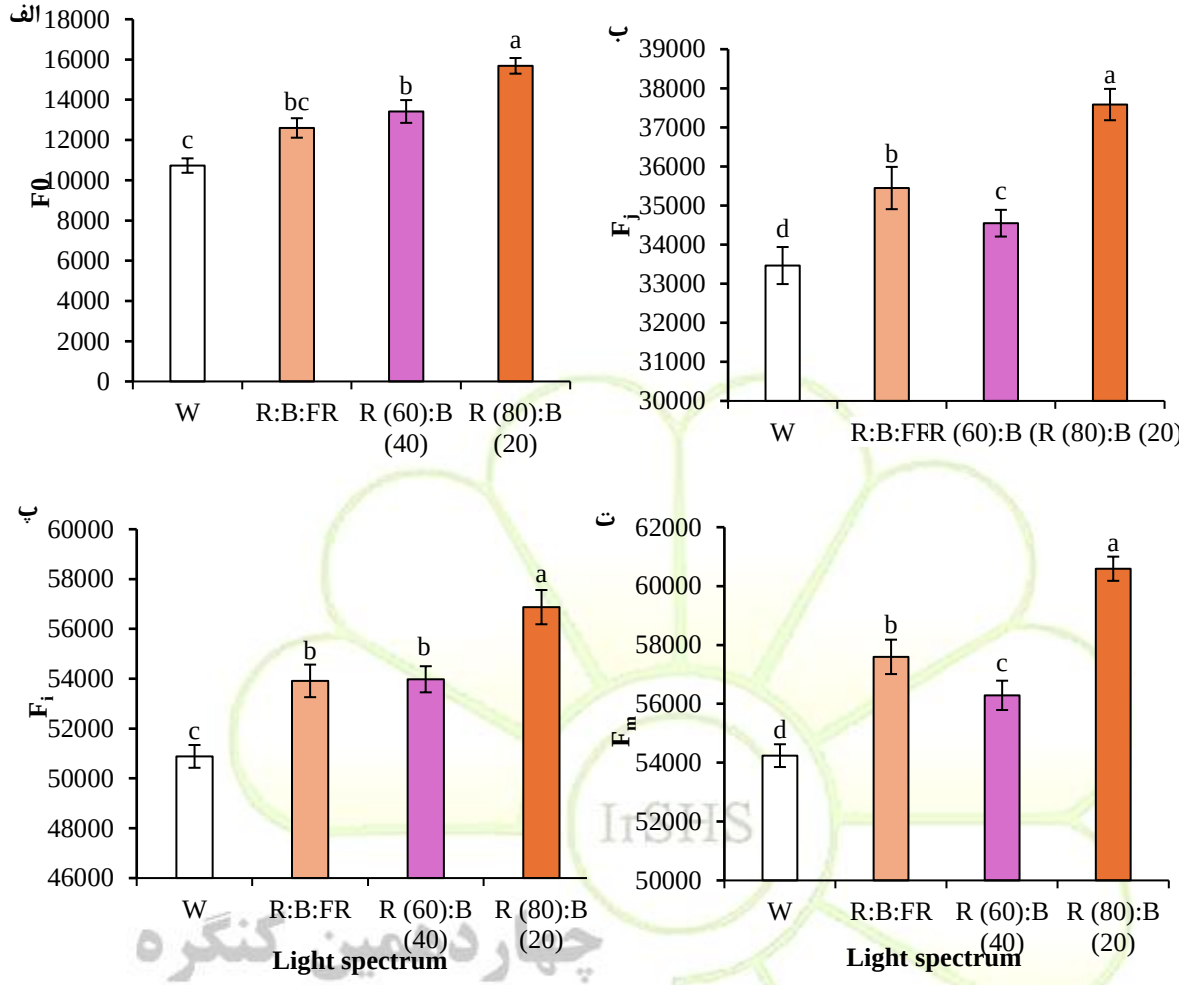
مواد و روش‌ها

بذرهای ریحان سبز در صفحات راک‌وول ۲۰۰ خانه‌ای که با آب مرطوب شده بودند (یک بذر در هر خانه با ابعاد ۲.۵ × ۲.۵ سانتی‌متر) کشت شدند. پس از کشت، بذرها مه‌پاشی شده و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد جوانه‌دار شدند. چهار روز پس از کاشت، نشاها تحت نور سفید با شدت ۲۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه و با دوره نوری ۱۶ ساعته در زیر پوشش رطوبتی قرار گرفتند؛ این پوشش در روز هفتم برداشته شد. در روز چهاردهم، نشاها به سامانه‌های هیدروپونیک منتقل شده و در شرایط کنترل‌شده شامل دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۵ درصد، دوره نوری ۶/۱۸ ساعت (روشنایی/تاریکی) و شدت نور ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه (PPFD) در یک کارخانه گیاهی رشد داده شدند. تیمارهای نوری شامل نور سفید(W) ، نور قرمز-آبی-قرمز دور(R:B:FR) ، نور آبی-قرمز با نسبت ۴۰ درصد آبی و ۶۰ درصد قرمز (B40:R60) و نور آبی-قرمز با نسبت ۲۰ درصد آبی و ۸۰ درصد قرمز (B20:R80) بودند. پس از ۲۱ روز، منحنی القای چندفازی فلورسانس کلروفیل (OJIP transient) از برگ‌های متصل به گیاهان تحت هر یک از تیمارهای نوری اندازه‌گیری شد. در آزمونOJIP ، تغییرات شکل منحنی فلورسانس OJIP به‌صورت کمی به مجموعه‌ای از پارامترها تبدیل می‌شود که رفتار سازشی دستگاه فتوسنتزی، به‌ویژه فتوسیستم(PSII) II ، را در شرایط محیط رشد نشان می‌دهند (Moradi et al., 2021). داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس (ANOVA) و آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p < 0.05$) و با بهره‌گیری از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

به‌منظور ارزیابی عملکرد دستگاه فتوسنتزی ریحان تحت تیمارهای مختلف نوری، فلورسانس گذرای کلروفیل در برگ‌های گیاهان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کیفیت نور تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای مختلف فلورسانس کلروفیل داشت. همان‌طور که در شکل ۱الف مشاهده می‌شود، حداقل فلورسانس (F0) در گیاهان رشد یافته تحت تیمارR80:B20 بیشترین مقدار را داشت. پس از آن، تیمارهای R60:B40و R:B:FR نور قرمز، آبی و قرمز دور (در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در مقابل، کمترین مقدار F_0در گیاهان تحت نور سفید (W)ثبت شد، اگرچه این مقدار از نظر آماری با تیمار R:B:FRاختلاف معنی‌داری در سطح ($P \leq 0.05$) نداشت (شکل ۱ الف). همچنین، بیشترین مقدار فلورسانس در مرحله J(Fj) در گیاهان تحت تیمار R80:B20مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار این شاخص در گیاهان رشد یافته تحت نور سفید ثبت گردید گردید (شکل ۱ ب). علاوه بر این، بیشترین مقادیر فلورسانس در مرحله I(Fi) و حداکثر فلورسانس

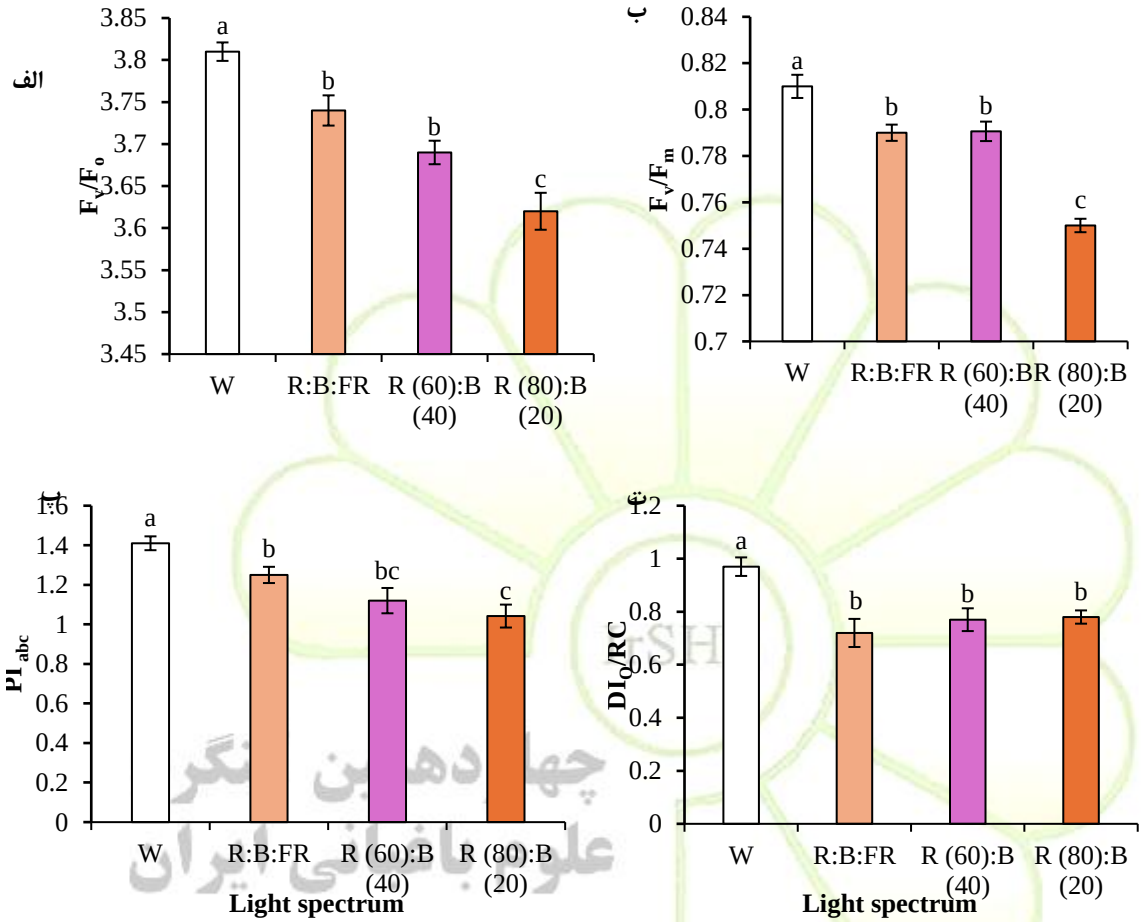
(Fm)نیز در گیاهان قرارگرفته تحت تیمار R80:B20مشاهده شد (شکل ۱پ و ت). در مقابل، کمترین مقادیر Fiو Fmدر گیاهان رشد یافته تحت نور سفید به دست آمد.



شکل ۱– الف: حداقل فلورسانس (F0). ب: شدت فلورسانس در ۲ میلی‌ثانیه (Fj). پ: شدت فلورسانس در ۳۰ میلی‌ثانیه از منحنی OJIP (Fi). و ت: حداکثر فلورسانس (Fm). در برگ‌های گیاه ریحان پس از ۲۱ روز قرارگیری در تیمارهای مختلف کیفیت نور شامل نور سفید (W)، نور قرمز و آبی (R80:B20) و (R60:B40) و نور قرمز، آبی و قرمز دور (R:B:FR)، بر اساس آزمون فلورسانس کلروفیل OJIP در طول آزمایش، چگالی شار فوتون فتوسنتزی (PPFD) روی ۱۵۰ ± ۵ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه تنظیم شد و برای هر تیمار شش تکرار در نظر گرفته شد. ستون‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $P \leq 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

پس از ۲۱ روز قرارگیری گیاهان در معرض تیمارهای مختلف نوری، اختلاف‌های معنی‌داری در مقادیر پارامترهای Fv/F0، Fv/Fm، PIabc و Di0/Rc مشاهده شد (شکل ۲). به طور کلی، کمترین مقادیر این شاخص‌ها در گیاهان ریحان تحت تیمار R80:B20 و بیشترین مقادیر در گیاهان رشد یافته تحت نور سفید ثبت گردید. پارامتر Fv/F0که بیانگر حداکثر کارایی نسبی واکنش اکسیداسیون آب در فتوسیستم IIاست، در گیاهان رشد یافته تحت نور سفید بیشترین مقدار و در تیمار R80:B20 کمترین مقدار را نشان داد (شکل ۲ الف). این نتایج بیانگر آن است که نور سفید توانست کارایی سمت دهنده الکترون در فتوسیست II را بهتر حفظ کند، در حالی که غلبه نور قرمز در تیمار R80:B20 موجب کاهش این شاخص شد. همچنین، حداکثر بازده کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) تنها در گیاهان قرارگرفته تحت تیمار R80:B20 کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۲ ب). این کاهش بیانگر افت کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II در اثر این ترکیب نوری

است. شاخص عملکرد بر پایه جذب نور (PIabc) نیز کمترین مقدار را در تیمار R80:B20 نشان داد و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار R60:B40 نداشت، در حالی که بیشترین مقدار این شاخص در گیاهان رشد یافته تحت نور سفید مشاهده شد (شکل ۲ پ). از آنجا که PIabc شاخصی جامع از عملکرد دستگاه فتوسنتزی محسوب می‌شود، کاهش آن بیانگر محدود شدن کارایی انتقال انرژی و کاهش عملکرد کلی فتوسنتز در این تیمار است .از سوی دیگر، شار انرژی تلف‌شده به ازای هر مرکز واکنش (Di0/Rc) تحت تأثیر کیفیت نور قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده شد (شکل ۲ ت) مقدار Di0/Rc در گیاهان تحت نور سفید برابر با ۰/۹۷ بود، اما این مقدار از نظر آماری با سایر تیمارهای نوری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان نداد.



شکل ۲- الف: تغییرات حداکثر کارایی نسبی واکنش اکسیداسیون آب (Fv/F0). ب: حداکثر بازده کوانتومی فتوشیمیایی فتوسیستمII (Fv/Fm) پ: شاخص عملکرد مبتنی بر جذب نور (PIabc) و ت: شار ویژه انرژی تلف‌شده به ازای هر مرکز واکنش (DI_0/RC). در برگ‌های گیاه ریحان پس از ۲۱ روز قرارگیری در تیمارهای مختلف کیفیت نور شامل نور سفید (W)، نور قرمز و آبی (R80:B20) و (R60:B40) و نور قرمز، آبی و قرمز دور (R:B:FR)، بر اساس آزمون فلورسانس کلروفیل OJIP در طول آزمایش، چگالی شار فوتون فتوسنتزی (PPFD) روی ۱۵۰ ± ۵ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه تنظیم شد و برای هر تیمار شش تکرار در نظر گرفته شد. ستون‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $P \leq 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

کلروفیل عمدتاً انرژی نور را در محدوده طول موج‌های آبی و قرمز جذب می‌کند. با این حال، به دلیل اثر بازدارنده قرارگیری گیاه در معرض نور قرمز خالص بر فرآیند فتوسنتز و بروز پدیده‌ای موسوم به سندرم نور قرمز اثر دارد (Moosavi-Nezhad et al., 2021). در پژوهش حاضر علاوه بر نور قرمز، از دو کیفیت نوری دیگر شامل نور آبی و نور قرمز دور نیز استفاده شد. هدف از این ترکیب نوری، ایجاد

تعادل طیفی و ارزیابی نقش هم‌افزایی این طول موج‌ها در بهبود عملکرد دستگاه فتوسنتزی بود. مطابق انتظار، نتایج این پژوهش نشان داد که غلبه نور قرمز اثر منفی بر سامانه انتقال الکترون داشت و موجب کاهش پارامترهای بیوفیزیکی مرتبط با کارایی فتوسیستم II در برگ‌های تازه‌تشکیل‌شده ریحان شد. این یافته نشان می‌دهد که استفاده از نسبت بالای نور قرمز، بدون حضور کافی سایر طول موج‌های مؤثر، می‌تواند عملکرد فتوشیمیایی فتوسیستم II را محدود کرده و در نتیجه کارایی فتوسنتزی گیاه را کاهش دهد. این اثر منفی نور قرمز بر عملکرد سامانه انتقال الکترون پیش‌تر نیز در مطالعات مختلف گزارش شده است (Wang et al., 2024). اگرچه نور قرمز دورمعمولاً خارج از محدوده اصلی جذب رنگیزه‌های کلروفیلی در نظر گرفته می‌شود، نقش آن در طیف کنش فتوسنتزی همچنان موضوع بحث و بررسی در میان پژوهشگران است. از آنجا که فوتون‌های نور قرمز دور از کارایی فتوسنتزی نسبتاً پایینی برخوردارند، برخی محققان معتقدند که این فوتون‌ها به‌تنهایی توان کافی برای پیشبرد مؤثر فتوسنتز را ندارند (Wu et al., 2025). این وجود، مطالعات اولیه و همچنین پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که تابش هم‌زمان نور قرمز و نور قرمز دور می‌تواند سرعت فتوسنتز را نسبت به استفاده از هر یک از این دو طول موج به‌تنهایی افزایش دهد (Bi et al., 2024). این پدیده که با عنوان اثر افزایشی امرسون شناخته می‌شود، ناشی از تحریک هم‌زمان دو فتوسیستم و برقراری تعادل در انتقال الکترون میان فتوسیستم I و فتوسیستم II است. در واقع، اهمیت نور قرمز دور در فیزیولوژی فتوسنتز به اندازه‌ای افزایش یافته است که امروزه بسیاری از پژوهشگران برجسته در حال بررسی امکان افزودن محدوده طیفی نور قرمز دور (تقریباً ۷۰۱ تا ۷۵۰ نانومتر) به تعریف تابش فعال فتوسنتزی (PAR) هستند (Zhen and Bugbee, 2020).

منابع

Bi, X., Xu, H., Yang, C., Zhang, H., Li, W., Su, W. and Lei, B. 2024. Investigating the influence of varied ratios of red and far-red light on lettuce (*Lactuca sativa*): Effects on growth, photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence. Frontiers in Plant Science, 15: 1430241.

Carvalho, S. D., Schwieterman, M. L., Abrahan, C. E., Colquhoun, T. A. and Folta, K. M. 2016. Light quality dependent changes in morphology, antioxidant capacity, and volatile production in sweet basil (*Ocimum basilicum*). Frontiers in Plant Science, 7: 1328.

Chutimanukul, P., Wanichananan, P., Janta, S., Toojinda, T., Darwell, C. T. and Mosaleeyanon, K. 2022. The influence of different light spectra on physiological responses, antioxidant capacity and chemical compositions in two holy basil cultivars. Scientific Reports, 12(1): 588.

Hosseini, A., Zare Mehrjerdi, M., Aliniaeifard, S. and Seif, M. 2019. Photosynthetic and growth responses of green and purple basil plants under different spectral compositions. Physiology and Molecular Biology of Plants, 25: 741–752.

Jokic, L., Pappert, I., Khanh, T. Q. and Kaldenhoff, R. 2025. Effect of light intensity and light spectrum of LED light sources on photosynthesis and secondary metabolite synthesis in *Ocimum basilicum*. Plants, 14(9): 1334.

Moosavi-Nezhad, M., Salehi, R., Aliniaeifard, S., Tsaniklidis, G., Woltering, E. J., Fanourakis, D. and Kalaji, H. M. 2021. Blue light improves photosynthetic performance during healing and acclimatization of grafted watermelon seedlings. International Journal of Molecular Sciences, 22(15): 8043.

Moradi, S., Kafi, M., Aliniaeifard, S., Moosavi-Nezhad, M., Pedersen, C., Gruda, N. S. and Salami, S. A. 2022. Monochromatic blue light enhances crocin and picrocrocin content by upregulating the expression of underlying biosynthetic pathway genes in saffron (*Crocus sativus* L.). Frontiers in Horticulture, 1: 960423.

Wang, T., Sun, Q., Zheng, Y., Xu, Y., Liu, B. and Li, Q. 2024. Effects of red and blue light on the growth, photosynthesis, and subsequent growth under fluctuating light of cucumber seedlings. Plants, 13(12): 1668.

Wu, B. S., Addo, P. W., MacPherson, S., Orsat, V. and Lefsrud, M. 2025. Updates to McCree's photosynthetically active radiation curve: 55 years later. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 262: 113069.

Zhen, S. and Bugbee, B. 2020. Far-red photons have equivalent efficiency to traditional photosynthetic photons: Implications for redefining photosynthetically active radiation. Plant, Cell and Environment, 43(5): 1259–1272.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Impact of different light spectra on photosynthetic efficiency of Basil (*Ocimum basilicum* L.) under controlled environment conditions

Sahar Azizi[1,2]* and Sasan Aliniaeifard[1,2]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
2. Controlled Environment Agriculture Center (CEAC), Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
Corresponding Author: Sahar.azizi@ut.ac.ir

Abstract

The effects of different light spectra on the photosynthetic responses of basil (*Ocimum basilicum*) were investigated under controlled environmental conditions using four light treatments: white light (W), red-blue combination at 80% red and 20% blue (R80:B20), red-blue combination at 60% red and 40% blue (R60:B40), and a combination of red, blue, and far-red light (R:B:FR). Light quality is a crucial factor influencing photosynthesis in basil, as different wavelengths affect electron transport efficiency. This study aimed to elucidate how these specific spectral compositions modulate electron transport chain activity. F0, Fi, Fm, Fj, Fv/Fm, Fv/F0, PIabc, and DI0/RC parameters were analysed. The result showed that W, R(80):B(20), and R:B:FR-exposed plants showed higher photosynthetic performance, exhibited by the highest performance index based on light absorption and maximal quantum yield of PSII efficiency. This suggests that the broader spectrum provided by white light and the inclusion of far-red light in R:B:FR might optimize the synergistic effects required for efficient photosynthetic machinery operation in basil. Specifically, far-red light is known to enhance the efficiency of photosystem I, thereby promoting a more balanced electron flow between PSI and PSII. The lower performance observed under R60:B40 might be attributable to the limited spectral range, potentially leading to an imbalance in excitation energy distribution between the two photosystems, resulting in reduced electron transport chain efficiency. These findings underscore the importance of light quality manipulation for optimizing basil growth and productivity in controlled environment agriculture.

Keywords: Controlled environment agriculture, Light quality, Performance index (PI_{abc}), PSII maximal quantum yield.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مدیریت تغذیه باغات آلبالو با تاکید بر کودهای آلی و زیستی

مجتبی یحیی آبادی[1*]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: *yahyabadi@gmail.com*

چکیده

در سال‌های اخیر، کودهای زیستی و آلی به طور گسترده ای به عنوان یک اصلاح کننده و بهبود بهره وری محصول و کیفیت خاک توصیه شده است. به منظور بررسی اثر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر تغییرات کربن آلی خاک و میزان عناصر غذایی قابل دسترس درختان میوه در باغات آلبالو روستای اسفرجان در استان اصفهان و در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳، تیمارهایی از کودهای شیمیایی، بیولوژیکی و آلی شامل کودهای معدنی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، مایه تلقیح ازتوباکتر، کود گاوی و ورمی‌کمپوست در خاک باغات آلبالو اعمال شد. نتایج نشان داد که غلظت عناصر قابل دسترس خاک به طور قابل توجهی در تیمار های آلی و معدنی نسبت به شاهد افزایش یافته است. ورمی‌کمپوست و مایه تلقیح ازتوباکتر به میزان معنی‌داری باعث افزایش کربن آلی خاک و عناصر قابل دسترس شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: آلبالو، ازتوباکتر، باغات، کربن آلی، کودهای آلی.

مقدمه

بسیاری از مطالعات تأیید کرده اند که کودهای آلی می‌توانند با افزایش منابع کربن آلی و تنوع میکروبی خاک بر مشکل موانع کشت مداوم غلبه کنند یا آن را کاهش دهند (Zhang *etal*., 2022). در سال‌های اخیر، روند توجه به سلامت و کیفیت خاک به منظور تولید پایدار محصولات باغی تشدید شده است، به طوری که در کشورهای صنعتی برای تولید میوه سالم، استفاده از نهاده‌های طبیعی، درون‌مزرعه‌ای و غیرشیمیایی مورد توجه روزافزون قرار گرفته است (Oyege and Maruthi., 2023). عمده‌ترین منابع تامین کننده مواد آلی خاک، فضولات دامی، بقایای گیاهی و کمپوست‌های حاصل از زباله‌های شهری میباشند که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک، استفاده از آنها تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته است (Chaudrhy *etal*., 2011). کودهای آلی به‌خصوص کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و میتوانند به عنوان منابعی از عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز باشند (Fernandez *etal*., 2008) و به مرور این عناصر را در اختیار گیاهان قرار دهند (اقبال و همکاران، ۲۰۰۴). کودهای شیمیایی از طریق تأمین سریع نیازهای غذایی گیاهان، باعث افزایش چشمگیر رشد و عملکرد میشوند (Mallanoguda, 2003). امروزه استفاده بی‌رویه از انواع کودهای شیمیایی رواج یافته که به دنبال آن مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی فراوانی ایجاد نموده است. در این شرایط استفاده از منابع کودهای دامی و شیمیایی هر کدام به نوعی میتواند بر عملکرد گیاهان تأثیر بگذارد (Brussard & Ferrera, 2006). کود آلی به طور کلی برای حفظ سلامتی خاک و پایداری در سیستم های کشت متراکم اعمال می شود (Singh *etal*. 2010). محققین دیگر (Pramanic *etal*. 2010) اعلام کردند که وجود آنزیمهای مختلف در ورمی‌کمپوست در خاک، در نهایت موجب بهبود کیفیت خاک میشود. ورمی کمپوست، همچنین قادر است اثرات تنش هایی مانند خشکی و شوری را در گیاهان کاهش دهد. کودهای زیستی نیز نقش بسیار مهمی در کارکرد اکوسیستم، هم در ارتباط مستقیم با تغذیه گیاهان و هم در چرخه‌ی مواد آلی ایفا می‌کنند (Adak & Sachan, 2009). مدیریت خاک در باغات میوه با آنچه که در سیستم‌های زراعی انجام میشود؛ متفاوت است. افزودن کودهای آلی و غیرآلی، بر خصوصیات خاک و بویژه دینامیک عناصر ماکرو و میکرو تأثیر خواهد گذاشت. در این مقاله هدف بر این است که با کاربرد انواع کودهای شیمیایی، آلی (کود گاوی و ورمی‌کمپوست) و زیستی (ازتوباکتر)، تغییرات کربن آلی خاک و میزان جذب عناصر در خاک باغات آلبالو بررسی شوند.

مواد و روش‌ها

آزمایش در یک باغ آلبالو (با سابقه ۱۰ ساله) در روستای اسفرجان از توابع شهرستان شهرضا در استان اصفهان و در سالهای ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ به اجرا درآمد. رقم آلبالو مورد مطالعه از نوع گیسی بود. بافت خاک از نوع لوم رسی با پ هاش ۶/۸ و شوری ۱/۳ دسی زیمنس بر متر بود.کربن آلی خاک نیز ۰/۱۵ درصد اعلام شد. از طرح آماری کاملا تصادفی در اجرای این پژوهش استفاده شد. تیمارهای اعمال شده به صورت T1- 10 کیلوگرم کود گاوی به همراه کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم (N, P2O5, K2O)به میزان ۱۰۰، ۵۰ و ۸۰ گرم برای هر درخت (شاهد)، T2- 10 کیلوگرم کود گاوی به همراه کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم (N, P2O5, K2O)به میزان ۱۰۰، ۵۰ و ۸۰ گرم + ۱۰۰ گرم مایه تلقیح ازتوباکتر T3- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم (N, P2O5, K2O)به میزان ۱۰۰، ۵۰ و ۸۰ گرم برای هر درخت+۱۰۰ گرم مایه تلقیح ازتوباکتر T4- ۱۰ کیلوگرم کود گاوی+ ۵ کیلوگرم ورمی‌کمپوست و T5- ۱۰ کیلوگرم ورمی‌کمپوست+ کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم (N, P2O5, K2O)به میزان ۱۰۰، ۵۰ و ۸۰ گرم+مایه تلقیح ازتوباکتر. اعمال تیمارها در ماه اسفند و تهیه و تجزیه‌های خاک و برگ درختان در ماه تیرسال بعد انجام شد. داده‌های حاصله با استفاده از نرم افزار SAS 9.3 آنالیز شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست و خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. بر این اساس کود ورمی کمپوست از نظر عناصر ماکرو ، بسیار غنی است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست و خاک مورد مطالعه.

	pH	OC (%)	TN ($mg.kg^{-1}$)	AP ($mg.kg^{-1}$)	AK ($mg.kg^{-1}$)
خاک	۶/۸	۰/۱۵	۳۶/۳	۱۱/۲	۳۴
ورمی کمپوست	۶/۹	۱۹	۱۲۰/۵	۱۵۷/۶	۷۳

تأثیر تیمارهای آزمایش بر عناصر ماکرو در خاک، در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان میدهند که نیتروژن قابل دسترس خاک در تیمارهای ورمی‌کمپوست نسبت به کود گاوی بیشتر است. بیشترین نیتروژن در تیمار T5 (۶۳/۲ میلی گرم بر کیلوگرم) و کمترین در تیمار T1 ، (۲۲/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بدست آمد.

جدول ۲- تأثیر تیمارهای آزمایش بر عناصر ماکرو در خاک باغ/

عناصر	تیمارها	سال ۱۴۰۲	سال ۱۴۰۳	میانگین
نیتروژن mg/kg	T_1	۲۲/۱±۷/۲	۴۵/۱±۴/۵	۳۹/۳±۵/۲
	T_2	۳۴/۱±۷/۵	۵۷/۲±۲/۳	۴۸/۲±۶/۲
	T_3	۳۸/۲±۴/۱	۵۷/۴±۱/۱	۴۷/۱±۵/۶
	T_4	۳۹/۲±۴/۲	۶۰/۲±۵/۱	۵۳/۱±۲/۸
	T_5	۴۸/۱±۸/۶	۷۱/۱±۶/۶	۶۳/۴±۲/۲
فسفر mg/kg	T_1	۴/۰±۲/۴	۱۱/۱±۵/۳	۹/۲±۳/۵
	T_2	۷/۰±۱/۵	۱۵/۲±۲/۱	۱۱/۱±۶/۱
	T_3	۶/۰±۷/۷	۱۸/۲±۶/۰	۱۴/۲±۷/۷
	T_4	۸/۰±۳/۲	۱۸/۱±۵/۴	۱۴/۱±۲/۳
	T_5	۹/۰±۸/۹	۲۲/۳±۳/۲	۱۸/۲±۳/۶
پتاسیم mg/kg	T_1	۲۵/۱±۲/۳	۴۶/۲±۳/۲	۳۳/۳±۴/۲
	T_2	۳۳/۱±۶/۵	۵۵/۲±۲/۳	۴۵/۴±۸/۷
	T_3	۳۶/۴±۱/۱	۵۴/۲±۷/۱	۴۶/۴±۴/۲
	T_4	۴۷/۲±۸/۳	۶۰/۱±۲/۱	۵۳/۲±۲/۲

T_5	۶۱/۲±۳/۱	۶۷/۲±۷/۶	۵۷/۱±۵/۸

تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست، در خاک خود از فسفر بالاتری برخوردار بودند بطوریکه بیشترین میزان فسفر قابل دسترس در تیمار T5 با مقدار ۱۸/۳ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین میزان آن ۹/۳ در تیمار T1 مشاهده شد. پتاسیم قابل دسترس خاک نیز با مدیریت بهتر عناصر غذایی در باغ آلبالو مورد آزمایش بطور معنی‌داری افزایش یافت بگونه‌ای که نسبت به تیمار شاهد (۳۳/۴)، در بقیه تیمارها میزان آن افزایش یافت(۴۵/۸ تا ۵۷/۵). نتایج نشان داد که در طول انجام آزمایش، میزان کربن آلی خاک در همه تیمارها افزایش یافته است. کربن آلی خاک از حدود ۰/۱۵ -۰/۲۹ درصد در پایان آزمایش (۱۴۰۳) به میزان ۰/۵۲-۰/۳۱ درصد افزایش یافته بود. مواد آلی عمدتاً حاصل فعالیتهای زیستی خاک هستند. بیشترین کربن آلی (۰/۵۲ درصد)از تیمار ۵ (T5) که شامل ورمی‌کمپوست، کودهای معدنی و ازتوباکتر بود بدست آمد و نسبت به تیمار شاهد (۰/۳۲ درصد) تفاوت معنی‌داری داشت. تأثیر مثبت اثر متقابل دو طرفه بین ورمی کمپوست و کود معدنی در افزایش غلظت نیتروژن و فسفر در خاک باغات آلبالو، ممکن است به دلیل نقش ورمی کمپوست باشد که به آزادسازی عناصر غذایی کمک می کند و در نتیجه به عنوان بهبود دهنده خصوصیات خاک و همچنین تامین مواد مغذی در داخل گیاه باعث افزایش غلظت عناصر غذایی در خاک می شود(Haider *etal*., 2023). در مقایسه با کودهای آلی معمولی، ورمی کمپوست حاوی مواد مغذی بالاتر و متعادل‌تری است که به ریشه‌های گیاه کمک می‌کند تا مواد مغذی را به طور مؤثرتری جذب کنند (Vinothini etal., 2016).

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست برای افزایش جذب عناصر غذایی مفید بوده است. تحت شرایط آزمایش، بالاترین جذب با کاربرد ۱۰ کیلوگرم ورمی کمپوست و مایه تلقیح ازتوباکتر حاصل شد. شایان ذکر است که کاربرد ورمی کمپوست ارزان‌تر به عنوان یک اصلاح‌کننده خاک می‌تواند مزایای اقتصادی بالاتری را برای درختان فراهم کند. علاوه بر این، پتانسیل ورمی کمپوست برای جایگزینی کودهای شیمیایی باید در تحقیقات آینده بررسی شود، که نه تنها به کاهش دوزهای بالای نهاده‌های کود شیمیایی کمک می‌کند، بلکه اهمیت مهمی در ارتقای توسعه پایدار کشاورزی نیز خواهد داشت.

منابع

Adak, T. and Sachan, R. S. 2009. Effect of co-inoculation of *Sinorhizobium meliloti* and *Bacillus megaterium* on yield and nutrient uptake of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in Mollisol soil. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 31: 124–130.

Al-Maamori, H. A., Salman, A. D., Al-Budeiri, M., Ajib, Y. and Al-Shami, O. 2023. Effect of vermicompost production on some soil properties and nutrients in plants. Earth and Environmental Science, 1214: 012006.

Benazzouk, S., Dobrev, P. I., Djazouli, Z. E., Motyka, V. and Lutts, S. 2020. Positive impact of vermicompost leachate on salt stress resistance in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) at the seedling stage: A phytohormonal approach. Plant and Soil, 446: 145–162.

Brussaard, L. and Ferrera-Cerrato, R. 2006. Soil ecology in sustainable agricultural systems. Lewis Publishers, New York, 168 p.

Chaudhry, M. A., Rehman, A., Naeem, M. A. and Mushtaq, N. 2011. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan Journal of Soil Science, 16: 63–68.

Fernandez, R., Scull, R., Gonzales, J. L., Crespo, M., Sanchez, E. and Carballo, C. 2008. Effect of fertilization on yield and quality of *Matricaria recutita* L. (chamomile). Aspects of mineral nutrition of the crop. Memorias 11th Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, 2nd Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo, Berlin, Germany, 891–894.

Mallanagouda, B. 2003. Effects of N, P, K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 4: 916–918.

Oyege, I. and Bhaskar, M. S. B. 2023. Effects of vermicompost on soil and plant health and promoting sustainable agriculture. Soil Systems, 7(4): 101.

Pramanik, P., Ghosh, G. K. and Chung, Y. R. 2010. Changes in nutrient content, enzymatic activities and microbial properties of lateritic soil due to application of different vermicomposts: A comparative study of ergosterol and chitin to determine fungal biomass in soil. Soil Use and Management, 26: 508–515.

Singh, V. J., Sharma, S. D., Kumar, P., Bhardwaj, S. K. and Raj, H. 2010. Conjoint application of bio-organic and inorganic nutrient sources for improving cropping behaviour, soil properties and quality attributes of apricot (*Prunus armeniaca*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 80: 981–987.

Vinothini, V., Anuradha, R. and Senthilkumar, R. 2016. Vermicompost production and nutrient analysis using *Eudrilus eugeniae*. World Journal of Pharmaceutical Research, 5: 1250–1257.

Zhang, Y., Gao, W., Luan, H., Tang, J., Li, R., Li, M., Zhang, H. and Huang, S. 2022. Effects of a decade of organic fertilizer substitution on vegetable yield and soil phosphorus pools, phosphatase activities, and the microbial community in a greenhouse vegetable production system. Journal of Integrative Agriculture, 21: 2119–2133.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Nutrition management of cherry orchards with emphasis on organic and biological fertilizers

Mojtaba Yahyaabadi[1*]

1- Isfahan agriculture and natural resources research and education center, AREEO, Isfahan, Iran
**Corresponding Author: yahyabadi@gmail.com*

Abstract

The effect of organic and chemical fertilizers on soil organic carbon change and the amount of nutrients availability in cherry orchard soil in 2023 and 2024 was investigated. Inorganic (N, P, K) substrates, Azotobacter inoculum and Organic (farm yard manure, vermicompost) were applied each year within the tree basin soil. It was observed that soil nutrients concentrations significantly increased in organic and inorganic amended soils as compared to control. Vermicompost and Azotobacter inoculum significantly enhanced soil organic carbon content and available nutrients.

Keywords: Azotobacter, Cherry, Orchards, Organic carbon, Organic fertilizers.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثرات آمینوکلات روی و مس بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی دو رقم توت‌فرنگی در سیستم کشت هیدروپونیک

عباس دانایی‌فر[۱*]، اسمعیل خالقی[۱]، افراسیاب راهنما[۱] و آیدا کرمی[۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *a.danaei@scu.ac.ir*

چکیده

آمینوکلات جدیدترین نوآوری‌های تغذیه گیاه در سیستم‌های تولید کشاورزی می‌باشند آنها بخشی از فرمول‌های نوین کودهایی هستند که بر اساس اسیدهای آمینه مختلف، سنتز می‌شوند. به منظور ارزیابی و مقایسه اثرات آمینوکلات روی و مس بر رنگیزه‌های فتوسنتزی دو رقم توت‌فرنگی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گردید. تیمارها شامل محلول‌پاشی آمینوکلات مس در دو سطح (۰ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) و آمینوکلات روی در سه سطح (۰، ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) بر روی دو رقم توت‌فرنگی سابرینا و کاماروسا انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد آمینوکلات روی و مس موجب افزایش معنی‌دار میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در هر دو رقم توت‌فرنگی گردید. بیشترین میزان کلروفیلa (۰/۷۲ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در اثر کاربرد همزمان ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات مس و روی در رقم سابرینا به دست آمد که افزایش ۲۲/۰۳ درصدی نسبت به شاهد داشت. در رقم سابرینا تیمار ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات مس همراه با ۲ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات روی دارای بیشترین میزان کلروفیلb (۰/۲۴۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کلرفیل کل (۰/۹۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که به ترتیب موجب افزایش ۳۸/۷۲ و ۱۹/۷۳درصدی در میزان کلروفیلb و کلروفیل کل گردید. غلظت ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات مس همراه با ۲ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات روی به ترتیب موجب افزایش ۳۳/۲۸ و ۷/۸۴ درصدی میزان فتوسنتز در رقم سابرینا و کاماروسا گردید. به طور کلی نتایج نشان داد که اعمال تیمار آمینوکلات مس و روی در رقم سابرینا میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و تبادلات گازی را نسبت به رقم کاماروسا به میزان بیشتری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آمینوکلات، فتوسنتز،کاروتنوئید، کلروفیل.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria x ananassa* Duch.) گیاهی علفی، چند ساله و عمدتاً روز کوتاه ترکیبی از دو گونه اکتاپلوئید عمدتاً، Fragaria chelonesis Duch و Fragaria virginiana Duch است (Kumar et al., 2017) که دارای ارزش غذایی بالایی هست و در سیستم‌های هیدروپونیک، محلول غذایی تنها منبع مواد مغذی است که در اختیار گیاهان قرار می‌گیرد (Ries et al., 2025). در میان آنها ریزمغذی‌ها اگر چه در مقدار کم مورد نیاز هستند اما برای رشد و نمو گیاهان مهم هستند (Jimenez-Rosado et al., 2022). این ریزمغذی‌ها می‌توانند با اسیدهای آمینه ترکیب شوند و به عنوان آمینوکلات کمیت و کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار دهند (Souri, 2016; Areche et al., 2023). کودهای آمینوکلات از جمله جدیدترین نوآوری‌های تغذیه گیاه در سیستم های تولید کشاورزی می‌باشند آنها بخشی از فرمول-های نوین کودهایی هستند که بر اساس اسیدهای آمینه مختلف، سنتز می‌شوند و در سال‌های اخیر، به دلیل نقش‌های متنوع و مهم اسیدهای‌آمینه در متابولیسم گیاه رشد سریعی در بازار داشته‌اند (Souri and Yarahmadi, 2016). از جمله این آمینوکلات‌ها آمینوکلات مس می‌باشد. مس به عنوان یک ریزمغذی ضروری نقش اساسی در رشد و نمو گیاهان دارد (Ishka et al., 2022). از دیگر ترکیبات مؤثر بر کیفیت و کمیت میوه آمینوکلات روی می‌باشد روی یک ریزمغذی ضروری است که در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مانند فتوسنتز، فعال‌سازی آنزیم و سنتز پروتئین نقش اساسی دارد (Saini et al ., 2024). لذا هدف از این مطالعه بررسی اثرات محلول‌پاشی آمینوکلات روی و مس بر رنگیزه‌های فتوسنتزی دو رقم توت‌فرنگی در شرایط کشت هیدروپونیک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی و مقایسه اثرات آمینوکلات روی و مس بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه توت‌فرنگی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گردید. جهت انجام این آزمایش ابتدا نشاهای توت‌فرنگی رقم کاماروسا و سابرینا در دیماه ۱۴۰۳ از واحد تولیدی در استان کردستان تهیه و به گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند نشاها با قارچ‌کش مانکوزب ضدعفونی و در بسترهای کشت به طول ۱۳۰، عرض ۲۵ و عمق ۹ سانتی‌متر حاوی کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۷۰ به ۳۰ کشت شدند جهت تغذیه گیاهان از محلول غذایی رش استفاده شد پس از استقرار گیاهان به شرایط جدید (یک ماه بعد) تیمارها اعمال شد. تیمارها شامل محلول‌پاشی آمینوکلات مس در دو سطح (۰ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) و آمینوکلات روی در سه سطح (۰، ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) بر دو رقم سابرینا و کاماروسا انجام گرفت. محلول‌پاشی هر ماه یکبار تکرار گردید. فاکتورهای اندازه‌گیری شده به شرح زیر می‌باشد. اندازه‌گیری میزان فتوسنتز و تعرق در شرایط آفتابی و نور کامل خورشید بین ساعات ۸-۱۰ صبح توسط دستگاه Lci (Lci Console model, UK) انجام گرفت (Danaeifar et al., 2023). برای اندازه‌گیری کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد. ابتدا ۱۰۰ میلی‌گرم از برگ‌های فریز شده در نیتروژن مایع با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد همگن و به فالکون منتقل و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۶۳/۶، ۶۴۶/۶ و ۴۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (model 7315, Jenway, UK) قرائت شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج به دست آمده از جدول ۱ کاربرد آمینوکلات روی و مس موجب افزایش معنی‌دار میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در هر دو رقم توت‌فرنگی گردید. در رقم سابرینا کاربرد همزمان ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات مس و روی دارای بیشترین میزان کلروفیلa (۰/۷۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که افزایش ۲۲/۰۳ درصدی نسبت به شاهد داشت. در رقم کاماروسا کاربرد آمینوکلات روی در شرایط عدم استفاده آمینوکلات مس موجب افزایش معنی‌دار کلروفیلa گردید و در غلظت ۲ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات روی به بیشترین میزان (۰/۶۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) رسید. همچنین کلروفیلb و کلروفیل کل در هر دو رقم کاماروسا و سابرینا تحت تأثیر کاربرد همزمان آمینوکلات مس و روی قرار گرفتند به طوری که تیمار ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات مس همرا با ۲ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات روی در رقم سابرینا دارای بیشترین میزان کلروفیلb (۰/۲۴۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کلرفیل کل (۰/۹۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که موجب افزایش ۳۸/۷۲ درصدی در میزان کلروفیلa و ۱۹/۷۳ درصدی در میزان کلروفیل کل داشت. میزان کاروتنوئیدها تحت تأثیر اعمال تیمارها قرار گرفت. در رقم سابرینا کاربرد آمینوکلات روی در شرایطی موجب افزایش میزان کاروتنوئید گردید که همزمان با ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات مس اعمال گردد اما در رقم کاماروسا آمینوکلات روی در هر دو غلظت آمینوکلات مس میزان کاروتنوئید را افزایش داد. محلول‌پاشی آمینوکلات روی موجب افزایش میزان تبادلات گازی در هر دو رقم توت‌فرنگی گردید به طوری که این افزایش با کاربرد آمینوکلات مس شدت یافت. در رقم سابرینا غلظت ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات مس همراه با ۲ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات روی دارای بیشترین میزان فتوسنتز (۸/۵۷ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) و همزمان با ۴ میلی‌لیتر در لیتر آمینوکلات روی دارای بیشترین میزان تعرق (۲/۷۶ میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه) بود که افزایش ۳۳/۲۸ و ۳۰/۱۸ درصدی به ترتیب در میزان فتوسنتز و تعرق داشت.

جدول ۱- مقایسه میانگین حاصل از اثرات متقابل آمینوکلات مس و روی بر میزان رنگیزه‌های فتونسنتزی دو رقم توت‌فرنگی سابرینا و کاماروسا.

رقم	تیمار		صفات					
	آمینوکلات مس	آمینوکلات روی	کلروفیل a(میلی- گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیلb(میلی- گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل(میلی- گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید(میلی- گرم بر گرم وزن تر)	فتوسنتز(میکرومول برمتر مربع بر ثانیه)	تعرق(میلی مول بر متر مربع بر ثانیه)
سابرینا	۰	۰	۰/۵۹abc	۰/۱۷۳def	۰/۷۶abc	۰/۲۶۸abc	۶/۴۲de	۲/۱۲cd
		۲	۰/۴۹bc	.۰/۱۷۹cde	۰/۶۷bc	۰/۲۳۴cd	۷/۲۵abcd	۲/۰۴cd

		۴	۰/۷۰ab	۰/۱۹۶bcde	۰/۸۹ab	۰/۲۶۹abc	۷/۹۴ab	۲/۰۳cd
	۴	۰	۰/۴۹bc	۰/۲۰۲abcd	۰/۶۹abc	۰/۲۷۵abc	۸/۱۵ab	۱/۸۳d
		۲	۰/۶۷ab	۰/۲۴۰a	۰/۹۱a	۰/۲۸۱ab	۸/۵۷a	۱/۹۴cd
		۴	۰/۷۲a	۰/۱۹۶bcde	۰/۹۰ab	۰/۲۹۳a	۷/۷۵abc	۲/۷۶a
کاماروسا	۰	۰	۰/۵۰bc	۰/۱۴۰f	۰/۶۴c	۰/۲۰۵d	۷/۲۷abcd	۲/۰۴cd
		۲	۰/۶۲abc	۰/۲۰۷abcd	۰/۸۳abc	۰/۲۷۳abc	۵/۸۶e	۲/۱۶bcd
		۴	۰/۶۰abc	۰/۱۶۴ef	۰/۷۶abc	۰/۲۳۷bcd	۶/۴۵cde	۲/۶۷ab
	۴	۰	۰/۵۸abc	۰/۱۹۶bcde	۰/۷۸abc	۰/۲۴۸bcd	۷/۰۹bcde	۱/۷۱d
		۲	۰/۴۵c	۰/۲۱۴abc	۰/۶۷bc	۰/۲۴۶bcd	۷/۸۴ab	۲/۴۳abc
		۴	۰/۵۴abc	۰/۱۵۱bcde	۰/۶۹abc	۰/۲۳۶bcd	۶/۹۶bcde	۲/۴۷abc

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر کاربرد آمینوکلات مس و روی موجب افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و تبادلات گازی در دو رقم سابرینا و کاماروسا گردید. افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در توت‌فرنگی می‌تواند به دلیل نقش این آمینوکلات‌ها در بهبود جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیوم باشد. این نتایج با نتایج(Ram et al., 2024) مطابقت دارد که گزارش کردند آمینوکلات‌ها می‌توانند جذب و جابه‌جایی فلزاتی که تحرک کمی در داخل گیاه دارند را افزایش دهد و جذب مواد مغذی را بهبود بخشد و کمبودها را در گیاهان کاهش دهند. آمینوکلات روی همچنین به حفظ یکپارچگی سیستم آوندی درخت که آب و مواد مغذی را در سرتاسر گیاه منتقل می‌کند، کمک می‌کند و در بیوسنتز کلروفیل، تریپتوفان، جذب و انتقال نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه تأثیر می‌گذارد (Saini et al ., 2024). همچنین نتایج نشان داد که میزان تبادلات گازی تحت تیمارها افزایش پیدا کرد که این افزایش می‌تواند به دلیل نقش آمینوکلات‌ها در بهبود رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل و کاروتنوئید باشد آمینوکلات‌ها علاوه بر نقشی که در جذب مواد مغذی دارند بیوسنتز متابولیت‌های مهم مثل کلروفیل را افزایش می‌دهند که در نهایت منجر به افزایش میزان فتوسنتز و سلامت کلی گیاه می‌گردد (Mohammadnia et al., 2025; Areche et al., 2023).

منابع

Areche, F. O., Aguilar, S. V., More López, J. M., Castañeda Chirre, E. T., Sumarriva-Bustinza, L. A., Pacovilca-Alejo, O. V., ... and Salas-Contreras, W. H. 2023. Recent and historical developments in chelated fertilizers as plant nutritional sources, their usage efficiency, and application methods. Brazilian Journal of Biology, 83: e271055.

Danaeifar, A., Khaleghi, E., Zivdar, S. and Mehdikhanlou, K. 2023. Physiological, biochemical, and gene expression of sour orange (*Citrus aurantium* L.) to iron (II)-arginine chelate under salinity, alkalinity, and salt–alkali combined stresses. Scientia Horticulturae, 319: 112-146.

Ishka, M. R., Chia, J. C. and Vatamaniuk, O. K. 2022. Advances in understanding of copper function and transport in plants. Cation Transporters in Plants, 205–226.

Jiménez-Rosado, M., Perez-Puyana, V., Guerrero, A. and Romero, A. 2022. Micronutrient-controlled-release protein-based systems for horticulture: Micro vs. nanoparticles. Industrial Crops and Products, 185: 115128.

Mohammadnia, S., Haghighi, M., Mozafarian, M. and Geösel, A. 2025. Impact of mycorrhiza inoculations and iron amino chelate on growth and physiological changes of cucumber seedlings across different pH levels. Plants, 14(3): 341.

Ram, K., Ninama, A. R., Choudhary, R. and Solanki, B. P. 2024. A comprehensive review on aminochelates: Advances and applications in plant nutrition. International Journal of Environment and Climate Change, 14(1): 120–127.

Ries, J., Meng, Q. and Park, Y. 2025. Potassium sulfate supplementation with elevated electrical conductivity was unproductive for hydroponic strawberry at the original Yamazaki nutrient solution nitrogen level. HortScience, 60(2): 198–204.

Saini, S., Kumar, P., Sharma, D. P., Sharma, N. C., Chauhan, A. and Shandil, D. 2024. Organic Zn and nano-Zn amino acids chelates modulate quality growth attributes and antioxidants activity for biofortified apple (*Malus* × *domestica* Borkh.) production. Scientia Horticulturae, 337: 113594.

Souri, M. K. 2016. Aminochelate fertilizers: The new approach to the old problem; a review. Open Agriculture, 1(1): 118–123.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigation of the effects of zinc and copper aminochelate on the amount of photosynthetic pigments in two strawberry cultivars in a hydroponic cultivation system

Abbas Danaeifar[1*], Esmaeil Khaleghi[1], Afrasyab Rahnama[1] and Aida Karami[1]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding author: a.danaei@scu.ac.ir

Abstract

Aminochelates are the latest innovations in plant nutrition in agricultural production systems. They are part of new fertilizer formulas that are synthesized based on different amino acids. In order to evaluate and compare the effects of zinc and copper aminochelates on photosynthetic pigments of two strawberry cultivars, an experiment was conducted as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. The treatments included spraying copper aminochelate at two levels (0 and 4 ml/l) and zinc aminochelate at three levels (0, 2 and 4 ml/l) on two cultivars, Sabrina and Camarosa. The results showed that the application of zinc and copper aminochelates significantly increased the amount of photosynthetic pigments in both strawberry cultivars. In Sabrina cultivar, simultaneous application of 4 ml/L copper and zinc aminochelate had the highest chlorophyll a content (0.72 mg/g fw), which was an increase of 22.03% compared to the control. 4 ml/L copper aminochelate with 2 ml/L zinc aminochelate in Sabrina cultivar had the highest chlorophyll b content (0.240 mg/g fw) and total chlorophyll (0.91 mg/g fw), which caused an increase of 38.72% in chlorophyll b content and 19.73% in total chlorophyll content. 4 ml/L copper aminochelate and 2 ml/L zinc aminochelate caused an increase of 33.28 and 7.84% in photosynthesis rate in Sabrina and Camarosa cultivars, respectively. In general, the results showed that applying copper and zinc aminochelate treatment to Sabrina cultivar increased the amount of photosynthetic pigments and gas exchange to a greater extent than to Camarosa cultivar.

Keywords: Aminochelate, Carotenoid, Chlorophyll, Photosynthesis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی کارایی *Pseudomonas brassicacearum* در بهبود رشد و عملکرد گل رز خوشه‌ای تحت شرایط کم‌آبیاری در سیستم کشت بدون خاک

سارا شاهین ورنوسفادرانی[۱]، محمدرضا صادقی[۱] و علی نیکبخت[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[*]نویسنده مسئول: *anikbakht@iut.ac.ir*

چکیده

در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار و کاهش مصرف آب و نهاده‌های شیمیایی، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر باکتری محرک رشد *Pseudomonas brassicacearum* بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و رشدگل رز رقم شاین تحت دو سطح آبیاری (کامل و کم آبیاری) در سیستم کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلیت در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل باکتری در دو سطح (تلقیح با *P. brassicacearum* و بدون تلقیح) و آبیاری در دو سطح (دبی ۱.۳ و ۰.۷ لیتر بر ساعت) و یک رقم گل رز خوشه ای رقم شاین بودند. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد غنچه، قطر ساقه، وزن تر بوته، شاخص سبزینگی برگ (SPAD) و نشت یونی بودند. نتایج نشان داد تلقیح با باکتری در اکثر صفات باعث بهبود معنی‌دار صفات گردید. بیشترین ارتفاع، تعداد غنچه، قطر ساقه و وزن تر در تیمارهای تلقیح‌شده مشاهده شد. نشت یونی به‌طور معنی‌داری در اثر باکتری و سطح آبیاری کاهش یافت. علاوه براین شاخص سبزینگی برگ در گیاهان تیمار شده با باکتری بالاتر از تیمار شاهد بود. اثر متقابل باکتری × آبیاری در برخی صفات همچون وزن تر و تعداد غنچه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده نقش مهم باکتری در تعدیل تنش کم آبیاری می‌باشد. در مجموع، نتایج این پژوهش حاکی از توان بالای این باکتری در بهبود رشد و تحمل به کم‌آبیاری در گل رز بوده و استفاده از آن به‌عنوان یک راهکار زیستی کارامد برای کاهش مصرف آب و کود در سیستم‌های گلخانه‌ای توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: باکتری محرک رشد، بهبود رشد، کشاورزی پایدار، کشت بدون خاک، کم آبیاری.

مقدمه

گل رز (*Rosa hybrida*) یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی در جهان به شمار می‌رود و با بیش از یک‌سوم تولید جهانی گل‌های شاخه‌بریده، رتبه نخست را در صنعت گلکاری به خود اختصاص می‌دهد (Hughes, 2000). در میان انواع مختلف، رزهای خوشه‌ای (اسپری) گروه مهمی از رزها را شامل می‌شوند و به دلیل توانایی تولید چندین گل روی یک ساقه(گل آذین)، مورد توجه تولیدکنندگان گلخانه‌ای قرار گرفته‌اند. با این که مصرف کودهای شیمیایی طی ۵۰ سال گذشته نقش مهمی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشته است ولی امروزه آثار منفی مصرف بی‌رویه از آنها به تدریج بروز پیدا کرده است. به دلیل بحران جهانی آب و آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، تحقیقات به‌سوی روش‌های پایدارتر در تولید محصولات کشاورزی معطوف شده است (Wu et al., 2005).

یکی از رویکردهای نوین و زیست‌سازگار، استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) است. این باکتری‌ها با سازوکارهایی نظیر تولید هورمون‌های رشد، بهبود جذب عناصر غذایی، ترشح سیدروفورها، حلالیت فسفر، تثبیت نیتروژن و مهار عوامل بیماری‌زا، می‌توانند رشد گیاه را در شرایط بهینه یا تنش‌زا افزایش دهند (Sturz and Christie, 2003). از جمله باکتری‌های مؤثر در این زمینه می‌توان به *Pseudomonas spp.* اشاره کرد که توانایی زیادی در بهبود رشد و تحمل تنش گیاهان دارد. مطالعات متعددی، نشان داده‌اند که برخی سویه‌های سودوموناس (از جمله *Pseudomonas fluorescens*) می‌توانند در شرایط تنش آبی، عملکرد گیاهان زینتی مانند بنفشه و پتونیا را از طریق افزایش زیست‌توده، محتوای عناصر غذایی و تعداد گل به‌طور چشمگیری افزایش دهند (Nordstedt et al., 2020). علاوه بر این PGPR با افزایش یکپارچگی غشاء، نشت الکترولیت را در گیاهان تحت تنش آبی کاهش می‌دهد (Tiwari et al., 2016).

مواد و روش ها

آزمایش در گلخانه پژوهشی رز گروه علوم باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌صورت فاکتوریل اسپلیت در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول، تلقیح باکتری در دو سطح شامل: بدون تلقیح (شاهد) و تلقیح با *Pseudomonas brassicacearum* بود. عامل دوم، آبیاری در دو سطح شامل دبی ۱.۳ لیتر بر ساعت (آبیاری کامل) و ۰.۷ لیتر بر ساعت (کم آبیاری) در نظر گرفته شد. برای اعمال سطوح آبیاری، گیاهان تیمار شده با آبیاری کامل (دبی ۱.۳ لیتر بر ساعت) همواره ۲۰ درصد زهکش داشتند. با این شرایط اطمینان داریم که آبیاری به قدر کافی انجام شده و گیاه دچار تنش نشده است. اما گیاهان تیمار شده با دبی ۰.۷ لیتر بر ساعت کم آبیاری را تجربه کردند. تیمارهای باکتریایی با استفاده از محلول باکتری *P. brassicacearum* NBT507 (شرکت بایوران) به غلظت ۴ در هزار، در دو نوبت و با فاصله یک ماه، به‌میزان ۷۰۰ سی‌سی برای هر گیاه، مستقیماً به بستر ریشه تزریق شدند. گیاهان گل رز خوشه‌ای رقم شاین پیوندی در گلدان های یونولیتی با ابعاد ۱۰۰×۴۰×۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. بستر کشت شامل مخلوط کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۵۰:۵۰ بود. تغذیه گیاهان از طریق سیستم کودآبیاری اتوماتیک، طبق برنامه زمان‌بندی و با محلول غذایی تعریف‌شده انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف در محلول غذایی (میلی‌گرم در لیتر)

Cu	Mo	Mn	B	Zn	Fe	S	Mg	Ca	K	P	NH_4	NO_3
0.08	0.08	0.4	0.3	0.33	1.8	79.5	36	130	190	40	10	120

Mercurio (2007)

در پایان دوره، صفات ارتفاع بوته، تعداد غنچه، قطر ساقه، وزن تر بوته، شاخص سبزینگی (SPAD) و نشت یونی برگ اندازه‌گیری شد. SPAD با دستگاه SPAD-502 Plus و نشت یونی با استفاده از هدایت‌سنج تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین ها توسط آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد باکتری محرک رشد گیاه *Pseudomonas brassicacearum*، به‌ویژه در شرایط آبیاری محدود، تأثیر چشم‌گیری بر بهبود شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی گل رز رقم شاین در سیستم کشت بدون خاک دارد. در رابطه با ارتفاع بوته اثر اصلی باکتری و آبیاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و بیشترین ارتفاع در تیمار باکتری همراه با آبیاری کامل (۸۷.۶۶ سانتی‌متر) مشاهده شد. اثر باکتری و آبیاری بر تعداد غنچه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد. در رابطه با قطر ساقه، هر سه اثر (باکتری، آبیاری، و اثر متقابل) در سطح ۵ درصد معنی‌دار شدند. بیشترین قطر ساقه در تیمار باکتری همراه با آبیاری کامل (۷.۹۰ میلی‌متر) و کمترین در تیمار بدون باکتری و کم آبیاری (۵.۱۰ میلی‌متر) بود. اثر اصلی باکتری و اثر متقابل با آبیاری بر وزن تر معنی‌دار شد. اثر هر دو عامل باکتری و آبیاری بر نشت یونی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود وکمترین نشت یونی در تیمار باکتری و آبیاری کامل مشاهده شد. کاربرد PGPR باعث افزایش معنی‌دار SPAD برگ شد و مقدار شاخص در تیمار باکتری در هر دو سطح آبیاری بیشتر از تیمارهای بدون تلقیح بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورفوفیزیولوژیک در اثر تیمار کم آبیاری و تلقیح باکتری.

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد غنچه	وزن تر بوته (g)	نشت یونی (%)	سبزینگی
تلقیح باکتری و آبیاری نرمال (۱.۳ لیتر بر ساعت)	۸۷/۶۶^{a}	۷/۸۷^{a}	۲۵/۰۰^{a}	۶۴/۵۸^{a}	۲۱/۱۴^{c}	۱۰۷/۱۳^{a}
تلقیح باکتری و کم آبیاری (دبی ۰.۷ لیتر بر ساعت)	۷۷/۳۳^{a}	۷/۳۳^{a}	۱۸/۳۳^{b}	۷۴/۱۸^{a}	۲۵/۸۶^{b}	۹۱/۴۰^{b}
عدم تلقیح باکتری و آبیاری نرمال	۷۷/۸۷^{a}	۷/۹۰^{a}	۱۸/۶۶^{b}	۶۳/۴۷^{a}	۲۶/۰۱^{b}	۹۲/۱۶۶^{b}
عدم تلقیح باکتری و کم آبیاری	۶۰/۱۶^{b}	۵/۱۰^{b}	۸/۶۶^{b}	۳۸/۱۳^{b}	۳۰/۲۱^{a}	۷۳/۳۶^{c}

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بررسی صفات رشدی، افزایش ارتفاع بوته یکی از مهم‌ترین نشانه‌های تأثیر مثبت PGPR بود. این یافته با نتایج کانگ و همکاران (2014) هم‌راستا است که گزارش کردند تلقیح سویا با *Pseudomonas putida* منجر به افزایش معنی‌دار در ارتفاع گیاه از طریق تولید جیبرلین و کاهش تنش اکسیداتیو شد. در مورد قطر ساقه، افزایش چشمگیری در تیمارهای دارای باکتری مشاهده شد. این افزایش احتمالاً ناشی از تحریک تقسیم سلولی در ناحیه مریستم ساقه و بهبود انتقال عناصر ساختاری مانند پتاسیم و کلسیم است (Eid et al., 2009) . تلقیح با باکتری موجب افزایش تعداد غنچه‌ها نیز شد. باکتری‌های PGPR می‌توانند با تولید اکسین و سیتوکینین، گل‌انگیزی را تحریک کرده و تعداد غنچه‌های تشکیل‌شده را افزایش دهند (Shivaprakash et al., 2011). در گل جعفری نیز اثر مشابهی از PGPR و سیلیکون بر افزایش تعداد گل‌ها گزارش کردند. افزایش وزن تر بوته یکی از نشانه‌های تجمع زیست‌توده فعال در گیاه است که نشان‌دهنده سلامت عمومی، جذب مؤثر آب و مواد غذایی و فعال بودن فرایندهای فیزیولوژیکی می‌باشد. از دیدگاه فیزیولوژیکی، کاهش نشت یونی در تیمار با باکتری بیانگر حفظ یکپارچگی غشای سلولی و کاهش آسیب اکسیداتیو است. این اثر احتمالاً ناشی از تولید آنزیم ACC دآمیناز و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی توسط باکتری بوده که سطح ROS (گونه‌های فعال اکسیژن) را کاهش داده و مانع از تخریب غشا شده است (Upadhyay et al., 2012). افزایش شاخص سبزینگی (SPAD) نیز نتیجه‌ای مهم و همسو با دیگر یافته‌ها بود. PGPR ها با بهبود دسترسی عناصر و کاهش اتیلن تنش‌زا، سبب افزایش سنتز کلروفیل می‌شوند (Saharan and Nehra, 2011).

مجموع این یافته‌ها بیانگر آن است که استفاده از *Pseudomonas brassicacearum* می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی مؤثر در تولید پایدار گل‌های زینتی، به‌ویژه در سیستم‌های بدون خاک و با محدودیت منابع آبی و شیمیایی، مورد استفاده قرار گیرد. این باکتری با حفظ یا افزایش شاخص‌های کلیدی رشد و فیزیولوژی گیاه، امکان کاهش مصرف آب و کود را بدون افت عملکرد فراهم می‌سازد، که این امر از منظر اقتصادی، زیست‌محیطی و فنی اهمیت بالایی دارد.

منابع

Eid, A. R., Awad, M. N. and Hamouda, H. A. 2009. Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 5(4): 509–518.

Hughes, A. 2000. Retailers, knowledges and changing commodity networks: The case of the cut flower trade. Geoforum, 31: 175–190.

Kang, S. M., Radhakrishnan, R., Khan, A. L., Kim, M. J., Park, J. M., Kim, B. R., Shin, D. H. and Lee, I. J. 2014. Gibberellin secreting rhizobacterium, *Pseudomonas putida* H-2-3 modulates the hormonal and stress physiology of soybean to improve the plant growth under saline and drought conditions. Plant Physiology and Biochemistry, 84: 115–124.

Nordstedt, N. P., Chapin, L. J., Taylor, C. G. and Jones, M. L. 2020. Identification of *Pseudomonas* spp. that increase ornamental crop quality during abiotic stress. Frontiers in Plant Science, 10: 1754.

Saharan, B. S. and Nehra, V. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: A critical review. Life Sciences and Medicine Research, 21(1): 30.

Shivaprakash, B. N., Hugar, A. H., Kurubar, A. R., Vasudevan, S. N. and Husain, S. A. 2011. Studies on impact of bio-fertilizers and GA3 on growth and flower yield of marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Orange Double.

Sturz, A. and Christie, B. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: The management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research, 72: 107–123.

Tiwari, S., Lata, C., Chauhan, P. S. and Nautiyal, C. S. 2016. *Pseudomonas putida* attunes morphophysiological, biochemical and molecular responses in *Cicer arietinum* L. during drought stress and recovery. Plant Physiology and Biochemistry, 99: 108–117.

Upadhyay, S. K., Maurya, S. K. and Singh, D. P. 2012. Salinity tolerance in free living plant growth promoting rhizobacteria. Indian Journal of Scientific Research, 3(2): 73–78.

Wu, S. C., Cao, Z., Li, Z., Cheung, K. and Wong, M. H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geoderma, 125: 155–166.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effectiveness of *Pseudomonas brassicacearum* in improving the growth and yield of spray roses under deficit irrigation conditions in a soilless cultivation system

Mohammadreza Sadeghi[1], Sara Shahin Varnousfaderani[1] and Ali Nikbakht[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology
Corresponding Author: anikbakht@iut.ac.ir

Abstract

In order to achieve sustainable agriculture and reduce the consumption of water and chemical inputs, this study aimed to investigate the effect of the growth-promoting bacterium Pseudomonas brassicacearum on physiological indices and growth of the rose cultivar Shine under two irrigation levels (full and deficit irrigation) in a soilless cultivation system. The experiment was conducted as a split factorial in a randomized complete block design with three replications in the research greenhouse of Isfahan University of Technology. The experimental treatments included bacteria at two levels (inoculation with P. brassicacearum and without inoculation) and irrigation at two levels (flow rate 1.3 and 0.7 liters per hour) and a cluster rose cultivar Shine. The evaluated traits included plant height, number of buds, stem diameter, plant fresh weight, leaf greenness index (SPAD) and ion leakage. The results showed that inoculation with bacteria significantly improved most traits. The highest height, number of buds, stem diameter and fresh weight were observed in the inoculated treatments. Ion leakage was significantly reduced by bacteria and irrigation level. In addition, the leaf greenness index in plants treated with bacteria was higher than the control treatment. The interaction effect of bacteria × irrigation was significant in some traits such as fresh weight and number of buds, indicating the important role of bacteria in modulating irrigation deficit stress. Overall, the results of this study indicate the high ability of this bacteria in improving growth and tolerance to irrigation deficit in roses and its use is recommended as an efficient biological solution to reduce water and fertilizer consumption in greenhouse systems.

Keywords: Deficit irrigation, Growth improvement, Growth-promoting bacteria, Soilless culture, Sustainable agriculture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد تکنیک‌های ارزیابی زمین در تعیین مناسب‌ترین مناطق برای احداث باغ گردو در استان قزوین

اعظم خسروی‌نژاد[1*]، مهرزاد محصص مستشاری[1] و محمدجواد آهنگریان[1]

۱- بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

*نویسنده مسئول: *azam_khosravinejad@yahoo.com*

چکیده

هدف از انجام این مطالعات، طبقه‌بندی تناسب اراضی کیفی به روش پارامتریک در اراضی آبی دارای مطالعات خاک‌شناسی استان قزوین به وسعت تقریبی ۴۴۰ هزار هکتار (۵ منطقه) می‌باشد. بدین منظور، اطلاعات فنولوژی، داده‌های هواشناسی، اطلاعات خاک و اراضی استخراج‌شده از مطالعات خاکشناسی منطقه و نقشه‌های خاک رقومی‌ساز شده برای محدوده مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی تناسب اراضی بر اساس نتایج طبقه‌بندی تناسب اراضی محصولات اراضی برای کشت گردو دارای تناسب متوسط (S2) و ۱۵۰ هزار هکتار (حدود ۵۹ درصد) دارای تناسب کم (S3) می‌باشند. اراضی نامناسب نیز در کلاس تناسب N1 به وسعت ۲۳ هزار هکتار (حدود ۹ درصد) و کلاس تناسب N2 به وسعت ۷۸ هزار هکتار (تقریباً ۳۱ درصد) قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی، توسعه باغ‌ها، قزوین، گردو.

مقدمه

ارزیابی تناسب اراضی به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی در مدیریت پایدار منابع طبیعی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، نقش تعیین‌کننده‌ای در برنامه‌ریزی کاربری اراضی ایفا می‌کند (FAO, 2021). این فرآیند با تعیین توان اکولوژیک اراضی برای کاربری‌های خاص، به‌ویژه در بخش کشاورزی، می‌تواند منجر به افزایش ۲۰-۳۰ درصدی بهره‌وری و کاهش قابل توجه فشار بر منابع طبیعی گردد (Zabel et al., 2021). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که رویکردهای نوین ارزیابی تناسب اراضی، تلفیقی از روش‌های کیفی و کمی بوده و از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS) بهره می‌برند (Zhang et al., 2022). در این زمینه، توسعه باغات گردو (*Juglans regia*) به دلیل ارزش اقتصادی بالا و سازگاری با شرایط تغییر اقلیم، مورد توجه ویژه قرار گرفته است (Ebrahimi et al., 2023).

استان قزوین با دارا بودن تنوع اقلیمی منحصر به فرد و وسعت قابل توجه اراضی کشاورزی (حدود ۴۴۰ هزار هکتار)، از پتانسیل بالایی برای توسعه باغات گردو برخوردار است. با این حال، مطالعات محدودی به ارزیابی دقیق تناسب اراضی این منطقه با استفاده از روش‌های نوین پرداخته‌اند (Ahmadi et al., 2021). این مطالعه با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای علمی در حوزه ارزیابی تناسب اراضی، شامل روش‌شناسی پارامتریک پیشرفته و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به ارزیابی دقیق تناسب اراضی استان قزوین برای کشت گردو می‌پردازد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌عنوان راهنمای علمی برای سرمایه‌گذاری‌های بخش کشاورزی، سند پشتیبان برای برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای، الگویی برای مطالعات مشابه در سایر مناطق مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

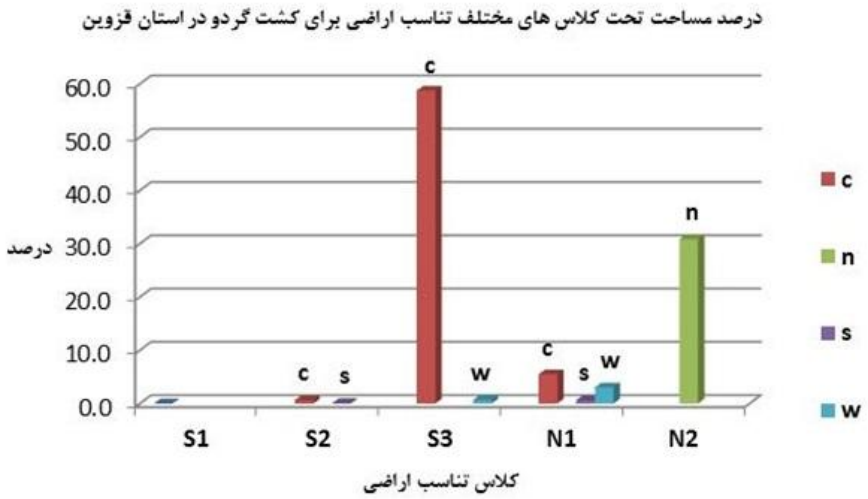
برای این منظور ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مرز منطقه واحدهای فیزیوگرافی جدا شدند. سپس با تفسیر عکس‌های هوایی و نقشه ۱/۵۰۰۰۰ و به کمک نقشه توپوگرافی منطقه با همان مقیاس، محل دقیق پروفیل شاهد تعیین شد و پس از انطباق به حفر پروفیل اقدام گردید و از هر افق نمونه‌برداری انجام گرفت. خصوصیات هر یک از افق‌های نمونه‌برداری‌شده نظیر رنگ، بافت و ساختمان، درصد

سنگریزه، تجمع آهک و گچ، میزان پایداری ذرات خاک، پراکندگی ریشه و خصوصیات حاصلخیزی در آزمایشگاه خاکشناسی انجام شد و سپس در کارت تشریح پروفیل خاک ثبت گردید. خصوصیات اراضی از قبیل شکل اراضی، انواع واحدهای فیزیوگرافی، پوشش گیاهی، شیب، میکرورلیف، فرسایش، زهکشی، نفوذپذیری، سیل‌گیری، شوری و قلیائیت، عمق آب زیرزمینی و خصوصیات دیگر در هر واحد اراضی مطالعه گردید.

آزمایش‌های فیزیکی خاک شامل تعیین بافت خاک (با استفاده از روش هیدرومتری)، تعیین درصد سنگ و سنگریزه (با استفاده از روش الک)، تعیین درصد گچ و آهک (با استفاده از روش تیتراسیون) انجام گردید (امامی و احیایی ۱۳۷۶ و ۱۳۷۵). آزمایش‌های شیمیایی خاک شامل اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (با استفاده از دستگاه EC متر)، اسیدیته (با استفاده از دستگاه pH متر)، کربنات کلسیم و منیزیم (با استفاده از روش تیتراسیون)، میزان سدیم و نسبت جذب سدیم (با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر) انجام پذیرفت (امامی، ۱۳۷۵) (احیایی، ۱۳۷۶). سپس از روش ارزیابی ماهلر نشریه ۲۰۵ جهت طبقه‌بندی اراضی استفاده گردید.

نتایج و بحث

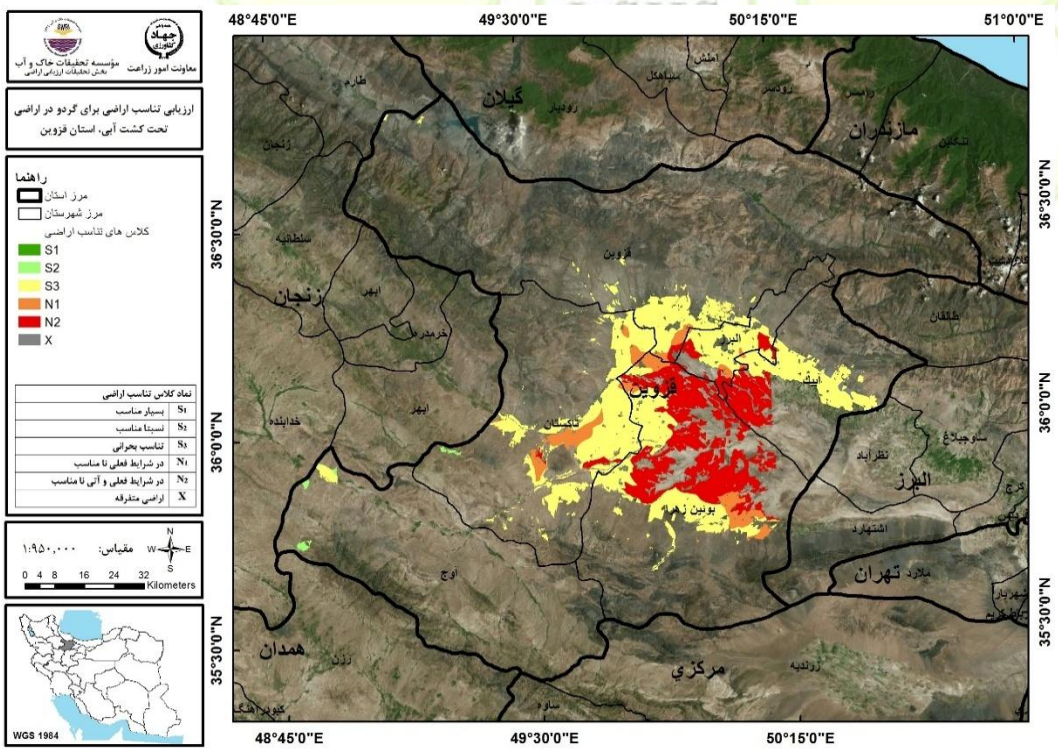
درخت گردو با نام علمی (*Juglans regia*) در نقاط مختلف ایران کشت می‌شود. برگ‌های این گیاه مرکب و برگچه‌های فرد و بزرگ دارد. میوه آن شفت و دارای میانبر گوشتدار است. تناسب اقلیمی برای کاشت گردو دارای کلاس S3 با شاخص اقلیم ۲۹ بوده که عامل محدودیت، حداکثر مطلق دما در مرحله تشکیل مغز میوه است. بررسی نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای گردو نشان می‌دهد که در حدود ۱۶۷۲ هکتار (حدود ۰/۶۶ درصد) اراضی برای کشت گردو دارای تناسب متوسط (S2) و ۱۵۰ هزار هکتار (حدود ۵۹ درصد) دارای تناسب کم (S3) می‌باشند. اراضی نامناسب نیز در کلاس تناسب N1 به وسعت ۲۳ هزار هکتار (حدود ۹ درصد) و کلاس تناسب N2 به وسعت ۷۸ هزار هکتار (تقریباً ۳۱ درصد) قرار گرفته‌اند. نمودار درصد و مساحت تحت کلاس‌های تناسب اراضی برای گردو به ترتیب در شکل (۱) و جدول (۱) ارائه شده است.. بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، عوامل محدودکننده اراضی در کلاس‌های مختلف تناسب به‌صورت زیر مشخص شده‌اند: در کلاس تناسب متوسط (S2)، مهم‌ترین محدودیت‌ها شامل شرایط اقلیمی و ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌باشد. در کلاس S3، اگرچه هر دو عامل اقلیم و زهکشی نقش محدودکننده دارند، اما محدودیت‌های اقلیمی از اهمیت بیشتری برخوردار است. در مورد اراضی با تناسب نامناسب، چهار عامل اصلی شامل ۱) شرایط نامساعد اقلیمی، ۲) شوری و قلیائیت خاک، ۳) خصوصیات فیزیکی نامطلوب خاک، و ۴) مشکلات سیستم زهکشی به‌عنوان موانع اصلی شناسایی شده‌اند. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، پراکنش مکانی این اراضی بیانگر آن است که مناطق بوئین‌زهرا و آبیک بیشترین سهم را از اراضی نامناسب برای کشت گردو به خود اختصاص داده‌اند. این الگوی توزیع جغرافیایی به‌وضوح نشان‌دهنده تأثیر قابل‌توجه پارامترهای محیطی و خصوصیات خاک در تعیین قابلیت اراضی منطقه برای کشت گردو می‌باشد.



شکل ۱- درصد مساحت تحت کلاس‌های مختلف تناسب اراضی برای کشت گردو.

جدول ۱- مساحت و درصد اراضی به تفکیک کلاس‌ها و تحت کلاس‌های اراضی برای گردو.

رده تناسب	مساحت رده	درصد مساحت رده	کلاس	مساحت کلاس	درصد مساحت کلاس	تحت کلاس تناسب	مساحت تحت کلاس (هکتار)	درصد مساحت تحت کلاس
اراضی مناسب (S)	151447/04	60/04	S1	0/14	0/00	S1	0/14	0/00
			S2	1672/24	0/66	S2 c	1504/70	0/60
						S2 s	167/54	0/07
			S3	149774/66	59/37	S3 c	148162/37	58/73
						S3 w	1612/29	0/64
اراضی نا مناسب (N)	100809/55	39/96	N1	22887/57	9/07	N1 c	13812/32	5/48
						N1 s	1501/20	0/60
						N1 w	7574/04	3/00
			N2	77921/98	30/89	N2 n	77921/98	30/89
جمع	252256/59	100/00	–	252256/59	100/00	–	252256/59	100/00
X	–	–	–	2579/58	–	اراضی متفرقه (X)	2579/58	–
جمع کل							254836/17	100/00



شکل ۲- گسترش جغرافیایی اراضی آبی مطالعه‌شده به تفکیک کلاس‌های تناسب اراضی برای گردو.

منابع

احیایی، م. ۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه خاک. جلد دوم. نشریه شماره ۱۰۲۴. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه خاک. جلد اول. نشریه شماره ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

Ahmadi, S., Alavi, S. A. and Mousavi, S. R. 2021. Land suitability analysis for walnut cultivation in Iran using GIS. Journal of Agricultural Science and Technology, 23(3): 685–698.

Ebrahimi, A., Khoshbakht, K. and Rahimian, H. 2023. Climate change adaptation strategies for walnut cultivation in semi-arid regions. Agricultural Systems, 205: 103558.

Food and Agriculture Organization. 2021. Guidelines for land evaluation for agriculture. Rome.

Zabel, F., Putzenlechner, B. and Mauser, W. 2021. Global agricultural land resources: A high resolution suitability evaluation. Nature Communications, 12: 2497.

Zhang, J., Su, Y., Wu, J. and Liang, H. 2022. A GIS-based multi-criteria decision making approach for land suitability evaluation. Computers and Electronics in Agriculture, 194: 106726.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of Land Evaluation Techniques to Identify the Most Suitable Areas for Walnut Orchard Establishment in Qazvin Province

Azam Khosravinejad[1*], Mehrzad Mohasses Mostashari[1] and Mohammadjavad Ahangaryan[1]
1- Soil and Water Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Qazvin, Iran.
Corresponding Author: azam_khosravinejad@yahoo.com

Abstract

The aim of this study was to conduct a qualitative land suitability classification using the parametric method for irrigated lands in Qazvin province, covering approximately 440000 hectares across five regions. For this purpose, phenological data, meteorological records, and soil and land characteristics extracted from regional soil studies and digitized soil maps were used. Based on the results of land suitability classification, approximately 59% of the area (about 150000 hectares) was found to have low suitability (S3), while 0.66% (around 1672 hectares) had moderate suitability (S2) for walnut (Juglans regia) cultivation. Additionally, 9% of the lands (23000 hectares) were classified as marginally unsuitable (N1), and 31% (78000 hectares) as permanently unsuitable (N2). These findings provide a scientific basis for the development of walnut orchards and optimized land use planning in the region.

Keywords: Land Suitability, Orchard Development, Qazvin, Walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نیازهای تغذیه‌ای و بهینه‌سازی مدیریت کود در باغات عمده استان قزوین

مهرزاد محصص مستشاری[1*]، اعظم خسروی‌نژاد[1] و محمدجواد آهنگریان[1]
۱- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات قزوین، قزوین، ایران
*نویسنده مسئول: *mm_mohasses@yahoo.com*

چکیده

تغذیه صحیح درختان میوه یکی از ارکان اصلی افزایش عملکرد و کیفیت محصول در باغ‌ها به شمار می‌رود. در استان قزوین، محصولات باغی همچون انگور، زیتون، پسته و فندق از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، اما بسیاری از باغات این استان با مشکلات تغذیه‌ای و ناهنجاری‌های مربوط به کمبود یا عدم تعادل عناصر غذایی مواجه هستند. این تحقیق با هدف ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای در باغ‌های انگور، زیتون، پسته و فندق استان قزوین و تحلیل نیازهای کودی در این باغات انجام شد. برای این منظور، ۸۰ باغ در هر محصول از مناطق مختلف استان انتخاب شد و نمونه‌برداری خاک و برگ به صورت استاندارد انجام گردید. سپس با استفاده از روش‌های انحراف از درصد بهینه (DOP) و تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) وضعیت تغذیه‌ای درختان و نیاز آن‌ها به کودهای شیمیایی و آلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بسیاری از باغ‌ها در وضعیت نامتعادلی از نظر عناصر غذایی قرار دارند و در برخی باغات، کمبود عناصر مهمی مانند نیتروژن، فسفر، منیزیم، منگنز و پتاسیم مشهود است. این ناهنجاری‌های تغذیه‌ای منجر به کاهش عملکرد و کیفیت میوه‌ها در باغات مختلف گردیده است. همچنین، نتایج نشان داد که باغ‌های با مدیریت تغذیه‌ای مناسب عملکرد بهتری داشتند. بر اساس یافته‌ها، مدیریت بهینه مصرف کودها و تنظیم دقیق تغذیه درختان می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات باغی استان قزوین ایفا کند. در نهایت، این تحقیق بر لزوم استفاده از روش‌های نوین ارزیابی تغذیه‌ای و توصیه‌های کودی دقیق برای بهینه‌سازی مصرف منابع در بخش کشاورزی تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: استان قزوین، تغذیه گیاهی، شاخص‌های ارزیابی، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای.

مقدمه

محصولات باغی استان قزوین از اهمیت ویژه‌ای در تأمین نیازهای غذایی و اقتصادی کشور برخوردارند. این استان با اقلیم متنوع و خاک‌های حاصلخیز، شرایط مناسبی برای تولید محصولات باغی نظیر انگور، زیتون، پسته و فندق فراهم کرده است. با این حال، علی‌رغم پتانسیل‌های بالا، مشکلاتی در زمینه عملکرد کم و کیفیت پایین محصولات در برخی از باغ‌ها مشاهده می‌شود که عمدتاً ناشی از ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و عدم مدیریت صحیح منابع غذایی است. مشکلات تغذیه‌ای در محصولات باغی به‌ویژه به دلیل کمبود و یا عدم تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاه بروز می‌کند و موجب کاهش کارایی مصرف کودها و در نتیجه افت کیفیت و کمیت محصول می‌شود. در استان قزوین، با توجه به تنوع محصولات باغی و اهمیت آن‌ها در اقتصاد منطقه، نیاز به یک ارزیابی دقیق از وضعیت تغذیه‌ای درختان و شناسایی عوامل محدودکننده رشد و عملکرد محصول به‌طور اساسی احساس می‌شود. استفاده از روش‌های مناسب برای تحلیل و تعیین نیازهای تغذیه‌ای در درختان میوه به‌ویژه در باغات انگور، زیتون، پسته و فندق می‌تواند راهکارهای مؤثری برای بهبود عملکرد این محصولات فراهم کند. یکی از مهم‌ترین ابزارها برای این تحلیل، بررسی و تجزیه‌وتحلیل وضعیت تغذیه‌ای درختان و شناسایی عناصر غذایی ضروری در شرایط مختلف است که می‌تواند بر پایه مطالعات گسترده و تجزیه دقیق خاک و برگ گیاهان انجام شود.

از آنجا که وضعیت تغذیه‌ای متعادل در گیاهان نه‌تنها بر رشد و توسعه آن‌ها تأثیرگذار است بلکه مستقیماً بر کیفیت و کمیت محصول نهایی اثر می‌گذارد، این تحقیق با هدف تحلیل وضعیت تغذیه‌ای محصولات باغی استان قزوین انجام شده است تا از طریق شناسایی مشکلات موجود، راهکارهای مناسب و مؤثری برای بهبود وضعیت تغذیه‌ای و افزایش عملکرد محصولات باغی این استان ارائه دهد.

چاکرالحسینی و همکاران با مطالعه بر روی پرتقال با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی اعداد مرجع و محدودیت‌های عناصر غذایی را در پرتقال تعیین کردند (چاکرالحسینی و همکاران، ۱۳۹۵). بصیرت و همکاران نیز در پژوهشی که بر روی انگور رقم شاهرودی به روش تشخیص چندگانه انجام شد، مشخص کردند که کمبود کلسیم و نیتروژن در مقایسه با سایر عناصر بیشتر بوده است (بصیرت و همکاران، ۱۳۹۵).

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، به‌منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای باغات استان قزوین، نمونه‌برداری از خاک و برگ درختان در ۸۰ باغ از هر محصول عمده شامل انگور، زیتون، پسته و فندق انجام شد. نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۰–۳۰ و ۳۰–۶۰ سانتی‌متر و نمونه‌برداری برگ از شاخه‌های میانی درختان در مراحل مختلف رشد گیاه به‌صورت استاندارد انجام گرفت. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها، تجزیه شیمیایی جهت تعیین غلظت عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس بر اساس روش‌های مرجع آزمایشگاهی انجام شد. برای تحلیل دقیق‌تر وضعیت تغذیه‌ای، باغات مورد مطالعه بر اساس عملکرد واقعی محصول طی سه سال گذشته به دو گروه اصلی تقسیم شدند. گروه اول باغ‌هایی با عملکرد مطلوب (باغات خوب) و گروه دوم باغ‌هایی با عملکرد ضعیف یا کمتر از میانگین منطقه (باغات ضعیف). این طبقه‌بندی به‌منظور بررسی ارتباط مستقیم بین وضعیت تغذیه‌ای و عملکرد محصولات انجام گرفت. در ادامه، داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از شاخص‌های پیشرفته تغذیه‌ای ازجمله انحراف از درصد بهینه (DOP) و تشخیص تغذیه‌ای چندمتغیره (CND) تحلیل شدند. این روش‌ها امکان شناسایی دقیق کمبودها و اختلالات تغذیه‌ای را فراهم می‌سازند. بر اساس این تحلیل‌ها، نیازهای کودی هر باغ به‌طور جداگانه استخراج و پیشنهادهای مدیریتی جهت بهبود عملکرد ارائه گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان می‌دهند که کمبود عناصر مختلف در باغات محصولات باغی استان قزوین تأثیرات چشمگیری بر عملکرد و کیفیت محصولات دارد. در باغات انگور، کمبود نیتروژن (N) و فسفر (P) به‌طور خاص مشهود بود. نیتروژن در برخی از این باغات به حد بحرانی نزدیک شده بود که این وضعیت می‌تواند باعث کاهش رشد رویشی و در نتیجه کاهش باردهی محصول شود. همچنین کمبود فسفر می‌تواند بر توسعه ریشه‌ها و جذب سایر عناصر تغذیه‌ای تأثیر منفی گذاشته و موجب کاهش کیفیت و عملکرد میوه‌ها شود. علاوه بر این، کمبود پتاسیم (K) در برخی باغات انگور مشاهده گردید که این عنصر در فرآیندهای فتوسنتزی و تنظیم آب در گیاه نقشی اساسی ایفا می‌کند و کاهش آن می‌تواند تأثیرات منفی بر رشد و توسعه گیاه داشته باشد. در باغات زیتون، کمبود نیتروژن و منیزیم (Mg) به‌وضوح مشاهده شد. کمبود نیتروژن در این باغات موجب زردی برگ‌ها و کاهش رشد درختان گردید که نشان‌دهنده عدم تأمین نیازهای تغذیه‌ای ضروری برای رشد مطلوب درختان بود. همچنین منیزیم که به‌عنوان یک عنصر اساسی در فرآیند فتوسنتز شناخته می‌شود، نقش مهمی در تولید انرژی گیاه دارد. کمبود این عنصر در باغات زیتون می‌تواند باعث کاهش کارایی فتوسنتز و در نتیجه کاهش کیفیت میوه‌ها شود. در باغات پسته، کمبود پتاسیم و کلسیم به‌ویژه در مناطق مختلف استان قزوین گزارش گردید. پتاسیم که برای تنظیم تعادل آبی گیاه و تولید میوه‌های باکیفیت ضروری است، کمبود شدیدی در این باغات داشت که تأثیرات منفی بر عملکرد و کیفیت میوه‌ها داشته است. همچنین کمبود کلسیم می‌تواند منجر به پوسیدگی میوه‌ها و کاهش طول عمر انبارداری آن‌ها گردد. علاوه بر این، کمبود منیزیم در برخی باغات پسته باعث زردی برگ‌ها و کاهش کارایی فتوسنتز شده که به کاهش عملکرد درختان منجر می‌شود. درختان فندق نیز در استان قزوین دچار کمبود پتاسیم و منیزیم بودند. پتاسیم نقش اساسی در تنظیم تعادل آب و ساختار میوه‌ها ایفا می‌کند و کمبود آن می‌تواند موجب کاهش عملکرد درختان و کاهش مقاومت در برابر بیماری‌ها شود. منیزیم که برای فرآیند فتوسنتز ضروری است، کمبود آن موجب کاهش رشد و عملکرد درختان فندق می‌شود. این نتایج حاکی از آن است که کمبود عناصر مختلف تغذیه‌ای در محصولات باغی استان قزوین تأثیرات منفی بر کیفیت و کمیت محصولات می‌گذارد و نیاز به مدیریت صحیح تغذیه‌ای و به‌کارگیری استراتژی‌های مناسب برای بهبود وضعیت تغذیه‌ای محصولات باغی احساس می‌شود. این پژوهش به‌وضوح نشان می‌دهد که کمبودهای تغذیه‌ای در محصولات باغی استان قزوین، به‌ویژه در عناصر کلیدی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ریزمغذی‌هایی چون آهن و منیزیم، تأثیرات معناداری بر کیفیت و عملکرد این محصولات دارد. این کمبودها می‌تواند به کاهش عملکرد و کیفیت میوه‌ها و همچنین تضعیف سیستم‌های دفاعی گیاهان منجر شود. در این راستا، شواهد نشان می‌دهد که تجزیه

و تحلیل دقیق وضعیت تغذیه‌ای گیاهان از طریق آزمایشات خاک و برگ، برای شناسایی دقیق نیازهای تغذیه‌ای و تعیین راهکارهای مناسب ضروری است. به‌ویژه، اهمیت کاربرد کودهای شیمیایی و آلی به‌طور هدفمند و متناسب با نیازهای خاص گیاه در فصول مختلف رشد، تأثیر زیادی بر بهبود وضعیت تغذیه‌ای و کاهش مشکلات کمبود عناصر خواهد داشت. علاوه بر این، استراتژی‌های بهبود کیفیت خاک از طریق به‌کارگیری روش‌های مدیریت پایدار و استفاده از فناوری‌های نوین در آبیاری و تغذیه گیاهی می‌تواند به‌طور مؤثری به رفع این کمبودها کمک کند. بر این اساس، طراحی برنامه‌های تغذیه‌ای مبتنی بر شرایط اقلیمی و خاکی هر منطقه و آموزش کشاورزان به‌منظور استفاده بهینه از منابع می‌تواند به ارتقاء بهره‌وری و کیفیت محصولات باغی کمک کند. به‌طور کلی، این رویکردها نه‌تنها به بهبود عملکرد محصولات باغی کمک می‌کنند، بلکه با حفظ و ارتقاء سلامت اکوسیستم‌های کشاورزی، موجب پایدارسازی تولیدات در درازمدت خواهد شد.

منابع

بصیرت، م.، اخیانی، ا. و دریاشناس، ع. ۱۳۹۵. برآورد اعداد مرجع عناصر غذایی برای انگور رقم شاهرودی به روش تشخیص چندگانه غذایی یا (CND). نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۳۰(۱): ۱–۱۲.

چاکرالحسینی، م.، خراسانی، ر.، فتوت، ا. و بصیرت، م. ۱۳۹۵. تعیین اعداد مرجع و محدودیت عناصر غذایی برای پرتقال با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۶(۳): ۱۶۱–۱۷۲.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Nutritional Requirements and Optimization of Fertilizer Management in Major Orchards of Qazvin Province

Mehrzad Mohasses Mostashari[1*], Azam Khosravinejad[2] and Mohammadjavad Ahangaryan[3]
1. Soil and Water Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Qazvin, Iran
Corresponding Author: mm_mohasses@yahoo.com

Abstract

Proper nutrition of fruit trees is a crucial factor in enhancing the yield and quality of produce in orchards. In Qazvin province, key horticultural crops such as grapes, olives, pistachios, and hazelnuts are of significant economic importance. However, many orchards in the region face nutritional problems, primarily due to deficiencies or imbalances of essential nutrients. This study aims to assess the nutritional status of grape, olive, pistachio, and hazelnut orchards in Qazvin province and to analyze the fertilizer requirements for these crops. A total of 80 orchards from different regions of the province were selected, and standardized soil and leaf sampling was carried out. The data collected were analyzed using the Deviation from Optimal Percentage (DOP) and the Critical Nutrient Diagnosis (CND) methods. The results showed that many orchards were in an unbalanced nutritional state, with significant deficiencies of key elements such as nitrogen, phosphorus, magnesium, manganese, and potassium. These nutritional imbalances have led to decreased yield and fruit quality. The findings also revealed that orchards with proper nutritional management performed better. Based on these results, optimizing fertilizer management and adjusting the nutrition of trees could play a key role in improving the yield and quality of horticultural products in Qazvin province. This research highlights the need for the adoption of advanced nutritional evaluation methods and accurate fertilization recommendations to optimize resource use in agricultural practices.

Keywords: Fertilization evaluation methods, Nutritional imbalances, Plant nutrition, Qazvin province.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی پاسخ رشدی و فیزیولوژیک ارقام مختلف کاهو (*Lactuca sativa* L.) به تنش هیپوکسی در سیستم هیدروپونیک در کارخانه گیاهی

شیما میرزائی[۱]، ساسان علی نیائی فرد[۱]، محبوبه زارع مهرجردی[۱*]، سعادت ساریخانی[۱] و حسین رامشینی[۲]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

۲- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *mzarem@ut.ac.ir*

چکیده

با توجه به اهمیت روزافزون کشت‌های بدون خاک، به‌ویژه سیستم‌های هیدروپونیک، در تأمین پایدار و بهره‌وری محصولات کشاورزی، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تنش هیپوکسی (کاهش اکسیژن محلول در محلول غذایی) بر رشد و عملکرد سه رقم مختلف کاهو (باتاویا، لولاروزا و رومن) در شرایط کنترل‌شده کارخانه گیاهی انجام گرفت. این پژوهش در یک چرخه ۳۰ روزه با استفاده از تکنیک فیلم غذایی (NFT) اجرا شد که به‌دلیل جریان پیوسته محلول غذایی، حساسیت ویژه‌ای نسبت به سطح اکسیژن محلول دارد. دو سطح اکسیژن شامل شرایط نرم‌اکسی (۱۸–۱۵ میلی‌گرم در لیتر) و هیپوکسی (۵–۳ میلی‌گرم در لیتر) در نظر گرفته شد. فاکتورهای رشدی شامل وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاه به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تحلیل گردید. نتایج نشان داد تنش هیپوکسی تأثیر منفی و معناداری بر رشد گیاهان دارد که این اثر عمدتاً ناشی از کاهش دسترسی به اکسیژن، اختلال در جذب عناصر غذایی، افت سنتز ATP و افزایش تولید ترکیبات سمی ناشی از مسیرهای تخمیری است. از میان ارقام مورد بررسی، لولاروزا تحمل بیشتری نسبت به هیپوکسی از خود نشان داد و کمترین کاهش میزان زیست‌توده را تجربه کرد. در مقابل، رقم باتاویا بیشترین کاهش عملکرد را داشت. این اختلاف‌ها می‌تواند به تفاوت‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی مانند توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای، ظرفیت جذب اکسیژن، و تنظیم بیان ژن‌های پاسخ‌دهنده به تنش مرتبط باشد. این یافته‌ها بر اهمیت انتخاب ارقام متحمل برای کشت هیدروپونیک تأکید می‌کنند و نشان می‌دهند که بهبود مقاومت ژنتیکی و بهینه‌سازی استراتژی‌های هوادهی، کلید افزایش بهره‌وری و تاب‌آوری در سیستم‌های مدرن کارخانه گیاهی هستند.

واژگان کلیدی: اکسیژن محلول، تنش فیزیولوژیک، زیست توده، کشت کنترل‌شده، نرم‌اکسی.

مقدمه

با رشد روزافزون جمعیت جهان و ضرورت تولید پایدار محصولات کشاورزی، فناوری‌های نوین مانند کشت هیدروپونیک در کارخانه‌های گیاهی به‌عنوان روشی کارآمد مطرح برای تولید مستمر و با کیفیت محصولات برگی مانند کاهو شده‌اند. یکی از چالش‌های مهم در کشت‌های هیدروپونیک، حفظ سطح مناسب اکسیژن محلول در ناحیه ریشه است، زیرا کاهش آن موجب تنش هیپوکسی و بروز آسیب‌های فیزیولوژیک مانند کاهش رشد ریشه، جذب ضعیف مواد غذایی و افزایش رادیکال‌های آزاد می‌شود که می‌تواند عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. کاهش اکسیژن محلول در کشت هیدروپونیک خیار (Pérez et al., 2025) و گوجه فرنگی (Welle, 2025) موجب اختلال در جذب مواد غذایی و آسیب به ریشه شد. همچنین تجمع ROSs در شرایط تنش هیپوکسی سبب کاهش رشد و فتوسنتز گیاه شد (Zhao et al., 2024).

پاسخ گیاهان به تنش هیپوکسی به گونه و رقم بستگی دارد؛ برخی ارقام کاهو دارای سازوکارهای تطبیقی برای مقابله با هیپوکسی، از جمله افزایش ظرفیت تنفسی ریشه یا تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با تحمل تنش هستند. با وجود اهمیت این مسئله، مطالعات مقایسه‌ای کافی در زمینه بررسی واکنش ارقام مختلف کاهو به تنش هیپوکسی در کارخانه‌های گیاهی انجام نشده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی

اثرات این تنش بر رشد، عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام مختلف کاهو در سیستم هیدروپونیک کارخانه‌ای انجام شده تا رقم مقاوم‌تر شناسایی شده و بهینه‌سازی سیستم‌های هوادهی ممکن شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تنش هیپوکسی بر ویژگی‌های رشدی و عملکردی سه رقم کاهو (*Lactuca sativa* L.) شامل باتاویا (Batavia)، لولاروزا (Lollo rossa) و رومن (Romaine) در کشت هیدروپونیک، در سازه کارخانه گیاهی در محیط کنترل‌شده انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با دو تیمار میزان اکسیژن محلول (نرم اکسی (۱۸–۱۵ میلی گرم بر لیتر) و هیپوکسی (۵–۳ میلی گرم بر لیتر)) و رقم کاهو (سه رقم) در شش تکرار اجرا شد.

ابتدا بذرهای کاهو در مکعب‌های راک‌وول جوانه‌زنی شدند. پس از رویش برگ‌ها، با محلول هوگلند نیم غلظت تغذیه و در مرحله دو برگی، نشاهای یکنواخت به سیستم هیدروپونیک تغذیه با تکنیک فیلم غذایی (NFT) در سازه کارخانه گیاهی منتقل شدند. پس از آن، گیاهان با محلول هوگلند کامل تغذیه شدند ($EC= 2000\ \mu s.cm^{-1}$). گیاهان تحت نور مصنوعی با استفاده از دیودهای ساطع کننده نور (LED) با ترکیب طیفی قرمز:آبی (به نسبت ۷۰:۳۰) و شدت $250\ \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ در ارتفاع تاج گیاه، و فتوپریود ۸/۱۶ ساعت (روشنایی/تاریکی) قرار گرفتند. دمای محیط به طور ثابت در محدوده ۱±۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۲±۶۰ حفظ شد. برای ایجاد تنش هیپوکسی، از تزریق گاز نیتروژن خالص (N_2) به درون مخازن تغذیه محلول استفاده شد تا غلظت اکسیژن کاهش یابد. سطح اکسیژن محلول به‌صورت روزانه دو بار (صبح و عصر) با استفاده از اکسیژن‌سنج متر (DO meter) کنترل و تنظیم شد. در طول دوره‌ی سی روزه آزمایش، پارامترهای رشدی و عملکردی شامل وزن‌تر و خشک برگ، ساقه و ریشه به‌صورت هفتگی اندازه گیری شدند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و مقایسه میانگین با آزمون Duncan در سطح احتمال ۵ درصد، در نرم‌افزار SAS (نسخ ۹/۴) آنالیز شدند.

نتایج و بحث

تخصیص زیست توده

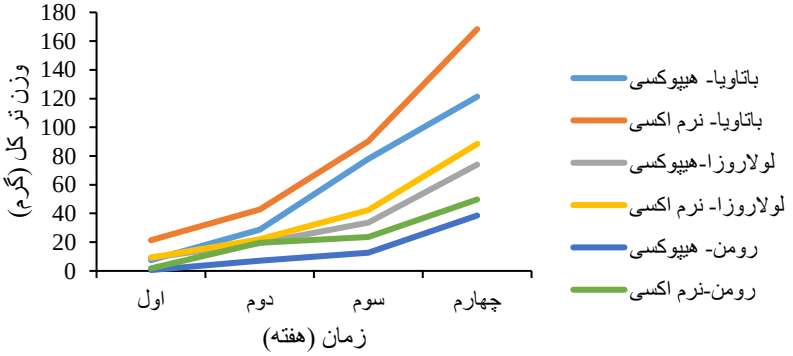
تحلیل نمودار تخصیص زیست‌توده نشان داد که در شرایط نرم اکسی بیشترین و کمترین میزان زیست توده به ترتیب به رقم باتاویا و رومن تعلق داشت. در شرایط تنش هیپوکسی، میزان زیست‌توده کل تحت شرایط تنش هیپوکسی کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش زیست‌توده در رقم باتاویا مشاهده شد. رقم لولاروزا، در شرایط تنش نسبت به تیمار نرم اکسی کمترین میزان کاهش را داشت (شکل ۱).



شکل ۱- تقسیم‌بندی زیست‌توده در گیاهان کاهوی باتاویا، لولاروزا و رومن که به مدت ۳۰ روز با محلول هوگلند کامل تحت سطوح مختلف میزان اکسیژن محلول (نرم اکسی (۱۸-۱۵ میلی گرم بر لیتر) و تنش هیپوکسی (۵-۳ میلی گرم بر لیتر)) نگهداری شدند. در طول آزمایش، چگالی شار فوتون فتوسنتزی ۱۰ ± ۲۵۰ میکرومول در متر مربع بر ثانیه تنظیم شد. ۶ تکرار در هر تیمار بررسی شدند.

وزن تر کل

بررسی وزن تر کل (ساقه، ریشه و برگ) بیانگر اثرات منفی هیپوکسی بر رشد تجمعی هر رقم است. بر اساس داده‌های اندازه گیری شده در طول چهار هفته متوالی، هر سه رقم تحت شرایط نرم اکسی، روند رشد بهتری را نسبت به شرایط تنش نشان دادند (شکل ۲). کاهو باتاویا در تیمار نرم اکسی، بیشترین رشد تجمعی وزن تر را طی چهار هفته ثبت کرد، اما در شرایط تنش کاهش وزن تر بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت. اما در شرایط تنش، رقم لولاروزا با وجود کاهش در میزان رشد، در مقایسه با سایر ارقام، عملکرد بهتری را داشت. کاهو رقم رومن در شرایط تنش و نرم اکسی، کمترین میزان وزن تر را در تمام هفته‌ها نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲- روند تغییرات میزان وزن تر کل در طی چهار هفته متوالی در گیاهان کاهوی باتاویا، لولاروزا و رومن که به مدت ۳۰ روز با محلول هوگلند کامل تحت سطوح مختلف میزان اکسیژن محلول (نرم اکسی (۱۸-۱۵ میلی گرم بر لیتر) و تنش هیپوکسی (۳-۵ میلی گرم بر لیتر)) نگهداری شدند. در طول آزمایش، چگالی شار فوتون فتوسنتزی ۲۵۰ ± ۱۰ میکرومول در متر مربع بر ثانیه تنظیم شد. ۶ تکرار در هر تیمار بررسی شد.

بحث

کاهش زیست‌توده و رشد تجمعی در پاسخ به تنش هیپوکسی، به محدود شدن تنفس ریشه و اختلال در جذب آب و عناصر غذایی نسبت داده می‌شود. با کاهش اکسیژن محلول در ریزوسفر، افت در میزان فتوسنتز، کاهش تولید ATP و در نتیجه کاهش رشد گیاه رخ می‌دهد (Moreno Roblero *et al.*, 2020). یافته‌های این تحقیق نیز کاهش رشد در هر سه رقم کاهو، به‌ویژه در رقم باتاویا که در شرایط نرم اکسی عملکرد رشدی مطلوبی داشت، اما در تیمار هیپوکسی کاهش رشد معنی داری داشت را نشان داد. از سوی دیگر، رقم لولاروزا با حفظ سهم قابل‌توجهی از زیست‌توده در برگ و ساقه، توانایی بالاتری در حفظ فعالیت‌های متابولیک و مقابله با تنش نشان داد (شکل ۱). این تفاوت‌ها احتمالاً ناشی از ساختار ریشه مؤثرتر یا تنظیم بهتر ژن‌های مرتبط با پاسخ به هیپوکسی است (Stutte *et al.*, 2022) . همچنین تفاوت میان ارقام، اهمیت تنوع ژنتیکی و انتخاب رقم مناسب را برای بهینه‌سازی کشت در شرایط تنش هیپوکسی برجسته می‌کند (Zahra *et al.*, 2021). توانایی یک رقم برای حفظ رشد خود در شرایط تنش هیپوکسی، ممکن است به دلیل عملکرد بالاتر سیستم ریشه‌ای در جذب اکسیژن، آب و مواد غذایی باشد (Stutte *et al.*, 2022). در شرایط هیپوکسی، فعالیت آنزیم‌های کلیدی متابولیسم بی‌هوازی نظیر pyruvate decarboxylase و alcohol dehydrogenase در ارقام حساس ممکن است کاهش یابد، که دلیل دیگری برای کاهش رشد در رقم باتاویا است (Yuan *et al.*, 2024). در سیستم‌های هیدروپونیک که تبادل گازها محدود است، حفظ سطح بهینه اکسیژن محلول نه‌تنها برای رشد گیاه بلکه برای پایداری اقتصادی تولید ضروری است و نیاز به تنظیم بر اساس ویژگی‌های هر رقم دارد (Xu *et al.*, 2022). این یافته‌ها به‌روشنی نشان می‌دهند که در کنار عوامل محیطی، ویژگی‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی ارقام نقش کلیدی در سازگاری با تنش‌های محیطی ایفا می‌کنند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که تنش هیپوکسی در کشت هیدروپونیک با کاهش اکسیژن محلول، رشد و زیست‌توده کاهو را به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد که علت آن به اختلال در جذب آب و مواد غذایی، کاهش تنفس هوازی و تجمع ترکیبات سمی ناشی از تخمیر بازمی‌گردد. واکنش گیاه به هیپوکسی وابسته به ژنوتیپ است؛ به‌طوری که رقم لولاروزا بیشترین مقاومت و کمترین کاهش رشد را نشان داد، در حالی‌که رومن و باتاویا به‌ویژه در شرایط کاهش اکسیژن محلول، افت عملکرد بیشتری داشتند. این تفاوت‌ها به سازوکارهای فیزیولوژیکی و ژنتیکی مانند توسعه ریشه، جذب بهتر اکسیژن و بیان مؤثر ژن‌های دفاعی مرتبط است. انتخاب و اصلاح ژنوتیپ‌های مقاوم، به‌ویژه برای سیستم‌های بدون خاک مانند کارخانه‌های گیاهی، نه‌تنها باعث حفظ عملکرد، بلکه منجر به کاهش نیاز به هوادهی و افزایش بهره‌وری کل سیستم می‌شود.

منابع

Moreno Roblero, M. de J., et al. 2020. Oxygen in the root zone and its effect on plants. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(4): 931–943.

Pérez, C. M., et al. 2025. Greenhouse cucumber production with organic and inorganic fertilizers. Revista de la Universidad del Zulia, 16(45): 7–22.

Stutte, G. W., et al. 2022. Effect of reduced atmospheric pressure on growth and quality of two lettuce cultivars. Life Sciences in Space Research, 34: 37–44.

Welle, M. F. 2025. Strategies of tomato plants to maintain cellular integrity under hypoxic stress.

Xu, K., et al. 2022. Improving productivity and sustainability of aquaculture and hydroponic systems using oxygen and ozone fine bubble technologies. Innovations in Applied Engineering and Technology, 1–8.

Yuan, H., et al. 2024. Identification and regulation of hypoxia-tolerant and germination-related genes in rice. International Journal of Molecular Sciences, 25(4): 2177.

Zahra, N., et al. 2021. Hypoxia and anoxia stress: Plant responses and tolerance mechanisms. Journal of Agronomy and Crop Science, 207(2): 249–284.

Zhao, Q., et al. 2024. Effects of micro/nano-ozone bubble nutrient solutions on growth promotion and rhizosphere microbial community diversity in soilless cultivated lettuces. Frontiers in Plant Science, 15: 1393905.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Growth and Physiological Responses of different lettuce (*Lactuca sativa* L.) Cultivars to Hypoxia Stress in a Plant Factory Hydroponic System

Shima Mirzaei[1], Sasan Aliniaei Fard[1], Mahboobeh Zare Mehrjerdi[1*], Saadat Sarikhani[1] and Hossein Ramshini[2]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Technology (Abo Raihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
2. Department of Agronomic Sciences and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Technology (Abo Raihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

[*]*Corresponding Author:* mzarem@ut.ac.ir

Abstract

Given the increasing importance of soilless cultivation, especially hydroponic systems, in achieving sustainable and efficient agricultural production, this study aimed to evaluate the effects of hypoxia stress (low dissolved oxygen) on the growth and performance of three lettuce cultivars; Batavia, Lollo Rossa, and Romaine—under controlled plant factory conditions. The experiment was conducted over a 30-day period using the Nutrient Film Technique (NFT), which, due to its continuous nutrient solution flow, is particularly sensitive to oxygen fluctuations. Two oxygen treatments were applied: normoxia (15–18 $mg.L^{-1}$) and hypoxia (3–5 $mg.L^{-1}$). Growth parameters, including fresh and dry weights of leaf, stem, and root tissues, were measured weekly, and the data were statistically analyzed using SAS software. The results demonstrated that hypoxic conditions significantly reduced plant growth and biomass accumulation. This reduction was primarily associated with impaired nutrient uptake, decreased ATP production, and the accumulation of toxic fermentation byproducts due to limited oxygen availability. Among the cultivars, Lollo Rossa showed the highest tolerance to hypoxia, with the lowest reduction in biomass and relatively stable growth. In contrast, Batavia exhibited the most severe decline in performance, followed by Romaine. These variations were likely due to physiological and genetic differences such as root architecture efficiency, oxygen uptake capacity, and regulation of stress-responsive genes. These findings emphasize the importance of selecting tolerant cultivars for hydroponic cultivation and suggest that improving genetic resistance and optimizing aeration strategies are key to enhancing productivity and resilience in modern plant factory systems.

Keywords: Biomass, Control Environment Culture, Dissolved oxygen, Normaxia, Physiological stress.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر رشد رویشی و عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه سیر در منطقه شهداد

حمید رضا روستا[۱]، حمزه کدخدا همت آبادی[۲]، محمدرضا عزیزی ایلامی[۱*] و مهدی بیکدلو[۱]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، مرکزی، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت، کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: *mazizi13982019@gmail.com*

چکیده

نیتروژن یک عامل کلیدی برای دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان است. مصرف کودهای نیتروژنه در چند دهه گذشته به دلیل کارآیی بالای نیتروژن در افزایش عملکرد، ارزانی نسبی کودهای مزبور و دسترسی بیشتر کشاورزان به آن‌ها افزایش سریع داشته است. میزان دسترسی به عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان تحت تأثیر ترکیب و غلظت کود می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر رشد رویشی و عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه سیر در منطقه شهداد آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. کود سولفات آمونیوم به عنوان عامل اول A در سه سطح (۰، ۱۰۰و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیترات آمونیوم به عنوان عامل دوم B در سه سطح (۰، ۱۰۰و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و کود نیترات آمونیوم، بر ارتفاع بوته، تعداد حبه در سوخ، وزن سوخ، نیتروژن، نیترات، کلروفیل کل و عملکرد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد حبه در سوخ، وزن سوخ و عملکرد از ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم حاصل شد. گیاهان سیر تیمار شده با ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم، بالاترین میزان عملکرد در هکتار را داشت.

واژه‌های کلیدی: آمونیوم، اجزاء عملکرد، سولفات، سیر، عملکرد، نیترات.

مقدمه

نیتروژن یک عامل کلیدی برای دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان است. نیترات آمونیوم (۲۵ درصد نیتروژن خالص)، اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) و سولفات آمونیوم (۲۱ درصد نیتروژن خالص) از مهم‌ترین انواع کودهای شیمیایی نیتروژنه متداول می‌باشند. امروزه به علت هزینه‌های سنگین کودهای شیمیایی، لازم است که جذب و مصرف عناصر غذایی از کارایی بالایی برخوردار باشد تا بدین وسیله از هزینه‌های تولید کاسته شود و سود بیشتری نصیب کشاورزان گردد (ابهری، ۱۴۰۳). کارایی مصرف نیتروژن به چند عامل بستگی دارد که عبارتند از نوع کود مصرفی، زمان مصرف، مقدار کود مصرف شده، بارندگی و سایر عوامل اقلیمی. امروزه مساله کاهش آبشویی نیترات از اهمیت زیادی برخوردار است. برای پیشگیری و کاهش تلفات کودهای نیتروژنی از طریق تصعید و آبشویی، بهتر است این کودها را به دفعات مصرف نمود و چنانچه امکان این کار وجود ندارد از کودهایی با حلالیت کمتر مثل اوره با پوشش گوگردی استفاده شود. نیتروژن کودهای آمونیومی با توجه به بار مثبت یون آمونیوم آبشویی کمتری را نسبت به کودهای نیتراتی دارند. یکی از نکات قابل توجه در بحث تغذیه معدنی گیاهان این است که میزان فتوسنتز و تنفس نوری در گیاهان زراعی با نوع نیتروژن قابل دسترس گیاه ارتباط نزدیک دارد. مهم‌ترین اشکال معدنی نیتروژن آمونیوم و نیترات می‌باشند که گیاهان قادر به جذب آنها می‌باشند. اثر این دو نوع نیتروژن بر رشد، مورفولوژی و فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در برخی مقالات مورد بررسی قرار گرفته است (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۷).

سیر (*Allim sautivum*. L) در میان پیازهای خوراکی دومین محصول مهم بعد از پیاز می‌باشد و به عنوان سبزی، ادویه و دارو مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشترین سطح زیر کشت و تولید به کشور چین با ۴۸۹۲۰۰ هکتار و ۶/۶ میلیون تن تعلق دارد (خدادادی و نصرتی، ۱۳۹۰). عناصر غذایی نیتروژن و گوگرد موجب استفاده بهتر از کربوهیدرات‌ها و تشکیل پروتوپلاسم می‌شود و در شرایطی که با

بزرگ شدن دیواره سلولی همراه است ممکن است منجر به گسترش سطح برگ و استفاده کارآمد از تابش خورشیدی و در نتیجه تجمع بهتر و توزیع ماده خشک در برگ و شاخساره شود. از طرفی نیتروژن و گوگرد در بیوسنتز پروتئین و بسیاری از مولکول‌های زیستی نقش مهمی دارند. از این رو، استفاده ترکیبی نیتروژن و گوگرد باعث بهره‌وری بیشتر این عناصر در گیاه می‌شود و این در حالی است که نیتروژن نقش فعالی در فتوسنتز گیاه دارد اما گوگرد به طور غیرمستقیم بر فتوسنتز تأثیر می‌گذارد و این امر از طریق بهبود بهره‌وری استفاده از نیتروژن موجود در خاک امکان‌پذیر است، به طوری که سرعت فتوسنتز در گیاه افزایش یافته و در نهایت تولید ماده خشک بیشتر می‌شود (Prabhakar et al., 2012). در بررسی اثر کودهای نیتروژنه و سولفاته، به این نتیجه رسیدند که با توجه به اثر آنتاگونیستی نیتروژن و گوگرد بیشترین عملکرد و بالاترین مقدار جذب نیتروژن و گوگرد توسط پیاز هنگام کاربرد مقادیر بالای نیتروژن (۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) و مقادیر متوسط گوگرد (۴۰ کیلوگرم در هکتار) به دست می‌آید(Mollavali et al., 2009). در آزمایشی دیگر بر روی گیاه سیر نشان داده شد که مصرف نیتروژن نسبت به شاهد به افزایش وزن غده‌ها منجر می‌شود و بیشترین عملکرد غده در واحد سطح با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل می‌شود (Roozbahani and Mirzaei, 2006). نتایج تحقیقات نشان داد که مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب باعث بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد شد (Mollafilabia et al., 2013). شهرستان شهداد از جمله مناطق مستعد کشت سیر محسوب می‌شود و یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که کشاورزان در منطقه در رابطه با زراعت سیر با آن مواجه هستند راندمان تولید و عملکرد پایین آن می‌باشد، با توجه به عدم وجود مطالعات کافی در زمینه تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژنه و گوگردی بر عملکرد سیر در منطقه مورد مطالعه، انجام آزمایش‌های تحقیقاتی برای تعیین بهترین میزان این کودها جهت حصول حداکثر عملکرد امری ضروری است. هدف اصلی این پژوهش انتخاب بهترین منبع و مقدار کود نیتروژن برای تغذیه نیتروژنی سیر در منطقه شهداد است.

مواد و روش‌ها

موقعیت اقلیمی و جغرافیایی محل اجرای این آزمایش در شهرستان جیرفت با وسعت حدود ۱۸ کیلومتر مربع در استان کرمان و جنوب شرق ایران واقع شده است. جهت بررسی اثر سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر رشد رویشی و عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه سیر در منطقه شهداد آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. کود سولفات آمونیوم به عنوان عامل اول A در سه سطح (۰، ۱۰۰و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیترات آمونیوم به عنوان عامل دوم B در سه سطح (۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد. این طرح شامل سه تکرار و هر تکرار شامل نه تیمار و جمعاً ۲۷ کرت آزمایش بود. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر و عرض ۱/۸ متر و فاصله بین تکرارها یک متر بود.

صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد حبه در سوخ، وزن‌سوخ، طول‌سوخ، قطرسوخ، وزن تر، درصد ماده خشک، وزن خشک، عملکرد، میزان پتاسیم، نیتروژن، کلسیم و آهن و کلروفیل بود. نیتروژن کل به روش کجلدال، درصد ماده خشک با استفاده از آون و ترازو، کلروفیل و میزان سبزینگی توسط دستگاه کلروفیل‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت کلروفیل ابتدا ۱۰۰ میلی‌گرم از برگ هر تیمار با استون ۸۰ درصد ساییده شد سپس اندازه‌گیری کلروفیل با روش اسپکتروفتومتری با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. میزان نیترات توسط روش رنگ‌سنجی یا اسپکتوفتومتری اندازه‌گیری شد. همچنین محاسبه آماری و آنالیز داده‌های بدست آمده توسط نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excell انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر ارتفاع ساقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین طول ساقه ۶۴/۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار کود ۱۵۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم و کمترین طول ساقه ۳۳ سانتی متر مربوط به تیمار شاهد بود.

تعداد حبه در سوخ

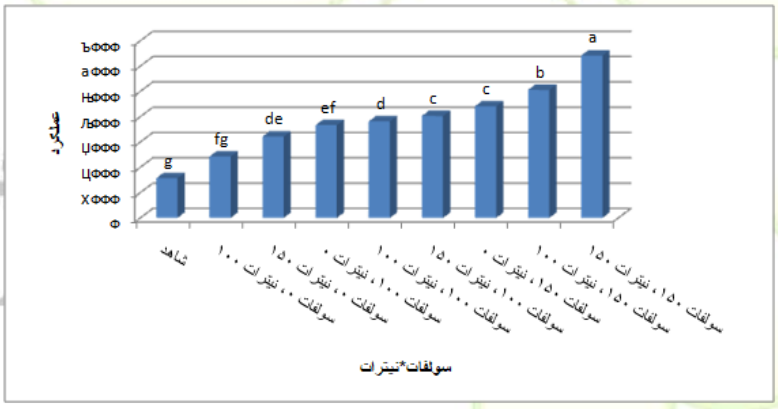
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر تعداد حبه در سوخ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد حبه در سوخ ۲۱.۱ مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم بود و کمترین تعداد حبه در سوخ ۱۲.۴ مربوط به تیمار شاهد بود (Setty et al., 1989) واستفاده از کود نیتروژنه اندازه سوخ سیر و تعداد سیرچه را به طور معنی‌داری افزایش داد.

وزن‌سوخ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر وزن سوخ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین وزن سوخ ۴۰.۳ گرم مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم و کمترین وزن سوخ ۱۷.۳ گرم مربوط به شاهد بود (Setty et al., 1989)، و استفاده از کود نیتروژنه اندازه سوخ سیر و تعداد سیرچه را به طور معنی‌داری افزایش داد.

عملکرد

از نتایج تجزیه واریانس داده‌ها استنباط می‌شود که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر عملکرد سوخ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد ۶۴۱۵.۰ کیلوگرم مربوط به ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم و کمترین عملکرد ۱۵۶۷.۳ کیلوگرم مربوط به تیمار شاهد بود(شکل۱). عملکرد گیاه سیر تحت تأثیر اثرات اصلی سطوح کود و اثرات متقابل این دو عامل قرار گرفت. در آزمایشی بر روی گیاه سیر نشان داده شد که مصرف نیتروژن نسبت به شاهد به افزایش وزن غده‌ها منجر می‌شود و بیشترین عملکرد غده در واحد سطح با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (Roozbahani and Mirzaei, 2006). نتایج تحقیقات نشان داد که مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب باعث بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد شد (Mollafilabia et al., 2013).

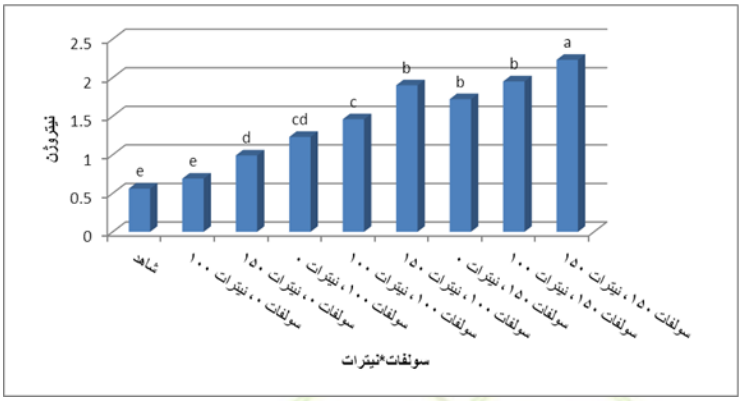


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سولفات*نیترات بر عملکرد در گیاه سیر.

نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر نیتروژن در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین نیتروژن (۲.۲۳ درصد ماده خشک) مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم و کمترین نیتروژن (۰.۵۶ درصد ماده خشک) مربوط به تیمار شاهد بود (Nasreen et al., 2007) (شکل۲). در بررسی اثر کودهای نیتروژنه و سولفاته، به این نتیجه رسیدند که با توجه به اثر آنتاگونیستی نیتروژن و گوگرد بالاترین مقدار جذب نیتروژن و گوگرد توسط پیاز هنگام کاربرد مقادیر بالای نیتروژن (۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) و مقادیر متوسط گوگرد (۴۰ کیلوگرم در هکتار) به دست می‌آید. همچنین در بررسی خود به این نتیجه رسیده اند که غلظت نیتروژن پیاز تحت تأثیر افزایش غلظت نیتروژن بصورت خطی افزایش

می‌یابد. (Nasreen et al., 2007) نیز گزارش دادند که بالاترین غلظت جذب نیتروژن توسط پیاز هنگام کاربرد مقادیر بالای نیتروژن و مقادیر متوسط گوگرد به دست مـی‌آیـد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سولفات*نیترات بر نیتروژن سیر.

نیترات

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر میزان نیترات در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین نیترات (۳۶.۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمار کود ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم و کمترین نیترات (۲۲.۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین در بررسی خود به این نتیجه رسیده اند که غلظت نیترات پیاز تحت تأثیر افزایش غلظت نیتـروژن بصـورت خطـی افزایش می‌یابد.

کلروفیل کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر کلروفیل در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین کلروفیل (۵.۷ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم بود و کمترین کلروفیل (۱.۹۶ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (شکل۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سولفات*نیترات بر کلروفیل سیر.

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس اثر کودهای سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بر صفات کمی و کیفی گیاه سیر.

منابع	df	ارتفاع بوته	تعدادحبه در سوخ	وزن سوخ	عملکرد	نیتروژن	نیترات	کلروفیل
تکرار	۲	۰.۰۳^{ns}	۰.۲۵^{ns}	۴۳.۸^{ns}	۴۹۵۱۶۶.۷^{ns}	۰.۰۴^{ns}	۱.۷۳^{ns}	۰.۰۴^{ns}

سولفاتa	۲	۷۲۴.۴**	۵۴.۴*	۵۴۵.۲**	۱۸۸۱۸۶۷۶.۰**	۳.۴۲**	۲۹۳.۵**	۱۶.۵**
نیترات b	۲	۴۴۴.۵**	۱۳.۵*	۱۶۸.۵*	۴۰۶۳۹۲۰.۵۱*	۰.۶۶ **	۶۰.۸**	۷.۱**
A*B	۴	۱۹.۱۴*	۳.۴*	۳.۹*	۶۰۵۸۷۶.۶*	۰.۰۱*	۱۴.۸*	۱.۱*
خطای کل	۱۴	۱۵.۹	۸۰.۱	۱۲.۵	۴۵۸۴۷۲.۳	۰.۰۱	۴۵.۳	۵.۵
CV%		۸.۲	۱۲.۶	۱۲.۵	۱۷.۱	۷.۶	۷.۷	۱۵.۸

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد، بیشترین تعداد حبه در سوخ، وزن سوخ و عملکرد از ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم حاصل شد. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم، بالاترین میزان عملکرد معادل ۶۴۱۵.۰ کیلوگرم در هکتار را داشت.

منابع

ابهری. ۱۴۰۳. مطالعه تأثیر تغذیه نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم بر کارایی فیزیولوژیکی مصرف آب و نیتروژن در رازیانه. زیست‌شناسی کاربردی، ۳۷(۱): ۱–۱۳.

رنجبر، رحیمی‌خوب، ابراهیمیان و وراوی‌پور. ۱۳۹۷. بهبود کارآیی مصرف کود با پایش شاخص تغذیه نیتروژن. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۹(۵): ۱۱۸۹–۱۲۰۰.

خدادادی، م. و نصرتی، ع. ا. ۱۳۹۰. اثر تاریخ و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر سفید همدان. مجله به زراعی نهال و بذر (نهال و بذر)، ۲۷–۲(۴): ۴۹۱–۵۰۰.

Mollavali, M., Bolandnazar, S. and Tabatabaei, S. J. 2009. Effect of ammonium nitrate and potassium sulphate on growth and yield characteristics of onion. Journal of Agricultural Science (University of Tabriz), 19(2): 227–238.

Mollafilabia, A., Khorramdel, S. and Shoorideh, H. 2013. Effect of different nitrogen fertilizers and various mulches rates on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Agroecology, 4(4): 316–326.

Nasreen, S., Haque, M. M., Hossain, M. A. and Farid, A. T. M. 2007. Nutrient uptake and yield of onion as influenced by nitrogen and sulphur fertilization. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 32(3): 413–420.

Prabhakar, K., Sagar, G. K., Chari, M. S., Rao, M. S. and Sekhar, S. C. 2012. Effect of irrigation schedules and nitrogen levels on growth and yield of aerobic rice. The Andhra Agricultural Journal, 59(2): 174–176.

Roozbahani, A. M. and Mirzaei, M. 2006. The effects of plant density and nitrogen fertilizer amounts as top dressing on yield of potato damavand. Journal of New Findings in Agriculture, 1(1): 13–21.

Setty, B. S., Sulikeri, G. S. and Hulamani, N. C. 1989. Effect of N, P and K on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.).

The effect of ammonium sulfate and ammonium nitrate on the vegetative growth, yield, and yield components of garlic in the Shahdad region

Hamid Reza Roosta[1], Hamzeh Kodeh Khoda Hemmat Abadi[2], Mohammad Reza Azizi Ilami[1*] and Mahdi Bikdeloo[1]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture Natural Resources, Arak University, Arak, Iran
2. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Jirouft branch, Jirouft, Iran

Corresponding Author: mazizi13982019@gmail.com

Abstract

Nitrogen is a key factor in achieving optimal yields in plants. The use of nitrogen fertilizers has rapidly increased over the past few decades due to their high efficiency in boosting yields, the relative affordability of these fertilizers, and greater accessibility for farmers. The availability of essential nutrients for plants is influenced by fertilizer form and concentration. To investigate the effect of different levels of ammonium sulfate and ammonium nitrate fertilizers on the vegetative growth, yield, and yield components of garlic in the Shahdad region, an experiment was conducted in 2017 using a factorial design in a completely randomized block layout. Ammonium sulfate was considered as the first factor (A) at three levels (0, 100, and 150 kg per hectare), and ammonium nitrate as the second factor (B) at three levels (0, 100, and 150 kg per hectare). The results showed that the interaction between ammonium sulfate and ammonium nitrate had a significant effect on plant height, number of cloves per bulb, bulb weight, nitrogen content, nitrate levels, total chlorophyll, and yield. The highest number of cloves per bulb, bulb weight, and yield were obtained from the combination of 150 kg of ammonium sulfate and 150 kg of ammonium nitrate. Garlic plants treated with 150 kg of ammonium sulfate along with 150 kg of ammonium nitrate achieved the highest yield per hectare.

Keywords: Ammonium, Garlic, Nitrate, Sulfate, Yield, Yield components.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر بخشی بهتر سولوپیت و کودآبیاری با ورمی واش بر رشد و ریشه‌زائی قلمه اسطوخودوس

صفورا شیرانی[۱]، عبدالله حاتم‌زاده[۱] و رضا ابراهیمی گسکرئی[۲*]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

*نویسنده مسئول: *rezaebrahimi@guilan.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر مواد اصلاح کننده ی آلی (هوموس و سولوپیت) و کود آبیاری با ورمی واش بر رشد رویشی قلمه اسطوخودوس (*Lavandula afficinalis L.*) در خاک لومی شنی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو نوع ماده آلی اصلاح کننده ی خاک (هوموس و سولوپیت) در دو سطح حجمی (۵ و ۱۰ درصد) و دو نوع آبیاری (آبیاری با ورمی واش و آبیاری با آب معمولی) بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل درقالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه ای در گلدان اجرا شد. نتایج نشان داد که کاربرد سولوپیت در سطح ۱۰ درصد حجمی به همراه آبیاری با ورمی واش تأثیر معنی داری در سطح (یک درصد و ۵ درصد) بر صفات مورفولوژیکی گیاه (حجم ریشه، طول ریشه، قطرساقه، ارتفاع بوته) و هم چنین بر صفات وزنی (وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی) در خاک لومی شنی داشت. تیمارفوق بیشترین رشد و عملکرد را درگیاه اسطوخودوس نشان داد. بنابراین استفاده همزمان ازسولوپیت در سطح ۱۰ درصد حجمی و آبیاری گیاه با ورمی واش می تواند به عنوان یک راهکار مؤثر در رشد قلمه اسطوخودوس در خاک های لومی شنی توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، بستر کشت، کود مایع ارگانیک، وزن تر.

مقدمه

اسطوخودوس با نام علمی *Lavandula afficinalis L.* از خانواده ی نعناعیان (Lamiaceae یا Labiatae) می باشد. گیاهی چند ساله و همیشه سبز است. اسطوخودوس یکی از با ارزش ترین گیاهان با اهمیت تجاری است که برای مصارف صنعتی کشت می شود (Panizza and Tognoni., 1991). اثرات ضد میکروبی اسانس اسطوخودوس، در پژوهش های مختلف تأیید شده است (Crisan et al., 2023) . یکی از روش های تکثیر اسطوخودوس استفاده از قلمه است. بستر کشت مناسب ازجمله فاکتورهای بسیار مهم در استقرار و دست یابی به رطوبت و مواد غذایی کافی برای قلمه می باشد (Mason, 2014; Muntean et al., 2016) هم چنین می تواند نقش مهمی در تداخل عوامل مختلف و برهم کنش آن ها در ریشه زایی قلمه ها داشته باشد (Altieri et al., 2017). سولوپیت ازجمله ترکیباتی است که به دلیل ظرفیت نگهداشت آب پایین، خطر خفگی و پوسیدگی درآن بسیار کم است بنابراین می تواند به عنوان یک بستر کشت مناسب برای قلمه زنی مورد استفاده قرار گیرد (Chaterjee et al., 2005). ماده اولیه برای تولید این پیت، پسماند یا دورریز کارخانجات شالیکوبی یا صنایع تبدیل شلتوک به برنج سفید است (Azario, 2021). علاوه بر اینکه بستر کشت یک فاکتور مهم در ریشه زایی قلمه است استفاده همزمان ازکودهای مایع ارگانیک مانند ورمی واش نیز به بهبود رشد و عملکرد گیاه کمک خواهد کرد. ورمی واش عصاره حاصل از ورمی کمپوست است که به رنگ مشکی متمایل به قهوه ای شامل مخلوطی ازمواد ترشحی و فضولات دفعی کرم خاکی همراه با عناصر ریزمغذی و مولکول های آلی خاک است که برای رشدگیاه مفید و ارزشمند است. ورمی واش به دلیل خاصیت چسبندگی، به عنوان یک کود و نیز آفت کش ملایم عمل می کند. عناصر اصلی ورمی واش شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم محلول و بسیاری ازعناصرکم مصرف می باشند (Gopal et al., 2021). ورمی واش باعث بهبود رشد گیاه، افزایش مقاومت گیاه در مقابل آفات و بیماری ها می شود (Becagli et al., 2022). از ترکیبات مهم و مؤثر در ورمی واش که در بهبود رشد و عملکرد گیاه مؤثر هستند می توان به اسید

هیومیک و هم چنین تنظیم کننده های رشـدگیاهی مانند اکسـین، جیبرلین و سـایتوکنین اشـاره نمود (Suthar., 2010; Verm et al., 2018; Das et al., 2014). این پژوهش با هدف بررسـی اثر مواد اصـلاح کننده ی آلی (هوموس و سـولوپیت) وکود آبیاری ورمی واش بر رشد و توسعه گیاه اسطوخودوس (*Lavandula afficinalis* L.) انجام شد.

مواد و روش ها

تحقیق حاضـر در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشـگاه دانشـکده علوم کشـاورزی دانشـگاه گیلان در سـال ۱۴۰۳ انجام شـد. قلمه گیاه اسطوخودوس از رقم vera ازگیاه سه ساله تهیه شد. دو نوع ماده اصلاح کننده خاک (هوموس و سولوپیت) در دو سطح حجمی (۵ و ۱۰ درصـد) با خاک لومی شـنی در گلدان ها مخلوط شـد و دو نوع آبیاری (آبیاری با ورمی واش و آبیاری با آب معمولی) در دو سـطح برای گلدان ها مورد استفاده قرار گرفت. شاهد این پژوهش، خاک لومی شنی بدون افزودن هوموس و سولوپیت و بدون ورمی واش و شاهد مثبت آن نیز خاک لومی شنی بدون هوموس و بدون سولوپیت آبیاری شده با ورمی واش بود. درکلیه آزمایش ها نمونه ها دردوره نوری ۸ ساعت روشنایی ودر دمای حدود ۱۸ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد درگلخانه نگهداری شدند. تیمارها بعد از حدود ۷ماه مراقبت در گلخانه به آزمایشگاه منتقل شدند و صفات مورفولوژیکی قلمه ریشه دار شده (حجم ریشه، طول ریشه، قطرساقه، ارتفاع بوته) و هم چنین صـفات وزنی (وزن تر و خشـک ریشـه و اندام هوایی) مورد بررسـی قرار گرفت. پس ازثبت داده ها، ابتدا مفروضـات تجزیه واریانس ازجمله نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی مورد آزمون قرارگرفت و داده ها با نرم افزارSAS ، (براساس آزمون توکی) آنالیز شدند.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول شماره ۱ نشان داد که، آبیاری با ورمی واش (شاهدمثبت) در مقایسه با آبیاری با آب معمولی (شاهد منفی) تأثیر مثبت و معنی داری بر ریشه زایی و رشد و نمو قلمه های اسطوخودوس داشت. در این میان، کم ترین میزان ریشه زایی قلمه ها و رشـد و نمو اسـطوخودوس در تیمار آب آبیاری (شـاهد منفی) بدسـت آمد. در بین تیمارهای محرک ریشـه زایی، بیشـترین تأثیر بر ریشه زایی قلمه ها، رشد و نمو قلمه های اسطوخودوس درتیمار ورمی واش با سولوپیت ۱۰٪ در خاک لومی شنی حاصل شد و کم ترین میزان ریشه زایی، رشد و نمو در تیمار آب آبیاری مشاهده شد. مقایسات میانگین نشان داد، بیشترین ارتفاع بوته (۵۶/۴۲ سانتی‌متر) در تیمار سولوپیت ۱۰٪ با ورمی‌واش (شاهد مثبت) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی دار داشت. همچنین کمترین ارتفاع بوته (۲۳ سانتی‌متر) در تیمار شـاهد منفی (آب آبیاری) ثبت شـد که با تیمار هوموس ۵٪ آبیاری شـده با آب آبیاری اختلاف معنی‌دار نداشـت و هم چنین بیشـترین مقدار وزن تر با مقدار (۲۷/۹۶) گرم در بوته و بیشترین مقدار وزن خشک با مقدار (۵/۴۹) مربوط به تیمار سولوپیت ۱۰٪ با آبیاری ورمی‌واش (شاهد مثبت) بود که وزن تر و خشک اندام هوایی با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت. کمترین مقدار وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمار آب آبیاری (شاهد منفی) حاصل شد که با برخی تیمارها همانند سولوپیت ۵٪ با آبیاری ساده و هوموس ۵٪ با آبیاری ساده اختلاف معنی‌دار نداشـت و هم چنین بیشـترین مقدار وزن تر ریشـه (۱/۸ گرم در بوته) و بیشـترین مقدار وزن خشـک ریشـه (۰/۵۴۲ گرم دربوته) در تیمار سولوپیت ۱۰٪ به همراه ورمی‌واش (شاهد مثبت) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت. همچنین کمترین مقدار وزن تر و خشک ریشه نیز در تیمار آب آبیاری (شاهد منفی) دیده شد که با سولوپیت ۵٪ با آبیاری ساده اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس اثر ورمی واش بر شاخص های مورفولوژیکی گیاه*

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	حجم ریشه	طول ریشه
تیمار	۹	۵۸۴/۱۰	۲۲/۹۶	۱/۲۹	۱۶۱/۹۱
خطا	۶۰	۳۰/۰۷	۰/۳۳	۰/۰۳	۷/۷۹

* ارتفاع، قطر و طول با واحد سانتی متر و حجم ریشه با واحد سانتی متر مکعب است.

منابع

آذریو، م. ۱۴۰۰. تولید پیت از پوسته شلتوک و ارزیابی ویژگی‌های آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان.

Altieri, M. A., Nicholls, C. I. and Montalba, R. 2017. Technological approaches to sustainable agriculture at a crossroads: An agroecological perspective. Sustainability, 9: 349.

Becagli, M., Arduini, I. and Cardelli, R. 2022. Using biochar and vermiwash to improve biological activities of soil. Agriculture, 12(2): 178.

Chatterjee, B., Ghani, P., Thapa, U. and Tripathy, P. 2005. Effect of organic nutrition in sprout broccoli (Brassica oleracea var. italica Plenck). Vegetable Science, 33(1): 51–54.

Crișan, I., Ona, A., Vârban, D., Muntean, L., Vârban, R., Stoie, A., Mihăiescu, T. and Morea, A. 2023. Current trends for lavender (Lavandula angustifolia Mill.) crops and products with emphasis on essential oil quality. Plants, 12(2): 357.

Das, S. K., Avasthe, R. K. and Gopi, R. 2014. Vermiwash: Use in organic agriculture for improved crop production. Popular Kheti, 2(4): 45–56.

Gopal, M., Gupta, A. and Thomas, G. 2012. Vermicompost and vermiwash add beneficial micro flora that enhance soil quality and sustain crop growth. International Journal of Innovative Horticulture, 1: 93–100.

Mason, J. 2014. Growing and Knowing Lavender. ACS Distance Education: Narang, QLD, Australia.

Muntean, L. S., Tamas, M., Muntean, S., Muntean, L., Duda, M. M., Varan, D. I. and Florian, S. 2016. Treatise of Cultivated and Spontaneous Medicinal Plants. Rescoping: Cluj-Napoca, Romania.

Panizza, M. and Tognoni, F. 1988. Clonal propagation, callus formation and plant regeneration of lavandin. Scientia Horticulturae, 37: 157–163.

Suthar, S. 2010. Evidence of plant hormone like substances in vermiwash: An ecologically safe option of synthetic chemicals for sustainable farming. Ecological Engineering, 36(8): 1089–1092.

Verma, S., Babu, A., Patel, A., Singh, S. K., Pradhan, S. S., Verma, S. K., Singh, J. P. and Singh, R. K. 2018. Significance of vermiwash on crop production: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(2): 297–301.

Better effectiveness of solopeat and vermiwash on lavender cutting growth and rooting

Safoura Shirani[1], Abdollah Hatamzadeh[1] and Reza Ebrahimi Gaskarei[1*]
1- Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
2- Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
**Corresponding author: rezaebrahimi@guilan.ac.ir*

Abstract

This study aimed to investigate the effect of organic amendments such as humus and solopeat and vermiwash on growth and development of lavender. Experimental treatments included two types of soil amendment materials, humus and solopeat, at two volume levels (5 and 10 percent), and two types of irrigation, vermiwash irrigation and regular water irrigation. Experiment was carried out as a factorial in a completely randomized design with three replications in pot conditions. Results showed that application of solopeat at a volume level of 10 percent along with vermiwash irrigation had a significant effect at the level of one percent or 5 percent on the morphological traits of plant (root volume, length, root diameter, stem height) and also on the weight traits of fresh and dry weight of root and shoot. Above treatment showed the highest growth and yield in lavender plant. Therefore, the simultaneous use of solopeat at a level of 10 percent and irrigation of with vermiwash can be recommended as an effective solution in cultivating lavender cuttings in sandy loam soils.

Keywords: Organic liquid fertilizer, Plant height, Wet weight.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محلول پاشی برگی فنیل آلانین روی خصوصیات آنتی اکسیدانی بلوبری رقم "بلوکراپ" تحت کشت بدون خاک

محدثه حسنعلی‌زاده[1*] و حمید حسن‌پور[1]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

*نویسنده مسئول: *st_m.hassanalizadeh@urmia.ac.ir*

چکیده

بلوبری (*Vaccinium corymbosum*) گیاهی بومی آمریکای شمالی از خانواده Ericaceae است که به‌دلیل میوه‌های خوش‌طعم و سرشار از ترکیبات فیتوشیمیایی، در تغذیه و باغبانی اهمیت دارد. بلوبری با ریشه کم‌عمق و ترکیبات آنتوسیانین و فلاونوئید خواص آنتی‌اکسیدانی دارد که کیفیت میوه‌اش به عوامل مختلف بستگی دارد. فنیل‌آلانین در ساخت این ترکیبات نقش دارد و استفاده خارجی از آن ماندگاری میوه را افزایش می‌دهد. این پژوهش، تأثیر سه غلظت مختلف فنیل‌آلانین (۲، ۴ و ۸ میلی‌مولار) بر ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی میوه بلوبری رقم بلوکراپ در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. محلول‌پاشی دوبار (در زمان تشکیل میوه و سه هفته بعد) انجام شد و صفاتی مانند فنل کل، فلاونوئید کل، آنتی‌اکسیدان، طول، عرض و وزن میوه اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تمام تیمارها نسبت به شاهد افزایش یافت. فنل کل تنها در تیمار فنیل‌آلانین ۲ افزایش نشان داد و در سایر تیمارها کاهش یافت. مقدار فلاونوئید کل در همه تیمارها کمتر از شاهد بود. همچنین، همه تیمارهای فنیل‌آلانین باعث کاهش صفات فیزیکی طول، عرض و وزن شدند. به‌طور کلی، این تیمارها موجب بهبود برخی صفات کیفی ولی کاهش رشد فیزیکی میوه شدند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین ، الیسیتور، ترکیبات فعال زیستی، فلاونوئید.

مقدمه

بلوبری که با نام علمی *Vaccinium corymbosum* معمولاً شناخته می‌شود، گیاهی بومی آمریکای شمالی است. این گیاه از جنس *Vaccinium* و گونه *Cyanococcus* است و در خانواده Ericaceae و زیرخانواده Vaccinioideae قرار دارد (Oana, 2024). بلوبری به‌عنوان گیاه درختچه‌ای شناخته می‌شود و به‌خاطر میوه‌های آبی و خوشمزه‌اش، هم در استفاده‌های خوراکی و هم در باغبانی و تولیدات تجاری اهمیت دارد. بسیاری از گونه‌های جنس *Vaccinium* توسط اصلاح‌کنندگان بلوبری برای توسعه ارقامی که به شرایط اقلیمی مختلف سازگار باشند، تولید شده‌اند. بلوبری‌ها به دلیل ترکیبات فیتوشیمیایی غنی و پتانسیل‌های درمانی‌شان توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند (Sumel et al., 2024). آنتوسیانین‌ها، رنگدانه‌های طبیعی که رنگ خاص بلوبری را ایجاد می‌کنند، به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی‌شان شناخته شده‌اند. این ترکیبات از طریق مقابله با رادیکال‌های آزاد، به کاهش استرس اکسیداتیو و در نتیجه کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن مانند بیماری‌های قلبی، سرطان و اختلالات عصبی کمک می‌کنند. علاوه بر این، فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک موجود در بلوبری به کاهش التهاب، پیشگیری از سرطان و به محافظت از مغز کمک کرده و پتانسیل درمانی آن را افزایش می‌دهند. ترکیب و محتوای تغذیه‌ای بلوبری‌ها می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل گونه، واریته، مرحله بلوغ، روش‌های کشاورزی، متغیرهای محیطی، تغذیه گیاه، وضعیت خاک و شرایط ذخیره‌سازی قرار گیرد همچنین از ویژگی‌های قابل توجه دیگر بلوبری‌ها، محتوای بالای آنتی‌اکسیدانی آنهاست (Sumel et al., 2024). اسید آمینه فنیل‌آلانین یک آمینواسید آروماتیک مهم است که در گیاهان به عنوان پیش‌ماده‌ای کلیدی در مسیر فنیل‌پروپانوئید عمل می‌کند. این مسیر برای سنتز متابولیت‌های ثانویه مانند فلاونوئیدها، لیگنین و ترکیبات فنلی ضروری است که نقش‌های مهمی در ساختار گیاه و دفاع در برابر بیماری‌ها ایفا می‌کنند. همچنین فنیل‌آلانین به عنوان یک مولکول سیگنال‌دهنده عمل کرده و پاسخ‌های دفاعی گیاه را در برابر استرس‌های زیستی و غیرزیستی تحریک می‌کند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که این آمینواسید به بهبود توانایی گیاهان در مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و تنش‌های محیطی کمک می‌کند که این امر به افزایش سلامت و تولید محصولات کشاورزی می‌انجامد

(Canying et al., 2024). در سال های اخیر، استفاده از فنیل آلانین خارجی برای استفاده به عنوان یک مولکول بیولوژیکی ایمن برای حفظ کیفیت پس از برداشت بسیاری از محصولات باغی مورد توجه قرار گرفته است (Manda hakki and Hassanpour, 2024).

مطالعه Miao و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که فنیل‌آلانین باعث کاهش رنگدانه‌ها و مالون‌دی‌آلدهید و افزایش مواد جامد محلول و ویتامین C در گلابی می‌شود. این ترکیب استحکام بافت را حفظ کرده و فعالیت آنزیم‌های چرخه TCA و تجزیه کلروفیل را کاهش می‌دهد. در نتیجه، فنیل‌آلانین به تأخیر در زرد شدن و بهبود کیفیت میوه کمک می‌کند. در پژوهشی که این دو محقق (Manda hakki and Hassanpour., 2024) انجام دادند نشان داد که تیمار توت‌فرنگی با ال-فنیل‌آلانین موجب کاهش تجمع MDA، کاهش وزن، کند شدن پیری میوه‌ها و بهبود کیفیت و عمر انبارمانی از طریق افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی سوپراکسید دیسموتاز (SOD) ، کاتالاز(CAT) ، آسکوربات پراکسیداز(APX) ، گایاکول پراکسیداز(POD) ، فنیل‌آلانین آمونیالیاز (PAL) را باعث شد.

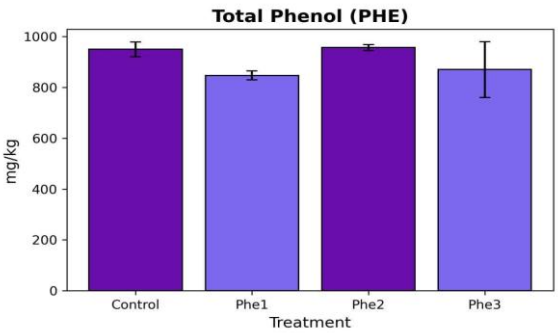
مواد و روش‌ها

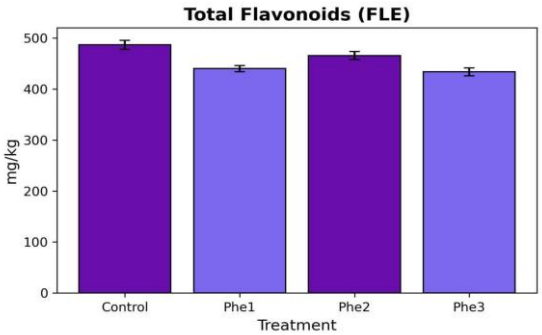
نهال‌های بلوبری رقم بلوکراپ (با سن تقریبی ۳ ساله) از گلخانه‌ای در تبریز که به وسیله کشت بافت تکثیر شده بودند، خریداری شدند و به گلدان‌های بزرگتری انتقال داده شدند. همچنین جهت رشد بهتر نهال‌ها از بستر پرلیت وکوکوپیت (۱:۱) استفاده گردید. برای تغذیه نهال‌ها از محلول غذایی مخصوص میوه بلوبری استفاده شد (Erin et al., 2024). سپس بعد از انتقال نهال‌ها به گلدان و سازگار شدن باشرایط گلخانه طی دوره آزمایش، دمای گلخانه در روز ۲۱-۱۸ و دمای شب نیز ۱۳-۱۰درجه سانتی‌گراد، شدت نور 400- µmol/m2/s 500 و رطوبت ۷۰-۶۰ درصد بود. ، تیمارهای مختلف روی گیاهان انجام شد.

تیمارها عبارت‌اند از: شاهد (محلول پاشی با آب مقطر) و فنیل آلانین (۲، ۴ و ۸ میلی مولار). محلول پاشی همه تیمارها نیز دوبار انجام شد که بار اول در مرحله تشکیل میوه و بار دوم سه هفته بعد از آن انجام شد. در نهایت فاکتورهایی از قبیل صفات فیزیکی مثل: طول، عرض، وزن و صفات بیوشیمیایی عبارتنداز؛ فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل بررسی شدند. طرح آزمایشی بصورت طرح بلوک کاملا تصادفی بوده و داده‌های حاصل بوسیله نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل گردید.

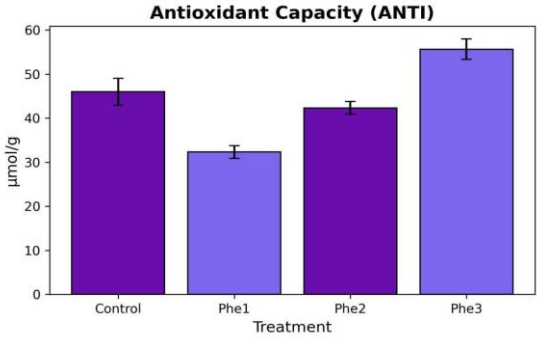
نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در همه تیمارها نسبت به شاهد افزایش یافت و در تیمارفنیل آلانین ۲ فنل کل نیز بیشتر از شاهد بود (شکل ۱)، در حالی‌که سایر تیمارها در این صفت کاهش نشان دادند. مقدار فلاونوئید کل در تمام تیمارها کمتر از شاهد ثبت شد(شکل۲). همچنین صفات فیزیکی شامل طول، عرض و وزن میوه در کلیه تیمارها کاهش یافتند. این نتایج بیانگر آن است که فنیل‌آلانین می‌تواند موجب تقویت برخی صفات کیفی شود، اما ممکن است اثر بازدارنده‌ای بر رشد فیزیکی میوه داشته باشد.در آنتی‌اکسیدان (ANTI)، ($P = 0.2947$)، مدل توانست بیش از یک‌سوم تغییرات را توجیه کند ($R^2 = 0.355$) که نشان می‌دهد این صفت احتمالاً بیش از سایر ویژگی‌ها به تیمار پاسخ داده است (شکل ۳). از آنجا که مقدار انحراف معیار (SD در برخی صفات، به‌ویژه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی)، نسبتاً زیاد بود، نمایش داده‌ها به صورت میانگین ± SD باعث بزرگ‌نمایی دامنه تغییرات می‌شد. برای ارائه تصویری دقیق‌تر از برآورد میانگین جامعه و کاهش اثر پراکندگی بالای داده‌ها (به‌خصوص در تیمار شاهد)، از خطای استاندارد میانگین (SE، که برابر است با SD تقسیم بر ریشه تعداد تکرارها)، استفاده شد (جدول ۱).





شکل ۱- نتایج مقایسه مقادیر مختلف فنیل‌آلانین بر فنل‌کل در تیمارها شکل۲- نتایج مقایسه مقادیر مختلف فنیل‌آلانین بر فلاونوئیدکل در تیمارها



شکل۳- نتایج مقایسه مقادیر مختلف فنیل آلانین بر آنتی‌اکسیدان در تیمارهای مختلف.

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف فنیل آلانین روی برخی از خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه بلوبری رقم بلوکراپ تحت شرایط هیدروپونیک.

Treatment	PHE (Mean ± SE	FLE (Mean ± SE)	ANTI (Mean ± SE)	LE (Mean ± SE)	WE (Mean ± SE)	WT (Mean ± SE)
Control	949.78 ± 46.91	502.45 ± 16.07	45.95 ± 15.07	11.48 ± 0.55	1.14 ± 0.18	12.10 ± 0.93
Phenylalanine 1	883.37 ± 36.74	440.09 ± 19.75	59.89 ± 9.45	10.58 ± 0.05	0.74 ± 0.09	11.45 ± 0.36
Phenylalanine 2	974.47 ± 20.50	465.75 ± 20.50	27.80 ± 5.67	10.99 ± 0.17	0.94 ± 0.10	11.33 ± 0.19
Phenylalanine 3	867.62 ± 101.34	433.61 ± 21.01	38.87 ± 16.54	10.79 ± 0.19	0.62 ± 0.10	11.22 ± 0.13

داده‌های موجود در جدول میانگین همراه با انحراف معیار می‌باشد. فنل کل (PHE) ، فلاونوئید کل (FLE)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (ANTI)، طول (LE)، عرض (WT) و وزن میوه. (WE).

منابع

Ashique, S., Mukherjee, T., Mohanty, S., Garg, A., Mishra, N., Kaushik, M., Bhowmick, M., Chattaraj, B., Mohanto, S., Srivastava, Sh. and Taghizadeh-Hesary, F. 2024. Blueberries in focus: Exploring the phytochemical potentials and therapeutic applications. Journal of Agriculture and Food Research, 18: 101300.

Gohari, G., Zareei, E., Kulak, M., Labib, P., Mahmoudi, R., Panahirad, S., Jafari, H., Mahdavinia, G., Maldenado, A. J. and Lorenzo, J. M. 2021. Improving the berry quality and antioxidant potential of flame seedless grapes by foliar application of chitosan–phenylalanine nanocomposites (CS–Phe NCs). Nanomaterials, 11(9): 2287.

Hassan, A., Margay, A. R. and Din, S. 2024. Effect of foliar sprays of phenylalanine, nano-potash and potassium sulphate on fruit quality attributes of apple (Malus x domestica Borkh) cv. Ambri. International Journal of Plant and Soil Science, 36(7): 317–325.

HERA, O. 2024. The origin of Romanian blueberry. Scientific Papers. Series B. Horticulture, 68(1).

Li, C., Wang, M., Guo, Y., Zhang, S., Xu, H. and Ge, Y. 2024. Activation of the calcium signaling, mitogen-activated protein kinase cascade and phenylpropane metabolism contributes to the induction of disease resistance in pear fruit upon phenylalanine treatment. Postharvest Biology and Technology, 210: 112782.

Manda-Hakki, K. and Hassanpour, H. 2024. Postharvest L-phenylalanine application on shelf life and physicochemical characteristics of Sabrina strawberry during cold storage. Journal of Horticultural Science, 38(3): 611.

Wang, M., Li, C., Liu, J., Zhang, S., Guo, Y., Jin, Y. and Ge, Y. 2023. Phenylalanine maintains the postharvest quality of 'Jinfeng' pear fruit by modulating the tricarboxylic acid cycle and chlorophyll catabolism. Postharvest Biology and Technology, 204: 112479.

Yafuso, E. J. and Boldt, J. K. 2024. Development of a hydroponic growing protocol for vegetative strawberry production. HortScience, 59(3): 384–393.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Foliar Application of Phenylalanine on Antioxidant Properties of 'Bluecrop' Blueberry under Soilless Cultivation

Mohadeseh Hassanalizadeh[1*] and Hamid Hassanpour[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
**Corresponding Author: st_m.hassanalizadeh@urmia.ac.ir*

Abstract

Blueberry (*Vaccinium corymbosum*), a native plant of North America from the Ericaceae family, is valued in nutrition and horticulture due to its flavorful fruits rich in phytochemical compounds. Blueberry, characterized by shallow roots and abundant anthocyanins and flavonoids, possesses antioxidant properties, and its fruit quality depends on various factors. Phenylalanine plays a crucial role in the biosynthesis of these compounds, and its exogenous application can enhance fruit shelf life.This study evaluated the effects of three concentrations of phenylalanine (2, 4, and 8 mM) on the physical and biochemical traits of the 'Bluecrop' blueberry cultivar under greenhouse conditions. Foliar spraying was performed twice—at fruit set and three weeks later—and traits such as total phenolics, total flavonoids, antioxidant capacity, fruit length, width, and weight were measured.Results indicated that antioxidant capacity increased in all treatments compared to the control. Total phenolics increased only at 2 mM phenylalanine, while in other treatments it decreased. Total flavonoid content was lower in all phenylalanine treatments compared to the control. Additionally, all phenylalanine treatments reduced the physical parameters of fruit length, width, and weight. Overall, phenylalanine applications improved certain quality attributes but reduced physical growth of the fruit.

Keywords: Anthocyanin, Bioactive compounds, Flavonoid, Elicitor.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات و هیومیک اسید روی برخی ویژگی‌های رویشی دو رقم گل آنتوریوم بریدنی در شرایط هیدروپونیک

زهرا شهبانی[۱*]
۱- مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *zahrashahbani@yahoo.com*

چکیده

آنتوریوم از گل‌های زیبای گرمسیری است که به‌دلیل زیبایی و طولانی بودن عمر گلجای، در تزئین دسته‌های گل کاربرد دارد. نه تنها گل، بلکه برگ آن در گل آرایی به‌کار می‌رود. از آنجا که سرعت رشد این گل کم می‌باشد، پژوهش‌های مختلفی جهت افزایش رشد آن انجام گرفته است. به منظور بررسی اثر نسبت‌های مختلف نیترات و برهمکنش آن با هیومیک اسید روی دو رقم آنتوریوم بریدنی در شرایط هیدروپونیک، پژوهشی در مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز شهرداری منطقه ۵ تهران انجام شد. رقم‌های آنتوریوم از گلخانه‌ای در شهر ورامین تهیه شدند. تیمارها شامل ۱- نسبت‌های مختلف نیترات (نیترات معمول محلول هوگلند ، نسبت دو برابر نیترات هوگلند و نسبت سه برابر نیترات هوگلند)، ۲- هیومیک اسید (بدون هیومیک اسید، غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید) و ۳- رقم‌های آنتوریوم ('Lady Jane' و 'Turenza') بودند. طرح مورد استفاده فاکتوریل، در قالب کاملا تصادفی با ۵ تکرار بود. سه ماه پس از کاربرد تیمارها ویژگی‌های رویشی: تعداد برگ، ارتفاع بوته، طول و عرض پهنک برگ اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد بیشترین تعداد برگ در رقم 'Turenza' و کمترین آن مربوط به رقم 'Lady Jane' بود. بیشترین ارتفاع بوته، طول و عرض پهنک در رقم 'Lady Jane' مشاهده گردید. بیشترین طول پهنک مربوط به تیمار نیترات معمول هوگلند بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار نسبت دو برابر نیترات هوگلند نداشت. کاربرد هیومیک اسید منجر به افزایش عرض پهنک شد. بیشترین تعداد برگ در نسبت سه برابر نیترات هوگلند و کاربرد هیومیک اسید و نیز نسبت معمول نیترات هوگلند و کاربرد هیومیک اسید بود. هیومیک اسید در شرایط معمول نیترات هوگلند، تعداد برگ را ۲۴/۱۴ درصد افزایش داد. از آنجا که از برگهای آنتوریوم در گل آرایی می‌توان استفاده نمود با کاربرد این ماده آلی همراه با محلول هوگلند می‌توان به افزایش تعداد برگ دست یافت.

واژه‌های کلیدی: آنتوریوم، رشد رویشی، گل گرمسیری، ماده آلی، محلول هوگلند.

مقدمه

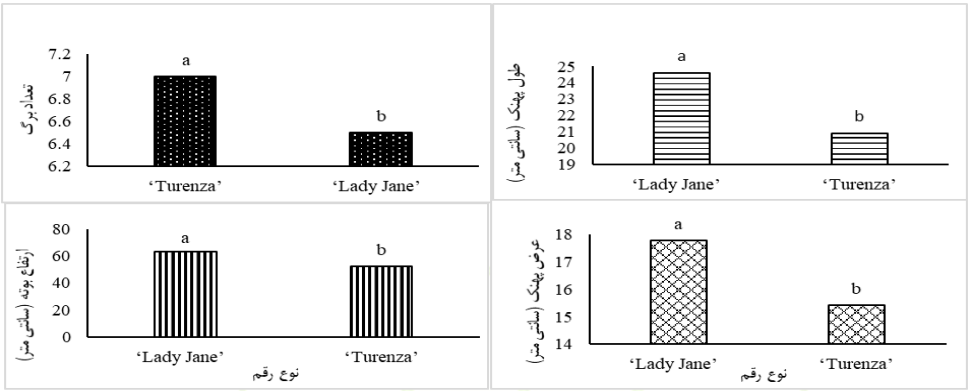
آنتوریوم گیاهی گلدار از تیره آراسه بوده که بومی مناطق گرمسیری آمریکای مرکزی و جنوبی است (فتح اللهی و همکاران، ۱۳۹۶). از مزایای این گیاه وجود اسپات رنگی، دمگل بلند، ماندگاری زیاد و طولانی بودن دوران گلدهی آن است که جایگاه ویژه‌ای در میان گیاهان گلدار یافته و از نظر اقتصادی در میان گلهای گرمسیری مقام دوم را پس از ارکیده دارا می‌باشد (Winston and Pathmanthan, 2008). این گیاه چند ساله و کند رشد بوده (Binas et al., 2023) و تامین مواد غذایی مناسب یکی از عوامل مهم در رشد و افزایش عملکرد گل‌های بریدنی آنتوریوم می‌باشد (Chang et al., 2012). هیومیک اسید به‌عنوان یک پلیمر زیستی قابلیت افزایش کارایی کشت محصولات گیاهی مختلف از طریق افزایش مقاومت به کم آبی و شوری، افزایش راندمان مصرف کود، عملکرد مشابه با هورمون‌های گیاهی، امکان کاربرد در محیط‌های کشت بدون خاک و گلخانه‌ای و نیز افزایش کارایی مصرف آب را دارد (خالقی و همکاران، ۱۴۰۳). به‌دلیل اهمیت گل بریدنی آنتوریوم در تزئین دسته‌های گل و از سوی دیگر رشد کم این گیاه، این پژوهش، جهت بررسی برهمکنش نسبت‌های مختلف نیترات محلول هوگلند و هیومیک اسید بر ویژگی‌های رویشی دو رقم بریدنی آنتوریوم با رنگ اسپات قرمز تیره و صورتی لاله‌ای، انجام شد تا اثر همزمان یک ماده آلی و غیرآلی روی میزان رشد رویشی این گیاه بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

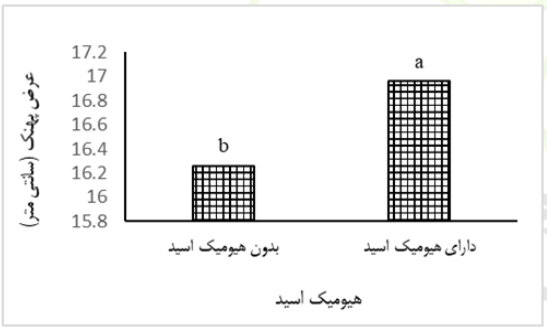
این پژوهش در گلخانه و آزمایشگاه مرکز تحقیقات، آموزش و مشاوره فضای سبز شهرداری منطقه ۵ تهران انجام شد. برای این منظور رقمهای گل آنتوریوم از گلخانه ای در شهر ورامین تهیه شد. تمام گیاهان در مرحله ۴ برگی بودند. چهار ماه پس از انتقال گیاهان به گلخانه تمام گیاهان به بستر پرلایت منتقل شدند. تیمارها شامل نسبتهای مختلف نیترات (نیترات معمول در محلول هوگلند ، نسبت دو برابر نیترات هوگلند، نسبت سه برابر نیترات هوگلند)، هیومیک اسید (بدون هیومیک اسید، غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید) و رقم (’Turenza‘ با اسپات قرمز تیره و (’Lady Jane‘با اسپات صورتی لاله‌ای) بود. طرح مورد استفاده فاکتوریل سه عاملی در قالب کامل تصادفی با ۵ تکرار بود بنابراین از ۶۰ گیاه استفاده شد. تغذیه به صورت هفته ای دو بار بر اساس تیمارهای مورد نظر انجام شد. در طول آزمایش سه مرحله اسید هیومیک به تیمارهای در نظر گرفته شده داده شد. سه ماه پس از کاربرد تیمارها، ویژگیهای رویشی شامل تعداد برگ، ارتفاع بوته، طول و عرض پهنک اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری ۴ گیاه هر تیمار بصورت تصادفی انتخاب شد و با خط کش دقیق ویژگیهای رویشی گیاه ثبت شد. تمام داده ها با نرم افزار SAS (9.4) آنالیز شد. مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با نرم افزار Excell (2013) انجام شد.

نتایج و بحث

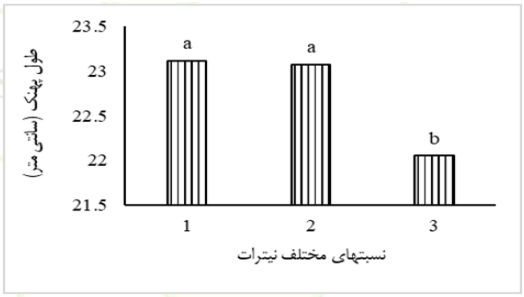
نتایج نشان داد اثر رقم بر ویژگی تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد و بر ارتفاع بوته، طول و عرض پهنک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر نسبتهای نیترات بر طول پهنک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر هیومیک اسید بر عرض پهنک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. برهمکنش هیومیک اسید و نسبتهای نیترات بر ویژگی تعداد برگ، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین نشان داد بیشترین تعداد برگ در رقم ’Turenza‘ با میانگین ۷ عدد و کمترین تعداد برگ مربوط به رقم ’Lady Jane‘ با میانگین ۶/۵ عدد بود. بیشترین ارتفاع بوته، طول و عرض پهنک در رقم ’Lady Jane‘ به ترتیب با میانگین های ۶۳/۴۸، ۲۴/۵۹ و ۱۷/۷۹ سانتی متر مشاهده گردید (نمودار ۱). اثر نسبتهای مختلف نیترات نشان داد بیشترین طول پهنک مربوط به تیمار نیترات معمول هوگلند (۲۳/۱۱ سانتی متر) بود که تفاوت معنی داری با تیمار نسبت دو برابر نیترات هوگلند (۲۳/۰۶ سانتی متر) نداشت (نمودار ۲). کاربرد هیومیک اسید با غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام منجر به افزایش عرض پهنک (با میانگین ۱۶/۹۶ سانتی متر) شد (نمودار ۳). برهمکنش هیومیک اسید و نسبتهای مختلف نیترات نشان داد بیشترین تعداد برگ در نسبت سه برابر نیترات هوگلند و کاربرد هیومیک اسید و نیز نسبت معمول نیترات هوگلند و کاربرد هیومیک اسید با میانگین ۷/۲۵ عدد بود (نمودار ۴). در پژوهشی روی آنتوریوم گلدانی، با افزایش نیترات محلول غذایی کوئیک تعداد برگ گیاه افزایش نشان داد (فتح اللهی و همکاران، ۱۳۹۶). در پژوهشی روی آنتوریوم بریدنی رقم تروپیکال، افزایش تعداد برگ با کاربرد محلول پاشی برگی با هیومیک اسید مشاهده شد (Muraleedharan et al., 2017). نتایج نشان داد با کاربرد غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید در شرایط معمول نیترات هوگلند تعداد برگ ۲۴/۱۴ درصد افزایش داشت. از آنجا که از برگهای آنتوریوم در گل آرایی می توان استفاده نمود با کاربرد این ماده آلی همراه با استفاده از محلول هوگلند می توان به افزایش تعداد برگ دست یافت.



نمودار ۱- اثر نوع رقم بر ویژگی‌های تعداد برگ، ارتفاع بوته، طول و عرض پهنک برگ آنتوریوم بریدنی.

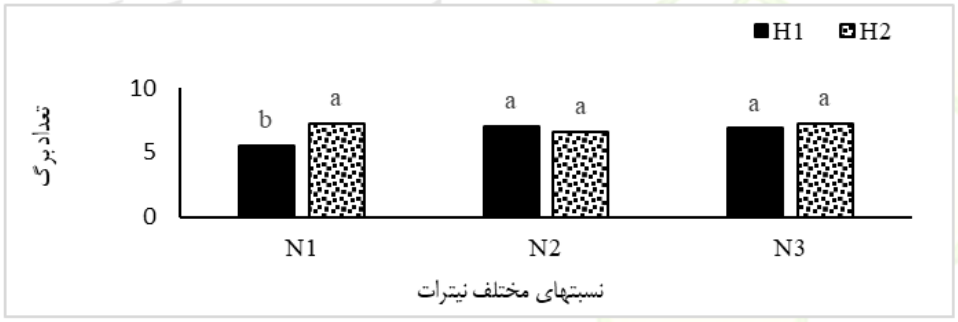


نمودار ۳- اثر هیومیک اسید بر عرض پهنک برگ آنتوریوم



نمودار ۲- اثر نسبتهای مختلف نیترات بر طول پهنک برگ آنتوریوم.

۱-نیترات معمول هوگلند ۲- نسبت دو برابر نیترات هوگلند ۳- نسبت سه برابر نیترات هوگلند



نمودار ۴- برهمکنش نسبتهای مختلف نیترات و هیومیک اسید بر تعداد برگ آنتوریوم. N1، N2 و N3 به ترتیب نیترات معمول هوگلند، نسبت دو و سه برابر نیترات هوگلند. H1 و H2 به ترتیب نبود هیومیک اسید و غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام هیومیک اسید

منابع

خالقی، ا.، چهرازی، م. شیرازی، ح. ۱۴۰۳. اثرهیومیک اسید و بیوچار بر خصوصیات کمی،کیفی، بیوشیمیایی و تغذیه ای گیاه آنتوریوم تحت سیستم کشت هیدروپونیک. مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی)، ۴۷ (۳): ۳۲۵-۳۳۶.

فتح اللهی، س.، حسن پور اصیل، م. زکی زاده، ه. و الفتی، ج . ۱۳۹۶. بررسی تأثیر محلول‌های غذایی بر آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red) در کشت بدون خاک علوم باغبانی ایران، ۴۸ (۲): ۳۰۵-۳۱۵.

Binas Jr, E. E., Lumentac, G. V., and Mocadam, A. A. 2023. Performance of Anthurium (*Anthurium andraeanum* Lind.) as influenced by different organic manures and inorganic fertilizers, 13(1): 31-39.

Chang, K. H., Wu, R. Y., Chang, G. P., Hsieh, T. F. and Chung, R. S. 2012. Effects of nitrogen concentration on growth and nutrient uptake of *Anthurium andraeanum* Lind. cultivated in coir under different seasonal conditions. HortScience, 47(4): 515-521.

Muraleedharan, A., Ramesh kumar, S., and Joshi, J.L. 2017. Growth, development and yield attributes in Anthurium plants by the foliar application of organic fertilizers. JETIR, 4(10): 913-917.

Winston, E. and Pathmanathan, U. 2008. Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of Anthurium. Horticulturae Science, 43(3): 825-831.

Interaction of different nitrate ratios and humic acid on some vegetative characteristics of two cut Anthurium flower cultivars in hydroponic conditions

Zahra Shahbani[1*]
1. Landscape Research, Education and Consulting Center of Tehran Municipality, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: Zahrashahbani@yahoo.com*

Abstract

Anthurium is a beautiful tropical flower that is used in flower decoration due to its beauty and longevity. Not only the flower, but also its leaves are used in flower arrangements. Since the growth rate of the flower is slow, various studies have been conducted to increasing its growth. In order to investigate the effect of different nitrate ratios and its interaction with humic acid on two cultivars of anthurium cut flower in hydroponic conditions, a study was conducted at the Landscape Research, Education and Consulting Center of Tehran Municipality, District 5. Anthurium cultivars were obtained from a greenhouse in Varamin city. The treatments included 1- different nitrate ratios (regular Hoagland nitrate solution, double Hoagland nitrate ratio, triple Hoagland nitrate ratio), 2- humic acid (without humic acid, 1000 ppm humic acid), and 3- anthurium cultivars (‘Lady Jane’ and ‘Turenza’). A factorial design, in completely randomized with 5 replications was used. After Three months, vegetative characteristics like leaves number, plant height, length and width of leaf blade were measured. The results showed that the highest leaves number was in ‘Turenza’ and the lowest was in ‘Lady Jane’. The highest plant height, length and width of leaf blade were observed in ‘Lady Jane’. The highest leaf blade length was in regular Hoagland nitrate, which was not significantly different between double Hoagland nitrate. The application of humic acid increased blade width. The highest number of leaves was in triple Hoagland nitrate and the application of humic acid, as well as the regular Hoagland nitrate and the application of humic acid. Humic acid increased the number of leaves by 24.14% under the conditions of regular Hoagland nitrate. Since anthurium leaves can be used in flower arrangements, the use of this organic compound along with Hoagland solution can achieve an increase in leaves number.

Keywords: Anthurium, Hoagland's solution, Organic material, Tropical flower, Vegetative growth.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر مدت زمان جریان محلول غذایی و محلول‌پاشی برگی عصاره جلبک دریایی بر رشد دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک DFT

مینا بیارش[1*]، سمیه ابراهیمیان[1]، محمود رقامی[1]، حمیدرضا روستا[2]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *minabayarash@gmail.com*

چکیده

کاهو با نام علمی (*Lactuca sativa* L.) یکی از گیاهان برگی مهم است که به دلیل اهمیت تغذیه‌ای و تنوع ژنتیکی آن، کشت آن در سیستم‌های مدرن مانند هیدروپونیک مورد توجه قرار گرفته است. با افزایش جمعیت جهان و محدودیت منابع کشاورزی، استفاده از سیستم‌های بدون خاک و به‌ویژه تکنولوژی جریان عمیق محلول غذایی (DFT) اهمیت یافته است. همچنین در سال‌های اخیر، استفاده از عصاره‌های جلبک دریایی به عنوان زیست‌محرک در کشاورزی توجه زیادی را جلب کرده است. جلبک‌های دریایی حاوی ترکیبات زیست‌فعال مانند شبه‌هورمون‌ها، الیسیتورها و عناصر معدنی هستند که می‌توانند موجب تحریک رشد، بهبود گلدهی، افزایش عملکرد و کیفیت محصول شوند. در این پژوهش بررسی اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و مدت زمان جریان محلول غذایی بر رشد دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک DFT مورد ارزیابی قرار گرفته است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو عامل شامل مدت زمان جریان محلول غذایی (جریان مداوم، یک ساعت روشن یک ساعت خاموش، و ۱۵ دقیقه روشن ۱ ساعت خاموش) و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی (صفر و یک میلی‌لیتر در لیتر) انجام شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و مدت زمان جریان محلول غذایی به طور معناداری بر وزن تر و خشک برگ و ریشه در هر دو رقم تأثیر داشت. بیشترین وزن تر برگ با استفاده از مخزن C (یک ساعت روشن و یک ساعت خاموش) و محلول‌پاشی عصاره جلبک حاصل شد. همچنین رقم سبز تیره نسبت به سبز روشن عملکرد بهتری در وزن تر و خشک ریشه و برگ داشت. در نهایت، نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از عصاره جلبک دریایی و تنظیم مدت زمان جریان محلول غذایی می‌تواند راهکاری مؤثر در افزایش کمی و کیفی کاهو در سیستم هیدروپونیک باشد.

واژه‌های کلیدی: جلبک دریایی، مدت زمان، هیدروپونیک، وزن تر برگ.

مقدمه

کاهو با نام علمی (*Lactuca sativa* L.)، گیاهی از خانواده کاسنیان (Asteraceae) است. کاهو یک گیاه برگی مهم است که به‌طور عمده در سالادها مصرف می‌شود. این گیاه از اروپای جنوبی سرچشمه گرفته و سرشار از کلسیم و آهن است (Ryder, 1999 2017). این گیاه یک‌ساله، روزبلند و خودگرده‌افشان اجباری است، زیرا دانه‌های گرده آن چسبنده بوده و انتقال آن‌ها توسط باد یا حشرات محدود است. تنوع بالای این گیاه در شکل، رنگ و ترکیب برگ‌ها، موجب تولید رقم‌های متفاوتی شده است. برگ‌ها به صورت روزت متراکم رشد کرده، در رنگ‌های سبز روشن تا سبز تیره، و گاه با لکه‌هایی از آنتوسیانین ظاهر می‌شوند (Rubatzky and Yamaguchi, 2012). با افزایش جمعیت جهان، بحران‌های غذایی در آینده محتمل هستند، چرا که نیاز به محصولات غذایی افزایش می‌یابد. در این راستا، سیستم کشت هیدروپونیک به‌عنوان جایگزینی برای کشاورزی سنتی پیشنهاد شده است. یکی از نمونه‌های موفق آن، سیستم جریان عمیق(DFT)است که در دانشگاه آریزونا برای کشت کاهو توسعه یافت و به‌دلیل قابلیت کنترل دمای محلول برای شرایط گرمسیری اهمیت دارد. کشت بدون خاک یا هیدروپونیک که در آن ریشه گیاه در محلول غذایی قرار دارد، با مزایایی چون کنترل تغذیه گیاه، کاهش بروز بیماری‌ها، حذف علف‌های هرز، بهبود عملکرد و افزایش کیفیت محصول در مقایسه با کشت سنتی همراه است (Palmitessa et al., 2024). در سال‌های اخیر، استفاده از عصاره‌های جلبک دریایی به عنوان زیست‌محرک در کشاورزی توجه زیادی را جلب کرده است. جلبک‌های دریایی حاوی ترکیبات

زیست‌فعال مانند شبه‌هورمون‌ها، الیسیتورها و عناصر معدنی هستند که حتی در غلظت‌های پایین می‌توانند موجب تحریک رشد، بهبود گلدهی، افزایش عملکرد و کیفیت محصول و همچنین افزایش مقاومت گیاه به تنش‌هایی چون شوری و خشکی شوند (Craigie et al., 2011). مطالعات مختلفی تأثیر مثبت عصاره‌های جلبک دریایی بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف را نشان داده‌اند. برای نمونه، در مورد تربچه، استفاده از عصاره‌های Seasol و Maxiclop موجب افزایش عملکرد شد که نوع دوم باعث افزایش رشد ریشه و شاخساره نیز گردید (Ramal et al., 2015). در گیاه Abelmoschus esculentus (بامیه)، خیساندن بذرها در عصاره جلبک زرد لاکتوکا موجب افزایش جوانه‌زنی، طول ریشه و شاخساره، تعداد گل و میوه و وزن تر و خشک شد (Divya and Padal, 2015). همچنین محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در گیاه نخود باعث افزایش رشد شاخساره، قطر ساقه و ضخامت آوندهای چوب و آبکش شد (Rania, 2016). در فلفل دلمه‌ای نیز محلول‌پاشی باعث افزایش معنی‌دار در ارتفاع، تعداد شاخه و درصد ماده خشک شاخساره شد (Intedhar Abbas, 2015). در شرایط کمبود پتاسیم، که از مشکلات مهم در تولید کاهو به شمار می‌آید، کاربرد عصاره جلبک موجب کاهش اثرات منفی این کمبود، افزایش رشد نسبی و بهبود کیفیت محصول شد (Antonios, 2018). این نتایج مجموعه‌ای از شواهد علمی را فراهم کرده‌اند که نشان می‌دهند عصاره‌های جلبک دریایی می‌توانند در کشت‌های بدون خاک و به‌ویژه در گیاهان حساس مانند کاهو نقش مهمی در ارتقاء عملکرد و کیفیت ایفا کنند.این پژوهش با هدف بررسی اثر عصاره جلبک دریایی بر پارامترهای رشدی دو رقم کاهو انجام شده است.

مواد و روش‌ها

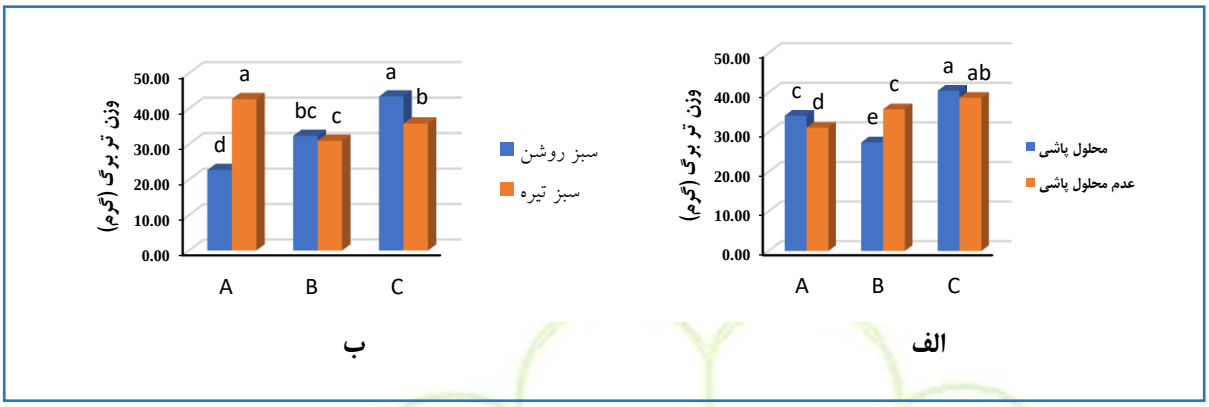
این پژوهش در قالب یک آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل مدت زمان جریان محلول غذایی در سه سطح (جریان مداوم، ۱ ساعت: ۱ ساعت و ۱۵ دقیقه: ۱ ساعت، روشن: خاموش) و محلول¬پاشی عصاره جلبک دریایی در دو سطح (۰ و ۱ میلی لیتردرلیتر) بود که در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان روی سیستم DFT اجر شد. این سیستم جریان عمیق محلول غذایی شامل سه سیستم جداگانه هست که هرکدام دارای چهار آبراهه ۲ متری بود که بر روی هر آبراهه ۶ منفذ کشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم قرار داشتند. هر سیستم دارای یک مخزن ۸۰ لیتری بود که داخل این مخزن‌ها یک پمپ آب قرار داشت که محلول غذایی را از طریق لوله‌ها به انتهای آبراهه برده و از طریق شلنگ رابط با قطر دهانه یک سانتی‌متری محلول غذایی وارد آبراهه می‌شود. میزان آبدهی آبراهه‌ها وقتی‌که به مخزن برمی‌گردد تقریبا ۳ لیتر در دقیقه است و برای اینکه محلول غذایی به‌راحتی در سیستم جریان پیدا کند شیب آبراهه‌ها ۲ درصد می‌باشد. ابتدا بذور کاهوی سبز تیره و سبز روشن در سینی¬های حاوی محیط کشت پرلیت، کشت شد. در هفته اول بذرها هر روز دو نوبت صبح و عصر با آب مقطر آبیاری خواهند شد. با شروع هفته دوم محلول غذایی جایگزین آب شد. بیست روز پس از جوانه‌زنی بذور، گیاهچه‌های جوان دارای چهار برگ حقیقی به بستر اصلی انتقال داده شد. نشاءها به گلدان‌های پلاستیکی مشبک حاوی پرلایت منتقل شدند و در روزهای اول انتقال نشاء، جهت جلوگیری از خشک شدن محیط ریشه تا گسترده شدن ریشه‌ها، گلدان‌ها به صورت دستی محلول¬دهی شدند. بعد از انتقال گیاه به سیستم DFT از محلول غذایی هوگلند استفاده شد. پس از اینکه ریشه گیاهان در سیستم کشت DFT مستقر شوند تیمار¬های مدت زمان جریان محلول غذایی در سیستم و محلول¬پاشی عصاره جلبک دریایی اعمال شد. برای تغذیه گیاهان از محلول غذایی هوگلند استفاده شد. پس ازبرداشت پارامترهای رشدی(وزن تر و خشک برگ و ریشه) با ترازوی دقیق دیجیتال محاسبه شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

وزن تر برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر نوع مخزن بر وزن تر برگ در سطح یک درصد معنی دار شد. بین ارقام تفاوت معنی داری از لحاظ وزن تر برگ مشاهده شد. اثر متقابل مخزن ومحلول پاشی و همچنین مخزن و رقم بر وزن تر برگ نیز در سطح یک درصد معنی دار شد. مطابق نتایج مقایسه میانگین داده ها، بیشترین وزن تر برگ ۴۰/۵۱ گرم، مربوط به مخزن C و محلول پاشی عصاره جلبک دریایی می باشد (شکل ۱-الف). کمترین وزن تر برگ (۲۷/۴۵ گرم) مربوط به مخزن B و محلول پاشی بود. همچنین مطابق نتایج مقایسه میانگین بیشترین وزن برگ مربو به رقم سبز تیره در مخزن B بود (شکل۱- ب). به نظر میرسد که عصاره ی جلبک دریایی مانند یک محرک رشد عمل نموده

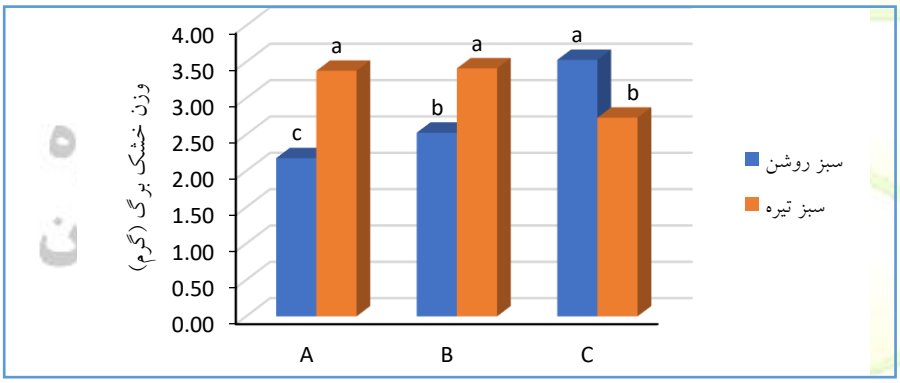
و رشد ریشه را در ابتدا تحت اثر قرار داده و موجب افزایش گستردگی و رشد بهتر آن میشود که بهبود در رشد ریشه، بر اندام های هوایی گیاه کاهو نیز اثر مثبت گذاشته و موجب افزایش توسعه ی آنها شده است. نتایج این تحقیق با نتایج سیبی و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد. آن ها گزارش کردند که مصرف عصاره جلبک دریایی می‌تواند به‌طور معنی‌داری وزن تر برگ گلرنگ را بهبود بخشد.



شکل ۱- اثر متقابل محلول پاشی و مخزن (الف) و اثر متقابل محلول پاشی و رقم (ب) بر وزن تر برگ دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک.

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان اثر متقابل مخزن و رقم بر وزن خشک برگ معنی دار شد. مطابق نتایج مقایسه میانگین داده ها، بیشترین وزن خشک برگ ۳/۵۳ گرم، مربوط به مخزن C و رقم سبز روشن می باشد همچنین کمترین وزن خشک برگ (۲/۱۸ گرم) مربوط به مخزن A و رقم سبز روشن بود (شکل ۲).

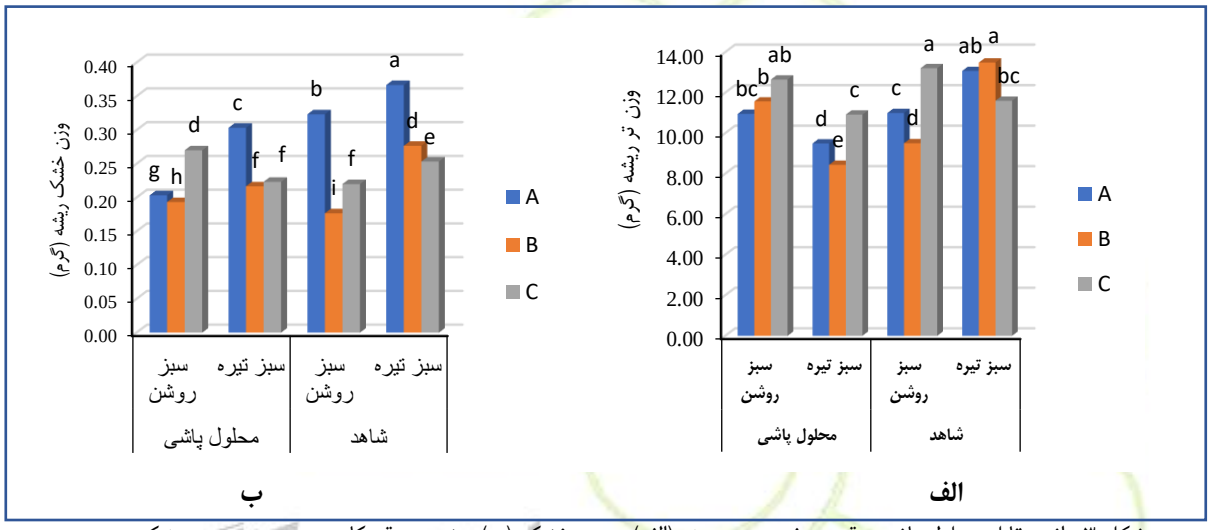


شکل ۲- اثر متقابل مخزن و رقم بر وزن خشک برگ دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک

وزن تر و خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد اثر محلول پاشی با عصاره جلبک دریایی تأثیر معنی داری بر وزن تر ریشه داشت همچنین اثر متقابل محلول پاشی و رقم، اثر متقابل محلول پاشی، مخزن و رقم بر وزن تر ریشه معنی دار شد. مطابق نتایج مقایسه میانگین داده ها، بیشترین ۱۳/۴۹ گرم، مربوط به مخزن B و عدم محلول پاشی عصاره جلبک دریایی و رقم سبز تیره می باشد کمترین وزن تر ریشه (۹/۴۹ گرم) مربوط به رقم سبز تیره در شرایط محلول پاشی با عصاره جلبک دریایی و مخزن A بدست آمد(شکل ۳-الف). نتایج تجزیه واریانس داده ها همچنین نشان داد اثر نوع مخزن و رقم و محلول پاشی بر وزن خشک ریشه معنی دار شد. اثر متقابل مخزن، محلول پاشی و رقم بر وزن خشک ریشه معنی دار شد. مطابق نتایج مقایسه میانگین داده ها، بیشترین وزن خشک ریشه ۰/۳۷ گرم، مربوط به مخزن A و عدم

محلول پاشی عصاره جلبک دریایی و رقم سبز تیره می باشد و کمترین وزن خشک ریشه (۰/۱۸ گرم) مربوط به مخزن B، عدم محلول پاشی و رقم سبز روشن بود(شکل ۳- ب). علت اصلی تأثیرگذاری عصاره جلبک دریایی، وجود طیف وسیعی از تنظیم کننده های رشد گیاهی و هورمون ها است. سایتوکنین که یکی از مهمترین تنظیم کننده های رشد گیاهی است، در عصاره حاصل از جلبک های دریایی، به شکل مشتقات trans-zeatin و trans zeatin riboside و همچنین سایتوکنین آروماتیک بنزیل آمینو پورین وجود دارد. عصاره جلبک دریایی دارای مقادیر زیادی اکسین و ترکیبات شبه اکسینی نیز می باشد. برای مثال، گونه آسکوفیلوم نودوسوم دارای ۵۰ میلی گرم اسید ایندول استیک در هر گرم ماده خشک میباشد. وجود هورمون اکسین در سایر گونه های جلبک های دریایی مانند Ecklonia maxima و Porphyra perforate نیز گزارش شده است (Khan et al., 2009). نتایج مشابهی توسط یعقوبی (۱۳۹۹) بر روی سیب گزارش شده است. در پژوهشی بر روی گیاه برنج استفاده از عصاره جلبک دریایی موجب افزایش ۲۹/۷۷ درصدی وزن ریشه شد (Sunarpi et al., 2011). سیبی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که بیشترین وزن خشک ریشه با مصرف دو لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی در مرحله رشد رویشی گلرنگ به دست آمد.



شکل ۳- اثر متقابل محلول پاشی، رقم و مخزن بر وزن تر (الف) و وزن خشک (ب) ریشه دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد محلول پاشی با عصاره جلبک دریایی و همچنین استفاده از مخزن c (یک ساعت خاموش و یک ساعت روشن) میزان وزن تر برگ و وزن خشک برگ تأثیر بیشتری در بهبود صفات مذکور داشت. در بین دو رقم مذکور رقم سبز تیره، میانگین وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و وزن تر برگ بیشتری نسبت به رقم سبز روشن داشت. با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر میرسد عصاره جلبک دریایی می تواند برای افزایش کمی و کیفی کاهو توصیه گردد. همچنین با توجه به اینکه استفاده از مخزن c (یک ساعت خاموش و یک ساعت روشن) نتیجه بهتری داشت استفاده از این مخزن توصیه می شود.

منابع

سیبی، م.، خزاعی، ح. و نظامی، ا. ۱۳۹۵. اثر غلظت، زمان و نحوه‌ی مصرف عصاره‌ی جلبک دریایی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک ریشه و اندام هوایی گیاه گلرنگ. فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۸(۲۹): ۵-۲۱.

یعقوبی، س. ر. ۱۳۹۹. عصاره جلبک دریایی، دستاوردی برای کشاورزی ارگانیک، کارافن. ۲(۱۷).

Antonios, A. 2018. Seaweed extract application alleviates potassium deficiency effects and improves growth and quality of lettuce. Journal of Plant Nutrition, 41(10): 1302–1311.

Craigie, J. S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology, 23: 371–393.

Khan, W., Subramanian, S., Norrie, J. and Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extract as biostimulants of plant growth and development. Journal of Plant Growth Regulation, 28(4): 386–399.

Palmitessa, O. D., Signore, A. and Santamaria, P. 2024. Advancements and future perspectives in nutrient film technique hydroponic system: A comprehensive review and bibliometric analysis. Frontiers in Plant Science, 15: 1504792.

Rubatzky, V. E. and Yamaguchi, M. 2012. World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values. Springer Science & Business Media.

Ryder, E. J. 1999. Lettuce, Endive and Chicory. CAB International.

Sibi, M., Khazaei, H. R. and Nezami, A. 2016. Effect of concentration, time and method of use seaweed extract on some morphological characteristics of safflower root and shoot. Crop Physiology Journal, 8(29): 5–21.

Sunarpi, S., Jupri, A., Kurnianingsih, R., Julisaniah, N. I. and Nikmatullah, A. 2011. Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. Asian Journal of Tropical Biotechnology, 8(1).

Yusuf, R., Kristiansen, P. and Warwick, N. 2015. Effect of two seaweed products on radish (Raphanus sativus) growth under greenhouse conditions. AGROLAND The Agricultural Sciences Journal, 2(1).

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of Nutrient Solution Flow Duration and Foliar Application of Seaweed Extract on the Growth of Two Lettuce varieties in a DFT Hydroponic System

Mina Bayarash[1*], Somayeh Ebrahimian[1], Mahmood raghami[1] and Hamidreze Roosta[2]
1. Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
2. Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Arak University, Arak, Iran
Corresponding Author: minabayarash @gmail.com

Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an important leafy vegetable whose cultivation in modern systems such as hydroponics has gained considerable attention due to its nutritional value and genetic diversity. With the increasing global population and limitations in agricultural resources, soilless cultivation systems, particularly the Deep Flow Technique (DFT), have become increasingly important. Recently, the use of seaweed extracts as biostimulants in agriculture has attracted significant interest. Seaweeds contain bioactive compounds such as phytohormone analogs, elicitors, and mineral elements that can stimulate growth, enhance flowering, and improve yield and product quality. This study aimed to evaluate the effects of foliar application of seaweed extract and nutrient solution flow duration on the growth of two lettuce cultivars in a DFT hydroponic system. The experiment was conducted as a factorial design in a completely randomized design with three replications. The two factors included nutrient solution flow regimes (continuous flow, 1 hour on/1 hour off, and 15 minutes on/1 hour off) and foliar spray of seaweed extract (0 and 1 ml per liter). Results indicated that both seaweed extract application and nutrient solution flow duration significantly affected fresh and dry weight of leaves and roots in both varieties. The highest fresh leaf weight was recorded in the treatment with tank C (1 hour on/1 hour off) combined with seaweed extract foliar spray. Additionally, the dark green variety showed superior performance in terms of fresh and dry weight of roots and leaves compared to the light green cultivar. Overall, the findings suggest that the use of seaweed extract along with optimized nutrient solution flow duration can be an effective strategy to enhance both quantitative and qualitative traits of lettuce in hydroponic cultivation.

Keywords: Duration, Fresh leaf weight, Hydroponic, Seaweed.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش عصاره جلبک دریایی و الگوی آبیاری در تحریک تولید رنگیزه‌های گیاهی در دو رقم کاهو

هاجر محمدی[۱]، سمیه ابراهیمیان[۱]، محمود رقامی[۱*] و حمیدرضا روستا[۲]

۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر، رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: *mraghami@vru.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی، نوع مخزن و رقم بر میزان رنگیزه‌های گیاهی شامل کلروفیل کل، کاروتنوئید و آنتوسیانین در گیاه کاهو (Lactuca sativa L.) در سیستم کشت هیدروپونیک جریان عمیق (DFT) انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سه نوع مخزن با زمان‌بندی مختلف جریان محلول غذایی شامل مخزن A (جریان مداوم محلول غذایی)، مخزن B (جریان محلول غذایی بصورت یک ساعت روشن و ۱۵ دقیقه خاموش) و مخزن C (جریان محلول غذایی بصورت یک ساعت روشن و یک ساعت خاموش)، دو سطح محلول‌پاشی (عدم کاربرد و کاربرد عصاره جلبک دریایی با غلظت ۱ میلی‌لیتر بر لیتر) و دو رقم کاهو (سبز روشن و سبز تیره) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل بین عوامل آزمایشی بر محتوای رنگیزه‌های گیاهی معنی‌دار بود. بیشترین میزان کلروفیل کل (۱.۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار ترکیبی مخزن C و محلول‌پاشی با عصاره جلبک مشاهده شد. کاروتنوئید نیز تحت تأثیر معنی‌دار اثرات متقابل سه‌گانه افزایش یافته و حداکثر مقدار آن (۰.۸۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار مخزن C، رقم سبز روشن و محلول‌پاشی مشاهده شد. در مورد آنتوسیانین، بیشترین مقدار (۸.۷۴ میکرومول بر گرم وزن خشک) مربوط به تیمار مخزن B، رقم سبز روشن و عصاره جلبک بود. به‌طور کلی، کاربرد عصاره جلبک دریایی به‌عنوان زیست‌محرک، همراه با مدیریت بهینه جریان محلول غذایی و انتخاب رقم مناسب، به بهبود رنگیزه‌های گیاهی در کاهو منجر شد. نتایج این تحقیق تأکید می‌کند که استفاده تلفیقی از این عوامل می‌تواند راهبردی مؤثر در بهبود کیفیت فیزیولوژیکی و ارزش غذایی گیاهان در سیستم‌های کشت بدون خاک باشد.

واژه‌های کلیدی: جلبک دریایی، کاهو، کشت هیدروپونیک.

مقدمه

کشت هیدروپونیک روشی است که در آن گیاهان بدون خاک و با استفاده از محلول‌های غذایی دقیقاً کنترل‌شده، پرورش می‌یابند و مزایایی چون صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش عملکرد، کاهش بیماری‌های خاکزاد و امکان تولید در محیط‌های غیربارور را فراهم می‌سازد (Toscano et al., 2019). کاهو (*Lactuca sativa* L.) از سبزی‌های پرمصرف و ارزشمند در سراسر جهان است که سرشار از ترکیبات مفیدی چون آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین C، فنل‌ها، فلاونوئیدها و فیبر غذایی است. نیاز بالای بازار به کاهو و حساسیت آن به شرایط محیطی، این محصول را به یکی از گزینه‌های مناسب برای تولید در سامانه‌های کشت هیدروپونیک تبدیل کرده است(Kim et al., 2016). با این حال، رشد مطلوب کاهو در سیستم‌های بدون خاک نیازمند مدیریت دقیق تغذیه، اکسیژن‌رسانی و شرایط محیطی است. یکی از چالش‌های مهم در سیستم جریان عمیق (DFT)، اکسیژن‌رسانی به ریشه‌ها است. مطالعات نشان داده‌اند که توقف یا اختلال در جریان محلول غذایی ممکن است باعث کاهش اکسیژن محلول، کاهش رشد ریشه و عملکرد گیاه گردد (Zheng et al., 2007). لذا تنظیم مدت زمان جریان محلول غذایی در این سیستم می‌تواند نقش مهمی در بهبود شرایط رشد و کارایی مصرف انرژی ایفا کند. از سوی دیگر، استفاده از زیست‌محرک‌ها مانند عصاره‌های جلبک دریایی در کشت‌های گلخانه‌ای مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. عصاره‌های جلبک دریایی سرشار از ترکیبات زیست‌فعال شامل هورمون‌های طبیعی گیاهی (اکسین، سیتوکینین، جیبرلین)، اسیدهای آمینه، پلی‌ساکاریدها و ریزمغذی‌ها هستند که می‌توانند فرآیندهایی نظیر رشد ریشه، فتوسنتز، جذب عناصر و تحمل به تنش‌های غیرزیستی را بهبود

دهند(Craigie, 2011). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که محلول‌پاشی برگی عصاره جلبک دریایی باعث افزایش کلروفیل، پروتئین، کربوهیدرات، عملکرد میوه و کیفیت محصولات می‌گردد (Fan et al., 2013). با توجه به مزایای ترکیبی سیستم هیدروپونیک و کاربرد زیست‌محرک‌ها، این پژوهش با هدف بررسی اثر مدت زمان‌های مختلف جریان محلول غذایی و تیمار محلول‌پاشی برگی عصاره جلبک دریایی بر صفات فیزیولوژیک دو رقم کاهو در سیستم DFT طراحی و اجرا شده است.

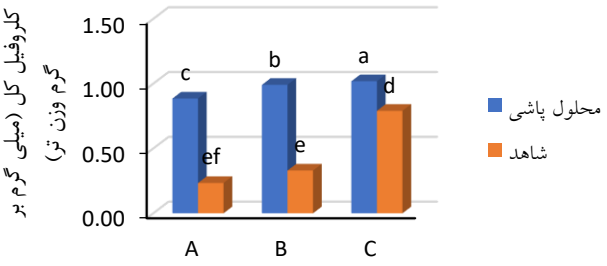
مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان با هدف بررسی اثر مدت زمان جریان محلول غذایی و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک جریان عمیق (DFT) انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل مدت زمان جریان محلول غذایی در سه مخزن شامل مخزن A (جریان مداوم)، مخزن B (یک ساعت روشن و ۱۵ دقیقه خاموش) و مخزن C (یک ساعت روشن و یک ساعت خاموش) و محلولپاشی عصاره جلبک دریایی در دو سطح (۰ و ۱ میلی‌لیتر در لیتر) بود. برای اجرای آزمایش، ابتدا بذرهای دو رقم کاهو (سبز روشن و سبز تیره) در سینی-های حاوی پرلیت کاشته شده و با آب مقطر آبیاری شدند. پس از تشکیل چهار برگ حقیقی، گیاهچه-ها به سیستم DFTمنتقل گردیدند. در این سیستم، هر تیمار شامل یک مخزن ۸۰ لیتری، یک پمپ جریان و چهار آبراهه ۲ متری با شیب ۲ درصد بود. تغذیه گیاهان با استفاده از محلول غذایی هوگلند انجام شد. پس از استقرار ریشه-ها، تیمارهای جریان محلول غذایی و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی اعمال شدند. پارامترهای مورد اندازه‌گیری شامل کلروفیل کل، کاروتنوئید، و آنتوسیانین، بود که با استفاده از روشهای استاندارد بیوشیمیایی اندازه-گیری شدند. داده-ها با استفاده از نرم-افزار آماری SAS و آزمون چنددامنه-ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند.

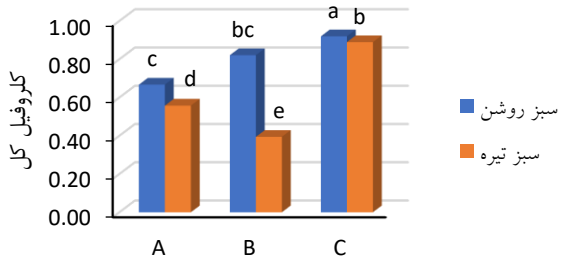
نتایج و بحث

۱- کلروفیل کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع مخزن و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر میزان کلروفیل کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین بین دو رقم کاهو (سبز روشن و سبز تیره) از نظر کلروفیل کل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان کلروفیل کل (معادل ۱.۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار مخزن C (جریان محلول غذایی بصورت یکساعت روشن و یکساعت خاموش) همراه با محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی به‌دست آمد (نمودار ۱). علاوه بر این، اثر متقابل بین مخزن × محلول‌پاشی، مخزن × رقم و محلول‌پاشی × رقم نیز بر کلروفیل کل معنی‌دار گزارش شد. طبق نمودار ۱۲، بیشترین مقدار کلروفیل کل (معادل ۰.۹۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در بین تمامی تیمارها مربوط به رقم سبز روشن در شرایط مخزن C بود. همچنین محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی سبب افزایش کلروفیل کل در رقم سبز روشن نسبت به رقم سبز تیره و تیمار شاهد شد. (نمودار ۳).



نمودار ۱- اثر متقابل مخزن و محلول پاشی بر کلروفیل کل دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک.



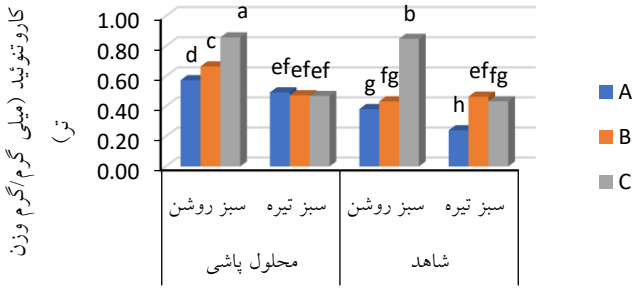
نمودار ۲- اثر متقابل مخزن و رقم بر کلروفیل کل دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک.



نمودار ۳- اثر متقابل محلول پاشی و رقم بر کلروفیل کل دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک.

۲- کاروتنوئید

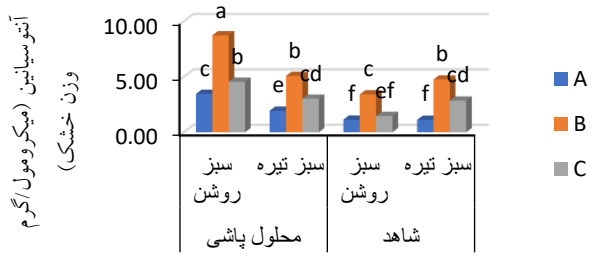
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل مخزن × محلول‌پاشی، محلول‌پاشی × رقم و همچنین اثر متقابل سه‌گانه مخزن × محلول‌پاشی × رقم بر میزان کاروتنوئید برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان کاروتنوئید (معادل ۰.۸۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار ترکیبی مخزن C، محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و رقم سبز روشن مشاهده شد (نمودار ۴). افزایش محتوای کاروتنوئید در این تیمار را می‌توان به حضور ترکیبات زیست‌فعالی نظیر بتائین و مشتقات شبه‌بتائین در عصاره جلبک دریایی نسبت داد. این ترکیبات با تقویت پایداری غشا، کاهش استرس اکسیداتیو، و بهبود سنتز فتوسنتزی، باعث تحریک مسیرهای تولید رنگدانه‌هایی مانند کلروفیل و کاروتنوئید می‌شوند. این افزایش در رنگدانه‌ها نه تنها کیفیت فیزیولوژیکی گیاه را ارتقاء می‌دهد، بلکه بهبود عملکرد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش رشد را نیز به‌دنبال دارد (Shukla and Upadhyay, 2022). مطالعات اخیر تأیید می‌کنند که استفاده از عصاره جلبک دریایی می‌تواند بیان ژن‌های مرتبط با بیوسنتز کاروتنوئیدها را فعال کند و در نتیجه سطح این ترکیبات را در بافت‌های برگ افزایش دهد. چنین اثری به‌ویژه در شرایط تنش‌های محیطی مانند کم‌آبی یا شوری برجسته‌تر است (Goni et al., 2021).



نمودار ۴- اثر متقابل محلول پاشی، رقم و مخزن بر کاروتنوئید دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک.

۳- آنتوسیانین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل محلول‌پاشی × رقم و اثر متقابل سه‌گانه محلول‌پاشی × رقم × مخزن بر میزان آنتوسیانین برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. طبق نتایج مقایسه میانگین، بیشترین محتوای آنتوسیانین (معادل ۸.۷۴ میکرومول بر گرم وزن خشک) در تیمار ترکیبی مخزن B (جریان محلول غذایی به صورت یک ساعت روشن و ۱۵ دقیقه خاموش)، محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و رقم سبز روشن مشاهده شد (نمودار ۵). در مقابل، کمترین میزان آنتوسیانین (۱.۱۲ میکرومول بر گرم وزن خشک) در تیمار مخزن A(جریان محلول غذایی بصورت مداوم روشن)، رقم سبز تیره و بدون محلول‌پاشی حاصل شد. آنتوسیانین‌ها گروهی از رنگدانه‌های فنولی محلول در آب هستند که در پاسخ به شرایط محیطی و تغذیه‌ای تولید می‌شوند و نقش مهمی در حفاظت گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی ایفا می‌کنند. در این پژوهش، افزایش میزان آنتوسیانین در تیمارهای حاوی عصاره جلبک دریایی احتمالاً به‌دلیل حضور ترکیباتی چون بتائین، هورمون‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی در عصاره بوده است که مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها از جمله آنتوسیانین‌ها را تحریک می‌کنند (Shukla and Upadhyay, 2022) . مطالعات جدید نشان می‌دهند که کاربرد زیستی عصاره‌های جلبک دریایی می‌تواند بیان ژن‌های کلیدی مانند CHS ، DFR و UFGT را که در مسیر بیوسنتز آنتوسیانین نقش دارند، فعال کند و منجر به افزایش تجمع این ترکیبات در برگ شود همچنین حضور عناصر معدنی نظیر پتاسیم در عصاره‌های جلبک می‌تواند به‌عنوان کوفاکتور آنزیمی در مسیر تولید آنتوسیانین عمل کند، از جمله فعال‌سازی آنزیم‌هایی مانند UDP-galactose:flavonoid 3-O-glucosyltransferase که در گلیکوزیلاسیون آنتوسیانیدین‌ها مؤثرند (Rouphael et al., 2021).



نمودار ۵- اثر متقابل محلول پاشی، رقم و مخزن بر آنتوسیانین دو رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک.

نتایج نشان داد که تیمارهای ترکیبی شامل محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و استفاده از مخزن C به‌طور معنی‌داری باعث افزایش غلظت رنگیزه‌های گیاهی شامل کلروفیل، کاروتنوئید و آنتوسیانین شدند. این اثر به‌ویژه در رقم سبز روشن برجسته‌تر بود و نشان‌دهنده‌ی پاسخ فیزیولوژیکی مطلوب به ترکیب شرایط محیطی و تغذیه‌ای است. استفاده از عصاره جلبک دریایی با دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود سنتز رنگیزه‌ها و ارتقاء کیفیت فیزیولوژیکی گیاهان باشد. در مجموع، کاربرد عصاره جلبک دریایی به‌عنوان

یک زیست‌محرک طبیعی، نه تنها باعث افزایش رنگ‌پذیری و کیفیت محصول می‌گردد، بلکه بیانگر تأثیر آن در تنظیم مسیرهای متابولیکی مرتبط با ترکیبات ثانویه نیز می باشد.

منابع

Craigie, J. S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology, 23: 371–393.

Fan, D., et al. 2013. Effect of commercial seaweed extract on antioxidant capacity, photosynthesis, and gene expression in spinach (Spinacia oleracea). Plant Physiology and Biochemistry, 70: 160–165.

Goni, O., Fort, A., Quille, P., McKeown, P. C., Spillane, C. and O'Connell, S. 2021. Comparative transcriptome analysis of two seaweed biostimulants for enhancing crop performance. Frontiers in Plant Science, 12: 674554.

Jannin, L., Arkoun, M., Ourry, A., Laîné, P., Goux, D., Garnica, M., Fuentes, M., San Francisco, S., Baigorri, R., Cruz, F., Houdusse, F., Garcia-Mina, J. M., Yvin, J. C. and Etienne, P. 2013. Seaweed extract acts as a biostimulant to improve plant growth and photosynthetic capacity in spinach (*Spinacia oleracea* L.). Scientia Horticulturae, 156: 45–53.

Kim, M. J., et al. 2016. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Journal of Food and Drug Analysis, 24(3): 456–468.

Rouphael, Y., Colla, G., Bernardo, L., Kane, D., Trevisan, M. and Lucini, L. 2021. Biostimulant action of seaweed extracts: Implications for vegetable crop production and stress management. Scientia Horticulturae, 283: 110003.

Shukla, P. S. and Upadhyay, S. K. 2022. Seaweed-based biostimulants in agriculture: Recent advances and future prospects. Plant Physiology and Biochemistry, 179: 10–20.

Toscano, S., Ferrante, A., Leonardi, C. and Romano, D. 2019. Biostimulant applications in agriculture: A review on growth stimulation, yield improvement and stress tolerance in horticultural crops. Scientia Horticulturae, 246: 127–134.

Zheng, Y., Wang, L., Dixon, M. and Liu, X. 2007. Oxygen concentration affects root morphology and nutrient uptake of lettuce in hydroponics. HortScience, 42(2): 321–324.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

The role of seaweed extract and irrigation pattern in stimulating the production of plant pigments in two lettuce cultivars

Hajar Mohamadi[1], Somayeh Ebrahimian[1], Mahmoud Raghami[1*] and Hamidreza Roosta[2]
1. Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
2. Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Arak University, Arak, Iran
Corresponding Author: mraghami@vru.ac.ir

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of seaweed extract foliar application, tank type, and cultivar on the levels of plant pigments including total chlorophyll, carotenoids, and anthocyanins in lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in a deep flow technique (DFT) hydroponic system. The experiment was carried out as a factorial arrangement in a completely randomized design with three replications. The studied factors included three types of tanks with different nutrient solution flow timings Including tank A (continuous flow of nutrient solution), tank B (nutrient solution flow for one hour on and 15 minutes off) and tank C (nutrient solution flow for one hour on and one hour off),, two levels of foliar application (no application and application of seaweed extract at a concentration of 1 mL/L), and two lettuce cultivars (light green and dark green). Analysis of variance showed that the interactions among experimental factors significantly affected pigment contents. The highest total chlorophyll content (1.02 mg/g fresh weight) was observed in the combined treatment of tank C and seaweed extract foliar application. Carotenoid content was also significantly influenced by the three-way interaction, with the maximum value (0.86 mg/g fresh weight) recorded in the treatment involving tank C, light green cultivar, and seaweed extract application. For anthocyanin, the highest amount (8.74 µmol/g dry weight) was related to the treatment with tank B, light green cultivar, and seaweed extract. Overall, the use of seaweed extract as a biostimulant, along with optimized nutrient solution flow management and appropriate cultivar selection, improved the pigment content in lettuce. The results of this study highlight that the integrated use of these factors can be an effective strategy to enhance the physiological quality and nutritional value of plants in soilless cultivation systems.

Keywords: Hydroponic cultivation, Lettuce, Seaweed.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهبود شاخص‌های رشد کاهو خالدار قرمز (*Lactuca sativa*): اثرات هم‌افزایی آب‌های نسل جدید و محلول‌پاشی سلنیم در سیستم هیدروپونیک

فاطمه چلیپا[1*]، نجمه زینلی پور[1]، صفورا سعادتی[1] و حمیدرضا روستا[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
*نویسنده مسئول: *chalipafatemeh@gmail.com*

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر منابع نوین آب (هیبرید پلاسما-مغناطیسی، کوانتومی و دیونیزه بعنوان شاهد) و محلولپاشی برگی (سطوح سلنات سدیم ۰ و ۲ پی‌پی‌ام) بر شاخصهای رشد و فتوسنتز کاهوی خالدار قرمز در سیستم هیدروپونیک لایه نازک غذایی انجام شد. تیمارهای آبی مختلف از ابتدای رشد گیاهان چه در مرحله جوانه زنی و چه در شرایط هیدروپونیک اعمال شدند و محلولپاشی با سلنات سدیم ۲۰ روز بعد از انتقال گیاهچه‌ها به گاترهای هیدروپونیک صورت گرفت. نتایج نشان داد آب هیبرید (ترکیب آب های فعال پلاسما و مغناطیسه) با افزایش ۳۸/۵ درصدی نرخ فتوسنتز خالص و بهبود هدایت روزنه‌ای، بهینه‌ترین تیمار بود، درحالیکه آب کوانتومی با کاهش ۵۰ درصدی تعرق برگ در مقایسه با شاهد (آب دیونیزه) و افزایش ۲۵ درصدی کارایی مصرف آب، راهکاری مؤثر برای پرورش کاهو در سیستم هیدروپونیک لایه نازک غذایی است. بدون محلولپاشی سلنات سدیم و متقابلا کاربرد آب دیونیزه، ارتفاع هد را به میزان ۳۰ درصد در مقایسه با سایر منابع آب کاهش داد. در مجموع بهینه‌سازی منابع آب در هیدروپونیک به‌ویژه در مواجهه با تغییرات اقلیمی، به‌عنوان راهکاری کلیدی، با افزایش بهره‌وری آب و ارتقای عملکرد گیاهان در پلنت فکتوری و گلخانه، می‌تواند مقرون‌به‌صرفه و اثربخش باشد.

واژه‌های کلیدی: آب کوانتومی، آب هیبرید، آب فعال پلاسما، کاهو خالدار، هیدروپونیک.

مقدمه

با مواجهه کشاورزی جهانی با فشار فزاینده کم‌آبی و تخریب خاک، سیستمهای هیدروپونیک به عنوان جایگزین‌های پایدار که نیازمند مدیریت بهینه آب هستند، مطرح می‌شوند. این پژوهش به بررسی روشهای پیشرفته پرایمینگ آب از جمله آب دارای ساختار کوانتومی، سیستمهای هیبریدی ترکیبی (آب فعال‌شده با پلاسما و آب مغناطیسه) و همچنین محلولپاشی برگی با سلنات سدیم برای بهبود تولید کاهو بعنوان مهمترین سبزی سالادی و برگی می‌پردازد. در این مطالعه آب فعال‌شده با پلاسما (PAW) که با گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن و نیتروژن (RONs) غنی شده است، در همکاری هماهنگ با آب مغناطیسه‌شده، زیست‌دسترس‌پذیری مواد مغذی و کارایی ریشه را افزایش می‌دهد(Tarabová et al., 2021). آب کوانتومی که از طریق بازسازی در مقیاس نانو طراحی می‌شود، با تقویت شبکه‌های پیوند هیدروژنی، فعالیت متابولیکی گیاه را بهبود می‌بخشد. همزمان، کاربرد برگی سلنات سدیم (۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ ۲ پی‌پی‌ام) مقاومت به تنش‌ها را افزایش داده، سطوح آنتی‌اکسیدانی (مانند گلوتاتیون) را بالا برده و جذب فلزات سنگین را کاهش می‌دهد(Matei et al., 2023). این تکنیک‌ها در ترکیب با سیستم هیدروپونیک جریان عمیق، موجب افزایش ۱۸ تا ۲۵ درصدی عملکرد، کاهش ۳۰ درصدی تجمع نیترات و صرفه‌جویی ۳۵ درصدی در مصرف آب شده‌اند. کاربرد آب فعال‌شده پلاسما با غلظت ۱/۵تا۳ میلی‌گرم بر لیتر مقدار نیترات، طول ریشه‌چه و هیپوکوتیل کاهو (در غلظت پایین) و رشد کلروفیل و برگ (در غلظت بالاتر + گلدانهای بزرگتر) را بهبود بخشید (Stoleru et al., 2020). پلاسمای سرد تولیدشده توسط تخلیه‌های هوای فشار اتمسفری، حاوی طیف متنوعی از گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن و نیتروژن گازی است. هنگامی که پلاسما با آب تماس پیدا می‌کند، این گونه‌های واکنش‌پذیر در آب حل شده و ترکیب شیمیایی آب را تحت تأثیر قرار میدهند که منجر به تولید آب فعال‌شده با پلاسما می‌شود. با ادغام تغییرات فیزیکوشیمیایی آب و غنی‌سازی گیاه با سلنیوم، این تحقیق رویکردی برای حل مبادله بین عملکرد و کیفیت ارائه می‌دهد و راهبردهای مقیاس پذیری برای کشاورزی شهری و گلخانه‌ای با بهره‌وری منابع و سیستمهای کشت مقاوم به اقلیم معرفی می‌کند.

مواد و روش‌ها

بذور کاهو (*Lactuca sativa*) رقم خالدار قرمز (تهیه شده از شرکت نازبو یزد) در تاریخ ۲۰ بهمن ۱۴۰۳ درون سینی کشت و بستر ترکیبی حاوی کوکوپیت و پرلیت با نسبت مساوی کشت شدند و پس از ۲۵ روز گیاهچه‌های دو تا سه برگی به گاترهای هیدروپونیک در سیستم لایه نازک غذایی (NFT) منتقل شدند. برای استقرار ریشه، سه عدد لیکاپون درشت درون گلدانهای توری پلاستیکی قرار داده شد. آزمایش در گلخانه هیدروپونیک دانشگاه شهید باهنر کرمان به‌صورت فاکتوریل دو عاملی بر پایه کاملا تصادفی عامل اصلی؛ منابع آب (آب هیبرید پلاسما+مغناطیسه، آب کوانتومی و آب دیونیزه) و عامل فرعی بصورت محلولپاشی سلنات سدیم (سطوح صفر و 2 پی‌پی‌ام) انجام شد. بمنظور تهیه آب دارای ساختار کوانتوم ابتدا نانوذرات متخلخل سیلیکا و گرافن اکساید با قطر حفره بین ۱ تا ۱۰ نانومتر به آب دیونیزه اضافه شدند. مخلوط حاصل به مدت ۱ ساعت تحت پردازش اولتراسونیک با دستگاه اولتراسونیکاتور مدل FS450N (شرکت ماد آزماپویش) قرار گرفت تا نانوذرات با ایجاد امواج فراصوت، ساختار خوشه‌ای آب را تجزیه و به‌صورت سازمان‌یافته بازسازی کنند. در مرحله پایانی، نانوذرات با استفاده از دستگاه نانوفیلتراسیون (غشای ۰/۲۲ میکرون) شرکت شاران صنعت از محیط آبی جدا شدند تا آب دارای ساختار کوانتومی با آرای خوشه ای جدید عاری از ذرات باقیمانده حاصل گردد. پایداری ساختار کوانتومی آب در این روش بین ۴۸ تا ۷۲ ساعت تحت شرایط دمای ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتیگراد گزارش شده است. برای مغناطیسه کردن آب دیونیزه آن را درون ظروف شیشه ای بزرگ قرار داده و در معرض مغناطیسگر نئودیمیوم (میدان ثابت) با شدت ۰/۴ تسلا به مدت ۴ ساعت قرارداده تا خوشه های آب از ۱۲۰ نانومتر به ۴۵ نانومتر کاهش یابد که همراه با نیم واحد افزایش در اسیدیته آب و ۰/۶ واحد کاهش در هدایت الکتریکی می باشد. در نهایت این آب قبل از انتقال به داخل تانک تغذیه هیدروپونیک، بصورت مجزا و تحت تأثیر میدان پالسی و با کابرد دستگاه پالسر با فرکانس ۵۰–۱۰۰ هرتز و مدت زمان ۱۵–۳۰ دقیقه جهت تقویت مغناطیسه قرار گرفت.

طی رشد گیاهان محلول غذایی هوگلند–اشنایدر هر پانزده روز یکبار شارژ گردید. فرمولاسیون این محلول در جدول شماره ۱ ثبت شده است. دوره رشد گیاهان ۳۰ روز پس از انتقال بود و نمونه‌برداری از روز ۲۰ تا ۳۰ انجام شد. محلولپاشی با غلظت‌های صفر و ۲ پی پی ام سلنات سدیم ۲۰ روز پس از انتقال نشاهای کاهو به گاترهای هیدروپونیک و در یک مرحله انجام شد. پارامترهای شیمیایی محلول غذایی شامل هدایت الکتریکی (۱/۴–۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و اسیدیته ~۶ تنظیم شدند و شدت نور به طور میانگین ۶۸۸۰ لوکس اندازه گیری شد. پارامترهای فتوسنتزی (نرخ خالص فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، کارآیی مصرف آب و نرخ تعرق با دستگاه فتوسنتزمتر Korea tech) و شاخص‌های رشد (نسبت سطح برگ و شاخص کلروفیل) با استفاده از مساحت سنج برگ، کلروفیل متر (Minolta, Japan) و ترازو طبق فرمول‌های معین اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.3 آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح 1 درصد صورت گرفت و جداول آماری در Word طراحی گردید.

جدول ۱– میزان عناصر ماکرو و میکرو در محلول هوگلند–اشنایدر

نام عنصر	میزان عنصر (میلی گرم بر لیتر)
$N (NO_3)$	۲۱۰
P	۳۱
S	۶۴
B	۰/۵
Mg	۴۸/۶
K	۲۳۵
Ca	۲۰۰
Mn	۰/۵
Zn	۰/۰۵
Cu	۰/۰۲
Mo	۰/۰۱۱
Fe	۳

نتایج و بحث

میزان تعرق برگ

با نگاهی به جدول شماره ۲ مشهود است که اثرات متقابل منابع آب و سطوح سلنات سدیم در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد. کمترین میزان تعرق برگ در کاهوهای تغذیه و آبیاری شده با تیمار آب کوانتوم و محلولپاشی با سلنات سدیم ۲ پی پی ام حاصل شد، این در حالی است که بیشترین میزان تعرق برگ در هد کاهوهای تیمار شده با آب دیونیزه و محلولپاسی با سلنات سدیم صفر پی پی ام حاصل شد(جدول ۳). تیمارهای ترکیبی آب کوانتوم (غلظت صفر سلنات سدیم) و آب دیونیزه + سلنات سدیم ۲ میلی گرم بر لیتر (پی پی ام) به ترتیب کمترین (۲/۱) و بیشترین(۵/۸) میزان تعرق برگ را در کاهو ایجاد نمودند که نشان‌دهنده تعدیل فعالیت روزنه‌ها تحت تأثیر کیفیت آب است(Matei et al., 2023). بنظر می رسد سلنات سدیم با افزایش بیان ژنهای مرتبط با کانالهای آبی (مانند1PIP2;) و بهبود جذب نیتروژن، هدایت روزنه‌ای را در سیستم تغذیه با آب دیونیزه تقویت میکند و بالطبع میزان تعرق برگ کاهش یافته، همچنین آب کوانتوم با تشکیل خوشه‌های مولکولی پایدار، نیاز به تعرق را برای حفظ فشار تورگر کاهش میدهد(Sheikhi et al., 2024).

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات اندازه گیری شده در کاهو خالدار قرمز.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		نرخ خالص فتوسنتز	میزان تعرق	هدایت روزنه ای	کارآیی مصرف آب	نسبت سطح برگ	شاخص کلروفیل	ارتفاع هد
منبع آب	۲	۳۳۸/۰ **	۱۹/۲۸ **	۱/۶۷ **	۱۰۷/۰ **	۱۹۷/۰ **	۱۲۵/۳ **	۵/۰۵ ns
سلنات سدیم	۱	۶۰/۶ **	۵/۷۲ **	۰/۱۵ **	۱۲/۰۸ **	۱/۷ ns	۳۷/۵ *	۲۰/۰۵ *
منبع آب × سلنات	۲	۱/۹ ns	۰/۳۷ *	۰/۰۱ *	۱۱/۸۶ **	۲۲/۰ ns	۶/۰۱۶ns	۱/۰۵ ns
خطا	۱۲	۶/۱	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۴۶	۱۵۵/۴	۲/۸۸	۱/۶۶
کل								
ضریب تغییرات (٪)		۵/۰	۵/۵۶	۵/۹۳	۶/۱۵	۱۳/۳	۷/۵۲	۱۱/۱

**معنی‌دار در سطح۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪ و ns عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارها (منابع آب و سلنات سدیم) بر صفات اندازه گیری شده در کاهو.

تیمارها		صفات اندازه گیری شده		
منابع آب	سطوح سلنات سدیم	هدایت روزنه ای (میلی‌مول/ مترمربع/ثانیه)	کارآیی مصرف آب (میکرومول دی اکسیدکربن/میلی مول آب)	میزان تعرق برگ (میلی مول آب/مترمربع/ ثانیه)
کوانتوم	۲	۰/۴۹۰۰±0/03c	۱۶/۷۶±0/61a	۲/۸۰۳±0/18e
	۰	۰/۳۱۳۳±0/01d	۱۱/۸۸±0/38b	۴/۴۴۷±0/22c
هیبرید	۲	۱/۳۹۰±0/03a	۱۲/۶۳±0/57b	۳/۴۵۳±0/18d
	۰	۱/۱۲۰±0/01b	۱۲/۶۰±0/26b	۴/۱۰۰±0/02c
دیونیزه	۲	۰/۳۴۰۰±0/03d	۶/۳۰۰±0/13c	۶/۲۵۷±0/13b
	۰	۰/۲۳۳۳±0/02e	۶/۳۰۰±0/21c	۷/۳۵۰±0/11a

میانگین‌های دارای حروف مشترک دارای تفاوت معنی دار بر اساس آزمون مقایسه LSD در سطح 5٪ نمی باشند.

هدایت روزنه‌ای

در مورد این صفت، اثرات متقابل منابع مختلف آب در سطوح سلنات سدیم و در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار شده است. بیشترین میزان هدایت روزنه در برگهای گیاهان تحت تغذیه و تیمار با آب هیبریدی(مغناطیسه و فعال پلاسما) و در شرایط بدون کاربرد سلنات سدیم یا غلظت صفر این ترکیب حاصل شد. کمترین هدایت روزنه در هدهای کاهوی پرورش یافته در سیستم آب دیونیزه و با کاربرد سلنات سدیم ۲ صفر پی‌پی‌ام اندازه گیری شد. میدان مغناطیسی با کاهش کشش سطحی آب، نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده و انتقال الکترون در فتوسیستم II را با بهبود فعالیت آنزیم روبیسکو را تقویت میکند (Tarabová et al., 2021). همزمان، گونه‌های فعال نیتروژن در آب فعال پلاسما، جذب نیتروژن را بهبود بخشیده و فشار تورگر را در سلولهای محافظ روزنه افزایش می‌دهند (Tarabová et al., 2021).

کارآیی مصرف آب

با توجه به معنی دار شدن اثرات متقابل منابع آب و سطوح سلنات سدیم در جدول شماره ۲، بیشترین کارآیی مصرف آب در هد گیاهان پرورش یافته در منبع آب کوانتوم و با غلظت ۲ پی‌پی‌ام سلنات سدیم و کمترین کارآیی مصرف آب در گیاهان تغذیه شده با آب دیونیزه و در هر دو غلظت صفر و ۲ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم حاصل شد(جدول ۳). آب دارای ساختار کوانتومی با ایجاد خوشه‌های مولکولی جدید با کاهش انرژی فعالسازی مورد نیاز برای جذب آب، هدایت هیدرولیکی ریشه را تقویت کرده و نیاز به تعرق بیش از حد را کاهش می‌دهند. این مکانیسم با افزایش فعالیت آنزیم آکواپورین و بهبود پتانسیل آب برگ کارایی مصرف آب را در سیستم هیدروپونیک تا ۲۵٪ افزایش داد (Haydar et al., 2024).

نرخ خالص فتوسنتز

با توجه به جدول تجزیه واریانس شماره ۲، تنها اثر مستقل منابع آب و اثر مستقل سطوح سلنات سدیم بر این پارامتر معنی دار شدند. همانگونه که در شکل ۱، الف قابل مشاهده است بیشترین نرخ خالص فتوسنتز در گیاهان تغذیه شده با آب هیبرید (ترکیب آب مغناطیسه و فعال پلاسما) حاصل شد(۵۶/۱۱). کاربرد آب هیبرید (ترکیب آب‌های مغناطیسه و فعال پلاسما) در سیستم هیدروپونیک، نرخ خالص فتوسنتز را در گیاه کاهو تا ۳۸/۵ درصد نسبت به شاهد یعنی منبع آب دیونیزه افزایش داد. این بهبود با افزایش هدایت روزنه‌ای و تراکم کلروفیل همراه بود که نشان‌دهنده بهینه‌سازی جذب مواد مغذی و کاهش تنش اکسیداتیو است (Tarabová et al., 2021).

شاخص کلروفیل

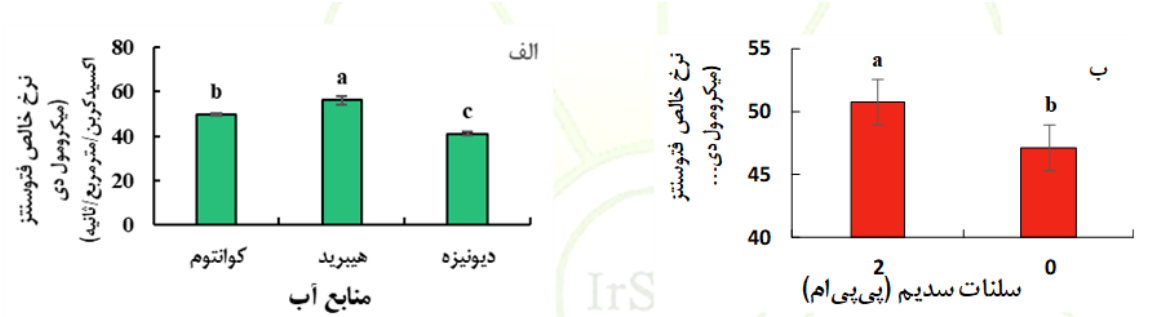
هم اثر مستقل منابع آب و هم اثر مستقل سطوح سلنات سدیم بر این پارامتر معنی دار شده است. بیشترین مقدار شاخص کلروفیل در گیاهان تحت تغذیه با آب هیبرید (ترکیب آبهای مغناطیسه و فعال پلاسما) حاصل شد.(شکل ۲، الف). از جنبه تأثیر مستقل سطوح سلنات سدیم بر این شاخص، بزرگترین عدد برای گیاهان تیمار شده با غلظت ۲ پی‌پی‌ام سلنات سدیم به دست آمد(شکل۲، ب). آب مغناطیسی با کاهش کشش سطحی و شکستن آرایش معمولی مولکول آب، نفوذپذیری غشای ریشه را افزایش می‌دهد. این امر جذب عناصر حیاتی برای سنتز کلروفیل مانند منیزیم، نیتروژن و آهن را تا ۲۰٪ بهبود میبخشد. آب فعال پلاسما نیز با تولید گونه‌های فعال نیتروژن دسترسی به نیتروژن را افزایش داده و سنتز کلروفیل a و b را تقویت می‌کند (Tarabová et al., 2021).

نسبت سطح برگ

طبق جدول تجزیه واریانس شماره ۲، تنها اثر مستقل منابع آب بر صفت نسبت سطح برگ معنی دار شده است. بر اساس این نتیجه بیشترین نسبت سطح برگ بعنوان معیاری از نسبت سطح برگ به وزن خشک کل گیاه در تیمار آب کوانتوم حاصل شد(شکل ۳، الف). باحتمال‌کاهش اندازه خوشه‌های آب منجر به نفوذ سریعتر CO_2 به سلولهای روزنه گیاه می گردد و در پی افزایش انتقال پروتون در غشای تیلاکوئید منجر به تولید ATP بیشتر می گردد و در عین حال با فعالسازی مسیر جیبرلین، تحریک تقسیم سلولی در مریستمهای برگ رخ می دهد (Yamada et al., 2020).

ارتفاع هد

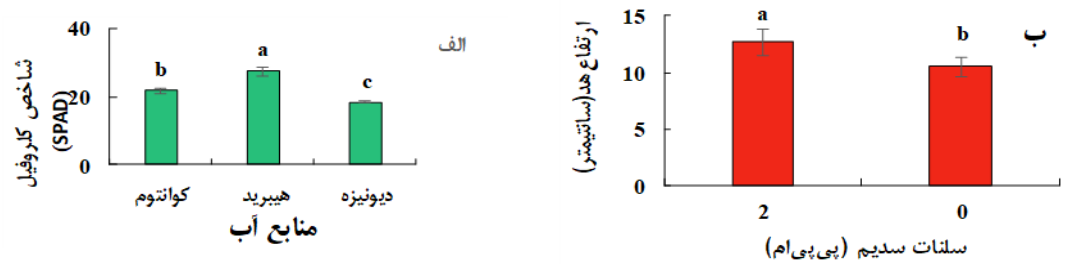
با توجه به جدول شماره ۲، تنها اثر مستقل سطوح سلنات سدیم بر ارتفاع هد کاهو خالدار در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شده است. بیشترین ارتفاع هد در گیاهان محلولپاشی شده با سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام اندازه گیری شد(شکل۳، ب). سلنیوم با عناصری مانند گوگرد و فسفر رقابت جذبی دارد، کاهش جذب گوگرد، سنتز آمینواسیدهای ضروری (سیستئین و متیونین) و پروتئینها را مختل کرده و رشد طولی ساقه را تاحدودی محدود می‌کند (Wu et al., 2023). از طرفی در گیاهان دارای هد مثل کاهو ترجیحا بهتر است طول ساقه و به تناسب با آن ارتفاع هد چندان افزایش پیدا نکند تا ساختار فراهم و روزت برگهای خوراکی در هد یا طبق محفوظ بماند.



شکل ۱، الف و ب. تأثیر مستقل هر دسته از تیمارها بر نرخ خالص فتوسنتز در کاهو خالدار قرمز(p≤%1)



شکل ۲، الف و ب. تأثیر تیمارها بر شاخص کلروفیل هد کاهو خالدار (p≤%1)



شکل ۳، الف وب. بترتیب تأثیرمستقل تیمارهای منابع آب بر نسبت سطح برگ و تأثیر مستقل سلنات سدیم بر ارتفاع هد(p≤%1)

نتیجه گیری کلی

سینرژی بین اثرات مغناطیسی (بهبود نفوذپذیری غشاهای سلولی) و آب فعال شده با پلاسمای سرد (تولید گونه‌های فعال نیتروژن و اکسیژن) منجر به افزایش کارایی فتوسیستم II و سنتز ATP می گردد که در تجمع زیست‌توده گیاه می تواند موثر باشد. اهمیت کاربردی

این فناوری هیبریدی با کاهش موثر در مصرف کود و افزایش بازده فتوسنتزی، راهکاری امیدوارکننده برای کشت گیاهان درون پلنت فکتوری، گلخانه و کشاورزی در مناطق با محدودیت منابع آبی ارائه می‌کند.

منابع

Abbaszadeh, R. and Boushehri, S. M. S. 2024. Improving water productivity in the hydroponics with a plasma-nanobubble hybrid technology. Heliyon, 10(11): e32578.

Haydar, M. S., Ali, S., Mandal, P., Roy, D., Roy, M. N., Kundu, S., Kundu, S. and Choudhuri, C. 2023. Fe–Mn nanocomposites doped graphene quantum dots alleviate salt stress of Triticum aestivum through osmolyte accumulation and antioxidant defense. Scientific Reports, 13: 11040.

Matei, G. M., Matei, S., Enache, F. and Elena, D. 2023. The influence of quantum structured water on microbial diversity in rhizosphere of tomato and assessment of biological quality of plants by image-forming methods. Scientific Papers. Series B, Horticulture, 67: 791–798.

Sheikhi, H., Nicola, S., Delshad, M. and Bulgari, R. 2024. Sodium selenate biofortification, through seed priming, on dill microgreens grown in two different cultivation systems. Frontiers in Plant Science, 15: 1474420.

Stoleru, V., Burlica, R., Mihalache, G., Dirlau, D., Padureanu, S., Teliban, G.-C., Astanei, D., Cojocaru, A., Beniuga, O. and Patras, A. 2020. Plant growth promotion effect of plasma activated water on Lactuca sativa L. cultivated in two different volumes of substrate. Scientific Reports, 10: 20920.

Tarabová, K., Henselova, M., Slovakova, L. and Hensel, K. 2021. Effect of plasma activated water, hydrogen peroxide, and nitrates on lettuce growth and its physiological parameters. Applied Sciences, 11: 1985.

Wu, Z., Yuan, L., Sun, C., Xu, X., Shi, W., Han, L. and Wu, C. 2023. Effects of selenite on the responses of lettuce (Lactuca sativa L.) to polystyrene nano-plastic stress. Ecotoxicology and Environmental Safety, 262: 115138.

Yamada, S., Ozaki, H. and Noguchi, K. 2020. The mitochondrial respiratory chain maintains the photosynthetic electron flow in Arabidopsis thaliana leaves under high-light stress free. Plant and Cell Physiology, 61: 283–295.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Enhancing Growth Parameters of Red Speckled Lettuce (*Lactuca sativa*): Synergistic Effects of Novel-Generation Waters and Sodium Selenate Foliar Application in Hydroponic Systems

Fatemeh Chalipa[1*], Najme Zeinalipour[1], Safoora Saadati[1] and Hamid Reza Roosta[2]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Arak, Arak, Iran
Corresponding Author: chalipafatemeh@gmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the effects of novel water sources (hybrid plasma-magnetic, quantum, and deionized water as control) and foliar application of sodium selenate (0 and 2 ppm) on the growth indices and photosynthesis of red-spotted lettuce in an NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system. Water treatments were applied from the germination stage through hydroponic cultivation, while sodium selenate was administered as a foliar spray 20 days after transplanting seedlings into hydroponic gutters. Results demonstrated that hybrid water (plasma-activated + magnetized water) emerged as the optimal treatment, enhancing net photosynthetic rate by 38.5% and improving stomatal conductance. Conversely, quantum water reduced leaf transpiration by 50% compared to the control (deionized water) and increased water use efficiency by 25%, highlighting its efficacy in NFT systems. The combination of 2 ppm sodium selenate and deionized water reduced head height by 30% relative to other water sources. Overall, optimizing water resources in hydroponics, particularly under climate change scenarios, serves as a cost-effective and efficient strategy to enhance water productivity and crop performance in plant factories and greenhouse systems.

Keywords: Hybrid Water, Hydroponic, Plasma Activated Water, Quantum Water, Red-Spotted Lettuce

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه تأثیر سلنات سدیم و آب‌های نوساختار بر تجمع نیترات و عملکرد کاهو خالدار قرمز در هیدروپونیک

فاطمه چلیپا[1*]، نجمه زینلی‌پور[1]، صفورا سعادتی[1] و حمیدرضا روستا[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
*نویسنده مسئول: *chalipafatemeh@gmail.com*

چکیده

آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی بر پایه طرح کاملاً تصادفی در گلخانه هیدروپونیک دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد تا تأثیر سه منبع آب (هیبرید پلاسما+مغناطیسی، کوانتومی، دیونیزه) و محلول‌پاشی سلنات سدیم (صفر و ۲ پی‌پی‌ام) بر کاهو خالدار قرمز در کشت هیدروپونیک بررسی شد. آبیاری و تغذیه گیاهچه ها با محلول هوگلند_اشنایدر از ابتدای رشد گیاهان تا سی و پنج روز پس از انتقال گیاهچه ها به هیدروپونیک انجام شد و محلولپاشی با سلنات سدیم ۲۰ روز بعد از انتقال گیاهچه‌ها به گاترهای هیدروپونیک صورت گرفت. نتایج نشان داد بیشترین وزن تر اندام هوایی (وزن هد)، در تیمار آب هیبرید + سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام حاصل شد(۱۸۲/۹۲گرم)، این درحالی‌است که کمترین وزن تر اندام هوایی در گیاهان شاهد یعنی تیمار آب دیونیزه و غلظت صفر سلنات سدیم اندازه‌گیری شد(۱۳۷/۸۵گرم). بیشترین فعالیت کاتالاز در تیمار آب هیبرید + سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام و نیز در تیمار آب کوانتومی+ سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام (بدون تفاوت معنی دار) مشاهده شد و کمترین فعالیت این آنزیم در تیمار آب کوانتوم و بدون کاربرد سلنات سدیم حاصل شد. بیشترین و کمترین تجمع نیترات بترتیب در تیمار آب دیونیزه + غلظت صفر سلنات سدیم و آب کوانتوم+ سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام ثبت شد. فعالیت نیترات ردوکتاز نیز در تیمار آب دیونیزه + غلظت صفر سلنات سدیم به حداقل رسید(۰/۵۷ میکرومول نیتریت بر گرم وزن تازه در ساعت)، در حالی‌که فعالیت این انزیم در تیمار آب دیونیزه و غلظت صفر سلنات بیشترین مقدار را داشت (۰/۱۰ میکرومول نیتریت بر گرم وزن تازه در ساعت). از جنبه تأثیر معنی دار اثرات مستقل هر دسته از تیمارها، بیشترین محتوای پرولین هد در گیاهان آبیاری شده با آب کوانتومی و آب هیبرید (بدون تفاوت معنی دار) اندازه گیری شد. همچنین بیشترین پرولین در تیمار با اثر مستقل سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شد. به طورکلی تیمار آب هیبرید + سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام عملکرد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را بهینه کرد، در حالی‌که آب دیونیزه منجر به بالاترین تجمع نیترات و کمترین فعالیت نیترات ردوکتاز شد.

واژه‌های کلیدی: آب کوانتوم، انباشت نیترات، کاهو قرمز، نیترات ردوکتاز، هیدروپونیک.

مقدمه

کشت هیدروپونیک به‌عنوان روشی نوین در کشاورزی پایدار، با بهینه‌سازی مصرف آب و مواد مغذی، نقش کلیدی در تأمین امنیت غذایی ایفا می‌کند. در این میان، بهبود و ارتقاء کیفیت آب به‌عنوان بستر اصلی انتقال عناصر غذایی، تأثیر مستقیمی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه و تجمع ترکیباتی مانند نیترات در سبزیهای برگی دارد که از جنبه‌های سلامت محصول و مصرف‌کننده حائز اهمیت است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که اصلاح و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی آب از طریق فناوریهایی نظیر مغناطیسی‌کردن، دیونیزه‌سازی و کوانتومی شدن ساختار مولکولهای آب می‌تواند جذب مواد معدنی و متابولیسم گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. آب مغناطیسی با تغییر ساختار مولکولی، نفوذپذیری غشای ریشه، جذب کوفاکتورهای موثر در فعالیت آنزیم‌های مرتبط با تجمع نیترات همچون نیتریت ردوکتاز و نیترات‌ردوکتاز را افزایش می‌دهد(Sheikhi et al., 2024). از سوی دیگر، آب دیونیزه‌شده به‌دلیل حذف یونهای مزاحم، امکان دسترسی هدفمندتر به عناصر غذایی را فراهم می‌کند. همچنین، تأثیر آب کوانتومی با تعدیل انرژی سطحی مولکولها بر پتانسیل اکسیداسیون-احیا و تعادل یونی در گیاهان مورد بررسی قرار گرفته است(Ruamrungsri et al., 2023). تجمع نیترات در سبزیهای برگی مانند کاهو به‌عنوان یک نگرانی سلامتی مطرح

است، زیرا نیترات در بدن انسان به نیتریت و سپس نیتروزآمین‌های سرطانزا تبدیل می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند که مصرف سبزیجات با غلظت نیترات بالاتر از ۳۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر، خطر مت‌هموگلوبینمی در کودکان و افزایش احتمال سرطانهای گوارشی را به همراه دارد. در گیاهان، نیترات به‌طور طبیعی توسط آنزیم نیترات ردوکتاز به نیتریت و سپس آمونیوم تبدیل می‌شود که این فرایند کلیدی در متابولیسم نیتروژن محسوب می‌شود. با این حال، فعالیت ناکافی این آنزیم به‌دلیل عوامل محیطی مانند نور کم، دمای پایین یا کمبود مولیبدن به عنوان جزء کوفاکتوری این آنزیم موجب تجمع نیترات در واکوئول‌های برگ می‌شود(Gheorghe et al., 2014). پژوهش‌ها حاکی از آن است که همبستگی منفی معناداری بین فعالیت نیترات ردوکتاز و غلظت نیترات در بافتهای برگ وجود دارد، به‌عنوان مثال در کاهو، کاهش ۴۰ درصدی فعالیت این آنزیم تحت شرایط نوری ضعیف، منجر به افزایش دو برابری نیترات برگ شده است(Bian et al., 2020). با این حال، پژوهش‌های مقایسه‌ای در مورد تأثیر همزمان این تیمارها بر شاخصهای رشد و تجمع نیترات در کاهو و در سیستم هیدروپونیک لایه نازک غذایی (NFT) محدود است. این مطالعه با هدف تحلیل تطبیقی کارایی سه روش اصلاح آب بر پارامترهایی نظیر وزن تر، محتوای کلروفیل، غلظت نیترات برگ و بازده فتوسنتزی طراحی شده است تا گامی در جهت توسعه پروتکلهای کشت پایدار با حداقل آلایندگی زیستی برداشته باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش برای بررسی تأثیر سه منبع آب دارای ساختار مختلف در گلخانه سبزیکاری دانشگاه شهید باهنر کرمان در طی سالهای ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ انجام شد. بذور کاهو (*Lactuca sativa*) قرمز با ارزش غذایی و خواص آنتی‌اکسیدانی بالا در زمستان ۱۴۰۳ در گلخانه درون سینی کشت و بستر ترکیبی حاوی کوکوپیت و پرلیت با نسبت مساوی کشت شدند و پس از ۲۵ روز گیاهچه‌های دو تا سه برگی به گاترهای هیدروپونیک در سیستم لایه نازک غذایی (NFT) منتقل شدند. برای استقرار ریشه، از لیکاپون درشت درون نت پات‌ها استفاده شد. آزمایش در گلخانه هیدروپونیک دانشگاه شهید باهنر کرمان به‌صورت فاکتوریل دو عاملی بر پایه کاملا تصادفی عامل اصلی؛ منابع آب (آب هیبرید پلاسما+مغناطیسه، آب کوانتومی و آب دیونیزه) و عامل فرعی بصورت محلولپاشی سلنات سدیم (سطوح صفر و 2 پی‌پی‌ام) انجام شد.

برای تولید آب نوساختار با آرایش کوانتوم، نانوذرات سیلیکا و گرافن به حجم مناسب آب دیونیزه افزوده شده و به‌مدت یک ساعت با اولتراسونیکاتور FS450N پردازش شدند تا ساختار خوشه‌ای آب بازسازی شود. سپس نانوذرات با فیلتراسیون حذف شدند و آب کوانتومی پایدار با نیمه عمر ۴۸–۷۲ ساعت در دمای ۲۸–۲۵ درجه سانتیگراد به‌دست آمد. آب مغناطیسی با قرارگیری در میدان نئودیمیوم (۴ ساعته) تولید شد که کاهش اندازه خوشه‌ها، افزایش نیم واحدی pH و کاهش نسبی هدایت الکتریکی را بدنبال داشت. سپس این آب با دستگاه پالسر (۱۰۰–۵۰ هرتز، ۳۰–۱۵ دقیقه) تقویت مغناطیسی شد و به تانک هیدروپونیک منتقل گردید. طی رشد گیاهان محلول غذایی هوگلند–اشنایدر هر پانزده روز یکبار شارژ گردید. دوره رشد گیاهان ۳۰ روز پس از انتقال بود و نمونه‌برداری از روز بیستم تا پایان دوره انجام شد. محلولپاشی با غلظت‌های صفر و ۲ پی پی ام سلنات سدیم ۲۰ روز پس از انتقال نشاهای کاهو به گاترهای هیدروپونیک و در یک مرحله انجام شد. پارامترهای شیمیایی محلول غذایی شامل هدایت الکتریکی در محدوده (۱/۴–۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و اسیدیته ۶ تنظیم شدند و شدت نور به طور میانگین ۶۸۰۰ لوکس اندازه گیری شد. میانگین دماهای روز و شب بترتیب ۲۱ و ۱۱ درجه سانتیگراد بود. پارامترهای فیزیوشیمیایی همچون فعالیت آنزیم کاتالاز (Aebi, 1984) و نیترات ردوکتاز (Colla et al., 2018)، میزان نیترات هد به روش اسپکتروفوتومتری (Colla et al., 2018)، عملکرد هد (توزین) و میزان پرولین (Bates et al., 19763) برگ خوراکی کاهو اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.4آنالیز و بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه میانگین شدند و جداول مقایسه میانگین در Word طراحی گردید.





نتایج و بحث

وزن تر هد (اندام هوایی)

در مورد این صفت، اثرات متقابل منابع مختلف آب در سطوح سلنات سدیم در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار شده است. بیشترین میزان هد یا اندام هوایی کاهو در گیاهان تحت تغذیه و تیمار با آب هیریدی(مغناطیسه و فعال پلاسما) و در شرایط محلولپاشی با سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام حاصل شد.

فعالیت کاتالاز

نتایج نشان داد که تأثیر متقابل دستجات تیماری منابع آب در سلنات سدیم در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است. بر اساس مندرجات جدول شماره ۱، بیشترین واحد فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاهان تحت تیمار آب هیبرید و سلنات سدیم ۲ پی‌پی‌ام و نیز تیمار آب کوانتوم و غلظت سلنات سدیم ۲ پی‌پی ام حاصل شد. ساختار کوانتومی آب از طریق تشکیل خوشه‌های مولکولی، انرژی فعال‌سازی جذب آب را کاهش داده و با بهبود هدایت هیدرولیکی سلول‌های و در عین حال افزایش فعالیت آکواپورین‌ها، پتانسیل آبی برگ را بهبود بخشیده و منجر به بهبود کارکرد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می گردد (Haydar et al., 2024).

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های اثرات مستقل تیمارها بر صفات اندازه گیری شده در کاهو.

صفات اندازه گیری شده				تیمارها	
نیترات ردوکتاز (میکرومول نیتریت بر گرم وزن تازه در ساعت)	میزان نیترات هد (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تازه)	کاتالاز (واحد/میلی‌گرم پروتیین/ثانیه)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	سطوح سلنات سدیم	منابع آب
۰.۵۷±۰.۰۰۱d	۱۰۷±2.18e	2.597±0.21a	146.21±0.7bc	2	کوانتوم
۰.۳۵±۰.۰۰3b	145±1.83c	0.95۵±0.03d	147.76±1.42c	0	
۰.۲۱±۰.۰۰۱c	133±1.40d	2.767±0.09a	182.92±6.45a	2	هیبرید
۰.۴۸±۰.۰۰۲a	167±1.31b	1.900±0.12b	152.86±4.89b	0	
۰.۱۱±۰.۰۰۲b	431±1.6ab	1.453±0.17c	145.62±1.2bc	2	دیونیزه
۰.۱۰±۰.۰۰۳d	443±2.11a	1.22±0.08cd	137.85±1.14c	0	

میانگین‌های دارای حروف مشترک دارای تفاوت معنی دار بر اساس آزمون مقایسه LSD در سطح ۵٪ نمی باشند.

نیترات هد

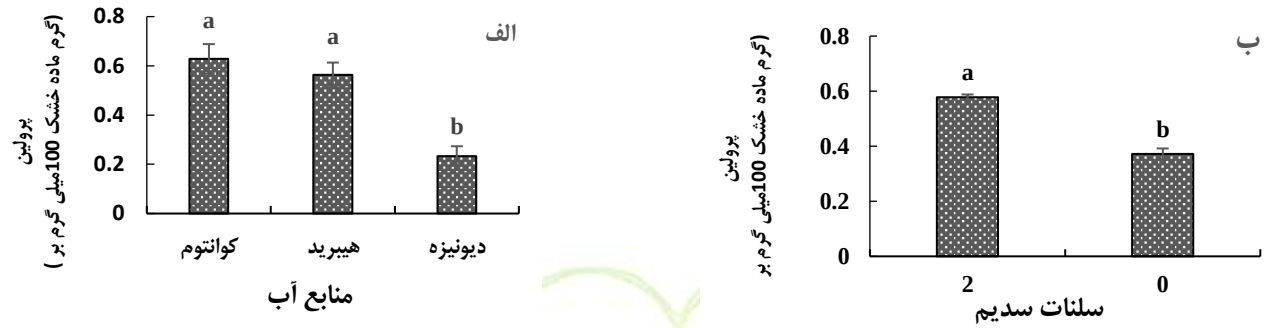
بر اساس نتایج به دست آمده، تأثیر متقابل منابع آب در سلنات سدیم در سطح احتمال ۱ درصد بر این پارامتر معنی دار شده است. از این رو، بیشترین تجمع نیترات در هد گیاهان پرورش یافته با آب دیونیزه و بدون کاربرد سلنات سدیم اندازه گیری شد که البته با عدد تجمع این ترکیب در کاهوهای مورد تغذیه با آب دیونیزه و محلولپاشی سلنات سدیم ۲ پی‌پی ام تفاوت معنی داری نداشت.

فعالیت نیترات ردوکتاز

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌های شماره ۱، کمترین فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز بعنوان یکی از دو آنزیم کلیدی مسوول تجمع نیترات در ساختار گیاهان، در هدهای کاهوی تغذیه شده با آب دیونیزه و بدون محلولپاشی سلنات سدیم حاصل شد. فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، به عنوان یک عامل ژنتیکی و اولین آنزیم مؤثر در متابولیسم و احیاء یون نیترات از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از این رو یون نیترات در حضور این آنزیم، به یون آمونیوم تبدیل شده و بدین طریق از تجمع نیترات در بافت گیاهی کاسته می‌شود (Colla et al., 2018).

پرولین هد

با توجه به نتایج تجزیه واریانس جدول شماره ۱، اثر متقابل منابع آب در سلنات سدیم معنی دار نشد، اما اثر مستقل هر یک از این تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. بیشترین میزان پرولین هد کاهو در گیاهان تحت تغذیه و آبیاری با هر دو تیمار آب کوانتوم و آب هیبرید (بدون اختلاف معنی دار) و کمترین میزان پرولین در گیاهان تحت تأثیر آب دیونیزه به دست آمد(شکل۱، الف). در مورد اثر مستقل محلولپاشی با سلنات سدیم، بیشترین مقادیر پرولین در گیاهان تحت تیمار ۲ پی‌پی‌ام این ترکیب اندازه گیری شد(شکل۱، ب).



شکل ۲- الف و ب. به ترتیب اثرات مستقل منابع آب و غلظتهای سلنات سدیم بر شاخص پرولین هد کاهو.

نتیجه‌گیری

در مجموع بنظر می‌رسد بمنظور کشت هیدروپونیک کاهو با هدف بهبود عملکرد و کیفیت تغذیه‌ای (کاهش نیترات و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی)، ترکیب آب هیبرید و محلول‌پاشی ۲ پی‌پی‌ام سلنات سدیم به‌عنوان گزینه برتر قابل توصیه است، در حالی که استفاده از آب دیونیزه به‌ویژه بدون سلنات سدیم از جنبه انباشت نیترات و سایر شاخصهای بیوشیمیایی دارای کارآیی مطلوب کمتری است. کاربرد فناوری آبهای دارای ساختار جدید ضمن کاهش در مصرف عناصر غذایی از طریق حفظ خصوصیات کیفی و آنتی اکسیدانی محصول بتواند راهکاری سودمند برای شیوه های کشت نوین محسوب گردد.

منابع

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology, 105: 121–126.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205–207.

Bian, Z., Wang, Y., Zhang, X., Li, T., Grundy, S., Yang, Q. and Cheng, R. 2020. A review of environment effects on nitrate accumulation in leafy vegetables grown in controlled environments. Foods. 9(6): 732.

Colla, G., Kim, H. J., Kyriacou, M. C. and Rouphael, Y. 2018. Nitrate in fruits and vegetables. Scientia Horticulturae, 237: 221–238.

Gheorghe, C., Babeanu, C., Popa, M. and Vlahova, V. 2014. Nitrate accumulation in leafy vegetables and its relationship with water. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14(4): 761–768.

Haydar, M. S., Ali, S., Mandal, P., Roy, D., Roy, M. N., Kundu, S., Kundu, S. and Choudhuri, C. 2023. Fe–Mn nanocomposites doped graphene quantum dots alleviate salt stress of Triticum aestivum through osmolyte accumulation and antioxidant defense. Scientific Reports, 13: 11040.

Ruamrungsri, S., Sawangrat, C., Panjama, K., Sojithamporn, P., Jaipinta, S., Srisuwan, W., Intanoo, M., Inkham, C. and Thanapornpoonpong, S. 2023. Effects of using plasma-activated water as a nitrate source on the growth and nutritional quality of hydroponically grown green oak lettuces. Horticulturae, 9(2): 248.

Sheikhi, H., Nicola, S., Delshad, M. and Bulgari, R. 2024. Sodium selenate biofortification, through seed priming, on dill microgreens grown in two different cultivation systems. Frontiers in Plant Science, 15: 1474420.

Wu, Z., Yuan, L., Sun, C., Xu, X., Shi, W., Han, L. and Wu, C. 2023. Effects of selenite on the responses of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to polystyrene nano-plastic stress. Ecotoxicology and Environmental Safety, 262: 115138.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Impact of Sodium Selenate and Engineered Waters on Nitrate Accumulation of Red _Speckled Lettuce in Hydroponic

Fatemeh Chalipa[1*], Najme Zeinalipour[1], Safoora Saadati[1] and Hamid Reza Roosta[2]
1- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran
2- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Arak, Arak, Iran
Corresponding Author: chalipafatemeh@gmail.com

Abstract

The experiment was conducted as a two-factor factorial based on a completely randomized design in the hydroponic greenhouse of Shahid Bahonar University of Kerman to investigate the effect of three water sources (hybrid plasma + magnetic, quantum, deionized) and foliar application of sodium selenate (0 and 2 ppm) on red spotted lettuce in hydroponic culture. Irrigation and nutrient supply to seedlings with Hoagland-Schneider solution were performed from the beginning of plant growth until thirty-five days after transplanting the seedlings to hydroponics, and foliar application with sodium selenate took place 20 days after transplanting the seedlings to hydroponic gutters. The results showed that the highest fresh weight of aerial parts (head weight) was obtained in the hybrid water + 2 ppm sodium selenate treatment (182.92 g). In contrast, the lowest fresh weight of aerial parts was measured in control plants, i.e., deionized water and 0 ppm sodium selenate treatment (137.85 g). The highest catalase activity was observed in hybrid water + 2 ppm sodium selenate treatment and also in quantum water + 2 ppm sodium selenate treatment (without significant difference), and the lowest activity of this enzyme was obtained in quantum water treatment without sodium selenate application. The highest and lowest nitrate accumulation were recorded in deionized water + 0 ppm sodium selenate treatment and quantum water + 2 ppm sodium selenate, respectively. Nitrate reductase activity also reached its maximum in deionized water + 0 ppm sodium selenate treatment (0.48 µmol $NO2^{-}.g^{-1}$ FW h^{-1}) while the activity of this enzyme was lowest in deionized water and 0 ppm sodium selenate treatment (0.10 µmol $NO2^{-}.g^{-1}$ FW h^{-1}). Regarding the significant effect of independent treatments, the highest proline content of the head was measured in plants irrigated with quantum water and hybrid water (without significant difference). Also, the highest proline was measured in the treatment with the independent effect of 2 ppm sodium selenate. Overall, the hybrid water + 2 ppm sodium selenate treatment optimized yield and antioxidant activity, while deionized water led to the highest nitrate accumulation and lowest nitrate reductase activity.

Keywords: Hydroponic, Nitrate accumulation, Nitrate reductase activity, Quantum water, Speckled lettuce.

بررسی محلول‌پاشی عناصر غذایی بر خصوصیات بیوشیمیایی دو رقم پرتقال

امیرعلی محمدی[1*] و لاله رستمیان[1]
۱- موسسه آموزش عالی تجن، قائمشهر، مازندران، ایران
*نویسنده مسئول: *amiralimohammadi72@yahoo.com*

چکیده

پرتقال از مهم‌ترین محصولات باغی جهان محسوب می‌شود که کیفیت تغذیه‌ای آن تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله تغذیه گیاهی قرار دارد. در این میان، نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم به عنوان ترکیبات مؤثر در بهبود ویژگی‌های کیفی میوه شناخته شده‌اند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر این دو ترکیب بر خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی دو رقم پرتقال سانگین و تامسون انجام شد. تیمارها شامل نیترات کلسیم در سه سطح (۰، ۲ و ۴ در هزار) و فسفیت پتاسیم در سه سطح (۰، ۱/۵ و ۳ در هزار) بودند. نمونه‌برداری از میوه‌های رسیده صورت گرفت و پارامترهای کیفی شامل ترکیبات فنولی کل (روش فولین-سیوکالتیو)، ویتامین ث (تیتراسیون با ۲،۶-دی کلروفنول ایندوفنول)، عناصر معدنی (طیف‌سنجی جذب اتمی) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (روش‌های اسپکتروفتومتری) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی با نیترات کلسیم(۴ گرم در لیتر) و فسفیت پتاسیم(۳ گرم در لیتر) به‌طور معناداری سطح ویتامین ث، ترکیبات فنولی، پتاسیم و کلسیم را در هر دو رقم پرتقال افزایش می‌دهد، به‌ویژه در رقم سانگین که بالاترین مقادیر را در این ویژگی‌ها داشت. همچنین، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در واکنش به این تیمارها به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. به‌طور کلی، نتایج این مطالعه حاکی از تأثیر مثبت محلول‌پاشی عناصر غذایی بر بهبود کیفیت میوه‌ها و ارتقاء ویژگی‌های تغذیه‌ای آن‌ها است به طوریکه محلول‌پاشی ترکیبی نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم به‌طور معنی‌داری موجب بهبود شاخص‌های کیفی و بیوشیمیایی میوه پرتقال شد. نتایج حاکی از افزایش محتوای ترکیبات مفید مانند فنول‌ها، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در هر دو رقم مورد مطالعه بود. همچنین، این روش تغذیه‌ای بر جذب و تجمع عناصر معدنی در میوه تأثیر مثبت داشت. با وجود تفاوت‌های بین ارقام، یافته‌ها مؤید کارایی این روش در ارتقای کیفیت میوه و وضعیت تغذیه‌ای درختان پرتقال است. این نتایج می‌تواند در مدیریت باغات مرکبات مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولی، فسفیت پتاسیم، نیترات کلسیم.

مقدمه

پرتقال (*Citrus sinensis*) یکی از مهم‌ترین میوه‌های خانواده روتاسه در جهان است که به دلیل طعم مطلوب و ارزش تغذیه‌ای بالا، جایگاه ویژه‌ای در صنعت میوه دارد (Ladaniya, 2010). دو رقم پرتقال تامسون و خونی (سانگین) از ارقام تجاری مهم هستند که به ترتیب به دلیل عملکرد بالا و وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند آنتوسیانین‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند (Butelli et al., 2017). با توجه به نگرانی‌های فزاینده درباره اثرات منفی کودهای شیمیایی، استفاده از روش‌های تغذیه‌ای بهینه مانند محلول‌پاشی نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم برای بهبود کیفیت میوه ضروری است. نیترات کلسیم با تأمین همزمان نیتروژن و کلسیم، به بهبود کیفیت میوه و افزایش مواد جامد محلول کمک می‌کند (Hussain et al. 2012). از سوی دیگر، فسفیت پتاسیم با تحریک تولید ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی، مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های محیطی افزایش می‌دهد (Lovatt & Mikkelsen, 2006). این مطالعه به بررسی تأثیر این دو ترکیب بر ویژگی‌های کیفی و کمی دو رقم پرتقال تامسون و خونی می‌پردازد تا راهکارهای عملی برای بهبود تولید ارائه دهد. یکی از پژوهش‌های معتبر در این زمینه، تحقیقاتی است که توسط اسدی کنگرشاهی و اخلاقی (۲۰۱۸) انجام شده است که نشان‌دهنده تأثیر مثبت نیترات کلسیم بر ویژگی‌های کیفی تامسون ناول بوده است. این مطالعه نشان داد که محلول‌پاشی نیترات کلسیم می‌تواند باعث افزایش میزان مواد جامد محلول، کاهش اسیدیته و بهبود طعم و عطر میوه‌ها شود. همچنین، این محققان به این نتیجه رسیدند که نیترات کلسیم با افزایش مقاومت میوه‌ها به استرس‌های محیطی، به بهبود ماندگاری و کیفیت میوه‌ها در طول دوره نگهداری کمک می‌کند. دیگر مطالعه‌ای که توجه زیادی را به خود

جلب کرده، کار Adaskaveg و همکاران (۲۰۱۷) است که اثرات فسفیت پتاسیم را بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی در مرکبات بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی فسفیت پتاسیم می‌تواند میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی را افزایش دهد و این امر به کاهش میزان اکسیداسیون و حفظ کیفیت میوه‌ها کمک می‌کند. این یافته‌ها به اهمیت استفاده از فسفیت پتاسیم به عنوان یک محرک طبیعی برای افزایش کیفیت میوه‌ها اشاره دارد و می‌تواند مزایای زیادی برای باغداران به ارمغان آورد. اگرچه تحقیقات موجود تأثیر معنادار این ترکیبات را بر کیفیت پرتقال تأیید می‌کنند، اما مقایسه اثرات آنها بر ارقام تامسون و خونی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش به دنبال پر کردن این خلأ دانشی با بررسی دقیق تأثیرات این محلول‌ها بر ویژگی‌های کیفی دو رقم پرتقال است.

مواد و روش‌ها

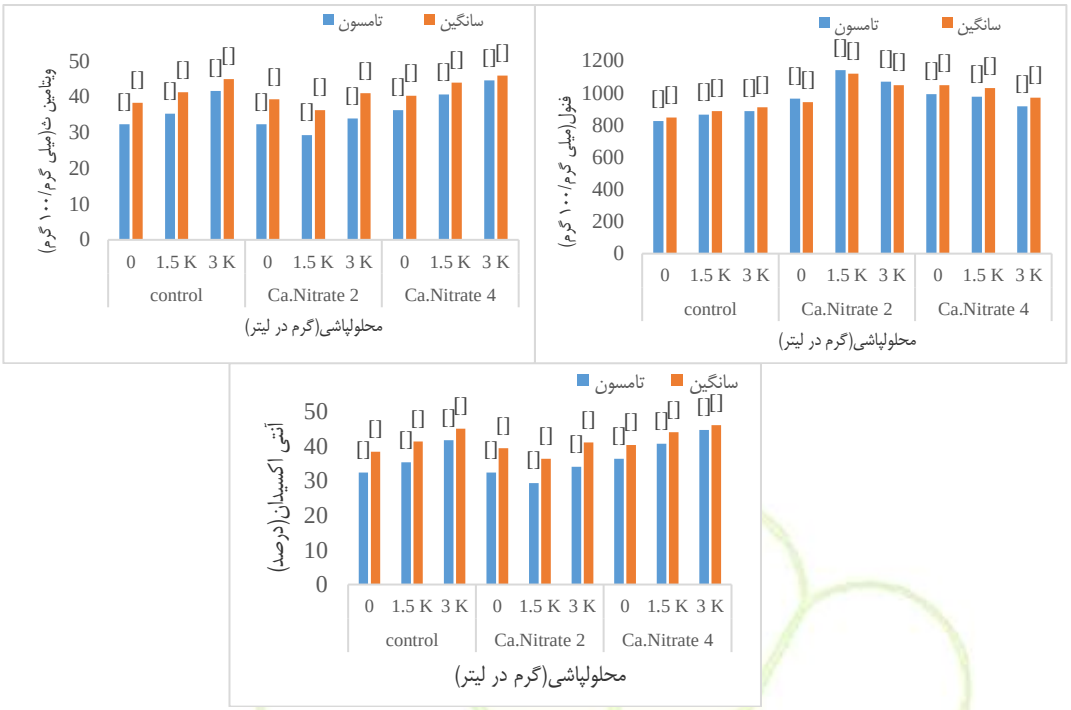
این مطالعه به‌صورت آزمایش مزرعه‌ای در باغ تجاری پرتقال در شهرستان قائمشهر، استان مازندران طی فصل رشد انجام شد. پیش از آزمایش خاک باغ مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۱). پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی طراحی گردید که شامل سه فاکتور (رقم پرتقال: تامسون ناول و سانگین) و تغذیه نیترات کلسیم سه سطح (۰، ۲ و ۴ گرم در هزار) و فسفیت پتاسیم در سه سطح (۰، ۱/۵ و ۳ گرم در هزار) بود. تیمارهای محلول‌پاشی میوه با فواصل مشخص اعمال شدند. پارامترهای کیفی شامل ترکیبات فنولی کل (با روش فولین-سیوکالتیو) (Waterhouse and Laurie, 2006)، محتوای ویتامین ث (به روش تیتراسیون)(بور و همکاران، ۲۰۰۶)، عناصر معدنی (پتاسیم با روش نشر شعله‌ای و کلسیم با جذب اتمی) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (با آزمونDPPH) با استفاده از روش ابراهیم زاده و همکاران (۲۰۱۰) مورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه سنجش‌ها با استفاده از دستگاه‌های استاندارد آزمایشگاهی انجام و داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل و رسم نمودارها با استفاده از اکسل (۲۰۱۶) انجام گرفت. .

.جدول ۱- خصوصیات خاک مورد استفاده

بافت خاک	کربن آلی	درصد ماده آلی	اسیدیته کل اشباع	هدایت الکتریکی	درصد مواد خنثی شونده	درصد ازت کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
شنی-لومی	۱/۵	۱/۸۳	۶/۷۸	۱/۶	۲۸/۵	۰/۹	۷	۱۹۸

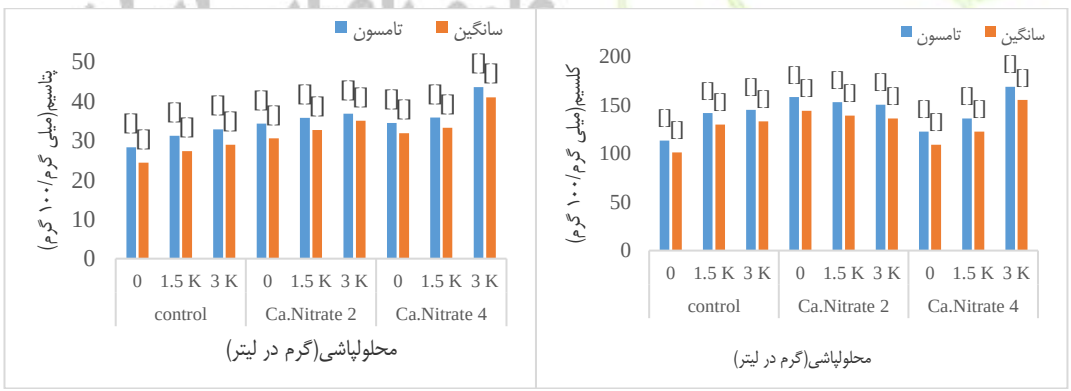
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل رقم، نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم بر صفات مورد بررسی معنی دار شد. نتایج نشان داد تیمار شاهد دارای پایین‌ترین میزان فنول (حدود ۸۰۰ میلی‌گرم/ ۱۰۰ گرم) می باشد؛ این در حالی است که سایر تیمارها به طور معناداری مقادیر بالاتری از فنول را نشان می‌دهند. در بین تیمارها، پرتقال تامسون و سانگین با غلظت فسفیت پتاسیم به میزان ۱/۵ گرم در لیتر و نیترات کلسیم به میزان ۲ گرم در لیتر بیشترین مقدار فنول را به همراه داشتند که نشان‌دهنده تأثیر مثبت غلظت‌های بالاتر بر تولید ترکیبات فنولی است. بررسی میزان ویتامین ث نشان داد پرتقال سانگین به‌طور کلی دارای مقادیر بالاتری از ویتامین ث است که در تیمارهای مختلف، به‌ویژه در غلظت ۴ گرم در لیتر نیترات کلسیم و ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر فسفیت پتاسیم به بیشترین مقدار (۴۶ میلی گرم/۱۰۰ گرم) می‌رسد. در مقابل، پرتقال تامسون حتی با افزایش غلظت‌ها نیز به مقادیر کمتری (حدود ۴۴ میلی گرم/۱۰۰ گرم) محدود می‌شود و این نشان‌دهنده توانایی بالاتر پرتقال سانگین در تولید ویتامین ث است. به‌طور کلی، این نتایج نشان می‌دهند که تیمارهای محلول‌پاشی به ویژه در پرتقال سانگین به بهبود کیفیت ویتامین ث می‌انجامند. نتایج حاکی از تأثیر مثبت محلول‌پاشی نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم بر افزایش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها در هر دو رقم پرتقال است. پرتقال سانگین عموماً سطح بالاتری از آنتی‌اکسیدان‌ها را نسبت به پرتقال تامسون نشان می‌دهد، به‌طور خاص در غلظت ۴ گرم در لیتر نیترات کلسیم و ۳ گرم در لیتر فسفیت پتاسیم، این روند افزایشی قابل مشاهده است. اگرچه کاربرد ۳ گرم در لیتر فسفیت پتاسیم نیز موجب افزایش معنی دار نسبت به شاهد شده است(شکل ۱).



شکل ۱- اثر نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم بر فنول، ویتامین ث و آنتی اکسیدان میوه دو رقم پرتقال.

نتایج بیانگر آن است که هر دو رقم پرتقال افزایش معناداری در سطح کلسیم را تحت تأثیر تیمارهای مختلف نشان می‌دهند. ابتدا افزایش معنی داری در زمان کاربرد نیترات کلسیم به میزان ۲ گرم در لیتر در پرتقال تامسون بدست آمد، ولیکن با اضافه شدن فسفیت پتاسیم، اندکی از میزان آن کاسته شد. اما بیشتر مقدار در زمان کاربرد ۴ گرم در لیتر نیترات کلسیم و ۳ گرم در لیتر فسفیت پتاسیم در پرتقال تامسون حاصل گردید. اگرچه در همین تیمار بیشترین مقدار کلسیم در پرتقال سانگین ملاحظه گردید. بررسی میزان پتاسیم در پرتقال سانگین و پرتقال تامسون نشان داد هر دو نوع پرتقال افزایش معناداری در سطح پتاسیم را در نتیجه تیمارهای مختلف نشان می‌دهند. پرتقال تامسون در غلظت ۳ گرم در لیتر فسفیت پتاسیم و تیمار ۴ گرم در لیتر نیترات کلسیم به حداکثر سطح پتاسیم (۴۳/۴۸ میلی گرم/۱۰۰ گرم) رسید، که این نشان‌دهنده تأثیر مثبت متناسب با افزایش غلظت می‌باشد. پرتقال سانگین نیز در همین تیمار بیشترین مقدار پتاسیم را نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم بر کلسیم و پتاسیم میوه دو رقم پرتقال.

یافته‌های این پژوهش نشان داد تیمارهای ترکیبی نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم به‌ویژه در غلظت‌های بالا (۴ و ۳ گرم در لیتر به ترتیب) موجب افزایش معنی‌دار ترکیبات فنولی (تا ۵۰٪)، ویتامین ث (تا ۳۲٪) و عناصر معدنی در هر دو رقم پرتقال شد. برتری معنادار رقم سانگین در تولید متابولیت‌های ثانویه احتمالاً به ویژگی‌های ژنتیکی منحصر به فرد آن مربوط است که با یافته‌های Butelli et al. (2017)

در مورد تنوع ژنتیکی مرکبات همخوانی دارد. افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شده با نتایج Trejo-Téllez et al. (2018) درباره نقش فسفیت‌ها در تحریک مسیرهای آنتی‌اکسیدانی مطابقت دارد. بهبود جذب کلسیم و پتاسیم نیز تأییدکننده پژوهش‌های اسدی کنگرشاهی و اخلاقی (2018) و حسین و همکاران (2012) در مورد نقش تغذیه معدنی در کیفیت میوه است. این نتایج به همراه شواهد ارائه شده توسط Ladaniya (2010) نشان می‌دهد که استفاده بهینه از این ترکیبات می‌تواند به عنوان راهکاری مؤثر برای بهبود کیفیت و ارزش تغذیه‌ای پرتقال، به‌ویژه در ارقام با پتانسیل بالاتر مانند سانگین توصیه شود. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی همزمان نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم به طور چشمگیری کیفیت میوه پرتقال را بهبود می‌بخشد. این روش باعث افزایش ترکیبات مفید مانند فنول‌ها، ویتامین ث و خاصیت آنتی‌اکسیدانی میوه شده و جذب عناصر غذایی را نیز تقویت می‌کند. یافته‌ها ثابت می‌کند این تکنیک می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر در مدیریت باغات مرکبات برای تولید میوه‌های باکیفیت‌تر استفاده شود.

منابع

Adaskaveg, J. E., Förster, H., Hao, W. and Gray, M. 2017. Potassium phosphite resistance and new modes of action for managing *Phytophthora* diseases of citrus in the United States. Modern Fungicides and Antifungal Compounds VIII, 205–210.

Asadi Kangarshahi, A. and Akhlaghi Amiri, N. 2018. Trend of calcium concentration changes in fruit peel and effect of calcium nitrate spray on yield and quality of Thomson Navel orange. Iranian Journal of Soil Research, 32(1): 57–71.

Bor, J. Y., Chen, H. Y. and Yen, G. C. 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(5): 1680–1686.

Butelli, E., Garcia-Lor, A., Licciardello, C., Las Casas, G., Hill, L., Recupero, G. R., ... and Martin, C. 2017. Changes in anthocyanin production during domestication of *Citrus*. Plant Physiology, 173(4): 2225–2242.

Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M. and Eslami, B. 2010. Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. Central European Journal of Biology, 5(3): 338–345.

Hussain, S., Curk, F., Dhuique-Mayer, C., Urban, L., Ollitrault, P., Luro, F. and Morillon, R. 2012. Autotetraploid trifoliate orange (*Poncirus trifoliata*) rootstocks do not impact clementine quality but reduce fruit yields and highly modify rootstock/scion physiology. Scientia Horticulturae, 134: 100–107.

Ladaniya, M. 2010. Citrus fruit: Biology, technology and evaluation. Academic Press.

Lovatt, C. J. and Mikkelsen, R. L. 2006. Phosphite fertilizers: What are they? Can you use them? What can they do? Better Crops, 90(4): 11–13.

Trejo-Téllez, L. I. and Gómez-Merino, F. C. 2018. Phosphite as an inductor of adaptive responses to stress and stimulator of better plant performance. Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants, pp. 203–238.

Waterhouse, A. L. and Laurie, V. F. 2006. Oxidation of wine phenolics: A critical evaluation and hypotheses on antioxidant capacity and bioactive compounds in raspberry fruit. American Journal of Enology and Viticulture, 57(3): 306–313.

Investigation of the effect of nutrient foliar application on the biochemical characteristics of two orange cultivars

Amirali Mohammadi[1*] and Laleh Rostamian[1]
1. Atinstitute of Higher Education Tajan, Ghaemshahr, Iran
Corresponding Author: amiralimohammadi72@yahoo.com

Abstract

Orange is one of the most important horticultural crops worldwide, with its nutritional quality influenced by various factors, including plant nutrition. Among these, calcium nitrate and potassium phosphite are recognized as effective compounds in enhancing fruit quality traits. This study aimed to investigate the effects of these two compounds on the chemical and biochemical characteristics of two orange cultivars, Sangin and Thomson. The treatments included calcium nitrate at three levels (0, 2, and 4 $g.L^{-1}$) and potassium phosphite at three levels (0, 1.5, and 3 $g.L^{-1}$). Sampling was conducted on ripe fruits, and quality parameters—including total phenolic compounds (Folin-Ciocalteu method), vitamin C (titration with 2,6-dichlorophenol indophenol), mineral elements (atomic absorption spectroscopy), and antioxidant capacity (spectrophotometric methods)—were measured. The results demonstrated that foliar application of calcium nitrate (4 $g.L^{-1}$) and potassium phosphite (3 $g.L^{-1}$) significantly increased vitamin C, phenolic compounds, potassium, and calcium levels in both orange cultivars, with Sangin showing the highest values in these traits. Additionally, antioxidant enzyme activity notably improved in response to these treatments. Overall, the findings highlight the positive impact of nutrient foliar application on fruit quality and nutritional enhancement. The combined use of calcium nitrate and potassium phosphite significantly improved the qualitative and biochemical indices of oranges, increasing beneficial compounds such as phenolics, vitamin C, and antioxidant activity in both cultivars. Moreover, this nutritional approach positively influenced mineral uptake and accumulation in the fruit. Despite varietal differences, the results confirm the efficacy of this method in enhancing fruit quality and the nutritional status of orange trees. These findings can be applied in citrus orchard management to optimize fruit quality.

Keywords: Antioxidant enzymes, Calcium nitrate, Phenolic compounds, Potassium phosphite.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تأثیر نمک‌های مختلف کلسیمی بر ویتامین C، فعالیت آنزیمی و آنتی اکسیدانتی ارقام سیب رد و گلدن

میرحسن رسولی صدقیانی[1*] و محمد مقدس گرانی[1]
۱- گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *m.rsadaghiani@urmia.ac.ir*

چکیده

در این تحقیق درختان سیب ارقام زرد و قرمز با نمک‌های کلسیمی $CaCl_2$، CaO، Ca-EDTA، $Ca(NO_3)_2$ با غلظت ۰/۷ درصد کلسیم خالص در ۵ مرتبه به فاصله زمانی ۲۰ روز محلول‌پاشی و سپس به مدت ۱۵۰ روز انبارمانی گردیدند. در ۴ زمان به فواصل ۵۰ روزه و بررسی تغییرات کیفی میوه فعالیت آنتی‌اکسیدانت کل، فعالیت آنزیم کاتالاز، مقدار اسید اسکوربیک، سفتی بافت میوه، مقدار عناصر N، P، K، Ca، Mg، Fe، Zn، Cu، Mn و pH آب میوه مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد میوه‌های رقم زرد که با کلرید کلسیم($CaCl_2$) و در رقم قرمز با کلات کلسیم (Ca-EDTA) محلول‌پاشی شده بودند در ۴ زمان پس از برداشت بیشترین میزان سفتی میوه را داشتندکه می‌تواند ناشی از کاهش تولید اتیلن، همچنین حفظ آب و وزن میوه در حفظ دیواره سلولی و غشاء باشد. در رقم زرد مقدار ویتامین C در تیمارهای محلول‌پاشی شده با کلرید کلسیم و در رقم قرمز تیمارهای کلات کلسیم در پایان دوره انبارمانی ۱۵۰ روزه به ترتیب ۵/۶ و ۶/۰۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بدست آمد. بیشترین مقدار ویتامینC در هر دو رقم زرد و قرمز در تیمارهای یاد شده در اوایل دوره انبارمانی به ترتیب ۹/۰۲ و ۹/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه مشاهده گردید که نسبت به تیمار شاهد در هر دو رقم اختلاف معنی‌داری داشتند. بالاترین مقدار آنتی‌اکسیدانت کل در رقم زرد مربوط به تیمار کلرید کلسیم و در رقم قرمز مربوط به تیمار کلات کلسیم در پایان دوره انبارمانی به ترتیب ۳۱۰۷ و ۳۴۴۱ میلی‌مول Fe^{+2} در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بدست آمد. چنین استنباط می‌شود که محلول‌پاشی درختان سیب رقم زرد با کلرید کلسیم و رقم قرمز با کلات کلسیم در طول فصل رشد می‌تواند در بهبود و حفظ بسیاری از خواص کیفی میوه در طول دوره انبارمانی تأثیر معنی‌داری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدانت کل، کاتالاز، کلسیم، محلول‌پاشی، ویتامین C.

مقدمه

سیب یکی از محصولات استراتژیک باغی در جهان و کشور ما می باشد که نگهداری آن پس از برداشت و عرضه مداوم آن در بازار مصرف با همان کیفیت زمان برداشت بسیار مهم می باشد. یکی از مشکلات مهمی که امروزه در اکثر کشورهای وجود دارد ضایعات پس از برداشت و استاندار نبودن کیفیت آنهاست که از ارزش صادراتی و بازار پسندی آنها کاسته است (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۷). کلسیم نقش اساسی در ساختار دیواره‌ها و غشاهای سلولی و رشد و توسعه میوه‌ها دارد (Kadir, 2004). این عنصر همچنین مقاومت گیاه به بیماریهای باکتریایی و ویروسی را افزایش می‌دهد (Usten et al., 2006). کلسیم جذب شده از ریشه‌ها تحت تأثیر جریان تعرقی و فشار ریشه‌ای، عمدتا به طرف برگها حرکت کرده و کمتر به میوه‌ها انتقال می‌یابد. بنابراین گیاهان به منظور رشد و گسترش تاج پوشش، توسعه ریشه و میوه‌ها به فراهمی پیوسته کلسیم نیازمندند (Del-Amor FK, Marcelis). مقادیر بالای کلسیم در میوه‌ها نفوذپذیری غشا را حفظ کرده و فرایند رسیدگی در طول انبارداری را کند می‌نماید (Poovaiah, 1979). برای بررسی کیفیت میوه سیب، شاخص هایی نظیر میزان مواد غذایی، اسیدیته، درصد قند، ویتامین ها، سفتی بافت میوه، اندازه و رنگ (بسته به رقم) از معیار های مهمی هستند که باید به آنها توجه نمود. کلسیم یک کاتیون دو ظرفیتی است که جذب آن بصورت غیر فعال و به همراه آب در پروسه تبخیر و تعرق وارد گیاه شده و انتقال می یابد. باتوجه به غلظت زیاد آن اغلب در اطراف ریشه ها بصورت رسوب سفید رنگ دیده می شود. میزان آن در داخل گیاهان ۰/۲- ۰/۳ میکرومولار می باشد، که بسته به نوع گیاه فرق می کند. غلظت کلسیم در برگ های پیرتر بیشتر از کلسیم در برگ های جوان می باشد و در داخل گیاه اغلب نامتحرک بوده و کمبود آن در برگ‌های جوان تر نمایان می شود. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی ترکیبات مختلف

کلسیمی ($CaCl_2$، CaO، $Ca(NO_3)_2$ و Ca-EDTA) در خواص کیفی، فعالیت آنزیمی و آنتی‌اکسیدانتی میوه سیب ارقام گلدن و رد انجام گردید.

مواد و روش‌ها

باغ سیب (رقم رد و گلدن) آقای خلیل قادریان در منطقه شمال غرب ایران در شهرستان نقده برای محلول‌پاشی با نمک‌های مختلف کلسیمی انتخاب گردید. در مرحله بلوغ تجاری برداشت شد. جهت اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر در تیمارهای مختلف به آزمایشگاه منتقل گردید. در این تحقیق محلول‌پاشی در ۴ تکرار با فاصله زمانی ۲۰ روز برروی ۸۰ درخت با ۵ تیمار Ca-EDTA, $Ca(NO_3)_2$، CaO،$CaCl_2$ و شاهد باغلظت ۷ در هزار و شاهد (بدون هیچ‌گونه محلول‌پاشی) که مرحله اول محلول‌پاشی در اوایل خرداد ماه (فندقی شدن میوه) انجام و در اوایل مهر ماه میوه‌ها برداشت شدند. میوه ها تا ۱۵۰ روز در سردخانه در شرایط استاندار قرار گرفتند و در زمان برداشت و پس از آن در هر ۵۰ روز اندازه‌گیری پارامترهای مورد مطالعه تجزیه گردیدند. بعد از دوره انبارمانی مقدار کلسیم، فعالیت آنزیم کاتالاز، فعالیت آنتی‌اکسیدانت کل و اسید آسکوربیک (ویتامین C) در میوه‌ها اندازه‌گیری گردید. سفتی میوه با پنتومتر دستی مدل FT327 و مقدار کلسیم میوه پس از هضم نمونه‌ها با روش جذب اتمی (AAS-6300) تعیین گردید. برای اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک میوه کیوی از روش تیتراسیون با یدیدپتاسیم استفاده شد (جلیلی مرندی ۱۳۸۳). میزان آنتی‌اکسیدانت کل میوه کیوی به روش فرپ (FRAP) (Benzie and Strain, 1996) انجام گردید و نتایج برحسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد. فعالیت آنزیم کاتالاز با اندازه‌گیری سرعت حذف پراکسید هیدروژن به روش Beers و Sizer (۱۹۵۲) اندازه‌گیری شد. فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز به صورت واحد در میلی‌گرم پروتئین بیان شد که یک واحد کاتالاز یک میکرومول H_2O_2 را در یک دقیقه به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نمونه برداری از باغ مورد نظر طبق اصول فنی انجام پذیرفت و نتایج تجزیه خاک طبق جدول ۱ در سه عمق از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی انجام پذیرفت. در این خاک میزان قلیائیت خاک بالا می باشد که خود عامل محدود کننده جذب عناصر ریزمغذی و از جمله آهن و روی می باشد. شوری خاک مناسب، آهک کل خاک بالا بوده و بافت خاک سنگین می باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه خواص فیزیکی و شیمیایی خاک.

Kava	Pava	%T.N	%O.C	Texture	%Sand	%Silt	%Clay	%TNV	%SP	pH	EC	پارامتر
345	7.5	0.12	1.45	CL	22	40	38	19.5	63	8.10	1.10	**0 – 30**
218	5.5	0.08	0.92	C	25	35	40	22.9	60	8.25	1.125	**30 – 60**
107	1.8	0.04	0.44	C	23	37	40	29.7	62	8.47	1.05	**60 – 90**

نتایج تجزیه برگ ارقام سیب نشان داد که میزان جذب و تجمع کلسیم در رقم رد بیشتر از رقم گلدن بود (جداول ۲ و ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه برگ سیب گلدن.

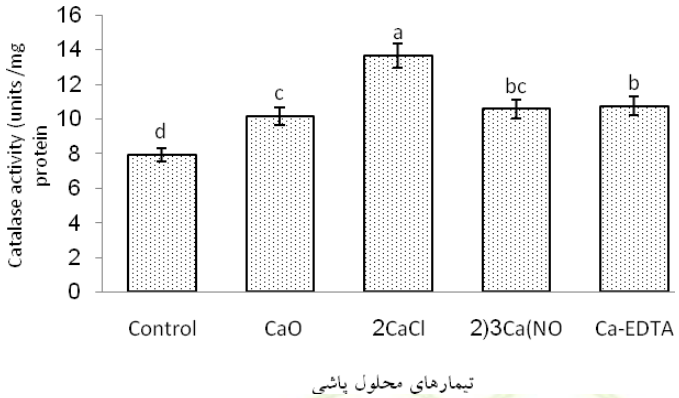
mg/kg						درصد			
Cu	Zn	Mn	Fe	%Mg	%Ca	K	P	N	D.M
15	38	75	100	0.35	1.35	1.78	0.15	1.56	94

جدول ۳- نتایج تجزیه برگ سیب رد.

mg/kg						درصد			
Cu	Zn	Mn	Fe	%Mg	%Ca	K	P	N	D.M
17	44	80	117	0.45	1.62	1.95	0.17	1.81	91

بر اساس نتایج تجزیه وایانس مشاهده گردید که اثرات ساده محلول پاشی و غوطه ورسازی در سطح احتمال یک درصد بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه سیب زرد معنی دار بود. مطابق شکل ۱ مشاهده گردید که محلول پاشی با نمک های مختلف کلسیمی باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه سیب رقم گلدن گردیده است که از بین تیمارها اثر کلرید کلسیم بیشترین مقدار را نسبت به شاهد

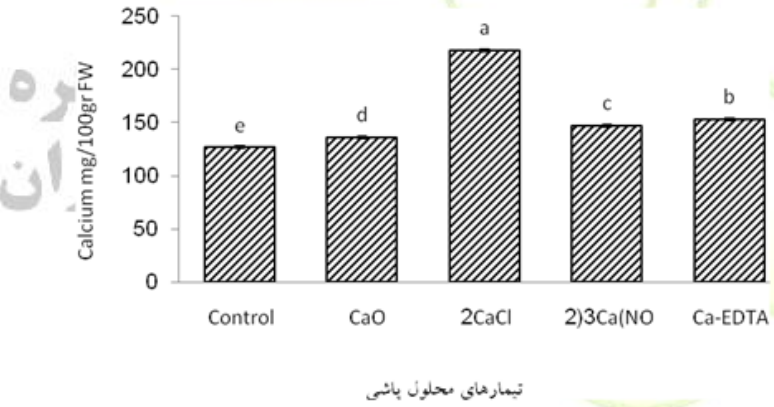
(۷۲ درصد) افزایش نشان داد. تیمار شاهد کمترین تأثیر را در افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه سیب رقم گلدن داشته است و بعد از آن اکسید کلسیم کمترین اثر را داشته است.



شکل ۱- تأثیر محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه سیب رقم گلدن.

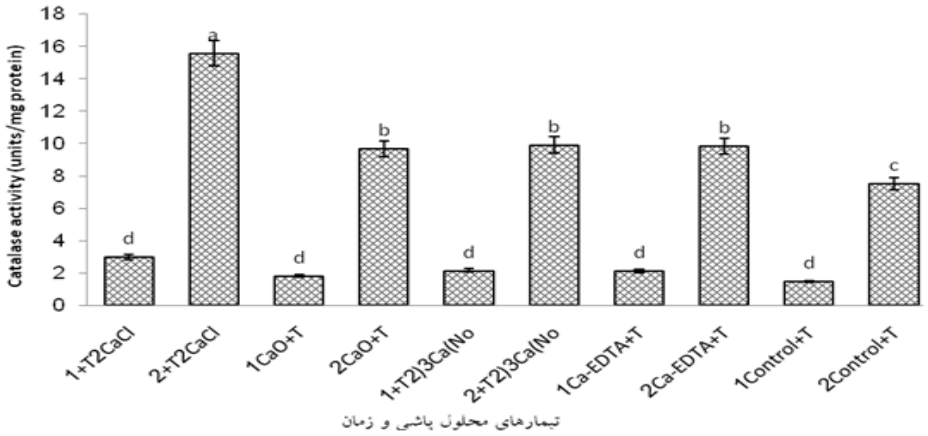
بیشترین مقدار ویتامینC در هر دو رقم زرد و قرمز در تیمارهای یاد شده در اوایل دوره انبارمانی به ترتیب ۹/۰۲ و ۹/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه مشاهده گردید که نسبت به تیمار شاهد در هر دو رقم اختلاف معنی‌داری داشتند. بالاترین مقدار آنتی‌اکسیدانت کل در رقم زرد مربوط به تیمار کلرید کلسیم و در رقم قرمز مربوط به تیمار کلات کلسیم در پایان دوره انبارمانی به ترتیب ۳۱۰۷ و ۳۴۴۱ میلی‌مول Fe^{+2} در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بدست آمد.

با توجه به شکل ۲ مشاهده شد که محلول پاشی با کلرید کلسیمی ۰/۷ درصد بیشترین اثر را بر میزان کلسیم میوه سیب رقم گلدن داشته است که نسبت به شاهد بدون محلول پاشی ۷۱/۹ درصدافزایش را نشان میدهد. کمترین اثر را بر میزان کلسیم میوه به ترتیب شاهد بدون محلول پاشیو تیمار محلول پاشی شده با ۰/۷ درصد اکسید کلسیمی داشته است.



شکل ۲- تأثیر محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر میزان کلسیم میوه سیب رقم گلدن.

مطابق شکل ۳ بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالازمیوه مربوط به تیمار محلول پاشی شده با ۰/۷ درصد کلرید کلسیمی+ زمان ۱۵۰ روز پس از انبارمانی که نسبت به شاهد بدون محلول پاشی+زمان ۱۵۰ روز پس از انبارمانی ۱۰۶/۹ درصد افزایش بعد از آن تیمار ۰/۷ درصد نیترات کلسیمی +زمان ۱۵۰ روز پس از انبارمانیکه نسبت به شاهد بدون محلول پاشی+زمان زمان ۱۵۰ روز پس از انبارمانی ۳۱/۸ درصد افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را نشان داد. کمترینمیزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه در تیمار شاهد بدون محلول پاشی+زمان ۱۵۰ روز انبارمانی و تیمار ۰/۷ درصد اکسید کلسیمی +زمان ۱۵۰ روز انبارمانی مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۳– اثر متقابل محلول پاشی و زمانپس از برداشت بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه سیب رقم گلدن.

منابع

ملکوتی، م. ج. و طباطبایی، س. ج. ۱۳۷۷. اثرات کلرو کلسیم بر روی سفتی بافت و خصوصیات کیفی سیب قرمز لبنانی. نشریه علمی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲(۱): ۶۳–۷۰.

Beers, R. F. and Sizer, I. W. 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. Journal of Biological Chemistry, 195(1): 133–140.

Benzie, I. F. and Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239(1): 70–76.

Del-Amor, F. K. and Marcelis, L. F. 2003. Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 78: 343–349.

Kadir, S. A. 2004. Fruit quality at harvest of 'Jonathan' apple treated with foliar applied calcium chloride. Journal of Plant Nutrition, 27: 1991–2006.

Knee, M. and Bartley, I. M. 1981. Composition and metabolism of cell wall polysaccharides in ripening fruits. In: Recent Advances in the Biochemistry of Fruit and Vegetables. Academic Press, London and New York.

Poovaiah, B. W. 1979. Role of calcium in ripening and senescence. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 10: 83–88.

Ustun, N. H., Yokas, A. L. and Saygili, H. 2006. Influence of potassium and calcium level on severity of tomato pith necrosis and yield of greenhouse tomatoes. Acta Horticulturae, 808: 345–350.

Evaluating the effect of different calcium salts on vitamin C, enzymatic and antioxidant activity of Golden and Red apple fruit

MirHassan Rasouli-Sadaghiani[1*] and Mohammad Moghas Gerani[1]
1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: m.rsadaghiani@urmia.ac.ir

Abstract

In this study two cultivars of apple (Golden and Red) sprayed with calcium salts (0.7 % Ca) including $CaCl_2$, CaO, Ca-EDTA, $Ca(NO_3)_2$ for 5 times with 20 days interval during growth season and then were stored 150 days. During storage period some fruit quality indicators including ascorbic acid content, fruit firmness, total antioxidant activity, catalase activity, weight loss, amount of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn and pH were evaluated. The results showed that the fruits of Golden and Red varieties which were sprayed with $CaCl_2$ and calcium chelate (Ca-EDTA), respectively had the highest firmness at all sampling time, which could be due to reduced ethylene production, as well as fruit weight retention in maintaining the cell wall and membrane. In the Golden variety, the amount of vitamin C in the $CaCl_2$ foliar treatments and in the red variety, the Ca-EDTA treatments were obtained at the end of the 150-day storage period, 5.6 and 6.04 mg/100 g FW, respectively. The highest amount of vitamin C in both yellow and red varieties was observed in the mentioned treatments at the beginning of the storage period, 9.02 and 9.56 mg/100 g FW, respectively, which were significantly different from the control treatment in both varieties. The highest total antioxidant content was obtained in the Golden variety treated with $CaCl_2$ and in the Red variety treated with $CaCl_2$ at the end of the storage period, 3107 and 3441 mmol Fe^{2+} per 100 g FW, respectively. It is inferred that foliar spraying of Golden apple trees with $CaCl_2$ and Red apple trees with Ca-EDTA during the growing season can have a significant effect on improving and maintaining quality properties of the apple fruit during the storage period.

Keywords: Calcium, Catalase, Spraying,Ttotal antioxidant, Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

برهمکنش پایه و مقدار آبیاری بر حجم تاج، عملکرد و بهره‌وری آب درختان پرتقال تامسون ناول

هرمز عبادی[1*]، رضا فیفایی[1] و جواد فتاحی مقدم[1]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، گیلان، ایران

*نویسنده مسئول: *h.ebadi@areeo.ac.ir*

چکیده

این پژوهش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور مقدار آبیاری و نوع پایه در ایستگاه تحقیقات مرکبات خرم آباد تنکابن به مدت سه سال روی پرتقال تامسون ناول اجرا شد. مقدار آبیاری در دو سطح ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی و پنج نوع پایه شامل نارنج، کاریزو سیترنج، سیترومله ، SFS و C35 بود. نتایج نشان داد که برهمکنش پایه‌ها و مقدار آبیاری بر حجم تاج معنی‌دار نبود. عملکرد درختان روی پایه‌های کاریزو سیترنج و سیترومله در هر دو شرایط آبیاری کامل و کم‌آبیاری بیش از سه پایه دیگر بود و تفاوت معنی‌داری در هر دو شرایط مذکور نداشتند. عملکرد درختان با پایه نارنج در شرایط کم آبیاری تفاوت معنی‌داری با آبیاری کامل نداشت. این درختان در شرایط آبیاری کامل، عملکرد مشابهی با درختان دارای پایه‌های SFS و C35 داشتند ولی در شرایط کم‌آبیاری، عملکرد بیشتر از آنها داشتند. کم‌آبیاری در پایه‌های سیترومله، کاریزو سیترنج و نارنج سبب افزایش بهره‌وری آب آبیاری شد. در مجموع، از نظر مدیریت بهینه آب، پایه های سیترومله و کاریزوسیترنج می‌توانند به عنوان پایه‌هایی مناسب برای کشت مرکبات در مناطق مشابه محل تحقیق معرفی شوند.

واژه‌های کلیدی: اقلیم‌پذیری، تنش آبی، تنش خشکی، سازگاری، کم‌آبیاری.

مقدمه

مرکبات در بین محصولات باغی جایگاه ویژه‌ای در جهان و ایران داشته و مازندران رتبه اول تولید و سطح زیرکشت این محصول در کشور را به خود اختصاص داده است. پرتقال تامسون ناول از ارقام تجاری برتر مناطق مرکبات‌خیز کشور محسوب می‌شود. پایه‌های مرکبات نقش بسزایی در رشد، عملکرد، جذب آب از خاک، مصرف آب، کیفیت میوه، تحمل به بیماری‌ها و بسیاری از ویژگی‌های مهم دارد و آب هم در فتوسنتز، تعرق و تولید محصول دخالت دارد. از اینرو بررسی صفات کمی و کیفی پرتقال تامسون ناول روی سه پایه کاریزو سیترنج، SFS و C35 در مقایسه با پایه‌های متداول نارنج و سیترومله می‌تواند در انتخاب پایه‌های برتر از نظر عملکرد کمی و کیفی میوه، مصرف آب و تحمل درختان پیوندی به آفات و بیماری‌ها و در نتیجه تاثیر بر اقتصاد باغداران مرکبات منطقه بسیار حائز اهمیت باشد. هدف اصلی این تحقیق، تعیین بهترین پایه و مقدار آبیاری برای پرتقال تامسون‌ناول از نظر رشد رویشی، عملکرد میوه و بهره‌وری آب آبیاری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت سه سال (از ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹) بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور (مقدار آبیاری و نوع پایه) در ایستگاه تحقیقات مرکبات خرم آباد تنکابن روی درختان پرتقال تامسون ناول اجرا شد. پایه‌ها شامل پایه‌های متداول نارنج و سیترومله و پایه‌های جدید کاریزوسیترنج، SFS و C35 بودند. مقدار آبیاری در دو سطح کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) و کم آبیاری (۵۰ درصد نیاز آبی) اعمال شد. نیاز آبی کامل روزانه درختان (WR بر حسب لیتر) بر اساس داده‌های تشتک تبخیر کلاس A (میلی‌متر) و با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

$$WR=[((Ep\times Kp\times Kc)-Pe)\times Ac\times Kr]/Ei$$

در این رابطه، Pe بارش موثر (میلی‌متر)، Ac سطح سایه‌اندازی درختان (متر مربع)، Kp ، Kc و Kr بترتیب ضرایب تشتک، گیاهی و سطح خیس شده در سایه‌انداز درختان و Ei راندمان آبیاری قطره‌ای است. آبیاری به روش قطره‌ای با استفاده از قطره‌چکان‌های با دبی

چهار لیتر بر ساعت) انجام شد. تعداد قطره‌چکان در تیمار کم‌آبیاری نصف تعداد آن در آبیاری کامل بود. حجم تاج (V بر حسب مترمکعب) با رابطه $V=(H\times W^2)/4$ (Hutchinson, 1977) تعیین شد. در این رابطه H و W بترتیب ارتفاع درخت و عرض تاج (هر دو برحسب متر) است. برای تعیین عملکرد درختان، همه میوه‌های هر درخت برداشت و با ترازوی دیجیتال وزن شد. بهره‌وری آب آبیاری از تقسیم عملکرد بر مقدار آب آبیاری بدست آمد. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حجم تاج نشان داد اثرات پایه، مقدار آب آبیاری و برهمکنش آنها روی حجم تاج معنی‌دار نبود. میانگین‌های حجم تاج نیز متاثر از تیمارهای آبی و پایه‌ها نبود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری درختان پرتقال تامسون ناول در دو شرایط آبیاری کامل و کم‌آبیاری.

مقادیر آبیاری	پایه‌ها	حجم تاج (m^3)	عملکرد درخت (kg)	بهره‌وری آب آبیاری (kg/m^3)
آبیاری کامل	نارنج	۳۶.۱۵۸	۵۸/۰۶^{b}	۹۲/۱۸^{f}
	سیترومله	۴۰.۶۹۷	۸۶/۸۱^{a}	۱۴۶/۱۴^{cd}
	کاریزو سیترنج	۴۹.۶۵۷	۸۸/۸۴^{a}	۱۳۶/۹۵^{d}
	SFS	۳۴.۴۵۷	۶۳/۳۵ ^{b}	۱۰۶/۶۳^{ef}
	C35	۴۱.۲۶۳	۶۶/۲۶ ^{b}	۹۸/۴۷^{ef}
کم آبیاری	نارنج	۴۲.۴۸۵	۵۸/۴۰^{b}	۱۶۹/۲۸^{c}
	سیترومله	۳۸.۱۰۰	۸۰/۱۶^{a}	۲۸۲/۹۸^{a}
	کاریزو سیترنج	۴۲.۰۸۸	۷۹/۱۱^{a}	۲۴۶/۶۰^{b}
	SFS	۳۴.۹۰۲	۳۱/۰۳^{d}	۱۰۴/۴۵^{ef}
	C35	۳۸.۰۴۲	۴۴/۵۱^{c}	۱۲۶/۰۹^{de}
آنالیز واریانس	اثر سال	ns	**	**
	اثر پایه	ns	**	**
	اثر تیمار آبیاری	ns	**	**
	سال × پایه	ns	**	**
	سال × آبیاری	ns	ns	**
	آبیاری × پایه	ns	**	**

** معنی‌دار در سطح یک درصد. ns نامعنی‌دار. میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

در آزمایش روی نارنگی کلمانتین در منطقه نیمه خشک اسپانیا، با توقف آبیاری در مراحل اول و سوم رشد میوه و نیز پس از برداشت میوه (کم آبیاری تنظیم شده) رشد رویشی درختان روی هر دو پایه متحمل به خشکی کم شد و کاریزوسیترنج بیشتر از کلئوپاتراماندارین تحت تأثیر کم آبی قرار گرفت (Romero et al., 2006). در آزمایش ورنا لمون روی دو پایه نارنج و ماکروفیلا، کم آبیاری در درختان با پایه ماکروفیلا سبب کاهش رشد رویشی شد ولی در نارنج این وضعیت ایجاد نشد (Robles et al., 2017). تفاوت نتایج این تحقیق (مربوط به حجم تاج در جدول ۱) با دو آزمایش یاد شده در بالا (Romero et al., 2006 و Robles el al., 2017) را می‌توان به متفاوت بودن شرایط اقلیمی و تفاوت در تیمار کم‌آبیاری دانست. در تجزیه واریانس عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری، اثرات ساده سال، پایه و مقدار آبیاری معنی‌دار شد که بیانگر تفاوت سال‌ها و نیز تفاوت تیمارهای آزمایش از نظر دو صفت یاد شده است. همچنین برهمکنش سال و پایه از نظر هر دو صفت عملکرد و بهره‌وری آب معنی‌دار شد ولی برهمکنش سال و آبیاری، فقط از نظر بهره‌وری آب معنی‌دار شد. به بیان دیگر، عملکرد و بهره‌وری آب پایه‌های مورد مطالعه و بهره‌وری آب تیمارهای آبی به سال وابسته بود ولی عملکرد در تیمارهای آبی بستگی به سال نداشت. براساس تجزیه واریانس، برهمکنش پایه و مقدار آبیاری از نظر عملکرد و بهره‌وری آب درسطح یک درصد معنی‌دار شد. یعنی در همه پایه‌ها، میزان برتری آبیاری کامل بر کم‌آبیاری، از نظر این دو صفت، یکسان نیست. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد درختان با پایه

کاریزو سیترنج و سیترومله در شرایط آبیاری کامل (بترتیب ۸۸/۸ و ۸۶/۸ کیلوگرم بر درخت) و کم‌آبیاری (بترتیب ۷۹/۱ و ۸۰/۱ کیلوگرم بر درخت) تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی بیش از سه پایه دیگر در هر دو شرایط مذکور بودند. عملکرد درختان با پایه نارنج در شرایط کم آبیاری (۵۸/۴ کیلوگرم بر درخت)، تفاوت معنی‌داری با آبیاری کامل (۵۸/۱ کیلوگرم بر درخت) نداشتند، همچنین تفاوت معنی‌داری با درختان دارای پایه‌های SFS و C35 در شرایط آبیاری کامل نداشته ولی در شرایط کم‌آبیاری عملکرد بیشتری داشتند. با توجه به این اعداد و فاصله کاشت درختان آزمایشی، عملکرد در هکتار پرتقال تامسون ناول روی پایه‌های کاریزو سیترنج و سیترومله در شرایط آبیاری کامل بترتیب: ۳۷ و ۳۶/۲ تن و در شرایط کم‌آبیاری بترتیب ۳۳ و ۳۳/۴ تن بدست آمد. قابل ذکر است طبق آمارنامه سال ۱۴۰۲ وزارت جهاد کشاورزی، میانگین عملکرد پرتقال‌ها در مازندران در شرایط آبی ۲۷/۳ و در شرایط دیم ۲۱/۲ تن در هکتار گزارش شده است. بنابراین شاید بتوان گفت که انتخاب صحیح پایه و مدیریت آبیاری می‌تواند در بهبود عملکرد و بهره‌وری آب باغ‌های پرتقال مازندران موثر باشد. براساس مقایسه میانگین‌ها، کم آبیاری در پایه‌های SFS و C35 سبب کاهش عملکرد شد و در سایر پایه‌ها تأثیری بر عملکرد نداشت (جدول ۱). به بیان دیگر، در شرایط آزمایش این دو پایه به کم‌آبی تا ۵۰ درصد نیاز کامل، حساس‌بودند و SFS حساس‌ترین پایه نسبت به کم آبی در بین پایه‌های مورد مطالعه بود. یافته‌ها در منطقه نیمه خشک اسپانیا به مدت سال نشان داد که توقف آبیاری در مراحل اول و سوم رشد و نیز پس از برداشت میوه (کم آبیاری تنظیم شده) برای درختان نارنگی کلمانتین روی پایه کاریزو سیترنج در دو سال و روی کلئوپاترا ماندارین در یک سال سبب کاهش معنی‌دار عملکرد شد (Romero et al., 2006) ولی برای پرتقال لین لیت روی هیچ یک از دو پایه مذکور (Perez-Perez et al., 2008) و همچنین برای ورنا لمون روی دو پایه نارنج و ماکروفیلا (Robles et al., 2017)، مشابه نتایج مربوط به پایه‌های نارنج، کاریزو سیترنج و سیترومله در تحقیق حاضر، سبب کاهش عملکرد نشد. بهره‌وری آب آبیاری در پایه‌های سیترومله، کاریزو سیترنج و نارنج در دو تیمار کم‌آبیاری و آبیاری کامل متفاوت بود و کم‌آبیاری سبب افزایش بهره‌وری آب آبیاری شد (جدول ۱). این نتایج در مورد پایه نارنج و کاریزو سیترنج، همسو با آزمایش کم آبیاری درختان ورنا لمون روی نارنج (Robles et al., 2017) و پرتقال لین لیت روی پایه کاریزو سیترنج بود (Perez-Perez et al., 2008). مقایسه پایه‌ها در هر یک از دو تیمار آبیاری در جدول ۱ نشان می‌دهد که: در شرایط آبیاری کامل درختان با پایه‌های سیترومله و کاریزو سیترنج دارای بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری هستند. مطالعات سایر محققان نشان داد عملکرد درختان روی دو پایه کاریزوسیرنج و کلئوپاتراماندارین در شرایط آبیاری کامل برای نارنگی کلمانتین (دو سال از سه سال) و پرتقال لین لیت (در هر سه سال آزمایش) مشابه بود (Romero et al., 2006; Perez-Perez et al., 2008). از نظر بهره‌وری آب در شرایط آبیاری کامل، پایه های کاریزوسیترنج و کلئوپاتراماندارین واکنش مشابه داشتند (Perez-Perez et al., 2008) ولی پایه ماکروفیلا در مقایسه با نارنج، بهره‌وری آب بیشتری داشت (Robles et al., 2017). در شرایط کم‌آبیاری آزمایش ما، سیترومله و کاریزوسیترنج دارای بیشترین عملکرد و نارنج، SFS و C35 بترتیب در جایگاه‌های پایین‌تر قرارداشتند. از نظر بهره‌وری آب در این شرایط، سیترومله دارای بیشترین بهره‌وری و پس از آن پایه‌های کاریزوسیترنج و نارنج و در آخر پایه‌های SFS و C35 (با گروه‌بندی مشابه) قرار داشند (جدول ۱). در مطالعه نارنگی کلمانتین و پرتقال لین‌لیت روی پایه‌های کاریزوسیرنج و کلئوپاتراماندارین (Romero et al., 2006; Perez-Perez et al., 2008) و نیز پایه‌های نارنج و ماکروفیلا روی ورنا لمون (Robles et al., 2017)، تنها در یک سال عملکرد نارنگی کلمانتین روی پایه کلئوپاتراماندارین بیشتر از کاریزو سیترنج بود. اندازه‌گیری‌های پتانسیل آب هشت پایه با سه مقدار آبیاری نشان داد که پایه‌های Furr، سیترومله و ولکامریانا به تنش آبی حساس‌تر از بقیه بودند، در حالی که پایه‌های Bitters، macrophylla Carpenter مقادیر مشابهی را در همه تیمارهای آبی حفظ کردند (Modica et al., 2025).

منابع

Modica, G., Arcidiacono, F., Puglisi, I., Baglieri, A., La Malfa, S., Gentile, A., ... and Continella, A. 2025. Response to water stress of eight novel and widely spread citrus rootstocks. Plants, 14(5): 773.

Pérez-Pérez, J. G., Romero, P., Navarro, J. M. and Botía, P. 2008. Response of sweet orange cv. 'Lane Late' to deficit irrigation in two rootstocks. I: Water relations, leaf gas exchange and vegetative growth. Irrigation Science, 26: 415–425.

Robles, J. M., Botía, P. and Pérez-Pérez, J. G. 2017. Sour orange rootstock increases water productivity in deficit irrigated 'Verna' lemon trees compared with *Citrus macrophylla*. Agricultural Water Management, 186: 98–107.

Romero, P., Navarro, J. M., Pérez-Pérez, J., García-Sánchez, F., Gómez-Gómez, A., Porras, I., Martinez, V. and Botía, P. 2006. Deficit irrigation and rootstock: Their effects on water relations, vegetative development, yield, fruit quality and mineral nutrition of Clemenules mandarin. Tree Physiology, 26: 1537–1548.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The interaction of rootstock and irrigation rate on canopy volume, yield and water productivity of Thomson Navel orange trees.

Hormoz Ebadi[1*], Reza Fifaei[1] and Javad Fattahi Moghaddam[1]
1-Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar; Iran
[*]*Corresponding Author: h.ebadi@areeo.ac.ir*

Abstract

This research was conducted as a factorial in a randomized complete block design with two factors of irrigation amount and rootstock type on Thamson navel orange in Khorramabad Tonekabon Citrus Research Station for three years. The irrigation amounts were 100 and 50 percent of the water requirement and five rootstock types included Sour orange, Carrizo citrange, Citromello, SFS and C35. The results showed that the interaction of rootstock and irrigation amount on canopy volume was not significant. Yield of the trees on Carrizo citrange and Citromello in both irrigation amounts was more than the other three rootstocks and had no significant difference in both irrigation amounts. Yields on Sour orange rootstock in deficit irrigation had no significant difference from full irrigation. The trees' yield on Sour orange, SFS and C35 was statistically similar to full irrigation treatment. But in deficit irrigation, the yields on Sour orange rootstock were more than the other two. Deficit irrigation on Citromello, Carrizo citrange and Sour orange rootstock increased irrigation water productivity. In general, Citromello and Carrizo citrange can be introduced as suitable rootstocks for citrus cultivation in areas similar to the research site. In summary, from the point of view of optimal water management, Citromello and Carrizo citrange could be recommended as suitable rootstocks for citrus cultivation in areas similar to the research site.

Keywords: Adaptation study, Climate resilience, Deficit irrigation, Drought stress, Water stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مطالعه مروری بر اثرات متقابل سیستم‌های هیدروپونیک عمودی و فناوری نورپردازی LED بر افزایش بهره‌وری و کیفیت محصولات باغبانی

نفیسه جلالی[1*]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: *nafisejalali4@gmail.com*

چکیده

شهرنشینی یک فرآیند پیچیده اجتماعی _ اقتصادی است که روستاهای پیشین را به سکونتگاه‌های شهری تبدیل می‌کند و به طور همزمان توزیع فضایی جمعیت را از مناطق روستایی به مناطق شهری تغییر می‌دهد. جمعیت شهری جهان از ۰.۷۵ میلیارد نفر در سال ۱۹۵۰ به ۴.۲۲ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است و پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۶.۶۸ میلیارد نفر برسد. با افزایش نرخ شهرنشینی، زمین‌های بیشتری از زیر سطح کشت و تولیدات کشاورزی خارج شده و برای توسعه شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند که این امر موجب کاهش تولید مواد غذایی می‌شود. در عین حال، افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش تقاضا، به ایجاد یک ناامنی غذایی منجر خواهد شد. بنابراین یک راهکار امیدوارکننده برای ایجاد امنیت غذایی و مقابله با این مسئله جهانی، طراحی سیستم‌های کشت عمودی هیدروپونیک و تلفیق این نوع کشت با لامپ های LED می‌باشد. اجرای این راهکار باعث افزایش قابل توجهی در تولید مواد غذایی نسبت به روش‌های سنتی کشاورزی شده و عملکرد محصول نیز در این سیستم‌ها با تیمار نورهای LED به عنوان جایگزین نور خورشید افزایش چشمگیری خواهد داشت. در این مقاله مروری، بکارگیری کشت عمودی و نور مصنوعی و اثرات آن‌ها بر رفع چالش‌های حوزه کشاورزی مورد بحث قرار خواهند گرفت.

کلمات کلیدی: کشاورزی عمودی، لامپ LED، هیدروپونیک.

مقدمه

هیدروپونیک با ریشه در واژه‌های یونانی به معنای کار با آب، امکان پرورش گیاهان بدون وابستگی به خاک که یک محیط کشت طبیعی ناهمگن همراه با عوامل بیماری‌زاست و ممکن است غیرحاصلخیز، شور یا سدیمی باشد را فراهم می‌آورد و به عنوان یک راهکار مدرن در صنعت گلخانه‌ای برای تولید محصولی با کیفیت و بازده بالاتر، کاهش ضایعات و مصرف بهینه نهاده‌ها شناخته می‌شود (Gruda et al., 2018). اخیرا، راهکاری برای مهار محدودیت‌های توسعه کشاورزی پایدار و تامین مواد غذایی در سراسر جهان، صرف نظر از موقعیت جغرافیایی ارائه شده است که نگرانی‌های تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را تا حدودی برطرف ساخته است. این راهکار همان، ایجاد سیستم‌های کشاورزی داخلی یا عمودی (Vertical Farming Systems) است. (VFS)، سیستم‌های پیشرفته کشت در فضای بسته و در لایه‌های انباشته به صورت عمودی است که امکان تولید فشرده و استاندارد سبزیجات، گیاهان دارویی، گل‌های زینتی و میوه‌های تازه را فراهم می‌کند(Gao et al., 2021). تولید محصول در (VFS)، وابسته به کنترل شرایط محیطی مانند کنترل دما، نور، اتوماسیون آبیاری و تامین محلول‌های مغذی است. این روش اغلب با سیستم هیدروپونیک و کشاورزی در محیط کنترل شده (CEA) ادغام می‌شود. هدف اصلی کشاورزی عمودی به حداکثر رساندن تولید محصولات در یک فضای محدود، کاهش تهدید آفات و بیماری‌ها و همچنین افزایش کارایی، پایداری و بهره‌وری در کشاورزی است. نورپردازی LED یکی از اجزای حیاتی در مزرعه عمودی در محیط کنترل شده است که با فراهم کردن سطوح نوری کم تا متوسط، فتوسنتز را افزایش داده و رشد گیاه را تقویت می‌کند (Pinho et al., 2012). دیودهای ساطع کننده نور (Light - Emitting Diodes) نوعی دیود نیمه رسانا هستند که امکان کنترل ترکیب طیفی و شدت نور را برای تطبیق با

گیرنده‌های نوری گیاه فراهم می‌کنند. آن‌ها رشد گیاه را بهبود بخشیده و بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژی گیاه اثر گذارند (Yeh and Chung, 2009). این دیودها با ویژگی‌های منحصر به فردشان، پتانسیل زیادی برای متحول کردن روشنایی در باغبانی تجاری دارند. این ویژگی‌ها شامل طیف نوری قابل تنظیم، طول عمر بالا، انرژی حرارتی پایین و بازدهی انرژی رو به بهبود است که کاربرد نوآورانه با سودآوری بالا را فراهم می‌کند. شواهد نشان می‌دهد که نور LED با طول موج‌های خاص، می‌تواند ارزش غذایی و سلامت محصولات باغبانی را بهبود ببخشد و در فصول کم نور، با تامین نور تکمیلی میزان نور دریافتی گیاهان را افزایش دهد. تشخیص اثرات نور بر گیاهان ارتباط نزدیکی با گونه گیاهی و متغیرهای محیطی دارد. علاوه بر این طیف نور و نسبت نور تأثیر به سزایی بر رشد گیاه دارند. با این حال مطالعات اخیر بر طول موج‌های اصلی طیف مورد نیاز گیاهان یعنی طول موج قرمز (R) و آبی (B) متمرکز شده است. زیرا این طول موج‌ها نزدیک به طول موج جذب رنگدانه‌های فتوسنتزی است و به طور مؤثری فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Sabzalian et al., 2014). بسیاری از مطالعات نقش نور قرمز را در افزایش تجمع زیست توده، طویل شدن ساقه و گسترش برگ و همچنین نورآبی را در تولید کلروفیل، بازشدن روزنه‌ها و فتوسنتز تایید کرده‌اند (Wang, 2014). بنابراین ledهای تک رنگ قرمز (R) و آبی (B) و ledهای ترکیبی RB (قرمز- آبی)، به طور گسترده در تحقیقات علمی و کشاورزی عمودی تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال گیاهانی که در معرض نور ترکیبی RB قرار می‌گیرند معمولا به چشم انسان به رنگ خاکستری مایل به بنفش دیده می‌شوند که منجر به مشکلاتی در ارزیابی سلامت بصری گیاهان مانند علائم بیماری، کمبودهای تغذیه‌ای و اختلالات فیزیولوژیکی می‌شود (Ouzounis et al., 2015). افزودن نور سبز (G) به عنوان یک راه‌حل ممکن برای این محدودیت در نظر گرفته شده است. گزارش‌ها حاکی از آن است که نور سبز تأثیر کمی بر فتوسنتز و فتومورفوژنز در گیاهان دارد اما توانایی زیادی برای نفوذ در لایه‌های تاخورده برگ و سایه‌انداز گیاه دارد که می‌تواند فتوسنتز را در قسمت‌های پایین برگ و جذب کربن را افزایش دهد (Smith et al., 2017). با این حال نور سبز به دلیل ناکارآمدی در تبدیل الکترسیته به فوتون، به طور گسترده در کشت عملی گیاهان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. از این رو استراژدی دیگر استفاده از نور سفید (W) حاوی نور سبز است. فناوری پیشرفته LED، نور LED سفید را که شامل طیف نوری سبز، قرمز و آبی است امکان پذیر می‌کند. نور سفید می‌تواند با ترکیب چندین تراشه led که نورهای B، R و G را منتشر می‌کنند ایجاد شود. این راهکار می‌تواند در سیستم‌های کشت عمودی جهت بهبود رشد گیاه و فراهم کردن روشنایی مطلوب برای بینایی انسان مورد استفاده قرار گیرد (Cope and Bugbee, 2013). این رویکرد دارای قابلیت اطمینان و دوام بالا و مصرف انرژی کم است. در تحقیقی اثر نورهای قرمز و آبی در سیستم کشت عمودی بر روی کاهو، کلم، خیار و اسفناج مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که استفاده از نورهای قرمز و آبی موجب افزایش میزان آنتی اکسیدان‌ها، فنل و قند می‌گردد (Najera et al., 2022). مطالعه‌ای با هدف بررسی منابع نوری led بر رشد و کیفیت دو رقم کاهوی باترهد و رومی در سیستم کشت عمودی انجام گرفت. سه منبع نوری شامل سفید معمولی (NWL) با طول موج‌های (۴۵۳ نانومتر آبی، ۵۸۶ نانومتر سبز و ۶۶۵ نانومتر قرمز) و دو نور سفید خاص (SWL1) با طول موج‌های (۴۳۷ نانومتر آبی، ۵۲۶ نانومتر سبز و ۶۶۵ نانومتر قرمز،) و (SWL2) با طول موج‌های (۴۳۷ نانومتر آبی، ۵۷۸ نانومتر سبز و ۶۶۵ نانومتر قرمز) در مقایسه با نور ترکیبی قرمز_ آبی (RB) با طول موج‌های (۴۴۴ نانومتر آبی و ۶۶۵ نانومتر قرمز) انجام گرفت. نتایج نشان داد تیمارهای (SWL1) و (SWL2) در مقایسه با تیمار (RB) منجر به رشد بیشتر هر دو رقم کاهو گردید. در تیمارهای (SWL2) و (RB) در مقایسه با تیمار (SWL1) و (NWL) بیشترین میزان ترکیبات فنلی و فنولوئیک در هر دو رقم مشاهده گردید. همچنین راندمان مصرف نور و انرژی در تیمارهای (SWL1) و (SWL2) بیشترین میزان بود (Nguyen at al., 2021).

انواع سیستم‌های کشاورزی عمودی

کشاورزی عمودی در شکل‌ها و اندازه‌های مختلفی وجود دارد، از سیستم‌های ساده دو طبقه یا دیواری گرفته تا انبارهای بزرگ چند طبقه. اما همه مزارع عمودی از یکی از سه سیستم بدون خاک برای تأمین مواد مغذی گیاهان استفاده می‌کنند که شامل هیدروپونیک، آیروپونیک و آکواپونیک می‌باشند.

هیدروپونیک

سیستم کشت غالب مورد استفاده در مزارع عمودی است و شامل پرورش گیاهان در محلول‌های غذایی بدون خاک است. ریشه‌های گیاهان در محلول غذایی غوطه‌ور می‌شوند که مرتباً کنترل و در گردش است تا از حفظ ترکیب شیمیایی صحیح اطمینان حاصل شود.

آیروپونیک

سازمان ملی هوانوردی و فضایی (ناسا) مسئول توسعه این تکنیک نوآورانه کشت در فضای بسته است. در دهه ۱۹۹۰، ناسا به یافتن راه‌های کارآمد برای پرورش گیاهان در فضا علاقه‌مند شد و اصطلاح «آیروپونیک» را ابداع کرد که به صورت «پرورش گیاهان در محیطی از هوا/ مه بدون خاک و با آب بسیار کم» تعریف می‌شود. AeroFarms، شرکت پیشرو در کشاورزی عمودی آیروپونیک در ایالات متحده، در حال حاضر در حال ساخت بزرگترین مزرعه عمودی در کشور در نیوجرسی است. سیستم آیروپونیک تاکنون کارآمدترین سیستم پرورش گیاه برای مزارع عمودی بوده است که تا ۹۰٪ آب کمتری نسبت به حتی کارآمدترین سیستم‌های هیدروپونیک مصرف می‌کند. همچنین نشان داده شده است که گیاهانی که در سیستم‌های آیروپونیک رشد می‌کنند، مواد معدنی و ویتامین‌های بیشتری را جذب می‌کنند و گیاهان سالم‌تر و مغذی‌تر هستند.

آکواپونیک

سیستم آکواپونیک، سیستم هیدروپونیک را یک قدم فراتر می‌برد و گیاهان و ماهی‌ها را در یک اکوسیستم واحد ترکیب می‌کند. ماهی‌ها در استخرهای سرپوشیده پرورش داده می‌شوند و فضولات غنی از مواد مغذی تولید می‌کنند که به عنوان منبع تغذیه گیاهان در مزرعه عمودی استفاده می‌شود. گیاهان نیز به نوبه خود، فضولات را تصفیه می‌کنند که به استخرهای پرورش ماهی بازیافت می‌شوند (Birkby, 2016).

استفاده از فناوری در حوزه کشاورزی عمودی

همزمان با مواجهه جهان به ضرورت تأمین منابع غذایی پایدار برای جمعیت رو به رشد جهانی، پیشرفت‌های تکنولوژیکی به عنوان کاتالیزورهایی در شیوه‌های کشاورزی ظهور کرده‌اند (Halder et al., 2024). در حوزه کشاورزی عمودی، ادغام فناوری‌های پیشرفته از جمله حسگرها، هوش مصنوعی و رباتیک موجب افزایش کارایی، بهره‌وری انرژی، دقت و مقیاس‌پذیری شده است. حسگرها و سیستم‌های هوش مصنوعی به طور مداوم شرایط محیطی را رصد کرده و تضمین می‌کنند که منابعی مانند آب، نور و مواد مغذی با دقت مورد استفاده گیاهان قرار گیرند. این سطح از کنترل، ضایعات را به حداقل می‌رساند و شیوه‌های کشاورزی پایدار را ترویج می‌دهد. با ادامه شهرنشینی در جهان، پذیرش این نوآوری‌ها در ایجاد مزارع عمودی پایدار، مقاوم و از نظر فناوری، پیشرفته ضروری می‌شود. تلفیق فناوری در کشاورزی عمودی نویدبخش آینده‌ای است که در آن کشاورزی عمودی به عنوان سنگ بنایی در پرداختن به چالش‌های امنیت غذایی جهانی قرار می‌گیرد (Yusoff et al., 2023). حسگرها اجزای جدایی‌ناپذیر در فناوری کشاورزی عمودی هستند. این دستگاه‌ها برای نظارت و کنترل پارامترهای مختلف محیطی حیاتی برای رشد گیاه، مانند رطوبت، دما، شدت نور و سطح مواد مغذی، مستقر می‌شوند. سیستم‌های حسگر خودکار، داده‌هایی را ارائه می‌دهند که کشاورزان را قادر می‌سازند تا در مورد تنظیم شرایط در مزرعه عمودی، تصمیمات آگاهانه‌ای بگیرند. به عنوان مثال، حسگرها می‌توانند تنظیماتی را در سیستم‌های آبیاری و دسترسی به مواد مغذی بر اساس نیازهای خاص محصولات ایجاد کنند. این سطح از دقت، شرایط بهینه رشد را تضمین می‌کند و منجر به افزایش بازده و بهره‌وری منابع می‌شود. علاوه بر این، حسگرها می‌توانند مکانیسم‌های صرفه‌جویی در انرژی، مانند سیستم‌های تهویه و خنک‌کننده کارآمد را فعال کنند. هوش مصنوعی (AI) در حوزه کشاورزی عمودی، انقلابی اساسی است و اتوماسیون و تصمیم‌گیری هوشمند را به خط مقدم می‌آورد (Dauvergne, 2020). الگوریتم‌های هوش مصنوعی، حجم عظیمی از داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط حسگرها را پردازش می‌کنند و الگوها را برای بهینه‌سازی شرایط رشد

تجزیه و تحلیل می‌کنند (Sanni et al., 2024). هوش مصنوعی در وظایفی از جمله خودکارسازی کنترل آب و هوا و آبیاری گرفته تا پیش‌بینی زمان‌های بهینه برداشت به کار گرفته می‌شود. هوش مصنوعی با کاهش نیاز به مداخله دستی و به حداکثر رساندن استفاده از منابع، به طور قابل توجهی به پایداری و بهره‌وری مزارع عمودی کمک می‌کند (Siropyan et al., 2022). سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند با تنظیم شدت و مدت زمان بر اساس مراحل رشد گیاه و عوامل خارجی، استفاده از نور مصنوعی را بهینه کنند. رباتیک نقش مهمی در دستیابی به کشاورزی دقیق در کشاورزی عمودی ایفا می‌کند. سیستم‌های رباتیک برای انجام وظایف مختلف مانند کاشت، برداشت و حتی نگهداری محصول طراحی شده‌اند. بازوهای رباتیک با کنترل دقیق می‌توانند لایه‌های عمودی مزارع را با دقت بی‌نظیر پیمایش کنند و اطمینان حاصل کنند که هر گیاه مراقبت لازم را دریافت می‌کند ادغام رباتیک در کشاورزی عمودی نه تنها دقت را افزایش می‌دهد، بلکه مقیاس‌پذیری عملیات کشاورزی عمودی را نیز تسهیل می‌کند (Owebor et al., 2022).

نتیجه‌گیری

مشکلات نوظهور امنیت غذایی، شهرنشینی، کمبود زمین‌های کشاورزی، افزایش نیازهای غذایی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، بر نیاز به سیستم‌های کشاورزی عمودی تاکید دارد. جمعیت رو به افزایش جهان در آینده قادر خواهد بود با کمک کشاورزی عمودی که یک جایگزین سازگار با محیط زیست، کم‌مصرف و امیدوارکننده برای کشاورزی مرسوم است خود را تغذیه کند. در حال حاضر، کشاورزی عمودی به دلیل توانایی‌اش در مدیریت منابع و تولید غذای با کیفیت بالا، به طور فزآینده ای در سراسر جهان محبوب شده است. نیاز به سرمایه اولیه بالا، کمبود تخصص، مصرف انرژی بالا، نگهداری و مدیریت مدام محصول و دشواری‌های گرده‌افشانی موانع اصلی اجرای مزرعه کشت عمودی است. توسعه روش‌های کم‌هزینه و ساده که شامل نیروی کار کمتر و هزینه‌های کلی راه‌اندازی و عملیاتی پایین‌تر باشند برای اجرای موفقیت‌آمیز فناوری‌های کشاورزی عمودی بسیار مهم هستند. نتایج مطاعات به دست آمده حاکی از افزایش عملکرد در واحد سطح، بهبود ویژگی‌های کیفی نظیر محتوای مواد مغذی و کاهش قابل توجه در مصرف منابع حیاتی هم‌چون آب و کود با استفاده از این روش نوین کشاورزی می‌باشد. هم افزایی این دو فناوری، پتانسیل قابل توجهی را برای دستیابی به سیستم‌های تولید غذای پایدار و کارآمد در آینده ارائه می‌دهد.

منابع

Birkby, J. 2016. Vertical farming | ATTRA | Sustainable Agriculture Program. 2(1): 1–12.

Cope, K. R. and Bugbee, B. 2013. Spectral effects of three types of white light-emitting diodes on plant growth and development: Absolute versus relative amounts of blue light. HortScience, 48: 504–509.

Dauvergne, P. 2020. AI in the wild: Sustainability in the age of artificial intelligence. MIT Press.

Gao, M., He, R., Shi, R., Li, Y., Song, S., Zhang, Y., Su, W. and Liu, H. 2021. Combination of selenium and UVA radiation affects growth and phytochemicals of broccoli microgreens. Molecules, 26(15): 4646.

Gruda, N., Savvas, D., Colla, G. and Rouphael, Y. 2018. Impacts of genetic material and current technologies on product quality of selected greenhouse vegetables: A review. European Journal of Horticultural Science, 83(5): 319–328.

Halder, S., Shrikrishna, N. S., Sharma, R., Bhat, P. and Gandhi, S. 2024. Raising the bar: Exploring modern technologies and biomaterials for enhancing food safety and quality: A comprehensive review. Food Control, 159: 110287.

Nájera, C., Gallegos-Cedillo, V. M., Ros, M. and Pascual, J. A. 2022. LED lighting in vertical farming systems enhances bioactive compounds and productivity of vegetable crops. Biology and Life Sciences Forum, 24.

Nguyen, T. K. L., Cho, K. M., Lee, H. Y., Cho, D. Y., Lee, G. O., Jang, S. N., Lee, Y., Kim, D. and Son, K. H. 2021. Effects of white LED lighting with specific shorter blue and/or green wavelength on the growth and quality of two lettuce cultivars in a vertical farming system. Agronomy, 11(11): 2111.

Ouzounis, T., Rosenqvist, E. and Ottosen, C. O. 2015. Spectral effects of artificial light on plant physiology and secondary metabolism: A review. HortScience, 50: 1128–1135.

Owebor, K., Diemuodeke, O. E., Briggs, T. A., Eyenubo, O. J., Ogorure, O. J. and Ukoba, M. O. 2022. Multi-criteria optimisation of integrated power systems for low-environmental impact. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 44(2): 3459–3476.

Pinho, P., Jokinen, K. and Halonen, L. 2012. Horticultural lighting: Present and future challenges. Lighting Research and Technology, 44(4): 427–437.

Sabzalian, M. R., Heydarizadeh, P., Zahedi, M., Boroomand, A., Agharokh, M., Sahba, M. R. and Schoefs, B. 2014. High performance of vegetables, flowers, and medicinal plants in a red-blue LED incubator for indoor plant production. Agronomy for Sustainable Development, 34: 879–886.

Sanni, O., Adeleke, O., Ukoba, K., Ren, J. and Jen, T. C. 2024. Prediction of inhibition performance of agro-waste extract in simulated acidizing media via machine learning. Fuel, 356: 129527.

Siropyan, M., Celikel, O. and Pinarer, O. 2022. Artificial intelligence driven vertical farming management system. Proceedings of the World Congress on Engineering.

Smith, H. L., McAusland, L. and Murchie, E. 2017. Don't ignore the green light: Exploring diverse roles in plant processes. Journal of Experimental Botany, 68: 2099–2110.

Wang, X. Y., Xu, X. M. and Cui, J. 2014. The importance of blue light for leaf area expansion, development of photosynthetic apparatus, and chloroplast ultrastructure of *Cucumis sativus* grown under weak light. Photosynthetica, 53: 213–222.

Yeh, N. and Chung, J. P. 2009. High-brightness LEDs: Energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13(8): 2175–2180.

Yusoff, M. S. M., Ismail, A., Yusoff, N. and Wahi, R. 2023. Agriculture: Innovations in vertical cultivation systems for community development. E3S Web of Conferences, 437: 03007.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

A review of the interaction effects of vertical hydroponic systems and LED lighting technology on increasing the productivity and quality of horticultural products

Nafiseh Jalali[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[*]*Corresponding author: nafisejalali4@gmail.com*

Abstract

Urbanization is a complex socio-economic process that transforms former villages into urban settlements and simultaneously shifts the spatial distribution of population from rural to urban areas. The world's urban population has increased from 0.75 billion in 1950 to 4.22 billion in 2018 and is projected to reach 6.68 billion by 2050. As urbanization rates increase, more land is taken out of agricultural production and used for urban development, which reduces food production. At the same time, population growth and consequent demand growth will lead to food insecurity. Therefore, a promising solution to create food security and deal with this global issue is to design vertical hydroponic cultivation systems and combine this type of cultivation with LED lamps. The implementation of this solution will significantly increase food production compared to traditional agricultural methods, and crop yield in these systems will also increase significantly with the treatment of LED lights as an alternative to sunlight. In this review article, the use of vertical cultivation and artificial light and their effects on solving the challenges in the agricultural field will be discussed.

Key words: Hydroponics, LED lamps, Vertical farming.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر کربن آلی محلول بر بهبود عملکرد و جذب فسفر گیاه بامیه در سطوح مختلف فسفر

احسان غفوری[۱]، ادریس شعبانی[۱*]، ناصر عالم زاده انصاری[۱] و مجتبی نوروزی مصیر[۲]
۱– گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲– گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *edris.shabani@scu.ac.ir*

چکیده

با توجه به غلظت پایین، کارایی جذب کم و حرکت کند فسفر در خاک، ارائه راهکارهای سازگار با محیط زیست به منظور بهبود جذب فسفر گیاهان کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد. در این راستا آزمایشی زیر تونل پلاستیکی طی پاییز و زمستان ۱۴۰۲ اجرا گردید. در این آزمایش اثر سطوح مختلف کربن آلی و غلظت‌های مختلف فسفر بر عملکرد و مقدار فسفر بخش هوایی گیاه بامیه بررسی شد. تیمارهای این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف کربن آلی محلول (۰، ۵۰ و ۱۰۰ لیتر در هکتار) و سطوح مختلف کود فسفر (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سوپرفسفات تریپل بود. عملکرد بوته طی دوره رشد از تجمیع وزن بامیه‌های برداشت شده و غلظت فسفر بخش هوایی گیاه در پایان آزمایش با استفاده از هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسید هیدروکلریک بدست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از تیمار ۱۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی در قیاس با تیمار شاهد (صفر لیتر در هکتار کربن آلی و صفر کیلوگرم در هکتار فسفر) سبب افزایش ۶۱/۶۶ درصدی عملکرد شد. از یافته‌های جالب توجه این آزمایش عدم وجود اختلاف معنی‌دار در عملکرد بامیه‌های تحت غلظت ۱۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر می‌باشد که نشان از نقش موثر کربن آلی محلول در بهبود عملکرد بامیه در شرایط مصرف کمتر کود شیمیایی است. همچنین بر اساس نتایج این آزمایش، در تمام سطوح کود فسفر با افزایش غلظت کربن آلی محلول غلظت فسفر بخش هوایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به گونه‌ای که بیشترین غلظت فسفر در تیمار ۱۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدست آمد. بر اساس یافته‌های این آزمایش، استفاده از غلظت ۱۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به منظور بهبود عملکرد و جذب فسفر گیاه بامیه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بامیه، عملکرد، فسفر، کربن آلی محلول.

مقدمه

بامیه (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) یک گیاه پر نیاز به مواد مغذی است و چنانچه مقادیر مناسب مواد مورد نیاز را دریافت نکند، علائم فیزیولوژیک کمبود رخ داده و همچنین گرسنگی پنهان می‌تواند رشد گیاه را متوقف نماید (Sharma and Chadak, 2022). فسفر به مقدار قابل توجهی در خاک وجود دارد ولی به واسطه اکسیدهای فلزی و سرعت پایین انتشار آن در خاک تثبیت شده و بنابراین این عنصر جزء عناصر با دسترسی خیلی پایین برای گیاهان محسوب می‌شود. برای جبران غلظت پایین فسفر در دسترس گیاهان در خاک‌ها که عمدتاً کمتر از غلظت بهینه جذب می‌باشد (معمولاً کمتر از ۳ میلی مولار) می‌بایست از کودهای فسفره استفاده نمود (یونسی حمزه خانلو و همکاران، ۱۳۹۶). از طرفی دیگر یافته‌های میدانی ما در بازار کود ایران نشان می دهد که تنها در فاصله مرداد تا آذر ۱۳۹۹ قیمت کود منوپتاسیم فسفات و سوپرفسفات تریپل (به ترتیب به عنوان منابع اصلی تامین فسفر محصولات گلخانه ای و مزرعه ای) رشد ۵– ۴ برابری داشته است. علاوه بر محدودیت‌های ذکر شده، غلظت فسفر در محلول خاک بسیار ناچیز و در دامنه ۱–۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر و حرکت فسفر قابل‌دسترس در خاک بسیار کم (۰/۳ سانتی‌متر در سال) می‌باشد. علاوه بر این حتی تحت مدیریت بهینه، کارایی جذب فسفر به‌وسیله گیاه تنها ۳۰–۱۵ درصد در سال می‌باشد (Shabani et al., 2018). ماده آلی به عنوان یک مخزن آهسته رهش برای عناصر پرمصرف و عناصر کم مصرف عمل می‌کند. همچنین باعث خنثی شدن pH خاک شده و نیز نفوذ آب و هوا به داخل خاک را تسهیل نموده و باعث افزایش نگهداری آب در خاک می‌گردد. مؤلفه فعال مواد آلی خاک، به سرعت دستخوش تغییرات فیزیکی و شیمیایی شده و سریعاً

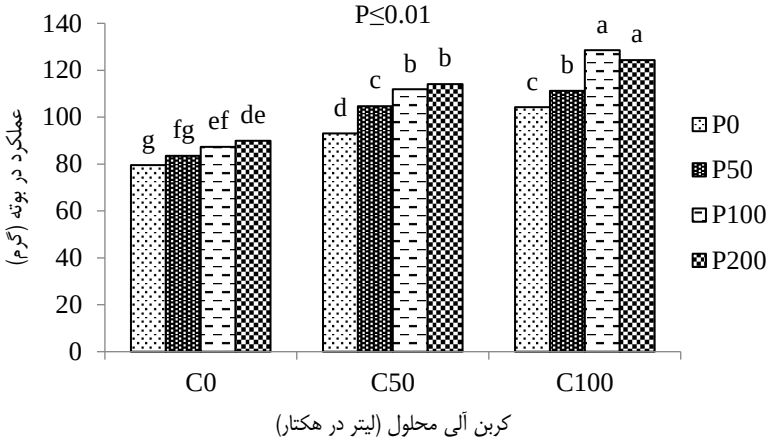
معدنی می‌گردد که به حاصلخیزی خاک کمک می‌نماید زیرا تجزیه شدن آن منجر به آزاد شدن مواد مغذی مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و غیره می‌گردد (Brust, 2019). با توجه به درصد پایین ماده آلی خاک‌های اکثر نقاط کشور، شوری و قلیایی بودن آن‌ها و همچنین مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، انجام یک مطالعه کاربردی در راستای بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش سطح دسترسی عناصری مهمی همچون فسفر کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد. در این راستا آزمایش حاضر سعی دارد تا با اعمال سطوح مختلف کربن آلی علاوه بر بهبود شرایط رشدی گیاه بامیه نقش موثری را در افزایش سطح دسترسی فسفر ایفا نماید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرستان آبادان و زیر تونل پلاستیکی طی پاییز و زمستان ۱۴۰۲ اجرا شد. در این پژوهش اثر سطوح مختلف کربن آلی و غلظت‌های مختلف فسفر بر عملکرد و مقدار فسفر بخش هوایی (شاخساره) گیاه بامیه بررسی شد. تیمارهای این پژوهش شامل غلظت‌های مختلف کربن آلی (۰، ۵۰ و ۱۰۰ لیتر در هکتار) و سطوح مختلف فسفر (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سوپرفسفات تریپل بود. خاک گلخانه حاوی ۱۰ پی‌پی‌ام فسفر، ۱/۰۱ درصد ماده آلی و با pH حدود ۷/۸ و EC حدود ۳/۲ dS/m بوده است. جهت انجام این پژوهش ابتدا بذور رقم حلبی بامیه به طور مستقیم در زمین اصلی کشت شد. آبیاری بذور تا زمان ظهور دو برگ حقیقی توسط آب معمولی انجام شد. کود فسفره قبل از کاشت بصورت مستقیم و دست پاش در کرت های مورد نظر اعمال شد. همچنین پس از ایجاد کرت‌های مورد نظر و ظهور دو برگ حقیقی، کربن آلی محلول در غلظت‌های ذکر شده به صورت کود آبیاری اعمال شد. جهت تامین کربن آلی محلول نیز از دو محصول Oseal C5® و Stina 400® تولید شرکت دانش بنیان نانو واحد صنعت پرشیا© به میزان یکسان (مطابق پیشنهاد شرکت سازنده) و جهت تامین سطوح مختلف کودهای فسفره از سوپرفسفات تریپل استفاده خواهد شد. محصول Oseal C5 دارای ۵/۲٪ وزنی/ وزنی کربن آلی (OC) و ۰/۱۱٪ وزنی/ وزنی نیتروژن کل (N) می باشد. همچنین محصول Stina 400 دارای ۷/۸٪ وزنی/ وزنی کربن آلی (OC) و ۰/۱۳٪ وزنی/ وزنی نیتروژن کل (N) می باشد. آبیاری هر ۷-۵ روز یکبار انجام شد. کربن آلی محلول هر ماه یکبار توسط آب آبیاری بر بوته های مورد نظر اعمال شد. آبیاری توسط سیستم آبیاری قطره ای و نوار تیپ انجام شد. فاصله بین بوته‌ها ۲۰ و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود (). فاصله بین هر بلوک از یکدیگر هم حدود ۷۰ سانتی متر بود. طول ردیف کاشت در هر بلوک نیز ۲ متر بود که به ازای هر سطح از تیمار فسفر در هر کرت ۲ ردیف کشت در نظر گرفته شد. عملکرد کل بوته طی دوره رشد و با تجمیع وزن بامیه‌های برداشت شده بدست آمد. در پایان آزمایش نیز جهت اندازه‌گیری غلظت فسفر در گیاه از هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسید هیدروکلریک استفاده شد (Chapman and Pratt, 1961). این آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در پایان آزمایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه آماری شد و در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن مورد مقایسه میانگین قرار گرفت.

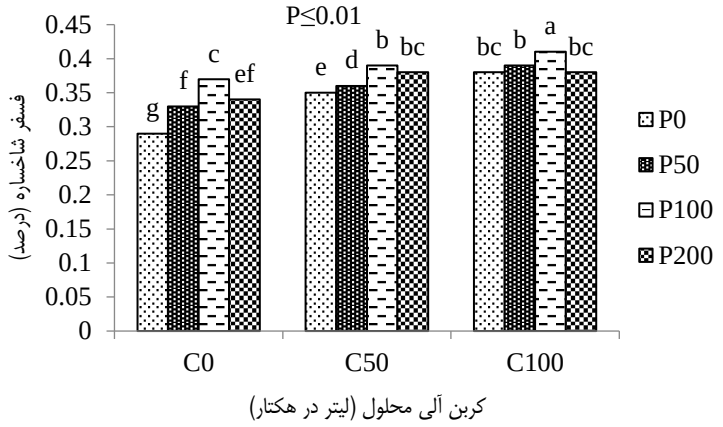
نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف کربن آلی و کود فسفره بر عملکرد بوته‌های بامیه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است (شکل ۱). بر اساس نتایج، بیشترین میزان عملکرد بوته در تیمار ۱۰۰ لیتر هکتار کربن آلی و فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۲۸/۵۲ گرم) و کمترین میزان عملکرد (۷۹/۵۰ گرم) در تیمار شاهد (تیمار صفر لیتر در هکتار کربن آلی و صفر کیلوگرم در هکتار فسفر) بدست آمد که سبب افزایش ۶۱/۶۶ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید (شکل ۱). مطابق نتایج در تمام سطوح فسفر با افزایش غلظت کربن آلی محلول عملکرد بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین در تمام سطوح کربن آلی محلول اختلاف معنی‌داری در عملکرد بوته‌های بامیه در سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر مشاهده نگردید که از نتایج جالب توجه این پژوهش می‌باشد. بر اساس این یافته‌ها بهبود عملکرد گیاه بامیه، با استفاده کمتر کودهای فسفره از طریق اعمال کربن آلی محلول در ناحیه ریزوسفر بامیه قابل انتظار است. مطالعات متعدد نشان داده است که افزودن مواد آلی به خاک در مرحله اول با تغییر pH خاک باعث ایجاد تغییرات ساختاری در جمعیت میکروارگانیسم‌ها می‌گردد. همچنین مواد آلی خاک باعث افزایش قابل توجه محتوای کربن آلی در خاک، افزایش فعالیت‌های آنزیمی مربوط به تجزیه نیتروژن و فسفر، افزایش دسترسی و جذب مواد غذایی و در نتیجه بهبود عملکرد محصول می‌شود (Cui et al., 2023).



شکل ۱– اثر سطوح مختلف کربن آلی محلول و کود فسفر بر عملکرد بامیه.

همچنین بر اساس نتایج این آزمایش، در تمام سطوح کود فسفر با افزایش غلظت کربن آلی محلول غلظت فسفر بخش هوایی (شاخساره) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۲)، به گونه‌ای که بیشترین غلظت فسفر در تیمار ۱۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدست آمد. در قیاس با تیمار شاهد، استفاده از تیمار ۱۰۰ لیتر در هکتار کربن آلی محلول و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر سبب افزایش ۴۱/۳۷ درصدی غلظت فسفر شاخساره گیاهان بامیه گردید (شکل ۲). مواد آلی می‌توانند دسترسی و جذب مواد غذایی را توسط گیاهان به‌شدت افزایش دهند. همچنین مواد آلی بر ذخیره مواد غذایی و قابلیت دسترسی آن در خاک اثر گذاشته و منبع اصلی ذخیره عناصر پر مصرف همچون نیتروژن، گوگرد و فسفر و نیز عناصر کم مصرف به ویژه آهن، مس و تا حدودی روی می‌باشند. بنابراین کربن آلی خاک، نقش اساسی در دسترسی به مواد مغذی خاک دارد و بر انتقال نیتروژن و احتمالاً گوگرد به ریشه گیاه تأثیر می‌گذارد و به شدت دسترسی به فسفر، آهن و مس را افزایش می‌دهد (Gerke, 2022).



شکل ۲– اثر سطوح مختلف کربن آلی محلول و کود فسفر بر مقدار فسفر شاخساره بامیه.

منابع

یونسی حمزه‌خانلو، م.، پاشایی، م.، خان‌میرزایی، ع.، شکوری‌فر، ف.، اسماعیل‌پور، م. و سبزی‌نوجه‌ده، م. ۱۳۹۶. اثر باکتری‌های تیوباسیلوس، گوگرد و کود آلی بر میزان جذب فسفر توسط ذرت. تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک، ۱(۲): ۲۴۹–۲۶۳.

Brust, G. E. 2019. Management strategies for organic vegetable fertility. In: Safety and Practice for Organic Food. Academic Press, 193–212.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. Priced Publication 4034. Division of Agriculture Sciences, University of California, Berkeley. 5–350.

Cui, J., Yang, B., Zhang, M., Song, D., Xu, X., Ai, C., Liang, G. and Zhou, W. 2023. Investigating the effects of organic amendments on soil microbial composition and its linkage to soil organic carbon: A global meta-analysis. The Science of the Total Environment, 894: 164899.

Gerke, J. 2022. The central role of soil organic matter in soil fertility and carbon storage. Soil Systems, 6(2): 33.

Shabani, E., Bolandnazar, S., Tabatabaei, S. J., Najafi, N., Alizadeh-Salteh, S. and Rouphael, Y. 2018. Stimulation in the movement and uptake of phosphorus in response to magnetic P solution and arbuscular mycorrhizal fungi in *Ocimum basilicum*. Journal of Plant Nutrition, 41(13): 1662–1673.

Sharma, R. and Chadak, S. 2022. Residual soil fertility, nutrient uptake, and yield of okra as affected by bioorganic nutrient sources. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 53(21): 2853–2866.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of dissolved organic carbon on improving the yield and phosphorus uptake of okra at different phosphorus levels

Ehsan Ghafori[1], Edris Shabani[1*], Naser Alemzadeh Ansari[1] and Mojtaba Norouzi Masir[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: edris.shabani@scu.ac.ir

Abstract

Given phosphorus's low concentration in soil, poor uptake efficiency, and slow mobility, developing environmentally friendly strategies to improve plant phosphorus absorption appears absolutely essential. In this regard, an experiment was conducted under plastic tunnel conditions during autumn and winter 2023. This study investigated the effects of different dissolved organic carbon levels and varying phosphorus concentrations on the yield and shoot phosphorus content of okra. The treatments of this experiment included different concentrations of dissolved organic carbon (0, 50 and 100 L/ha) and different levels of phosphorus fertilizer (0, 50, 100 and 200 Kg/ha) from the source of triple superphosphate. Plant yield during the growth period was obtained from the sum of the weight of harvested okra and the phosphorus concentration of the aerial part of the plant at the end of the experiment using dry combustion digestion and combination with hydrochloric acid. The results of this experiment showed that the use of 100 L/ha of organic carbon treatment compared to the control treatment (0 L/ha of organic carbon and 0 Kg/ha of phosphorus) increased the yield by 61.66%. An interesting finding of this experiment is the lack of significant differences in the yield of okra under the concentration of 100 L/ha of organic carbon in the treatments of 100 and 200 Kg/ha of phosphorus, which indicates the effective role of dissolved organic carbon in improving the yield of okra under conditions of lower chemical fertilizer use. Also, based on the results of this experiment, at all levels of phosphorus fertilizer, with increasing dissolved organic carbon concentration, the concentration of phosphorus in the aerial part increased significantly, such that the highest phosphorus concentration was obtained in the treatment of 100 L/ha of dissolved organic carbon and 100 Kg/ha of phosphorus. Based on the findings of this experiment, the use of a concentration of 100 L/ha of dissolved organic carbon and 100 Kg/ha of phosphorus is recommended to improve the yield and phosphorus absorption of okra.

Keywords: Dissolved organic carbon, Okra, Phosphorus, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر خاک و امنیت غذایی

سروش سرفرازی[1*]

۱- بخش شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد داراب، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: *Sorosarf@gmail.com*

چکیده

تغییرات اقلیمی در قرن بیست و یکم یکی از چالش های بزرگ و مهم و تأثیر گذار در امنیت غذایی و جنبه های مختلف زندگی بشر محسوب می شود . امروزه تامین و حفظ امنیت غذایی با توجه به تقاضای چشمگیر جمعیت و همچنین بهره کشی شدید از منابع و ذخایر محدود وتجدید ناپذیر، حفظ محیط زیست پایدار از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده واز دغدغه های مهم دولت کشورها در سال های اخیر می باشد. بحث تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر محیط یکی از موضوعات مهم در مطالعات و تحقیقات درسراسر دنیا به شمار می رود. محدودیت منابع غذایی و منابع تولید با توجه به رشد سریع جمعیت، آینده مبهمی را برای تامین مواد غذایی افراد رقم می زند به همین دلیل تغذیه، نقش مهم و اساسی در سبک زندگی سالم، بیماری های قلبی و عروقی ،سرطان، بقای نسل ایفا می کند. تامین امنیت غذایی ، کشاورزی پایدار، و حفظ منابع آب و خاک همراه با مسائل و ویژگی های اکولوژیکی و اجتماعی و راهبرد ها و سیاستگذاری های مهم آن، با توجه به اهمیت موضوع، رویکردی مناقشه آمیز است. بروز خشکسالی ها، افزایش دما، تولید گازهای گلخانه ای، افزایش فعالیت کارخانجات ، از دلایل روشن تغییر اقلیم و خدشه دار شدن امنیت غذایی می باشد. امنیت غذایی و تغییر اقلیم دو جزء جدایی ناپذیر هستند که به طور مستقیم بر روی یکدیگر تأثیر گذار هستند . بخش کشاورزی نهادی مهمی در عرصه تولید محصولات غذایی تلقی می شود ، که امروزه با چالش کاهش بارندگی ، حاصلخیزی خاک و تغییرات اقلیمی و عدم پتانسیل تولید روبرو می باشد. متاسفانه در دو دهه گذشته وقوع پدیده های تغییر کاربری زمین های کشاورزی، احداث پارک ها، شهرک های صنعتی، توسعه زیر ساخت ها، با سرعتی بیش از پیش در جریان ، و پرشتاب و در حال گسترش می باشد و تهدید مهمی برای امنیت غذایی محسوب شده و اقتصاد کشور را در بخش کشاورزی تهدید می کند . هدف از انجام این پژوهش ، جمع آوری نتایج تحقیقات و مطالب صورت گرفته در زمینه این موضوع و بررسی و تحلیل اثرات تغییرات اقلیم بر مؤلفه های دخیل در امنیت غذایی نظیر منابع آبی، کشاورزی، جنگل و کاربری زمین، بهداشت، صنعت، امنیت غذایی و امنیت ملی پایدار؛ و ازجمله روش ها و راهکارهای موثر، در این امر مورد بحث قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، برنامه‌ریزی راهبردی، تغییرات اقلیم.

مقدمه

افزایش دمای کره ی زمین در اتمسفر، نوسانات بارشی، کاهش آب کره زمین، سیل های ناشی از بارش های زیاد، خشکسالی، فرسایش خاک، بادهای سنگین، طوفان های شدید، مه، و غیر بیش ترین تأثیر را در تولید محصولات کشاورزی و مواد غذایی و منابع طبیعی و محیط زیست، جوامع انسانی داشته است. بروز خشکسالی ها و افزایش دما و تولید گازهای گلخانه ای و فعالیت کارخانجات باعث گرم شدن کره زمین و ایجاد پدیده تغییر اقلیم شده است. در سال های اخیر بحث تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر محیط زیست یکی از موضوعات مهم مرتبط با انسان و سایر موجودات بوده است. اثر تغییرات آب و هوا بر بهداشت و سلامت، مخاطرات محیطی، منازعات و امنیت کشورها، منابع آب، زیست اقلیم، توریسم، کشاورزی، امنیت غذایی، اقتصاد و غیره از موضوعات مهم و کاربردی در تحقیقات به شمار می رود. بروز خشکسالی ها و تامین امنیت غذایی یکی از معیار ها و اهداف نخبگان و نظام حکمرانی کشورها از دیرباز تا کنون بوده است . از منظر مدیریت بهینه و بهره برداری اصولی و پایدار از منابع تولید مانند آب خاک، پوشش گیاهی، مراتع و جنگل ها و ... متناسب با توان اکولوژیکی و آمایش سرزمینی به عنوان امری ضروری و انکارناپذیر در دستیابی و حفظ امنیت غذایی می باشد. ازجمله چالش های مهم پیش رو در امر کشاورزی کشور ، افت بیش از حد سفره های آب زیر زمینی ، شور شدن منابع آبی، تبدیل اراضی تحت کشت به زمین های شور می باشد ، که نتایج تأثیر آن بر تهدید امنیت غذایی شاهد هستیم (Amraei et al., 2024).

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

اثرات تغییر اقلیم بر امنیت غذایی راهکارهای مناسب

کاهش تولید محصولات کشاورزی

توسعه اقتصادی و اجتماعی ، تامین امنیت غذایی مردم و دسترسی به غذای کافی نیازمند دسترسی و مدیریت پایدار منابع آب بستگی دارد. تنش خشکی از مهم ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می شود. کاهش میزان فتو سنتز به علت بسته شدن روزنه ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه ها از مهم ترین اثرات خشکی بر گیاهان به شمار می رود. کمبود آب با تأثیر بر تورم سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه ها، فرایند فتو سنتز، تنفس و تعرق را تحت تأثیر قرار داده و از طرف دیگر با تأثیر بر فرایند های آنزیمی که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می شوند، بر رشد گیاه تأثیر منفی می گذارد. تغییرات اقلیمی با تغییر الگوهای بارش، شدت، مدت زمان و فراوانی وقوع بارندگی، منابع آب را به طور عام و دسترسی به آب سطحی و زیر زمینی را به طور خاص تحت تأثیر قرار می دهد. در سال های گذشته به دلیل تأثیر مستقیم تغییرات اقلیمی بر دسترسی به آب ، توجه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی ، فرهنگی زیادی را به خود جلب کرده است. بخش کشاورزی به دلیل وابستگی شدید و انکار ناپذیر به آب بیش ترین تأثیر را از پدیده تغییر اقلیم می پذیرد ، علاوه بر این تولید محصولات کشاورزی به ویژه به روش دیم بسیار آسیب پذیر از تأثیر این موضوع می باشد. به طور مثال در آفریقا و جنوب آسیا طبق تحقیقات، کاهش بارندگی ها ، متوسط عملکرد محصول را تا سال ۲۰۵۰ حدود ۸ درصد کاهش خواهد یافت. طبق پیش بینی های به عمل آمده در آینده نه چندان دور با افزایش وقایع طبیعی مانند طوفان ، سیل تگرگ، خشکسالی و دیگر نوسانات آب و هوایی ، عملکرد محصولات کشاورزی، قیمت مواد غذایی و تولید مواد غذایی و در نهایت امنیت غذایی تحت تأثیر قرار می گیرد. از جمله راهکارها و سیاستگذاری های موثر در این گام در جهت مدیریت اثرات تغییر اقلیم بر تولید پایدار محصولات کشاورزی می توان به موارد ذیل اشاره نمود: (Amraei et al., 2022)

تغییر در زمان و الگوی کشت

کشاورزان می توانند با تغییر زمان کاشت و برداشت، از دوره های نامناسب آب و هوایی که شرایط مساعد نمی باشد پرهیز کنند و بهره وری محصولات را بدین شکل افزایش دهند.

بهبود مدیریت منابع آبی

آب عنصری مهم و حیاتی در بخش کشاورزی محسوب می شود و نقش مهمی در سازگاری با اقلیم دارد. مدیریت منابع آبی از طریق استفاده از سیستم ها و تکنولوژی پیشرفته و جایگزینی به جای روش های آبیاری قدیمی می تواند به بهره‌وری آبیاری کمک کند. ذخیره و مدیریت آب باران: احداث مخازن و منابع و روش هایی که بتوان آب باران را در زمان هایی از سال که بارندگی ها رخ می دهد ، ذخیره نمود و از آن در دوره ه ها و فصل های خشکسالی که با بحران کمبود آب مواجه هستیم، استفاده کنیم.

استفاده از فناوری ها و مدرنیزه کردن کشاورزی

استفاده از فناوری های روز دنیا که در کشورهای پیشرفته شاهد آن هستیم به بهبود کارایی و بهره وری در کشاورزی کمک شایانی می کند ؛ به طور مثال استفاده از داده های ماهواره ای(داده های مربوط به میزان بارندگی‌های منطقه‌ای، بافت خاک، بررسی سابقه سیل و ...)، مدیریت اطلاعات جغرافیایی

کاشت گیاهان مقاوم به شرایط نامساعد محیطی

به نژادی و اصلاح ژنتیکی: استفاده از ارقام و گونه ها و بذر ها و گیاهان مقاوم به بیماری ها، آفات، و اصلاح ژنتیکی یافته و سازگار با آب و هوا و شرایط اقلیمی منطقه مورد نظر. به طور مثال: گیاهان زراعی : جو، سورگوم، ارزن، و برخی از ارقام گندم و حبوبات نسبت به شرایط کم آبی سازش پذیر هستند.

کشت گیاهان باغی و زینتی و دارویی

گیاهانی مانند آلوئه ورا، کاکتوس ها، ساکولنت ها، شمعدانی ، اسطوخودوس ، گل زنبق ، یا درختچه های مقاوم مانند سنجد و گز و درختانی مانند پسته، سنجد، گز، اوکالیپتوس، کاج که به دلیل داشتن سیستم ریشه ای قوی در شرایط کم آبی مقاوم بوده و حفظ خاک و کاهش فرسایش کمک می کنند .

توسعه و ترویج کشاورزی پایدار

توسعه و ترویج کشاورزی پایدار به معنای استفاده از برنامه ها و استراتژی های نوین با محوریت حفظ محیط زیست ، اکوسیستم های گیاهی و جانوری در جهت پایداری اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی در عرصه کشاورزی می باشد .این رویکرد ملی با هدف حفظ منابع آب و خاک و حفظ منابع تجدید ناپذیر تجدید ناپذیر، کاهش استفاده از نهاده های شیمیایی ، حفاظت از منابع زیستی و ترویج کشاورزی ارگانیک و پایدار است. .(El-Ramady et al., 2024). اهمیت کشاورزی پایدار یا اکولوژیک با کاهش آلودگی های خاک و آب ، حفظ تنوع زیستی، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای ، استفاده از کودهای زیستی و بیولوژیک و آلی ، محدود کردن استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها با هدف تامین نیازهای غذایی نسل حاضر و آینده بدون به خطر انداختن منابع طبیعی میسر می باشد.

آموزش و ترویج کشاورزی

آموزش و ترویج نقش مهمی در ارتقاء آگاهی و سطح سواد کشاورزان و ترویج شیوه های سازگاری با تغییر اقلیم دارد. آموزش کشاورزان، برگزاری دوره های آموزشی، کارگاه های عملی، و ترویج تجربه کشاورزان موفق در این زمینه و همچنین همکاری های بین المللی با کشورها، سازمان ها، ارگان های مربوطه در عرصه بهره گیری از کشاورزی پایدار اقدامات کمک دهنده می باشد.

مصرف کودهای الی و بیولوژیک در جهت حفظ کشاورزی پایدار

فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی ، شهری، سبب تولید و دفن پسماندها و پیامدهای مشکل ساز کوتاه مدت و بلند مدت برای سلامتی محیط زیست ایجاد کرده است، جهت افزایش ماده آلی خاک لازم است تا از همه منابع آلی از جمله ضایعات کشاورزی استفاده گردد؛ یکی از جنبه های کشاورزی پایدار مصرف تلفیقی کودهای آلی بیولوژیک و نیتروژن به جای کودهای شیمیایی یا مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی ، راهکاری موثر برای تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح مطلوب می باشد. طبق پژوهش های اخیر انجام شده کودهای آلی با تولید هوموس عوارض ناشی از کودهای شیمیایی را کاهش داده و سبب بهبود تأثیر آن می شوند. مصرف کودهای دامی، ورمی کمپوست که استفاده از آن در نظام های مدیریت پایدار خاک مرسوم می باشد و مصرف ۵ تا ۱۰ تن کود دامی در هکتار می تواند اثرات منفی ناشی از رفت و آمد ماشین آلات برروی خاک را خنثی کند. به اثرات مثبت کودهای حیوانی بر باروری خاک افزایش ماده آلی خاک رشد و نمو گیاه و غنی سازی خاک به کرات در منابع اشاره شده است . یکی دیگر از مواد الی، کود ورمی کمپوست است که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کودهای دامی و ضایعات گیاهی توسط گروهی از کرم های خاکی تولید می شوند. این مواد با تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکش مناسب، ظرفیت بالای نگهداری آب، بدون بوی نامطبوع و فاقد عوامل بیماری زا بوده و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می باشد ؛ که حاوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان می باشند جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی می باشند و می توانند در دراز مدت با ایجاد تعادل غذایی ، خاک را حاصلخیز کنند. استفاده متوالی از کودهای شیمیایی علاوه بر آلودگی‌های زیست محیطی و تحدید جمعیت موجودات و میکروارگانیسم های مفید خاک مانند باکتری ها، قارچ ها، مورچه ها... و عدم وجود ریز مغذی ها، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش داده و در نتیجه این امر، اسیدی شدن خاک ، کاهش فعالیت های بیولوژیک، تغییر خصوصیات فیزیکی خاک را منجر می شوند. به همین خاطر یکی از ارکان مهم در کشاورزی پایدار استفاده از میکروارگانیسم های مفید خاکزی به عنوان مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی است، که امروزه فراورده های حاوی این ریز جانداران به عنوان کودهای زیستی شناخته می شوند. باکتری های محرک رشد با بیشتر با بهبود شرایط تغذیه ای و تولید ترکیبات محرک رشد در گیاه موجب بهبود و تسریع مراحل مختلف رشدی مانند جوانه زنی و گیاهچه‌ای می‌گردد. (Majumdar et al., 2024).

نتیجه گیری

تغییرات اقلیمی تأثیرات گسترده ای را بر بخش کشاورزی و امنیت غذایی جهانیان و جنبه های مختلف زندگی بشر اعمال می کند و می تواند تهدیدی مهم به شمار آید . امروزه در هر گوشه‌ای از جهان شاهد پدیده های ناشی از تغییرات اقلیمی از جمله خشکسالی، فرو نشت، کم شدن آب سفرهای زیر زمینی و سدها، تحول‌های اقتصادی و آشوب های اجتماعی، بهداشت و سلامت، آلودگی و ریزگردها هستیم و شناخت آثار سوء این پدیده و آگاهی بخشی به وارثان زمین برای سازگاری با اثرات تغییر اقلیم در راستای کاهش آسیب پذیری، کنترل روند تخریب محیط زیست و بازسازی آسیب های وارد شده به طبیعت امری مهم به شمار می آید. عوامل موثر در تغییرات اقلیمی مانند فعالیت ها ی عمرانی، تاسیسات و ساخت و سازها، کارخانجات، جنگل زدایی، تبدیل و تغییرات اکوسیستم های گیاهی و جانوری، صنایع و پالایشگاه ها می باشد که توسط دست بشر تحقق یافته است. با توجه به شرایط کنونی، تامین و حفظ امنیت غذایی با توجه به افزایش چشمگیر جمعیت و تغییرات اقلیمی، از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد؛ بنابراین انتظار می رود با سیاستگذاری‌ها، برنامه های راهبردی، استراتژی درست و معقول، توسط مسئولین و دولت مردان و سازمان ها و ارگان های مربوطه در جهت حفظ منابع آبی و فرسایش خاک و محیط زیست از جنبه‌های گوناگون، انجام و تحت تدبیر و بررسی قرار گیرد. استفاده و بکارگیری روش هایی که بتواند جایگزین کشاورزی سنتی و قدیمی کشاورزان جهت افزایش راندمان و بهره وری تولید محصولات کشاورزی و افزایش سطح سواد و اطلاعات آنها در این زمینه شود از گام های مثبت و موثر محسوب می شود. با این حال جهت برون رفت از این معضل بزرگ در جهت همسویی افزایش تقاضا برای غذا و رشد جمعیت، کاربرد فناوری های هوشمند و تکنولوژی های پیشرفته روز دنیا که در کشورهای پیشرفته شاهد آن هستیم، انطباق الگوهای کشت گیاهان سازش پذیر، جایگزینی منابع تجدید پذیر با سوخت های فسیلی، کاهش تولید گازهای گلخانه ای بی گمان جهت جلوگیری از عواقب و مضرات تغییرات اقلیمی می‌تواند بسیار تأثیر گذار باشد. بر اساس مطالب ارائه شده فوق، اهمیت فاکتور های اقلیمی در حوزه های مختلف اعم از سیستم غذایی در حوزه های دیگر مانند معماری، انرژی، حمل و نقل، ذخیره سازی و فرآوری، بهداشت و سلامت، و در نهایت کاهش دسترسی به منابع و به خطر افتادن معیشت و امنیت غذا غیر قابل انکار است که در طی سال های اخیر در کشور دچار روند شده اند (Soleymani Roozbahani et al., 2023). در این تحقیق و مطالعه جمع‌آوری شده، اثرات تغییرات اقلیمی به صورت جداگانه و تفکیک شده ، مورد بررسی قرار گرفت، و از جمله تأثیری که این عوامل بر زندگی و جامعه می گذارند از جنبه های گوناگون مورد سنجش قرار گرفت و راهکار های عملی و کارآمد در این امر شرح داده شد.

منابع

American Meteorological Society. 2024. Climate change. In: Glossary of meteorology. Retrieved 26 March 2024 from https://glossarytest.ametsoc.net/wiki/Climate_change.

Amraei, B. 2022. Detection of the effect of climate change on the drainage of aquifer of Birjand plain. Journal of Applied Research in Geographical Sciences, 22(64): 291–305. [In Persian].

El-Ramady, H., Brevik, E. C., Abowaly, M., Ali, R., Saad Moghanm, F., Gharib, M. S. and Prokisch, J. 2024. Soil degradation under a changing climate: Management from traditional to nano-approaches. Egyptian Journal of Soil Science.

Majumdar, A., Mullick, D. and Srivastava, S. 2024. 'Save soil' by managing soil nutrient losses, agronomic practices and crop-microbial interaction: World Soil Day 2022. Frontiers in Sustainable Food Systems, 8: 1360937.

Soleymani Roozbahani, M., Daneh-Kar, A. and Bagheri, A. 2023. A review of environmental priorities in Iran's governance instruments. Strategy, 32(2): 241–272.

Management strategies for protecting soil and agricultural lands

Soroush Sarfarazi[1*]
1. Department of Chemistry, Soil Fertility and Plant Nutrition, Islamic Azad University, Darab Branch, Shiraz, Iran
[*]*Corresponding Author: Sorosarf@gmail.com*

Abstract

Soil is considered an important and vital mineral in the world, to the extent that in recent decades, the significant increase in the world's population has increased the attention and use of humans more than ever. Among the important challenging factors and the impact on this step are natural factors such as floods, winds, climate change, erosion, and unnatural operations; unprincipled land use changes, livestock grazing, excessive harvesting, waste Urbanization and factories, unreasonable policies, insufficient information for farmers, lack of use of advanced technologies, use of herbicides and chemical fertilizers. Therefore, the preservation and sustainability of soil and its quantitative and qualitative characteristics, sustainable agriculture, food security and health, have been among the concerns and problems of governments from the past to the present. Now the question arises as to what effective management strategies What can be done to achieve the goal of protecting soil and agricultural lands? Such as practical measures: reducing the use of herbicides and chemical fertilizers raising awareness among farmers, international cooperation between leading countries in soil protection, irrigation management and maintaining vegetation, and controlling construction, which together prevent soil erosion and the loss of this valuable material

Keywords: Soil conservation, Sustainable agriculture, Vegetation cover Food security.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر ارتفاع کشت در سیستم کشت عمودی بر عملکرد دو رقم کاهوی فرانسوی (*Lactuca sativa* (cv. Crispa)

مهگل شهلاپور[۱]، علی سلیمانی[۱*]، فاطمه نکونام[۱]، طاهر برزگر[۱] و محسن ثانی‌خانی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *asoleimani@znu.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف ارتفاع در سیستم کشت عمودی بر عملکرد دو رقم کاهوی فرانسوی (لولوبیوندا و لولوروزا) انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت کرت‌های خرد شده با چهار تکرار در گلخانه پژوهشی اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح ارتفاع کشت (۴۰-۷۰، ۱۱۵-۱۴۵ و ۱۹۰-۲۲۰ سانتی‌متر) به عنوان کرت اصلی و دو رقم کاهو به عنوان کرت فرعی بودند. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل سطح برگ، وزن تر و وزن خشک بوته بود. نتایج نشان داد که سطح برگ تحت تأثیر ارتفاع قرار نگرفت، اما بین دو رقم تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری که رقم لولوبیوندا با میانگین ۱۵۴۷/۱ سانتی‌مترمربع، سطح برگ بیشتری نسبت به لولوروزا داشت. وزن تر و وزن خشک بوته تحت تأثیر معنی‌دار هر دو عامل ارتفاع و رقم قرار گرفتند. بیشترین وزن تر (۸۲/۴ گرم) و وزن خشک (۴/۱ گرم) در ارتفاع دوم (۱۱۵-۱۴۵ سانتی‌متر) ثبت شد، در حالی که کمترین مقدار این شاخص‌ها در ارتفاع اول مشاهده گردید. همچنین رقم لولوبیوندا نسبت به لولوروزا برتری معنی‌داری در وزن تر (۹۹/۱ گرم) و وزن خشک (۴/۹ گرم) نشان داد. به نظر می‌رسد که ارتفاع میانی به دلیل برخورداری از شرایط نوری و دمایی بهینه‌تر، باعث بهبود عملکرد رشدی شده است. این مطالعه نشان می‌دهد که در سیستم‌های کشت عمودی، انتخاب رقم مناسب و مدیریت ارتفاع کشت می‌تواند به طور قابل توجهی بر عملکرد و تولید زیست‌توده کاهو تأثیر بگذارد.

واژگان کلیدی: سطح برگ، کاهو، کشت برجی، وزن تر و وزن خشک.

مقدمه

کاهو با نام علمی *Lactuca sativa* از خانواده Asteraceae، یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین سبزی‌های سالادی در جهان به شمار می‌رود که حدود ۹۵-۹۴ درصد از وزن آن را آب تشکیل می‌دهد. این گیاه نه تنها به دلیل ارزش غذایی بالا حاوی ویتامین‌های C،A و مواد معدنی ضروری مورد توجه است، بلکه به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعالی مانند فنل‌ها و فلاونوئیدها، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی است. در طب سنتی نیز از برگ‌های کاهو برای التیام زخم‌ها و سوختگی‌ها و به عنوان یک آرام‌بخش طبیعی استفاده می‌شده است (Kim et al., 2016). با افزایش سریع جمعیت جهان و پیش‌بینی رسیدن آن به ۹/۷ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ و همچنین تمرکز جمعیت در مناطق شهری، تأمین امنیت غذایی به یکی از چالش‌های اصلی تبدیل شده است. از سوی دیگر، منابع طبیعی مانند زمین‌های کشاورزی در نتیجه گسترش شهرها و تغییرات آب و هوایی در حال کاهش است. این محدودیت‌ها، نیاز مبرم به توسعه سیستم‌های تولید غذایی نوین و پایدار را بیش از پیش آشکار ساخته است. در این راستا، کشاورزی عمودی به عنوان یک راهکار امید بخش و انقلابی در عرصه تولید محصولات کشاورزی مطرح شده است. کشاورزی عمودی با بهره‌گیری از فضای عمودی و استفاده از سیستم‌های کشت طبقاتی یا برجی، امکان تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح را به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌دهد. این سیستم‌ها به ویژه در محیط‌های کنترل‌شده مانند گلخانه‌ها، امکان تنظیم دقیق عوامل محیطی را فراهم می‌کنند. در میان محصولات مختلف، سبزی‌های برگی مانند کاهو به دلیل دوره رشد کوتاه، عادت رشد فشرده و سازگاری با تراکم کشت بالا، گزینه‌ای ایده‌آل برای کشت در سیستم‌های عمودی محسوب می‌شوند (Brychkova et al., 2023). اگرچه کشت عمودی مزایای زیادی دارد، اما با چالش‌های مهمی نیز روبرو است. یکی از اساسی‌ترین این چالش‌ها، ایجاد شیب محیطی در طول ساختار عمودی است. به طور مشخص، شدت نور و دما در ارتفاعات مختلف یک سیستم عمودی به صورت یکنواخت توزیع نمی‌شود. معمولاً سطوح فوقانی نور و دمای بیشتری دریافت می‌کنند، در حالی که سطوح پایین‌تر در معرض سایه و

دمای خنک‌تر قرار دارند. این تغییرات محیطی می‌تواند تأثیر مستقیم و معناداری بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه، از جمله فتوسنتز، تعرق، جذب مواد غذایی و در نهایت عملکرد و کیفیت محصول داشته باشد. شدت نور بیش از حد هم اثرات مخربی بر دستگاه فتوسنتزی دارد و ممکن است باعث بروز اختلالات فیزیولوژیکی شود. در تحقیقی اثر شدت نور بر شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی کاهو مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق ارتفاع کاهو، شاخص کلروفیل و تعداد برگ‌ها با افزایش کم شدت نور تغییری نشان نداد. درحالیکه، در شدت نوری ۲۱۰ میکرومول مقدار این شاخص‌ها به حداکثر خودشان رسیدند. علاوه بر این، این شدت نوری توانست سایر شاخص‌های رشدی از قبیل وزن تر، وزن خشک و سطح برگ را نیز افزایش دهد (Zheng et al., 2015). در مورد اثر دما بر گیاه ریحان دمای متوسط ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای حداکثر رشد رویشی (بیوماس) و عملکرد کلی برگ ایده‌آل بود، در دمای پایین ۱۵ درجه سانتی‌گراد رشد گیاه به شدت کند شد و تولید ترکیبات معطر نیز کاهش یافت (Chang et al., 2008).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه‌ی پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تهران در بهار سال ۱۴۰۴ اجرا شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه ارتفاع کشت (ارتفاع اول، ۴۰ تا ۷۰ سانتی‌متر، ارتفاع دوم، ۱۱۵ تا ۱۴۵ سانتی‌متر و ارتفاع سوم ۱۹۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر) به عنوان کرت اصلی و دو رقم کاهوی فرانسوی شامل Lollo Bionda و Lollo Rossa به عنوان کرت فرعی بود. در تاریخ ۲۶ فروردین، پس از آماده شدن سیستم کشت عمودی (تاور)، در هر حفره یک نشاء کاهو در مرحله ۴-۵ برگی کشت شد. بستر کشت لیکای دانه درشت و هر واحد آزمایشی شامل سه گیاه بود. تغذیه گیاهان با محلول غذایی هوگلند، به صورت سیستم چرخشی و با استفاده از تایمر در طول شبانه روز از ساعت ۱۱ صبح تا ۵ بعد از ظهر به صورت مداوم و بقیه ساعات به صورت متناوب ۱۵ دقیقه روشن و ۱۵ دقیقه خاموش، انجام شد (شکل ۱). وزن تر به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه شد. وزن خشک: پس از اندازه‌گیری وزن تر، بوته‌ها درون پاکت کاغذی قرار داده شدند و در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. سپس به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن خشک بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. سطح برگ: برای تعیین سطح برگ پس از برداشت بوته‌ها برگ‌های هر بوته جدا شده و روی مقوای سفید رنگ قرار داده شد. بعد از تهیه عکس، سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار Image J برحسب سانتی‌مترمربع اندازه‌گیری و در نهایت میانگین سه مشاهده محاسبه شد.

آنالیز داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارSAS V9.1، مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون LSD در سطح پنج درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

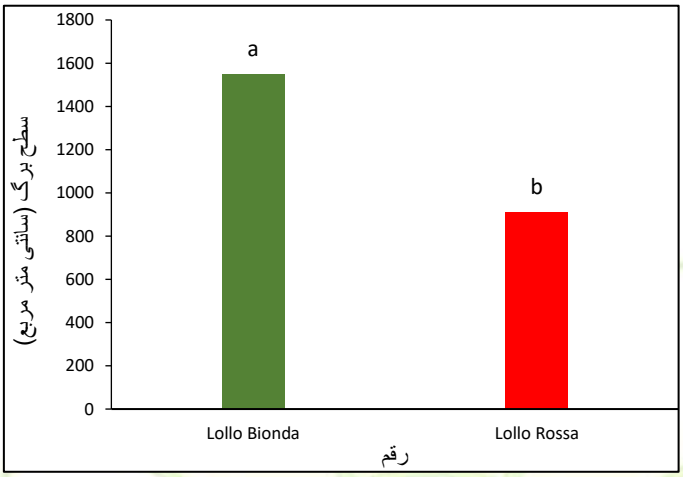


شکل ۱- (الف) سیستم کشت عمودی (تاور) قبل از کاشت؛ (ب) بعد از کاشت و (ج) فضای درون تاور و نمایش ریشه‌های دو رقم کاهوی فرانسوی کشت شده.

نتایج و بحث

سطح برگ

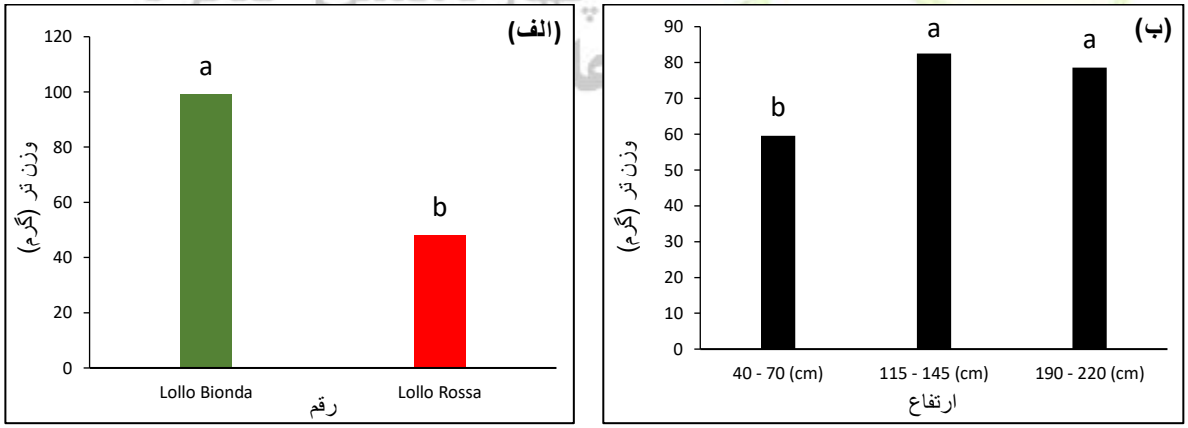
بیش‌ترین سطح برگ (۱۵۴۷/۱ سانتی متر مربع) در رقم لولوبیوندا مشاهده شد. سطح برگ تحت تأثیر معنی‌دار ارتفاع قرار نگرفت (شکل ۲).



شکل ۲- اثر نوع رقم کاهو بر سطح برگ بوته‌ها در سیستم کشت عمودی هیدروپونیک.

وزن تر

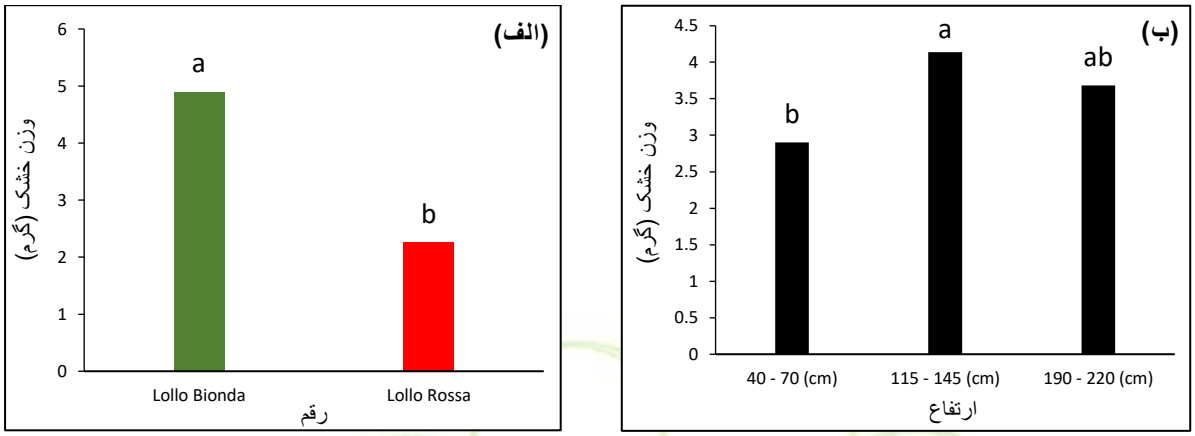
بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بیش‌ترین وزن تر بوته (۹۹/۱ گرم) در رقم لولوبیوندا مشاهده شد. همچنین در ارتفاع دوم (۱۱۵ تا ۱۴۵ سانتی متر) بیش‌ترین وزن تر (۸۲/۴ گرم) و در ارتفاع اول (۴۰ تا ۷۰ سانتی متر) کم‌ترین وزن تر (۵۹/۵ گرم) مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر نوع رقم کاهو (الف) و اثر ارتفاع (ب) بر وزن تر بوته‌ها در سیستم کشت عمودی هیدروپونیک.

وزن خشک

بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بیش‌ترین وزن خشک بوته (۴/۹ گرم) در رقم لولوبیوندا مشاهده شد. همچنین در ارتفاع دوم (۱۱۵ تا ۱۴۵ سانتی متر) بیش‌ترین وزن خشک (۴/۱ گرم) و در ارتفاع اول (۴۰ تا ۷۰ سانتی متر) کم‌ترین وزن خشک (۲/۹ گرم) مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- اثر نوع رقم کاهو (الف) و اثر ارتفاع (ب) بر وزن خشک بوته‌ها در سیستم کشت عمودی هیدروپونیک.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر سه ارتفاع کشت بر سطح برگ، وزن تر و وزن خشک دو رقم کاهوی فرانسوی (لولوروزا و لولوبیوندا).

منبع تغییر	درجه آزادی	سطح برگ	وزن تر	وزن خشک
تکرار	۳	۹۲۰۸۹/۷۳	۲۳۷/۱۹	۱/۱۴
ارتفاع (کرت اصلی)	۲	۲۶۱۷۱۵/۰۴^{ns}	۱۲۰۸/۷۳*	۳/۱۲*
خطای کرت اصلی	۶	۷۲۹۸۹/۴۱	۱۶۱/۲۵	۰/۴۹
رقم (کرت فرعی)	۱	۲۴۲۸۶۳۶/۹**	۱۵۷۶۰/۴۰**	۴۱/۸۷**
ارتفاع×رقم	۲	۱۵۸۸۰۸/۶۶^{ns}	۱۵۵/۸۳^{ns}	۰/۴۶^{ns}
خطای کرت فرعی	۹	۸۷۰۰۲/۱۴	۳۵۳/۷۹	۰/۸۹
ضریب تغییرات(%)	-	۳/۷۷	۵/۲۴	۵/۲۹

**، *، ns ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ و غیر معنی‌دار می‌باشد.

شاخص سطح برگ به عنوان یک شاخص کلیدی در فیزیولوژی گیاهان، تعیین‌کننده میزان نور دریافتی و در نتیجه توان فتوسنتزی کل گیاه است. تفاوت معنی‌دار در سطح برگ بین دو رقم لولوروزا و لولوبیوندا نشان می‌دهد که این دو رقم از نظر استراتژی جذب نور برای تولید ماده خشک، راهبردهای متفاوتی دارند. این نتیجه با تحقیق انجام شده بر روی کشت عمودی کاهو مطابقت کامل دارد. این محققان اظهار داشتند که ارقام با شاخص سطح برگ بالاتر، معمولاً توانایی بیشتری در جذب کردن نور داشته و در نهایت بیومس بیشتری تولید می‌کنند (Zhang et al., 2020). محققان در مطالعه‌ای روی گندم گزارش کردند که تفاوت در شاخص سطح برگ بین ارقام مختلف، نقش مستقیمی در تعیین عملکرد نهایی محصول دارد (Li et al., 2020). در پژوهشی دیگر روی نعناع فلفلی نشان داده شد که تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مختلف منجر به تفاوت معنی‌دار در اندازه برگ و سطح برگ می‌شود (Azizi et al., 2019). وزن تر و خشک بوته به عنوان شاخص‌های نهایی عملکرد و تولید زیست‌توده در نظر گرفته می‌شوند. تفاوت معنی‌دار بین دو رقم نشان می‌دهد که یکی از ارقام توانایی بیشتری در جذب منابع محیطی (نور، آب و مواد معدنی) و تبدیل آن به ماده آلی داشته است. مطالعه‌ای بر روی کشت عمودی کاهو نشان داد که ارقام با ساختار رزت بازتر و سطح برگ بیشتر، معمولاً وزن خشک بالاتری تولید می‌کنند، زیرا دسترسی بهتری به نور برای فتوسنتز دارند. این موضوع می‌تواند توجیهی برای برتری یکی از ارقام شما باشد. (Bantis et al., 2022). در مطالعه دیگر نشان داده شد که وزن تر و خشک در ۱۰۰ ژنوتیپ ذرت به طور معنی‌داری متفاوت بود. ارقام با عملکرد بالا دارای نسبت وزن خشک بالاتر بودند (Wang et al., 2022). مشاهده بهترین عملکرد رشدی در ارتفاع دوم (۱۱۵-۱۴۵ سانتی‌متر) که شامل وزن تر (۸۲/۴ گرم) و وزن خشک (۴/۱ گرم) بود را

می‌توان به دریافت نور کافی و قرارگیری در محدوده دمایی بهینه در این ناحیه نسبت داد. در ارتفاعات پایین‌تر، کاهش شدت نور به حدی است که فرآیند فتوسنتز را محدود می‌کند، در حالی که در ارتفاعات بالاتر، عوامل تنش‌زایی مانند شدت نور بسیار بالا و دما می‌توانند مانع رشد بهینه شوند (Zhang et al., 2020).

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که در سیستم کشت عمودی (هیدروپونیک)، ارتفاع کشت و انتخاب رقم تأثیر معناداری بر شاخص‌های رشدی و عملکرد دو رقم کاهوی فرانسوی دارد. در بین سطوح ارتفاع مورد بررسی، ارتفاع میانی (۱۱۵–۱۴۵ سانتی‌متر) به دلیل برخورداری از شرایط نوری و دمایی بهینه‌تر، بهترین عملکرد را از نظر وزن تر و وزن خشک بوته ارائه داد. همچنین، تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام نقش کلیدی در عملکرد داشت، به‌طوری که رقم لولوبیوندا در مقایسه با لولوروزا، برتری قابل توجهی در سطح برگ، وزن تر و وزن خشک نشان داد. این نتایج حاکی از آن است که در سیستم‌های کشت عمودی، مدیریت ارتفاع کشت و انتخاب ارقام با سازگاری بیشتر به شرایط نوری و دمایی متغیر در ارتفاعات مختلف، می‌تواند به افزایش کارایی تولید و بهبود عملکرد کمی و کیفی محصول منجر شود.

منابع

Azizi, A., Hadian, J., Gholami, M., Friedt, W. and Honermeier, B. 2019. Variability in leaf morphology in Mentha piperita. Industrial Crops and Products, 138: 111435.

Bantis, F., Smirnakou, S., Ouzounis, T., Koukoumaras, A. and Radoglou, K. 2023. Effects of different LED light spectra on the growth and quality of lettuce (Lactuca sativa L.) in vertical farming systems. Plants, 12(2): 385.

Brychkova, G., Grishkevich, V. and Yarmolinsky, D. 2023. Vertical farming of leafy vegetables: Advantages and constraints. Plants, 12(5): 11–23.

Chen, J., Tian, Y., Zhang, X., Liu, L. and Wang, S. 2021. Genetic dissection of leaf number and related traits in rice (*Oryza sativa* L.). Rice Science, 28(2): 153–162.

Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B. and Waterland, N. L. 2016. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (Lactuca sativa L.). Journal of Food Composition and Analysis, 49: 19–34.

Li, X., Li, X., Zhang, X., Li, J., Wang, C. and Li, Y. 2020. Genetic improvement of leaf area index in wheat. Field Crops Research, 255: 107861.

Wang, Y., Wang, D., Shi, P., Li, B. and Zhang, Y. 2022. Genetic variation in biomass production and allocation in maize genotypes under different planting densities. European Journal of Agronomy, 128: 126289.

Zhang, Y., Li, Y., He, D. and Niu, G. 2020. Morphological and physiological responses of lettuce (Lactuca sativa L.) to different light intensities and spectra in plant factories. Horticultural Science and Technology, 38(5): 622–633.

Zheng, J., Ji, F., He, D. and Niu, G. 2015. Effect of light intensity on root growth and metabolism of grafted cucumber seedlings. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 56(1): 9–17.

The Effect of Planting Height in a Vertical Cultivation System on the Performance of Two French Lettuce Cultivars (*Lactuca sativa* cv. Crispa)

Mahgol Shahlapour[1], Ali Soleimani[1*], Fatameh Nekoonam[1], Taher Barzegar[1] and Mohsen Sani-Khani[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
Corresponding Author: asoleimani@znu.ac.ir

Abstract

This study aimed to investigate the effect of different planting heights in a vertical cultivation system on the performance of two French lettuce cultivars (Lollo Bionda and Lollo Rossa). The experiment was conducted as a split-plot design within a completely randomized design with four replications in a research greenhouse. Treatments included three planting heights (40-70, 115-145, and 190-220 cm) as the main plot and two lettuce cultivars as the sub-plot. Measured parameters included leaf area and fresh and dry weights of the plants. The results showed that leaf area was not significantly affected by planting height, but a significant difference was observed between the two cultivars, with Lollo Bionda having a larger average leaf area (1547.1 cm^2) compared to Lollo Rossa. Fresh and dry weights were significantly influenced by both planting height and cultivar. The highest fresh weight (82.4 g) and dry weight (4.1 g) were recorded at the second height level (115-145 cm), while the lowest values were observed at the first height level. Furthermore, Lollo Bionda showed a significant superiority over Lollo Rossa in both fresh weight (99.1 g) and dry weight (4.9 g). It appears that the middle height, due to more optimal light and temperature conditions, led to improved growth performance. This study demonstrates that in vertical farming systems, selecting appropriate cultivars and managing planting height can significantly influence lettuce yield and biomass production.

Keywords: Dry weight, Fresh weight, Leaf area, Lettuce, vertical farming.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

برنامه محوری تغذیه بهینه بر اساس مراحل مختلف نموی نخل خرمای رقم برحی در استان خوزستان

علیرضا جعفرنژادی[1*] و مریم بروجردنیا[2]

۱- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، خوزستان، ایران

۲- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول: *arjafarnejady@gmail.com*

چکیده

یکی از مهمترین عوامل مؤثر در تولید و کیفیت محصولات کشاورزی تأمین به‌موقع و به اندازه و متناسب عناصر غذایی منطبق با نیاز گیاه می‌باشد. با توجه به اینکه گیاهان در مراحل مختلف رشدی دارای نیاز غذایی متفاوتی می‌باشند، براین‌اساس شناخت نیاز گیاهان در این مراحل و تأمین آن بر عملکرد محصول و جلوگیری از ایجاد مسایل و مشکلات متعدد بسیار مؤثر است. تغذیه بهینه از عوامل مهم در مدیریت بیماری‌های گیاهی می‌باشد. کاربرد عناصر غذایی در خاک به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم روی عوامل بیماریزایی تأثیر می‌گذارد. تغذیه روی قدرت رشد گیاه و مشخصات سلولی و ساختمانی مانند ضخامت کوتیکول، اپیدرم، سیلیسی‌شدن و لیگنینی‌شدن مؤثر است. عوامل دیگر میزبان نظیر قدرت و سرعت رشد که تعیین‌کننده فرار از بیماری می‌باشد و یا سرعت ضخیم‌شدن بافت در گیاه نیز تحت تأثیر تغذیه می‌باشد. تغذیه بهینه از عوامل مهم در مدیریت بیماری‌های گیاهی می‌باشد. بنابراین کاربرد بهینه کودها باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود که یکی از اهداف مهم توسعه کشاورزی است. عناصر پرنیاز و عناصر کم‌نیاز نقش مهمی در میوه‌نشینی، رشد و توسعه میوه، عملکرد و بهبود خصوصیات کیفی میوه دارند. براین‌اساس برنامه محوری تغذیه بهینه براساس مراحل نموی راه‌کاری مؤثر بر افزایش بهبود کمی و کیفی خرما شده و سبب افزایش عملکرد خرمای رقم برحی در استان خوزستان از ۷۶ کیلوگرم به ۱۰۶ کیلوگرم بر درخت شد (افزایش ۳۸ درصد).

واژه‌های کلیدی : تغذیه بهینه، خرما، عملکرد کمی، عملکرد کیفی.

مقدمه

در بررسی‌های انجام‌شده مشخص گردیده است که در ۷۸ درصد نخیلات هرمزگان و ۷۲ درصد نخیلات منطقه جیرفت هیچ‌گونه کودی مصرف نمی‌شود و به طور کلی با قاطعیت می‌توان گفت در بیش از ۵۰ درصد نخلستان‌ها هیچ‌گونه کودی مصرف نمی‌شود و در صورت مصرف، فقط کودهای نیتروژنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (جعفرنژادی و همکاران، ۱۴۰۲). استان خوزستان یکی از مناطق صنعتی و کشاورزی بوده، نقش مهمی در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه خرما داراست. مدیریت بهره‌وری از منابع کودی، در ایجاد تولید پایدار و افزایش محصول بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، ضرورت انجام هر پژوهش و تحقیقی در این راستا از اهمیت زیادی برخوردار است. در حال حاضر اطلاعات کافی از نظر وضعیت عناصر غذایی در خاک‌ها وجود ندارد. این موضوع سبب‌شده تا اقدامات در این خصوص بدون داشتن اطلاعات و دانش لازم صورت پذیرد. بسیاری از منابع خاک‌های تحت کشت استان به دلیل استفاده گسترده و توجه نامناسب به ذخائر خاک، انجام نشدن آزمون و توجه نامناسب به نیازهای ضروری گیاه در مراحل مختلف نموی دارای درجاتی مختلفی از کمبود عناصر غذایی شده‌اند. براین‌اساس تمامی کودی استفاده‌شده به‌صورت توصیه عمومی بوده و این موضوع سبب خسارت به منابع خاک و در نتیجه کاهش تولید محصولات شده است. نخل خرما نیز از این قاعده مستثنی نبوده و تغذیه نخیلات به‌صورت علمی با توجه به شرایط خاک و نیاز گیاه انجام نمی‌گیرد. به‌عبارت دیگر استفاده از منابع کودی بدون توجه به آزمون خاک، مراحل نموی نخل و عدم انطباق نیازغذایی گیاه با نوع عنصر استفاده شده می باشد. این موضوع سبب‌شده تا گیاه از عناصر غذایی به‌اندازه نیاز بهره‌مند نشود. یکی از مهمترین عوامل مؤثر در تولید و کیفیت محصولات کشاورزی تأمین به‌موقع و به اندازه و متناسب عناصر غذایی منطبق با نیاز گیاه می‌باشد. با توجه به اینکه گیاهان در مراحل مختلف رشدی دارای نیاز غذایی متفاوت می‌باشند، براین‌اساس شناخت نیاز گیاهان در این مراحل و تأمین آن بر عملکرد محصول و

جلوگیری از ایجاد مسایل و مشکلات متعدد بسیار مؤثر است. تولید میوه در نخیلات تحت تأثیر عوامل به‌زراعی نظیر تغذیه، آبیاری و گرده‌افشانی قرار دارد (جعفرنژادی و همکاران، ۱۴۰۲). تغییر در هر کدام از این عوامل ممکن است باعث کاهش یا افزایش میزان تولید میوه گردد. در میان این فاکتورها گرده‌افشانی بزرگ‌ترین تأثیر را در تولید میوه دارد. کمبودهای عناصر غذایی و گرده‌افشانی ضعیف و نامناسب در میزان تولید میوه مؤثر است. میزان کم‌گرده می‌تواند باعث کاهش میوه‌نشینی شود که منجر به کاهش عملکرد می‌گردد. کاربرد بهینه کودها باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود که یکی از اهداف مهم توسعه کشاورزی است و عناصر پرنیاز و کم‌نیاز نقش مهمی در میوه‌نشینی، رشد و توسعه میوه، عملکرد و بهبود خصوصیات کیفی میوه دارند (Dong and et al., 2005). از مهمترین چالش‌های تغذیه در نخلستان‌های کشور می‌توان به پائین بودن میزان موادآلی خاک، آهکی بودن، زهکشی ضعیف، شوری و قلیائیت زیاد خاک و عدم تغذیه بهینه نخلستان‌ها اشاره نمود. میزان ماده آلی در حدود ۸۰ درصد خاک نخلستان‌ها، کمتر از ۰/۵ درصد بوده و بالا بودن آهک در این مناطق سبب شده تا جذب عناصر غذایی به‌خوبی انجام نشود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶).

مواد و روش‌ها

اساس برنامه محوری تغذیه گیاه بر وضعیت خاک و نیاز غذایی گیاه در طی مراحل نموی استوار است. برای انجام تغذیه گیاه براساس برنامه محوری، انجام آزمون خاک و شناخت مراحل نموی گیاه (نخل) ضرورت دارد. بنابراین برای استفاده از این روش تجزیه خاک باید به‌صورت صحیح انجام و میزان مصرف کودهای پایه با توجه به وضعیت عناصر خاک، سن و رقم نخل خرما تعیین شود. این آزمایش به‌مدت سه سال روی ۹ نفر نخل ۱۵ ساله خرما رقم برحی در استان خوزستان منطقه اهواز اجرا گردید. کودهای پایه (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) به‌صورت چالکود در سایه‌انداز درخت و در زمان مناسب (اواسط بهمن تا اوایل اسفند) مصرف و دو تقسیط کودهای نیتروژنی (اوره) به‌ترتیب در زمان‌های اوایل بهار و اوایل تابستان استفاده شد. تغذیه تکمیلی براساس مراحل نموی میوه در زمان‌های گل‌انگیزی، قبل از گرده‌افشانی، حبابوک (نخودی شدن)، کیمری، خارک و رطب با استفاده از منابع کودی طراحی و مصرف شد. سایر عملیات به‌زراعی (گرده‌افشانی، آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفات) براساس دستورالعمل‌های فنی موجود انجام شد. تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT_C انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج این مطالعه نشان داد، کاربرد مواد کودی بر اساس مراحل نموی با استفاده از برنامه تغذیه متعادل نقش قابل توجهی در افزایش عملکرد نخل خرما رقم برحی داشته است. نتایج نشان داد که درخت نخل علاوه بر مصرف کودهای پایه به سایر عناصر غذایی کم‌نیاز و بهسازها نیازمند می‌باشد. براساس نتایج این پژوهش بیشترین میزان عملکرد خرما به‌میزان ۱۰۶ کیلوگرم بر درخت نسبت به عرف به‌میزان ۷۶ کیلوگرم بدست آمد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود. در این روش مهمترین مراحل نموی نخل درنظرگرفته‌شده و با توجه به نیاز غذایی درخت عملیات کوددهی براساس جدول ذیل پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۱– برنامه تغذیه متعادل خرما براساس مرحله نموی نخل خرما (رقم برحی).

مرحله رشدی / نوع کود	گل‌انگیزی اواخر پاییز تا اواسط زمستان	قبل از گرده‌افشانی	مرحله حبابوک (نخودی‌شدن)	کیمری	خارک	رطب
کود روی و کود پتاسیمی مایع و گوگرد مایع	محلول‌پاشی (کود روی)	محلول‌پاشی (کود پتاسیم و گوگرد)		محلول‌پاشی (کود پتاسیم)	محلول‌پاشی (کود پتاسیم)	محلول‌پاشی (کود پتاسیم)
کود با میزان فسفر بالا ۱۰–۵۲–۱۰	کودآبیاری					
کود بانیتروژن بالا		کودآبیاری				
محرک رشد (اسیدامینه و جلبک)		محلول‌پاشی (جلبک)	محلول‌پاشی (اسیدامینه ریزمغذی)	محلول‌پاشی (اسیدامینه)		
کود کلسیمی				محلول‌پاشی	محلول‌پاشی	
کود ۲۰–۲۰–۲۰			کودآبیاری			
کود پتاسیم بالا ۱۲–۱۲–۳۶				کودآبیاری	کودآبیاری	کودآبیاری

در این جدول مقادیر کود گوگردی به‌صورت محلولپاشی در زمان ظهور اسپات و قبل از بازشدن اسپات‌ها محلولپاشی شود، به‌میزان سه‌درهزار، کودهای اسیدامینه‌ای باید به‌صورت محلولپاشی به‌میزان سه‌درهزار و کودهای کلسیمی به‌منظور بهبود اندازه میوه و کیفیت آن به‌میزان سه‌درهزار مصرف می‌شوند. همچنین، میزان کودهای کامل (۱۰–۵۲–۱۰ و ۲۰–۲۰–۲۰ و ۳۶–۱۲–۱۲) براساس مراحل نموی: میزان هر کود ۴۰ گرم برای هر درخت و به‌صورت کودآبیاری مصرف می‌شوند. نتایج استفاده از این روش در استان خوزستان نشان داد که روند افزایش محصول از سال اجرای برنامه تا سال سوم روندی افزایشی داشته، به‌طوری عملکرد کمی محصول به‌میزان ۳۸ درصد افزایش نشان داد. این نتیجه با پژوهش‌های انجام‌شده روی سایر محصولات زراعی و باغی همخوانی دارد.

منابع

جعفرنژادی، ع. ر.، مستعان، ا.، ترابی، م. ر.، اصلاحی، م. و رواقی. ۱۴۰۲. گزارش نهایی بررسی تأثیر مدیریت تغذیه متعادل در بروز عارضه زردی و خشکیدگی برگ‌های درختان خرما در استان خوزستان. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تات.

حسینی، ی.، محبی، ع.، پوزش شیرازی، م.، بصیرت، م. و رجالی، ف. ۱۳۹۶. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه نخل خرما. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، ۶۳ ص.

Dong, S., Cheng, L., Scagel, C. F. and Fuchigami, L. H. 2005. Timing of urea application affects leaf and root N uptake in young Fuji/M9 apple trees. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80: 116–120.

Optimal Nutrition Plan based on different stages of date palm (Berhi CV) Penology in Khuzestan Region

Alireza Jafarnejadi* and Maryam Boroujerdnia[2]
1. Soil and Water Research Department, Agricultural and Natural Research and Education Center Khuzestan, Iran
2- Date Palm and Tropical Fruits Research Center
Corresponding Author: arjafarnejady@gmail.com

Abstract

One of the most important factors affecting the production and quality of agricultural products is the timely and appropriate supply of nutrients, in line with the plant's needs. Given that plants have different nutritional needs at various stages of growth, therefore, recognizing the needs of plants at these stages and providing them is very effective in the performance of the crop and preventing the creation of numerous problems and problems. Optimal nutrition is an important factor in the management of plant diseases. The application of nutrients in the soil directly or indirectly affects pathogenic factors. Nutrition affects plant growth and strength, as well as cellular and structural characteristics, such as the thickness of the cuticle and epidermis, and the degree of silicification and lignification. Other host factors, such as the strength and speed of growth, which determine the escape from disease or the rate of tissue thickening in the plant, are also affected by nutrition. Optimal nutrition is an important factor in the management of plant diseases. The application of nutrients in the soil directly or indirectly affects pathogenic factors. Nutrition affects plant growth and cellular and structural characteristics such as cuticle thickness, epidermis, silicification, and lignification. Other host factors, such as growth strength and speed, which determine disease escape or the rate of tissue thickening in the plant, are also affected by nutrition. Therefore, optimal use of fertilizers increases crop yield, which is one of the important goals of agricultural development, and essential and trace elements play an important role in fruit setting, fruit growth and development, yield, and improvement of fruit quality characteristics. Therefore, the optimal nutrition program based on developmental stages has been an effective solution for increasing the quantitative and qualitative improvement of dates and has increased the yield of Berhi date varieties in Khuzestan Province from 76 kg to 106 kg per tree (an increase of 38%).

Keywords: Date, Optimal Nutrition, Quality Yield, Quantity Yield.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر سطوح مختلف فسفر بر شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و کیفیت گل ژربرا

محمد جواد نظری دلجو[1*]، پریناز قاسم‌زاده[1] و محمد امین قزان[1]
۱- دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
*نویسنده مسئول: *mj.nazarideljou@iau.ac.ir*

چکیده

ژربرا یکی از مهمترین گل‌های شاخه بریده و گلدانی با طیف متنوع رشد، فرم و رنگ در ایران و دنیا است. تغذیه معدنی از مهمترین پارامترهای موثر بر رشد، عمکلرد و کیفیت گل‌های تولیدی ژربرا بویژه در کشت‌های بدون خاک است. در بین عناصر معدنی، فسفر یکی از عناصر ضروری، پرمصرف و کلیدی در متابولیسم گیاه شامل انتقال انرژی، سنتز اسید های نوکلئیک، حفظ یکپارچگی غشاهای سلولی، توسعه سیستم ریشه و بهبود کیفیت اندام‌های زایشی است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف فسفر محلول غذایی بر شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و کیفیت گل شاخه بریده ژربرا رقم G4 در کشت بدون خاک (بسترکوکوپیت-پرلایت) در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت فسفر محلول غذایی تا سطوح متوسط، بویژه ۳۰ و ۴۵ میلی‌گرم در لیتر، موجب افزایش معنی‌دار حجم ریشه، قطر گل، قطر ساقه، بهبود عملکرد و نیز کاهش نشت یونی گلبرگ گردید. همچنین، بیشترین عمر گلدانی در غلظت‌های متوسط فسفر محلول غذایی حاصل گردید. برهمین اساس، بیشترین ماندگاری پس ازبرداشت گل در تیمار ۴۵ میلی‌گرم در لیتر فسفر و برابر ۱۳.۳ روز حاصل گردید، که در مقایسه با غلظت ۱۵، ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر، به‌ترتیب افزایش ۹۰، ۳۱ و ۹۳ درصدی نشان داد. در مقابل، افزایش غلظت فسفر بیش از ۴۵ میلی‌گرم در لیتر، (۶۰ میلی‌گرم در لیتر) منجر به افت رشد و نمو و کاهش کیفیت گل‌های تولیدی گردید. براساس نتایج آزمایش، غلظت بهینه فسفرمحلول غذایی علاوه بر بهبود عملکرد، کیفیت و ماندگاری پس از برداشت ژربرا را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه معدنی، محلول غذایی، عمر گلدانی، قطر ساقه، قطر گل.

مقدمه

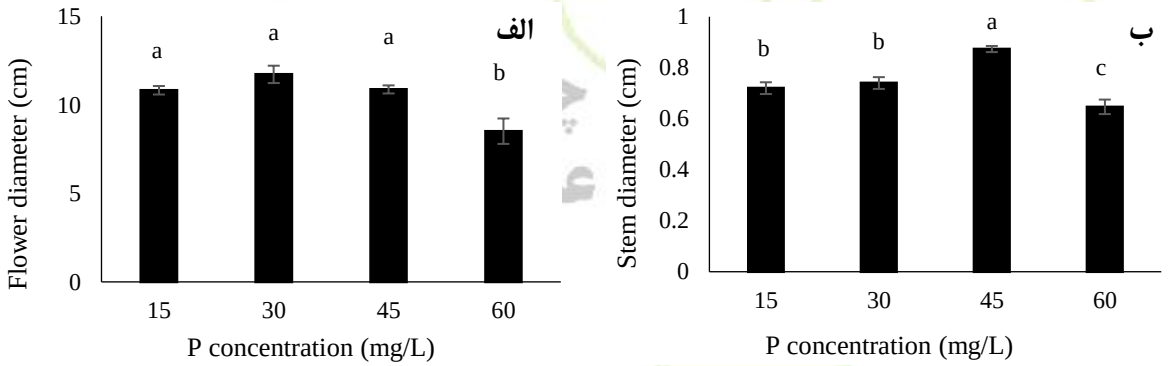
ژربرا یکی از محبوب‌ترین گل‌های شاخه‌بریده در جهان است و از نظر سطح تولید و ارزش اقتصادی رتبه چهارم را در میان گل‌های تجاری به خود اختصاص داده است (Soni & Godara, 2017). کشت بدون خاک (کوکوپیت و پرلایت) در سال‌های اخیر به‌عنوان روشی کارآمد برای افزایش بهره‌وری و کنترل دقیق شرایط رشد گیاهان زینتی معرفی شده است. در این روش، ریشه گیاه در تماس مستقیم با محلول غذایی قرار می‌گیرد که امکان تنظیم بهینه عناصر غذایی و کاهش مشکلات مرتبط با خاک را فراهم می‌کند (Zheng *et al.*, 2021). فسفر (P) از عناصر ضروری گیاه بوده و در فرآیندهایی مانند انتقال انرژی (ATP)، واکنش‌های فتوسنتزی، متابولیسم کربوهیدرات، ساخت اسیدهای نوکلئیک و فسفولیپیدها، تقسیم سلولی و حفظ یکپارچگی غشا نقش کلیدی دارد (Marchner,H. *ed.*,2011). با وجود اهمیت این عنصر، مطالعاتی که اثر سطوح مختلف فسفر را بر شاخص‌های فیزیولوژیک، کیفیت گل و عملکرد ژربرا در سیستم‌های بدون خاک بررسی کرده باشند محدود است؛ از این‌رو تعیین سطح بهینه فسفر همچنان یک نیاز پژوهشی محسوب می‌شود. بر این اساس، هدف این پژوهش بررسی تأثیر سطوح مختلف فسفر بر شاخص‌های فیزیولوژیک، کیفیت گل و عملکرد ژربرا رقم G4 در سامانه کشت بدون خاک (کوکوپیت و پرلایت) بود.

مواد و روش‌ها

گیاهچه‌های ژربرا رقم G4 در بستر کشت کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی یک به یک (۱:۱) رشد داده شدند. محلول غذایی پایه مورد استفاده بر اساس فرمول هوگلند و آرنون (۱۹۵۰) تهیه گردید. مقادیر مختلف فسفر با افزودن منبع کودی فسفات پتاسیم (KH_2PO_4) به محلول غذایی تنظیم و pH محلول نیز در محدوده ۰٫۲ ± ۶ ثابت نگه داشته شد. آزمایش در شرایط گلخانه‌ای کنترل‌شده و با اعمال پارامترهای دمای روزانه ۲ ± ۲۴ درجه سلسیوس، دمای شبانه ۲ ± ۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۰ درصد به مدت ۱۰ هفته انجام پذیرفت. شش ماه پس از کاشت گیاهچه‌ها و اعمال تیمار های مورد بررسی صفات رشد و نموی شامل حجم ریشه و تعداد گل در بوته (عملکرد) و همچنین صفات کیفی شامل قطر گل، قطر ساقه، عمر گلدانی و پایداری غشای سلولی مورد بررسی قرار گرفت. قطر گل و ساقه با کولیس دیجیتال، حجم ریشه با استوانه مدرج و عمر گلدانی بر اساس تعداد روز تا افت کیفیت ظاهری تعیین گردید. پایداری غشای سلولی نیز از طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی اولیه و نهایی نمونه‌های برگی در دمای معمولی (EC_1) و دمای ۹۰ درجه سلسیوس (EC_2) محاسبه شد Blum and Ebercon. (1981) تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

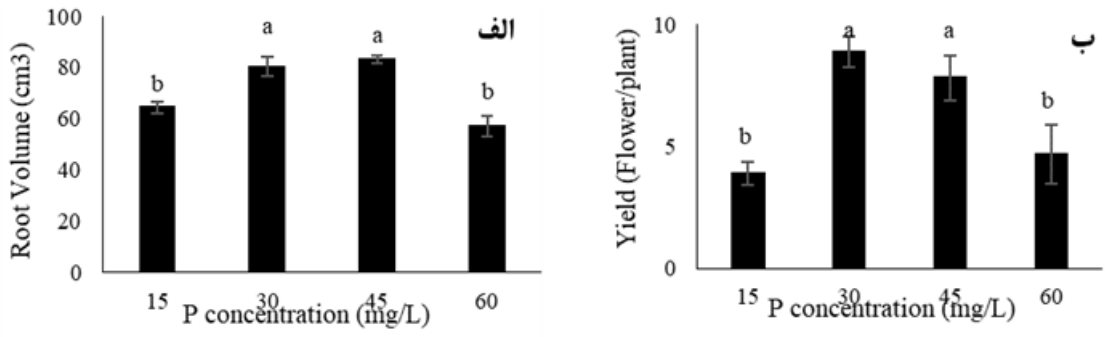
نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تمامی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ژربرا رقم G4 به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف فسفر قرار گرفتند ($P < 0.05$). قطر گل در تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر با ۱۱.۷۱ سانتی‌متر به بیشترین مقدار رسید و تیمار ۶۰ میلی‌گرم درلیتر کمترین مقدار (۸.۵۱ سانتی‌متر) را داشت که بیانگر اثر مثبت سطح بهینه فسفر بر رشد گل‌آذین است؛ موضوعی که با گزارش Saeed-ul-Haq et al., (2016) درباره نقش فسفر در بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه سازگار است (شکل ۱ الف). قطر ساقه نیز در تیمار ۴۵ میلی‌گرم در لیتر (۰.۸۷۳ سانتی‌متر) بیشترین و در ۶۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین مقدار (۰.۶۴۶ سانتی‌متر) را نشان داد و این موضوع تأیید می‌کند که فسفر در محدوده بهینه موجب تقویت بافت‌های ساختاری و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی می‌شود، درحالی‌که مصرف بیش‌ازحد اثر بازدارنده دارد؛ یافته‌ای که Renuka et al. (2005) نیز گزارش کرده‌اند (شکل ۱ ب).



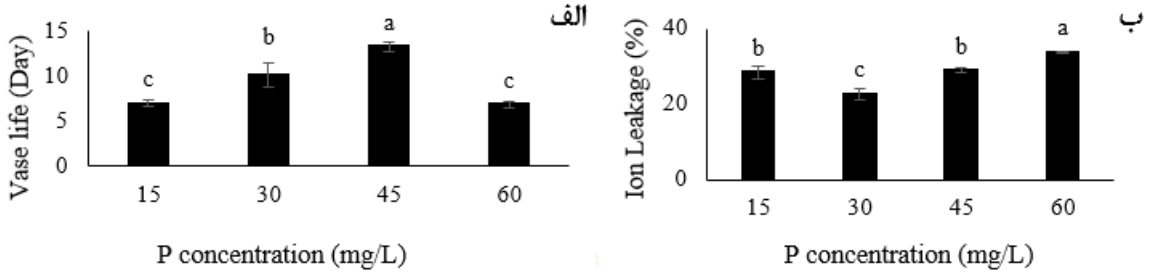
شکل ۱- تأثیر فسفر محلول غذایی بر قطر گل (الف) و قطر ساقه (ب) ژربرای شاخه بریده رقم G4.

حجم ریشه در تیمارهای ۳۰ و ۴۵ میلی‌گرم در لیتر (به‌ترتیب ۸۰.۳۳ و ۸۳ سانتی متر مکعب) بیشترین مقدار و در ۶۰ میلی‌گرم در لیتر (۵۷ سانتی متر مکعب) کمترین مقدار را داشت و این موضوع نشان می‌دهد که فسفر کافی، توسعه سیستم ریشه را تحریک می‌کند اما سطوح بالا موجب محدودیت رشد می‌شود؛ مشابه نتایج Iqbal *et al.* (2020) که بیان کرده‌اند گیاهان در سطوح پایین–متوسط فسفر مورفولوژی ریشه را برای افزایش کارایی جذب اصلاح می‌کنند (شکل ۲ الف). عملکرد گل نیز در تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر (۸.۸۶ عدد) بیشترین و در تیمارهای ۱۵ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین مقدار را نشان داد که نشان‌دهنده تأثیر مثبت فسفر بهینه بر فرآیندهای زایشی و تقسیم سلولی است و با یافته‌های Renuka et al. (2005) همخوانی دارد (شکل ۲ب).



شکل ۲– تاثیر فسفر محلول غذایی بر حجم ریشه (الف) و عملکرد (ب) ژربرای شاخه بریده رقم G4.

عمر گلدانی در سطح ۴۵ میلی‌گرم در لیتر به بیشترین مقدار (۱۳.۲۹ روز) و در ۱۵ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر به کمترین مقدار رسید، که بیانگر نقش فسفر در بهبود شرایط فیزیولوژیک و تأخیر در پیری است؛ مشابه گزارش Amin *et al*. (2015) مبنی بر افزایش دوام گل در اثر تأمین فسفر کافی (شکل ۳ الف). همچنین، پایداری غشای سلولی در تیمارهای ۶۰ و ۴۵ میلی‌گرم در لیتر کمترین و در ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین مقدار را داشته که نشان می‌دهد فسفر مناسب موجب حفظ یکپارچگی غشا و کاهش نفوذپذیری سلولی می‌شود؛ این موضوع با یافته Kaya *et al*. (2001) درباره کاهش نشت در شرایط مصرف فسفر همخوانی دارد. مجموعه این نتایج نشان می‌دهد که سطوح متوسط فسفر، به‌ویژه ۳۰ میلی‌گرم در لیتر، با بهبود رشد، تقویت شاخص‌های فیزیولوژیک، افزایش کیفیت و افزایش ماندگاری، بهترین بازده را برای ژربرا در کشت بدون خاک (کوکوپیت و پرلایت) فراهم می‌کند (شکل ۳ ب).



شکل ۳– تأثیر فسفر محلول غذایی بر عمر گلدانی (الف) و پایداری غشای سلولی (ب) ژربرای شاخه بریده رقم G4.

منابع

Amin, N., Sajid, M., Qayyum, M. M., Shah, S. T., Wahid, F. and Hashmi, R. S. 2015. Response of gerbera (*Gerbera jamesonii*) to different levels of phosphorus and potassium. Universal Journal of Agricultural Research, 3(2): 45–50.

Blum, A. and Ebercon, A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Science, 21(1): 43–47.

Iqbal, S., Akhtar, J., Naz, T., Riaz, U., Hussain, S., Mazhar, Z. and Iqbal, M. M. 2020. Root morphological adjustments of crops to improve nutrient use efficiency in limited environments. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 51(20): 2713–2727.

Kaya, C., Higgs, D. and Kirnak, H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 27(3–4): 47–59.

Marschner, H. (ed.) 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic Press.

Renuka, M. D., Dalal, S. R., Gonge, V. S., Mohariya, A. D. and Anuje, A. A. 2005. Effect of phosphorus and potash on growth, flowering and yield of gerbera under playhouse conditions. Crop Research, 29(2): 268–271.

Saeed-ul-Haq, S., Shah, S., Khan, N., Khan, A., Naeem, A., Ali, M., Gul, G., Rahman, S., Afzaal, M., Ullah, S. and Rawan, S. 2016. Growth and flower quality production of marigold (*Tagetes erecta* L.) in response to phosphorus fertilization. American Journal of Plant Sciences, 7(11): 1500–1508.

Soni, S. S. and Godara, A. K. 2017. Evaluation of gerbera varieties for growth and floral characters grown under greenhouse condition. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(5): 2740–2745.

Zheng, Y., Fields, J. S., Bragg, N., Caron, J., Michel, J. C., Zaccheo, P., Crippa, L., Giuffrida, F., Mauro, R. P., Tüzel, Y. and Balliu, A. 2021. Advances in horticultural soilless culture (Vol. 94). Burleigh Dodds Science Publishing.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects of Different Phosphorus Levels on Physiological Traits, Yield, and Flower Quality of Gerbera

Mohammad Javad Nazarideljo[1*], Parinaz Ghasemzadeh[1] and Mohammad Amin Ghazan[1]
1. Institute of Agriculture, Mah.C., Islamic Azad University, Mahabad, Iran
Corresponding Author: mj.nazarideljou@iau.ac.ir

Abstract

Gerbera is one of the most important cut and potted flowers with a wide diversity in growth habit, form, and color in Iran and worldwide. Mineral nutrition is among the most critical factors influencing the growth, yield, and quality of gerbera flowers, particularly under soilless cultivation systems. Among mineral nutrients, phosphorus is an essential, widely required, and key element in plant metabolism, playing vital roles in energy transfer, nucleic acid synthesis, maintenance of cell membrane integrity, root system development, and improvement of reproductive organ quality. This study was conducted to investigate the effects of different phosphorus levels in the nutrient solution on physiological traits, yield, and quality of cut gerbera (cv. G4) grown under soilless culture using a cocopeat–perlite substrate, arranged in a completely randomized design with three replications. The results showed that increasing phosphorus concentration in the nutrient solution to moderate levels, particularly 30 and 45 mg L^{-1}, significantly increased root volume, flower diameter, stem diameter, and yield, while reducing petal ion leakage. Moreover, the highest vase life was obtained at moderate phosphorus concentrations. Accordingly, the greatest postharvest longevity was recorded in the 45 mg L^{-1} phosphorus treatment, with a vase life of 13.3 days, representing increases of 90%, 31%, and 93% compared with 15, 30, and 60 mg L^{-1}, respectively. In contrast, increasing phosphorus concentration beyond 45 mg L^{-1} (60 mg L^{-1}) led to reduced growth and development and a decline in flower quality. Based on the results, the optimal phosphorus concentration in the nutrient solution not only improves yield but also enhances the postharvest quality and longevity of gerbera.

Keywords: Flower diameter, Mineral nutrition, Nutrient solution, Stem diameter, Vase life.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پتانسیل تولید بیبی اسفناج در گلخانه تحت شرایط مختلف آبیاری

محمد کارگر[1*]، مجتبی دلشاد[1] و حدیثه رحیمی خوب[2]
۱-گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
* نویسنده مسئول: *mohammad.kargar@ut.ac.ir*

چکیده

یکی از چالش‌های امروزی جهان، بحران و کمبود منابع آب با کیفیت برای کشاورزی می‌باشد. انتقال محصولات پر مصرف از نظر آب مانند سبزی ها به درون گلخانه، یک راه حل مناسب جهت کاهش مصرف آب می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی امکان کشت گیاه اسفناج در شرایط گلخانه می‌باشد. برای انجام این تحقیق، گیاه بیبی اسفناج رقم Racoon تحت چهار تیمار آبیاری که شامل آبیاری در حد ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود، در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه کشت گردید. میانگین مقدار شدت نور اندازه‌گیری شده در طول دوره کشت برابر ۱۰۰ میکرومول در متر مربع در ثانیه بود. بر اساس نتایج، حداکثر عملکرد وزن تر در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد که با تراکم ۶۹ گیاه در متر مربع، عملکرد بیبی اسفناج در این پژوهش برابر ۲۴۴/۲۲ گرم بر مترمربع بود. بیشترین شاخص بهره‌وری آب به دست آمده در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد که برابر ۳/۸۳ گرم زیست‌توده خشک بر لیتر بود. البته بین تیمار ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، بنابراین در صورت وجود محدودیت در مقدار آب آبیاری، می‌توان از تیمار ۸۰ درصد ظرفیت زراعی جهت آبیاری استفاده نمود که در این صورت عملکرد وزن‌تر برابر با ۱۹۵ گرم در مترمربع می‌باشد. حداکثر سرعت رشد نسبی در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و برابر با ۲۷۸۹/۷۰ میلی‌گرم در گرم در روز به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: بحران آب، بیبی اسفناج، شاخص بهره‌وری آب، گلخانه.

مقدمه

بحران و کمبود منابع آب از مهم‌ترین چالش‌ها و مسائل پیش‌روی جوامع امروزی است که به عنوان یکی از عوامل محدود کننده توسعه پایدار شناخته می‌شود. بخش کشاورزی، بزرگترین مصرف‌کننده منابع آب است به طوری که حدود ۷۰ درصد از منابع آب شیرین مصرفی جهان، به این بخش اختصاص می‌یابد (WWAP, 2009). امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان و کاهش منابع آب در دسترس، بهره‌گیری از تکنولوژی کشت در محیط کنترل شده از جمله گلخانه، در حال گسترش است. در کشت‌های گلخانه‌ای، کنترل عوامل و پارامترهای مهم اقلیمی شامل دما، رطوبت و تهویه، نه تنها عملکرد گیاه و بهره‌وری آب را افزایش می‌دهد، بلکه با ایجاد امکان کشت در خارج از فصل زراعی و در شرایط نامطلوب اقلیمی، بازده اقتصادی قابل توجهی برای کشاورزان فراهم می‌کند. از این جهت، انتقال محصولات آب‌بر مانند سبزی و صیفی به گلخانه‌ها، راه‌کار مطمئنی است که در بسیاری از کشورهای پیشرفته انجام می‌شود. در کشور ایران، سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای تا پایان سال ۱۴۰۲ برابر با ۱۸۴۶۴ هکتار بوده است که به طور میانگین حدود ۷۰ درصد آن به کاشت محصولات سبزی و صیفی اختصاص داشته است و در طی سال‌های اخیر، توجه ویژه‌ای نسبت به کشت سبزی‌های لوکس از جمله بیبی اسفناج شده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲). گیاه اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) محصول نواحی نسبتاً سرد است و در آب و هوای خنک بهتر رشد می‌کند. حداکثر تخلیه مجاز رطوبت (Management allowed deficit) برای گیاه اسفناج کمتر از بسیاری از محصولات کشاورزی بوده و معادل ۲۰ درصد از کل آب قابل استفاده (Available water) است (Gawronski and Skapski, 1976). هدف از انجام این پژوهش، بررسی امکان کشت گیاه اسفناج در شرایط کم آبیاری در گلخانه بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ و ۵۷ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۲۹۲/۹ متر از سطح دریا انجام شد. این مطالعه به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. در هر واحد آزمایشی نیز ۱۰ گیاه به عنوان مشاهده قرار داده شد. به‌طور کلی ۲۱۰ گیاه مورد آزمایش قرار گرفت. تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش شامل ۴ سطح کم آبیاری (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. برای انجام این پژوهش از گیاه بیبی اسفناج رقم Racoon استفاده شد. در تاریخ ۳ آذرماه ۱۴۰۲، نشاءهای بیبی‌اسفناج در مرحله ۴ برگی به گلدان‌هایی با قطر ۱۲ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر انتقال یافتند. طول دوره رشد پس از انتقال نشاءها، یک ماه در نظر گرفته شد. در پایان دوره، یک گیاه از هر واحد آزمایشی جهت اندازه‌گیری وزن تر، زیست‌توده خشک، شاخص سرعت رشد نسبی و کارایی مصرف آب، برداشت شد. پس از انتقال نشاءها، جهت استقرار آن‌ها، به مدت یک هفته به صورت روزانه آبیاری صورت گرفت و پس از آن به صورت یک روز در میان تیمارهای آبیاری اعمال شدند. برای تعیین میزان آب آبیاری در هر نوبت، از میزان تبخیر-تعرق گیاه اسفناج و معادله بیلان آب استفاده شد. برای تعیین میزان تبخیر-تعرق نیز از پنج میکرولایسیمتر مشابه با سایر گلدان‌ها استفاده شد. همچنین از ساعت هشت صبح تا چهار بعد از ظهر، هر یک ساعت مقدار شدت نور داخل گلخانه اندازه‌گیری شد و میانگین آن ۱۰۰ میکرومول در متر مربع در ثانیه در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم اشکال و جداول با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Word صورت گرفت.

نتایج و بحث

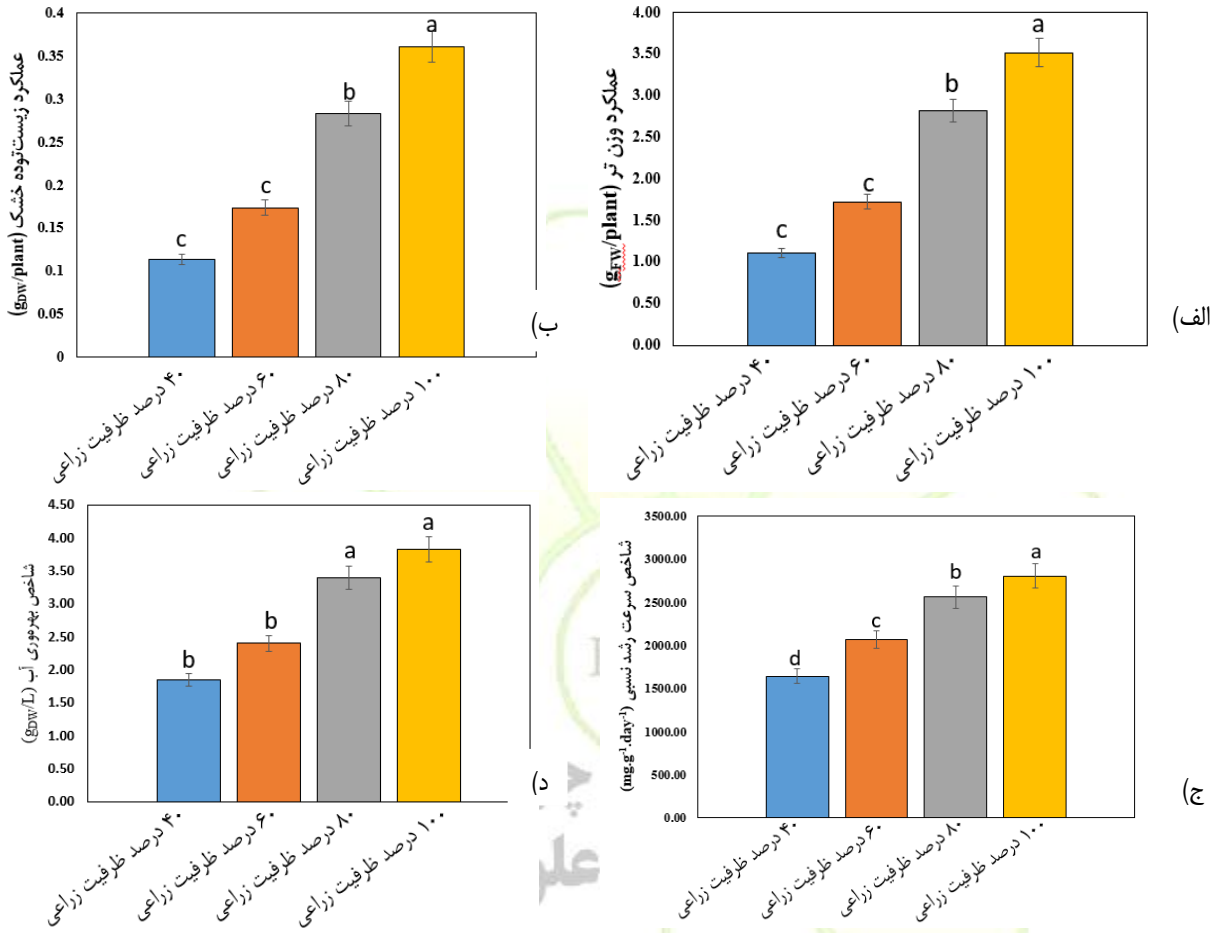
با توجه به نمونه برداری انجام شده در آخر دوره کشت، مقدار عملکرد وزن تر و زیست‌توده خشک برای هر تکرار از تیمارهای مورد آزمایش محاسبه شد. نتایج تجزیه واریانس میانگین عملکرد وزن تر و زیست‌توده خشک در جداول ۱ آورده شده است. با توجه به جدول ۱، اختلاف بین وزن تر و زیست‌توده خشک در تیمارهای مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. با توجه به شکل ۱، تیمارهای ۴۰ تا ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد وزن تر و زیست‌توده خشک داشته است و با افزایش مقدار آب آبیاری در تیمارها، مقدار عملکرد وزن تر و زیست‌توده خشک، افزایش یافته است و حداکثر مقدار هر دو شاخص در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود. با کاهش ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد مقدار آب آبیاری در تیمارهای یک تا سه، مقدار عملکرد وزن تر به ترتیب ۶۸، ۵۱ و ۲۰ درصد و وزن زیست‌توده خشک به ترتیب ۶۹، ۵۲ و ۲۲ درصد کاهش یافت. این کاهش وزن تر در شرایط تنش خشکی در سایر تحقیقات نیز مشاهده گردید (Yaruz et al, 2022; Karic et al, 2024). با فرض تراکم ۶۹ گیاه در مترمربع، حداکثر عملکرد وزن تر گیاه بیبی اسفناج در این پژوهش و در شرایط وجود شدت نور ضعیف در این گلخانه، برابر با ۲۴۴/۲۲ گرم بر مترمربع در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی می‌باشد.

در پژوهش صورت گرفته توسط رحماوند و همکاران، عملکرد گیاه اسفناج در تیمار یک با تراکم ۳۳ بوته بر مترمربع و در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، ۳۲۴/۳ گرم بر مترمربع به دست آمد (رحماوند و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به جدول ۱و شکل ۱، سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر شاخص سرعت رشد نسبی بیبی اسفناج داشته است. بیشترین شاخص سرعت رشد نسبی در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. تیمارهای ۴۰ تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب باعث کاهش ۴۱، ۲۶ و ۸ درصدی در شاخص سرعت رشد نسبی شدند. همچنین اثر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص بهره‌وری آب بیبی اسفناج در شکل۱، نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، سطوح مختلف آبیاری باعث کاهش شاخص بهره‌وری آب گردیده است. مقدار شاخص بهره‌وری آب در تیمارهای ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۱/۸۵، ۲/۴۱، ۳/۴۰ و ۳/۸۳ گرم ماده خشک بر لیتر بود. از لحاظ آماری بین تیمار ۴۰ با ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و ۸۰ با ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. بنابریان می‌توان نتیجه گرفت که جهت به دست آوردن بیشترین عملکرد می‌توان از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی استفاده کرد و در صورت محدودیت مقدار آب آبیاری، می‌توان از تیمار ۸۰ درصد ظرفیت زراعی استفاده نمود. در تحقیق دیگر انجام شده بر روی اسفناج، کاهش شاخص بهره‌وری در نتیجه‌ی کاهش مقدار آب آبیاری مشاهده شد (Gavili et al, 2018). همچنین در تحقیقی انجام شده بر روی اسفناج در شرایط مختلف آبیاری، مقدار شاخص بهره‌وری آب در تیمارهای ۲۰ تا ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بین ۲/۳۱ تا ۵/۰۲ گرم بر لیتر به دست آمد (Seymen, 2021).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد وزن تر و زیست‌توده خشک بیبی اسفناج.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن تر	زیست‌توده خشک	شاخص سرعت رشد نسبی	شاخص بهره‌وری آب
تیمار	۳	۳/۴۹۸**	۰/۰۳۷**	۲۳۶۹۶۶۸/۸۴۹**	۲/۴۴۷**
خطا	۸	۰/۱۰۸	۰/۰۰۱	۱۲۹۴۸/۵۹۳	۰/۱۶۷
ضریب تغییر (٪)		۴۴/۲۶	۴۵/۲۲	۲۰/۹۳	۳۰/۹۱

ns عدم تفاوت معنی‌دار، * و ** به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪



شکل ۱– اثر سطوح مختلف آبیاری بر الف)عملکرد وزن تر، ب)زیست‌توده خشک، ج)شاخص سرعت رشد نسبی و د)شاخص بهره‌وری آب بیبی اسفناج.

منابع

رحماوند، م.، رحیمی‌خوب، ع.، عرب، م. و وراوی‌پور، م. ۱۳۹۸. اثر تراکم کاشت گیاه اسفناج بر روی بهره‌وری آب نرمال‌شده. تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۵۰(۷): ۱۷۷۱–۱۷۸۰.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۴۰۳. آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۲.

Gavili, E., Moosavi, A. A. and Moradi Choghamarani, F. 2018. Cattle manure biochar potential for ameliorating soil physical characteristics and spinach response under drought. Archives of Agronomy and Soil Science, 64(12): 1714–1727.

Gawronski, S. and Skapski, H. 1976. The optimum spacing for spinach grown in weed-free conditions.

Karic, L., Zahirović Sinanović, Ć., Smajic Murtic, M., Rakita, N., Omerović, Z. and Murtić, S. 2024. Morphological and physiological response of spinach plants to water stress. 74: 13–27.

Seymen, M. 2021. Comparative analysis of the relationship between morphological, physiological, and biochemical properties in spinach (*Spinacia oleracea* L.) under deficit irrigation conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 45(1): 55–67.

WWAP. 2009. The 3rd United Nations World Water Development Report: Water in a changing world. UNESCO and Earthscan. 429 p.

Yavuz, D., Kılıç, E., Seymen, M., Dal, Y., Kayak, N., Kal, Ü. and Yavuz, N. 2022. The effect of irrigation water salinity on the morph-physiological and biochemical properties of spinach under deficit irrigation conditions. Scientia Horticulturae, 304: 111272.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The potential for baby spinach production in a greenhouse under deficit irrigation conditions

Mohammad Kargar[1*], Mojtaba Delshad[1] and Hadisseh RahimiKhoob[2]
1- Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Department of Irrigation and Reclamation Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
Corresponding Author: mohammad.kargar@ut.ac.ir

Abstract

One of the contemporary challenges faced by the world is the crisis and shortage of quality water resources for agriculture. Transferring water-intensive crops, such as vegetables, into greenhouses is a suitable solution to reduce water consumption. This study aimed to investigate the feasibility of growing spinach in greenhouse conditions. For this research, Baby spinach (variety Racoon) was subjected to four irrigation treatments, which included irrigation at 40%, 60%, 80%, and 100% of the field capacity, with three replications, arranged in a completely randomized design in a greenhouse. The average light intensity measured during the growing period was 100 micromoles per square meter per second. According to the results, the maximum fresh weight yield was observed in the 100% field capacity treatment, where with a plant density of 69 plants per square meter, the fresh weight yield of baby spinach was 244.22 grams per square meter. The highest water use efficiency was found in the 100% field capacity treatment, which was 3.83 grams of dry biomass per liter. However, there was no significant difference between the 80% and 100% field capacity treatments. Therefore, in cases of limited irrigation water, the 80% field capacity treatment can be used for irrigation, with a fresh weight yield of 195 grams per square meter. The maximum relative growth rate was observed in the 100% field capacity treatment, with a value of 0.2789 mg per gram per day.

Keywords: Baby spinach, Greenhouse, Water crisis, Water productivity index.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر نسبت‌های مختلف زئولیت و پیت در بسترهای غیرخاکی روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa*)

محمد علی اعظمی[1*] و فاطمه بهره‌ور[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*نویسنده مسئول: *aazami58@gmail.com*

چکیده

درسال‌های اخیر دامنه‌ی وسیعی از بسترهای کشت بدون خاک به منظور تولید انبوه محصولات باغی بخصوص محصولات گلخانه‌ای گسترش یافته است. حفاظت از گیاهان دربرابر مشکلات خاکی از جمله پاتوژن‌ها، حشرات و آلودگی‌های محیطی از دلالیل جایگزینی بسترهای بدون خاکی است. توت‌فرنگی یکی از مهم‌ترین ریزمیوه‌های جهان با ارزش غذایی و دارویی بالا است. میوه‌ها دارای ترکیبات مغذی مانند مواد معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای آلی، اسیدهای چرب و فیبر هستند، همچنین آنها دارای طیف گسترده‌ای از ترکیبات فعال بیولوژیکی از جمله پلی‌فنول‌ها، تانن‌ها و فلاونوئیدها هستند. در سال‌های اخیر، تولید توت‌فرنگی بدون خاک رواج یافته است. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر شش بستر کشت با نسبت‌های مختلف زئولیت و پیت بر عملکرد و کیفیت دو رقم تجاری توت‌فرنگی کاماروسا و سلوا انجام گرفت. صفاتی از قبیل عملکرد گیاه، بیشترین میزان را در بستر کشت پیت۱۰۰٪ و رقم کاماروسا دارا بودند. درحالی که بیشترین میزان TA در بستر کشت زئولیت ۱۰۰٪ در رقم کاماروسا مشاهده گردید. بیشترین میزان TSS نیز مربوط به بستر کشت پیت۸۰٪+ زئولیت۲۰٪ در رقم کاماروسا بود. بستر کشت با درصد پیت بالا دارای بیشترین تأثیر بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی و کیفی توت‌فرنگی بود. به نظر می‌رسد رقم کاماروسا در بستر کشت با درصد بالایی از پیت گزینه‌ی مناسبی برای تولید توت‌فرنگی در کشت بدون خاکی در گلخانه‌ها باشد. در پژوهش‌های آینده انتظار بر این است که با مطالعه و مقایسه‌ی بسترهای رایج در کشور بتوان یک بستر را هم از نظر اقتصادی و هم از نظر کارایی به تولیدکنندگان معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: پیت‌ماس، توت‌فرنگی، زئولیت، کمپوست.

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria x ananassa*) متعلق به خانواده Rosaceae یا گل‌سرخیان بوده که گیاهی چندساله و علفی تلقی می‌شود (اکبری و همکاران، ۱۳۹۴). توت‌فرنگی یکی از مهمترین ریزمیوه‌های جهان با ارزش غذایی و دارویی بالا است Li et al., (2019). میوه‌ها دارای ترکیبات مغذی مانند مواد معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای آلی، اسیدهای چرب و فیبر هستند، همچنین آنها دارای طیف گسترده‌ای از ترکیبات فعال بیولوژیکی از جمله پلی‌فنول‌ها، تانن‌ها و فلاونوئیدها هستند (Miller et al., 2019). در سال‌های اخیر، تولید توت‌فرنگی بدون خاک رواج یافته است. متداول‌ترین سیستم کشت مبتنی بر رشد گیاهان در محیط‌های رشد بدون خاک با کاربرد دقیق محلول‌های مغذی معدنی مستقیماً در ناحیه ریشه است تا شرایط رشد بهینه را فراهم کند. سیستم‌های کشت بدون خاک (Soilless Culture Systems) برای کشت گیاه تا چهار برابر کارایی مصرف آب بالاتری نسبت به کشت سنتی خاک دارند و همچنان پتانسیل بازدهی گیاهان و کیفیت توت‌های تولید شده بهبود می‌یابد. محیط‌های کاشت با محتوای آلی کافی نسبت به محیط‌هایی که از نظر مواد آلی ضعیف هستند، از رشد سریع‌تر گیاه حمایت می‌کنند (Singh et al., 2019). یکی از بسترهای کاشت که می‌تواند به غلبه بر مشکلات محیط کاشت کمک کند زئولیت است. زئولیت دارای ساختاری است که می‌تواند کاتیون‌های مغذی مورد نیاز گیاهان را در خود نگه دارد و آزاد کند (Ezperanza et al., 2023). زئولیت در محیط های کاشت در اتصال عناصر غذایی نقش دارد و در نتیجه دسترسی آنها به گیاهان را افزایش می‌دهد. وجود زئولیت به جذب بهینه عناصر غذایی کمک می‌کند، زیرا این عناصر در محیط کاشت در دسترس باقی می‌مانند و به راحتی شسته و از بین نمی‌روند. علاوه بر این، Nabiila و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که زئولیت می‌تواند به عنوان یک بستر کاشت کارآمد مورد استفاده قرار گیرد زیرا می‌توان از آن بدون آسیب رساندن به اکوسیستم استفاده مجدد کرد و pH و شرایط غذایی کاهش شدیدی را

تجربه نکرد. از دیگر بسترهای کشت می‌توان به پیت‌ماس اصلی‌ترین ماده آلی که به عنوان محیط کشت استفاده می‌شود اشاره نمود. بسترکشت پیت بیانگر خاکی نرم بوده و جزء مواد خیلی آلی طبقه‌بندی می‌شوند. اجزای اصلی تشکیل دهنده‌ی پیت‌ها فیبرهای آلی هستند که در کمبود اکسیژن متلاشی و تجزیه می‌گردند. بنابراین بیان شده‌است که پیت نشان‌دهنده‌ی خاصیت منحصربه فرد ساختار در مقایسه با خاک‌های غیرآلی همانند شن و رس بوده که تنها از اجزای خاکی تشکیل شده‌اند (Rozas et al., 2023).

مواد و روش‌ها

نشاهای توت‌فرنگی بعد از ضد عفونی به وسیله قارچ‌کش به طور مستقیم در گلدان‌هایی به حجم ۸ لیتر کاشته شد. بسترهای کشت با نسبت‌های مختلف زئولیت و پیت شامل پیت ۱۰۰٪، پیت ۸۰٪+زئولیت۲۰٪، پیت۶۰٪+زئولیت۴۰٪، پیت۴۰٪+زئولیت۶۰٪، پیت۲۰٪+زئولیت۸۰٪ و زئولیت ۱۰۰٪ بود. نشاهای کشت شده در گلخانه با دمای روز ۲±۲۵ درجه سلسیوس و دمای شب ۲±۱۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد قرار گرفتند. در داخل هر گلدان از یک قطره چکان به منظور تزریق محلول غذایی به میزان ۳۵۰ سی سی به داخل بستر کشت استفاده گردید. دور آبیاری، دمای محیط و رطوبت اشباع برای تیمارها ثابت در نظر گرفته شد. این تحقیق در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه مراغه در یک دوره کشت شش ماهه اجر ا شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل رقم و بستر کشت بر صفات تعداد میوه، وزن میوه، عملکرد گیاه در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار بودند. براساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین داده‌های تعداد میوه، بیشترین تعداد میوه در توت فرنگی‌های رقم کاماروسا و کشت شده در بستر پیت‌ماس۱۰۰٪ به دست آمد در حالی که کم‌ترین تعداد میوه در گیاهان کشت شده در بستر زئولیت ۱۰۰٪ و رقم سلوا بود. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن میوه و عملکرد گیاه در بستر کشت پیت ماس۱۰۰٪ و رقم کاماروسا دارای بیشترین میزان خود در مقایسه با سایر بسترهای کشت بودند. در این پژوهش، نتایج نشان داد که بکارگیری بستر کشت با درصد بالایی از پیت ماس در رقم کاماروسا منجر به افزایش تعداد میوه و عملکرد گردید، در حالی که کمترین وزن میوه و عملکرد گیاه مربوط به رقم سلوا در بستر کشت زئولیت ۱۰۰٪ به دست آمد (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات متقابل رقم و بسترکشت بر اسیدیته قابل تیتر و مواد جامد محلول و نسبت این دو بر یکدیگر به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتر در ارقام کاماروسا و بستر کشت زئولیت۱۰۰٪ بود و کمترین مقدار آن در توت‌فرنگی رقم سلوا و بستر کشت پیت‌ماس۱۰۰٪ مشاهده گردید. محتوای موادجامد محلول در گیاهان ارقام کاماروسا و بستر کشت پیت‌ماس ۸۰٪+ زئولیت ۲۰٪ بیشترین میزان بود و کمترین محتوای آن در توت‌فرنگی رقم سلوا و بسترکشت زئولیت۱۰۰٪ بدست آمد. بیشترین میزان نسبت این دو نیز در گیاهان بستر کشت پیت ماس۱۰۰٪ و رقم کاماروسا در مقایسه با سایر بسترهای کشت بودند (جدول ۱). استفاده از پیت در بسترهای کشت گیاهان توت‌فرنگی با درصد بالاتر عملکرد بهتری از توت‌فرنگی به خصوص در رقم کاماروسا را منجر شد به طوری که طبق نتایج به دست آمده اثر متقابل بستر کشت و رقم دارای اختلاف معنی‌داری در شاخص مورد نظر در سطح یک درصد بوده که رقم کاماروسا عملکرد بهتری نسبت به رقم سلوا داشته که این میزان عملکرد بالا در بستر کشت یک (پیت۱۰۰٪) مشاهده گردیده است. به نظر می‌رسد حضور اکسیژن بیشتر در محیط ریشه سبب افزایش میزان هوای خاک شده و در نتیجه میزان محصول افزایش پیدا می‌کند (Mustafa & AbdulRahman, 2021). کاهش رشد گیاه در نسبت بالای زئولیت (به طور تقریبی ۴۰ و ۵۰ درصد) به شکل اندکی بستگی به کاهش تهویه بستر کشت دارد (Marashi et al 2018). مرعشی و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش نمودند که جایگزینی پیت با زئولیت منجر به افزایش چگالی حجم و به دنبال آن کاهش تخلخل در گیاه *Dracaena marginta* شده است و رشد و عملکرد گیاه در تیمار ۴۰ الی ۵۰ درصد زئولیت توسط بروز صفات فیزیکی بستر منجر به کاهش شد. همانطور که توسط راجا و همکاران گزارش شده است، پیت ماس غنی از ضایعات نارگیل و سایر مواد زیست تخریب پذیر می‌باشدکه حاصلخیزی خاک و مواد مغذی موجود برای تولید کلی توت‌فرنگی را افزایش می‌دهند (Raja et al., 2018). جامدات محلول کل و اسیدیته کل عوامل حسی و طعمی اصلی میوه توت‌فرنگی هستند. ارزش بریکس میوه به رقم، سیستم کشت و مرحله برداشت بستگی دارد (Raja et al., 2018). بیشترین میزان TSS در بستر کشت ۲ (پیت۸۰٪+زئولیت۲۰٪) در رقم

کاماروسا و درصد بالای TA در بستر شماره ۶ (زئولیت ۱۰۰٪) در همان رقم به دست آمده است. همچنین اثر متقابل بستر کشت و رقم در شاخص TSS/TA درسطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده به طوریکه بیشترین مقدار TSS/TA در رقم کاماروسا و پیت‌ماس ۱۰۰٪مشاهده گردیده است. نتایج نشان داد استفاده از میزان بالای پیت در بسترهای کشت بدون خاکی در گیاه توت‌فرنگی منجر به افزایش مقدار TSS در پژوهش حاضر گردید که نتایج حاضر با نتایج مصطفی و همکاران ۲۰۲۱ مطابقت دارد. فتوحی و همکاران ۲۰۰۷ نیز بیان کردند که بیشترین مقدار TA توت‌فرنگی در بستر کشت زئولیت و یا زئولیت با نسبت بالاتر به همراه سایر بسترهای کشت قابل مشاهده است.

جدول ۱– نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل بستر کشت و رقم بر تعداد میوه، وزن میوه، عملکرد گیاه، اسیدیته قابل تیتر(TA)، مواد جامدمحلول (TSS)، TAA/TSS توت فرنگی.

رقم	بستر کشت	تعداد میوه	وزن میوه	عملکرد گیاه	مواد جامد محلول(TSS)	اسیدیته قابل تیتر(TA)	TSS/TA
کاماروسا	پیت‌ماس ۱۰۰٪	۱۷/۸±۱/۹۲^{a}	۱۸/۷±۰/۸۳^{a}	۳۰۹/۲۵±۳۲/۹۹^{a}	۶/۸۲±۰/۸۳^{ab}	۰/۶۸±۰/۰۰۵^{a}	۹/۹۶±۰/۱۶^{a}
	پیت‌ماس ۸۰٪+ زئولیت ۲۰٪	۱۲/۵±۰/۵^{c}	۱۲/۵±۰/۵۹^{c}	۱۳۱/۷۷±۷/۱۹^{c}	۷±۰/۱۸^{a}	۰/۷۲±۰/۰۰۸^{hi}	۹/۹۸±۰/۳۱^{a}
	پیت‌ماس ۶۰٪+ زئولیت ۴۰٪	۱۰/۲۵±۱/۵^{d}	۱۰/۲۵±۰/۵۸^{d}	۱۲۳/۵۷±۲۲/۶۶^{dc}	۶/۶۷±۰/۷۹^{ab}	۰/۸۱±۰/۰۰۷^{g}	۸/۲۴±۰/۸۸^{b}
	پیت‌ماس ۴۰٪+ زئولیت ۶۰٪	۱۴±۰/۸۳^{bc}	۱۴±۰/۳۳^{bc}	۱۴۷/۴۵±۸/۳۱^{b}	۶/۱۲±۰/۵۴^{bc}	۰/۸۵±۰/۰۱^{e}	۷/۱۳±۰/۸۳^{c}
	پیت‌ماس ۲۰٪+ زئولیت ۸۰٪	۱۵±۱/۷۹^{b}	۱۵±۰/۸۹^{b}	۱۱۱/۸±۲۲/۶۱^{dce}	۶/۰۲±۰/۳۶^{bcd}	۱/۰۱±۰/۰۰۷^{c}	۵/۹۵±۰/۴۸^{de}
	زئولیت ۱۰۰٪	۶±۱/۰۹^{f}	۶±۰/۴۵^{f}	۳۸/۳۳±۹/۹۹^{g}	۵/۵۷±۰/۲۷^{dc}	۱/۰۹±۰/۰۰۷^{a}	۴/۶۶±۰/۳۸^{f}
سلوا	پیت‌ماس ۱۰۰٪	۸/۵±۱/۲۲^{d}	۸/۵±۰/۵۷^{d}	۹۸/۵۵±۱۹/۰۱^{de}	۶/۰۲±۰/۴۷^{bcd}	۰/۷±۰/۰۰۴^{ji}	۸/۵۷±۰/۵۲^{b}
	پیت‌ماس ۸۰٪+ زئولیت ۲۰٪	۵/۷۵±۰/۸۳^{f}	۵/۷۵±۰/۷۹^{f}	۴۵/۸±۱۳/۵۷^{g}	۶/۲۲±۰/۷۸^{abc}	۰/۷۲±۰/۰۱۰^{h}	۸/۶۲±۰/۸۷^{b}
	پیت‌ماس ۶۰٪+ زئولیت ۴۰٪	۶/۲۵±۱/۵۸^{ef}	۶/۲۵±۱/۰۱^{ef}	۵۵/۶۶±۲۱/۳۹^{fg}	۶±۰/۱۹^{bcd}	۰/۸۳±۰/۰۱۴^{f}	۷/۲۲±۰/۱۸^{c}
	پیت‌ماس ۴۰٪+ زئولیت ۶۰٪	۸/۲۵±۰/۸۳^{de}	۸/۲۵±۰/۱۹^{de}	۸۲/۵۸±۴/۸۷^{ef}	۵/۷۷±۰/۵۲^{dc}	۰/۸۶±۰/۰۱۴^{e}	۶/۶۴±۰/۵۲^{dc}
	پیت‌ماس ۲۰٪+ زئولیت ۸۰٪	۸/۷۵±۱/۲۲^{d}	۸/۷۵±۰/۸۳^{d}	۴۳/۵۸±۱۱/۶۴^{g}	۵/۵±۰/۳۹^{dc}	۰/۹۸±۰/۰۲^{d}	۵/۵۶±۰/۸۵^{ef}
	زئولیت ۱۰۰٪	۱/۷۵±۰/۸۳^{g}	۱/۷۵±۰/۱۱^{g}	۶/۹۵±۳/۴۳^{h}	۵/۲±۰/۳^{d}	۱/۰۵±۰/۰۱^{b}	۴/۹۲±۰/۳۱^{f}
منابع تغییرات	درجه آزادی						
بسترکشت	۵	۹۳/۶۲**	۸۶/۵۷**	۲۹۲۸۶/۲۸**	۱/۷۰**	۰/۱۸**	۲۷/۰۰۴**
رقم	۱	۴۶۲/۵۲**	۹۶/۳۳**	۱۰۳۰۶۳/۸۶*	۴/۰۸**	۰/۰۰۰۵۲^{ns}	۶/۴۰**
بسترکشت×رقم	۵	۱۰/۲۲**	۲/۰۶**	۷۵۷۷/۸۵**	۰/۰۷*	۰/۰۰۱۲**	۰/۸۲*
خطا	۳۶	۲/۰۹	۰/۵۷	۳۸۹/۷۴	۰/۲۸	۰/۰۰۰۱۸	۰/۴۵
ضریب تغییرات(٪)		۱۴/۹۸	۸/۱	۱۹/۳۸	۸/۷۷	۱/۵۷	۹/۳

ns، * و ** به ترتیب به معنی‌دار نبودن، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد اشاره دارد. حروف مشترک در هر ستون با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

منابع

Kumar, N., Ram, R. B. and Mishra, P. K. 2015. Effect of vermicompost and Azotobacter on quality parameters of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cv. Sweet Charlie.

Li, Y., Pi, M., Gao, Q., Liu, Z. and Kang, C. 2019. Updated annotation of the wild strawberry Fragaria vesca V4 genome. Horticulture Research, 6.Marashi, M., Ehterami, M., Ebrahimi, R. and Khomami, A. M. 2019. Investigating the response of Dracaena marginata and physical characteristics of growth medium to different levels of zeolite in replacement for peat.

Miller, K., Feucht, W. and Schmid, M. 2019. Bioactive compounds of strawberry and blueberry and their potential health effects based on human intervention studies: A brief overview. Nutrients, 11(7): 1510.Mustafa, M. A. and AbdulRahman, H. B. 2021. The effect of the growing media and planting distances on the growth and yield of strawberry (Fragaria ananassa Duch.) grown in plastic tubes. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 904(1): 012049.

Nabiela, J. 2019. Pengaruh komposisi berbagai macam media tanam hidroponik substrat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.). Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Prasad, R., Lisiecka, J. and Kleiber, T. 2022. Morphological and yield parameters, dry matter distribution, nutrients uptake, and distribution in strawberry (Fragaria × ananassa Duch.) cv. 'Elsanta' as influenced by spent mushroom substrates and planting seasons. Agronomy, 12(4): 854.

Raja, W. H., Kumawat, K. L., Sharma, O. C., Sharma, A., Mir, J. I., Nabi, S. U. and Qureshi, I. 2018. Effect of different substrates on growth and quality of strawberry cv. Chandler in soilless culture. Pharma Innovation Journal, 7: 449–453.

Rozas, A., Aponte, H., Maldonado, C., Contreras-Soto, R., Medina, J. and Rojas, C. 2023. Evaluation of compost and biochar as partial substitutes of peat in growing media and their influence on microbial counts, enzyme activity and Lactuca sativa L. seedling growth. Horticulturae, 9(2): 168.

Singh, M. C., Singh, G. K. and Singh, J. P. 2019. Nutrient and water use efficiency of cucumbers grown in soilless media under a naturally ventilated greenhouse. Journal of Agricultural Science and Technology, 21(1): 193–207.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of different ratios of zeolite and peat in non-soil substrates on physiological characteristics of strawberry (*Fragaria ananass*a)

Mohammad Ali Aazami[1*] and Fatemeh Bahrevar[1]
1- Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[*]*Corresponding Author: aazami58@gmail.com*

Abstract

In recent years, a wide range of soilless cultivation substrates has been developed for the mass production of horticultural crops, particularly greenhouse crops. Protecting plants from soil-related issues such as pathogens, insects, and environmental pollutants is among the key reasons for adopting soilless cultivation systems. Strawberry is one of the most important small fruits globally, valued for its high nutritional and medicinal properties. The fruits contain essential nutrients such as minerals, vitamins, organic acids, fatty acids, and fiber, along with a broad spectrum of bioactive compounds, including polyphenols, tannins, and flavonoids. In recent years, soilless strawberry production has gained significant popularity. This study aimed to investigate the effects of six cultivation substrates with varying ratios of zeolite and peat on the yield and quality of two commercial strawberry cultivars, Camarosa and Selva. Plant yield traits were highest in the 100% peat substrate for the Camarosa cultivar. Meanwhile, the highest titratable acidity (TA) was observed in the 100% zeolite substrate for Camarosa. The highest total soluble solids (TSS) content was recorded in the substrate containing 80% peat and 20% zeolite for the Camarosa cultivar. Substrates with higher peat percentages exhibited the most significant influence on the physiological and qualitative characteristics of strawberries. The Camarosa cultivar grown in a high-peat substrate appears to be a suitable option for soilless strawberry production in greenhouses. Future research is expected to evaluate and compare commonly used substrates in the country to identify an optimal substrate that balances both economic feasibility and agronomic efficiency for producers.

Keywords: Compost, Peat moss, Strawberry, Zeolite.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقایسه نشای کلم بروکلی تولید شده در بستر کشت سولوپیت در مقایسه با کوکوپیت

هاجر ابراهیمی رشتی[۱]، نگین عباسی افسوران[۲]، مهسا یونسی[۳]، رضا ابراهیمی گسکرئی[۱*] و محمود شعبان‌پور[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده منابع طبیعی و علوم کشاورزی، دانشگاه ساری، ساری، ایران
۳- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *rezaebrahimi@guilan.ac.ir*

چکیده

به دلیل ارزش تغذیه‌ای و دارویی کلم بروکلی، افزایش تولید و مصرف آن می‌تواند نقش مهمی در بهبود سلامت عمومی جامعه ایفا کند لذا توسعه تحقیقات با هدف بهبود روش‌های تولید نشای این محصول هم ضروری است. با استفاده از روش‌های نوین کشت گلخانه ای با بسترهای جدید، شاید بتوان عملکرد این گیاه را بهبود داد. هر ساله مقدار قابل توجهی ارز، صرف واردات انواع بستر کشت بدون خاک مانند کوکوپیت می‌شود. بدلیل افزایش تقاضا و کاهش دسترسی به منابع، جستجو برای یافتن بسترهای کشت بدون خاک جدید با کیفیت خوب و کم هزینه بعنوان جایگزین بسترهای کشت وارداتی ضروری است. استفاده از دانش فنی و مهارت متخصصین کشور و تولید بستر کشت جایگزین کوکوپیت از منابع داخلی با بهره‌مندی از فناوری‌های نوین زیستی در داخل کشور و مقایسه آنها، کاری در راستای تولید محصولات دانش بنیان و به نفع استقلال کشور است. بدین منظور پژوهشی با ۸ نوع بستر کشت شامل سولوپیت، کوکوپیت، سولوپیت-پرلیت(۳:۱)، کوکوپیت-پرلیت (۳:۱)، کوکوپیت-سولوپیت (۳:۱)، سولوپیت-کوکوپیت (۳:۱)، سولوپیت+ یک درصد خاک سنگین و نیز فقط خاک با بافت سنگین و سه فاکتور کود آبیاری شامل آب مقطر، ورمی‌واش و هیومیک اسید، انجام شد. صفات وزن‌تر کل نشا، طول نشا، تعداد برگ، تعداد ریشه، طول ریشه و قطر ریشه، اندازه‌گیری شد. به استناد نتایج به دست آمده از پژوهش، نشای تولید شده در بستر کشت سولوپیت آبیاری شده با ورمی‌واش، بهترین نشا را نسبت به سایر بسترها و کود آبیاری‌ها، داشت. سالانه حجم زیادی پوسته بیرونی شلتوک به عنوان پسماند آلی در کارخانجات شالیکوبی در مقیاس صنعتی در شمال کشور برجای می ماند لذا فرآوری این پسماند و تولید سولوپیت از آن و برگرداندن آن به چرخه تولید بعنوان بستر کشت بدون خاک، اقدامی هوشمندانه است و می تواند در تولید نشای کلم بروکلی جایگزین کوکوپیت شود.

واژه‌های کلیدی: سولوپیت، کشت بدون خاک، هیومیک اسید، ورمی‌واش.

مقدمه

کلم بروکلی، یکی از اعضای خانواده سبزیجات چلیپایی، به دلیل خواص تغذیه‌ای و دارویی، بسیار با اهمیت است. این گیاه منبع غنی از ترکیب مهم سولفورافان و به عنوان یک عامل قوی ضد سرطان شناخته شده است (Kirsh et al., 2007). امروزه تولید گیاهان در ظروف کشت به عنوان یک بخش مهم در صنعت گلخانه‌داری، گسترش یافته است و در مقایسه با کشت در مزرعه حجم بستر کشت مورد نیاز برای کشت گیاه، کاهش یافته است. به همین دلیل رشد گیاه به مقدار زیاد تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت قرار می‌گیرد (اشکوری و ابراهیمی، ۱۳۹۵). بستر کشت برای رشد و سلامت گیاهان نقش حیاتی ایفا می‌کند. باید بستری را انتخاب کرد که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مطلوب برای تامین نیازهای گیاهچه داشته باشد (کاظمی و ابراهیمی،۱۴۰۳). هدف از انجام این تحقیق مقایسه سولوپیت با کوکوپیت وارداتی از سریلانکا بعنوان بستر کشت تولید نشای کلم بروکلی است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۳ تکرار در گلخانه‌ی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان اجرا شد. تیمارها شامل ۸ نوع بستر کشت (فاکتور اصلی) که شامل (سولوپیت)، (کوکوپیت)، (سولوپیت-پرلیت۳:۱)، (کوکوپیت-پرلیت۳:۱)، (کوکوپیت-

سولوپیت ۳:۱)، (سولوپیت-کوکوپیت ۳:۱)، (سولوپیت+ یک درصد خاک با بافت سنگین)، (خاک بافت سنگین) و ۳ نوع کود آبیاری (فاکتور فرعی) آب مقطر، کود ورمی‌واش و کود هیومیک اسید بود. بذور ابتدا به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شد و بعد از جوانه زدن، به روش مستقیم یک بذر در هر خانه از سینی نشا حاوی بسترهای مورد مطالعه، کشت شد. آبیاری با آب مقطر، ورمی واش و هیومیک اسید در مواقع نیاز انجام شد. گیاهچه های سبز شده به مدت ۳۰ روز در گلخانه مجهز به سیستم تهویه با دما و نور مناسب رشد کردند. هر ۱۰ روز، ۱۰ عدد نشا از هر سینی بطور تصادفی برداشته شد و ارتفاع نشا، تعداد برگ، تعداد ریشه، طول ریشه، قطر ریشه و وزن کل آن، تعیین و ثبت شد.

نتایج و بحث

وزن‌تر کل نشا

نتایج تجزیه واریانس نشان داد وزن تر کل نشا، تحت تأثیر فاکتورهای آبیاری و بستر کشت معنی‌دار نبود (جدول ۱). این بدان معناست که بستر بدون خاک تولید شده می‌تواند جایگزین بستر کشت وارداتی شود و وابستگی به واردات کوکوپیت را کاهش دهد.

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تعداد برگ، فاکتورهای آبیاری و بستر کشت معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بین کلیه بسترهای کشت، بسترهایی که سولوپیت داشتند (سولوپیت، سولوپیت- پرلیت (۳:۱)، کوکوپیت- سولوپیت (۳:۱)، سولوپیت- کوکوپیت (۳:۱)) و با ورمی‌واش آبیاری شده بودند، با میانگین ۴ برگ، تعداد برگ بیش‌تری را به خود اختصاص دادند(جدول ۲). ورمی واش به عنوان عصاره ورمی کمپوست حاوی مواد ترشحی و فضولات دفعی کرم خاکی همراه با عناصر ریز مغذی و مولکول‌های آلی، که برای رشد گیاه مفید است (ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۲).

تعداد ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تعداد ریشه، فاکتورهای آبیاری و بستر کشت معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بین کلیه بسترهای کشت، بسترهایی که سولوپیت داشتند (سولوپیت، سولوپیت- پرلیت (۳:۱)، کوکوپیت- سولوپیت (۳:۱)، سولوپیت- کوکوپیت (۳:۱)، سولوپیت + یک درصد خاک با بافت سنگین) و با ورمی‌واش آبیاری شده بودند، تعداد ریشه بیش‌تری را با میانگین ۳ ریشه به ازای هر گیاهچه به خود اختصاص دادند. تعداد ریشه برای ظهور گیاهچه بسیار مهم است، زیرا به‌طور مستقیم بر جذب آب و مواد مغذی و استقرار گیاه تأثیر می‌گذارد (Dubrovsky et al., 2019).

ارتفاع نشا

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل ارتفاع نشا، فاکتورهای آبیاری و بستر کشت معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بین بسترهای کشت، بسترهایی که سولوپیت داشتند (سولوپیت، سولوپیت- پرلیت (۳:۱)، کوکوپیت- سولوپیت (۳:۱)، سولوپیت- کوکوپیت (۳:۱)، سولوپیت با یک درصد خاک با بافت سنگین) و با ورمی‌واش آبیاری شده بودند، ارتفاع نشا بیش‌تری را با میانگین ۲ تا ۴/۲ به خود اختصاص داده‌اند. سولوپیت یک بستر کشت بدون خاک است که از پسماند کارخانجات شالیکوبی تولید می‌شود و علاوه بر دارا بودن ویژگی‌های مناسب، در دسترس، ارزان، پایدار، سبک، دارای عناصر مغذی است (آذریو و همکاران، ۱۴۰۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات نشا بروکلی.

منابع تغییر	وزن تر کل نشا	تعداد برگ	تعداد ریشه	ارتفاع نشا	طول ریشه	عرض ریشه
بستر کشت	۰/۰۰۲۲^{ns}	۹/۱۰**	۸/۵۴**	۴/۹**	۱/۲*	۰/۰۰۱^{ns}
آبیاری	۰/۰۰۱۷^{ns}	۹/۸**	۶/۳۵**	۴/۰۱**	۱/۸۹*	۰/۰۰۸^{ns}
آبیاری*بستر کشت	۰/۰۰۲۵^{ns}	۰/۸۶**	۰/۹۴**	۱/۴۴**	۱/۰۱*	۰/۰۰۴^{ns}

خطا کل	۰/۰۰۱۷	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۵۱	۰/۱	۰/۰۰۴
ضریب تغییر	۱۳/۷۲	۳/۶۵	۵/۶۴	۸/۹	۷/۱	۵/۹

ns ، ** و *: به ترتیب عدم تفاوت معنادار، تفاوت معنادار در سطح احتمال یک درصد و تفاوت معنادار در سطح احتمال پنج درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات نشا بروکلی.

	کود آبیاری	تعداد ریشه	تعداد برگ	طول ریشه (cm)	ارتفاع نشا (cm)
سولوپیت	ورمی‌واش	۳^{a}	۴^{a}	۲/۴^{a}	۴/۷۰^{a}
	هیومیک اسید	۲^{b}	۳^{b}	۱/۱^{d}	۴/۴۶^{a}
	آب مقطر	۲^{b}	۳^{b}	۰/۸۸^{f}	۴/۲۷^{d}
کوکوپیت	ورمی‌واش	۱^{c}	۲^{c}	۰/۷۶^{g}	۳^{b}
	هیومیک اسید	۱^{c}	۲^{c}	۰/۵۵^{h}	۲/۷۱^{c}
	آب مقطر	۱^{c}	۲^{c}	۰/۴۲^{i}	۳/۱۷^{e}
سولوپیت- پرلیت (۳ به ۱)	ورمی‌واش	۳^{a}	۴^{a}	۲^{b}	۳/۷۵^{b}
	هیومیک اسید	۲^{b}	۳^{b}	۰/۴۹^{f}	۳/۸۴^{b}
	آب مقطر	۱^{c}	۲^{c}	۰/۸۶^{j}	۳/۳۷^{c}
کوکوپیت- پرلیت (۳ به ۱)	ورمی‌واش	۱^{c}	۲^{c}	۱/۲۱^{f}	۳/۸۳^{b}
	هیومیک اسید	۱^{c}	۲^{c}	۰/۸۱^{g}	۳/۷۲^{b}
	آب مقطر	۱^{c}	۲^{c}	۰/۷۱^{f}	۳/۵۲^{b}
کوکوپیت- سولوپیت (۳ به ۱)	ورمی‌واش	۳^{a}	۴^{a}	۰/۸۹^{f}	۳/۶۱^{b}
	هیومیک اسید	۲^{b}	۳^{b}	۰/۸۱^{f}	۳/۸۳^{b}
	آب مقطر	۲^{b}	۳^{b}	۰/۸۴^{f}	۳^{e}
سولوپیت- کوکوپیت (۳ به ۱)	ورمی‌واش	۲^{b}	۴^{a}	۲^{b}	۴/۱^{a}
	هیومیک اسید	۲^{b}	۳^{b}	۱^{e}	۳/۷۵^{c}
	آب مقطر	۲^{b}	۳^{b}	۱^{e}	۲/۵^{b}
(سولوپیت - خاک سنگین)	ورمی‌واش	۳^{a}	۳^{b}	۱/۲^{d}	۴/۱۸^{b}
	هیومیک اسید	۲^{b}	۳^{b}	۱^{f}	۳/۳۱^{a}
	آب مقطر	۲^{b}	۳^{b}	۰/۹^{e}	۳/۷۵^{a}
خاک سنگین	ورمی‌واش	۲^{b}	۳^{b}	۱/۵^{c}	۵/۳۹^{b}
	هیومیک اسید	۲^{b}	۳^{b}	۱^{e}	۳/۳۸^{b}
	آب مقطر	۲^{b}	۳^{b}	۱^{e}	۳/۳۲^{c}

در هر ستون اعداد دارای حروف مشابه تفاوت آماری معنی‌داری ندارند.

طول ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل طول ریشه، فاکتورهای آبیاری و بستر کشت معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بین کلیه بسترهای کشت پژوهش، بسترهایی که سولوپیت داشتند (سولوپیت، سولوپیت- پرلیت (۳:۱)، کوکوپیت- سولوپیت (۳:۱)، سولوپیت- کوکوپیت (۳:۱)، سولوپیت + خاک سنگین)، و با ورمی‌واش آبیاری شده بودند طول ریشه بیش‌تری را با میانگین ۲ تا ۴/۲ سانتی‌متر به خود اختصاص داده‌اند. نشاهای بروکلی در سینی کشتی که با سولوپیت پر شده بود، بیش‌ترین طول ریشه را داشتند (جدول ۲). ریشه‌های بلندتر به حجم بیشتری از خاک دسترسی دارند و توانایی گیاه را برای جذب را افزایش می‌دهند. (Kafkafi, 2008).

قطر ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد قطر ریشه، تحت تأثیر فاکتورهای آبیاری و بستر کشت معنی‌دار نبود (جدول ۱). ساختار سیستم ریشه‌ای به‌طور مستقیم بر کارایی جذب مواد مغذی تأثیر می‌گذارد و سازگاری‌های آن در پاسخ به تنش‌های محیطی مشاهده شده است (Cabeza and Claassen, 2017).

منابع

ابراهیمی گسکرئی، ر.، موسوی، ز. و حاتم‌زاده، ع. ۱۴۰۲. تأثیر بستر کشت و ورمی‌واش بر ریشه‌زایی قلمه زیتون. هجدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ۱۰-۱۲

آذریو، م.، ابراهیمی گسکرئی، ر. و شعبان‌پور، م. ۱۴۰۳. ارزیابی پیت تولیدشده از پسماند کارخانجات شالیکوبی. نشریه علمی پژوهشی گل و گیاهان زینتی، ۹(۱): ۸۳-۹۸

اشکوری، ج. و ابراهیمی گسکرئی، ر. ۱۳۹۵. اثر بستر کشت بر سطح برگ و مقدار نیتروژن نشا برنج در روش تولید مکانیزه. اولین همایش بین‌المللی و دومین همایش ملی کشاورزی، محیط زیست و امنیت غذایی، جیرفت

کاظمی، م. ح. و ابراهیمی گسکرئی، ر. ۱۴۰۳. معرفی بستر کشت تولیدشده از پسماند صنایع چوب جایگزین خاک در سینی تولید نشای برنج. اولین همایش ملی سلامت خاک، دانشگاه شاهد، تهران

Cabeza, R. A. and Claassen, N. 2017. Sistemas radicales de cultivos: extensión, distribución y crecimiento. Agro Sur. 45(2): 31-45.

Dubrovsky, J. G., Fukaki, H., Laplaze, L. and Laskowski, M. 2019. Root branching: from lateral root primordium initiation and morphogenesis to function. Frontiers in Plant Science. 10: 1462.

Kafkafi, U. 2008. Soilless culture 2: functions of the root system. In: Raviv, M. and Lieth, J. H. (eds.), Soilless culture: theory and practice. Elsevier. 13-40.

Kirsh, V. A., Peters, U., Mayne, S. T., Subar, A. F., Chatterjee, N., Johnson, C. C. and Hayes, R. B. 2007. Prospective study of fruit and vegetable intake and risk of prostate cancer. Journal of the National Cancer Institute. 99(15): 1200-1209.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Broccoli seedlings produced in solopeat growing medium compared to cocopeat

Hajar Ebrahimi Rashti[1], Negin Abbasi Afsouran[2], Mahsa Younesi[3], Reza Ebrahimi Gasgarei[1*] and Mahmoud Shabanpour[1]

1. Department of Soil Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Department of Soil Sciences, Natural Resources and Agriculture Sciences, University of Sari, Sari, Iran
3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Corresponding Author: rezaebrahimi@guilan.ac.ir

Abstract

Due to nutritional and medicinal value of Brassica oleracea, increasing its production and consumption can play an important role in improving public health. Therefore, developing research aimed at enhancing seedling production methods for this crop is essential. The use of modern greenhouse cultivation techniques with innovative growing media may help improve the performance of this plant. Every year, a significant amount of foreign currency is spent on importing various soilless substrates, such as cocopeat. Given the rising demand and limited access to these resources, it is necessary to search for new, high-quality, and cost-effective soilless media as alternatives to imported substrates. Leveraging the technical knowledge and expertise of domestic specialists to produce cultivation media from local resources, while utilizing modern biotechnologies, represents a step toward producing knowledge-based products and promoting national self-reliance. To this end, a study was conducted using eight types of growing media, including Solopeat, Cocopeat, Solopeat–Perlite (3:1), Cocopeat–Perlite (3:1), Cocopeat–Solopeat (3:1), Solopeat–Cocopeat (3:1), Solopeat with 1% heavy soil, and heavy-textured soil alone, combined with three irrigation treatments: distilled water, vermiwash, and humic acid. Seedling traits such as total seedling weight, seedling length, number of leaves, and number of roots, root length, and root diameter were measured. Based on the results of the study, seedlings grown in Solopeat medium and irrigated with vermiwash showed the best performance compared to other media and irrigation treatments. Every year, a large volume of rice husk outer shells remains as organic waste in rice mills in the northern regions of the country. Therefore, processing this waste into Solopeat for use as a soilless cultivation medium is a smart and effective alternative to cocopeat in Brassica oleracea seedling production.

Keywords: Humic acid, Soilless medium, Solopeat, Vermiwash.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران
IrSHS

تأثیر محلول‌پاشی روی وکلسیم بر تعادل تغذیه‌ای و کاهش ریزش میوه در باغهای سیب رقم رد دلیشس

حسین عزیزی[۱*]، عزیز مجیدی[۱] و رزیتا مظلومی اسکوئی[۲]
۱– بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.
۲– پژوهشکده بیوتکنولوژی صنایع غذایی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، تبریز، ایران.
*نویسنده مسئول: *h.azizi@areeo.ac.ir*

چکیده

یکی از مشکلات اساسی در تغذیه سیب، عدم تعادل عناصر غذایی است، به‌ویژه نسبت‌های بالای N/Ca وK/Ca که می‌توانند تأثیرات منفی زیادی بر کیفیت میوه و افزایش ریزش داشته باشند. این پژوهش با هدف بررسی اثرات محلول‌پاشی ترکیبات مختلف کلسیم و روی بر تعادل عناصر غذایی، کاهش ریزش میوه و بهبود کیفیت میوه سیب رقم رد دلیشس طی چهار سال زراعی (۱۳۹۹–۱۴۰۳) اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار کودی شامل شاهد، سیترات روی، سیترات کلسیم، کلرید کلسیم، ترکیب سیترات روی + سیترات کلسیم و ترکیب سیترات روی + کلرید کلسیم و سه برنامه زمانی محلول‌پاشی (در مراحل مختلف رشد میوه) انجام شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی هم‌زمان ترکیبات روی و کلسیم، به‌ویژه استفاده از ترکیب سیترات روی + سیترات کلسیم در چهار مرحله رشدی شامل فندقه شدن، گردویی شدن، شروع رنگ‌گیری و دو هفته قبل از برداشت، به‌طور معنی‌داری نسبت‌هایN/Ca ، K/Ca، Mg/Ca و B/Ca را کاهش داد و جذب عناصر پرمصرف (مانند کلسیم و منیزیم) و کم‌مصرف (مانند روی، بور و منگنز) در برگ و میوه را بهبود بخشید. این تغییرات موجب کاهش چشمگیر ریزش میوه و افزایش کیفیت آن از جمله سفتی بافت، اسیدیته شد. علاوه بر این، غلظت کلسیم، روی، بور و منگنز در میوه بهبود یافته و نیتروژن، پتاسیم و آهن کاهش یافت. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت تغذیه هدف‌دار و متعادل بر بهبود سلامت گیاه، کاهش اثرات تنش و افزایش تولید محصول باکیفیت مناسب است. این پژوهش، شواهد علمی و عملی جدیدی را در راستای مدیریت تغذیه‌ای دقیق و کاهش ریزش میوه ارائه داده و می‌تواند به‌عنوان راهکاری کاربردی برای تولیدکنندگان سیب مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاهی، ریزمغذی، محلول‌پاشی کلسیم و روی، نسبت N/Ca، K/Ca.

مقدمه

سیب یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله بوده که برای دستیابی به عملکرد و کیفیت مطلوب آن، برنامه دقیق تغذیه‌ای مورد نیاز است (Marschner, 2012). یکی از مشکلات مهم در تولید سیب، ریزش میوه قبل از برداشت است که اکثراً به دلیل عدم تعادل در عناصر غذایی، خصوصاً کلسیم، ایجاد می‌گردد (Wang et al., 2022 ؛ آزادی و همکاران، ۱۳۹۵). نسبت‌های بالای نیتروژن و پتاسیم به کلسیم (N/Ca و K/Ca) موجب تضعیف دیواره سلولی، سست شدن بافت میوه، افزایش ریزش قبل از برداشت و کاهش خاصیت انبارمانی میوه میگردد (Fallahi et al., 2001؛ احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). علاوه بر اهمیت عناصر پرمصرف، توجه به عناصر ریزمغذی ازجمله روی نیز ضروری است. این عنصر در بسیاری از فرایندهای حیاتی گیاه، مانند تنظیم هورمون‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌ها، نقش مهمی دارد. در بیشتر برنامه‌های تغذیه‌ای، نقش و جایگاه این عنصر کمتر مورد توجه واقع شده است. درجندین سال گذشته، به محلول‌پاشی‌های هدف‌دار و موثر با ترکیبات کلسیم که دارای قابلیت جذب بالایی هستند و همچنین استفاده از بعضی از ریزمغذی‌ها مانند روی، به‌عنوان یک روش موثر در رفع کمبودهای تغذیه‌ای و افزایش کارایی جذب عناصر توجه ویژه‌ای شده است (Mosa et al., 2015). عناصر روی و کلسیم به صورت توام موجب بهبود انتقال عناصر، کاهش ساخت اتیلن و تقویت دیواره‌های سلولی گردیده که درنهایت باعث کاهش ریزش میوه می‌گردد (Wang et al., 2022؛ احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). هدف از این تحقیق بررسی اثرات منابع مختلف کلسیم و ترکیب آنها با روی در چندین

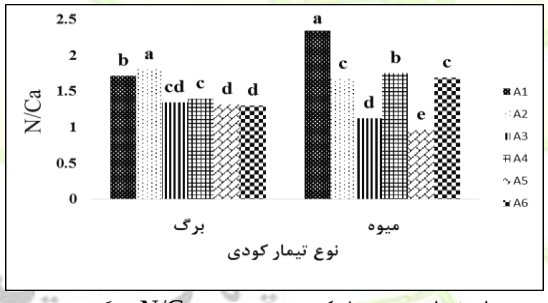
زمان محلول‌پاشی جهت شناسایی تأثیر آن‌ها بر تعادل عناصر غذایی در برگ و میوه، نسبت‌های تغذیه‌ای مهم و همچنین کاهش ریزش میوه در سیب رقم رد دلیشس بود.

مواد و روش‌ها

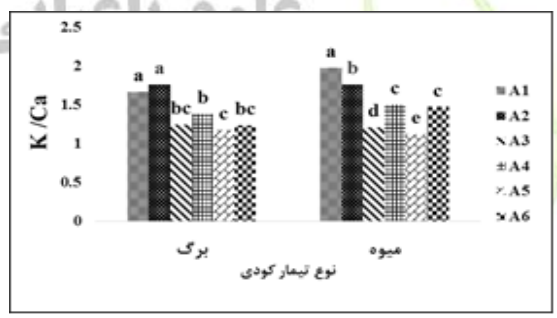
این آزمایش در یک باغ تجاری سیب در استان آذربایجان غربی طی چهار سال (۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳) انجام شد. تیمارها شامل شش ترکیب کودی زیر بودند: ۱. شاهد. ۲. سیترات روی (۰.۲٪) ۳. سیترات کلسیم (۰.۳٪) ۴. کلرید کلسیم (۰.۵٪) ۵. سیترات روی + سیترات کلسیم ۶. سیترات روی + کلرید کلسیم . زمان محلول‌پاشی در سه زمان بودند: T1: فندقه شدن + گردویی شدن + دو هفته قبل از برداشت T2: فندقه شدن + شروع رنگ‌گیری + دو هفته قبل از برداشت T3: فندقه شدن + گردویی شدن + شروع رنگ‌گیری + دو هفته قبل از برداشت. پارامترهای اندازه‌گیری‌شده شامل درصد ریزش میوه، سفتی بافت، اسیدیته، مواد جامد محلول (TSS) و غلظت عناصر غذایی در برگ و میوه (N، P، K، Ca، Mg، Zn، B، Fe، Mn، Cu) و نسبت‌های تغذیه‌ای N/Ca، K/Ca، Mg/Ca، K/(Ca+Mg) و B/Ca بود. تجزیه آماری با نرم‌افزار Spss انجام گرفت و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمارهای حاوی روی و کلسیم باعث کاهش معنی‌دار ریزش میوه و بهبود تعادل تغذیه‌ای گیاه شدند. در برگ، غلظت نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، روی و بور افزایش یافت؛ در حالی‌که غلظت پتاسیم و مس تفاوت معنی‌داری نداشت. در میوه، غلظت کلسیم، روی، بور و منگنز افزایش و غلظت نیتروژن و پتاسیم کاهش یافت. نسبت‌های N/Ca و K/Ca در برگ و میوه که در شاهد بالا و خارج از محدوده بهینه بودند، در تیمارهای حاوی سیترات روی + سیترات کلسیم به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. (نمودار۱ و ۲).



نمودار ۱- اثر نوع تیمار کودی بر نسبت N/Ca برگ و میوه.



نمودار ۲- اثر نوع تیمار کودی بر نسبت K/Ca در برگ و میوه. A1: شاهد، A4 : کلرور کلسیم، A2: سیترات روی، A5: سیترات روی + سیترات کلسیم، A3: سیترات کلسیم، A6: سیترات روی + کلرور کلسیم.

افزایش نسبت کلسیم به عناصری که دارای رابطه رقابتی با کلسیم هستند، موجب بهبود پایداری دیواره سلولی و کاهش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با ریزش میوه گردید (Marschner, 2012; Wang et al., 2022). همچنین، افزایش روی در بافت میوه موجب بهبود سنتز هورمون‌ها و ممانعت از ریزش قبل از برداشت گردید خصوصاً هورمون اکسین گردید (Fallahi et al., 2001; Mosa et al., 2015;

Ahmad and SAjid, 2025). بیشترین تأثیر در تیمار ترکیبی سیترات روی + سیترات کلسیم با محلول‌پاشی در زمان چهار مرحله رشدی مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های دو با سه محلول‌پاشی دیده نشد. تغذیه متعادل و هدفمند سیب با استفاده از محلول‌پاشی ترکیبی روی و کلسیم، به‌ویژه در مراحل حساس فنولوژیکی رشد میوه، نقشی مهمی در کاهش ریزش میوه و افزایش کیفیت محصول دارد (Mosa et al., 2015; Carranca et al., 2018; احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). اصلاح نسبت‌های تغذیه‌ای مانند N/Ca و K/Ca از طریق محلول‌پاشی هدف‌دار و موثر می‌تواند به‌عنوان راهکاری علمی وکاربردی در برنامه‌های مدیریتی باغ‌های سیب مورد توجه قرار گیرد (Moradi et al., 2017; حسینی و همکاران، ۱۳۹۳).

منابع

آزادی بوگر، ش. و قرقانی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و بُر روی برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه سیب رقم گلاب کهنز. مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران). ۴۷(۴): ۸۱۱–۸۲۲

احمدی، م.، عباسی، ن. و محمدی، ج. ۱۴۰۰. بررسی نقش تغذیه عناصر کم‌مصرف بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی سیب. پژوهش‌های علوم باغبانی. ۳۷(۱): ۶۵–۷۸.

حسینی، س. م.، قادری، م. و سلیمانی، ر. ۱۳۹۳. تأثیر محلول‌پاشی کلسیم، بور و پتاسیم بر کاهش ریزش میوه و بهبود کیفیت میوه سیب رقم گالا. مجله تحقیقات باغبانی. ۲۷(۲): ۲۲۵–۲۳۶.

Ahmad, I. and Sajid, M. 2025. Sustainable apple production with improved quality through integrated nutrient management in high altitude. Sarhad Journal of Agriculture. 41(2): 752-763.

Carranca, C., Brunetto, G. and Tagliavini, M. 2018. Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns. Plants. 7(1): 4.

Marschner, H. 2012. Mineral nutrition of higher plants (3rd ed.). Academic Press.

Moradi, M., Rezaei, M. and Khoshgoftarmanesh, A. H. 2017. Foliar application of calcium and potassium affects mineral composition and fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh.). Journal of Plant Nutrition. 40(10): 1404-1412.

Mosa, W. F. A., EL-Megeed, N. A. A. and Sas Paszt, L. 2015. The effect of the foliar application of potassium, calcium, boron and humic acid on vegetative growth, fruit set, leaf mineral, yield and fruit quality of 'Anna' apple trees. Journal of Experimental Agriculture International. 8(4): 224-234.

Fallahi, E. et al. 2001. Influence of foliar nutrient applications on fruit retention and quality in apples. Journal of Plant Nutrition. 24(10): 1613-1625.

Wang, G., Wang, J., Han, X., Chen, R. and Xue, X. 2022. Effects of spraying calcium fertilizer on photosynthesis, mineral content, sugar–acid metabolism and fruit quality of Fuji apples. Agronomy. 12(10).

The Effect of Foliar Application of Calcium on Nutritional Balance and Reduction of Fruit Drop in Red Delicious Apple Orchards

Hossein Azizi[1*], Aziz Majidi[1] and Rozita Mazlomi[2]
1. Soil and Water Research Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Urmia, Iran
2. Food Industry Biotechnology Research Institute, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Tabriz, Iran
Corresponding Author: h.azizi@areeo.ac.ir

Abstract

One of the fundamental challenges in apple nutrition is the imbalance of nutrients, particularly the high ratios of N/Ca and K/Ca, which can have significant negative impacts on fruit quality and increase fruit drop. This study aimed to investigate the effects of foliar application of various calcium and zinc compounds on nutrient balance, reduction of fruit drop, and improvement of fruit quality in Red Delicious apples over four growing seasons (2019–2023).The experiment was conducted in factorial design within randomized complete block design, including six fertilizer treatments: control, zinc citrate, calcium citrate, calcium chloride, a combination of zinc citrate + calcium citrate, and zinc citrate + calcium chloride. These treatments were applied in three spraying schedules at different fruit growth stages.The results indicated that the simultaneous foliar application of zinc and calcium compounds, particularly the combination of zinc citrate + calcium citrate, at four growth stages; fruit nut stage, walnut stage, color break, and two weeks before harvest—significantly reduced the N/Ca, K/Ca, Mg/Ca, and B/Ca ratios while improving the uptake of macronutrients (like calcium and magnesium) and micronutrients (like zinc, boron, and manganese) in leaves and fruits. These changes led to a significant reduction in fruit drop and an improvement in fruit quality, including enhanced firmness and acidity. Additionally, the concentrations of calcium, zinc, boron, and manganese in the fruit increased, while nitrogen, potassium, and iron levels decreased. These findings highlight the positive impact of targeted and balanced nutrition on plant health, reduced stress effects, and the production of high-quality fruits. This research provides new scientific and practical evidence for precise nutritional management and fruit drop reduction, offering an applicable strategy for apple producers.

Keywords: Calcium and zinc foliar application, K/Ca, Micronutrient, N/Ca, Plant nutrition.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور باغبانی ارگانیک و تولید محصول سالم

بهبود ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی (*Fragaria×ananassa*) رقم مونتری تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک

مینا محمدزاده[۱]، علیرضا فرخزاد[۱*] و افسانه انصاری[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *a.farokhzad@urmia.ac.ir*

چکیده

توت‌فرنگی به‌دلیل محتوای بالای ترکیبات فعال زیستی مانند ویتامین C، ویتامین E، بتا کاروتن و آنتوسیانین‌ها، یکی از مهم ترین میوه‌ها از نظر اقتصادی در سراسر جهان می‌باشد. کیفیت میوه تحت تاثیر نوع ژنوتیپ، میزان محصول، میزان رسیدگی و روش‌های مدیریتی قبل از برداشت مثل استفاده از انواع تیمارهای شیمیایی قرار می گیرد. اسید آسکوربیک، از جمله تیمارهای موثر و سالم می باشد که می‌تواند خصوصیات کیفی میوه را بهبو داده و مقاومت گیاهان را به انواع تنش ها افزایش دهد. در پژوهش حاضر تاثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک (۰، ۲۰۰ و۴۰۰ میلی گرم در لیتر) به صورت طرح کامل تصادفی با سه تکرار بر روی میوه توت فرنگی رقم مونتری در مرحله رسیدگی میوه بررسی شد و شاخص‌هایی از قبیل pH، TSS، TA، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار قبل از برداشت اسیدآسکوربیک تاثیر مثبتی بر بهبود شاخص‌های اندازه گیری شده داشت. به طوریکه میزان TSS، ویتامین ث و فعالیت آنتی اکسیدانی به طور معنی داری با تیمار اسید آسکوربیک افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، ریز میوه، قبل از برداشت، فعالیت آنتی اکسیدانی.

مقدمه

توت‌فرنگی بدلیل خصوصیات مهم تغذیه ایی و طعم مطبوع آن یکی از میوه‌های محبوب برای مصرف‌کنندگان می باشد. این گیاه به لحاظ طبقه‌بندی علمی به جنس *Fragaria* و خانواده Rosaceae تعلق دارد. میوه توت فرنگی از نظر گیاه شناسی به عنوان یک میوه مجتمع در نظر گرفته می شود. قسمت خوراکی میوه از نهنج بسیار بزرگ که با تعداد زیادی از میوه‌های حقیقی یا فندقه‌هایی که در واقع بذور گیاه هستند، تشکیل شده است (Zahedi et al., 2023). توت‌فرنگی به‌عنوان یک میوه نافرازگرا شناخته می‌شود، به این معنی که فرآیند رسیدگی آن به‌طور چشمگیری تحت تأثیر بیوسنتز اتیلن قرار نمی‌گیرد. عملکرد تولید و کیفیت توت‌فرنگی به میزان زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد (Mozafari et al., 2018). فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی عمدتاً به ترکیبات فنلی و ویتامین C آن نسبت داده می‌شود (Saleem et al., 2024). عوامل مختلفی مانند مسائل اقلیمی، ژنتیکی و مدیریتی بر رشد و نمو میوه تاثیر گذاشته و کیفیت میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Wang et al, 2012). کیفیت شاخصی است که باعث افزایش ارزش یک محصول می شود. این شاخص می تواند مربوط به ویژگی‌های ظاهری مانند رنگ، اندازه، شکل و ... یا مربوط به ویژگی‌های بافت، مزه و عطر و یا ارزش غذایی، شاخص‌های مکانیکی و سلامتی می‌باشد. بر خلاف گذشته مصرف کننده امروزی در انتخاب میوه علاوه بر ویژگی‌های ظاهری، طعم، عطر، ویژگی‌های فیتوشیمیایی نظیر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، مزیت‌های تغذیه‌ای و سلامتی آن را نیز مورد توجه قرار می دهد (Bewket and Wodaje, 2025). تیمار اسید آسکوربیک اثرات فیزیولوژیکی مختلفی از جمله کاهش تولید اتیلن، تأخیر در بروز مشکلات مرتبط با قهوه‌ای شدن، کاهش بیماری‌ها، تغییر رنگ پوست، تأخیر در نرم شدن بافت و کاهش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با نرم شدن را نشان داده است. استفاده از اسید آسکوربیک همچنین از کاهش استحکام میوه در اثر رسیدگی جلوگیری کرده و از طریق مهار فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی مانند پلی‌گالاکتوروناز، سلولاز و پکتین متیل استراز، استحکام میوه را حفظ کرده است (Arabia et al., 2024). با توجه به تاثیرات مهم ترکیباتی مانند اسید

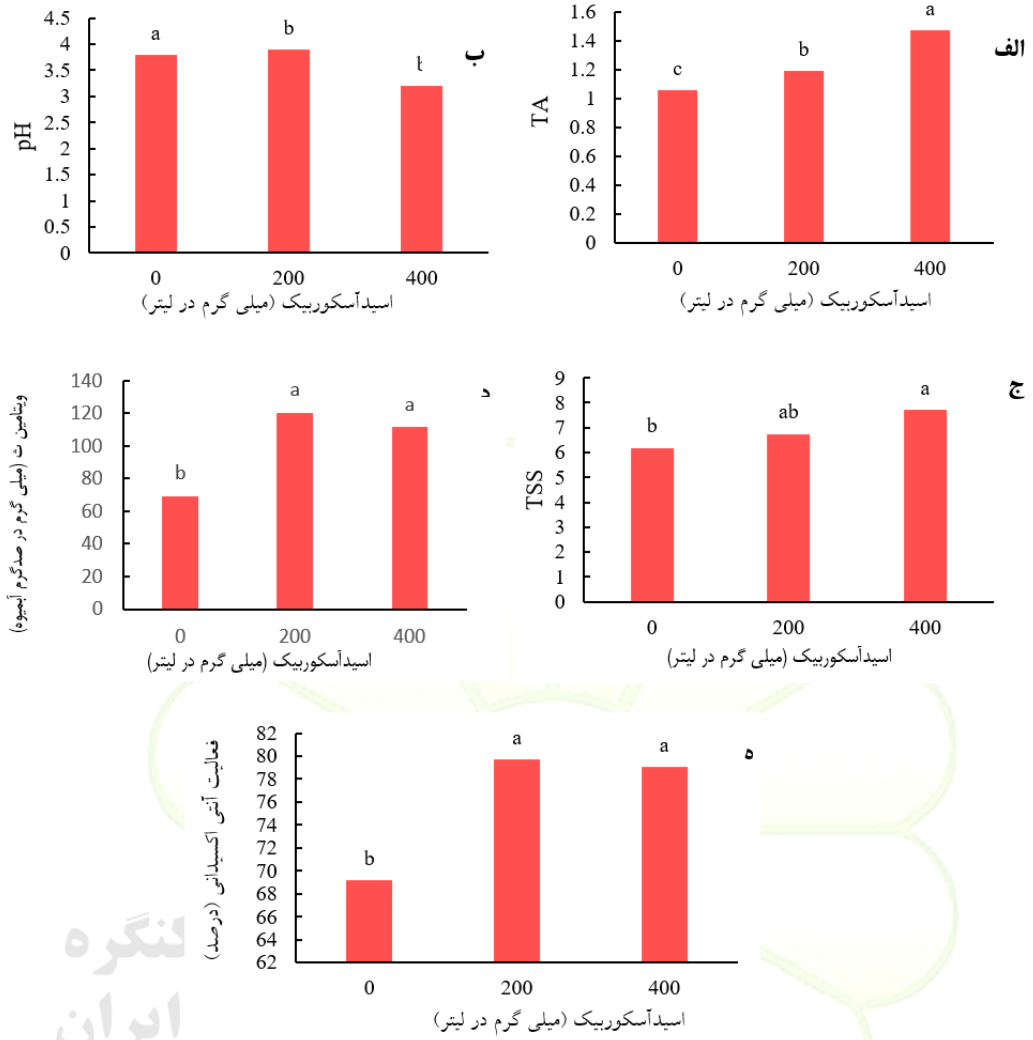
آسکوربیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ها و نبود اطلاعات کافی در مورد اثر محلول پاشی برگی این ترکیب در میوه توت فرنگی در زمان رشد و نمو میوه، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر محلول پاشی برگی غلظت‌های مختلف اسیدآسکوربیک بر برخی صفات کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه توت فرنگی رقم مونتری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در شرایط کشت گلخانه‌ای با بستر کشت (پرلیت و کوکوپیت) در یکی از گلخانه‌های تجاری شهر ارومیه اجرا شد. محلول‌پاشی اسید آسکوربیک (۰، ۲۰۰ و۴۰۰ میلی گرم در لیتر) به صورت طرح کامل تصادفی با سه تکرار در ۳ مرحله از زمان آغاز تشکیل میوه به فاصله ۱۵ روز انجام گرفت. میوه‌ها در زمان کاملا رسیده برداشت و برای ارزیابی خصوصیات کیفی و بیوشیمیایی به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی منتقل شد. برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته (pH) ازدستگاه pH متر، اسیدهای قابل تیتراسیون (TA) با روش تیتراسیون (Selcuk and erkan, 2015)، مواد جامد محلول (TSS) از دستگاه رفراکتومتر، میزان ویتامین ث به روش (Majedi, 1994) از طریق تیتراسیون و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه با استفاده از روش DPPH (Nakajima et al., 2004) استفاده شد. تهیه جداول و رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SAS انجام گردید. برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که با افزایش غلظت اسیدآسکوربیک، میزانTSS، TA، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به طور معنی داری نسبت به شاهد روند افزایشی داشت. بیشترین (۳/۸) و کمترین (۳/۲) میزان pH به ترتیب در تیمار شاهد و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به دست آمد (شکل ۱-ب). عکس این حالت در TSS مشاهد شد. بیشترین و کمترین میزان TSS (به ترتیب ۷/۷۵ و ۶/۱۹) در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک و شاهد بود (شکل ۱ الف-ج). وزن تر و خشک برگ، محتوای کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها، قندهای کل، فنل‌ها و فلاونوئیدها شدند (Fatima et al., 2024). شواهد موجود نشان می‌دهد که اسید آسکوربیک عمدتاً به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی و نگهدارنده طبیعی برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری توت‌فرنگی استفاده می‌شود و نقش اصلی آن کاهش اکسیداسیون، قهوه‌ای شدن و تخریب بافت میوه است (عرفانی مقدم و محمدی، ۱۴۰۰). محلول‌پاشی اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر میوه سیب رقم رد اسپار باعث افزایش معنی دار میزان مواد جامد محلول کل، آنتوسیانین، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، ویتامین C، آنتی‌اکسیدان کل، فلاونوئیدها و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) می‌شود که منجر به بهبود کیفیت و رنگ‌گیری میوه می‌گردد (اله ویرن و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج مشابهی در پژوهش حاضر مشاهده شد. با توجه به ماهیت آنتی‌اکسیدانی اسیدآسکوربیک، افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه دور از انتظار نیست که این امر احتمالا ناشی از نقش اسیدآسکوربیک در فعال سازی سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه و به تبع آن بهبود ویژگی‌های کیفی گیاه می‌باشد.



نمودار ۱- مقایسه میانگین TA (الف)، pH (ب)، TSS (ج)، ویتامین ث (د) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (ه) تحت تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدآسکوربیک در میوه توت فرنگی رقم مونتری. حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.

منابع

الهویرن‌اوصالو، ا.، فرخزاد، ع. و اصغری، م.ر. (۱۳۹۵). تأثیر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک بر برخی ویژگی‌های کیفی و بهبود رنگ‌گیری میوه سیب رقم رد اسپار. تولیدات گیاهی، ۳۹(۳)، ۱۱۳-۱۲۵.

عرفانی مقدم، ج. و محمدی، ع. (۱۴۰۰). اثر اسید آسکوربیک و اسانس آویشن زوفایی بر عمر پس از برداشت و حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۱(۲)، ۹۳-۱۰۸.

Arabia, A., Munné-Bosch, S. and Muñoz, P. (2024). Ascorbic acid as a master redox regulator of fruit ripening. Postharvest Biology and Technology, 207: 112614.

Bewket, W.B. and Wodaje, M.N. (2025). Consumers' understanding of food label information and its impact on their purchase decision of fruit juice products: A cross-sectional study among Gondar city consumers, Ethiopia.

Selcuk, N. and Erkan, M. (2015). Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour–sweet pomegranates cv. 'Hicaznar' during long-term storage under modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 109: 30-39.

Fatima, R.T. de, de Lima, G.S., Soares, L.A. dos A., Lima, B. de M., Pereira, M.B., Silva, A.A.R. da, Nóbrega, J.S., Paiva, F.J. da S., Gheyi, H.R., Souto, A.G. de L., Nobre, R.G. and Pereira, W.E. (2024). Production and postharvest quality of sour passion fruit under deficit irrigation strategies and foliar application of ascorbic acid. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 52: 1-25.

Majedi, M. (1994). Chemical test procedures of food material. Jahad Daneshgahi, University of Tehran, p. 65.

Mozafari, A.A., Havas, F. and Ghaderi, N. (2018). Application of iron nanoparticles and salicylic acid in vitro culture of strawberries (Fragaria × ananassa Duch.) to cope with drought stress. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 132(3): 511-523.

Nakajima, T., Kamijo, Y., Tanaka, N., Sugiyama, E., Tanaka, E., Kiyosawa, K., ... and Aoyama, T. (2004). Peroxisome proliferator-activated receptor α protects against alcohol-induced liver damage. Hepatology, 40(4): 972-980.

Saleem, K., Asghar, M.A., Raza, A., Pan, K., Ullah, A., Javed, H.H., Seleiman, M.F., Imran, S., Nadeem, S.M., Khan, K.S., Du, J., Xu, F., Kocsy, G., Siddique, K.H.M. and Riaz, A. (2024). Alleviating drought stress in strawberry plants: unraveling the role of paclobutrazol as a growth regulator and reducer of oxidative stress induced by reactive oxygen and carbonyl species. Journal of Plant Growth Regulation, 43(9): 3238-3253.

Wang, M., Li, C., Liu, J., Zhang, S., Guo, Y., Jin, Y. and Ge, Y. (2012). Phenylalanine maintains the postharvest quality of 'Jinfeng' pear fruit by modulating the tricarboxylic acid cycle and chlorophyll catabolism. Postharvest Biology and Technology, 204: 112479.

Zahedi, S.M., Hosseini, M.S., Fahadi Hoveizeh, N., Kadkhodaei, S. and Vaculík, M. (2023). Physiological and biochemical responses of commercial strawberry cultivars under optimal and drought stress conditions. Plants, 12(3): 496.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Improving the quality characteristics of Monterey strawberry fruits (*Fragaria* × *ananassa*) under the influence of ascorbic acid foliar spraying

Mina Mohammadzadeh[1*], Alireza Farokhzad[1] and Afsaneh Ansari[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

Strawberry is one of the most economically important fruits worldwide due to its high content of bioactive compounds such as vitamin C, vitamin E, beta-carotene and anthocyanin. Fruit quality is affected by genotype, yield, maturity and pre-harvest management methods such as application of various chemical treatments. Ascorbic acid is one of the effective and safe treatments that can improve fruit quality characteristics and increase plant resistance to various stresses. In the present study, the effect of foliar spraying of ascorbic acid (0, 200 and 400 mg/L) was investigated in a completely randomized design with three replications on Monterey strawberry cultivar at the fruit ripening stage, and indices such as pH, TSS, TA, vitamin C and antioxidant activity were evaluated. The results showed that pre-harvest ascorbic acid treatment had a positive effect on improving the measured indices. So that the amount of TSS, vitamin C, and antioxidant activity significantly increased with ascorbic acid treatment.

Keywords: Antioxidant activity, Preharvest, Small fruits, Strawberry.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارتباط عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم با جمعیت پسیل معمولی پسته

زهرا شیبانی تذرجی[1*] و محمدرضا حسنی[1]
۱- گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *zh.sheibani@iau.ac.ir*

چکیده

پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer) یکی از مهم‌ترین آفات درختان پسته است که جمعیت آن متاثر از شرایط فیزیولوژیکی درخت پسته است. در این تحقیق رابطه مقادیر عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ درختان پسته با میزان جمعیت این آفت بررسی شد. نمونه‌برداری از سه تراکم تخم و پوره‌های پسیل معمولی پسته روی برگچه انتهایی برگ درختان پسته انجام شد. مقادیر عناصر غذایی با تجزیه برگ در تراکم‌های مختلف آفت سنجش گردید. تجزیه برگ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر برای عناصر نیتروژن و فسفر و فلیم‌فتومتر برای پتاسیم انجام شد. رابطه رگرسیون بین مقادیر عناصر غذایی و جمعیت پسیل معمولی پسته نشان داد که میزان نیتروژن در برگ‌های با جمعیت بیش‌تر پسیل معمولی پسته، بیش‌تر است ($R2 = 0.83$) و در برگ‌های با جمعیت کم‌تر پسیل معمولی پسته، عناصر فسفر ($R2 = 0.71$) و پتاسیم ($R2 = 0.66$) بیش‌تر هستند. طبق نتایج برای کاهش طغیان جمعیت و خسارت اقتصادی پسیل معمولی پسته، باید از کاربرد نیتروژن اجتناب نمود و برای افزایش مقاومت درختان پسته نسبت به این آفت، عناصر فسفر و پتاسم را به‌خصوص در زمان به مغز رفتن آن‌ها به‌کار برد.

کلمات کلیدی: انبوهی جمعیت، پتاسیم، پسیل معمولی پسته، فسفر، نیتروژن.

مقدمه

یکی از مهمترین و کلیدی‌ترین آفات پسته، پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer می‌باشد. این آفت با تغذیه خود باعث کاهش قدرت رویشی، ریزش برگ، کاهش عملکرد و ریزش جوانه‌ها، افزایش درصد پوکی و دهان بستگی میوه می‌شود (Hassani et al., 2009). همواره جمعیت آفات تحت تاثیر شرایط فیزیولوژیکی گیاهان است. تاثیر زیاد نیتروژن بر روی جمعیت آفات گزارش شده است (Blanco-Metzler et al., 2013: Dwomoh et al., 2008; Daugherty et al., 2007; Awmack and Leather, 2002; Rouhani et al., 2012). Asiwe و همکاران (2009) نقش فسفر کاهش جمعیت حشرات مکنده نخود گزارش کردند. مطالعات Myers و همکاران (۲۰۰۵)، Myers و Gratton (2006) نشان داد جمعیت شته‌ها با کمبود پتاسیم در خاک و گیاه افزایش می‌یابد. شواهد نشان می‌دهد که افراط در استفاده از ترکیبات شیمیایی در کشاورزی به همراه توسعه سیستم تک کشتی مشکل آفات را افزایش داده است (Altieri and Nicholls, 2003). در نتیجه کاهش کاربرد سموم و کودها و استفاده منطقی و معقول آن‌ها می‌تواند مانع از گسترش جمعیت آفاتی مانند پسیل معمولی پسته شود که در این تحقیق سعی بر آن شد که رابطه بین برخی از عناصر غذایی موجود در برگ درختان پسته با انبوهی جمعیت پسیل پسته مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان در مورد استفاده یا عدم استفاده از کودهایی که باعث کاهش جمعیت یا حداقل مانع از افزایش تراکم پسیل می‌گردند نظر داد.

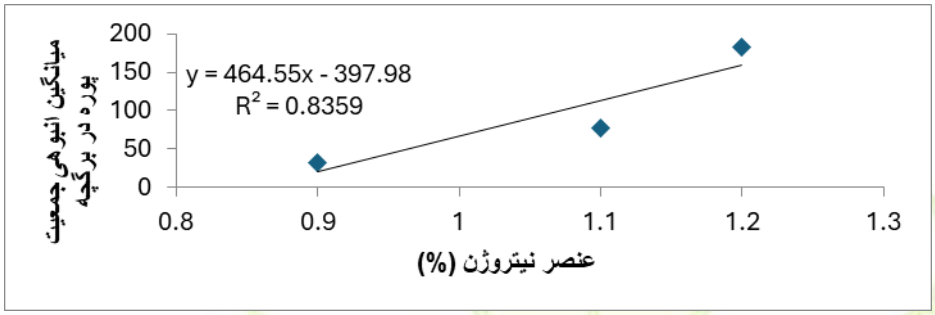
مواد و روش‌ها

به منظور بررسی رابطه بین میزان انبوهی جمعیت تخم و پوره پسیل معمولی پسته با میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ درخت پسته در یک باغ پسته رقم اکبری با مدیریت یکسان که درختان آن ۲۰ ساله بودند در شهرستان رفسنجان انجام شد. برای نمونه‌برداری سه تراکم برای جمعیت پسیل در نظر گرفته شد. تعداد ۵۰-۰ عدد به‌عنوان تراکم کم، ۱۰۰-۵۱ عدد تراکم متوسط و بیش‌تر از ۱۰۰ عدد به‌عنوان تراکم بالا در نظر گرفته شد. تعداد ۱۰ اصله درخت پسته با شرایط یکسان انتخاب شد. از هر درخت چهار برگ از هر یک از تراکم‌های

بالا، متوسط و کم در ۴ تکرار جدا گردید. تخم و پوره‌های پسیل موجود روی هر دو سطح برگچه انتهایی توسط بینوکلر شمارش و ثبت شد. سپس برگ‌های مربوط به هر تراکم در یک مکان سایه و تاریک خشک شدند و سپس آسیاب شدند. میزان عناصر غذایی با تجزیه برگ در تراکم‌های مختلف آفت سنجش گردید. تجزیه برگ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر برای عناصر فسفر و نیتروژن و فلیم‌فتومتر برای عنصر پتاسیم انجام شد. با استفاده از رابطه رگرسیون میزان ارتباط بین تراکم‌های مختلف جمعیت پسیل پسته با نوع عنصر و مثبت یا منفی بودن این رابطه بررسی شد.

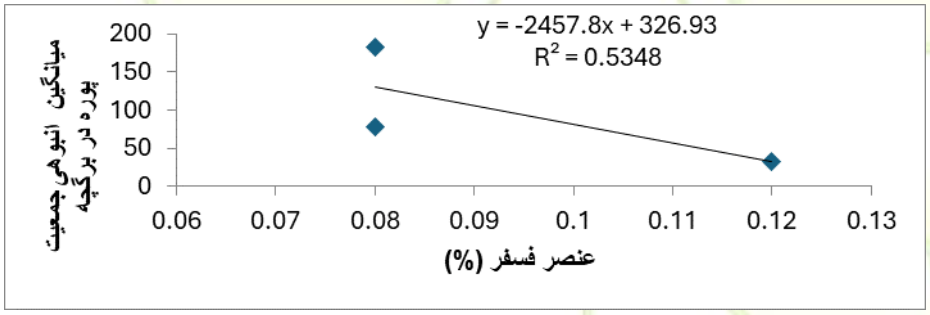
نتایج و بحث

در تحقیق حاضر انبوهی جمعیت پسیل معمولی پسته رابطه مثبتی با میزان نیتروژن برگ (R2 = 0.83) نشان داد (شکل ۱). مقدار بالاتر نیتروژن در نمونه‌های با تراکم بالاتر مشاهده گردید. زیرا وجود نیتروژن نشان‌دهنده غذای مغذی‌تر است (Dwomoh et al., 2008).



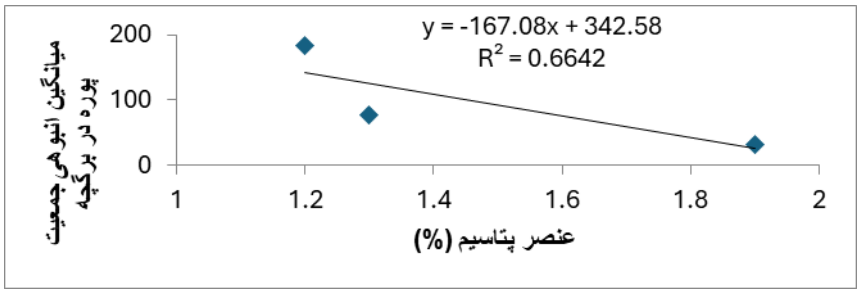
شکل ۱- رابطه میانگین انبوهی جمعیت پوره پسیل معمولی پسته با میزان عنصر نیتروژن در برگ درخت پسته.

میزان انبوهی جمعیت با میزان عنصر فسفر رابطه منفی نشان داد و میزان ارتباط (R2 = 0.71) ثبت شد (شکل ۲).



شکل ۲- رابطه میانگین انبوهی جمعیت پوره پسیل معمولی پسته با میزان عنصر فسفر در برگ درخت پسته.

اما رابطه منفی بین انبوهی جمعیت پوره‌های پسیل و میزان پتاسیم به‌دست آمد (R2 = 0.66) (شکل ۳). به عبارتی نمونه‌های دارای انبوهی بیشتر آفت میزان پتاسیم کمتری نشان دادند. افزایش مقدار پتاسیم با کاهش جمعیت آفات ارتباط دارد به‌طوری‌که این عنصر در سنتز RNA پلی مراز نقش دارد (Leite et al., 2006).



شکل ۳- رابطه میانگین انبوهی جمعیت پوره پسیل معمولی پسته با میزان عنصر پتاسیم در برگ درخت پسته.

گسترش و افزایش حشرات گیاهخوار به شرایط فیزیولوژیکی گیاه میزبان بستگی دارد (Groenteman et al., 2006). در تحقیق حاضر انبوهی جمعیت پسیل معمولی پسته با محتوای نیتروژن رابطه مثبت و با مقادیر عناصر فسفر و پتاسیم رابطه منفی نشان داد. به عبارتی پوره‌های پسیل معمولی پسته به تغذیه از برگ‌های حاوی مقدار بیشتر نیتروژن و مقادیر کمتر فسفر و پتاسیم تمایل داشتند.

جمعیت پسیل با میزان نیتروژن برگ افزایش یافت که با نتایج Awmack و Leather (۲۰۰۲) هماهنگی دارد. این محققین ذکر کردند که جمعیت شته ها با افزایش نیتروژن گیاه افزایش می‌یابد. زیرا وجود نیتروژن بیشتر در گیاه تولید افزایش پروتئین را می‌دهد و سبب کاهش میزان کربوهیدرات ها می‌شود. در نتیجه دیواره سلولی ظریف، نرم و آبدارتری تشکیل می‌شود که گیاه را نسبت به تغذیه حشرات حساس‌تر می‌سازد (Blanco-Metzler et al., 2013). این واکنش مثبت به رشد بهتر گیاه و بالارفتن بیوماس آن و افزایش کیفیت آن (فراوانی بیشتر عناصر و مواد دفاعی کمتر)، شدت خسارت آفت را افزایش می‌دهد (Scutareanu and Loxdale, 2006) .

Daugherty و همکاران (۲۰۰۷) فراوانی بیش‌تر پسیل گلابی را روی درختانی که تحت تاثیر نیتروژن قرار گرفته بودند گزارش دادند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. Rouhani و همکاران (2012) با کاربرد کود نیتروژن، روی و کلسیم روی درختان پسته به این نتیجه رسیدند که استفاده از کود نیتروژن و روی باعث افزایش جمعیت و کاربرد کود کلسیم سبب کاهش جمعیت این آفت می شود.

جمعیت زیاد پسیل معمولی پسته در برگ‌های با فسفر کم مشاهده شد. در این رابطه Asiwe و همکاران (2009) با اثر ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم کود فسفات در هکتار کاهش جمعیت حشرات مکنده نخود *Aphis craccivora*، *Megalurothrips sjostedti*، *Maruca vitrata* و افزایش عملکرد محصول گزارش کردند. Pitan و همکاران (2000) گزارش کردند که افزایش فسفر باعث سختی بافت گیاهی می‌گردد و آن را برای تغذیه آفات مکنده نامناسب می‌سازد.

یافته‌های این تحقیق با مطالعات Myers و همکاران (2005)، Gratton (2006) که ذکر کردند جمعیت شته‌ها با کمبود پتاسیم در خاک و گیاه افزایش می‌یابد مطابقت دارد. Leite و همکاران (2006) گزارش کردند که بیشبود عنصر نیتروژن و کمبود پتاسیم باعث تجمع آمینواسیدها و افزایش جمعیت حشرات مکنده روی گیاهان می‌شود.

بر اساس نتایج این تحقیق بایستی از کاربرد کود ازته به خصوص اوره به تنهایی در هنگامی که جمعیت پسیل پسته رو به افزایش است خودداری نمود. از طرفی چون پتاسیم باعث افزایش مقاومت گیاه به آفات می‌شود از کودهای حاوی این عنصر جهت کاهش جمعیت پسیل معمولی پسته در قبل از به مغز رفتن پسته استفاده نمود.

منابع

Altieri, M.A. and Nicholls, C.I. (2003). Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. Soil and Tillage Research, 72(2): 203-211.

Asiwe, J.A.N. (2009). The impact of phosphate fertilizer as a pest management tactic in four cowpea varieties. African Journal of Biotechnology, 8(24): 7182-7186.

Awmack, C.S. and Leather, S.R. (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. Annual Review of Entomology, 47: 817-844.

Blanco-Metzler, H., Watt, A.D. and Cosens, D. (2013). The effect of quality of food source on Macadamia nut damage by *Gymnandrosoma aurantianum*. Agronomia Costarricense, 37(2): 83-90.

Daugherty, M.P., Briggs, C.J. and Welter, S.C. (2007). Bottom-up and top-down control of Pear psylla (Cacopsylla pyricola): fertilization, plant quality, and the efficacy of the predator Anthocoris nemoralis. Biological Control, 43: 257-264.

Dwomoh, E.A., Ofori-Frimpong, K., Afrifa, A.A. and Appiah, M.R. (2008). Effects of fertilizer on nitrogen contents of berries of three coffee clones and berry infestation by the coffee berry borer, Hypothenemus hampei (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). African Journal of Agricultural Research, 3(2): 111-114.

Groenteman, R., Guershon, M. and Coll, M. (2006). Effects of leaf nitrogen content on oviposition site selection, offspring performance, and intraspecific interactions in an omnivorous bug. Ecological Entomology, 31: 155-161.

Hassani, M.R., Nouri-Ganbalani, G., Izadi, H., Shojaii, M. and Basirat, M. (2009). Economic injury level of the psyllid, Agonoscena pistaciae, on pistachio, Pistacia vera cv. Ohadi. Journal of Insect Science, 9: 1-4.

Leite, G.L.D., Picanço, M., Zanuncio, J.C. and Ecole, C.C. (2006). Factors affecting herbivory of Thrips palmi (Thysanoptera: Thripidae) and Aphis gossypii (Homoptera: Aphididae) on the eggplant (Solanum melongena). Brazilian Archives of Biology and Technology, 49(3): 361-369.

Myers, S.W., Gratton, C., Wolkowski, R.P., Hogg, D.B. and Wedberg, J.L. (2005). Effect of soil potassium availability on soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) population dynamics and soybean yield. Journal of Economic Entomology, 98: 113-120.

Myers, S.W. and Gratton, C. (2006). Influence of potassium fertility on soybean aphid, Aphis glycines Matsumura (Hemiptera: Aphididae), population dynamics at a field and regional scale. Environmental Entomology, 35(2): 219-227.

Pitan, O.O.R., Odebiyi, J.A. and Adeoye, G.O. (2000). Effects of phosphate fertilizer levels on cowpea pod-sucking bug populations and damage. International Journal of Pest Management, 46(3): 205-209.

Rouhani, M.M., Samih, A. and Esmaeilizadeh, M. (2012). Evaluation of effects of two spring applications of micronutrients on the population density of common pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae*) in pistachio orchards. Journal of Plant Protection Research, 52(3): 314-318.

Scutareanu, P. and Loxdale, H.D. (2006). Ratio of nutrient and minerals to defensive compounds indicative of plant quality and tolerance to herbivory in pear trees. Journal of Plant Nutrition, 29: 626-642.

The relationship of nutrient elements of nitrogen, phosphorus and potassium on population density of *Agonoscena pistaciae*

Zahra Sheibani Tezerji[1*] and Mohammad Reza Hassani[1]
1. Department of Entomology, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran.
Corresponding author: zh.sheibani@iau.ac.ir

Abstract

The common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckardt and Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae), is one of the most important pests of pistachio trees that its population is affected by the physiological conditions of the pistachio tree. In this study, the relationship between the content of nutrient elements nitrogen, phosphorus and potassium of leaves and the population density of common pistachio psyllid was evaluated. The samplings were done on three densities of eggs and nymphs of common pistachio psyllid on apical leaflet of leaves of pistachio trees. Leaves analysis showed the content of these nutrient elements in different densities. Leaf analysis was done using a spectrophotometer for nitrogen and phosphorus elements and a flame photometer for potassium element. The regression relationship between the content of elements and population density of common pistachio psyllid showed that the higher content of nitrogen was in the leaves with the higher density population of common pistachio psyllid and in the leaves with lower density population, higher content of phosphorus and potassium elements was recorded. According to the results, to reduce the population resurgence and economic damage of common pistachio psyllid, should be avoided the application of nitrogen element and to increase tolerance and reduce the sensitivity of pistachio trees against this pest, phosphorus and potassium nutrients was applied for pistachio trees, especially in kernal growth stage.

Keywords: *Agonoscena pistaciae*, Density population, Nitrogen, Phosphorus, Potassium.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه و برگ پرتقال تامسون تحت تیمار روغن گیاهی سیتراپلاس

محمدفاضل حلاجی ثانی[1*]، سیروس آقاجانزاده[1]، جواد فتاحی مقدم[1] و اسماعیل غلامیان[1]

۱ - پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،رامسر ، ایران

*نویسنده مسئول: *fazelcitrus51@gmail.com*

چکیده

یکی از عوامل مؤثر در حفظ کیفیت میوه‌ها، مدیریت صحیح محلول‌پاشی و انتخاب صحیح ترکیب محلول است. سالیانه ترکیبات مختلف روغن و حشزه کش در باغهای مرکبات استان مازندران مورد استفاده قرار می گیرد. در این بررسی خصوصیات مختلف فیزیکو شیمیایی میوه پرتقال تامسون مانند شاخص های رنگ، طول و قطر میوه، TSS/TA، TA،TSS، آب میوه و ویتامین ث تحت تیمار روغن گیاهی سیتراپلاس به تنهایی و همراه با حشره کشهای رایج مورد ارزیابی قرار گرفت. ۹ تیمار این بررسی شامل حشره‌کش استامی پراید با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن تابستانه نیم درصد، حشره‌کش آدمیرال با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن تابستانه نیم درصد، حشره‌کش گیاهی پالیزین با غلظت ۲ در هزار+ روغن تابستانه نیم درصد، حشره‌کش گیاهی پالیزین با غلظت ۲ در هزار+ روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد، حشره‌کش استامی پراید با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد، حشره‌کش آدمیرال با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد، روغن تابستانه نیم درصد و روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد بود. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها مشخص نمود که شاخص های رنگ، طول و قطر میوه، TSS/TA، TA،TSS و آب میوه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار داشتند. نشت یونی و ویتامین ث در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار داشتند و میزان کلروفیل و ماده خشک اختلاف معنی دار نداشتند میزان آب‌میوه در تیمار استامی پراید همراه با روغن تابستانه نیم درصد و میزان ویتامین ث در تیمار پالیزین همراه با روغن تابستانه نیم درصد، دارای بیشترین مقدار بود. میزان کلروفیل در تیمار پالیزین همراه با روغن تابستانه نیم درصد دارای بیشترین مقدار بود اما درصد نشت یونی بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود نداشت. میزان TSS در تیمار سیتراپلاس نیم درصد دارای بیشترین مقدار بود.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، مواد جامد محلول، ویتامین ث

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مقدمه

هر ساله ترکیبات مختلفی مانند کودهای مایع، روغن و حشزه‌کش روی درختان مرکبات استان مازندران مورد استفاده قرار می گیرد که این ترکیبات می تواند روی کیفیت خارجی و داخلی میوه‌ها اثر داشته باشد. تعیین میزان خسارت ناشی از محلول‌پاشی مشکل بوده و بسته به مرحله نمو و موقعیت میوه، میزان و درجه غلظت محلول به کار رفته، افزودنی‌های محلول (روغن‌ها) و شرایط محیطی (دما و رطوبت) فرق می‌کند. از نظر موقعیت میوه، در بهار که میوه‌ها کوچک هستند و گلگاه میوه در جهت بالا قرار دارد، تجمع محلول در قسمت دم میوه بیشتر از گلگاه است. برعکس در میوه‌های بزرگ که در حالت آویزان قرار دارند تجمع محلول در سمت گلگاه بیشتر است. با بزرگ شدن میوه‌ها و نزدیک شدن به آخر فصل، میوه‌ها به سمت داخل درخت می‌چرخند و بخش‌هایی از میوه که تجمع محلول کمتری داشته‌اند در جهت تاج درخت قرار می‌گیرند.اگر قسمت بیرونی میوه رو به آفتاب باشد، اثر منفی محلول و شدت نور توامان خواهد بود. وقتی خسارت فقط روی میوه‌های قسمت‌های پایینی درخت و نزدیک زمین دیده شود می‌تواند ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی یا علفکش‌ها باشد. محلول‌های رقیق ایجاد لکه‌های بزرگ و محلول‌های غلیظ ایجاد لکه‌های ریز در سطح پوست می‌نمایند (Tucker et al., 1994).

امروزه، کشاورزی و صنایع غذایی با روندهای جدیدی در توسعه شیوه‌های کشاورزی ارگانیک و استفاده از سموم کم‌خطر و یا با منشا گیاهی مواجه هستند. این تکنیک‌ها جایگزینی برای کشاورزی صنعتی ارائه می‌دهند و با تقاضای رو به رشد مصرف‌کننده برای میوه‌ها و

سبزیجات ارگانیک مورد توجه قرار می‌گیرند. به این دلیل است که مصرف‌کنندگان، میوه‌های تولید شده در شرایط ارگانیک را سالم و سازگار با محیط زیست دانسته و به میوه‌های تولید شده در شرایط سنتی با کاربرد مواد شیمیایی ترجیح می‌دهند (Ribes-Moya et al., 2020). با توجه به افزایش شواهد مبنی بر اثرات منفی آفت‌کش‌های مصنوعی، نیاز به توسعه روش‌های ایمن تری برای مدیریت آفات وجود دارد. بنابراین، در سال‌های اخیر محققان تلاش خود را بر جستجوی محصولات طبیعی به‌عنوان جایگزینی برای حشره‌کش‌های شیمیایی معمولی و ارزیابی مجدد عوامل سنتی کنترل آفات گیاه‌شناسی متمرکز کرده‌اند ، زیرا اغلب آنها برای انسان و محیط زیست نسبت به مواد مصنوعی ایمن‌تر هستند (Harshani and Karunaratne, 2019).

مواد و روش‌ها

ابتدا تعداد ۲۷ درخت در باغ مرکبات که تقریبا هم سن بوده و دارای مدیریت داشت و نگهداری مشابه هستند انتخاب شد. سپس محلول پاشی، در اوایل تیر ماه انجام شد. ۹ تیمار اعمال شده به شرح زیر بود: حشره‌کش استامی پراید با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن تابستانه نیم درصد، حشره‌کش آدمیرال با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن تابستانه نیم درصد، حشره‌کش گیاهی پالیزین با غلظت ۲ در هزار+ روغن تابستانه نیم درصد، حشره‌کش گیاهی پالیزین با غلظت ۲ در هزار+ روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد، حشره‌کش استامی پراید با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد، حشره‌کش آدمیرال با غلظت ۰/۵ در هزار + روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد، روغن تابستانه نیم درصد، روغن گیاهی سیتراپلاس نیم درصد و تیمار شاهد: آفت بدون سمپاشی

برای اندازه گیری TSS از دستگاه رفرکتومتر چشمی مدل E ۲۰-ATC- Atago ساخت ژاپن با دامنه ۲۰- ۰ درصد استفاده شد .به این ترتیب که یک قطره از عصاره میوه روی دستگاه قرار داده و میزان درجه بریکس قرائت و ثبت شد.

برای عصاره گیری از پوست و گوشت میوه، مقدار یک گرم از بافت پوست و گوشت میوه به طور جداگانه با ۲ میلی لیتر متانول مخلوط و پس از له شدن، نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در یخچال معمولی قرار داده شدند. سپس بلافاصله نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل Mikro-Hettich 200R ساخت آلمان) شدند. قسمت روشناور نمونه ها به آرامی با سمپلر برداشته و به تیوپ های درب دار جهت اندازه گیری های بعدی منتقل و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

برای اندازه گیری ویتامین ث، از عصاره های میوه بر اساس احیا معرف رنگی ۲و۶-دی کلروفنل ایندوفنل (DCIP) بوسیله آسکوربیک اسید با فرمول زیر تعیین شد:

$$\text{میلی‌گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم بافت میوه} = \frac{\text{حجم ساخته شده با متافسفریک اسید} \times \text{فاکتور رنگ} \times \text{عدد تیتر}}{\text{حجم گرفته شده تیتر} \times \text{وزن آب‌میوه}}$$

برای اندازه گیری شاخص های رنگ پوست میوه، مقادیرL ، a، b، زاویه رنگ (Hue angle) و کروما (Chroma) مستقیماً از روی دستگاه کرومومتر مدل Minolta – ۴۰۰ CR ساخت ژاپن اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری نشت یونی برگ، ابتدا برگ‌ها به دقت شسته و در دمای اتاق خشک و سپس از دو طرف رگبرگ اصلی در قطعات یکسان،۱۵ قطعه از هر تکرار برش و در درون لوله آزمایش درپوش‌دار محتوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر، قرار داده خواهد شد. هدایت الکتریکی محلول (EL1) با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی‌سنج (مدل Mettler-Toledo Gmbh ساخت چین)، اندازه‌گیری شد. پس از ۲۴ ساعت، برای بار دوم هدایت الکتریکی آنها اندازه‌گیری(EL2) و سپس درصد تراوش الکترولیتی براساس فرمول ارائه شده محاسبه خواهد گردید (محمدی و همکاران، ۱۳۹۶): EL(%)= (EL1/EL2)×100

برای اندازه گیری کلروفیل برگ، در دوره زمانی وقوع تنش دمای پایین، از طریق دستگاه Minolta SPAD-502 ساخت ژاپن مطالعه و محاسبه خواهد شد (دردی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶).

نتایج و بحث

مقایسه میانگین ها نشان داد که شاخص های رنگ، طول و قطر میوه، TSS/TA، TA،TSS ، آب میوه، نشت یونی و ویتامین ث اختلاف معنی دار داشتند و میزان کلروفیل و ماده خشک اختلاف معنی دار نداشتند. نتایج مشخص نمود که میزان آب‌میوه در تیمار استامی پراید همراه با روغن تابستانه نیم درصد و میزان ویتامین ث در تیمار پالیزین همراه با روغن تابستانه نیم درصد، دارای بیشترین مقدار بود (جدول۱). میزان کلروفیل در تیمار پالیزین همراه با روغن تابستانه نیم درصد دارای بیشترین مقدار بود اما درصد نشت یونی بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول۱). میزان TSS در تیمار سیتراپلاس نیم درصد دارای بیشترین مقدار بود (جدول ۱). در پژوهشی که از روش‌های ارگانیکی در پرووش ارقام پرتقال ناولینا و نارنگی کلمنولز استفاده شد مشخص شد که تکنیک‌های تولید ارگانیک بر محتوای پوست کمتر و محتوای گوشت و آب بیشتر در میوه‌ها تأثیر گذاشت(Domínguez-Gento et al., 2023).

میوه‌های تیمار شده با آدمیرال + سیتراپلاس ، وزن کمتری داشتند. کاهش وزن، مکانیسم متابولیک میوه‌ها را تغییر داده و منجر به تضعیف مقاومت اندام‌های آنها در برابر بیماری‌های پوسیدگی پس از برداشت می‌شود. علاوه بر این، چرمی شدن بافت پوست، باعث ایجاد محیطی بی‌هوازی در داخل میوه شده و منجر به تجمع اتانول و استالدئید می‌شود که منشاء بوی بد هستند (Cukrov et al., 2018).

شاخص‌های رنگ در تیمارهای مختلف اختلاف معنی دار داشتند که نشان دهنده اثر مواد مختلف روی پوست میوه پرتقال است (جدول۲). رنگ یکی از بارزترین ویژگی‌های ارقام مختلف مرکبات و عامل کلیدی مقبولیت مصرف‌کننده است. در واقع، در ارزیابی کیفیت تجاری اهمیت زیادی دارد. در میوه نارنگی کلمنولز، مقادیر رنگ مشاهده‌شده در میوه‌های تولید شده تحت شرایط ارگانیک بالاتر بود، در پرتقال ناولینا با مقادیر بالاتر برای میوه‌های پرورش یافته در شرایط معمولی مشاهده شد (Domínguez-Gento et al., 2023).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار بر خصوصیات شیمیایی میوه و برگ پرتقال تامسون در سال۱۴۰۳.

تیمار	TSS	TA	TSS/ TA	ویتامین ث (mg/100gr)	ماده خشک (٪)	آبمیوه (٪)	کلروفیل	نشت یونی(٪)
1	10.71d	1.51 ab	7.39 c	61.72 b	26.98 a	37.23a	70.32c	14.51a
2	11.22d	1.65 ab	6.92 c	66.76 ab	27.84 a	29.17 bc	80.453ab	13.34a
3	12.30c	1.34 bc	9.19 b	70.85 a	26.68 a	26.91 bc	81.353a	16.57a
4	12.49bc	0.95 d	13.21 a	62.66 b	26.86 a	25.03 c	80.047ab	16.96a
5	13.48ab	1.07 cd	12.53 a	66.06 ab	27.90 a	30.49 b	81.563a	13.95a
6	12.92bc	1.34 bc	9.63 b	66.36 ab	27.10 a	19.51 d	72.727bc	14.20a
7	13.11bc	1.50 ab	8.76 b	61.74 b	27.72 a	27.42 bc	72.007c	13.48a
8	14.11a	1.46 ab	9.70 b	66.47 ab	27.72 a	26.05 bc	74.527ab	13.27a
9	12.85bc	1.75 a	7.36 c	60.07 b	26.18 a	30.85 b	73.567bc	14.55a

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار بر شاخص های رنگ میوه پرتقال تامسون در سال۱۴۰۳.

تیمار	L	C	h	a	b
استامی پراید + روغن تابستانه نیم درصد	60.01 bc	74.21 de	70.62 abc	24.61 c	69.99 cd
آدمیرال + روغن تابستانه نیم درصد	62.05 a	76.49 abc	72.06 a	23.57 c	72.73 ab
پالیزین+ روغن تابستانه نیم درصد	59.85 bc	76.07 bcd	69.44 cd	26.71 ab	71.21 abcd
پالیزین+ سیتراپلاس نیم درصد	59.34 c	77.80 ab	68.33 d	28.68 a	72.27 abc
استامی پراید + سیتراپلاس نیم درصد	60.19 bc	78.29 a	69.62 bcd	27.25 ab	73.37 a
آدمیرال + سیتراپلاس نیم درصد	61.59 ab	76.59 abc	71.37 ab	24.48 c	72.54 ab
روغن تابستانه نیم درصد	59.42 c	74.63 cde	69.97 bcd	25.56 bc	70.08 cd
سیتراپلاس نیم درصد	59.02 c	76.01 bcd	68.64 d	27.68 ab	70.73 bcd

تیمار شاهد (بدون سمپاشی)	58.82 c	73.58 e	71.08 abc	23.89 c	69.57 d

منابع

Çandir, E., M. Kamiloğlu, D. Ü. Gülcan and T. Kendir. 2013. Comparison postharvest quality of conventionally and organically grown 'Washington Navel' oranges. Journal of Applied Botany and Food Quality, 86: 59-65.

Cukrov, D. 2018. Progress toward understanding the molecular basis of fruit response to hypoxia. Plants Basel, 7(4): 24-31.

Domínguez-Gento, A., Di Giorgi, R., García-Martínez, M. D. and Raigón, M. D. 2023. Effects of organic and conventional cultivation on composition and characterization of two citrus varieties 'Navelina' orange and 'Clemenules' mandarin fruits in a long-term study. Horticulturae, 9: 721.

Li, M., Zhao, S., Kong, Z., Li, L., Yang, L., Feng, B., Cui, Y., Lin, X., Fan, B., Simal-Gandara, J. and Wang, F. 2023. Preservation of citrus fruit, and dissipation by diffusion and degradation of postharvest pesticides during storage. Journal of Food Composition and Analysis, 122: 105456.

Lufu, R., Ambaw, A. and Opara, U. L. 2020. Water loss of fresh fruit: Influencing pre-harvest, harvest, and postharvest factors. Scientia Horticulturae, 272: 109519.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the physicochemical properties of Thomson orange fruit and leaves under the treatment of Citraplus vegetable oil.

Mohammad Fazel Halajisani[1*], Sirous Aghajanzadeh[1], Javad Fattahi Moghadam[1]and Esmail Gholamian[1]
1. Citrus and Subtropical Fruit Research center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ramsar, Iran
Corresponding author: fazelcitrus51@gmail.com

Abstract

One of the effective factors in preserving the quality of fruits is the proper management of spraying solutions and the correct selection of the solution composition. Various combinations of oil and insecticides are used annually in the citrus orchards of Mazandaran province. In this study, various physicochemical characteristics of Thomson oranges were evaluated, such as color indices, fruit length and diameter, TSS, TA, TSS/TA, juice content, and vitamin C, under the treatment of Citraplus vegetable oil alone and in combination with common insecticides. The 9 treatments in this study included the insecticide Acetamiprid at a concentration of 0.5 per thousand + 0.5% summer oil, the insecticide Admiral at a concentration of 0.5 per thousand + 0.5% summer oil, the plant insecticide Palizin at a concentration of 2 per thousand + 0.5% summer oil, the plant insecticide Palizin at a concentration of 2 per thousand + 0.5% Citraplus vegetable oil, the insecticide Estamiprid at a concentration of 0.5 per thousand + 0.5% Citraplus vegetable oil, the insecticide Admiral at a concentration of 0.5 per thousand + 0.5% Citraplus vegetable oil, 0.5% summer oil, and 0.5% Citraplus vegetable oil. The results of the variance analysis of the effects of treatments showed that the parameters of color, length and diameter of the fruit, TSS, TA, TSS/TA, and juice content were significantly different at the 1% level. Ion leakage and vitamin C were significantly different at the 5% level, while chlorophyll and dry matter showed no significant difference. The juice content in the Acetamiprid treatment with 0.5% summer oil and the amount of vitamin C in the Palizin treatment with 0.5% summer oil were the highest. The amount of chlorophyll in the Palizin treatment with 0.5% summer oil was also the highest, but the percentage of ion leakage did not show a significant difference among the treatments. The TSS level in the Citraplus 0.5% treatment had the highest value.

Keywords: Citrus, Soluble solids content, Vitamin C.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تولید نهال اصیل و سالم چهار رقم جدید گردوی ایرانی

رعنا دستجردی[1*]، اصغر سلیمانی[1]، عبدالرضا کاوند[2]، حجت‌اله شهبازی[3]، محمدسعید خاکسار[3] و داراب حسنی[1]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، همدان، ایران

نویسنده مسئول: *r.dastjerdi@areeo.ac.ir*

چکیده

امروزه به‌کارگیری نهال سالم ارقام مطلوب و پربازده باغبانی در احداث باغ‌های جدید برای ممانعت از عوارض فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی اجتناب‌ناپذیر است. در همین راستا، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری موسسه تحقیقات علوم باغبانی از سال ۱۳۹۸ در قالب یک پروژه پژوهشی، اقدام به تامین مواد گیاهی سالم برای ایجاد واحدهای پیش‌تکثیر و احداث باغ مادری از چهار رقم جدید اصلاح‌شده‌ی گردو (الوند، کاسپین، چالدران و پرشیا) نمود. به این منظور مواد گیاهی اصیل از ارقام مورد مطالعه براساس "استانداردهای سلامت هسته‌های اولیه، باغات مادری و نهالستان‌های گردو- موسسه تحقیقات ثبت و گواهی نهال و بذر" برای حضور دو ویروس بیمارگر شامل پیچیدگی برگ گیلاس (Cherry leaf roll virus) و لکه حلقوی گوجه‌فرنگی (Tomato ring spot virus) و دو باکتری *Brenneria nigrifluens* و *Xanthomonas arboricola* pv. *Juglandis* با به‌کارگیری روش‌های سرولوژیکی و مولکولی مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کلیه نمونه‌ها عاری از ویروس‌ها و باکتری‌های موردنظر بودند. هسته‌های اولیه‌ی سالم، به عنوان منبع تامین اندام‌های تکثیری برای احداث واحدهای پیش‌تکثیر (باغ پایه) استفاده شدند. گیاهان در واحدهای پیش‌تکثیر، سالانه از نظر سلامت و اصالت، کنترل شده و از آنها پیوندک سالم جهت احداث باغ مادری استاندارد تهیه شد. اولین نهال‌ها در سال ۱۳۹۹ پس از تست سلامت، در باغ مادری به فواصل ۴ ×۳ و در ردیف‌های جداگانه کشت شدند. در فروردین ۱۴۰۰، لیبل آبی برای ارقام مورد مطالعه از موسسه تحقیقات ثبت وگواهی بذر و نهال اخذ شد. در حال حاضر، امکان تامین مواد گیاهی سالم و اصیل موردنیاز باغداران و نهالستان‌ها توسط این باغ مادری مهیا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارقام جدید گردو، باغ مادری، سالم‌سازی.

مقدمه

رشد، توسعه و گسترش کاشت گردو در سال‌های اخیر در دنیا سبب شده است تا میزان تولید جهانی این محصول از حدود یک میلیون تن در سال ۲۰۰۰ میلادی به بیش از ۵ میلیون تن در سال ۲۰۲۳ برسد (FAOSAT, 2023). این افزایش به خاطر سرمایه‌گذاری‌های بزرگی است که اغلب کشورهای تولیدکننده‌ی این محصول در احداث باغ‌های مدرن گردو و صنایع وابسته به آن انجام داده‌اند. ایران، علی‌رغم این که سومین تولیدکننده گردو در دنیا است (FAOSAT, 2023)، اما متاسفانه نتوانسته در بین صادرکنندگان این محصول جایگاهی را به خود اختصاص دهد. تکثیر گردو از طریق بذر طی سالیان دراز در کشور ما، مشکلاتی را در تولید این محصول ایجاد نموده است. نهال‌های بذری علاوه بر داشتن دوره نونهالی طولانی، از باردهی کمتری نسبت به درختان پیوندی برخوردارند. از سوی دیگر کیفیت محصول تولیدشده از درختان بذری با ارقام پیوندی قابل مقایسه نیست. بنابراین بدیهی است که برای دستیابی به عملکرد مناسب، استفاده از ارقام تجاری در باغ‌های جدید ضرورت دارد. با توجه به افزایش سطح زیرکشت گردو در کشور و همچنین اقبال باغداران برای استفاده از ارقام جدید در برنامه جوان‌سازی باغ‌های قدیمی از طریق تغییر رقم و سرشاخه‌کاری، و با هدف تکمیل چرخه‌ی تولید نهال سالم و گواهی‌شده، تامین هسته‌های اولیه‌ی سالم و اصیل از ارقام جدید گردو امری اجتناب‌ناپذیر و ضروری است.

برای تولید محصولی با توان رقابتی بالا، باید گردو را نیز همانند سایر درختان میوه به روش رویشی و از راه پیوند تکثیر نمود؛ اما تکثیر از طریق پیوند نیز مشکلات خاصی را به همراه دارد. یکی از این مشکلات، توسعه بیماری‌های ویروسی و در راس آنها بیماری خط

سیاه گردو (Walnut Blackline) ناشی از ویروس پیچیدگی برگ گیلاس Cherry leaf roll virus (CLRV) می‌باشد. ویروس علاوه بر آن که در ۱۶ جنس مختلف درختان میوه و جنگلی ردیابی شده، بسیاری از گیاهان علفی و زینتی را نیز آلوده می‌کند (Rebenstorf et al., 2006). گزارش‌های مختلف در خصوص ردیابی این ویروس بر روی گردو از آمریکای شمالی، ترکیه، نیوزیلند، ژاپن، شیلی، آلمان، فرانسه، ایتالیا، چین و لهستان (Rebenstorf et al., 2006; Ferretti et al., 2017; Cieslinska, 2020) وجود دارد. در ایران نیز مطالعات اولیه، آلودگی سه رقم تجاری گردو به ویروس CLRV را نشان داده است (دستجردی و همکاران، ۱۳۸۷). عامل بیماری، سویه‌ای از ویروس پیچیدگی برگ گیلاس (CLRV) از اعضای جنس نپوویروس (Nepovirus)، خانواده سکوویریده (Secoviridae) است که سبب نکروز کشنده بافت در محل پیوند می‌شود (Sanfacon et al, 2012). ویروس عامل خط سیاه در گردو به شکل غیرمستقیم برای پایه ایجاد مشکل می‌کند. حضور ویروس در پیوندک آلوده، سبب وقوع ناسازگاری یا عدم تطابق پایه و پیوند می‌شود. بیماری در صورتی خود را نشان می‌دهد که درختان بر روی پایه‌های مقاوم (فوق حساس)، از جمله پایه‌های گردوی سیاه شمال کالیفرنیا و یا بر روی هیبریدهای پارادوکس و رویال پیوند شده باشند. براساس گزارش‌های موجود تمام ارقام گردوی ایرانی حساس به CLRV بوده و اغلب آنها آلوده به این ویروس می‌باشند (Grant and McGranhan, 2005)؛ اما در پایه‌های *J. regia* علائم آلودگی به ویروس به صورت نکروز و قطع ارتباط آوندی پایه مشاهده نشده است؛ از این رو پایه مذکور به طور طبیعی و به دلیل عدم مشاهده علائم خاص، متحمل به CLRV معرفی می‌شود. بدیهی است حضور ویروس بر قدرت رشد و نمو درخت و میزان باردهی آن اثر منفی خواهد گذاشت. ویروس لکه حلقوی گوجه‌فرنگی (Tomato ring spot virus) دیگر نپوویروس آلوده‌کننده‌ی گردو است که حضور آن برای اولین بار در ایران از گردوکاری‌های استان تهران گزارش شد (Moeini et al., 2010). ویروس از طریق نماتد *Xiphinema americana* بذر و دانه گرده منتقل می شود. سنجش حضور ویروس در بافت‌های گیاهی از طریق آزمون‌های بیولوژیکی با استفاده از گیاهان محک علفی یا چوبی، آزمون‌های سرولوژیکی و نیز به روش مولکولی با کمک آغازگرهای اختصاصی انجام می‌گیرد (Moini et al., 2010).

با توجه به گسترش روزافزون استفاده از نهال‌های پیوندی گردو و مشکلات احتمالی توسعه آلودگی‌های ویروسی در جریان تکثیر رویشی این محصول، و همچنین عدم وجود روش‌های کنترل شیمیائی برای ویروس‌ها، احداث باغ‌های مادری و استفاده از نهال‌های سالم به‌خصوص با استفاده از ارقام جدید و تجاری گردو، امری اجتناب‌ناپذیر است.

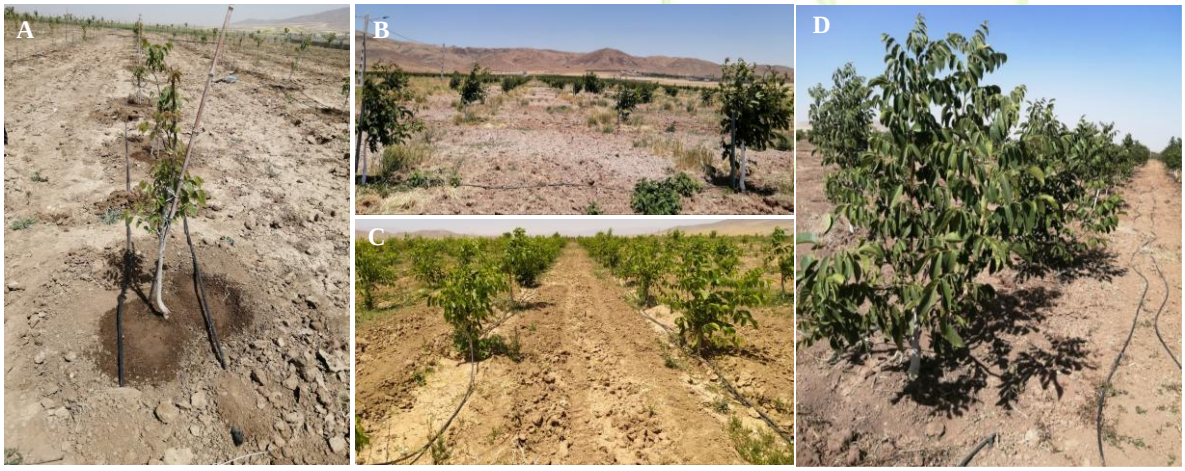
مواد و روش‌ها

این پروژه با هدف تامین مواد گیاهی سالم چهار رقم جدید اصلاح‌شده‌ی گردو با نام‌های الوند، کاسپین، چالدران و پرشیا، ایجاد واحدهای پیش‌تکثیر (Pre-basic materials) (باغ پایه) و احداث باغ مادری (Mother orchard) ارقام مورد نظر به مرحله اجرا درآمد. در فروردین ماه ۱۳۹۸، تکثیر ارقام جدید گردو به روش چیپ (Chip budding) در گلخانه پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری- موسسه تحقیقات علوم باغبانی انجام شد. در خرداد ماه ۱۳۹۸، نمونه‌برداری از برگ، جوانه و سرشاخه‌های جوانِ درختان اصیل ارقام موردنظر انجام و آلودگی یا عدم آلودگی آنها به دو ویروس پیچیدگی برگ گیلاس (Cherry leaf roll virus) و لکه حلقوی گوجه‌فرنگی (Tomato ring spot virus) و دو باکتری *Brenneria nigrifluens* و *Xhanthomonas arboricola* pv. *Juglandis* مورد ارزیابی قرار گرفت. نهال‌های تکثیرشده‌ی گلدانی به همراه تعدادی از درختان بالغ ارقام مورد مطالعه به عنوان هسته‌های اولیه (Basic stocks) به همدان منتقل شده و در مکانی محافظت شده و به دور از منابع آلودگی، نگهداری و مراقبت‌های لازم جهت رشد آنها انجام گرفت. هسته‌های اولیه‌ی سالم، منبع تامین اندام‌های تکثیری برای احداث واحدهای پیش‌تکثیر (باغ پایه) قرار گرفتند. نهال‌ها در باغ پایه، هر ساله از نظر سلامت با استفاده از آزمون‌های بیولوژیکی و مولکولی آزمون شدند. همچنین براساس دستورالعمل "استانداردهای سلامت هسته‌های اولیه، باغ‌های مادری و نهالستان‌های گردو- موسسه تحقیقات ثبت و گواهی نهال و بذر"، مواد گیاهی در باغ پایه به طور مرتب از نظر آلودگی به باکتری‌های *Rhizobium radiobacter*, *Xhanthomonas arboricola* pv. *Juglandis*, *Brenneria nigrifluens* و قارچ‌های *Phytophthora* spp., *Rosellinia necatrix*, *Armillaria mellea* به صورت چشمی و در برخی از سال‌های آزمایش به صورت تصادفی به کمک آزمون‌های مولکولی، مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تکمیل زنجیره‌ی تولید، با به کارگیری مواد گیاهی اصیل و سالمِ موجود در باغ پایه و با نظارت موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، اقدام به احداث باغ مادری ارقام جدید گردو مطابق با استانداردهای تعریف شده گردید.

نتایج و بحث

عوامل و فاکتورهای متعددی در کیفیت محصولات باغبانی دخالت دارند که یکی از مهم‌ترین آنها سلامت نهال است. نهال سالم و گواهی‌شده، نهاده‌ی اصلی برای توسعه و احداث باغ‌های جدید، و یا اصلاح و جایگزینی باغ‌های قدیمی بوده و لذا در افزایش کمی و کیفی محصولات باغبانی نیز نقش اساسی دارد. اولین گام برای ساماندهی و اصلاح چرخه تکثیری محصولات باغبانی، تولید و معرفی ارقام و پایه‌های جدید در یک برنامه مستمر اصلاحی است. جمع‌آوری و ارزیابی ژرم‌پلاسم بومی، انجام تلاقی‌های هدفمند، گزینش ژنوتیپ‌های برتر، واردات ارقام تجاری خارجی و بررسی سازگاری آنها در شرایط اقلیمی کشور بخشی از مراحل تامین اندام‌های تکثیری در این چرخه است. در همین راستا، اولین ارقام جدید داخلی گردو با نام‌های "جمال" و "دماوند"، به همراه برخی ارقام سازگار خارجی (چندلر، پدرو، هارتلی، فرانکت و رونددمونتینیاک) در سال ۱۳۸۸، و سپس ارقام "الوند"، "کاسپین"، "چالدران" و "پرشیا" در سال ۱۳۹۸ پس از انجام پروژه‌های اصلاحی طولانی‌مدت توسط محققین پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، به طور رسمی به جامعه باغداری کشور معرفی شدند (حسنی و همکاران، ۱۳۹۱ الف، حسنی و همکاران، ۱۳۹۱ ب، حسنی و همکاران، ۱۳۹۲، Hassani et al., 2020).

برای تکمیل چرخه تولید نهال سالم، علاوه بر ضرورت فراهم شدن امکان دسترسی به ارقام جدید و برتر، اطمینان از سلامت آنها نیز ضروری است. بررسی و پایش مستمر بیماری‌های مهم ویروسی، شبه‌ویروسی، قارچی و باکتریایی (منطبق بر استانداردهای ملی) با استفاده از آزمون‌های مختلف ضرورت دارد. از سوی دیگر، احداث باغ‌های مادری برای تامین مواد گیاهی مورد نیاز بهره‌برداران یکی دیگر از حلقه‌های مهم زنجیره تولید نهال سالم است. در همین راستا پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری موسسه تحقیقات علوم باغبانی با همکاری اتحادیه شرکت‌های تعاونی تولید روستایی استان همدان و در قالب یک پروژه علمی پژوهشی، اولین زنجیره تولید نهال و پیوندک گواهی‌شده گردو را در کشور پایه ریزی نمود. درختان سالم چهار رقم جدید گردو در سال ۱۳۹۹ در باغ مادری با فواصل ۴ ×۳ و در ردیف‌های جداگانه کشت شدند. تست‌های دقیق آزمایشگاهی در طی سال‌های انجام این تحقیق (۱۳۹۸-۱۴۰۳) نشان داد که درختان در باغ مادری عاری از ویروس‌های CLRV و ToRSV بودند. همچنین سلامت عمومی و عدم وجود علائم آلودگی توسط باکتری‌های *Rhizobium radiobacter*, *Xhanthomonas arboricola* pv. *Juglandis*, *Brenneria nigrifluens* و قارچ‌های *Phytophthora* spp., *Rosellinia necatrix*, *Armillaria mellea* درختان موجود در باغ مادری سالانه در فصول بهار و تابستان به صورت چشمی و در برخی موارد به روش مولکولی انجام گرفته و عدم آلودگی درختان محرز شد. در راستای ساماندهی چرخه تولید نهال و به منظور تکمیل زنجیره تولید نهال سالم، تولید نهال گواهی شده (Certified) از فروردین ۱۴۰۰ با اخذ برچسب آبی برای ارقام جدید گردو از موسسه تحقیقات ثبت وگواهی بذر و نهال، آغاز شد و هرساله نهال گردوی اصیل، سالم، و دارای استانداردهای لازم در اختیار بهره‌برداران قرار می‌گیرد (شکل ۱).



شکل ۱- نمایی از باغ مادری چهار رقم جدید گردو در سال‌های ۱۳۹۹ (A)، ۱۴۰۰ **(B)**، ۱۴۰۲ (C) و ۱۴۰۳ (D).

منابع

حسنی، د.، عاطفی، ج.، حق‌جویان، ر.، دستجردی، ر.، کشاورزی، م.، مظفری، م. ر.، سلیمانی، ا.، رحمانیان، ع.، نعمت‌زاده، ف. و مال‌میر، ع. ۱۳۹۱ الف. دماوند، رقم جدید گردو به عنوان گرده‌دهنده برای ارقام و ژنوتیپ‌های گردوی ایرانی. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۸(۳): ۵۳۱-۵۲۹.

حسنی، د.، عاطفی، ج.، حق‌جویان، ر.، دستجردی، ر.، کشاورزی، م.، مظفری، م. ر.، سلیمانی، ا.، رحمانیان، ع.، نعمت‌زاده، ف. و مال‌میر، ع. ۱۳۹۱ ب. جمال، رقم جدید گردوی ایرانی برای کاشت در مناطق معتدل و سرد ایران. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۸(۳): ۵۲۵-۵۲۷.

حسنی، د.، مظفری، م. ر.، دهقان‌شورکی، ی.، سلیمانی، ا. و لونی، ا. ۱۳۹۲. صفات رویشی و زایشی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های بومی ایرانی و خارجی گردو (Juglans regia). مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۹: ۸۳۹-۸۵۷.

دستجردی، ر.، حسنی، د.، سلیمانی، ا. و فرهادنژاد، آ. ۱۳۸۷. ردیابی بیولوژیکی و سرولوژیکی ویروس پیچیدگی برگ گیلاس در گردوی ایرانی (Juglans regia). نخستین جشنواره کشوری گردو. تویسرکان. صفحه ۴۹.

FAOSTAT. 2023. Production of Walnut by Countries. United Nations Food & Agriculture Organization. Accessed April 29, 2025.

Hassani, D., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Dastjerdi, R., Rezaee, R., Keshavarzi, M., Vahdati, K., Fahadan, A. and Atefi, J. 2020. Four new Persian walnut cultivars of Iran: Persia, Caspian, Chaldoran and Alvand. HortScience.

Rebenstorf, K., Grandresse, T., Dulucq, M. J., Buttner, C. and Obermeier, C. 2006. Host species dependent population structure of a pollen borne plant virus, cherry leaf roll virus. J. Virology, 80: 2453-2462.

Ferretti, L., Corsi, B., Luongo, L., Dal Cortivo, C. and Belisario, A. 2017. A survey of Cherry leaf roll virus in intensively managed grafted English (Persian) walnut trees in Italy. J. of Plant Pathology, 99: 423-427.

Cieslinska, M. 2020. Differentiation of Cherry leaf roll virus isolates from walnut based on molecular analyses and reaction of herbaceous hosts. Physiological and Molecular Plant Pathology.

Sanfacon, H., Iwanami, T., Karasev, A. V., van der Vlugt, R., Wellink, J., Wetzel, T. and Yoshikawa, N. 2012. Family Secoviridae. In: King, A. M. Q., Adams, M. J., Carstens, E. B. and Lefkowitz, E. J. (eds). Virus Taxonomy. Ninth Report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses, pp. 881-899. Elsevier, Oxford, UK.

Moini, A. A., Roumi, V., Masoumi, M. and Izadpanah, K. 2010. Widespread occurrence of Tomato ring spot virus in deciduous fruit trees in Iran. Julius-Kühn-Archives, 427: 127-128.

Grant, J. A. and McGranahan, G. H. 2005. English walnut rootstocks help avoid blackline disease, but produce less than paradox hybrid. California Agriculture, 59(4): 249-251.

Production of Healthy and Original Trees of Four New Walnut Cultivars

Raana Dastjerdi[*1], Asghar Soleimani[1], Abdalreza Kavand[2], Hojjatallah Shahbazi[3], Mohammad Saeid Khaksar[3] and Darab Hassani[1]

1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Karaj, Iran
2. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Karaj, Iran
3. Agriculture Organization of Hamadan Province, Hamedan, Iran

[*]Corresponding Author: r.dastjerdi@areeo.ac.ir

Abstract

Today, the use of healthy seedlings of desirable and high-yielding cultivars is essential in establishing new orchards to prevent the physiological and pathological problems. Therefore, Temperate Fruits Research Center-Horticultural Sciences Research Institute has been working since 2019 on a research project to provide healthy basic materials for creating pre-basic units and establishing a mother orchard with four new released walnut cultivars (Alvand, Caspian, Chaldoran, and Persia). For this purpose, authentic plant materials from the studied cultivars were tested according to approved guideline of the health standards for the primary stocks, mother orchards, and nurseries of walnut by Seed and Plant Certification and Registration Research Institute for the presence of two pathogenic viruses, including Cherry Leaf Roll Virus (CLRV) and Tomato Ring Spot Virus (ToRSV), as well as two bacteria, *Brenneria nigrifluens* and *Xanthomonas arboricola* pv. *Juglandis*, using serological and molecular methods. The results showed that all the tested samples were free of viruses and bacteria. Healthy basic stocks were used as a source of reproductive organs to provide pre-basic units. The plants in the pre-basic blocks were annually controlled for health and originality, and healthy scions were collected to establish the standard mother orchard. In 2020, after health testing, the first trees were planted in the mother orchard at a distance of 4 × 3 meter in separate rows. In April 2021, blue labels for the studied cultivars were obtained from the Seed and Plant Certification and Registration Research Institute. Currently, this mother orchard is capable of providing healthy and originality plant materials for nurseries.

Key Words: Mother orchard, New cultivars, Sanitation, Walnut.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاهش آلودگی فلزات سنگین در *Brassica oleracea* با استفاده از منابع مختلف سیلیسیم

محبوبه مکتوبیان[۱] و مریم حقیقی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *mhaghighi@cc.iut.ac.ir*

چکیده

کلم (*Brassica oleracea*) به عنوان یکی از سبزیجات مهم در تأمین مواد مغذی انسان‌ها، به دلیل ظرفیت بالای جذب فلزات سنگین، در معرض آلودگی قرار دارد که می‌تواند سلامت عمومی را تهدید کند. در این راستا، استفاده از منابع نانو و بیوسیلیسیم به عنوان راهکارهای نوین برای کاهش جذب فلزات سنگین در گیاهان، مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه به بررسی تأثیر منابع مختلف سیلیسیم شامل سیلیسیم اکسید، نانوسیلیسیم و بیوسیلیسیم بر جذب فلزات سنگین در کلم سفید پرداخته است. آزمایش به صورت طرح کامل تصادفی با دو تکرار در گلخانه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. منابع مختلف سیلیسیم شامل سیلیسیم اکسید، نانوسیلیسیم و بیوسیلیسیم (هرکدام با غلظت ۱ میلی‌مولار) می‌باشد. نتایج نشان داد که استفاده از سیلیسیم اکسید منجر به کاهش غلظت روی، مس و نیکل در مقایسه با شاهد گردید. همچنین نانوسیلیسیم کمترین غلظت جیوه و بیوسیلیسیم کمترین میزان آلومینیوم را در گیاه ثبت کردند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که سیلیسیم می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر در سم‌زدایی فلزات سنگین عمل کند. در نهایت، این مطالعه تأکید می‌کند که استفاده از منابع نانو و بیوسیلیسیم می‌تواند به عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش آلودگی فلزات سنگین در کلم و بهبود سلامت عمومی مطرح شود. نتایج این تحقیق می‌تواند به افزایش ایمنی غذایی کمک کند و به عنوان مبنای تحقیقات آینده در این زمینه عمل نماید.

واژه‌های کلیدی: آلودگی محیط زیست، سبزیجات برگی، کیفیت محصولات کشاورزی، نانو سیلیسیم.

مقدمه

کلم (*Brassica oleracea*) به عنوان یکی از مهم‌ترین سبزیجات برگی در سطح جهانی، متعلق به خانواده Brassicaceae است. این گیاه بخش عمده‌ای از رژیم غذایی انسان‌ها را در بسیاری از نقاط جهان تشکیل می‌دهد و نقش بسزایی در تأمین سلامت انسان ایفا می‌کند. کلم منبع غنی از ویتامین‌های ضروری، مواد معدنی، فیبر غذایی و ترکیبات شیمیایی گیاهی مانند ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها می‌باشد (Zubair et al., 2024).با این حال، سبزیجات برگ‌دار به ویژه کلم، به دلیل ظرفیت بالای جذب فلزات سنگین، در مقایسه با سایر محصولات غذایی، به شدت در معرض آلودگی قرار دارند. این آلودگی می‌تواند به عنوان یک مسیر اصلی قرار گرفتن در معرض فلزات سنگین برای انسان شناخته شود. به‌طورکلی، حدود ۷۰ درصد از کل تجمع کادمیم در بدن انسان ناشی از مصرف سبزیجات برگ‌دار است .بنابراین، کاهش سطوح فلزات سنگین سمی در این نوع سبزیجات، یک ضرورت اساسی در کشاورزی و سلامت عمومی محسوب می‌شود (Li et al., 2021).

فلزات سنگین از طریق مسیرهای مختلفی نظیر فاضلاب‌های شهری و صنعتی، آئروسل‌های ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی و فرآیندهای انسانی به خاک منتقل می‌شوند. به تازگی، آلودگی خاک به دوزهای بالای کودهای حیوانی، علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و سایر منابع مسمومیت با فلزات سنگین نسبت داده شده است (Emurotu and Onianwa, 2017). این آلودگی می‌تواند تأثیرات منفی بر رشد فیزیولوژیکی محصولات و کیفیت عملکرد کشاورزی داشته باشد و از طریق زنجیره غذایی، تهدیدی جدی برای سلامتی انسان ایجاد کند. به گفته Emurotu و Onianwa (2017)، قرار گرفتن انسان در معرض فلزات سمی به طور عمده از طریق انتقال زنجیره‌ای از خاک به محصولات صورت می‌گیرد .اگرچه برخی از فلزات سنگین برای رشد طبیعی گیاهان ضروری هستند، اما در غلظت‌های بالا، به تهدیدی جدی تبدیل می‌شوند گیاهانی که در خاک آلوده به فلزات سمی کشت می‌شوند، این فلزات را به مقدار زیاد جذب کرده و در نهایت کیفیت و ایمنی

مواد غذایی را به خطر می‌اندازند (Sagagi et al., 2022). بنابراین، افزایش آگاهی در مورد اهمیت سبزیجات در رژیم غذایی و نظارت بر آلاینده‌ها برای کاهش خطرات سلامتی ضروری است (Fonge et al., 2021).

سیلیکون، به عنوان دومین عنصر فراوان پس از اکسیژن در پوسته زمین، به دلیل مزایای بی‌شماری که برای گیاهان، به ویژه تحت تنش‌های زیستی و غیرزیستی، به ارمغان می‌آورد، به عنوان یک عنصر شبه‌ضروری شناخته می‌شود .این عنصر می‌تواند به کاهش تأثیر عوامل غیرزیستی همچون خشکسالی، تنش شوری و سمیت فلزات سنگین کمک کند .نقش سیلیکون در سم‌زدایی فلزات به تغییر مکانیسم‌های سلولی گیاه و تعاملات بیوشیمیایی با محیط رشد نسبت داده شده است (Bhat et al., 2019). در خاک، کاربرد سیلیکون می‌تواند منجر به تثبیت فلزات سنگین شود و در سطح گیاه، استرس اکسیداتیو را با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاهش دهد (Zubair et al., 2024). با این‌حال، فرم‌های شیمیایی سیلیکون ممکن است به دلیل عدم پایداری و قابلیت جذب محدود در گیاهان، کارایی کمتری داشته باشند .به همین دلیل، امروزه توجه بیشتری به منابع نانو و بیوسیلیسیم معطوف شده است.

نانوذرات سیلیکون به دلیل اندازه کوچک و سطح ویژه بالا، می‌توانند به‌طور مؤثری به جذب فلزات سنگین کمک کنند. این نانوذرات با افزایش سطح تماس و بهبود حلالیت، امکان جذب بهتر و مؤثرتر سیلیکون را فراهم می‌آورند .مکانیسم جذب توسط نانوذرات سیلیسیم می‌تواند به کاهش غلظت کشنده فلزات در گیاهان کمک کند، به ویژه هنگامی‌که گیاهان در معرض فلزات سنگین اضافی قرار دارند (Emamverdian et al., 2021).

علاوه بر نانو سیلیکون، بیوسیلیسیم که از پوسته برنج تهیه می‌شود، به عنوان یک منبع پایدار و زیست‌محیطی برای تأمین سیلیکون در گیاهان شناخته می‌شود. بیوسیلیسیم نه تنها به بهبود کیفیت خاک کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به عنوان یک کلاتور طبیعی عمل کند و جذب فلزات سنگین را کاهش دهد. این منبع همچنین می‌تواند به بهبود ساختار خاک و افزایش فعالیت میکروبی کمک کند که در نهایت منجر به رشد بهتر گیاهان می‌شود.

هدف این مطالعه بررسی تأثیر کاربرد منابع مختلف سیلیسیم (شیمیایی، نانو و بیو) بر جذب فلزات سنگین در کلم سفید است .با توجه به اهمیت کلم در تأمین مواد مغذی و خطرات ناشی از آلودگی فلزات سنگین، این تحقیق می‌تواند به بهبود روش‌های کشاورزی و افزایش ایمنی مواد غذایی کمک کند. در نهایت، نتایج این پژوهش می‌تواند به توسعه راهکارهای مؤثر برای کاهش آلودگی فلزات سنگین در محصولات کشاورزی و ارتقای سلامت عمومی منجر شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح کامل تصادفی با دو تکرار بر روی کلم پیچ سفید رقم بلو دایسی از شرکت زیمنس در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. منابع مختلف سیلیسیم شامل سیلیسیم اکسید، نانوسیلیسیم و بیوسیلیسیم (هرکدام با غلظت ۱ میلی‌مولار) استفاده گردید. کود سیلیسیم اکسید از شرکت شیمیا آزمون سپاهان و نانوسیلیسیم با اندازه ذرات ۲۳ تا ۲۷ نانومتر و حاوی ۱۳ درصد سیلیسیم خالص از شرکت صدور احرار شرق با نام تجاری خضرا تهیه شد. بیوسیلیسیم مورد استفاده از کاه برنج بود که فرآیند استخراج آن در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی انجام شد. زمانی که گیاهان در مرحله ۴-۵ برگی بودند، دو بار محلول‌پاشی با فاصله دو روز با منابع سیلیسیم انجام گرفت و گلدان‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط معمولی گلخانه قرار داشتند. دو روز پس از آخرین محلول‌پاشی، گیاهان برداشت شدند.

برای اندازه‌گیری فلزات سنگین در بافت برگ کلم سفید، نمونه‌های برگ به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس، نمونه‌های خشک شده با آسیاب به پودر تبدیل شدند. برای تهیه خاکستر خشک، ۱ گرم از هر نمونه به مدت ۶ ساعت در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. برای هضم کامل خاکستر، اسید هیدروکلریک (HCl) با غلظت ۱ نرمال به آن اضافه به مدت ۲۰ دقیقه بر روی هات پلیت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا محلولی روشن به دست آید. سپس باقیمانده با آب مقطر و کاغذ صافی واتمن ۴ تمیز و در یک فلاسک ۵۰ میلی‌لیتری فیلتر شد. در نهایت، از دستگاه ICP برای اندازه‌گیری غلظت فلزات روی،

آلومینیوم، مس، جیوه و نیکل در بافت‌های گیاهی استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار Statistix 8 تجزیه‌وتحلیل شدند و میانگین‌ها با آزمون LSDدر سطح ۵ درصد بررسی شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی اثر منابع مختلف سیلیسیم بر غلظت فلزات سنگین در گیاه نشان داد که استفاده از سیلیسیم اکسید باعث کاهش غلظت روی، مس و نیکل در مقایسه با شاهد گردید. همچنین، کمترین غلظت جیوه در تیمار با نانوسیلیسیم مشاهده شد که نسبت به شاهد ۱۲ درصد کاهش داشت. در همین راستا، کمترین میزان آلومینیوم نیز در تیمار با بیوسیلیسیم ثبت گردید که نسبت به شاهد ۱۲ درصد کاهش نشان می‌دهد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر منابع مختلف سیلیسیم بر غلظت فلزات سنگین کلم سفید.

تیمار	روی (پی‌پی‌بی)	آلومینیوم (پی‌پی‌بی)	مس (پی‌پی‌بی)	جیوه (پی‌پی‌بی)	نیکل (پی‌پی‌بی)
شاهد	1866.7 b	3996.5 b	1118.7 b	602.8 a	1059.9 a
سیلیسیم اکسید	123.2 d	4520.7 a	287.62 d	559.8 c	820.1 d
نانو سیلیسیم	2977 a	3611.8 c	1858 a	541 d	892.4 b
بیو سیلیسیم	858.4 c	3509.1 d	365.6 c	582.6 b	887.3 c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

فلزات سنگین از جمله روی، آلومینیوم، مس، جیوه و نیکل از آلاینده‌های پایدار و پراکنده هستند که تجمع آن‌ها در گیاهان می‌تواند تأثیرات منفی بر عملکردهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان داشته باشد و در نهایت باعث کاهش تولید آن‌ها و به خطر انداختن سلامتی انسان گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که سیلیسیم می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر در کاهش غلظت فلزات سنگین در گیاهان عمل کند. مکانیسم‌های تحمل فلزات سنگین با واسطه سیلیسیم در گیاهان ممکن است شامل کاهش فعالیت‌های فلزات سنگین در محیط رشد، تحریک تولید آنتی‌اکسیدان‌ها، کیلیت شدن سیلیسیم با فلزات و جداسازی آن‌ها، کاهش انتقال فلزات سنگین و تنظیم بیان ژن باشد (Liu et al., 2015). بر اساس نتایج Hassan و همکاران (2024) سمیت فلز مس یکی از عوامل محدود کننده رشد و نمو گیاهان است و کاربرد سیلسیم سبب کاهش جذب و انتقال مس شده و خسارات ناشی از سمیت این عنصر را کاهش می‌دهد. مطابق با نتایج Liu و همکاران (2015)، سیلیسیم باعث رسوب لیگنین در دیواره‌های سلولی می‌شود و این امر می‌تواند به کاهش انتقال فلزات سنگین از ریشه به شاخه‌ها کمک کند. این یافته‌ها با نتایج تحقیق ما همخوانی دارد، چرا که ما نیز کاهش انتقال فلزات سنگین را در تیمارهای مختلف سیلیسیم مشاهده کردیم. افزون بر این، Wang و همکاران (2016) اشاره کرده‌اند که سیلیسیم به عنوان یک جزء ساختاری در دیواره‌های سلولی گیاهان عمل می‌کند و رسوب آن در آپوپلاست می‌تواند به بهبود تحمل گیاهان نسبت به سمیت فلزات سنگین کمک کند. در مقایسه با تحقیقات قبلی، نتایج ما نشان می‌دهد که نانوسیلیسیم و بیوسیلیسیم به طور خاص تأثیرات مثبتی بر کاهش غلظت جیوه و آلومینیوم دارند، که نشان‌دهنده پتانسیل این منابع در بهبود کیفیت و ایمنی محصولات کشاورزی است. این یافته‌ها می‌توانند به عنوان یک راهکار مؤثر برای کاهش آلودگی فلزات سنگین در گیاهان و بهبود سلامتی عمومی پیشنهاد شوند.

منابع

Bhat, J.A., Shivaraj, S.M., Singh, P., Navadagi, D.B., Tripathi, D.K., Dash, D.K., Solanke, P.K., Sonah, A.U., H. and Deshmukh, R. 2019. Role of silicon in mitigation of heavy metal stresses in crop plants. Plants. 8(3): 71.

Emamverdian, A., Ding, Y., Mokhberdoran, F., Ahmad, Z. and Xie, Y. 2021. The effect of silicon nanoparticles on the seed germination and seedling growth of moso bamboo (Phyllostachys edulis) under cadmium stress. Polish Journal of Environmental Studies. 30(4).

Emurotu, J. and Onianwa, P. 2017. Bioaccumulation of heavy metals in soil and selected food crops cultivated in Kogi State, north central Nigeria. Environmental Systems Research. 6(1): 1-9.

Fonge, B.A., Larissa, M.T., Egbe, A.M., Afanga, Y.A., Fru, N.G. and Ngole-Jeme, V.M. 2021. An assessment of heavy metal exposure risk associated with consumption of cabbage and carrot grown in a tropical Savannah region. Sustainable Environment. 7(1).

Hassan, M.U., Lihong, W., Nawaz, M., Ali, B., Tang, H., Rasheed, A., Zain, M., Alqahtani, F.M., Hashem, M., Qari, S.H. and Zaid, A. 2024. Corrigendum to "Silicon a key to mitigate chromium toxicity in plants: Mechanisms and future prospective". Plant Physiology and Biochemistry. 210: 108640.

Li, S., Sun, X., Li, S., Liu, Y., Ma, Q. and Zhou, W. 2021. Effects of amendments on the bioavailability, transformation and accumulation of heavy metals by pakchoi cabbage in a multi-element contaminated soil. RSC Advances. 11(8): 4395-4405.

Liu, J., Cai, H., Mei, C. and Wang, M. 2015. Effects of nano-silicon and common silicon on lead uptake and translocation in two rice cultivars. Frontiers of Environmental Science & Engineering. 9: 905-911.

Sagagi, B.S., Bello, A.M. and Danyaya, H.A. 2022. Assessment of accumulation of heavy metals in soil, irrigation water, and vegetative parts of lettuce and cabbage grown along Wawan Rafi, Jigawa State, Nigeria. Environmental Monitoring and Assessment. 194: 699.

Wang, S., Wang, F., Gao, S. and Xugang, W. 2016. Heavy metal accumulation in different rice cultivars as influenced by foliar application of nano-silicon. Water, Air, & Soil Pollution. 227: 228.

Zubair, M., Shafqat, A., Jabben, N., Shafiq, M., Balal, R.M., Tahir, M.A., ... and Alomrani, S.O. 2024. Enhancing cabbage resilience against heavy metal stress through silicon amendments and melatonin: A depth investigation. Scientia Horticulturae. 324: 112571.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effects Reduction of Heavy Metal Contamination in *Brassica oleracea* using Various Silicon Sources

Mahbobeh Maktobian[1] and Maryam Haghighi[1*]
1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding Author: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

Abstract

Cabbage (*Brassica oleracea*) is one of the essential vegetables for human nutrition, but its high capacity to absorb heavy metals puts it at risk of contamination, which can threaten public health. In this context, the use of nano and bio-silicon sources has gained attention as innovative strategies to reduce heavy metal absorption in plants. This study investigates the effects of different silicon sources, including silicon dioxide, nano-silicon, and bio-silicon, on heavy metal absorption in white cabbage. The experiment was conducted using a completely randomized design with two replications in the greenhouse of Isfahan University of Technology. The silicon sources included silicon dioxide, nano-silicon, and bio-silicon, each at a concentration of 1 mM. The results indicated that the application of silicon dioxide resulted in a reduction of zinc, copper, and nickel concentrations compared to the control group. Additionally, nano-silicon recorded the lowest mercury concentration, while bio-silicon recorded the lowest aluminum levels in the plant. These findings suggest that silicon can act as an effective agent in detoxifying heavy metals. Ultimately, this study emphasizes that the use of nano and bio-silicon sources can be an effective strategy for reducing heavy metal contamination in cabbage and improving public health. The results of this research could contribute to enhancing food safety and serve as a basis for future studies in this field.

Keywords: Environmental Pollution, Leafy vegetables, Agricultural product quality, Nano-silicon.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی زیست‌پالایی آفت‌کش‌های بخش کشاورزی به کمک ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه

نفیسه جلالی[1*] و صاحب سودایی مشائی[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
* نویسنده مسئول: *nafisejalali4@gmail.com*

چکیده

آفت‌کش‌ها اگرچه به عنوان مواد شیمیایی برای کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و افزایش تولید و بهبود محصولات کشاورزی استفاده می‌شوند، اما اثرات مضری زیادی نیز بر محیط زیست دارند. به دلیل پایداری شیمیایی، بسیاری از آفت‌کش‌ها برای مدت طولانی در خاک و آب باقی می‌مانند و باعث آلودگی منابع طبیعی مانند خاک، آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی می‌شوند. این آلاینده‌ها نه تنها بر سلامت انسان و حیوان تأثیر می‌گذارند، بلکه اکوسیستم‌ها را نیز تخریب می‌کنند. گیاهان شایع‌ترین مسیر ورود مواد شیمیایی به زنجیره‌های غذایی انسان و حیوان هستند. با توجه به این مشکلات، حذف و تجزیه آفت‌کش‌ها از محیط زیست بسیار حائز اهمیت است. استفاده از روش‌های اصلاح فیزیکی- شیمیایی برای حذف آلودگی از خاک و آب نه تنها غیر طبیعی است بلکه به دلیل نیاز به مواد شیمیایی خاص، انرژی و هزینه بالای عملیاتی ناکارآمد است. یکی از راه‌های پایدار برای حل این مشکل، استفاده از زیست‌پالایی است؛ فرآیندی که در آن گیاهان به همراه برخی از میکروارگانیسم‌های مفید مانند ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه به پاکسازی محیط‌های آلوده کمک می‌کنند. در این فرآیند، گیاهان به همراه باکتری‌ها با جذب یا حذف مواد شیمیایی آلاینده، از جمله آفت‌کش‌ها، به کاهش آلودگی محیط زیست کمک می‌کنند. در این مطالعه مروری، به توانایی ریزوباکتری‌های محرک رشد در تعامل با گیاهان جهت حذف آلاینده‌ها از محیط زیست، مزایا و چالش‌های پیش رو پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: آفت‌کش، باکتری‌های خاکزی، زیست‌پالایی، گیاه پالایی، ویژگی‌های محرک رشد گیاه.

مقدمه

طبق تعریف سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO)، آفت‌کش «هر ماده یا مخلوطی از مواد شیمیایی یا بیولوژیکی است که برای دفع، از بین بردن یا کنترل هرگونه آفت یا تنظیم رشد گیاه در نظر گرفته می‌شود» (Akash et al., 2018). در دهه‌های اخیر، استفاده گسترده از آفت‌کش‌ها به عنوان یکی از روش‌های اصلی کنترل آفات و افزایش تولید محصولات کشاورزی به طور چشمگیری افزایش یافته است (Centanni et al., 2023). اگرچه این مواد شیمیایی عملکرد کشاورزی را بهبود بخشیده‌اند، اما نمی‌توان از عوارض جانبی آن‌ها بر محیط زیست و سلامت انسان چشم‌پوشی کرد (Singh et al., 2023). آفت‌کش‌ها پس از استفاده، به دلیل پایداری شیمیایی و توانایی پخش شدن در محیط زیست، می‌توانند به منابع آب زیرزمینی و سطحی نفوذ کنند. این آلودگی نه تنها به طور مستقیم به سلامت آبزیان و انسان‌ها آسیب می‌رساند، بلکه می‌تواند بر زنجیره غذایی نیز تأثیر بگذارد (Chen et al., 2023). انسان‌ها به طور مداوم در معرض آفت‌کش‌های شیمیایی قرار دارند. نشت آفت‌کش‌ها از مزارع کشاورزی، مسمومیت با آفت‌کش‌ها در حین سم‌پاشی و هرگونه مواجهه عمدی یا غیرعمدی دیگر می‌تواند در ایجاد بیماری حاد در انسان نقش داشته باشد. پیامدهای مستقیم آفت‌کش‌ها شامل کاهش بینایی، خارش پوست، بثورات و تاول‌های پوستی، سردرد، ترشح بزاق، اسهال، استفراغ، حالت تهوع، خس خس سینه است. فلج، عدم هماهنگی، کما و حتی مرگ از جمله شایع‌ترین اثرات حاد آفت‌کش‌ها بر سلامتی هستند (Kim et al., 2017). جذب فعال و غیرفعال آفت‌کش‌ها از طریق سیستم

ریشه گیاهان نیز امکان‌پذیر است که به نوبه خود جذب طبیعی مواد مغذی توسط ریشه‌ها را مختل می‌کند. همچنین سمیت آفت‌کش‌ها، موجب کاهش پروتئین، کاهش سطح کلروفیل، کاهش فتوسنتز، توقف رشد، سوختگی، نکروز، کلروز و پیچ خوردگی برگ‌ها در گیاهان می‌شود (Sharma et al., 2019). رشد جمعیت و تغییرات اقلیمی، عوامل کلیدی افزایش استفاده از آفت‌کش‌ها هستند. پیش‌بینی می‌شود که تولید آفت‌کش‌ها در آینده نیز در سطح جهانی افزایش یابد (Saroop and Tamchos, 2024). وقتی از آفت‌کش‌ها استفاده می‌شود، تنها بخشی از آن‌ها نقش مبارزه با بیماری‌ها را ایفا می‌کنند و بخش‌های بیشتری به طور غیرمستقیم از طریق فرآیندهای انتقال و تجزیه وارد محیط زیست می‌شوند (Singh et al., 2023). بنابراین، نیاز به روش‌های مؤثر و پایدار برای حذف یا کاهش آفت‌کش‌ها از محیط زیست ضروری به نظر می‌رسد. زیست پالایی جایگزینی برای فناوری‌های پالایش فعلی است و به عنوان روشی مؤثر به جهت حذف، تثبیت و سم‌زدایی آلاینده‌ها از محیط زیست با استفاده از سیستم‌های بیولوژیکی (گیاهان یا میکروارگانیسم‌ها) به کار می‌رود (Mehta et al., 2022). گیاه‌پالایی یک فناوری زیست پالایی است و به عنوان یک راهکار بیولوژیکی سبز و سازگار با محیط زیست برای حذف یا کاهش آفت‌کش‌ها توجه زیادی را به خود جلب کرده است. گیاه‌پالایی فرآیندی است که در آن از گیاهان برای جذب، تجمع، تبدیل یا تثبیت آلاینده‌ها در خاک و آب استفاده می‌شود (Kristanti and Hadibarata, 2023). این روش نه تنها می‌تواند به کاهش غلظت آفت‌کش‌ها در محیط کمک کند، بلکه با بهره‌گیری از فرآیندهای طبیعی گیاهان، اثرات منفی کمتری نسبت به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی سنتی دارد (Sitarska et al., 2023). گیاه‌پالایی به دلیل اجرای ساده، هزینه کم و قابلیت کاربرد در مناطق وسیع، به عنوان یک راه حل پایدار برای آلودگی محیط زیست، به ویژه آلودگی آب، پیشنهاد شده است (Li et al., 2023). اما این فرآیند به تنهایی نمی‌تواند آفت‌کش‌ها را به طور کامل از محیط زیست حذف کند. بنابراین، باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPB) برای این منظور توسعه یافته‌اند (Houida et al., 2024). این باکتری‌ها که به طور طبیعی در محیط‌های مختلفی مانند ریشه گیاهان یافت می‌شوند، می‌توانند رشد گیاه را تسریع کنند و در عین حال از طریق مکانیسم‌های متعددی مانند تثبیت نیتروژن، حل کردن فسفات و تولید هورمون‌های گیاهی به کاهش غلظت آفت‌کش‌ها کمک کنند (Fernadez et al., 2023). برخی از این باکتری‌ها می‌توانند آفت‌کش‌ها را به ترکیبات کم‌ضرر یا حتی بی‌ضرر تبدیل کنند. به عبارت دیگر، این باکتری‌ها می‌توانند گیاه‌پالایی را کارآمدتر و مؤثرتر کنند (Zhu et al., 2023). هدف از این مطالعه، بررسی نقش باکتری‌های محرک رشد (PGPB) در گیاه‌پالایی آفت‌کش‌ها است. در این راستا، ابتدا ویژگی‌های PGPB بررسی شده و سپس تعامل آن در بهبود فرآیند گیاه‌پالایی مورد بحث قرار گرفته است.

مکانیسم‌های باکتری‌های محرک رشد در زیست‌پالایی

تثبیت نیتروژن

نیتروژن یکی از مهمترین مواد مغذی برای رشد گیاه است و در ساختار پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها و بسیاری از مولکول‌های ضروری دیگر نقش دارد (Anas et al., 2020). گیاهان نمی‌توانند مستقیماً از نیتروژن موجود در جو استفاده کنند زیرا نیتروژن به طور طبیعی در هوا به صورت گاز N_2 وجود دارد و گیاهان نمی‌توانند از این گاز استفاده کنند (Zhang et al., 2020). برای استفاده گیاهان از نیتروژن، لازم است این گاز به اشکال قابل جذب مانند آمونیوم (NH_4^+) یا نیترات (NO_3^-) تبدیل شود (Carr et al., 2020). یکی از مهمترین فرآیندهایی که این تبدیل را انجام می‌دهد، تثبیت نیتروژن است که در آن باکتری‌های محرک رشد نقش حیاتی ایفا می‌کنند (Timofeeva et al., 2023). باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، آنزیمی به نام نیتروژناز دارند که می‌تواند گاز نیتروژن را به آمونیوم تبدیل کند. این فرآیند تحت شرایط خاصی از جمله وجود مقدار کم اکسیژن و وجود منابع انرژی مانند کربوهیدرات‌ها انجام می‌شود (Juo et al., 2020). این باکتری‌ها می‌توانند آزادانه در خاک زندگی کنند یا در همزیستی با گیاهان، نیتروژن را تثبیت کنند. در حالت همزیستی، این باکتری‌ها معمولاً در ریشه گیاهان مستقر می‌شوند و در برخی موارد، گره‌هایی روی ریشه‌ها ایجاد می‌کنند که محل فعالیت نیتروژناز و تثبیت نیتروژن هستند. باکتری‌های همزیست مانند ریزوبیوم و آزوسپیریلوم، به ویژه در خانواده گیاهان حبوبات (مانند لوبیا و نخود فرنگی) به خوبی شناخته شده‌اند. این باکتری‌ها نیتروژن موجود در هوا را به آمونیوم تبدیل کرده و این آمونیوم را در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (Soumare et al., 2020). در عوض،

گیاهان کربوهیدرات‌ها و سایر مواد مغذی را در اختیار باکتری‌ها قرار می‌دهند تا آن‌ها بتوانند انرژی مورد نیاز خود را برای تثبیت نیتروژن تأمین کنند. این فرآیند به گیاهان اجازه می‌دهد تا بدون نیاز به کودهای شیمیایی نیتروژن دار، نیتروژن کافی برای رشد خود به دست آورند (Cassan et al., 2020). در مطالعه گیاه‌پالایی، وجود نیتروژن کافی در محیط برای رشد گیاهان مهم است. زیرا نیتروژن یکی از عناصر کلیدی برای تولید کلروفیل، پروتئین‌ها و سایر مولکول‌های ضروری در گیاهان است (Jack et al., 2022). باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، از طریق تأمین نیتروژن برای گیاهان، نقش مهمی در بهبود کارایی گیاه‌پالایی ایفا می‌کنند. وقتی گیاهان در محیط‌های آلوده رشد می‌کنند، معمولاً از نظر مواد مغذی کمبود دارند زیرا خاک‌های آلوده معمولاً کیفیت پایینی دارند (Li et al., 2022). PGPBها می‌توانند نیتروژن را تثبیت کرده و به رشد بهتر گیاهان در این شرایط کمک کنند. با تأمین نیتروژن کافی، آن‌ها به گیاهان اجازه می‌دهند سریع‌تر رشد کنند و آلاینده‌ها را با استفاده از ریشه‌های بزرگتر و فعال‌تر بهتر جذب کنند. این فرآیند، حذف آلاینده‌ها از خاک و آب را بهبود می‌بخشد و عملکرد گیاه‌پالایی را بهبود می‌بخشد (Alves et al., 2023). یکی دیگر از جنبه‌های مهم تثبیت نیتروژن توسط PGPB، افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است. در خاک‌های آلوده، گیاهان با تنش‌های زیادی مانند کمبود مواد مغذی، سمیت فلزات سنگین و کاهش رشد مواجه می‌شوند (Brereton et al., 2020). باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن می‌توانند مواد مفیدی را فراهم کنند که به گیاهان در مقابله با تنش‌های محیطی کمک می‌کند. به این ترتیب، گیاهان قادر خواهند بود حتی در شرایط سخت نیز به رشد و تصفیه آلاینده‌ها ادامه دهند (Wu et al., 2020). علاوه بر این، برخی از باکتری‌های محرک رشد، مانند گونه‌های سودوموناس و باسیلوس، به دلیل نقششان در تجزیه آفت‌کش‌ها شناسایی شده‌اند. این باکتری‌ها می‌توانند رشد گیاه را افزایش دهند و همزمان بقایای آفت‌کش‌های سمی را در خاک کاهش دهند. این عملکرد دوگانه به ویژه در مزارع کشاورزی که آلودگی آفت‌کش‌ها یک نگرانی عمده است، مفید است. باکتری‌های محرک رشد از طریق مکانیسم‌هایی مانند تجزیه آنزیمی، جذب زیستی و متابولیسم مشترک، به زیست پالایی خاک‌های آلوده به آفت‌کش‌ها کمک می‌کنند و سمیت آنها را کاهش داده و سلامت خاک را بهبود می‌بخشند (Sun et al., 2024).

انحلال فسفات

فسفر یکی از مواد مغذی ضروری برای رشد و نمو گیاهان است. این عنصر نقش حیاتی در فرآیندهایی مانند فتوسنتز، انتقال انرژی و تشکیل DNA ایفا می‌کند. با این حال، فسفر معمولاً به شکل نامحلول در خاک وجود دارد و نمی‌تواند مستقیماً توسط گیاهان استفاده شود (Krouk and Kiba, 2020). باکتری‌های محرک رشد یک راهکار مهم برای تأمین فسفر مورد نیاز گیاهان محسوب می‌شوند. یکی از مکانیسم‌های کلیدی که این باکتری‌ها از طریق آن به گیاهان کمک می‌کنند، حل کردن فسفات است (Maghazli et al., 2022). بیشتر فسفر موجود در خاک به شکل ترکیبات معدنی نامحلول مانند فسفات کلسیم، آهن و آلومینیوم است. این ترکیبات به دلیل حلالیت کم، برای گیاهان قابل استفاده نیستند. در نتیجه، حتی اگر خاک حاوی فسفر زیادی باشد، گیاهان به سختی می‌توانند از آن بهره‌مند شوند. به همین دلیل، کشاورزان معمولاً از کودهای فسفاته برای تأمین نیاز گیاهان به این عنصر استفاده می‌کنند. با این حال، استفاده مکرر از کودهای شیمیایی می‌تواند منجر به مشکلات زیست‌محیطی شود (Zhang et al., 2020). با استفاده از مکانیسم‌های مختلف، باکتری‌های محرک رشد می‌توانند فسفات نامحلول در خاک را به شکل محلول تبدیل کرده و آن را در دسترس گیاهان قرار دهند. یکی از مهمترین مکانیسم‌ها ترشح اسیدهای آلی است (Zuniga et al., 2020). این باکتری‌ها اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک ($C_6H_8O_7$)، اسید لاکتیک ($C_3H_6O_3$) و اسید گلوکونیک ($C_6H_{12}O_7$) را به محیط خاک ترشح می‌کنند. این اسیدها با فسفات‌های نامحلول واکنش داده و آن‌ها را به اشکال محلول‌تری مانند مونو کلسیم فسفات ($CaH_4P_2O_8$) یا دی کلسیم فسفات ($CaHPO_4$) تبدیل می‌کنند. در این حالت، فسفر می‌تواند مستقیماً توسط گیاهان مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر اسیدهای آلی، برخی از باکتری‌های محرک رشد می‌توانند از طریق تولید آنزیم‌هایی مانند فسفاتازها به تجزیه ترکیبات آلی حاوی فسفر کمک کنند. این آنزیم‌ها می‌توانند فسفر را از ترکیبات آلی مختلف آزاد کرده و آن را به اشکال معدنی قابل جذب توسط گیاه تبدیل کنند (Wu et al., 2020).

برخی از باکتری‌های حل‌کننده فسفات، از جمله گونه‌های سودوموناس و باسیلوس، با تولید آنزیم‌هایی مانند فسفاتازها می‌توانند آفت‌کش‌های ارگانوفسفره را تجزیه کرده و نقش مهمی در گیاه‌پالایی ایفا کنند (Yu et al., 2024). آن‌ها با فراهم کردن فسفر محلول برای گیاهان، رشد را بهبود می‌بخشند و توانایی گیاهان را در جذب آلاینده‌ها از خاک و آب افزایش می‌دهند. بسیاری از خاک‌های آلوده‌ای که برای گیاه‌پالایی استفاده می‌شوند، از نظر مواد مغذی مانند فسفر کمبود دارند. این کمبود می‌تواند کارایی گیاه‌پالایی را کاهش دهد. زیرا گیاهان برای جذب و حذف آلاینده‌ها به مواد مغذی نیاز دارند. باکتری‌های حل‌کننده فسفات علاوه بر کمک به گیاهان، می‌توانند با سایر میکروارگانیسم‌های موجود در خاک تعامل داشته و سلامت خاک را ارتقا دهند. این باکتری‌ها معمولاً در کنار سایر باکتری‌های محرک رشد ، مانند باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، تعامل دارند و باعث بهبود کلی در دسترس بودن مواد مغذی برای گیاهان می‌شوند. این فرآیند می‌تواند منجر به تقویت کارایی گیاه‌پالایی و بهبود توانایی گیاهان در جذب و تصفیه آلاینده‌های محیطی شود (Zhu et al., 2023).

تولید هورمون‌های گیاهی

فیتوهورمون‌ها یا هورمون‌های گیاهی، مواد شیمیایی هستند که نقش کلیدی در تنظیم رشد و نمو گیاهان دارند. این هورمون‌ها فرآیندهایی مانند جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه، گلدهی و پاسخ به تنش‌های محیطی را کنترل می‌کنند. در شرایطی که گیاهان تحت تنش‌های محیطی مانند آلودگی خاک با فلزات سنگین یا مواد شیمیایی سمی قرار دارند، نقش فیتوهورمون‌ها برجسته‌تر می‌شود (Alves et al., 2023). باکتری‌های محرک رشد می‌توانند انواع مختلفی از فیتوهورمون‌ها را تولید کنند که هر کدام نقش خاصی در رشد و نمو گیاهان دارند و از این طریق به گیاهان در مقابله با تنش‌ها کمک کنند و راندمان گیاهان را بهبود بخشند (Zhu et al., 2023). از جمله مهمترین فیتوهورمون‌ها می‌توان به اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها و اسید آبسیزیک‌ها اشاره کرد. هر یک از این هورمون‌ها اثرات متفاوتی بر گیاهان دارند (Kong and Glick, 2017).

اکسین‌ها: آن‌ها نقش حیاتی در تنظیم رشد و نمو ریشه دارند. باکتری‌های محرک رشد تولیدکننده اکسین می‌توانند رشد ریشه گیاه را تحریک کرده و ریشه‌های قوی‌تری تولید کنند. این ریشه‌های قوی‌تر می‌توانند به گیاهان کمک کنند تا در خاک‌های آلوده بهتر مستقر شوند و توانایی بیشتری در جذب آب و مواد مغذی داشته باشند. این امر در فرآیند گیاه‌پالایی بسیار مهم است زیرا گیاهانی که ریشه‌های قوی‌تری دارند، بهتر می‌توانند آلاینده‌ها را از خاک جذب کنند (Rolon-Cardenas et al., 2022).

سیتوکینین‌ها: این فیتوهورمون‌ها در تقسیم سلولی و توسعه اندام‌های هوایی گیاه نقش دارند. این هورمون‌ها می‌توانند به رشد بهتر گیاهان در شرایط استرس‌زا کمک کرده و از اثرات منفی آلودگی‌های محیطی جلوگیری کنند (Yu et al., 2024). باکتری‌هایی که سیتوکینین تولید می‌کنند، سرعت رشد گیاهان را افزایش می‌دهند و این موضوع به بهبود عملکرد گیاهان در جذب و تجزیه آلاینده‌ها کمک می‌کند (Piotrowska-Niczyporuk et al., 2020).

جیبرلین‌ها: جیبرلین‌ها نقش کلیدی در طویل شدن ساقه و رشد برگ دارند. تولید جیبرلین توسط باکتری‌های محرک رشد می‌تواند به رشد سریع گیاهان و استفاده بهینه از مواد مغذی کمک کند .در گیاه‌پالایی، گیاهانی که سریع‌تر رشد می‌کنند، بهتر می‌توانند با استرس‌های محیطی مقابله کرده و روند تصفیه آلاینده‌ها را تسریع ببخشند (Ullah et al., 2024).

اسید آبسیزیک: هورمونی است که در تنظیم پاسخ‌های گیاه به استرس‌های محیطی، از جمله خشکسالی و شوری، نقش دارد. این هورمون می‌تواند با کاهش مصرف آب و تنظیم عملکرد روزنه‌ها به بقای گیاهان در شرایط سخت کمک کند در اصلاح نباتات، باکتری‌های محرک رشد که اسید آبسیزیک تولید می‌کنند، به گیاهان کمک می‌کنند تا در برابر شرایط آلوده و استرس‌زا تحمل بیشتری داشته باشند. در فرآیند گیاه‌پالایی، گیاهان باید بتوانند در خاک آلوده یا شرایط سخت محیطی رشد کنند. آلاینده‌هایی مانند فلزات سنگین یا مواد شیمیایی سمی می‌توانند رشد گیاهان را محدود کرده و کارایی آن‌ها را در جذب و کاهش آلاینده‌ها کاهش دهند. تولید فیتوهورمون‌ها توسط PGPB به گیاهان کمک می‌کند تا در برابر این تنش‌ها مقاومت کنند و به رشد بهتر خود ادامه دهند (Hussain et al., 2023). یکی از اثرات اصلی

فیتوهورمون‌ها، افزایش توسعه سیستم ریشه است. ریشه‌های قوی‌تر و پهن‌تر به گیاهان اجازه می‌دهند تا به آب و مواد مغذی بیشتری دسترسی پیدا کنند و بنابراین، آلاینده‌ها را از خاک بهتر جذب کنند. این امر به ویژه در خاک‌های آلوده‌ای که مواد مغذی کمی دارند، اهمیت دارد (Ristova et al., 2018). علاوه بر این، فیتوهورمون‌ها به گیاهان کمک می‌کنند تا تنش‌های فیزیکی و شیمیایی ناشی از وجود آلاینده‌ها را مدیریت کنند. گیاهانی که با PGPB تعامل دارند و فیتوهورمون‌های بیشتری دریافت می‌کنند، عموماً بهتر می‌توانند با سمیت فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها مقابله کنند. هورمون گیاهی و PGPB، هر دو رشد و نمو گیاه را تعدیل می‌کنند و به گیاهان کمک می‌کنند تا به انواع تغییرات محیطی (زیستی و غیرزیستی) پاسخ دهند (Tripathi et al., 2020).

ویژگی‌های باکتری‌های محرک رشد دخیل در تجزیه آفت‌کش‌ها

باکتری‌های محرک رشد دخیل در تجزیه آفت‌کش‌ها دارای ویژگی‌های مختلفی هستند که کارایی آن‌ها را در زیست‌پالایی افزایش می‌دهد. آن‌ها با تولید آنزیم‌های هیدرولازها، اکسیدازها، پراکسیدازها و دی‌اکسیژنازها، تجزیه مولکول‌های پیچیده آفت‌کش را تسهیل می‌کنند. بسیاری از PGPBها می‌توانند بیوفیلم تشکیل دهند که به آن‌ها اجازه می‌دهد به ریشه‌های گیاه بچسبند و در محیط‌های آلوده باقی بمانند که این امر کارایی زیست‌پالایی را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، برخی از PGPBها بیوسورفکتانت‌هایی تولید می‌کنند که حلالیت و فراهمی زیستی آفت‌کش‌ها را بهبود می‌بخشند و جذب و تجزیه آن‌ها را افزایش می‌دهند. همچنین، PGPBها دارای مکانیسم‌های مقاومت در برابر استرس هستند که به آن‌ها امکان مقاومت در برابر شرایط سخت محیطی مانند pH شدید، تغییرات دما و استرس اکسیداتیو را می‌دهد و آن‌ها را برای کاربردهای زیست‌پالایی بسیار مناسب می‌کند.

تجزیه مستقیم آفت‌کش‌ها توسط PGPB: برخی از باکتری‌های محرک رشد آنزیم‌هایی دارند که می‌توانند آفت‌کش‌ها را مستقیماً تجزیه کنند. این باکتری‌ها می‌توانند آفت‌کش‌ها را به ترکیبات کم‌ضرر یا بی‌ضرر تبدیل کنند. به عنوان مثال، آنزیم‌هایی مانند هیدرولازها، اکسیدازها و دی‌اکسیژنازها که توسط این باکتری‌ها تولید می‌شوند، می‌توانند پیوندهای شیمیایی آفت‌کش‌ها را بشکنند و آن‌ها را به ترکیبات ساده‌تری تبدیل کنند که می‌توانند توسط گیاهان یا سایر موجودات زنده جذب و متابولیزه شوند (Kirubakaran et al., 2021).

تحریک رشد گیاه و بهبود راندمان گیاه‌پالایی: باکتری‌های محرک رشد با تحریک رشد گیاه، بهبود ریشه‌زایی و افزایش جذب مواد مغذی، راندمان گیاهان را در فرآیند گیاه‌پالایی افزایش می‌دهند. این باکتری‌ها با تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین و سیتوکینین باعث رشد بیشتر ریشه‌ها می‌شوند. ریشه‌های بزرگتر به گیاهان اجازه می‌دهند تا آلاینده‌های بیشتری را از خاک جذب کنند و همچنین راندمان گیاه را در تجزیه و حذف آفت‌کش‌ها بهبود می‌بخشند (Bhanse et al., 2022).

کاهش استرس اکسیداتیو: استرس اکسیداتیو RNA را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این، عوامل استرس‌زای مختلف می‌توانند باعث آسیب‌های سلولی، کاهش رشد، افزایش گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و آسیب به DNA شوند (Rath and Das, 2023). آفت‌کش‌ها می‌توانند باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان شوند که به سلول‌های گیاهی آسیب می‌رسانند و رشد آن‌ها را مختل می‌کنند. باکتری‌های محرک رشد با تولید آنتی‌اکسیدان‌ها به گیاهان در مقابله با این تنش‌های اکسیداتیو کمک کرده و به آن‌ها اجازه می‌دهند در محیط‌های آلوده بهتر رشد کنند.

جدول ۱- گیاهان مورد استفاده در گیاه‌پالایی.

گیاه	آلاینده	منبع
Kochia sp.	Atrazine, metolachlor, trifluralin	(Frazar, 2000)
Arabidopsis thaliana	Polychlorinated biphenyls (PCBs)	(Asai et al., 2002)
Brassica napus	2,4-dichlorophenol (2,4-DCP)	(Agostini et al., 2003)
Zea mays	Atrazine	(Chang et al., 2005)
Populus spp.	Dieldrin	(Skaates et al., 2005)

Cucurbita sp.	Dieldrin, endrin	(Otani et al., 2007)
Populus spp.	PCBs	(Campos del Pozo, 2010)
Cichorium intybus	DDT	(Delgadillo-López et al,. 2011)
Zea mays	Atrazine	(Ibrahim et al., 2013)
Salix spp.	Ethylene thiourea (ETU), atrazine	(Lafleur et al., 2016)
Sunflower	Endosulfan	(Mitton et al., 2016a)
Medicago sativa Glycine max	DDT	(Mitton et al., 2016b)
Cucurbitaceae family	PCBs	(Vargani et al., 2017)

جدول ۲- ارگانیسم‌های مورد استفاده برای تجزیه زیستی آفت‌کش‌ها.

ارگانیسم	آفت‌کش	منبع
Escherichia coli AtzA	Atrazine	(Strong et al., 2000)
Pseudomonas sp. ADP	Atrazine and simazine	(Moran et al., 2006)
Burkolderia sp. FDS-1	Fenitrothion	(Hong et al., 2017).
Sphingobium chlorophenolicum ATCC 39723	Pentachlorophenol	(Damas et al., 2007)
Mixed bacterial culture	Endosulfan	(Kumar and Philip, 2007)
Burkholderia cepacia PLC3	Carbofuran	Plangklang and Reungsang,) (2009
Klebsiella sp.	Chlorpyrifos	[۲۱]
Serratia marcescens	Deltamethrin	(Cycon et al., 2013)
Arthrobacter sp. AK-YN10	Atrazine	(Sagarkar et al., 2016)
Novosphingobium DY4	2,4-Dichlorophenoxyacetic acid	(Dai et al., 2015)
Bacillus	Insecticides	(Parween et al., 2016)
Sphingomonas sp. PM2 Sphingomonas sp. ERG5 Burkholderia sp. TFD34 Cupriavidus sp. TFD38	Phenoxy acid herbicide 4-chloro 2-methyl-phenoxy-acetic acid (MCPA)	(Samuelsen et al., 2017)
Arthrobacter sp.	Iprodione	(Campos et al., 2017)
Trametes versicolor	Carbamates	Rodrigues- Rodrigues et al.,) (2017

نتیجه‌گیری

اگرچه باکتری‌های محرک رشد می‌توانند به بهبود کارایی گیاه‌پالایی کمک کنند، اما این فرآیند با چالش‌ها و محدودیت‌هایی نیز روبرو است. یکی از چالش‌های اصلی، انتخاب و معرفی باکتری‌های مناسب به خاک‌های آلوده است. همه گونه‌های باکتری‌های محرک رشد نمی‌توانند همه انواع آفت‌کش‌ها را تجزیه کنند و لازم است باکتری‌های مناسب و کارآمد برای هر نوع آلودگی شناسایی و استفاده شوند. شرایط محیطی مانند دما، رطوبت و pH خاک نیز می‌توانند بر عملکرد باکتری‌های محرک رشد تأثیر بگذارند. برای دستیابی به راندمان بالا در گیاه‌پالایی با استفاده از PGPB، نیاز به مدیریت دقیق شرایط محیطی و انتخاب گیاهان و باکتری‌های مناسب برای هر منطقه وجود دارد.

آفت‌کش‌ها تهدیدی جدی برای تنوع زیستی و هم‌افزایی موجود در سطوح تغذیه‌ای در زنجیره غذایی در اکوسیستم‌های دریایی، آبی و خاکی ایجاد کرده‌اند. خطرات مرتبط با کاربرد آفت‌کش‌ها را نمی‌توان به طور کامل ریشه‌کن کرد، اما می‌توان آن‌ها را به روش‌های خاصی کاهش داد. فرمولاسیون‌های بهتر، ایمن‌تر و سازگارتر با محیط زیست می‌توانند اثرات منفی کاربرد آفت‌کش‌ها را کاهش دهند. سمیت آفت‌کش‌ها را می‌توان با استفاده از یک نسخه کم‌خطرتر یا دوز کمی از یک محصول خطرناک کاهش داد. علاوه بر این، کشاورزان گاهی اوقات از سمیت بالقوه آفت‌کش‌ها آگاه نیستند. این افراد فاقد دانش مربوط به انواع مختلف آفت‌کش‌ها، پتانسیل مسمومیت، خطرات و پروتکل‌های ایمنی لازم قبل از استفاده از آن‌ها هستند. بنابراین، آموزش و حساس‌سازی این تولیدکنندگان در مورد لزوم استفاده حداقل از آفت‌کش‌های شیمیایی بسیار با اهمیت است.

منابع

Agostini, E., Coniglio, M. S., Milrad, S. R., Tigier, H. A. and Giulietti, A. M. 2003. Phytoremediation of 2, 4-dichlorophenol by Brassica napus hairy root cultures. Biotechnology and Applied Biochemistry. 37(2): 139-144.

Akashe, M. M., Pawade, U. V., Nikam, A. V. 2018. Classification of pesticides: Review. International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy. 9(4): 144-150.

Alves, A. R., Yin, Q., Oliveira, R. S., Silva, E. F. and Novo, L. A. 2022. Plant growth-promoting bacteria in phytoremediation of metal-polluted soils: Current knowledge and future directions. Science of the Total Environment. 838, 156435.

Anas, M., Liao, F., Verma, K. K., Sarwar, M. A., Mahmood, A., Chen, Z. L. and Li, Y. R. 2020. Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. Biological Research. 53: 1-20.

Asai, K., Takagi, K., Shimokawa, M., Sue, T., Hibi, A., Hiruta, T. and Sonoki, S. 2002. Phytoaccumulation of coplanar PCBs by Arabidopsis thaliana. Environmental Pollution. 120(3): 509-511.

Bhanse, P., Kumar, M., Singh, L., Awasthi, M. K. and Qureshi, A. 2022. Role of plant growth-promoting rhizobacteria in boosting the phytoremediation of stressed soils: Opportunities, challenges, and prospects. Chemosphere. 303, 134954.

Brereton, N. J. B., Gonzalez, E., Desjardins, D., Labrecque, M. and Pitre, F. E. 2020. Co-cropping with three phytoremediation crops influences rhizosphere microbiome community in contaminated soil. Science of the Total Environment. 711, 135067.

Campos, M., Perruchon, C., Karas, P. A., Karavasilis, D., Diez, M. C. and Karpouzas, D. G. 2017. Bioaugmentation and rhizosphere-assisted biodegradation as strategies for optimization of the dissipation capacity of biobeds. Journal of Environmental Management. 187: 103-110.

Carr, N. F., Boaretto, R. M. and Mattos, Jr., D. 2020. Coffee seedlings growth under varied NO3−: NH4+ ratio: Consequences for nitrogen metabolism, amino acids profile, and regulation of plasma membrane H+-ATPase. Plant Physiology and Biochemistry. 154: 11-20.

Cassán, F., Coniglio, A., López, G., Molina, R., Nievas, S., de Carlan, C. L. N. and Mora, V. 2020. Everything you must know about Azospirillum and its impact on agriculture and beyond. Biology and Fertility of Soils. 56: 461-479.

Centanni, M., Ricci, G. F., De Girolamo, A. M., Romano, G. and Gentile, F. 2023. A review of modeling pesticides in freshwaters: Current status, progress achieved and desirable improvements. Environmental Pollution. 316, 120553.

Chang, S. W., Lee, S. J. and Je, C. H. 2005. Phytoremediation of atrazine by poplar trees: toxicity, uptake, and transformation. Journal of Environmental Science and Health Part B. 40(6): 801-811.

Chen, X., Ma, H., Ji, X., Han, R., Pang, K., Yang, Z. and Peng, S. 2023. Engineering green MOF-based superhydrophobic sponge for efficiently synchronous removal of microplastics and pesticides from high-salinity water. Water Research. 243, 120314.

Cycoń, M., Żmijowska, A., Wójcik, M. and Piotrowska-Seget, Z. 2013. Biodegradation and bioremediation potential of diazinon-degrading Serratia marcescens to remove other organophosphorus pesticides from soils. Journal of Environmental Management. 117: 7-16.

Dai, Y., Li, N., Zhao, Q. and Xie, S. 2015. Bioremediation using Novosphingobium strain DY4 for 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid-contaminated soil and impact on microbial community structure. Biodegradation. 26: 161-170.

Dams, R. I., Paton, G. and Killham, K. 2007. Bioaugmentation of pentachlorophenol in soil and hydroponic systems. International Biodeterioration & Biodegradation. 60(3): 171-177.

Del Pozo, V. M. C. 2011. Fitorremediación de contaminantes persistentes: una aproximación biotecnológica utilizando chopo (Populus Spp.) como sistema modelo (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).

Delgadillo-López, A. E., González-Ramírez, C. A., Prieto-García, F., Villagómez-Ibarra, J. R. and Acevedo-Sandoval, O. 2011. Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 14(2): 597-612.

Farhan, M., Khan, A. U., Wahid, A., Ahmad, M., Ahmad, F., Butt, Z. A. and Kanwal, A. 2013. Chlorpyrifos Biodegradation in Laboratory Soil Through Bio-Augmentation and Its Kinetics. Asian Journal of Chemistry. 25.(۱۷)

Fernández, L., Castaño, C., García, P., Saran, A., Lorda, G. and Merini, L. 2023. Isolation and characterization of plant growth promoting bacteria (PGPB) from Larrea divaricata Cav., with potential use in phytoremediation of mining soils. Environmental Sustainability. 6(2): 271-281.

Frazar, C. 2000. The bioremediation and phytoremediation of pesticide-contaminated sites (p. 55). Washington, DC: US Environmental Protection Agency.

Guo, D. J., Singh, R. K., Singh, P., Li, D. P., Sharma, A., Xing, Y. X. and Li, Y. R. 2020. Complete genome sequence of Enterobacter roggenkampii ED5, a nitrogen fixing plant growth promoting endophytic bacterium with biocontrol and stress tolerance properties, isolated from sugarcane root. Frontiers in Microbiology. 11, 580081.

Hong, Q., Zhang, Z., Hong, Y. and Li, S. 2007. A microcosm study on bioremediation of fenitrothion-contaminated soil using Burkholderia sp. FDS-1. International Biodeterioration & Biodegradation. 59(1): 55-61.

Houida, S., Yakkou, L., Kaya, L. O., Bilen, S., Raouane, M., El Harti, A. and Amghar, S. 2024. Plant growth-promoting bacteria isolated from earthworms enhance spinach growth and its phytoremediation potential in metal-contaminated soils. International Microbiology. 27(2): 545-558.

Hussain, A., Shah, M., Hamayun, M., Iqbal, A., Qadir, M., Alataway, A. and Lee, I. J. 2023. Phytohormones producing rhizobacteria alleviate heavy metals stress in soybean through multilayered response. Microbiological Research. 266, 127237.

Ibrahim, S. I., Lateef, M. A., Khalifa, H. M. S. and Monem, A. A. 2013. Phytoremediation of atrazine-contaminated soil using Zea mays (maize). Annals of Agricultural Sciences. 58(1): 69-75.

Jach, M. E., Sajnaga, E. and Ziaja, M. 2022. Utilization of legume-nodule bacterial symbiosis in phytoremediation of heavy metal-contaminated soils. Biology. 11(5), 676.

Kim, K. H., Kabir, E. and Jahan, S. A. 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. Science of the Total Environment. 575: 525-535.

Kirubakaran, R., Murugan, A. and Parray, J. A. 2021. Molecular and enzymatic mechanism pathways of degradation of pesticides pollutants. Soil Bioremediation: An Approach Towards Sustainable Technology. 257-284.

Kong, Z. and Glick, B. R. 2017. The role of plant growth-promoting bacteria in metal phytoremediation. Advances in Microbial Physiology. 71: 97-132.

Krouk, G. and Kiba, T. 2020. Nitrogen and phosphorus interactions in plants: from agronomic to physiological and molecular insights. Current Opinion in Plant Biology. 57: 104-109.

Kumar, M. and Philip, L. 2007. Biodegradation of endosulfan-contaminated soil in a pilot-scale reactor-bioaugmented with mixed bacterial culture. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 42(6): 707-715.

Kristanti, R. A. and Hadibarata, T. 2023. Phytoremediation of contaminated water using aquatic plants, its mechanism and enhancement. Current Opinion in Environmental Science & Health. 32, 100451.

Lafleur, B., Sauvé, S., Duy, S. V. and Labrecque, M. 2016. Phytoremediation of groundwater contaminated with pesticides using short-rotation willow crops: A case study of an apple orchard. International Journal of Phytoremediation. 18(11): 1128-1135.

Li, G., Yan, L., Chen, X., Lam, S. S., Rinklebe, J., Yu, Q. and Sonne, C. 2023. Phytoremediation of cadmium from soil, air and water. Chemosphere. 320, 138058.

Li, Y., Ma, J., Li, Y., Xiao, C., Shen, X., Chen, J. and Xia, X. 2022. Nitrogen addition facilitates phytoremediation of PAH-Cd cocontaminated dumpsite soil by altering alfalfa growth and rhizosphere communities. Science of the Total Environment. 806, 150610.

Liu, J., Cai, H., Mei, C. and Wang, M. 2015. Effects of nano-silicon and common silicon on lead uptake and translocation in two rice cultivars. Frontiers of Environmental Science & Engineering. 9: 905-911.

Mehta, T., Meena, M. and Nagda, A. 2022. Bioactive compounds of Curvularia species as a source of various biological activities and biotechnological applications. Frontiers in Microbiology. 13, 1069095.

Mghazli, N., Bruneel, O., Zouagui, R., Hakkou, R. and Sbabou, L. 2022. Characterization of plant growth promoting activities of indigenous bacteria of phosphate mine wastes, a first step toward revegetation. Frontiers in Microbiology. 13, 1026991.

Mitton, F. M., Ferreira, J. L. R., Gonzalez, M., Miglioranza, K. S. and Monserrat, J. M. 2016 b. Antioxidant responses in soybean and alfalfa plants grown in DDTs contaminated soils: Useful variables for selecting plants for soil phytoremediation?. Pesticide Biochemistry and Physiology. 130: 17-21.

Mitton, F. M., Gonzalez, M., Monserrat, J. M. and Miglioranza, K. S. 2016 a. Potential use of edible crops in the phytoremediation of endosulfan residues in soil. Chemosphere. 148: 300-306.

Moran, A. C., Müller, A., Manzano, M. and Gonzalez, B. 2006. Simazine treatment history determines a significant herbicide degradation potential in soils that is not improved by bioaugmentation with Pseudomonas sp. ADP. Journal of Applied Microbiology. 101(1): 26-35.

Otani, T., Seike, N. and Sakata, Y. 2007. Differential uptake of dieldrin and endrin from soil by several plant families and Cucurbita genera. Soil Science & Plant Nutrition. 53(1): 86-94.

Parween, T., Bhandari, P., Jan, S. and Raza, S. K. 2016. Interaction between pesticide and soil microorganisms and their degradation: A molecular approach. In Plant, Soil and Microbes: Volume 2: Mechanisms and Molecular Interactions (pp. 23-43). Cham: Springer International Publishing.

Piotrowska-Niczyporuk, A., Bajguz, A., Kotowska, U., Zambrzycka-Szelewa, E. and Sienkiewicz, A. 2020. Auxins and cytokinins regulate phytohormone homeostasis and thiol-mediated detoxification in the green alga Acutodesmus obliquus exposed to lead stress. Scientific Reports. 10(1): 10193.

Plangklang, P. and Reungsang, A. 2009. Bioaugmentation of carbofuran residues in soil using Burkholderia cepacia PCL3 adsorbed on agricultural residues. International Biodeterioration & Biodegradation. 63(4): 515-522.

Rath, S. and Das, S. 2023. Oxidative stress-induced DNA damage and DNA repair mechanisms in mangrove bacteria exposed to climatic and heavy metal stressors. Environmental Pollution. 339, 122722.

Ristova, D., Giovannetti, M., Metesch, K. and Busch, W. 2018. Natural genetic variation shapes root system responses to phytohormones in Arabidopsis. The Plant Journal. 96(2): 468-481.

Rodríguez-Rodríguez, C. E., Madrigal-León, K., Masís-Mora, M., Pérez-Villanueva, M. and Chin-Pampillo, J. S. 2017. Removal of carbamates and detoxification potential in a biomixture: fungal bioaugmentation versus traditional use. Ecotoxicology and Environmental Safety. 135: 252-258.

Rolón-Cárdenas, G. A., Arvizu-Gómez, J. L., Soria-Guerra, R. E., Pacheco-Aguilar, J. R., Alatorre-Cobos, F. and Hernández-Morales, A. 2022. The role of auxins and auxin-producing bacteria in the tolerance and accumulation of cadmium by plants. Environmental Geochemistry and Health. 1-22.

Sagarkar, S., Bhardwaj, P., Storck, V., Devers-Lamrani, M., Martin-Laurent, F. and Kapley, A. 2016. s-triazine degrading bacterial isolate Arthrobacter sp. AK-YN10, a candidate for bioaugmentation of atrazine contaminated soil. Applied Microbiology and Biotechnology. 100: 903-913.

Samuelsen, E. D., Badawi, N., Nybroe, O., Sørensen, S. R. and Aamand, J. 2017. Adhesion to sand and ability to mineralise low pesticide concentrations are required for efficient bioaugmentation of flow-through sand filters. Applied Microbiology and Biotechnology. 101: 411-421.

Saroop, S. and Tamchos, S. 2024. Impact of pesticide application: positive and negative side. Pesticides in the Environment. 155-178.

Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G. P. S., Handa, N. and Thukral, A. K. 2019. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. SN Applied Sciences. 1: 1-16.

Singh, S., Rawat, M., Malyan, S. K., Singh, R., Tyagi, V. K., Singh, K. and Pandey, R. P. 2023. Global distribution of pesticides in freshwater resources and their remediation approaches. Environmental Research. 225, 115605.

Sitarska, M., Traczewska, T., Filarowska, W., Hołtra, A., Zamorska-Wojdyła, D. and Hanus-Lorenz, B. 2023. Phytoremediation of mercury from water by monocultures and mixed cultures pleustophytes. Journal of Water Process Engineering. 52, 103529.

Skaates, S. V., Ramaswami, A. and Anderson, L. G. 2005. Transport and fate of dieldrin in poplar and willow trees analyzed by SPME. Chemosphere. 61(1): 85-91.

Soumare, A., Diedhiou, A. G., Thuita, M., Hafidi, M., Ouhdouch, Y., Gopalakrishnan, S. and Kouisni, L. 2020. Exploiting biological nitrogen fixation: a route towards a sustainable agriculture. Plants. 9(8): 1011.

Strong, L. C., McTavish, H., Sadowsky, M. J. and Wackett, L. P. 2000. Field-scale remediation of atrazine-contaminated soil using recombinant Escherichia coli expressing atrazine chlorohydrolase. Environmental Microbiology. 2(1): 91-98.

Sun, C., Liu, Y., Bei, K., Zheng, W., Wang, Q. and Wang, Q. 2024. Impact of biochar on the degradation rates of three pesticides by vegetables and its effects on soil bacterial communities under greenhouse conditions. Scientific Reports. 14(1): 19986.

Timofeeva, A. M., Galyamova, M. R. and Sedykh, S. E. 2023. Plant growth-promoting soil bacteria: Nitrogen fixation, phosphate solubilization, siderophore production, and other biological activities. Plants. 12(24): 4074.

Tripathi, D., Singh, M. and Pandey-Rai, S. 2022. Crosstalk of nanoparticles and phytohormones regulate plant growth and metabolism under abiotic and biotic stress. Plant Stress. 6, 100107.

Ullah, I., Anwar, Y., Siddiqui, M. F., Alsulami, N. and Ullah, R. 2024. Phytoremediation of Arsenic (As) in rice plants, mediated by Bacillus subtilis strain IU31 through antioxidant responses and phytohormones synthesis. Environmental Pollution. 355, 124207.

Vergani, L., Mapelli, F., Zanardini, E., Terzaghi, E., Di Guardo, A., Morosini, C. and Borin, S. 2017. Phyto-rhizoremediation of polychlorinated biphenyl contaminated soils: An outlook on plant-microbe beneficial interactions. Science of the Total Environment. 575: 1395-1406.

Wu, Y., Ma, L., Liu, Q., Sikder, M. M., Vestergård, M., Zhou, K. and Feng, Y. 2020. Pseudomonas fluorescens promote photosynthesis, carbon fixation and cadmium phytoremediation of hyperaccumulator Sedum alfredii. Science of the Total Environment. 726: 138554.

Yu, S., Zehra, A., Sahito, Z. A., Wang, W., Chen, S., Feng, Y. and Yang, X. 2024. Cytokinin-mediated shoot proliferation and its correlation with phytoremediation effects in Cd-hyperaccumulator ecotype of Sedum alfredii. Science of the Total Environment. 912: 168993.

Zhang, X., Ward, B. B. and Sigman, D. M. 2020. Global nitrogen cycle: critical enzymes, organisms, and processes for nitrogen budgets and dynamics. Chemical Reviews. 120(12): 5308-5351.

Zhu, Y., Wang, Y., He, X., Li, B. and Du, S. 2023. Plant growth-promoting rhizobacteria: A good companion for heavy metal phytoremediation. Chemosphere. 338: 139475.

Zúñiga-Silgado, D., Rivera-Leyva, J. C., Coleman, J. J., Sánchez-Reyez, A., Valencia-Díaz, S., Serrano, M. and Folch-Mallol, J. L. 2020. Soil type affects organic acid production and phosphorus solubilization efficiency mediated by several native fungal strains from Mexico. Microorganisms. 8(9): 1337.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

# of bioremediation of agricultural pesticides using plant-stimulating rhizobacteria Evaluation

Nafiseh Jalali[1]* and Saheb Sodaei Mashaei [2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
Corresponding Author: nafisejalali4@gmail.com

Abstract

Although pesticides are used as chemicals to control pests and plant diseases and increase production and improve agricultural products, they also have many harmful effects on the environment. Due to their chemical persistence, many pesticides remain in soil and water for long periods of time, contaminating natural resources such as soil, groundwater, and surface water. These pollutants not only affect human and animal health, but also destroy ecosystems. Plants are the most common route for chemicals to enter the human and animal food chains. Given these problems, the removal and degradation of pesticides from the environment is of great importance. Using physical-chemical remediation methods to remove contaminants from soil and water is not only unnatural but also inefficient due to the need for special chemicals, energy, and high operational costs. One sustainable way to solve this problem is to use bioremediation, a process in which plants, along with some beneficial microorganisms such as plant growth-promoting rhizobacteria, help clean up contaminated environments. In this process, plants, along with bacteria, help reduce environmental pollution by absorbing or removing chemical pollutants, including pesticides. This review discusses the ability of growth-promoting rhizobacteria to interact with plants to remove pollutants from the environment, the benefits, and the challenges ahead.

Keywords: Bioremediation, Phytoremediation, Plant Growth-Promoting Properties, Pesticides, Soil Bacteria.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی اقتصادی مصرف منابع مختلف کود آلی و کود شیمیایی بر کمیت و کیفیت کیوی‌فروت

سمیه ابوالحسنی یاسوری[1*]، معصومه کیا اشکوریان[1] و طاهره رئیسی[1]

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *s_yasouri@yahoo.com*

چکیده

تغذیه کیوی‌فروت یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و نمو این گیاه است. با توجه به گرایش جهانی در جهت استفاده از سیستم¬های کشاورزی پایدار و کم¬نهاده و هم¬چنین گرایش¬ها در جهت کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و رو آوردن به سیستم ارگانیک و طبیعی، ضروری است، جنبه‌های مختلف این سیستم کشت به ویژه به لحاظ اقتصادی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین، این مطالعه با هدف ارزیابی اقتصادی اثر اعمال منابع مختلف کودهای آلی شامل کود گوسفندی، گاوی، مرغی، ورمی‌کمپوست، آزولاو مقایسه آن با کود شیمیایی بر ویژگی های کمی و کیفی کیوی‌فروت در زمان برداشت و پس از برداشت به مدت چهار سال (۱۳۹۷-۱۳۹۳) انجام شد. جهت بررسی تغییرات سود دریافتی باغ و انتخاب مناسب‌ترین تیمار اقتصادی، از روش بودجه بندی جزئی (PB) و نرم‌افزار کامپیوتری Excel و Spss 17 استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان داد، منابع مختلف کود آلی و کود شیمیایی بررسی شده در این تحقیق، بر سود باغ‌های کیوی از طریق افزایش عملکرد و درآمد ناخالص مؤثر است. ارزیابی اقتصادی این تحقیق در دو فاز باغی و سردخانه‌ای انجام شده است. در فاز باغی، بررسی اقتصادی منابع مختلف کود آلی و کود شیمیایی نشان داد، کاربرد کود کامل شیمیایی با کسب بالاترین رتبه تغییرات نرخ بازده ناخالص اقتصادی به میزان ۲۵/۶۶ درصد، با اختلاف ناچیز از کود آلی گاوی با تغییرات نرخ بازده ناخالص اقتصادی به میزان ۲۵/۰۴ درصد، مناسب‌ترین تیمار از بعد اقتصادی است. در فاز سردخانه‌ای کودهای آلی گاوی و ورمی به ترتیب با نرخ بازده ناخالص اقتصادی ۳۶/۶۳ درصد و ۳۲/۳۲ درصد در مقایسه با کود شیمیایی کامل با نرخ بازده ناخالص اقتصادی ۲۹/۳۳ درصد از بعد اقتصادی در اولویت کاربرد قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: بازده اقتصادی، عملکرد، کود آلی، کود شیمیایی، کیوی فروت

مقدمه

کیوی فروت یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در شمال ایران است. تولید این محصول بویژه درمناطق غربی استان مازندران، از اهمیت بسزائی برخوردار بوده و یکی از منابع مهم تولید است که در مبادلات تجاری و اشتغال مردم منطقه نقش مؤثری دارد. رقم غالب کیوی فروت در شمال ایران هایوارد است که علاوه بر تازه خوری، انبارداری و نگهداری این میوه ارزشمند نیز مطرح بوده که عاملی مهم و موثر در بازاریابی و درآمدزایی به شمار می‌رود. بر اساس آمار منتشر شده فائو در سال ۲۰۲۳ تولید جهانی کیوی فروت بالغ بر ۴۴۳۳۰۶۰ تن و کشورهای چین، نیوزیلند، ایتالیا، یونان و ایران به ترتیب بزرگترین تولیدکنندگان کیوی فروت در جهان محسوب می‌شوند. ایران با سطح زیر کشت ۱۵۰۹۵ هکتار و تولید ۴۳۱۳۳۶ تن در سال ۱۴۰۲، حدود ۱۰ درصد تولید جهانی کیوی را به خود اختصاص داده است. وجود پتانسیل بالای منطقه در تولید و امکان صادرات محصول به کشورهای همسایه، سبب توسعه روزافزون کشت کیوی در منطقه شده است. در این راستا و به منظور بهبود عملکرد و کیفیت محصول، باغداران از انواع کودهای شیمیایی و آلی استفاده می کنند. اثبات شده است که در بین عوامل متعدد تاثیرگذار بر کیفیت و کمیت میوه کیوی از قبیل ژنوتیپ، شرایط آب و هوایی قبل از برداشت، بلوغ میوه در زمان برداشت، شرایط نگهداری و فراهمی عناصر غذایی، کوددهی یکی از مهمترین عواملی است که بیشترین تاثیر را بر کمیت و کیفیت کیوی فروت دارد (Peticilaa et al., 2015). به طوری که مصرف بهینه عناصر معدنی موج افزایش عملکرد و کیفیت میوه شده و برعکس، مصرف نامتعادل آنها منجر به کاهش عملکرد و کیفیت میوه می‌گردد. با آنکه مواد معدنی فقط بخش کوچکی از وزن خشک میوه را تشکیل می‌دهند، ولی ممکن است کیفیت نهایی میوه را به مقدار قابل توجهی تحت تاثیر قرار دهند (Yamane, 2014). از سوی دیگر، افزودن کودهای آلی به همراه کودهای شیمیایی به خاک می تواند سبب افزایش سطح حاصلخیزی خاک و بهبود ویژگی‌های آن و در نتیجه افزایش مقدار و قابلیت

جذب عناصر غذایی شود (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۶). در کشاورزی تلفیقی برای جبران عناصر غذایی برداشت شده از خاک، از ترکیب کودهای شیمیایی و آلی استفاده می‌شود زیرا لازمه پایداری در کشاورزی اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است. اما در کشاورزی متداول اغلب از کودهای شیمیایی برای تغذیه گیاهان استفاده می‌کنند و از کودهای آلی به دلیل هزینه حمل و نقل و یا عدم دسترسی به ندرت استفاده می‌شود که مواد آلی خاک در این وضعیت، غالبا کم است (Hugh et al., 2008). باید توجه داشت که کاربرد غیر اصولی کودهای شیمیایی به ویژه کود نیتروژنه علاوه براینکه منجر به کاهش عمر انبارمانی میوه کیوی فروت می گردد، خطرات زیست محیطی بسیاری نیز به همراه دارد. بنابراین کود شیمیایی باید به طور صحیح چه به لحاظ مقدار و چه به لحاظ زمان مصرف، استفاده گردند. بر اساس مصوبات دولت، تا چند سال آینده باید درصد قابل توجهی از کودهای شیمیایی مصرفی در کشور با کودهای آلی جایگزین شود. بنابراین باید جنبه‌های مختلف این جایگزینی توسط محققین بررسی و نقاط ضعف و قوت آن هم در ارتباط با امور باغی- زراعی و هم جنبه‌های اقتصادی مشخص شود تا بتوان در آینده توصیه‌های علمی و عملی در خصوص مصرف بهینه کودهای آلی به عمل آورد.

در بررسی اقتصادی اثربخشی کود زیستی بر عملکرد و سودآوری در ذرت‌کاری‌ها، بهترین تیمار کودی، به‌کارگیری تلفیقی کود زیستی و کود آلی دانه‌ای غنی شده است که سود خالصی به مبلغ ۷۱/۵ میلیون ریال و عملکرد ۱۲/۵ تن در هکتار را عاید کشاورز می‌کند که نسبت به تیمارهای دیگر کودی مانند کاربرد کود شیمیایی (NPK)، کود زیستی (EM)، کود آلی دانه‌ای و استفاده تلفیقی از کودها، تفاوت معنی‌داری دارد. لذا به‌کارگیری تلفیقی کود زیستی و کود آلی دانه‌ای غنی شده از لحاظ اقتصادی و زیست-محیطی، می‌تواند جایگزین مناسبی برای کاربرد کودهای شیمیایی صرف در ذرت کاری‌ها باشد (حسن پور و همکاران، ۱۴۰۰).

Devoli و همکاران (2013) صفات کیفی و عناصر غذایی کیوی فروت پرورش داده شده به صورت ارگانیک و متداول در ناحیه لاتزیو ایتالیا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که باغ‌های ارگانیک عملکرد پائین‌تر اما سفتی گوشت، ماده خشک و مواد جامد محلول بالاتری از کشت متداول داشتند. تغذیه درختان کیوی فروت به صورت ارگانیک و عدم استفاده از سموم و علف کش‌های شیمیایی نقش مهمی در افزایش ارزش غذایی و عمر انباری میوه آنها دارد. (دودمان و همکاران، ۱۳۹۹) تاثیر کودهای آلی و شیمیایی فسفر بر عملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی درکشت مخلوط جو و خلر در شرایط دیم را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد مخلوط علوفه تر، خشک، درصد پروتئین و قابلیت هضم ماده خشک، تحت تاثیر نسبت‌های کشت قرار گرفت و در نسبت کشت ۷۵:۲۵ از خلر و جو بدست آمد. همچنین بررسی تاثیر منابع کود فسفر نشان داد که ترکیب کود زیستی و شیمیایی، منجر به بیشترین تولید مخلوط علوفه و بالاترین کیفیت شد. بیشترین مقادیر نسبت برابری زمین (۱/۲۱)، مزیت پولی و افزایش سود مالی (۱۲۴/۳۲) و شاخص بهره وری سیستم (۲/۵)، از ترکیب کود زیستی و شیمیایی در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۲۵ از خلر و جو بدست آمد. (Amany et al., 2016) به دنبال تعیین تأثیر کودهای شیمیایی، آلی، زیستی و تلفیقی از آنها بر جوانه زنی بذرها، صفات رشد و عملکرد گندم به این نتیجه رسیدند که کودهای آلی و کودهای زیستی در افزایش رشد و افزایش عملکرد گندم نسبت به کودهای شیمیایی تنها تأثیرگذارتر و باعث کاهش آلودگی محیط زیست می شوند. در تحقیق حاضر هفت تیمار کودی شامل کودهای آلی (آزولا، ورمی کمپوست، کود گاوی، کود مرغی و کود گوسفندی)، کود شیمیایی (اوره، دی‌آمونیوم فسفات، کلرید پتاسیم، سولفات منیزیم، سولفات منگنز، سولفات روی و اسید بوریک) و تیمار شاهد مطابق عرف محل (سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم) مورد مقایسه قرار گرفتند. ارزیابی اقتصادی تیمارهای کودی و بررسی تغییرات سود دریافتی باغ و انتخاب مناسب‌ترین تیمار اقتصادی از میان تیمارهای اعمال شده، هدف اصلی این مطالعه بوده است.

مواد و روش‌ها

داده‌های این پژوهش به صورت اسنادی و میدانی از طریق ثبت اطلاعات هزینه و درآمد سالانه‌ی هفت تیمار روش تغذیه کودی با چهار تکرار برای هر تیمار، در ستاد پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری طی چهار سال (۹۷-۱۳۹۳)، جمع‌آوری شده است. بعد از استخراج داده ها، با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری Excel و Spss ۱۷ و تکنیک بودجه‌بندی جزئی (Partial Budgeting)، توجیه اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه، بررسی شد. برای محاسبه تغییر در سود باغ که در اثر بکارگیری منابع مختلف کود آلی و کود شیمیایی حاصل شده است، تغییرات درآمد و هزینه‌ها در واحد سطح محاسبه و در نهایت برآوردی از افزایش یا کاهش در سود هر تیمار کوددهی، محاسبه گردید. اگر افزایش درآمد به علاوه کاهش مخارج بیشتر از افزایش مخارج به علاوه کاهش درآمد باشد، تصمیم مورد نظر عملی می‌شود. در غیر این

صورت، تصمیم مورد نظر اقتصادی نیست. در تکنیک بودجه بندی جزئی، برای هر یک از تیمارهای مورد مطالعه، معیار بازده ناخالص (GM) تعیین می‌گردد. بر اساس این معیار از لحاظ اقتصادی امکان انتخاب تیمارهای مناسب و در ادامه، انتخاب مناسب‌ترین تیمار، میسر می‌شود. معیار یاد شده، با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید (سلطانی و نجفی، ۱۳۸۶):

$$GM = TR - TVC$$

که در آن GM بازده ناخالص در هر هکتار باغ، TR درآمد ناخالص در هر هکتار باغ و TVC کل هزینه‌های متغیر در هر هکتار باغ است. این هزینه‌ها شامل آن دسته از هزینه‌هایی است که در تیمارهای مورد مطالعه با یکدیگر مشترک نمی‌باشند. در رابطه فوق، بازده ناخالص می‌تواند حالت‌های مختلفی را شامل گردد. چنانچه GM مثبت باشد، تیمار مورد مطالعه تیماری است که سودآور بوده، توجیه اقتصادی داشته و به‌عنوان تیمار مناسب اقتصادی تلقی می‌گردد. به منظور انتخاب مناسب‌ترین تیمار اقتصادی از میان تیمارهای مناسب اقتصادی از رابطه زیر استفاده شد (سلطانی و نجفی، ۱۳۸۶):

$$\Delta GM_i = GM_i - GM_c$$

که در آن، GM_i بازده ناخالص حاصله در نتیجه اعمال تیمار i، GM_c بازده ناخالص تیمار شاهد و ΔGM_i تغییرات بازده ناخالص در نتیجه اعمال تیمار i نسبت به تیمار شاهد می‌باشد. چنانچه این تغییرات منفی باشد، تیمار مورد مطالعه نسبت به تیمار شاهد، از لحاظ اقتصادی مقبولیت نداشته و رد می‌شود. چنانچه، ΔGM برابر صفر باشد، تیمار یادشده از نظر اقتصادی نسبت به تیمار شاهد در حالت سربه سر قرار داشته و اتخاذ آن موکول به مسائل فنی، اجتماعی و... خواهد بود. چنانچه ΔGM مثبت باشد، تیمار مورد بررسی، تیماری است که از لحاظ اقتصادی بر تیمار شاهد برتری داشته و بعنوان تیمار مناسب تلقی می‌گردد. (سلطانی و نجفی، ۱۳۸۶).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بودجه بندی جزئی حاکی از تاثیر مثبت کاربرد منابع مختلف کود آلی و شیمیایی بر سود باغ‌های کیوی از طریق افزایش عملکرد و افزایش توان انبارمانی می‌باشد و توصیه کاربرد منابع مختلف کود آلی و شیمیایی دارای توجیه اقتصادی است. بر اساس اطلاعات جدول (۱)، بررسی اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه در حالت فروش سلف بیانگر آن است که تیمار کاربرد کود کامل شیمیایی NPK، مناسب‌ترین تیمار در بین تیمارهای منابع مختلف کودی مورد مطالعه بوده و بیشترین بازده ناخالص اقتصادی را در مقایسه با کودهای آلی داراست. این تیمار با کسب بالاترین رتبه نرخ بازده ناخالص اقتصادی به میزان ۲۵/۶۶ درصد، مناسب‌ترین تیمار از بعد اقتصادی بوده و پس از آن کود گاوی، ورمی کمپوست، آزولا، گوسفندی، مرغی و شاهد قرار دارند.

جدول ۱- تغییرات بازده ناخالص تیمارهای مورد مطالعه در تغذیه کودآلی و شیمیایی یک هکتار باغ کیوی در حالت فروش سلف محصول.

نوع تیمار	درآمد	هزینه‌های متغیر	بازده ناخالص	تغییرات بازده ناخالص نسبت به شاهد بر اساس تیمار		رتبه
		(هزار ریال)		میزان (هزار ریال)	نرخ بازده ناخالص(درصد)	
شاهد	۲۸۸۷۲۰	۱۵۸۰۰	۲۷۲۹۲۰	۰	۰	۷
کود کامل NPK	۳۶۹۴۷۳	۲۵۸۰۰	۳۴۳۶۷۳	۷۰۷۵۳	۲۵/۶۶	۱
کود گوسفندی	۳۷۹۹۳۰	۷۷۳۰۰	۳۰۲۶۳۰	۲۹۷۱۰	۱۰/۷۸	۵
کود گاوی	۴۱۹۳۱۲	۷۷۳۵۰	۳۴۱۹۶۲	۶۹۰۴۱	۲۵/۰۴	۲
کود مرغی	۳۶۸۱۲۰	۶۷۳۰۰	۳۰۰۸۲۰	۲۷۹۰۰	۱۰/۱۲	۶
ورمی کمپوست	۴۱۵۹۱۳	۷۷۳۰۰	۳۳۸۶۱۳	۶۵۶۹۳	۲۳/۸۳	۳
آزولا	۳۸۸۶۵۳	۶۷۳۰۰	۳۲۱۳۵۳	۴۸۴۳۳	۱۷/۵۷	۴

بر اساس اطلاعات جدول (۲)، بررسی اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه در حالت فروش محصول در سردخانه بیانگر آن است که تیمار کاربرد کود آلی گاوی، مناسب‌ترین تیمار در بین تیمارهای منابع مختلف کودی مورد مطالعه بوده و بیشترین بازده ناخالص اقتصادی را در

مقایسه با سایر کودهای آلی و شیمیایی داراست. این تیمار با کسب بالاترین رتبه نرخ بازده ناخالص اقتصادی به میزان ۳۶/۶۳ درصد، مناسب‌ترین تیمار از بعد اقتصادی بوده و پس از آن ورمی کمپوست، کود کامل شیمیایی NPK، آزولا، مرغی، گوسفندی و شاهد قرار دارند.

جدول ۲- تغییرات بازده ناخالص تیمارهای مورد مطالعه در تغذیه کود آلی و شیمیایی یک هکتار باغ کیوی در حالت فروش در سردخانه.

نوع تیمار	درآمد	هزینه‌های متغیر	بازده ناخالص	تغییرات بازده ناخالص نسبت به شاهد بر اساس تیمار		رتبه
	(هزار ریال)			میزان (هزار ریال)	نرخ بازده ناخالص(درصد)	
شاهد	۵۲۵۳۶۱	۷۷۰۴۴	۴۴۸۳۱۷	۰	۰	۷
کود کامل NPK	۶۸۳۲۰۰	۱۰۳۳۹۴	۵۷۹۸۰۶	۱۳۱۴۸۹	۲۹/۳۳	۳
کود گوسفندی	۶۹۸۶۵۷	۱۵۷۱۸۶	۵۴۱۴۷۱	۹۳۱۵۴	۲۰/۷۸	۶
کود گاوی	۷۷۸۱۸۳	۱۶۵۶۶۲	۶۱۲۵۲۱	۱۶۴۲۰۴	۳۶/۶۳	۱
کود مرغی	۶۸۷۲۴۹	۱۴۴۵۲۴	۵۴۲۷۲۵	۹۴۴۰۸	۲۱/۱۰	۵
ورمی کمپوست	۷۵۸۱۹۳	۱۶۴۹۸۲	۵۹۳۲۱۱	۱۴۴۸۹۴	۳۲/۳۲	۲
آزولا	۷۲۰۶۵۶	۱۴۹۳۳۰	۵۷۱۳۲۶	۱۲۳۰۰۹	۲۷/۴۴	۴

منابع

ابراهیمی، ر.، حسن‌زاده، ف.، مرادی، ب. و رئیسی، ط. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و کیفیت میوه کیوی رقم هایوارد. مدیریت خاک و تولید پایدار. ۲(۷): ۱۸۳-۱۹۵.

حسن‌پور، ب.، کشاورز، ک. و چاکرالحسینی، م. ۱۴۰۰. بررسی اقتصادی اثربخشی کود زیستی بر عملکرد و سودآوری در ذرت‌کاری‌ها. مجله اقتصاد کشاورزی انجمن اقتصاد کشاورزی ایران. ۱۵(۴): ۲۳-۴۴.

دودمان، الف.، میرشکاری، ب.، طاهری، م.، فرحوش، ف. و مرادی، پ. ۱۳۹۹. تأثیر کودهای آلی و شیمیایی فسفر بر عملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و خلر (*Lathyrus sativus* L.) در شرایط دیم. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۱(۴): ۱۳۹-۱۴۹.

سلطانی، غ. و نجفی، ب. ۱۳۸۶. اقتصاد کشاورزی. مرکز نشر دانشگاهی. ویرایش سوم، چاپ اول، تهران. ۳۰۰ صفحه.

Amany, S., Al-Erwy, A.S., Al-Toukhy, A. and Bafeel, S.O. 2016. Effect of chemical, organic and bio fertilizers on germination, growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) plant irrigated with sea water. Agriculture and Biology Journal of North America. 7(3): 121-133.

Devoli, L., Moscatello, S., Baldicchi, A., Lucarini, M., Cruz-Castillo, J.G., Aguzzi, A., Gabrielli, P., Proietti, S., Battistelli, A., Famiani, F., Bohm, V. and Lombardi-Boccia, G. 2013. Postharvest quality, phytochemicals and antioxidant activity in organic and conventional kiwifruit. Italian Journal of Food Science. 25(3): 362-368.

Hugh, R., Pommeresche, R., Eltun, R., Hansen, S. and Korsaeth, A. 2008. Soil structure, organic matter and earthworm activity in a comparison of cropping systems with contrasting tillage, rotations, fertilizer levels and manure use. Agriculture, Ecosystems & Environment. 124: 275-284.

Peticilaa, A., Scaeteanub, G.V., Madjarb, R., Stanicaa, F. and Asanicaa, A. 2015. Fertilization effect on mineral nutrition of Actinidia deliciosa (kiwi) cultivated on different substrates. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 6: 132-138.

Yamane, T. 2014. Review- Foliar calcium applications for controlling fruit disorders and storage life in deciduous fruit trees. Japan Agricultural Research Quarterly. 48: 123-126.

Economic evaluation of the various fertilizer treatments (chemical & organic) on quantitative and qualitative characteristics of Kiwifruit

Somayeh Abolhasani Yasouri[1*], Masoumeh Kiaeshkevarian[1] and Tahereh Raiesi[1]
1. Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
Corresponding Author: s_yasouri@yahoo.com

Abstract

Kiwifruit nutrition is one of the factors affecting this plant's growth. Given the global trend towards the use of sustainable and low-input agricultural systems, and the trends towards reducing the use of chemical fertilizers and moving towards organic and natural systems, it is necessary to evaluate the various aspects of this cropping system, especially from an economic perspective. Therefore, this study was conducted to economically evaluate the effect of different fertilizer treatments (chemical & organic) on quantitative and qualitative characteristics of kiwifruit at harvest & post-harvest time for four years (2014- 2018). The economic and financial justification of the different fertilization resources was examined with criteria of partial budgeting (PB) and using the computer software Excel and SPSS. The results showed that using chemical and organic fertilizers increased yield and revenue on kiwifruit orchards. Chemical fertilizers had the highest changes in the rate of impure economic return (25/66%) when output is sold on the farm. However, organic fertilizers, especially cattle manure, increased the rate of impure economic return to 36/63% when output is sold in cold storage.

Keywords: Chemical fertilizer, Economic return, Kiwifruit, Organic fertilizer, Storage, Yield.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر کشاورزی ارگانیک بر پایداری کشاورزی، حفظ محیط و سلامت انسان

سیده ندا موسوی[1*] و سعیده موسوی[2]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- مدارس حمیدیه، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: *neda.musavi1377@gmail.com*

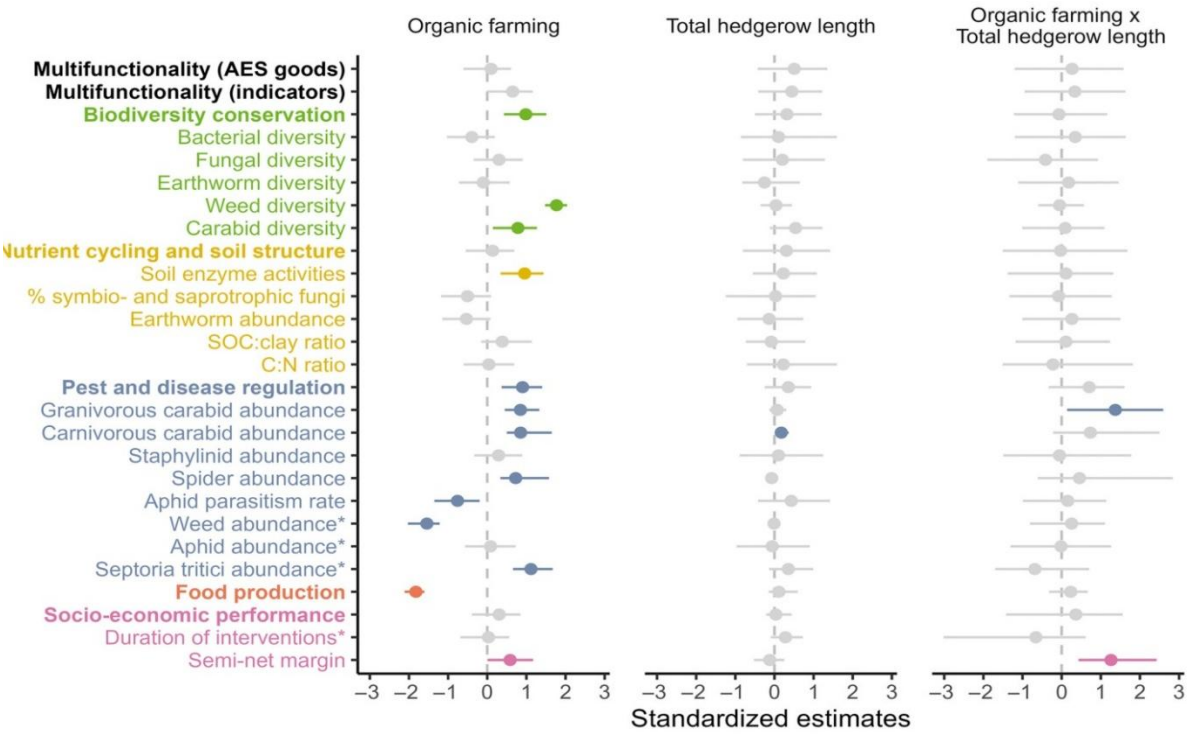
چکیده

کشاورزی به عنوان رکن اساسی تمدن جهانی بشریت با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه است. تأثیرات تغییر الگوهای آب و هوا و شرایط ناپایدار بازار، سازگاری‌های قابل‌توجهی را برای تأمین نیاز غذایی، تضمین پایداری زیست‌محیطی و حفظ ثبات اقتصادی می‌طلبد. نوسانات بازار ناشی از تغییرات فصلی عرضه و تغییر سلیقه مصرف‌کننده‌ها، این چالش‌ها را تشدید می‌کند. نوسانات قیمت می‌تواند به شدت بر درآمد کشاورزان تأثیر بگذارد، که منجر به بی‌ثباتی مالی و به خطر افتادن دوام شرکت‌های کشاورزی می‌گردد. پرداختن به تغییرات آب و هوایی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ترویج توسعه پایدار به یک الزام جهانی تبدیل شده است. انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح جهان، عمدتاً از طریق عملیات کشاورزی، سوزاندن بقایای محصول و تولید و کاربرد کود ناشی می‌شود. در سال‌های اخیر، تحقیقات نشان داد استفاده طولانی مدت از مواد شیمیایی، شیوه‌های کشاورزی فشرده، مکانیزاسیون و تغییرات کاربری زمین کشاورزی را به یکی از عوامل اصلی انتشار گاز کربن تبدیل کرده است. لذا، تنها راه‌حل فعلی برای به حداقل رساندن این اثرات، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای غذایی به کار بردن کشاورزی ارگانیک می‌باشد. تمرکز بر اهمیت کشاورزی ارگانیک و تقویت درک عمیق‌تر از چالش‌های پیچیده مرتبط برای دستیابی به محصول سالم است. این بررسی اجمالی بر نیاز به استراتژی‌هایی نظیر نظارت بر محیط‌زیست و دوام اقتصادی در سیستم‌های کشاورزی، پتانسیل تنوع محصولات برای ایجاد سیستم‌های پایدار، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، دستیابی به توسعه پایدار در کشاورزی و پرداختن به نگرانی‌های امنیت غذایی جهانی تأکید می‌کند. تصمیم‌گیری آگاهانه به سمت ایجاد سیستم‌های غذایی انعطاف پذیر با حداقل اثرات زیست محیطی است که می‌تواند به طور موثر به چالش جهانی حفظ امنیت غذایی و محیط زیست رسیدگی کند.

واژه‌های کلیدی: تولید محصول سالم، کیفیت، محیط‌زیست.

مقدمه

کشاورزی ساختار اصلی اقتصادی بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است که با چالش‌های فزاینده‌ای از تغییرات آب و هوایی، آفات، بیماری‌ها و بی‌ثباتی بازار مواجه است (Mihrete and Mihretu, 2025). یافتن راه‌های پایدارتر برای تولید غذا برای جمعیت در حال افزایش جهان، همراه با تقاضا برای غذای تازه سالم چالش بزرگی برای بشریت در مواجهه با انقراض تنوع زیستی و شرایط آب و هوایی متغیر است که صنعت گلخانه می‌تواند نقش مهمی ایفا کند. در این راستا، اهمیت کشاورزی ارگانیک و اقدامات لازم برای بهبود عملکرد و تأثیر دیگر شیوه‌های کشاورزی بر محیط‌زیست مانند چرخه مواد مغذی، فرسایش خاک و بسیاری از الگوهای اکولوژیکی دیگر اخیرا مورد بحث قرار گرفته است (Gamage et al., 2025). با توجه به تأثیرات منفی عمده کشاورزی معمولی و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی بر تنوع زیستی، آب و هوا و سلامت انسان، ضروری است که تولید کشاورزی پایدارتر شود. لذا، تولیدکنندگان می‌توانند با کمک یک سیستم کشت سازگار با محیط زیست نظیر کشت محصولات به صورت ارگانیک جایگزینی امیدوارکننده برای کشاورزی معمولی پیدا کنند. کشاورزی ارگانیک برای بسیاری از شاخص‌ها، به ویژه آن‌هایی که به حفاظت از تنوع زیستی و تنظیم آفات و بیماری‌ها مربوط می‌شوند، سطح عملکرد بالاتری نسبت به کشاورزی معمولی داشت (شکل ۱). از طرفی دیگر، علف‌های هرز در این روش کشت رشد مضاعفی دارند اما بدین معنا نیست که سود تولید کننده کاهش می‌یابد. بنابراین، تحقیقات بیش‌تری برای یافتن راه‌حل‌هایی جهت ترویج همزیستی علف‌های هرز لازم است، که باید به طور قابل‌توجهی مدیریت زراعی علف‌های هرز را بهبود بخشد. راه‌حل‌ها ممکن است در ترکیب شیوه‌های خاص در مقیاس مزرعه مانند کاهش سیستم‌های خاک‌ورزی، تنوع محصول و سیستم‌های کشت برای ایجاد شرایط مطلوب‌تر جهت حفظ سلامت خاک باشد. درحالی‌که، کاهش عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز را محدود می‌کند (Boinot et al., 2025).



شکل ۱– مقایسه سطح عملکرد کشاورزی ارگانیک با کشاورزی معمولی (Boinot et al., 2025).

پیشبرد کشاورزی ارگانیک برای دستیابی به اهدافی نظیر به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی و اکولوژیکی توسعه پایدار است. استفاده از مواد آلی بیش‌تر در فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند اثرات نامطلوب بر محیط‌زیست را با حفظ چرخه‌های طبیعی آن کاهش دهد. کشاورزی ارگانیک طیفی از شیوه‌ها، سیاست‌ها و فناوری‌هایی را در برمی‌گیرد که به دستیابی به این اهداف کمک می‌کند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تجزیه و تحلیل اطلاعات به روش استنادی انجام گردیده است. هم‌چنین، از مقالات علمی-پژوهشی، مصاحبه با مطلعین و مشاهده و تجارب شخصی برای به‌دست آوردن اطلاعات لازم استفاده شده است.

نتایج و بحث

در چارچوب تغییرات آب و هوایی جهانی، کشاورزی به عنوان منبع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای عنوان شده است و با چالش بحرانی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و در عین حال تضمین امنیت غذایی مواجه است. بنابراین، محققان در حال ارزیابی مجدد شیوه‌های کشاورزی نظیر کشت ارگانیک محصولات هستند که بیش‌تر به نهاده‌های بیولوژیکی تا استفاده از کودهای شیمیایی و آفت کش‌ها متکی هستند. کشاورزی ارگانیک می‌تواند غذای با کیفیت را بدون تأثیر نامطلوب بر سلامت خاک و محیط زیست ارائه دهد (Gu et al., 2025).

منابع

Boinot, S., Alignier, A., Aviron, S., Bertrand, C., Cheviron, N., Comment, G. and Mony, C. 2025. Organic farming and semi-natural habitats for multifunctional agriculture: A case study in hedgerow landscapes of Brittany. Journal of Applied Ecology. 62(1): 53-63.

Gamage, A., Gangahagedara, R., Gamage, J., Jayasinghe, N., Kodikara, N., Suraweera, P. and Merah, O. 2023. Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture. Farming System. 1(1): 100005.

Gu, Z., Xue, J., Han, H. and Wang, C. 2025. Exploring crop production strategies to mitigate greenhouse gas emissions based on scenario analysis. Land. 14(2): 256.

Mihrete, T. B. and Mihretu, F. B. 2025. Crop diversification for ensuring sustainable agriculture, risk management and food security. Global Challenges. 2400267.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of organic farming on agricultural sustainability, environmental protection, and human health

Seyedeh Neda Mousavi[1*] and Saaiedeh Mousavi[2]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
2. Hamidieh Schools, Ahvaz, Iran
[*]Corresponding author: neda.musavi1377@gmail.com

Abstract

Agriculture, as a fundamental pillar of human civilization, faces unprecedented challenges. The effects of shifting climate patterns and unstable market conditions demand significant adaptations to meet food demands, ensure environmental sustainability, and maintain economic stability. Market fluctuations caused by seasonal supply variations and changing consumer preferences further exacerbate these challenges. Price volatility can severely impact farmers' incomes, leading to financial instability and jeopardizing the viability of agricultural enterprises. Addressing climate change, reducing greenhouse gas emissions, and promoting sustainable development have become global imperatives. Greenhouse gas emissions worldwide primarily stem from agricultural operations, crop residue burning, and fertilizer production and application. Recent research indicates that the long-term use of chemicals, intensive farming practices, mechanization, and land-use changes have made agriculture a major contributor to carbon emissions. Therefore, the only viable solution to minimize these impacts is to balance food supply and demand through organic farming. This study highlights the importance of organic agriculture and fosters a deeper understanding of the complex challenges associated with achieving healthy crop production. It underscores the need for strategies such as environmental monitoring and economic resilience in agricultural systems, the potential of crop diversification to establish sustainable systems, reducing greenhouse gas emissions, achieving sustainable agricultural development, and addressing global food security concerns. Informed decision-making should move toward creating resilient food systems with minimal environmental impact, effectively tackling the global challenge of ensuring food security and environmental preservation.

Keywords: Agriculture, Healthy crop production, Quality.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

اثر متقابل غلظت‌های مختلف گوگرد میکرونیزه و زمان روی پسیل معمولی پسته

علیرضا رزانی[۱]، زهرا شیبانی تذرجی[۱*] و محمدرضا حسنی[۱]
۱- گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: zh.sheibani@iau.ac.ir

چکیده

پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer) یکی از مهم‌ترین آفات درختان پسته است که خسارت آن به‌صورت کمی و کیفی است. کاربرد ترکیبات ایمن‌تر برای مبارزه با این آفت و حفظ محیط‌زیست امری ضروری است. در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف گوگرد میکرونیزه (غلظت‌های۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ در هزار)، آفت‌کش اسپیروتترامات (مونتو SC 10%)(غلظت ۰/۷۵ در هزار) به‌همراه شاهد (آب) روی روند جمعیت تخم و پوره پسیل معمولی پسته در گذر زمان در یک باغ پسته رقم اکبری آلوده در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی با چهار تکرار بررسی شد. نمونه‌برداری در زمان‌های ۳، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی صورت گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد گوگرد در زمان‌های نمونه‌برداری ۳ تا ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی سبب کاهش جمعیت تخم و پوره گردید و یک شیب کاهشی نشان داد اما در زمان‌های ۱۴ تا ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی، جمعیت تخم و پوره در مقایسه با روزهای نخست نمونه‌برداری، افزایش تدریجی با شیبی ملایمی نشان داد. درحالی‌که در تیمار شاهد شیب افزایشی نسبتا شدید در جمعیت تخم و پوره در این برهه از زمان دیده شد. بنابراین کاربرد گوگرد می‌تواند به‌عنوان یک آفت‌کش بیولوژیکی و سازگار با محیط‌زیست در مقایسه با آفت‌کش شیمیایی اسپیروتترامات، راهکار مناسب‌تری برای کنترل سریع‌تر و ایمن‌تر پسیل معمولی پسته و تولید محصول سالم باشد.

کلمات کلیدی: اسپیروتترامات، پسته، پسیل معمولی پسته، زمان، گوگرد.

مقدمه

پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer یک آفت مهم و کلیدی است که در حال حاضر کنترل آن یکی از بزرگ‌ترین دغدغه‌های کشاورزان محسوب می‌شود و همه ساله سبب کاهش کیفی و کمی محصول پسته می‌گردد (سمیع و همکاران، ۱۳۸۴). مبارزه شیمیایی متعدد علیه این آفت، سبب مقاومت سریع آن در برابر سموم، هجوم دوباره، واکنش شدید آفت برای جبران جمعیت از دست رفته پس از سمپاشی‌ها می‌شود (Alizadeh et al., 2007). لذا با توجه به نحوه خسارت، چند نسلی بودن، تأثیر روی محصول سال آینده و معایب روش‌های شیمیایی، کاربرد ترکیب‌های ایمن‌تر برای محیط زیست و کاهش میزان مصرف سموم ضروری به‌نظر می‌رسد. تاثیر گوگرد در کنترل ایمن آفات مختلف مانند گونه‌های مختلف زنجرک و تولید محصول سالم گزارش شده است (Jepsen et al., 2007a,b; Pérez-Guerrero and Molina, 2016: Martinson et al., 2001). در حال حاضر استفاده از گوگرد می‌تواند موثرترین روش در کنترل پسیل معمولی پسته باشد، زیرا علاوه بر این‌که ماده‌ای بسیار ایمن در مقایسه با آفت‌کش‌های شیمیایی است، می‌تواند برای خاک و گیاه نیز مفید باشد. لذا در این تحقیق از گوگرد (ترکیب معدنی طبیعی برای کنترل این آفت کلیدی پسته در شرایط صحرایی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ پسته رقم اکبری در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: آب (شاهد)، آفت‌کش اسپیروتترامات (مونتو ®SC 100، شرکت بایر آلمان)(غلظت ۰/۷۵ در هزار)، گوگرد میکرونیزه در غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ در هزار. محلول‌پاشی با تانکر ۱۰۰۰ لیتری مجهز به همزن انجام شد. برای نمونه‌برداری ۱۵ عدد برگچه انتهایی به‌صورت تصادفی برای هر تکرار جدا شد و نمونه‌گیری ۳، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از انجام سم‌پاشی انجام شد. تخم‌ها و پوره‌ها

برگچه‌های انتهایی به‌وسیله استریوسکوپ شمارش شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی تأثیر تیمارهای مختلف و زمان بر جمعیت تخم

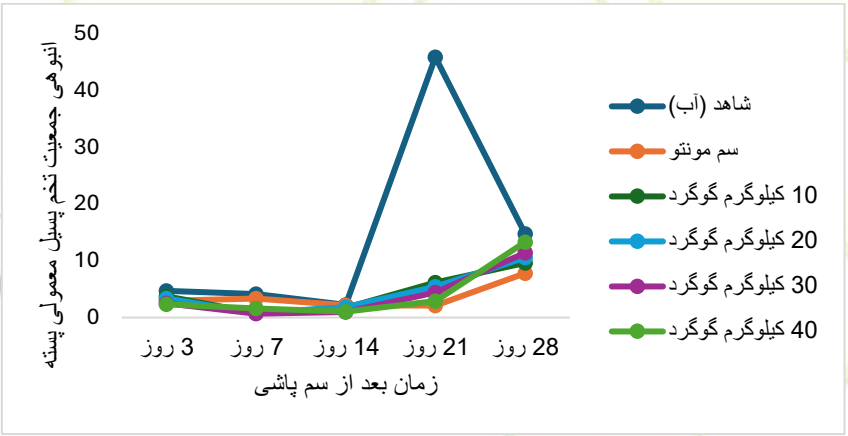
کاربرد غلظت‌های مختلف گوگرد و آفت‌کش اسپیروتترامات در تمامی تاریخ‌های نمونه‌برداری سبب کاهش معنی‌دار انبوهی جمعیت تخم این آفت در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر متقابل زمان و تیمارهای مختلف بر جمعیت تخم

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۵	۱۹۳۹/۷۷	۳۸۷/۹۵	۳۰۱/۷۴	۰/۰۰۰۱**
زمان	٤	۲٤۷۰/۰٦	٦۱۷/۵۲	٤۸۰/۲۸	۰/۰۰۰۱**
زمان×تیمار	۲۰	٤۷۷٤/٦۱	۲۳۸/۷۳	۱۸۵/٦۸	.۰/۰۰۰۱**
خطا	۸۷	۱۱۱/۸٦	۱/۲۸		
کل	۱۱۹	۹۳۰۳/۱			

**در سطح یک درصد معنی‌دار است. ns در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست.

روند اثرگذاری تیمارهای مختلف بر انبوهی جمعیت تخم در طول زمان نشان می‌دهد غلظت‌های ۳۰ و ۴۰ در هزار گوگرد و آفت‌کش اسپیروتترامات در تمامی زمان‌های مورد آزمایش نسبت به غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ در هزار گوگرد نقش موثرتری در کاهش جمعیت تخم پسیل در مقایسه با تیمار شاهد ایفا نمودند (شکل ۱). در تمامی تیمارها جمعیت تخم از روز سوم تا روز چهاردهم پس از سم‌پاشی روند کاهشی داشته است و سپس روند افزایشی نشان داد که این افزایش در تیمار شاهد با شیب بسیار تندی نسبت به سایر تیمارها صورت گرفته است.



شکل ۱- روند انبوهی جمعیت تخم پسیل معمولی پسته تحت تاثیر تیمارهای مختلف در طول زمان.

بررسی تأثیر تیمارهای مختلف و زمان بر انبوهی جمعیت پوره

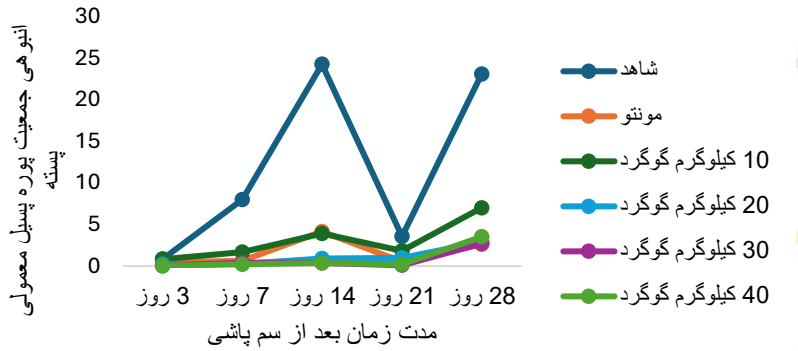
کاربرد غلظت‌های مختلف گوگرد و آفت‌کش اسپیروتترامات در تمامی تاریخ‌های نمونه‌برداری سبب کاهش معنی‌دار جمعیت پوره در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر متقابل زمان و تیمارهای مختلف بر جمعیت پوره

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۵	۱۹۴۹/۶۳	۳۸۹/۹۲	۲۶۰/۵۸	۰/۰۰۰۱**
زمان	۴	۸۳۴/۸۱	۲۰۸/۷	۱۳۹/۴۷	۰/۰۰۰۱**
زمان×تیمار	۲۰	۱۳۹۰/۹۸	۶۹/۵۴	۴۶/۴۸	۰.۰/۰۰۰۱**
خطا	۸۷	۱۳۰/۱۸	۱/۵		
کل	۱۱۹	۴۳۱۲/۷۰			

**در سطح یک درصد معنی‌دار است. ns در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست.

روند اثرگذاری تیمارهای مختلف بر انبوهی جمعیت پوره در طول زمان نشان داد غلظت‌های ۴۰، ۳۰ و ۲۰ در هزار گوگرد در تمامی زمان‌های مورد آزمایش نسبت به سطح ۱۰ در هزار گوگرد و آفت‌کش اسپیروتترامات در کاهش جمعیت پوره موثرتر بودند (شکل ۲). غلظت‌های مختلف گوگرد و اسپیروتترامات توانستند جمعیت پوره را از روز سوم تا ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی به‌خوبی کنترل کنند درحالی‌که در تیمار شاهد شیب افزایشی نسبتا شدید در جمعیت پوره در این برهه از زمان دیده شد.



شکل ۲- روند انبوهی جمعیت پوره پسیل معمولی پسته تحت تاثیر تیمارهای مختلف در طول زمان.

به دلیل سازگاری بالای گوگرد با محیط و عدم اثرسوء زیست‌محیطی، علاقه زیادی به‌استفاده از آن به‌عنوان یک آفت‌کش شیمیایی موثر در برنامه‌های مدیریتی آفات وجود دارد (Pérez-Guerrero and Molina, 2016). نتایج نشان داد که کاربرد غلظت‌های مختلف گوگرد و آفت‌کش اسپیروتترامات به‌طور موثری سبب کاهش انبوهی جمعیت تخم و پوره نسبت به تیمار شاهد در زمان‌های مورد مطالعه شدند. گوگرد تا سه هفته بعد از سم‌پاشی به‌خوبی نقش دورکنندگی خود را اعمال کرد و از تخم‌ریزی پسیل جلوگیری کرد. احتمالا گوگرد مانع از فرود آمدن حشرات ماده پسیل برای تخم‌ریزی روی درختان پسته شده است و مهم‌تر این‌که این ترکیب سازگار با محیط‌زیست با اسپیروتترامات که یک ترکیب شیمیایی است از نظر درصد کاهش جمعیت تخم یکسان عمل نموده است. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد گوگرد در زمان‌های نمونه‌برداری ۳ تا ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی سبب کاهش جمعیت تخم و پوره شد و یک شیب کاهشی نشان داد اما بعد از آن، در زمان‌های ۱۴ تا ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی، جمعیت تخم و پوره در مقایسه با روزهای نخست نمونه‌برداری، افزایش تدریجی با شیبی ملایمی نشان داد که به احتمال زیاد به‌دلیل تجزیه ترکیبات گوگردی در گذر زمان می‌باشد. با کاهش جمعیت تخم و پوره در گذر زمان، میزان تلفات نیز به همان نسبت کاهش یافته است و در نتیجه سبب مشاهده شیب افزایشی جمعیت تخم و پوره شده است. به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین تاثیر گوگرد به‌صورت دورکنندگی بوده است. گرچه نمی‌توان از سمیت گوگرد غافل شد. پژوهش‌های Jepsen و همکاران (2007 a, b) نشان داد کاربرد گوگرد سبب مرگ‌ومیر موفقیت‌آمیز تخم و حشرات بالغ زنجرک مو *Erythroneura elegantula* در تاکستان‌های کالیفرنیا شده است اما روی پارازیتوئید تخم این زنجرک *Anagrus erythroneurae* و قابلیت تولید مثلی آن اثر سوئی نداشته است. Martinson و همکاران (2001) با تاثیر آفت‌کش‌های مختلف شیمیایی و گوگرد روی جمعیت آفت زنجرک مو (*Anagrus* spp.) گزارش کردند که در بین آفت‌کش‌های مورد استفاده، گوگرد به‌طور موثرتری سبب مرگ‌ومیر بالای آفت شده است و این مرگ‌ومیر تا ۱۴ روز با روند افزایشی ادامه داشته است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج عابدینی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که کاربرد گوگرد توام با کائولین سبب تلفات پوره‌ها

و حشرات کامل زنجرک درخت مو شده است به‌طوری‌که میانگین درصد کاهش جمعیت زنجرک، در تیمار کائولین و گوگرد، در ۳ روز بعد از محلول‌پاشی، به‌ترتیب ۵۷ درصد بود و نشان‌دهنده ماندگاری تاثیر ترکیب مورد نظر است.

به‌دلیل ظهور پدیده مقاومت در پسیل معمولی پسته، حشره‌کش‌های مختلف یکی پس از دیگری تأثیر خود را از دست داده‌اند و نیاز به آزمایش و معرفی ترکیب‌های جدید برای مهار این آفت احساس می‌گردد. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گوگرد را قبل از مرحله بحرانی رشد میوه پسته یعنی قبل از به مغز رفتن استفاده نمود. گوگرد می‌تواند درختان پسته را از هجوم این آفت در انبوهی پایین جمعیت محافظت کند. لذا گوگردپاشی درختان در اول فصل رشد برای ممانعت از تخم‌ریزی آفت نقش به‌سزائی در کاهش مصرف سموم خطرناک شیمیایی و کنترل آفت و تولید محصول سالم دارد. استفاده پیشگیرانه از گوگرد می‌تواند ابزاری ارزشمند در مدیریت تلفیقی پسیل معمولی پسته به ویژه برای تولید پسته ارگانیک باشد. لذا باتوجه به سابقه کارآیی و ایمنی گوگرد و استفاده از آن در کشاورزی ارگانیک، می‌توان آن را به‌عنوان یک آفت‌کش برای سال‌های متوالی انتخاب نمود. Griffith و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که طبق نظر سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده، مبنی بر لغو الزام و نظارت زیست‌محیطی برای گوگرد (به‌راحتی وارد چرخه گوگرد در خاک شود) می‌توان آن را به‌عنوان یک آفت‌کش ایمن و دوستدار محیط زیست معرفی نمود.

منابع

عابدینی، ر.، فرازمند، ح.، جبله، ع. و سیرجانی، م. ۱۳۹۶. تأثیر کائولین فرآوری‌شده (WP 95%) روی زنجرک مو در شرایط صحرایی. تحقیقات آفات گیاهی. (۳): ۱-۸.

سمیع، م. ا.، علیزاده، ع. و صابری‌ریسه، ر. ۱۳۸۴. آفت‌ها و بیماری‌های مهم پسته در ایران و مدیریت تلفیقی آن‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

Alizadeh, A., Kharrazi Pakdel, A., Talebi-Jahromi, K.H. and Samih, M.A. 2007. Effect of some Beauveria bassiana (Bals.) Viull. isolates on common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* Burck. and Laut. International Journal of Agriculture and Biology. 9(1): 76-79.

Griffith, C.M., Woodrow, J.E. and Seiber, J.N. 2015. Environmental behavior and analysis of agricultural sulfur. Pest Management Science. 71(11): 1486-1496.

Jepsen, S.J., Rosenheim, J.A. and Bench, M.E. 2007a. The effect of sulfur on biological control of the grape leafhopper, Erythroneura elegantula, by the egg parasitoid *Anagrus erythroneurae*. Biological Control. 52: 721-732.

Jepsen, S.J., Rosenheim, J.A. and Matthews, C.E. 2007b. The impact of sulfur on the reproductive success of *Anagrus* spp. parasitoids in the field. BioControl. 52(5): 599-612.

Martinson, T., Williams, L. and English-Loeb, G. 2001. Compatibility of chemical disease and insect management practices used in New York vineyards with biological control by *Anagrus* spp. (Hymenoptera: Mymaridae), parasitoids of *Erythroneura leafhoppers*. Biological Control. 22: 227-234.

Pérez-Guerrero, S. and Molina, J.M. 2016. Laboratory approach to the use of sulphur and kaolin as preventive control against Drosophila suzukii. Spanish Journal of Agricultural Research. 14(2): 1-6.

The interaction effect of sulfur different concentrations and time on the population density of common pistachio psyllid under field conditions

Alireza Razani[1], Zahra Sheibani Tezerji[1*] and Mohammad Reza Hassani[1]
1. Department of Entomology, Raf.C., Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran.
Corresponding author: zh.sheibani@iau.ac.ir

Abstract

The common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* Burckardt and Lauterer, is one of the most important pests of pistachio trees that causes damage in both quantitative and qualitative ways. The usage of safer compounds is essential to control this pest and preserve the environment. In this study, the effects of micronized sulfur (10, 20, 30 and 40 Kg/1000 L), spirotetramate (Monvento®, SC 10%) (0.75 L/1000 L) and control (water) were investigated on the population density of eggs and nymphs of *A. pistaciae* over time at a 'Akbari' pistachio orchard as randomized complete block design with 4 replicates under field conditions. The samplings were done 3, 7, 14, 21 and 28 days after treatment. The application of sulfur 14 to 28 days after treatment decreases in the population of eggs and nymphs and showed a decreasing trend. But 3 to 14 days after treatment, the egg and nymph populations density showed a gradual increase with a gentle slope compared to the first days of sampling. whereas in the control treatment, a relatively sharp increase in the population density of eggs and nymphs was observed at this time. Therefore, the using of micronized sulfur as a biological and environmentally friendly pesticide can be a more suitable method for faster and safer control of the common pistachio psyllid and the production of a healthy crop compared to the chemical pesticide spirotetramat.

Keywords: *Agonoscena pistaciae*, Micronized sulfur, Population density, Spirotetramate.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی تاثیر بسترهای کشت مختلف بر عملکرد میکروگرین ریحان (*Ocimum basilicum*)

پریا اسکندرزاده[۱*]، محبوبه زارع مهرجردی[۱] و ساسان علی نیایی فرد[۱]
۱- گروع علوم باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی(ابوریحان) دانشگاه تهران
*نویسنده مسئول: *p.eskandarzade@ut.ac.ir*

چکیده

میکروگرین‌ها (Microgreens) به دلیل ارزش غذایی بالا و سازگاری با سامانه‌های کشاورزی در محیط کنترل‌شده، توجه روزافزونی را به خود جلب کرده‌اند. در این پژوهش، اثر شش بستر کشت مختلف شامل دستمال کاغذی، پارچه پنبه‌ای، گونی کنفی، پشم سنگ، نمد و مخلوط کوکوپیت-پرلیت (۲:۱ حجمی) بر عملکرد ریزسبزی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط کنترل‌شده بررسی شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار انجام گرفت. گیاهان به مدت ۱۴ روز تحت نور LED با نسبت نور قرمز به آبی ۸۰:۲۰ رشد داده شدند. در پایان دوره رشد، عملکرد تر، عملکرد خشک و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شد. در میان تمامی بسترهای مورد بررسی، مخلوط کوکوپیت-پرلیت بالاترین عملکرد تر (حدود ۳۸۰ g/m^2)، عملکرد خشک (حدود ۱.۱۵ g/m^2) و همچنین بیشترین ارتفاع گیاه (حدود ۳/۳ cm) را نشان داد. نتایج این مطالعه نقش حیاتی انتخاب بستر کشت را در تولید ریزسبزی‌ها برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که محیط‌های کشت با تخلخل بالا و ظرفیت نگهداری آب مناسب، مانند مخلوط کوکوپیت-پرلیت، می‌توانند عملکرد تر و خشک را در سامانه‌های تولید کنترل‌شده به‌طور قابل توجهی افزایش دهند. این پژوهش دیدگاه‌های کاربردی ارزشمندی برای بهینه‌سازی تولید پایدار و کارآمد میکروگرین‌ها ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بسترهای کشت، ریزسبزی، ریحان سبز، کشاورزی در محیط کنترل‌شده، مخلوط کوکوپیت-پرلیت.

مقدمه

میکروگرین‌ها به عنوان محصولات کشاورزی غنی از مواد مغذی و دارای اهمیت روزافزون در کشاورزی مدرن شناخته می‌شوند. این محصولات به دلیل غلظت بالای ترکیبات زیست‌فعال شامل ویتامین‌ها، مواد معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها و ترکیبات فنلی، همچنین ظاهر جذاب و دوره رشد کوتاه، مورد توجه قرار گرفته‌اند. این سبزیجات نابالغ در مرحله لپه‌ای یا اولین برگ حقیقی (معمولاً ۷ تا ۲۱ روز پس از جوانه‌زنی) برداشت می‌شوند و به دلیل اندازه کوچک، طعم‌های قوی و موادمغذی بالا، گزینه‌ای ایده‌آل برای کشاورزی در محیط کنترل‌شده و تولید محلی نزدیک به محل مصرف به شمار می‌روند (Zhang et al. 2021).

پیشرفت سامانه‌های کشاورزی داخل ساختمان، به‌ویژه کارخانه‌های گیاهی مجهز به نور مصنوعی، تحول چشمگیری در تولید میکروگرین‌ها ایجاد کرده است. این سامانه‌ها با کنترل دقیق دما، رطوبت، غلظت CO_2 و کیفیت نور، عملکردی پایدار و یکنواخت را تضمین کرده و خطرات ناشی از تغییرات اقلیمی، آفات و بیماری‌های خاکزاد را کاهش می‌دهند. این فناوری همچنین از طریق استفاده بهینه از فضا و منابع، به توسعه کشاورزی پایدار کمک کرده و نقش مهمی در افزایش امنیت غذایی مناطق شهری ایفا می‌کند (Graamans et al. 2018).

در میان گونه‌های مختلف میکروگرین، ریحان سبز با نام علمی *Ocimum basilicum* L. به دلیل کاربرد گسترده در آشپزی، عطر و طعم متمایز و محتوای بالای ترکیبات فیتوشیمیایی مفید برای سلامت، جایگاه ویژه‌ای دارد.اگرچه تحقیقات متعددی اثر شرایط نوری، برنامه‌های تغذیه‌ای و انتخاب گونه را بر عملکرد میکروگرین‌ها بررسی کرده‌اند، مطالعات کمتری به بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت بر رشد و کیفیت ریزسبزی ریحان پرداخته‌اند (Bulgari et al. 2021).

انتخاب بستر کشت یکی از عوامل کلیدی در موفقیت تولید میکروگرین‌ها است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که نوع بستر می‌تواند به‌طور چشمگیری بر عملکرد و کیفیت ریزسبزی‌ها تأثیر بگذارد. برای مثال، Bulgari و همکاران (2021) گزارش کردند که بسترهای کوکوپیت، زیست‌توده بیشتری در ریزسبزی ریحان تولید می‌کنند. همچنین Rabago و همکاران (2024) نشان دادند که برخی بسترهای آلی محلی می‌توانند عملکردی برابر یا حتی بهتر از پشم سنگ تجاری در برخی گونه‌ها داشته باشند. به همین ترتیب، Di Gioia و همکاران (2017) تفاوت‌های معنی‌داری در سرعت رشد و محتوای عناصر غذایی ریزسبزی راپینی بر اساس ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بستر گزارش کردند.

بستر کشت علاوه بر فراهم کردن تکیه‌گاه فیزیکی برای گیاه، نقش مهمی در حفظ رطوبت، تهویه و فراهمی عناصر غذایی ایفا می‌کند. اگرچه بسترهای متداولی مانند پیت ماس و پشم سنگ به دلیل کارایی بالا به‌طور گسترده استفاده می‌شوند، اما با چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی همراه هستند. از این رو، توجه به بسترهای جایگزین شامل الیاف طبیعی، مواد معدنی خنثی و محصولات حاصل از پسماندهای آلی به عنوان گزینه‌هایی پایدارتر و مقرون‌به‌صرفه‌تر افزایش یافته است. بررسی تأثیر این بسترهای متنوع بر مورفولوژی گیاه، تولید زیست‌توده و ترکیب بیوشیمیایی، برای بهبود رشد میکروگرین‌ها به‌ویژه در سامانه‌های کشاورزی محیط کنترل‌شده ضروری است Dubey et al. (2024).

هدف این پژوهش بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت بر عملکرد میکروگرین ریحان سبز در شرایط محیطی کنترل‌شده بود. با توجه به نقش ویژگی‌های بستر از جمله نگهداری آب، تهویه و حمایت فیزیکی در تعیین بهره‌وری گیاه، عملکرد شش بستر متنوع شامل گزینه‌های رایج و زیست‌تخریب‌پذیر مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج این تحقیق می‌تواند راهنمایی برای انتخاب بسترهای مؤثر و پایدار جهت حداکثرسازی عملکرد در سامانه‌های تولید کم‌مصرف نظیر کارخانه‌های گیاهی را فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

۱- مواد گیاهی و شرایط رشد

بذرهای ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.)از اکوتیپ مبارکه از شرکت پاکان بذر (اصفهان، ایران) تهیه شدند. این پژوهش در شرایط محیطی کنترل‌شده در اتاق رشد مرکز کشاورزی محیط کنترل‌شده، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران انجام شد.

میکروگرین‌ها در سینی‌های پلاستیکی به ابعاد ۱۵ سانتی‌متر طول، ۲۰ سانتی‌متر عرض و ۴ سانتی‌متر ارتفاع کشت شدند. در هر سینی، ۲ گرم بذر به‌طور یکنواخت روی سطح بستر کشت توزیع شد. در طول آزمایش از هیچ نوع کود یا محلول غذایی استفاده نشد و آبیاری با آب مقطر و بر اساس نیاز جهت حفظ رطوبت مطلوب بستر انجام گرفت. منظور از رطوبت مطلوب، مرطوب نگه داشتن بستر بدون ایجاد شرایط غرقابی و بی‌هوازی بود. به‌طور متوسط هر سینی در طول دوره روشنایی روزانه دو بار آبیاری شد، اگرچه بسته به ظرفیت نگهداری آب هر بستر، تغییرات جزئی وجود داشت.

شش نوع بستر کشت شامل دستمال کاغذی، پارچه پنبه‌ای، گونی کنفی، پشم سنگ، نمد مصنوعی و مخلوط کوکوپیت-پرلیت با نسبت ۲:۱ مورد ارزیابی قرار گرفتند. تمامی بسترها پیش از کاشت مرطوب شدند تا جوانه‌زنی یکنواخت بذرها تضمین شود.

دوره آزمایش ۱۴ روز به طول انجامید و شامل دو مرحله بود. در مرحله نخست (روزهای ۱ تا ۷)، سینی‌ها در تاریکی کامل نگهداری شدند تا از طریق فرایند اتیوله شدن، طویل شدن هیپوکوتیل تحریک شود. در مرحله دوم (روزهای ۸ تا ۱۴)، سینی‌ها در معرض نور مصنوعی قرار گرفتند.

نور توسط لامپ‌های LED با نسبت نور قرمز به آبی ۸۰:۲۰ و شدت PPFD برابر با ۱۲۰ $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ تأمین شد. دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. دما در روز ۲۶ درجه سانتی‌گراد و در شب ۲۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و رطوبت نسبی در تمام مدت آزمایش در سطح ۶۰ درصد حفظ گردید.

۲- اندازه‌گیری صفات رشد

در پایان دوره رشد ۱۴ روزه، عملکرد تر و خشک ریزسبزی ریحان سبز اندازه‌گیری شد. عملکرد تر از طریق برداشت اندام‌های هوایی از سطح بستر و توزین فوری آن‌ها تعیین گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد خشک، نمونه‌های برداشت‌شده به مدت ۲۴ ساعت در آون با تهویه مناسب و دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا به وزن ثابت برسند.ارتفاع گیاه نیز از پایه هیپوکوتیل تا نوک لپه‌ها با استفاده از خط‌کش استاندارد اندازه‌گیری شد.

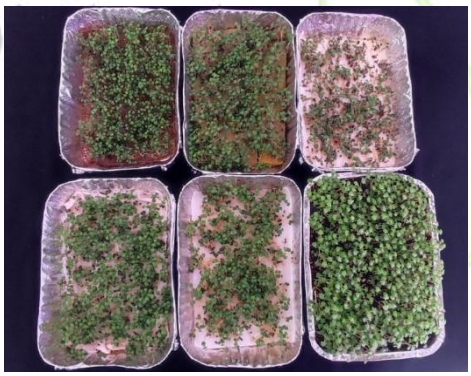
۳- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل شش تیمار بستر کشت و سه تکرار زیستی برای هر تیمار اجرا شد که هر تکرار توسط یک سینی کشت مستقل نمایندگی می‌شد. داده‌های حاصل از تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SAS (version 9.1) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای ارزیابی اثر نوع بستر بر عملکرد رشد ریزسبزی‌ها، تجزیه واریانس یک‌طرفه ANOVA انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Tukey's Honest Significant Difference (HSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

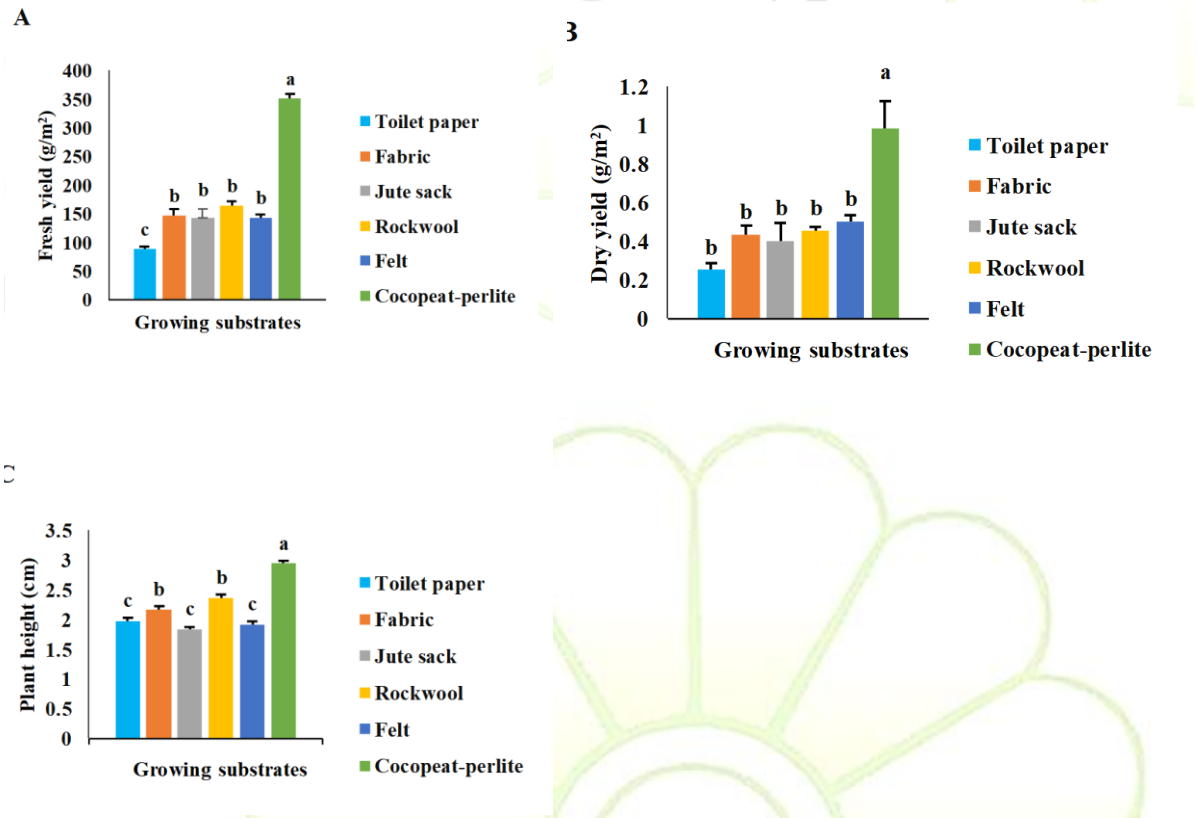
نتایج و بحث

نوع بستر کشت تأثیر معنی‌داری بر رشد و عملکرد میکروگرین ریحان سبز داشت (شکل ۱) همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، میکروگرین‌های رشد یافته در مخلوط کوکوپیت-پرلیت بالاترین عملکرد تر و خشک (g/m^2)و همچنین بیشترین ارتفاع گیاه را در مقایسه با سایر بسترها نشان دادند.

کمترین عملکرد تر در گیاهان رشد یافته روی دستمال کاغذی مشاهده شد، در حالی که سایر بسترها از نظر وزن تر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از نظر وزن خشک نیز تنها مخلوط کوکوپیت-پرلیت اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و سایر بسترها نتایج مشابهی نشان دادند. در مورد ارتفاع گیاه، کمترین مقادیر در ریزسبزی‌های رشد یافته روی دستمال کاغذی، نمد مصنوعی و گونی کنفی ثبت شد.



شکل ۱- کشت آزمایشی میکروگرین ریحان سبز روی شش بستر مختلف شامل دستمال کاغذی، پشم سنگ، گونی کنفی، پارچه پنبه‌ای، نمد و مخلوط کوکوپیت-پرلیت (۲:۱). تصویر مربوط به میکروگرین‌های ۱۴ روزه رشد یافته در شرایط محیطی کنترل‌شده است.



شکل ۲- تأثیر بسترهای مختلف کشت بر عملکرد رشد ریزسبزی ریحان سبز A: عملکرد تر (g/m^2)، B: عملکرد خشک(g/m^2) و C: ارتفاع گیاه (cm). داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار برای هر تیمار ارائه شده‌اند. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح $p < 0.05$ هستند.

انتخاب بستر یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و کیفیت میکروگرین‌ها، به‌ویژه در سامانه‌های بدون خاک و هیدروپونیک، محسوب می‌شود (Rabago et al., 2024). در این مطالعه، مخلوط کوکوپیت–پرلیت بالاترین عملکرد تر و خشک را تولید کرد که کارایی بالای این بستر را برای تولید میکروگرین ریحان تأیید می‌کند. این ترکیب از ظرفیت بالای نگهداری آب در کوکوپیت و تهویه مناسب ناشی از پرلیت بهره می‌برد و محیطی ایده‌آل برای توسعه ریشه فراهم می‌کند (Tala et al., 2020).

دستمال کاغذی ضعیف‌ترین عملکرد را، به‌ویژه از نظر عملکرد تر، نشان داد. این بستر ممکن است با مشکلاتی نظیر توزیع نامناسب آب، فشردگی و ناپایداری میکروبی مواجه باشد که همگی می‌توانند رشد ریشه و جذب مواد غذایی را محدود کنند (Di Gioia et al., 2017). ارتفاع گیاه نیز تحت تأثیر نوع بستر قرار گرفت؛ به‌طوری‌که مخلوط کوکوپیت–پرلیت بلندترین گیاهان را تولید کرد که احتمالاً ناشی از حفظ بهتر رطوبت و تهویه مناسب‌تر بود. در مقابل، دستمال کاغذی، نمد مصنوعی و گونی کنفی باعث کاهش ارتفاع گیاه شدند که احتمالاً به دلیل شرایط نامطلوب‌تر رطوبتی و پشتیبانی فیزیکی ضعیف‌تر بوده است (Ghosh et al., 2025).

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ویژگی‌های بستر شامل تخلخل، ظرفیت نگهداری آب، تهویه و پایداری ساختاری، تأثیر مستقیمی بر رشد فیزیولوژیک و عملکرد میکروگرین‌ها دارند. استفاده از بسترهای پایدار مانند مخلوط کوکوپیت–پرلیت می‌تواند تعادل مطلوبی میان حداکثرسازی عملکرد محصول و کاهش اثرات زیست‌محیطی در سامانه‌های تولید ریزسبزی ایجاد کند (Bulgari et al., 2021).

منابع

Bulgari, R., Negri, M., Santoro, P. and Ferrante, A. 2021. Quality evaluation of indoor-grown microgreens cultivated on three different substrates. Horticulturae, 7(5): 96.

Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P. and Serio, F. 2017. Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(4): 1212-1219.

Dubey, S., Harbourne, N., Harty, M., Hurley, D. and Elliott-Kingston, C. 2024. Microgreens production: Exploiting environmental and cultural factors for enhanced agronomical benefits. Plants, 13(18): 2631.

Ghosh, A., Ghosh, A. and Salma, U. 2025. Advancing cultivation substrates and methods to elevate nutritional quality and production of leguminous microgreens. In: Recent Trends and Applications of Leguminous Microgreens as Functional Foods. Springer, pp. 263-276.

Graamans, L., Baeza, E., Van Den Dobbelsteen, A., Tsafaras, I. and Stanghellini, C. 2018. Plant factories versus greenhouses: Comparison of resource use efficiency. Agricultural Systems, 160: 31-43.

Rabago, A. H., Rosales, R. J., Gregorio-Balbas, M. B. and Pungtilan, A. L. 2024. Utilization of locally available substrates and their effect on the growth and yield of cauliflower (Brassica oleracea botrytis group) microgreens. Basrah Journal of Agricultural Sciences, 37(2): 276-287.

Tala, S., Al-Ajlouni, M. G., Ayad, J. Y., Othman, Y. A. and Hilaire, R. S. 2020. Performance of six different soilless green roof substrates for the Mediterranean region. Science of the Total Environment, 730: 139182.

Zhang, Y., Xiao, Z., Ager, E., Kong, L. and Tan, L. 2021. Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture. Journal of Future Foods, 1(1): 58-66.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of Different Growing Substrates on Yield of Basil Microgreens (*Ocimum basilicum*)

Paria Eskandarzade[1*], Mahboobeh Zare Mehrjerdi[1] and Sasan Aliniaeifard[1]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran, Iran

[*]*Corresponding Author: p.eskandarzade@ut.ac.ir*

Abstract

Microgreens have attracted growing interest due to their exceptional nutritional profile and compatibility with controlled environment agriculture. This study investigated the effects of six different growing substrates (toilet paper, cotton fabric, jute sack (burlap), rockwool, synthetic felt, and a cocopeat-perlite mixture (2:1 v/v)) on the yield of green basil (*Ocimum basilicum* L.) microgreens under controlled conditions. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with three replicates per treatment. Plants were grown for 14 days under LED lighting with a red-to-blue light ratio of 80:20. At the end of the growth period, fresh yield (g/m²), dry yield (g/m²), and plant height (cm) were measured. Among all tested substrates, the cocopeat-perlite mixture produced the highest fresh yield (≈380 g/m²) and dry yield (≈1.15 g/m²), as well as the tallest plants (≈3.3 cm) in promoting microgreen growth. These results highlight the critical role of substrate selection in microgreen cultivation and suggest that media with high porosity and water retention capacity, such as cocopeat-perlite, can substantially improve fresh and dry yield in controlled production systems. This study provides practical insights for optimizing sustainable and efficient microgreen production.

Keywords: Cocopeat-perlite mixture, Controlled environment agriculture, Green basil, Growing substrates, Microgreens.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کشاورزی زیست پویا و فلاحت‌نامه‌های دوران تمدن اسلامی

محسن رجب‌زاده نوبخت[1*] و ملک عسکری‌زاده کووئی[2]
۱- گروه علوم سیاسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- شهرداری منطقه یک بندرعباس، بندرعباس، ایران
*نویسنده مسئول: *Nobakht.r96@gmail.com*

چکیده

به دلیل جایگاه تعیین کننده‌ای که باغبانی و کشاورزی در رشد و بالندگی جوامع بشری داشته‌اند از دوران باستان، انسان‌ها همیشه به این موضوع توجه ویژه‌ای داشته‌اند. در دوران معاصر با توجه به تبعات استفاده از کودها و یا سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی، این توجه ابعاد دیگری نیز یافته‌است. از اوایل قرن بیستم این مطلب مورد توجه قرار گرفت که محصولات را بدون کمترین عوارض کودها و سموم شیمیایی و پسماند، بتوان با کیفیت بهتری استحصال کرد. برای نیل به این هدف یعنی کشاورزی ارگانیک، کشاورزی زیست پویا با توجه به الزاماتی که برای آن در نظر گرفته شده‌بود، ابداع شد. بدین شکل که علاوه بر ایجاد چرخه‌های طبیعی و ارتقاء تعادل اکولوژیکی و حفظ تنوع زیستی و تعامل عوامل مختلف، به دنبال یافتن ارتباط پویایی با عوامل خارجی نیز بوده‌است. از طرف دیگر یکی از ویژگی‌های تمدن‌های گذشته، موفقیت‌شان در کشاورزی ارگانیک با ارتقاء کیفیت محصولات باغی و کشاورزی بوده‌است. بر این اساس پرسش اصلی مقاله این است که در دوران پیشامدرن و زمانی که دوران اوج تمدن اسلامی بوده چه راهکارهایی را در علم کشاورزی ارگانیک به‌کار می‌بستند؟ در این تحقیق از روش تاریخی به منظور توصیف و تحلیل داده‌ها استفاده شده است و از شیوه کتابخانه‌ای و اسنادی بهره جسته و از پژوهش‌ها، گزارشات و مقالات مرتبط استفاده گشته است. بررسی آثار مکتوب نشان می‌دهد که برای هر مرحله از باغبانی و کشاورزی، جهت بهبود کیفیت و کمیت محصولات، تمامی مسایل مربوط به این علم، اعم از خاک، کود، دفع آفات، غرس، هرس و ... را شناسایی کرده و پاسخ گفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: آفت، تمدن اسلامی، خاک، کشاورزی زیست پویا، کود.

مقدمه

اصطلاح کشاورزی زیست پویا ترجمه Biodynamic agriculture است که ترکیبی است از دو کلمه یونانی bios به معنی زندگی و dynamos به معنی انرژی. در کشاورزی زیست پویا، باغ و محل کشت به عنوان ارگانیسم زنده و خودکار در نظر گرفته می‌شود که در حال تعامل با محیط پیرامون جهت ساخت خاکی زنده و سالم و تولید غذایی مغذی و سالم است. یکی از نکاتی که در این مورد باید درنظر داشت این است که کشاورزی زیست پویا بر اساس حکمت و جهان‌بینی خاصی قرار گرفته است، چنانچه تمام اجزای این جهان هستی را در ارتباط و موثر بر هم می‌داند. این نوع کشاورزی و باغبانی در دوران معاصر، توسط رودولف اشتاینر در سال ۱۹۲۴معرفی شد. یکی از نکاتی که وی در این رابطه تاکید داشت این بود که باید با مزرعه به عنوان یک نهاد رفتار کرد و دانست هرکاری که در که در یک قسمت از مزرعه انجام می‌شود، بر قسمت‌های دیگر آن تأثیر می‌گذارد. یکی از نکات مهم در این مورد این است که کشاورزی زیست پویا به عناصر اکولوژیکی تعریف شده توسط فائو پایبند است و آنها را ترویج می‌دهد. این شیوه باغبانی، روشی مشارکتی است که هم‌افزایی خاک و گیاهان و جهان پیرامونی را به ارمغان می‌آورد. در این روش مزرعه به عنوان نهادی مستقل در نظر گرفته می‌شود که دارای یک محیط داخلی است که در آن عوامل مختلف مزرعه با یکدیگر تعمل دارند و همچنین رابطه پویایی با زمینه خارجی وجود دارد.

یکی از اصول اساسی کشاورزی زیست پویا عدم استفاده از کودهای شیمیایی است و جایگزینی را که برای آن معرفی می کنند مواد طبیعی است که عمدتا در مزرعه تولید می‌شوند. در واقع این نوع کشاورزی یک سیستم بسته از محصولات کشاورزی و دامی ایجاد می‌کند که در آن تمام ورودی‌ها از درون خود مزرعه بازیابی می‌شوند. کمپوست‌سازی در کشاورزی زیست پویا امری اساسی است و اصل بازیافت در کشاورزی بوم‌شناختی را برآورده می‌کند. بر مبنای این شیوه هیچ زباله‌ای تولید نخواهد شد زیرا تمام چیزهایی که به عنوان زباله نامیده می

شوند در سایر بخش های مزرعه بازیافت می شوند و یک سیستم نقل و انتقال انرژی حیاتی ایجاد می‌کنند که ظرفیت‌های خودنوسازی را بیشتر افزایش می‌دهد. کمپوست ساخته شده از مواد غنی از پروتئین مانند کود حیوانی، برگ های سبز تازه و مواد غنی از کربن مانند کاه برنج، تراشه‌های چوب، برگ‌های خشک و غیره به بازیافت کودهای حیوانی و زباله‌های آلی و تثبیت نیتروژن و ساخت هوموس خاک کمک می‌کنند. کودهای بازیافتی و زباله‌های آلی در توده کمپوست، هوموس ایجاد می‌کنند و این برای مزرعه حیاتی است. بهبودپذیری محصولات با کاهش وابستگی به یک محصول یا گونه، تاب آوری و بهبودپذیری اقتصادی کشاورزی را افزایش می دهد. همچنین کاهش اتکا به نهاده‌های خارجی، ریسک مالی کشاورزی را کاهش می‌دهد. از دیدگاه عدالت اجتماعی و مسئولیت‌پذیری، کشاورزی باید اصول بنیادین پایداری اجتماعی، خلق مشترک دانش، تنوع فرهنگی، عدالت اجتماعی و از همه مهمتر پذیرش همه را دربر بگیرد (Basooria, 2024).

یکی از نکات قابل توجه در این شیوه، اقبال رو به گسترشی است که نشان دهنده افزایش اعتبار کشاورزی زیست پویا است. فروش مواد غذایی ارگانیک از اواخر قرن بیستم به طور پیوسته افزایش یافته است. افزایش آگاهی زیست محیطی، همراه با نگرانی‌ها در مورد تأثیرات بهداشتی بقایای آفت‌کش‌ها و مصرف محصولات اصلاح شده ژنتیکی (GMO)، رشد بخش ارگانیک را تقویت کرد. در ایالات متحده، فروش خرده‌فروشی از ۲۰.۳۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۸ به ۴۷.۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۹ افزایش یافت، در حالی که فروش در اروپا در سال ۲۰۱۹ به بیش از ۵۲ میلیارد دلار (۴۵ میلیارد یورو) رسید (Chhabra, 2017).

نکته ای که باید اینجا بدان اشاره کرد، نسبت کشاورزی زیست پویا و ارگانیک است. کشاورزی زیست پویا و ارگانیک بر فرآیندهای طبیعی و اجتناب از نهاده‌های مصنوعی تمرکز مشترکی دارند، اما کشاورزی زیست پویا با گنجاندن اصول معنوی و کل‌نگر، از جمله تأثیر ریتم‌های کیهانی و آماده‌سازی‌های خاص، فراتر می‌رود. کشاورزی ارگانیک بر شیوه‌ها و استانداردهای اکولوژیکی مبتنی بر علم که می‌توانند به صورت جهانی اعمال و تأیید شوند، تأکید دارد، در حالی که کشاورزی زیست پویا جهت‌گیری معنوی‌تر و عرفانی‌تری دارد (Basooria, 2024).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از روش تاریخی به منظور توصیف و تحلیل داده‌ها استفاده شده است و از شیوه کتابخانه‌ای و اسنادی بهره جسته و از پژوهش‌ها، گزارشات و مقالات مرتبط استفاده گشته است.

نتایج و بحث

با توجه به اهمیت کشاورزی در برآمدن و بقای نظامهای حکومتی و تبدیل آن به اصلیترین منبع درآمدهای مالیاتی در دوران پیشامدرن و نیز بدان جهت که مواد غذایی مکمل حیات بشر است، در دوران تمدن اسلامی توجه ویژه ای به موضوع باغبانی و کشاورزی بوده است. چنانچه نویسنده یواقیت العلوم با توجه به جایگاه ویژۀ کشاورزی در وضعیت اقتصادی و امرار معاش مردمان، این علم را پرمنفعت دانسته و آن را در مرتبه نخست و اصل همه صناعت‌ها می‌داند (قزوینی، ۵۷۳).

با نگاهی اجمالی می توان دریافت که اثاری که به این موضوع پرداخته اند به چند دسته تقسیم می شوند: ۱) کتاب‌هایی که موضوع آنها صرفا باغبانی و کشت بوده و با عنوان فلاحت نامه شناخته می‌شوند و آثار مستقلی هستند مثل معرفت فلاحت، ارشاد الزراعه، فلاحه النبطیه، دیوان الفلاحه، فلاحه الاندلسیه. ۲) کتاب‌هایی که به شکل دانشنامه تنظیم شده‌اند و فصلی را به این موضع اختصاص داده‌اند همچون یواقیت‌العلوم و دراری‌النجوم، جامع‌العلوم، نزهت‌نامه. ۳) کتاب هایی که با عنوان عجایب‌نامه شناخته می‌شوند و در آنها در بخشی از کتاب به این علم و یا تکنیک‌های بهره‌وری بیشتر از منابع در این موضوع پرداخته اند مانند عجایب‌المخلوقات و غرایب‌الموجودات .

موضوعاتی که در این اثار به آن‌ها اشاره شده است را به شکل خلاصه مورد توجه قرار می‌دهیم.

خاک‌شناسی

در واقع با بررسی این آثار این نکته را متوجه می‌شویم که فلاحت‌نامه‌ها زنجیره کاملی را در جهت استفاده و مدیریت بهینه موارد مربوط به باغبانی و کشاورزی را به دقت پرداخته‌اند. به عنوان مثال ابن‌بصال از متقدمترین دانشوران فلاحتی اندلس است که باب دوم کتاب القصد و البیان را به دسته بندی منظم انواع خاک و زمین، طبع و خواص آنها، محصول مناسب و موافق جهت کشت در آنها ، و نحوهٔ اصلاح و باروری هر یک از این زمینهای کشاورزی اختصاص داده است. تقسیم‌بندی ارائه شده در این متن نیز بر پایهٔ نظام طبایعی است. ابن‌بصال در این فصل ده نوع خاک را شناسایی و بررسی کرده است؛ اللینهٔ (خاک عالی و مرغوب)، الغلیظهٔ (شکاف در سطح برای ورود هوا و حرارت)، الجبلیهٔ (کوهستانی/ بدون منافذ سطحی)، الرملهٔ (ماسهای)، المدمنهٔ السوداء، البیضاء (آهکی)، الصفراء(خاک زردفام)، الحمراء (خاک سرخ)، الحرشاء المضرسهٔ، المکدنهٔ المایلهٔ الی الحمرهٔ (مایل به قرمز) (ابن‌بصال، ۴۹۹). همین شیوه در خاک‌شناسی و شیوه‌های بارورسازی آن در سایر آثار نیز مشهود است همچون آثار و احیا فضل‌الله همدانی، ارشادالزراعه، و نیز در مفاتیح‌الارزاق که جزو فلاحت‌نامه‌های متاخر می‌باشد.(حجتی، ۱۳۹۹).

کودها و نحوه استفاده از آن‌ها

یکی دیگر از موضوعاتی که در این زمینه در این آثار به آن اشاره شده کودها است. اشاره به انواع کودها و شکل استفاده از آنها جهت اصلاح و بارورسازی خاک و تقویت درختان و گیاهان یکی از رایج‌ترین توصیه‌هایی است که در فلاحت‌نامه‌ها به شکل مکرر به چشم می‌خورد. به عنوان مثال در نوادرالتبادر جهت بارورسازی خاک این چنین گفته که: اگر سرگین هر مرغی که باشد با هر تخمی که بود بیامیزند سیما سرگین کبوتر که خدای‌تعالی اندر آن افزونی کشت نهاده است، لیکن به تخمی می‌باید که در زمین تر افکنند و اگر در زمین خشک باشد بسوزد. (دنیسری، ۶۶۹).

کشاورزی و اجرام آسمانی

در دوران معاصر یکی از محورهای کشاورزی زیست پویا در نظر گرفتن شرایط و فازهای ماه می‌باشد. تمدن های باستان برای باغبانی و کشاورزی نیزشرایط ماه و سایر ستارگان و ارتباطشان با این موضوع را مورد بررسی قرار داده بودند. چنانچه در تمدن مصر، طلوع ستاره شعرای یمانی را نشانه طغیان نیل می‌دانستند. در ایران باستان این ستاره با عنوان تیشتر شناخته می‌شده و ایزد بانوی آب و باران و باروری خاک بوده. در یونان باستان نیز این ستاره را در باروری خاک و زمین موثر می‌دانستند. به همین مناسبت بخشی از کتاب‌های فلاحت‌نامه نیز در این ارتباط است. به عنوان مثال در ارشادالزراعه چنین آمده که: از منتصف اردیبهشت تا منتصف خرداد ماه در این ماه زیادت تاک را بیاندازند و آهن ازو دور دارند و در آخر این ماه به تاکی که انگور نداشته باشد و زیادت بود، بیندازند و ابتدای آب دادن سایر اشجار در این ماه بود سوای درخت انجیر که در این ماه آب بسیار نباید داد. (هروی، ۹۲۱) و یا به جهت غرس درخت، بهترین زمان را، هنگام بودن ماه در برج ثور معرفی کرده‌اند. (هروی، ۹۲۱).

دفع آفات

یکی از موضوعات اساسی در باغبانی و کشاورزی دفع آفات می‌باشد. در کتاب معرفت فلاحت راهکارهای مختلفی برای این مساله عنوان شده. به عنوان مثال: گرد درخت را یک شبر (یک وجب) حفر کنند بر وجهی که ما بین این حفر و اصل درخت یک شبر باشد و آن حفر را از بول بهایم پرسازند چنانچه ترشح به عروق آن رسد و بعد از آن قدری از ابوال قدری بر شاخ و برگ آن پاشند چنانچه قطرات از آن بچکد آن درخت از آفات محفوظ ماند (بیرجندی، ۱۳۸۶). نکته‌ای که باید بدان اشاره کرد که در دوران معاصر نیز به منظور دفع آفات و عدم استفاده از سموم شیمیایی، روشهای بیولوژیکی با عنوان بایوپستیساید (Biopesticide) ابداع شده است که یکی از روشهای جایگزین در این شیوه، استفاده از ادرار گاو است که در این مورد تحقیقات و مقالات متعددی نوشته شده است. (Gahukar, 2013).

مقابله با سرمازدگی

یکی از مسائلی که در باغبانی و کشاورزی با آن روبرو می‌شویم موضوع سرمازدگی و یا تگرگ است. در آثار مختلف به این موضوع اشاره شده است. به عنوان مثال: روث حیوانات در حوالی مزروعات و باغها جمع کنند چون توده‌های خاک و چون در شبی که بیم سرما باشد

آتش در آن توده‌ها زنند تا دود آن به زراعت و اشجار رسد از سرما محفوظ مانند. و در شب سرما چون رز و درخت را آب دهند سرما در آن اثر نکند. (بیرجندی، ۹۲۹).

کبوترخانه

چنانچه در ابتدا اشاره شد یکی از ویژگی‌های کشاورزی زیست پویا حفظ ارتباط و ایجاد چرخه کامل و کارامد با محیط پیرامون خود است. یکی از ابتکارات گذشتگان جهت افزایش کمی و کیفی محصولات، ایجاد سازه‌هایی برای لانه‌سازی تعداد کثیری کبوتر جهت استفاده از فضله آنها در باغ و محل کشت بوده است. برای نیل به این منظور در فلاحت‌نامه‌ها توصیه‌هایی در این زمینه آمده است. چنانچه: دهاقین رسم دارند که در بساتین و مزارع خود کبوترخانه بنا می‌کنند بجهت سرگین آن. چه به خاصیت مزروعات و اشجار را نفع تمام می‌دهد... و موضع که مسکن آنها بود بلند باید و در اندرون آن طاقها که در آن بیضه نهند و بچه برآورند و در پیش طاقها چوبها باید که بر آن نشینند، و بعضی چهارستون فرو برند و کبوترخانه بر بالای آن چهارستون بنا کنند تا حیوانات موذیه زود به ایشان نتوان رسید و همیشه باید که قدری آب در خانه آنها بود تا بجهت آب بیرون نروند و کسی آنها را صید نکند. و باید که در کبوترخانه بسیار نروند که از آن متضرر می‌شوند، و گاهگاهی بروند. چه اگر دیر بروند به غایت وحشی شوند و چون بعد از آن درآیند متنفر شوند و باید که کبوترخانه را هر سه روز یا چهار روز یک نوبت بروبند و از سرگین پاک کنند و چون خواهند که کبوتر به کبوتر خانه آورند کبوتر بچه و کبوتر جوان نیاورند، بلکه کبوتری آورند که بیشتر بچه داشته باشد و زیاده از ده زوج به یک دفعه درنیاورند. چه اگر بیشتر به یک نوبت درآورند به کبوترخانه الفت نمی‌گیرند. (بیرجندی، ۹۲۹).

نتیجه‌گیری

در دوران معاصر با توجه به تبعات استفاده از کود و سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی در زمینه باغبانی و کشاورزی، یافتن شیوه‌های جایگزین، اهمیت یافته است. در اوایل قرن بیستم کشاورزی زیست پویا از طرف یک آلمانی پیشنهاد شد. با بررسی آثار حکما و فلاحت‌نویسان دوران تمدن اسلامی این امر به وضوح دیده می‌شود که شیوه هایی که توسط آنها توصیه شده علاوه بر در بر گرفتن اصول کشاورزی زیست پویا، مطالبشان جزییات بیشتری در این زمینه، نشان داده‌اند. این توصیه‌ها در آثار متنوع و مختلفی همچون دانشنامه‌ها، فلاحت‌نامه، عجایب‌نامه‌ها و کمابیش در کشکول‌ها دیده می شود. در واقع آنچه را که در کشاورزی زیست پویا به عنوان در نظر گرفتن چرخه‌های طبیعی و ایجاد چرخه منابع و ارتقای تعادل اکولوژیکی و حفظ تنوع زیستی دنبال می‌شود، با جزییات و دسته‌بندی کامل در کتب حکمای دوران تمدن اسلامی دیده می‌شود همچون بررسی انوع خاک‌ها و زمین‌ها و روش‌های اصلاح آنها، تناسب هر خاک و زمین با محصولات خاص، کودها و نحوه استفاده از آنها و شرح کیفیتشان، راهکارهای مقابله با آفات و دفع آنها، مقابله با سرمازدگی درختان، شرح و توضیح پیوند انواع درختان و راهکارهای مناسب جهت ایجاد و نگهداری کبوترخانه جهت افزایش محصولات.

منابع

ابن‌بصال، ابوعبدالله محمد ابن ابراهیم. ۴۹۹. کتاب‌الفلاحه (القصد والبیان). فرانکفورت. معهد تاریخ‌العلوم‌العربیه و الاسلامیه (۲۰۰۱). صفحات ۴۱-۴۸.

بیرجندی، عبدالعلی. ۹۲۹. معرفت فلاحت (دوازده باب کشاورزی). میراث مکتوب (۱۳۸۶). صفحات ۲۷-۴۰ و ۱۳۱.

حجتی، ص. ۱۳۹۹. خاک و بارورسازی آن در فلاحت دوره اسلامی. نشریه تاریخ علم. صفحات ۴۸۷-۵۱۹.

دنیسری، شمس‌الدین محمد. ۶۶۹. نوادرالتبادر لتحفه‌البهادر. بنیاد فرهنگ ایران (۱۳۵۰). صفحه ۲۶۰.

قزوینی، نجار ابومحمد. ۵۷۳. یواقیت‌العلوم و دراری‌النجوم. بنیاد فرهنگ ایران (۱۳۴۵). صفحات ۲۲۲-۲۲۴.

هروی، قاسم ابن یوسف. ۹۲۱. ارشادالزراعه. انتشارات امیرکبیر (۱۳۴۶). صفحات ۶۱-۷۶ و ۲۲۰.

Basooriya, B. S. S. 2024. Biodynamic farming, principle and practices. Organic Farming: Principles and Practices, Kripa Drishti Publications, Maharashtra, India, 24-34.

Chhabra, E. 2017. Biodynamic farming is on the rise–but how effective is this alternative agricultural practice. The Guardian, 5.

Gahukar, R. T. 2013. Cow urine: A potential biopesticide. Indian Journal of Entomology, 75(3): 212-216.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Biodynamic agriculture and agricultural books of the Islamic civilization era

Mohsen Rajabzadeh Nobakht[1*] and Malek Askarizadeh Kovei[2]
1. Department of Political Science, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Municipality Region 1, Bandar Abbas, Iran
Corresponding Author: Nobakht.r96@gmail.com

Abstract

Due to the decisive position that horticulture and agriculture have had in the growth and development of human societies since ancient times, humans have always paid special attention to this issue. In the contemporary era, considering the consequences of using fertilizers and chemical pesticides, this issue is also carried out with other results in mind. Since the early twentieth century, it has been considered that products can be produced with better quality, without the negative side effects of fertilizers, pesticides and waste. To achieve this goal, organic agriculture or biodynamic agriculture was invented according to the requirements intended for it. In this way, in addition to creating natural cycles and promoting ecological interdependence and preserving biodiversity and various factors, they have also sought to find a dynamic relationship with external factors. Considering one of the characteristics of past civilizations, their success in organic agriculture has been by improving the quality of orchard and other agricultural products. The main idea of the article is that in the pre-modern era and when the Islamic civilization was at its peak, what solutions were used in the science of organic agriculture? In this research, the historical method is used to describe and analyze data, and library and documentary methods are used, and related research, reports, and articles are used. A review of written works shows that for each stage of gardening and agriculture practices, in order to improve the quality and quantity of products, all issues related to this science, from soil, fertilizer, pest control, planting, pruning, etc., have been identified and answered.

Keywords: Biodynamic agriculture, Fertilizer, Islamic civilization, Pest, Soil.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی اثر بخشی کودهای آلی بر پایه SCP بر کاهش تجمع نیتریت در غده‌های سیب‌زمینی

لیلی حبیب‌زاده[۱]، نسترن صابریان[۲]، لیلا ابویسانی[۳*] و احمدرضا اردلان[۴]

۱- گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهان باغبانی، پژوهشکده دروازه خورشید، مشهد، ایران
۲- گروه مدیریت حاصلخیزی و زیست فناوری خاک، پژوهشکده دروازه خورشید، مشهد ، ایران
۳- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پژوهشکده دروازه خورشید، مشهد ، ایران
۴- گروه زراعت، پژوهشکده دروازه خورشید، قصر شیرین، ایران
*نویسنده مسئول: *leila.abavisani@mail.um.ac.ir*

چکیده

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* به عنوان چهارمین محصول غذایی مهم در دنیا بعد از گندم، برنج و ذرت به‌شمار می‌رود، که جایگاه مهمی در سبد غذایی مردم جهان دارد و کشاورزان بسیاری را به سمت کشت و تولید این محصول سوق داده است؛ لذا تولید باکیفیت (بدون آلاینده) این محصول بسیار حائز اهمیت می‌باشد. عدم تجمع نیترات در محصولات غده‌ای مانند سیب‌زمینی برای تولید محصول سالم با اهمیت می‌باشد که اغلب به میزان و نوع مواد غذایی موجود در خاک وابسته است، که امروزه در اثر کاربرد بی رویه کودهای شیمیایی و احیاء نیترات به نیتریت در طول انبارداری سلامت جامعه بشری را تهدید می کند. همچنین رشد سیب زمینی و زمان وقوع هر مرحله در مدیریت زراعی مزرعه بسیار مهم است. بنابراین بررسی تاثیر استفاده از کودهای آلی نوآورانه بر پایه scp (Single Cell Protein)، فرآوری شده از زیست توده مخمری و غنی شده با ترکیبات آلی، بر عملکرد و کیفیت غده ها، از هدف های مهم این تحقیق به شمار می رود. این آزمایش در شهر قصر شیرین در مجتمع مکا، به صورت مزرعه ای – صحرایی در ۳ تکرار برای هر تیمار و در مساحتی مجموع یک هکتار، بر روی رقم سانته سیب‌زمینی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد، تا بتوان در حین افزایش عملکرد و سلامت خاک، به کیفیتی مطلوب و محصولی سالم نیز دست یافت. تاریخ کشت بهاره ۱۴۰۲/۱۱/۱۰ و شروع اعمال تیمار از خرداد ماه، و برداشت در تاریخ ۲۳ مرداد ماه ۱۴۰۳ انجام شده است. براساس نتایج آزمون که به روش ISIRI-7132 انجام شد، میزان تجمع نیتریت در غده در طول انبارداری، کاهش حدود ۴۰ درصدی تجمع نیتریت را از ۳۷ ppm به ۲۲.۳۲ ppm در نمونه های مورد بررسی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، کود آلی، نیترات، نیتریت، هزارگل.

مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* به‌عنوان چهارمین محصول غذایی بعد از گندم، برنج و ذرت به‌شمار می‌رود. گیاهی علفی و چندساله بوده، ولی در کشاورزی به‌صورت یک‌ساله کشت می‌شود و بومی نیم‌کره غربی است که جایگاه مهمی در سبد غذایی مردم جهان دارد؛ لذا تولید باکیفیت (بدون آلاینده) این محصول بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تولید سیب‌زمینی در جهان سالیانه ۲۸۰ تا ۳۰۰ میلیون تن برآورد می‌شود. دوره رشد سیب‌زمینی در کشور با توجه به شرایط بین ۱۲۰ تا ۱۳۰ روز است، ولی در برخی مناطق کشت بهاره بین ۵ تا ۶ ماه نیز طول خواهد کشید. رعایت تناوب زراعی برای مزارع سیب‌زمینی ضروری می‌باشد (مغرور، ج.، ۱۳۷۷).

حد بحرانی تجمع نیترات متناسب با میزان مصرف سرانه ۴۵ کیلوگرمی سیب‌زمینی کشور، ۱۷۰ میلی‌گرم نیترات در هر کیلوگرم وزن تر سیب‌زمینی تعیین شده است. میانگین غلظت نیترات در سیب‌زمینی توزیع‌شده در سطح شهر کرمانشاه ۷/۳۴۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر بود که بیشتر از مقدار استاندارد توصیه‌شده توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO) (۲۵۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر) است. میانگین جهانی میزان نیترات در سیب‌زمینی، بین ۱۰۲ تا ۵۲۴ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن سیب‌زمینی است. در بررسی‌های داخلی حد مجاز نیترات در سیب‌زمینی متفاوت و گاهی متناقض است، به همین دلیل پژوهشگران در تحقیقی حد مجاز ۲۴۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم را

برای ایران پیشنهاد کردند. نمونه‌برداری که در ۹ استان اصفهان، چهارمحال و بختیاری، همدان، آذربایجان شرقی، اردبیل، تهران، کرمان (جیرفت و کهنوج)، خوزستان (دزفول) و فارس صورت گرفت، نشان داده که غلظت نیترات ۲۰ درصد از نمونه‌ها بیش از حد مجاز است. همچنین تحقیقات مختلف نشان داده که متناسب با درصد مواد آلی موجود در خاک، با افزایش مصرف نیتروژن خالص تا ۱۳۰ الی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، ویژگی‌های کیفی و ماندگاری محصول بهبود می‌یابد. مصرف بیشتر نیتروژن، نتایج معکوسی را به‌دنبال دارد. کاهش انبارمانی، افزایش تلفات رطوبت، پلاسیدگی و بالا رفتن قند احیا و کاهش ویتامین ث و دوره خواب از جمله این نتایج است (گودرزی، ۱۳۹۸).

عوامل بسیار زیادی وجود دارد که می‌توانند به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر تجمع نیترات در محصولات کشاورزی تأثیرگذار باشند. در یک تقسیم‌بندی ساده می‌توان این عوامل را به سه دسته تقسیم کرد: ۱- عوامل ژنتیکی مانند گونه و ژنوتیپ گیاهی؛ ۲- عوامل محیطی مانند شدت و مدت نور (Santamaria, 2006)، کیفیت نور، غلظت کربن‌دی‌اکسید هوا و دما؛ ۳- عوامل مدیریتی مانند زمان برداشت (فصل برداشت و زمان برداشت در طول روز) (Santamaria, 2006)، استفاده از منابع کود نیتروژنی، مقدار و نوع آن، مدیریت تغذیه گیاه، استفاده از اصلاح‌کننده‌ها و کودهای آلی و زیستی و مدیریت پس از برداشت (مدت زمان و شرایط نگهداری تا زمان برداشت).

انجام یک تجزیه استاندارد و صحیح نیترات نیازمند صرف دقت بسیار بالا در تک‌تک مراحل انجام تجزیه است. از آنجایی که نیترات در محصولات تازه اندازه‌گیری می‌شود و همچنین به دلیل پویایی نیترات در محصولات تازه برداشت‌شده، تمامی مراحل نمونه‌برداری، نگهداری، انتقال، آماده‌سازی، عصاره‌گیری و اندازه‌گیری باید با دقت و سرعت نسبتاً بالایی صورت گیرد (گودرزی، ۱۳۹۸).

بسیاری از مطالعات مربوط به نقش تغذیه گیاه بر تجمع نیترات در محصولات کشاورزی نشان داده است که مدیریت بهینه تغذیه گیاه نقش بسیار مهمی در تنظیم سطوح نیترات در محصولات کشاورزی داشته باشد. بررسی اثر سطوح مختلف عناصر غذایی کلیدی مانند (مولیبدن، گوگرد، فسفر و کلر) از نظر تأثیر بر تجمع نیترات، گیاه و اثر مصرف همزمان آن‌ها با کودهای نیتروژنی، مباحثی هستند که به بررسی دقیق نیاز دارند (چراغی و همکاران، ۱۴۰۲). مقادیر بیش از حد نیترات در محصولات کشاورزی، آب و سایر غذاها یک تهدید جدی برای سلامت انسان است، زیرا حدود ۵ درصد از کل نیترات دریافت‌شده، توسط بزاق و دستگاه گوارش به نیتریت تبدیل می‌شود که به‌مراتب سمی‌تر می‌باشد؛ بنابراین باید در دریافت حد مجاز روزانه نیترات احتیاط کرد.

طی سال‌های اخیر، با توسعه روش‌های تشخیصی آزمایشگاهی، جنبه‌های مضر مصرف کودهای شیمیایی بیشتر نمایان شده است. مصرف نامتعادل کودهای نیتروژنه از یک‌سو سبب برهم‌خوردن توازن تغذیه‌ای عناصر غذایی خاک و آلودگی منابع آب و خاک گردیده و از سوی دیگر سلامت محصول تولیدشده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیترات به‌تنهایی سمی نیست، اما پس از احیاشدن تبدیل به نیتریت شده و در نتیجه واکنش با آمین‌ها و آمیدها، می‌تواند تولید ترکیبات خطرناک نظیر نیتروزآمین و نیتروزآمید نماید که از ترکیبات سرطان‌زا در بدن جانوران به‌حساب می‌آیند (تابنده و زارعی، ۱۳۹۷).

متناسب با درصد مواد آلی موجود در خاک، غده‌های سیب‌زمینی حاصل از مزارعی که مقادیر بیش از ۱۳۰ الی ۱۸۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار را دریافت کرده‌اند، دارای محتوای رطوبت بالاتر و ماده خشک کمتر و قند احیای بیشتری خواهند بود. چنین محصولی، انبارمانی کمتری داشته و زودتر جوانه می‌زند. بدیهی است میزان کود نیتروژنه مورد نیاز با درصد مواد آلی موجود در خاک دارای نسبت معکوس خواهد بود. غده‌های سیب‌زمینی دارای ماده خشک کمتر قابلیت استفاده در صنایع فرآوری سیب‌زمینی مانند تولید چیپس و خلال منجمد نیمه‌آماده را ندارند؛ زیرا راندمان تولید کمتری دارند و به علت دارا بودن ویتامین ث کمتر و قند احیای بیشتر، محصول سرخ‌شده آن‌ها رنگ تیره‌تری خواهد داشت (گودرزی، ف.، ۱۳۸۸).

مواد و روش‌ها

این طرح پژوهشی در شهر همدان، به صورت مزرعه‌ای - صحرایی در ۳ تکرار برای ۲ تیمار، و درمساحتی مجموع یک هکتار، در مجتمع مکا، (۳۵ کیلومتری شرق همدان، نرسیده به عوارضی پایانی جاده اتوبان ساوه- همدان)، بر روی رقم سانته سیب‌زمینی انجام شد. تاریخ کشت بهاره ۱۴۰۲/۱۱/۱۰ و شروع اعمال تیمارها از خرداد ماه، و برداشت در تاریخ ۲۳ مرداد ماه ۱۴۰۳ انجام شده است. نمونه گیری به طور تصادفی برداشت و به آزمایشگاه امین آزمای شرق در مشهد ارسال شد.

تیمارها شامل دو نمونه شاهد و نمونه‌ای است که با نهاده‌های کود آلی مایع کامل (روت هیلر) و کود مایع ازت بالا (بوستر) در مرحله آغاز رشد تا قبل از غده ریزی به میزان ۷۰ لیتر در هکتار روت‌هیلر و ۲۰ لیتر در هکتار بوستر و کود NPK 10-33-10 (پیکاپ)، کود NPK 3-20-20 (کافیت) و کود پتاس بالا (کاسیت) در مراحل قبل و در طول غده‌ریزی به میزان ۳ در ۱۰۰۰ به صورت محلولپاشی تیمار شده است.

نتایج

بر اساس نتایج آزمون مطابق جدول ۱، میزان تجمع نیتریت در غده در طول انبارداری، کاهش حدود ۴۰ درصدی تجمع نیتریت را در نمونه های مورد بررسی نشان می‌دهد که با رویکرد محصولات هزارگل با محوریت امنیت و سلامت غذایی، هم‌راستا می‌باشد. لازم به ذکر است که ارسال نمونه به آزمایشگاه، بلافاصله بعد از برداشت نبوده و بعد از ارسال نمونه ها از همدان به مشهد، در آزمایشگاه امین آزمای شرق انجام شد.

جدول ۱- نتایج اندازه گیری نیتریت.

ردیف	نمونه	نتایج آزمون	ویژگی بررسی	روش آزمون
۱	A: نمونه تیمار از خرمن برداشت شده	۲۲/۳۲ ppm	نیتریت	ISIRI-7132
۲	B: نمونه شاهد	۳۷ ppm	نیتریت	ISIRI-7132

کاهش تجمع نیترات در غده‌های سیب‌زمینی ممکن است بر اثر تغییر فعالیت نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز، پایین آوردن نسبت نیتروژن معدنی ذخیره شده به نیتروژن آلی و همزمان، بردن نیتروژن سازی به سمت تولید آمینواسید به وسیله آمینواسیدها و پپتیدها، ویتامین های گروه B، نوکلئوتیدها و ریزمغذی ها و محرک های زیستی درون SCP مخمری باشد. (عالمیان و همکاران، ۱۳۹۲) مشتقات مخمر و SCP ممکن است باعث ریشه‌زایی بهتر، تغییر سطح جذب نیتروژن، رفتن ریزوسفر به سمت میکروب‌های مفید و تبدیل بهتر نیتروژن به فرم آلی شوند. در دوره انبارداری، غده زنده است و متابولیسم ادامه دارد، بنابراین اگر SCP باعث بهبود وضعیت فیزیولوژیک غده شده باشد، ممکن است نیترات ذخیره‌شده در طی انبارداری بیشتر وارد مسیر کاهش و مصرف متابولیکی شود. یا به‌علت افزایش تنفس و بازسازی ترکیبات نیتروژنی، سطح نیترات آزاد پایین‌تر بیاید، در نتیجه تجمع نیترات و نیتریت کمتر شود.

طبق تحقیقات، (گودرزی، ۱۳۹۸) میزان نیترات و نیتریت در طی انبارداری کاهش می‌یابد. طی یک بررسی، در یک دوره ۵ ماهه انبارداری، درصد افزایش قند احیاء غده‌های سیب‌زمینی نسبت به مقدار آن در زمان برداشت از ۲۴۰ درصد به میزان ۳۵ درصد کاهش می‌یابد. در مطالعه فوق و با توجه به شرایط یکسان برای نمونه‌ها (تاخیر در انجام آزمون)، در صحت و تفسیر نتایج خللی وارد نمی‌شود.

منابع

بینام. ۱۳۹۲. مرز بیشینه باقیمانده نیترات در محصولات کشاورزی. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۶۵۹۶، ویرایش اول. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

تابنده، ل. و زارعی، م. ۱۳۹۷. بررسی اجمالی غلظت نیترات در برخی سبزی و صیفی تولیدی استان زنجان. پژوهش‌های خاک، ۳۲(۳): ۳۸۱-۳۷۳.

رومیزاده، سلیمان. ۱۳۷۷. توصیه کود ازته بر اساس آزمون خاک. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.

عالمیان، م.، افتخاری، ع.، سیدعبداله، ح.، حیدری، م. و عالم‌زاده انصاری، ن. ۱۳۹۲. ارزیابی تجمع نیترات و فعالیت نیترات ردوکتاز در مراحل مختلف رشد در برخی توده‌های اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) بومی ایران. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۳(۱۰): ۲۵-۳۶.

علوی نایینی، ف.، اسرار، ز. و مظفری، ح. ۱۳۹۴. تأثیر ویتامین B1 و هورمون IBA بر ریشه‌زایی و رشد سلول‌های کورتکس ریشه‌های نابجای قلمه‌های رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) در شرایط کشت هیدروپونیک. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱(۱): ۱۶-۳۰.

غفاری‌نژاد، س. ع.، نورقلی‌پور، ف. و غیبی، م. ن. ۱۳۹۹. محرک‌های رشد گیاهی، نقش آن‌ها در فیزیولوژی گیاه، جذب عناصر غذایی و مقابله با تنش‌های محیطی. مدیریت اراضی، ۸(۱): ۴۷-۶۷.

گودرزی، ف. ۱۳۹۸. افزایش انبارمانی و بهبود ویژگی‌های کیفی سیب‌زمینی با مدیریت مصرف کودهای نیتروژنه. ترویجی علوم کاربردی سیب‌زمینی، ۲(۱): ۳۳-۴۰.

گودرزی، فرزاد. ۱۳۸۸. بررسی اثر مصرف کودهای نیتروژن‌دار و پتاسیم‌دار بر تغییرات کیفی سیب‌زمینی در دوره انبارداری. ۴(۱۰): ۳۹-۵۰.

مغرور، ج. ۱۳۷۷. بررسی اثرات مقادیر مختلف کود ازت بر روی درصد ماده خشک غده در ارقام سیب‌زمینی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.

چراغی، م.، شهبازی، ک.، فتحی گردلیدانی، ا.، بازرگان، ک.، مارزی، م.، هاشمی‌نسب زواره، ک. س. و بهشتی، م. ۱۴۰۲. بررسی وضعیت نیترات در محصولات کشاورزی ایران و نقدی بر مطالعات گزارش‌شده-مطالعه مروری. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۴(۱۱): ۱۷۷۹-۱۸۲۰.

Cheraghi, M., Shahbazi, K., Fathi Gerdelidani, A., Bazargan, K., Marzi, M., Hasheminasab Zavareh, K. S. and Beheshti, M. 2024. Investigation of nitrate status in agricultural products of Iran and criticism of published studies – a review study. Iranian Journal of Soil and Water Research, 54(11): 1779-1820.

Feng, T. and Rui, F. 2008. Effects of fertilizing nitrogenous and potash fertilizer on yield of potato. Journal of Changjiang University, 13(4): 120-127.

Santamaria, P. 2006. Review nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 10-17

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Evaluation of the effectiveness of SCP-based organic fertilizers on reducing nitrate accumulation in potato tubers

Leili Habibzadeh[1], Nastran Saberian[2], Leila Abavisani[*3] and Ahmadreza Ardalan[4]

1. Horticultural Plant Breeding and Biotechnology, Sun Gate Research Institute, Mashhad, Iran
2. Soil Fertility Management and Biotechnology, Sun Gate Research Institute, Mashhad, Iran
3. Production Engineering and Plant Genetics, Sun Gate Research Institute, Mashhad, Iran
4. Agriculture expert, Sun Gate Research Institute, Mashhad, Iran

Corrsponding Author: leilasani499@yahoo.com

Abstract

Potato (Solanum tuberosum) is considered the fourth most important food crop worldwide after wheat, rice, and maize. It holds a significant place in the global food basket and has encouraged many farmers to cultivate and produce this crop. Therefore, the production of high-quality (contaminant-free) potatoes is of great importance. Avoiding nitrate accumulation in tuberous crops such as potatoes is essential for the production of healthy food, which is largely influenced by the type and quantity of nutrients available in the soil. Excessive use of chemical fertilizers and the subsequent reduction of nitrate to nitrite during storage poses a serious risk to public health. Moreover, understanding the growth stages and timing of each developmental phase is critical for proper agronomic management. This study aimed to investigate the effects of an innovative organic fertilizer, Root Healer, based on Single Cell Protein (SCP) derived from processed yeast biomass and enriched with organic compounds, on the yield and quality of potato tubers. The experiment was conducted in Qasr-e Shirin, Moka (Ahyaee Agro-Industrial Compeny) as a field trial using a randomized complete block design (RCBD) with three replications per treatment, covering a total area of one hectare. The trial was carried out on the Santé potato cultivar. The spring planting date was January 30, 2024, treatment applications began in June 2024, and harvesting took place on August 13, 2024. According to the results obtained using the ISIRI 7132 standard method, nitrite accumulation in the tubers during storage showed a reduction of approximately 40%, decreasing from 37 ppm to 22.32 ppm in the treated samples.

Keywords: Hezargoll, Nitrate, Nitrite, Organic Fertilizer, Potato.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش محوری کودهای حاوی بیوچار در کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی پایدار

نفیسه جلالی[1*]، صاحب سودایی مشائی[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
* نویسنده مسئول: *nafisejalali4@gmail.com*

چکیده

امروزه افزایش وابستگی کشاورزان به فرمولاسیون‌های شیمیایی، تولید محصولات کشاورزی را تقویت کرده است، اما آلودگی محیط زیست را بیش از پیش نموده و پایداری اکوسیستم‌ها را در سراسر جهان در معرض خطر جدی قرار داده است. تغییرات اقلیمی با افزایش فراوانی تنش‌های غیرزیستی، اوضاع را بدتر کرده است. با این حال، تنها ۵۰٪ از کل زمین‌های قابل سکونت برای اهداف کشاورزی در دسترس است و نیاز مبرمی به حفظ حاصلخیزی و پایداری آن وجود دارد. علاوه بر این بخش کشاورزی به دلیل افزایش مصرف نامتعادل و هزینه‌های گزاف مرتبط با کودهای شیمیایی با یک مشکل اساسی روبرو است. بنابراین، بهبود بهره‌وری محصول و افزایش امنیت غذایی با کاهش استفاده از کودهای شیمیایی این روزها به یک آزمون بزرگ تبدیل شده است. بیوچار، به عنوان یک اصلاح‌کننده خاک و افزودنی کود با پتانسیل توسعه پایدار به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد خود توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است. کاربرد آن می‌تواند به طور مؤثر کیفیت خاک، جذب آب و عناصر غذایی، ترسیب کربن خاک، رشد گیاه و عملکرد و کیفیت محصول را بهبود ببخشد. و منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سمیت فلزات سنگین خاک گردد. کودهای حاوی بیوچار نویدبخش مقابله با تخریب خاک و آلودگی محیط زیست ناشی از استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی هستند. با توجه به اهمیت بیوچار به عنوان یک جزء ضروری از کشاورزی پایدار، این بررسی نقش کودهای حاوی بیوچار و مزایای چندوجهی آن‌ها در حفظ حاصلخیزی خاک و بهبود بهره‌وری گیاه را شرح می‌دهد. می‌توان نتیجه گرفت که کودهای حاوی بیوچار می‌توانند به عنوان ابزاری مقرون به صرفه و اقتصادی برای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و افزایش رشد در گیاهان مورد استفاده قرار گیرند.

کلمات کلیدی: امنیت غذایی، بیوچار، کشاورزی پایدار، کودهای شیمیایی.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

افزایش جمعیت انسانی با محدودیت زمین‌های کشاورزی، تهدید بزرگی برای امنیت غذایی محسوب می‌شود. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، جمعیت جهان با افزایش ۷۰ درصدی تقاضای غذا به ۹ میلیارد نفر برسد (Alexandratos and Bruinsma 2012). شیوه‌های کشاورزی فعلی می‌توانند این تقاضا را برآورده کنند، اما با وابستگی بیشتر به کودهای شیمیایی معدنی (Bhardwaj et al., 2014). تولید کشاورزی از زمان انقلاب سبز واقعاً تقویت شده است و کشاورزان به دلیل اطمینان از ثبات اقتصادی به کودهای شیمیایی بسیار متکی بوده‌اند (Nath and Das, 2018). با این حال، اثرات مضر آنها بر محیط زیست و سلامت انسان را نمی‌توان انکار کرد. کودهای شیمیایی می‌توانند به رشد گیاه کمک کنند اما هیچ نقشی در بهبود خواص خاک ندارند (Etesami et al., 2017). آن‌ها با کاهش ظرفیت نگهداری آب، افزایش شوری و نابرابری در توزیع عناصر غذایی خاک، مسئول تخریب خاک هستند (Choudhary et al., 2018). استفاده بیش از حد آنها همچنین به دلیل تجمع فلزات سنگین مانند جیوه، کادمیوم و سرب، که از طریق خاک وارد گیاهان می‌شوند منجر به آلودگی محیط زیست شده و در نهایت وارد زنجیره غذایی نیز می‌شوند (Margenat et al., 2018). بیماری‌های متعددی مانند سرطان معده، مت هموگلوبین در نوزادان و انسان‌ها به دلیل تجمع این آلاینده‌ها گزارش شده است (Katiyar et al., 2016). تغذیه جمعیت جهان تنها دغدغه نیست، وظیفه مهم‌تر و

چالش‌برانگیزتر، تولید ایمن و پایدار این غذا است. با توجه به تمام اثرات مضر نهاده‌های شیمیایی و نگرانی روزافزون عموم در مورد آن، نیاز مبرمی به توسعه استراتژی‌های جایگزین برای کوددهی خاک وجود دارد. بیوچار یک ماده کربنی جامد است که با سوزاندن موادآلی مانند چوب، ضایعات کشاورزی و سایر بقایای گیاهی در شرایط کم اکسیژن توسط فرآیند پیرولیز تولید می‌شود (Vasseghian et al., 2024). بیوچار ماده‌ای است که بسیار متخلخل بوده و سطح ویژه زیادی دارد. این خواص به بیوچار اجازه می‌دهد تا آب و عناصر غذایی را حفظ کرده و آن‌ها را در دسترس گیاهان و میکروارگانیسم‌ها قرار دهد (Li at al., 2023). یکی از خواص مهم بیوچار، توانایی آن در حمایت از رشد گیاهان است (Zhao et al., 2024). با این حال، اثرات بیوچار همیشه ثابت نیست و محصولات مختلف ممکن است واکنش متفاوتی نشان دهند (Yin et al., 2022). این تنوع در درجه اول از مواد اولیه متنوعی که برای تولید بیوچار استفاده می‌شود ناشی می‌شود که منجر به تفاوت‌های قابل توجهی در ساختار فیزیکی و ترکیب عناصر غذایی بیوچار می‌شود و به طور بالقوه نمی‌تواند نیازهای خاص محصولات مختلف را برآورده کند. علاوه بر این، ظرفیت جذب بالای عناصر غذایی بیوچار گاهی اوقات می‌تواند در دسترس بودن عناصر غذایی را محدود کند (Li at al., 2023). علاوه بر این، بیوچار ممکن است فلزات سنگینی را حمل کند که بر رشد گیاه تأثیر منفی می‌گذارند (Hilber at al., 2017). در سال‌های اخیر، بسیاری از مطالعات بر توسعه بیوچار برای غلبه بر محدودیت‌های آن در کاربردهای کشاورزی متمرکز شده‌اند. برای پرداختن به این چالش‌ها، تکنیک‌های مختلفی، به ویژه تولید کودهای حاوی بیوچار، پدیدار شده‌اند که رویکردی جدید برای بهینه‌سازی خواص بیوچار و افزایش مزایای تغذیه‌ای آن ارائه می‌دهد. کود حاوی بیوچار به عنوان یک کود جدید، در غلبه بر محدودیت‌های بیوچار معمولی، مانند محتوای کم عناصرغذایی معدنی، عملکرد ناپایدار، اثرات بلندمدت نامشخص و احتمال وجود مواد مضر مؤثر بوده است (Zheng at al., 2019). در مقایسه با بیوچار، کود حاوی بیوچار دارای خواص فیزیکی و شیمیایی برتر است. کاربرد آن نه تنها بافت خاک را بهبود می‌بخشد و ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی خاک را افزایش می‌دهد، بلکه رشد محصول را نیز افزایش می‌دهد و استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (Wang at al., 2025). علاوه بر این، می‌تواند با آزاد کردن عناصر قلیایی، اسیدیته خاک را خنثی کند (Nepa et al, 2023). این بررسی روش‌های آماده‌سازی، نحوه عملکرد و اثرات کاربرد کودهای حاوی بیوچار در اکوسیستم‌های کشاورزی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مفهوم، طبقه‌بندی و روش‌های آماده‌سازی کودهای حاوی بیوچار

۱- مفهوم و طبقه‌بندی کودهای حاوی بیوچار

کود حاوی بیوچار یک کود کاربردی است که در آن بیوچار به عنوان یک حامل برای بارگذاری عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم از طریق روش‌های فیزیکی یا شیمیایی عمل می‌کند. با توجه به منبع و ترکیب عناصر غذایی، کودهای حاوی بیوچار را می‌توان عمدتاً به سه دسته تقسیم کرد:

کود آلی حاوی بیوچار: این کودها از بیوچار ترکیب شده با مواد آلی از گیاهان و حیوانات (به عنوان مثال، کاه، بقایای کلزا، زباله‌های آشپزخانه، کود حیوانی) تشکیل شده‌اند (Piash et al, 2022).

کود معدنی حاوی بیوچار: این کودها با ترکیب بیوچار با کودهای شیمیایی (به عنوان مثال، اوره، دی آمونیوم فسفات، کلرید پتاسیم) تهیه می‌شوند (Grafmuller at al., 2024).

کود ترکیبی آلی-معدنی حاوی بیوچار: این کودهای مرکب شامل اجزای آلی و معدنی هستند (Zhou at al., 2021).

علاوه بر این، بر اساس نوع ماده مغذی، کودهای مبتنی بر بیوچار را می‌توان به موارد زیر تقسیم کرد:

کود نیتروژنی حاوی بیوچار: از بیوچار مخلوط با کودهای شیمیایی نیتروژن (مانند نیترات آمونیوم، اوره) تشکیل شده است(Puga at al., 2020).

کود فسفری حاوی بیوچار: با ترکیب بیوچار با کودهای شیمیایی فسفر (مانند فسفات مونوآمونیوم) تهیه می‌شود (Barbosa at al., 2022).

کود پتاسیمی حاوی بیوچار: با مخلوط کردن بیوچار با کودهای شیمیایی پتاسیم (مانند کلرید پتاسیم، سولفات پتاسیم) تولید می‌شود (Fachini at al., 2024).

۲- روش‌های آماده‌سازی کودهای حاوی بیوچار

روش تهیه کود حاوی بیوچار عامل کلیدی تعیین‌کننده عملکرد و کارایی کاربرد آن است. معمولاً کود حاوی بیوچار با کربنیزه کردن زیست‌توده و سپس ترکیب آن با سایر اجزای کود (مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم) با استفاده از تکنیک‌های مختلف فرآوری تولید می‌شود. بسته به منبع مواد اولیه، فرآیند تهیه و ترکیب کود، روش‌های تولید کود حاوی بیوچار تنوع قابل توجهی را نشان می‌دهد. روش‌های اصلی تهیه این کودها در حال حاضر شامل کوپیرولیز، پیرولیز، اشباع، گرانولاسیون و پوشش‌دهی است. فرآیندهای خاص تهیه و ویژگی‌های هر روش در زیر شرح داده شده است.

روش کوپیرولیز

در روش کوپیرولیز، بیوچار را مستقیماً با پیرولیز همزمان زیست‌توده و کودها یا افزودنی‌های معدنی سنتز می‌کند. ابتدا، مواد زیست‌توده (مانند کاه و کود حیوانی) با نسبت خاصی از کودها (مانند اوره و فسفات) مخلوط می‌شود. سپس این مخلوط تحت شرایط دمای بالا و اکسیژن محدود تحت پیرولیز قرار می‌گیرد. پس از پیرولیز، محصول خنک، جمع‌آوری و از طریق خرد کردن، الک کردن یا دانه‌بندی برای تشکیل کود مبتنی بر بیوچار پردازش می‌شود. این روش تثبیت عناصر غذایی را در طول پیرولیز افزایش می‌دهد و پایداری و در دسترس بودن عناصر غذایی کود را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد. مزیت اصلی در هم‌افزایی کارآمد بین بیوچار و کود است که منجر به افزایش اثرات می‌شود. کاربرد آن در خاک‌های تخریب‌شده و محصولات اقتصادی است (Zheng at al., 2019).

روش پیرولیز

در روش پیرولیز، زیست‌توده را مستقیماً در خاک یا محیط مزرعه به بیوچار تبدیل می‌کنند و در عین حال کوددهی را نیز در آن ادغام می‌کند. این فرآیند شامل پخش مواد زیست‌توده در مزرعه، اعمال تکنیک‌های پیرولیز موضعی برای کربنیزه کردن جزئی آن‌ها و همزمان افزودن کود است. متعاقباً، شخم‌زنی برای اطمینان از اختلاط یکنواخت بیوچار با خاک انجام می‌شود. این روش به طور مؤثر هزینه‌های حمل و نقل و فرآوری را کاهش می‌دهد و آن را به ویژه برای بهبود زمین‌های کشاورزی در مقیاس بزرگ مناسب می‌کند (Wang at al., 2022).

روش اشباع

در روش اشباع از ساختار منافذ بیوچار برای بارگذاری عناصر غذایی از طریق جذب یا تبادل یونی در محلول استفاده می‌شود. ابتدا، بیوچار تهیه و در یک محلول کود از پیش ساخته شده خیسانده می‌شود تا عناصر غذایی را جذب کند. پس از یک دوره خیساندن، بیوچار برداشته و خشک می‌شود و در نتیجه کودی حاوی بیوچار با عناصر غذایی به طور یکنواخت توزیع شده به دست می‌آید. این روش امکان تنظیم ترکیب عناصر غذایی را با توجه به نیازهای مختلف خاک فراهم می‌کند و به طور قابل توجهی راندمان کود را بهبود می‌بخشد. روش اشباع به معرف‌های شیمیایی (مانند محلول‌های اسید-باز یا نمک) و محلول‌های کود (مانند محلول‌های نیتروژن، فسفر و پتاسیم) برای اصلاح نیاز دارد. کاربرد آن شامل سبزیجات برگ‌دار و موقعیت‌هایی است که نیاز به مکمل سریع عناصر غذایی دارند (Wali at al., 2020).

روش گرانولاسیون

روش گرانولاسیون، یکنواختی و جریان‌پذیری کودهای حاوی بیوچار را از طریق فرآیندهای گرانولاسیون مکانیکی بهبود می‌بخشد. ابتدا، پودر بیوچار با مواد اولیه کود مخلوط می‌شود و مقدار مناسبی از چسب (مانند لیگنین یا استات) برای افزایش پایداری ذرات اضافه می‌شود. سپس گرانول‌ها با استفاده از تکنیک‌های گرانولاسیون استوانه‌ای یا گرانولاسیون اکستروژن تهیه می‌شوند. پس از گرانولاسیون، ذرات خشک، الک و بسته‌بندی می‌شوند تا محصولی مناسب برای کوددهی مکانیکی تولید شود. مزیت اصلی این روش در آزادسازی یکنواخت‌تر و پایدارتر عناصر غذایی است (Yu at al., 2021).

روش پوشش‌دهی

روش پوشش‌دهی با اعمال لایه‌ای از مواد با رهایش کنترل‌شده روی سطح کود حاوی بیوچار، رهایش پایدار عناصر غذایی و راندمان کود را بهبود می‌بخشد. ابتدا، گرانول‌های کود حاوی بیوچار تهیه و در یک دستگاه پوشش‌دهی چرخشی قرار می‌گیرند، جایی که یک ماده پوشش‌دهنده (مانند آلژینات سدیم یا بیوپلیمر) روی ذرات اسپری می‌شود. سپس گرانول‌ها خشک و عمل‌آوری می‌شوند تا یک لایه پوشش‌دهی یکنواخت تشکیل دهند. این روش به طور مؤثر سرعت رهایش عناصر غذایی را کنترل می‌کند، از دست دادن عناصر غذایی را کاهش می‌دهد و راندمان کود را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد (Jia at al., 2021).

اثرات کودهای حاوی بیوچار بر رشد، توسعه، کیفیت و عملکرد محصولات مختلف

در سال‌های اخیر، تحقیقات در مورد کودهای حاوی بیوچار عمیق‌تر شده است و مطالعات متعددی اثرات مثبت آن‌ها را در افزایش مقاومت محصول در برابر استرس، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت تأیید کرده‌اند (Zhang at al., 2021). به عنوان مثال، در مقایسه با کودهای شیمیایی سنتی، کودهای حاوی بیوچار به طور قابل توجهی عملکرد بادام زمینی را بهبود می‌بخشند (Gao at al., 2017). کودهای حاوی بیوچار به طور قابل توجهی محتوای نیتروژن را در ساقه و هسته ذرت و همچنین محتوای فسفر را در محورها و هسته ذرت افزایش دادند، به طوری که افزایش عملکرد ۹.۲٪ و بهبود راندمان استفاده از عناصر غذایی ۳۱.۵۷-۵۴.۵۷٪ بود (Yin at al., 2022). در سیستم کاشت تناوبی ذرت-سویا، اگرچه کود حاوی بیوچار افزایش سالانه در عملکرد سویا را نشان داد، اما هیچ تاثیری بر عملکرد ذرت نداشت (Yuan at al., 2022). اینکه آیا این تفاوت در نتایج مربوط به سیستم کشت بوده است یا خیر، نیاز به اعتبارسنجی تجربی بیشتر دارد. آلودگی خاک با کادمیوم به شدت بر رشد و کیفیت برنج تأثیر می‌گذارد و ممکن است خطرات بالقوه‌ای برای سلامتی ایجاد کند. با این حال، تحقیقات نشان داده است که وقتی محتوای بیوچار در کودهای مبتنی بر بیوچار به سطح خاصی رسید، کیفیت خاک به طور قابل توجهی بهبود یافت. شاخص‌های رشد برنج تا حدی افزایش یافت و فراهمی زیستی کادمیوم در خاک به طور موثر کاهش یافت که منجر به جذب کمتر کادمیوم توسط برنج و بهبود عملکرد و کیفیت گردید (Lv at al., 2021). در مقایسه با کودهای شیمیایی، کودهای حاوی بیوچار نه تنها عملکرد برنج را ۹.۲٪ افزایش دادند، بلکه محتوای کادمیوم در دانه‌های برنج را نیز ۷۹٪ کاهش دادند (Qian at al., 2024). علاوه بر تأثیر مثبت آن‌ها بر عملکرد و کیفیت محصولات زراعی، کودهای حاوی بیوچار اثرات قابل توجهی در کشت سبزیجات نیز نشان داده‌اند. در کشت چغندر قند، کود آلی مبتنی بر بیوچار نه تنها عملکرد محصول را افزایش داد، بلکه ظرفیت فتوسنتز و محتوای قند چغندر را نیز به طور قابل توجهی بهبود بخشید (Chen at al., 2022). در مقایسه با کودهای شیمیایی، کودهای حاوی بیوچار نه تنها عملکرد بادمجان را به طور قابل توجهی افزایش دادند، بلکه به طور موثری محتوای نیترات در میوه را کاهش دادند، در حالی که ویتامین C، قندهای محلول و تجمع نیتروژن، فسفر و پتاسیم را افزایش دادند (Zhang at al., 2022). علاوه بر این، کودهای حاوی بیوچار به طور قابل توجهی غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در خیار افزایش دادند (Villada at al., 2024). در مقایسه با کودهای شیمیایی، کودهای حاوی بیوچار وزن تازه کلم را تقریباً ۱۴.۰۲٪ افزایش دادند (Bi at al., 2024). و همچنین ویژگی‌های رشد کلم مانند محتوای کلروفیل، ارتفاع گیاه، حداکثر طول برگ و حداکثر عرض برگ را به طور قابل توجهی بهبود بخشیدند.

تأثیر کودهای حاوی بیوچار بر بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک

کودهای حاوی بیوچار، می‌توانند از طریق مکانیسم‌های مختلف خواص فیزیکی و شیمیایی خاک را به طور قابل توجهی بهبود بخشند. ساختار متخلخل بیوچار در کودهای حاوی بیوچار می‌تواند به طور مؤثر تخلخل خاک را افزایش دهد، تشکیل خاکدانه‌های خاک را ترویج دهد و پایداری ساختاری خاک و هوادهی را افزایش دهد (Zan at al., 2025). علاوه بر این، کودهای حاوی بیوچار می‌توانند ظرفیت نگهداری آب خاک را به طور قابل توجهی بهبود ببخشند که احتمالاً به دلیل وجود گروه‌های عاملی آبدوست در بیوچار است که به حفظ رطوبت و کاهش هدررفت آب کمک می‌کنند (Glab at al., 2016). کودهای حاوی بیوچار سرشار از عناصر غذایی گیاهی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم هستند (de Moraise and Silva, 2023). پس از کاربرد، آن‌ها می‌توانند محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در خاک را به طور قابل توجهی افزایش دهند (Wang at al., 2023). و با متعادل کردن سطح عناصر غذایی، حاصلخیزی خاک را به طور مؤثر افزایش دهند (Wang at al., 2022). علاوه بر این، کودهای حاوی بیوچار تأثیر قابل توجهی بر تنظیم pH خاک دارند (Deng at al., 2024). از یک سو، بیوچار اضافه شده در طول فرآیند تولید می‌تواند مستقیماً اسیدیته خاک را خنثی کند (Bolan at al., 2023). و از سوی دیگر، بیوچار می‌تواند با جذب یون‌های کلرید و یون‌های هیدروژن از طریق گروه‌های عاملی سطحی فراوان و ساختار متخلخل خود، اسیدی شدن خاک را کاهش دهد و در نتیجه اسیدیته مؤثر را کاهش دهد (Shetty and Prakash, 2020).

مزایای کودهای حاوی بیوچار در آزادسازی عناصر غذایی

تفاوت قابل توجه بین کودهای حاوی بیوچار و کودهای معمولی، در خواص آزادسازی آهسته و بادوام‌تر آن‌ها است (Luo at al., 2021). کودهای حاوی بیوچار می‌توانند به طور مداوم عناصر غذایی را در کل چرخه رشد محصول فراهم کنند و در نتیجه راندمان استفاده از عناصر غذایی را به طور قابل توجهی بهبود بخشند (Melo at al., 2022). این ویژگی به کودهای حاوی بیوچار اجازه می‌دهد تا به طور مؤثر نیازهای غذایی محصولات را در مراحل مختلف رشد برآورده کنند. در مقابل، اگرچه خود بیوچار دارای ویژگی‌های آزادسازی آهسته خاصی است، اما عملکرد آزادسازی آهسته آن به اندازه کودهای حاوی بیوچار مؤثر نیست. تجزیه و تحلیل‌های جامع با استفاده از تکنیک‌هایی مانند پراش اشعه ایکس، طیف‌سنجی مادون قرمز و طیف‌سنجی فوتوالکترون اشعه ایکس نشان داده است که کودهای با آزادسازی کنترل‌شده مبتنی بر بیوچار در کنترل آزادسازی عناصر غذایی نسبت به مخلوط کودهای بیوچار و NPK عملکرد بهتری دارند، به طوری که کودهای حاوی بیوچار آزادسازی عناصر غذایی از بیوچار را به طور مؤثرتری تنظیم می‌کنند (Liu at al., 2019). علاوه بر این، مطالعات نشان داده‌اند که کودهای نیتروژنی با رهایش کنترل‌شده مبتنی بر بیوچار، که با مخلوط کردن بیوچار با سولفات آمونیوم و دانه‌بندی آن و سپس پوشش دادن آن با اسید پلی‌لاکتیک ساخته می‌شوند، دوره رهایش نیتروژن را به طور قابل توجهی افزایش داده و در نتیجه راندمان استفاده از نیتروژن را بهبود می‌بخشند (Ruble and Wei, 2022). علاوه بر این، کود حاوی بیوچار همچنین به طور قابل توجهی میزان استفاده ظاهری از نیتروژن، فسفر و پتاسیم را بهبود بخشید و مزایای آن را در حفظ عناصر غذایی و افزایش راندمان مصرف کود بیشتر نشان داد.

رابطه بین کودهای حاوی بیوچار و کشاورزی پایدار

کودهای شیمیایی اغلب از سوخت‌های فسیلی (مانند زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی) یا منابع معدنی (مانند سنگ معدن) مشتق می‌شوند. استخراج و فرآوری این مواد نه تنها منابع تجدیدناپذیر را از بین می‌برد، بلکه می‌تواند منجر به آلودگی محیط زیست نیز شود. علاوه بر این، استفاده از کودهای شیمیایی اغلب منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند اکسید نیتروژن (N_2O) می‌شود (Wei at al., 2010). برخی از کودهای شیمیایی همچنین حاوی فلزات سنگین و سایر مواد مضر هستند که در خاک تجمع می‌یابند و به طور بالقوه سلامت گیاهان، حیوانات و انسان‌ها را تهدید می‌کنند (Giuffre de Lopez Camelo and Ratto de Miguez, 1997). در مقابل، کودهای حاوی بیوچار معمولا از مواد آلی تجدیدپذیر طبیعی (مانند کاه، تراشه‌های چوب، پسماندهای کشاورزی، کود دامی) از طریق پیرولیز در دمای بالا ساخته می‌شوند. در مقایسه با کودهای شیمیایی، کودهای مبتنی بر بیوچار وابستگی به منابع طبیعی را کاهش داده و آسیب‌های زیست‌محیطی را کاهش می‌دهند. علاوه بر این، کودهای حاوی بیوچار پتانسیل قابل توجهی در بهبود خاک (Chen at al., 2021)، افزایش حاصلخیزی خاک (Acharya at al., 2021)، کاهش مصرف کودهای شیمیایی (Wang at al., 2024). و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی (Yan at

al., 2025) نشان داده‌اند. مواد اولیه اصلی برای کودهای حاوی بیوچار شامل پسماندهای محصولات کشاورزی مانند کاه و کود دامی است (Luyima at al., 2020). استفاده از کاه و کود دامی نه تنها به طور موثر منابع زائد را بازیافت می‌کند، بلکه به کاهش مسائل زیست‌محیطی ناشی از آلودگی کود دامی و سوزاندن کاه نیز کمک می‌کند (Strokal at al., 2016). این نشان دهنده مفهوم بازیافت منابع است و با اصول حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار همسو است. متان، به عنوان یک گاز گلخانه‌ای، با افزایش انتشار خود، گرمایش جهانی را تشدید می‌کند (Nguyen at al., 2019). و منجر به رویدادهای شدید آب و هوایی مکرر می‌شود که بر رشد محصول و پایداری عملکرد تأثیر می‌گذارد. انتشار متان، به ویژه از شالیزارها و تالاب‌های برنج، این مسئله را تشدید می‌کند (Chen at al., 2013). و پایداری کشاورزی و امنیت غذایی را تهدید می‌کند. بنابراین، کاهش انتشار متان به یک وظیفه فوری در حفاظت از اکوسیستم‌های کشاورزی و مبارزه با تغییرات آب و هوایی تبدیل شده است. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از کودهای مبتنی بر بیوچار نه تنها به طور مؤثر انتشار متان را مهار می‌کنند، بلکه انتشار N_2O را نیز در کوتاه مدت کاهش می‌دهند. به عنوان مثال، در مورد کاشت بامبو، کودهای حاوی بیوچار می‌توانند غلظت نیتروژن آلی محلول در آب و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با چرخه نیتروژن را کاهش دهند، که انتظار می‌رود انتشار N_2O سالانه ۳۸۳ تن کاهش یابد (Zhou et al., 2024). کودهای حاوی بیوچار به طور قابل توجهی انتشار متان و آمونیاک را در شالیزارهای برنج در کل فصل رشد کاهش می‌دهند (Dong et al., 2021). این اثر ممکن است مربوط به ویژگی‌های آزادسازی آهسته کودهای حاوی بیوچار باشد که می‌توانند به طور مؤثرتری فراوانی نسبی جوامع میکروبی تولیدکننده متان را کاهش دهند و در عین حال فراوانی نسبی خوشه اول برنج را افزایش دهند (Zhou et al., 2024).

نتیجه‌گیری

کشاورزی پایدار نیازمند استفاده از استراتژی‌هایی برای افزایش یا حفظ نرخ فعلی تولید مواد غذایی و در عین حال کاهش آسیب به محیط زیست و سلامت انسان است. استفاده از کودهای حاوی بیوچار جایگزینی برای فناوری‌های کشاورزی مرسوم است. کودهای حاوی بیوچار پتانسیل بالایی در افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش عملکرد محصول و کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از کودهای شیمیایی در کشاورزی نشان می‌دهند. درک عمیق از روش‌های آماده‌سازی، طبقه‌بندی و خواص کودهای حاوی بیوچار نشان می‌دهد که کودهای حاوی بیوچار، به عنوان یک کود جدید، نه تنها به طور مؤثر در دسترس بودن عناصر غذایی خاک و جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهند، بلکه ساختار خاک و ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی خاک را بهبود می‌بخشند و انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل می‌رسانند. با این حال، هنوز چندین مسئله وجود دارد که مانع از کاربرد گسترده کودهای حاوی بیوچار می‌شود. اولاً، تحقیقات فعلی در مورد کودهای حاوی بیوچار عمدتا مبتنی بر آزمایش‌های کوتاه‌مدت است و مطالعات تجربی بلندمدت، بین فصلی و مزرعه‌ای تحت سیستم‌های مختلف کشت وجود ندارد. ثانیاً، مکانیسم‌های تعامل بین انواع مختلف کودهای حاوی بیوچار، خاک، عناصر غذایی و میکروارگانیسم‌ها به طور کامل درک نشده‌اند. سوم، فقدان تکنیک‌های استاندارد آماده‌سازی برای کودهای حاوی بیوچار، به همراه ناهماهنگی‌هایی در انتخاب مواد اولیه، فرآیندهای پیرولیز، فناوری‌های اصلاح و روش‌های پس از تصفیه، که صنعتی‌سازی کودهای حاوی بیوچار را محدود می‌کند، وجود دارد. علاوه بر این، تولید بیوچار و فرآیندهای اصلاح آن اغلب شامل مصرف انرژی و هزینه‌های مواد نسبتاً بالایی است. این امر، به ویژه در شرایط تولید در مقیاس بزرگ منجر به افزایش قیمت محصول در بازار می‌شود و پذیرش گسترده کودهای حاوی بیوچار را در تولید محصولات کشاورزی محدود می‌کند. همچنین تمایل کشاورزان برای خرید را تضعیف می‌کند و در نتیجه مانع گسترش آن در کشاورزی سبز و اکولوژیکی می‌شود. با وجود برخی چالش‌های اقتصادی، کودهای حاوی بیوچار هنوز مزایای زیست‌محیطی قابل توجهی ارائه می‌دهند. آن‌ها پتانسیل زیادی در کاهش از دست دادن عناصر غذایی نیتروژن و فسفر، کاهش خطرات اسیدی شدن خاک، تأمین عناصر غذایی با رهاسازی آهسته، کنترل آلودگی فلزات سنگین نشان می‌دهند. با افزایش نیاز مبرم به توسعه پایدار کشاورزی، انتظار می‌رود کودهای حاوی بیوچار به یک پل ارتباطی بین بهره‌وری کشاورزی و حفاظت از محیط زیست تبدیل شوند.

منابع

Alexandratos, N. and Bruinsma, J. 2012. World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision.

Acharya, N., Vista, S. P., Shrestha, S., Neupane, N. and Pandit, N. R. 2022. Potential of biochar-based organic fertilizers on increasing soil fertility, available nutrients, and okra productivity in slightly acidic sandy loam soil. Nitrogen, 4(1): 1-15.

Barbosa, C. F., Correa, D. A., Carneiro, J. S. D. S. and Melo, L. C. A. 2022. Biochar phosphate fertilizer loaded with urea preserves available nitrogen longer than conventional urea. Sustainability, 14(2): 686.

Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K. and Tuteja, N. 2014. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. Microbial Cell Factories, 13: 1-10.

Bi, H., Xu, J., Li, K., Li, K., Cao, H. and Zhao, C. 2024. Effects of biochar-coated nitrogen fertilizer on the yield and quality of bok choy and on soil nutrients. Sustainability, 16(4): 1659.

Bolan, N., Sarmah, A. K., Bordoloi, S., Bolan, S., Padhye, L. P., Van Zwieten, L. and Siddique, K. H. 2023. Soil acidification and the liming potential of biochar. Environmental Pollution, 317: 120632.

Chen, H., Zhu, Q. A., Peng, C., Wu, N., Wang, Y., Fang, X. and Yu, G. 2013. Methane emissions from rice paddies, natural wetlands, and lakes in China: Synthesis and new estimate. Global Change Biology, 19(1): 19-32.

Chen, J., Wang, X., Liu, X., Wang, S., Zhao, J., Zhang, H. and Li, C. 2022. Beneficial effects of biochar-based organic fertilizers on nitrogen assimilation, photosynthesis, and sucrose synthesis of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). International Journal of Plant Production, 16(4): 755-768.

Chen, Z., Pei, J., Wei, Z., Ruan, X., Hua, Y., Xu, W. and Guo, Y. 2021. A novel maize biochar-based compound fertilizer for immobilizing cadmium and improving soil quality and maize growth. Environmental Pollution, 277: 116455.

Choudhary, M., Jat, H. S., Datta, A., Yadav, A. K., Sapkota, T. B., Mondal, S. and Jat, M. L. 2018. Sustainable intensification influences soil quality, biota, and productivity in cereal-based agroecosystems. Applied Soil Ecology, 126: 189-198.

de Morais, E. G. and Silva, C. A. 2023. Novel slow-release NPK biochar-based fertilizers with acidulated apatite: Evaluation of the fertilization value in a short-term experiment. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 23(4): 4937-4954.

Deng, L., Tu, P., Ahmed, N., Zhang, G., Cen, Y., Huang, B. and Yuan, H. 2024. Biochar-based phosphate fertilizer improves phosphorus bioavailability, microbial functioning, and citrus seedling growth. Scientia Horticulturae, 338: 113699.

Dong, D., Li, J., Ying, S., Wu, J., Han, X., Teng, Y., Chen, J., Wang, X., Liu, X., Wang, S., Zhao, J., Zhang, H. and Li, C. 2022. Beneficial effects of biochar-based organic fertilizers on nitrogen assimilation, photosynthesis, and sucrose synthesis of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). International Journal of Plant Production, 16(4): 755-768.

Etesami, H., Emami, S. and Alikhani, H. A. 2017. Potassium solubilizing bacteria (KSB): Mechanisms, promotion of plant growth, and future prospects: A review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 17(4): 897-911.

Fachini, J., Figueiredo, C. C. D., do Vale, A. T., da Silva, J., Chen, J., Wang, X., Liu, X., Wang, S., Zhao, J., Zhang, H. and Li, C. 2022. Beneficial effects of biochar-based organic fertilizers on nitrogen assimilation, photosynthesis, and sucrose synthesis of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). International Journal of Plant Production, 16(4): 755-768.

Gao, M., Yang, J., Du, Z., Mu, J. and Zhang, Y. 2017. Impact of application of biochar and biochar-based fertilizer on peanuts nutrient absorption and yield. In: 2017 5th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology, pp. 151-155. Atlantis Press.

Glab, T., Palmowska, J., Zaleski, T. and Gondek, K. 2016. Effect of biochar application on soil hydrological properties and physical quality of sandy soil. Geoderma, 281: 11-20.

Grafmüller, J., Möllmer, J., Muehe, E. M., Kammann, C. I., Kray, D., Schmidt, H. P. and Hagemann, N. 2024. Granulation compared to co-application of biochar plus mineral fertilizer and its impacts on crop growth and nutrient leaching. Scientific Reports, 14(1): 16555.

Hilber, I., Bastos, A. C., Loureiro, S., Soja, G., Marsz, A., Cornelissen, G. and Bucheli, T. D. 2017. The different faces of biochar: Contamination risk versus remediation tool. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 25(2): 86-104.

Jia, Y., Hu, Z., Ba, Y. and Qi, W. 2021. Application of biochar-coated urea controlled loss of fertilizer nitrogen and increased nitrogen use efficiency. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 8: 1-11.

Jiang, P. 2021. Mitigation of methane emission in a rice paddy field amended with biochar-based slow-release fertilizer. Science of the Total Environment, 792: 148460.

Katiyar, D., Hemantaranjan, A. and Singh, B. 2016. Plant growth promoting rhizobacteria: An efficient tool for agriculture promotion. Advances in Plants & Agriculture Research, 4(6): 426-434.

Li, G., Yan, L., Chen, X., Lam, S. S., Rinklebe, J., Yu, Q. and Sonne, C. 2023. Phytoremediation of cadmium from soil, air and water. Chemosphere, 320: 138058.

Liu, X., Liao, J., Song, H., Yang, Y., Guan, C. and Zhang, Z. 2019. A biochar-based route for environmentally friendly controlled release of nitrogen: Urea-loaded biochar and bentonite composite. Scientific Reports, 9(1): 9548.

Luo, W., Qian, L., Liu, W., Zhang, X., Wang, Q., Jiang, H. and Wu, Z. 2021. A potential Mg-enriched biochar fertilizer: Excellent slow-release performance and release mechanism of nutrients. Science of the Total Environment, 768: 144454.

Luyima, D., Lee, J. H., Sung, J. and Oh, T. K. 2020. Co-pyrolysed animal manure and bone meal-based urea hydrogen peroxide (UHP) fertilisers are an effective technique of combating ammonia emissions. Journal of Material Cycles and Waste Management, 22(6): 1887-1898.

Lv, G., Yang, T., Chen, Y., Hou, H., Liu, X., Li, J. and Li, J. H. 2021. Biochar-based fertilizer enhanced Cd immobilization and soil quality in soil-rice system. Ecological Engineering, 171: 106396.

Margenat, A., Matamoros, V., Díez, S., Cañameras, N., Comas, J. and Bayona, J. M. 2018. Occurrence and bioaccumulation of chemical contaminants in lettuce grown in peri-urban horticulture. Science of the Total Environment, 637: 1166-1174.

Melo, L. C. A., Lehmann, J., Carneiro, J. S. D. S. and Camps-Arbestain, M. 2022. Biochar-based fertilizer effects on crop productivity: A meta-analysis. Plant and Soil, 472(1): 45-58.

Nath, A. J., Lal, R. and Das, A. K. 2018. Fired bricks: CO_2 emission and food insecurity. Global Challenges, 2(4): 1700115.

Nepal, J., Ahmad, W., Munsif, F., Khan, A. and Zou, Z. 2023. Advances and prospects of biochar in improving soil fertility, biochemical quality, and environmental applications. Frontiers in Environmental Science, 11: 1114752.

Nguyen, T. K. L., Ngo, H. H., Guo, W., Chang, S. W., Nguyen, D. D., Nghiem, L. D. and Hai, F. I. 2019. Insight into greenhouse gases emissions from the two popular treatment technologies in municipal wastewater treatment processes. Science of the Total Environment, 671: 1302-1313.

Piash, M. I., Iwabuchi, K. and Itoh, T. 2022. Synthesizing biochar-based fertilizer with sustained phosphorus and potassium release: Co-pyrolysis of nutrient-rich chicken manure and Ca-bentonite. Science of the Total Environment, 822: 153509.

Puga, A. P., Grutzmacher, P., Cerri, C. E. P., Ribeirinho, V. S. and de Andrade, C. A. 2020. Biochar-based nitrogen fertilizers: Greenhouse gas emissions, use efficiency, and maize yield in tropical soils. Science of the Total Environment, 704: 135375.

Qian, J., Zhu, P., Deng, J., Penga, X. and Wangb, H. Effects of microbial biochar-based fertilizer on yield and quality of rice in cadmium-contaminated paddy fields.

Rubel, R. I. and Wei, L. 2022. Biochar-based controlled release nitrogen fertilizer coated with polylactic acid. Journal of Polymers and the Environment, 30(10): 4406-4417.

Shetty, R. and Prakash, N. B. 2020. Effect of different biochars on acid soil and growth parameters of rice plants under aluminium toxicity. Scientific Reports, 10(1): 12249.

Strokal, M., Ma, L., Bai, Z., Luan, S., Kroeze, C., Oenema, O. and Zhang, F. 2016. Alarming nutrient pollution of Chinese rivers as a result of agricultural transitions. Environmental Research Letters, 11(2): 024014.

Villada, E., Velasquez, M., Gómez, A. M., Correa, J. D., Saldarriaga, J. F., López, J. E. and Tamayo, A. 2024. Combining anaerobic digestion slurry and different biochars to develop a biochar-based slow-release NPK fertilizer. Science of the Total Environment, 927: 171982.

Vasseghian, Y., Nadagouda, M. M. and Aminabhavi, T. M. 2024. Biochar-enhanced bioremediation of eutrophic waters impacted by algal blooms. Journal of Environmental Management, 367: 122044.

Wali, F., Naveed, M., Bashir, M. A., Asif, M., Ahmad, Z., Alkahtani, J. and Elshikh, M. S. 2020. Formulation of biochar-based phosphorus fertilizer and its impact on both soil properties and chickpea growth performance. Sustainability, 12(22): 9528.

Wang, C., Luo, D., Zhang, X., Huang, R., Cao, Y., Liu, G. and Wang, H. 2022. Biochar-based slow-release of fertilizers for sustainable agriculture: A mini review. Environmental Science and Ecotechnology, 10: 100167.

Wang, J., Sun, L., Sun, Y., Yang, S., Qin, Q. and Xue, Y. 2025. Integrated enzyme activities and untargeted metabolome to reveal the mechanism that allow long-term biochar-based fertilizer substitution improves soil quality and maize yield. Environmental Research, 120935.

Wang, X., Wang, B., Gu, W. and Li, J. 2023. Effects of carbon-based fertilizer on soil physical and chemical properties, soil enzyme activity and soil microorganism of maize in northeast China. Agronomy, 13(3): 877.

Wei, X. R., Hao, M. D., Xue, X. H., Shi, P., Horton, R., Wang, A. and Zang, Y. F. 2010. Nitrous oxide emission from highland winter wheat field after long-term fertilization. Biogeosciences, 7(10): 3301-3310.

Yan, S., Wang, P., Cai, X., Wang, C., Van Zwieten, L., Wang, H. and Ren, T. 2025. Biochar-based fertilizer enhanced tobacco yield and quality by improving soil quality and soil microbial community. Environmental Technology and Innovation, 37: 103964.

Yin, D., Yang, X., Wang, H., Guo, X., Wang, S., Wang, Z. and Lan, Y. 2022. Effects of chemical-based fertilizer replacement with biochar-based fertilizer on albic soil nutrient content and maize yield. Open Life Sciences, 17(1): 517-528.

Yu, Z., Zhao, J., Hua, Y., Li, X., Chen, Q. and Shen, G. 2021. Optimization of granulation process for binder-free biochar-based fertilizer from digestate and its slow-release performance. Sustainability, 13(15): 8573.

Yuan, M., Bi, Y., Han, D., Wang, L., Wang, L., Fan, C. and Lai, Y. 2022. Long-term corn-soybean rotation and soil fertilization: Impacts on yield and agronomic traits. Agronomy, 12(10): 2554.

Zan, O. Y., Zhang, J., Liang, X., Wang, H., Yang, Z., Tang, R. and Zhang, Y. 2025. Micro-nano aerated subsurface drip irrigation and biochar promote photosynthesis, dry matter accumulation and yield of cucumbers in greenhouse. Agricultural Water Management, 308: 109295.

Zhang, M., Guo, J., Liu, Y. and Qin, S. 2021. Effects of different biochar-based fertilizers on the biological properties and economic benefits of pod pepper (*Capsicum annuum* var. frutescens L.). Applied Ecology and Environmental Research, 19: 2829-2841.

Zhang, M., Liu, Y., Wei, Q., Liu, L., Gu, X. and Gou, J. 2022. Biochar-based fertilizer enhances the production capacity and economic benefit of open-field eggplant in the karst region of southwest China. Agriculture, 12(9): 1388.

Zheng, H., Liu, B., Liu, G., Cai, Z. and Zhang, C. 2019. Potential toxic compounds in biochar: Knowledge gaps between biochar research and safety. In: Biochar from Biomass and Waste, pp. 349-384.

Zhou, J., Qu, T., Li, Y., Van Zwieten, L., Wang, H., Chen, J. and Zhong, Z. 2021. Biochar-based fertilizer decreased while chemical fertilizer increased soil N_2O emissions in a subtropical Moso bamboo plantation. Catena, 202: 105257.

Zhou, J., Tang, C., Kuzyakov, Y., Vancov, T., Fang, Y., Song, X. and Li, Y. 2024. Biochar-based urea increases soil methane uptake in a subtropical forest. Geoderma, 449: 116994.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The Axial role of biochar-containing fertilizers in reducing dependence on chemical inputs in sustainable agriculture

Nafiseh Jalali[1*] and Saheb Sodaei Mashaei[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord Iran

[*]Corresponding Author: nafisejalali4@gmail.com

Abstract

Today, farmers' increasing dependence on chemical formulations has boosted agricultural production, but has also increased environmental pollution and seriously endangered the sustainability of ecosystems around the world. Climate change has worsened the situation by increasing abiotic stresses. However, only 50% of the total land area suitable for agricultural purposes is available and there is an urgent need to maintain its fertility and sustainability. Furthermore, the agricultural sector faces a major problem due to the unbalanced consumption and high costs associated with chemical fertilizers. Therefore, improving crop productivity and increasing food security by reducing the use of chemical fertilizers has become a major challenge these days. Biochar, as a soil amendment and fertilizer additive with sustainable development potential, has attracted widespread attention due to its unique physical and chemical properties. Its application can effectively improve soil quality, water and nutrient absorption, soil carbon sequestration, plant growth, and crop yield and quality. And lead to a reduction in greenhouse gas emissions and soil heavy metal toxicity. Biochar-based fertilizers are promising to combat soil degradation and environmental pollution caused by excessive use of chemical fertilizers. Considering the importance of biochar as an essential component of sustainable agriculture, this review describes the role of biochar-containing fertilizers and their multifaceted benefits in maintaining soil fertility and improving plant productivity. It can be concluded that biochar-containing fertilizers can be used as a cost-effective and economical tool to reduce the use of chemical fertilizers and enhance plant growth.

Keywords: biochar, chemical fertilizers, Food security, sustainable agriculture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر شب‌های سرد بر فرآیند رسیدن میوه سیب در شهرستان سمیرم

امیررضا غلامیان[۱*] و سحر غلامیان[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- گروه شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی شهرضا، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *amirezakxrqz9@gmail.com*

چکیده

سیب به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات باغی ایران، در شهرستان سمیرم با شرایط اقلیمی خاص تولید می‌شود که شب های سرد، به ویژه در فصل رسیدن میوه، می‌توانند بر ویژگی های کیفی و فیزیولوژیکی آن تأثیرگذار باشند .این مطالعه مروری به بررسی نقش دمای شبانه پایین در بازه ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد بر روند رسیدن، کیفیت و ماندگاری میوه سیب در منطقه سمیرم می‌پردازد .شواهد علمی نشان می‌دهد که سرمای شبانه موجب افزایش سنتز آنتوسیانین در پوست میوه، بهبود رنگ‌پذیری و مقاومت به تنش‌های زیستی می‌شود .همچنین دمای پایین با کاهش تنفس، حفظ قند های محلول و بهبود تعادل قند و اسید، طعم مطلوب تری را در میوه ایجاد می‌کند .از نظر بیوشیمیایی، سرمای شبانه با افزایش فعالیت آنزیم هایی مانند PAL، SOD و CAT و بیان ژن‌هایی چون *MdMYB10*، *MdDFR*، *MdACS1* و *MdROS1* همراه است که مستقیماً بر سنتز رنگدانه‌ها، تأخیر در پیری و کاهش تولید اتیلن اثرگذارند .افزون بر این، هوای خنک شبانه موجب حفظ ساختار سلولی، افزایش عمر پس از برداشت و تولید ترکیبات معطر فرار مانند بوتیل استات می‌گردد . در مجموع، شب‌های سرد نقش مؤثری در بهبود کیفیت ظاهری، طعم، ماندگاری و بازارپسندی سیب دارند و شناخت این اثرات می‌تواند راهکار هایی برای بهبود عملکرد کیفی باغ‌های سیب در مناطق کوهستانی ایران ارائه دهد.

کلمات کلیدی: بیان ژن، شب‌های سرد، سیب سمیرم، سنتز آنتوسیانین، کیفیت میوه.

مقدمه

بر اساس گزارش منابع رسمی، شهرستان سمیرم واقع در جنوب استان اصفهان، یکی از قطب‌های اصلی تولید سیب در کشور ایران به‌شمار می‌رود .میانگین تولید سالانه سیب در این منطقه، با توجه به نوسانات اقلیمی و شرایط آبی، حدود ۲۵۰ هزار تن برآورد می‌شود که در برخی سال‌ها به بیش از ۴۰۰ هزار تن نیز می‌رسد (ایرنا، ۱۴۰۲؛ استانداری اصفهان، ۱۴۰۱). این میزان تولید، اهمیت بالای بررسی اثرات عوامل محیطی مانند دمای شبانه را در کیفیت و کمیت محصول تولیدی در این منطقه نمایان می‌سازد .سیب به عنوان یکی از محصولات مهم باغی جهان، نقش حیاتی در تأمین مواد مغذی و سلامت انسان ایفا می‌کند .کیفیت میوه سیب وابسته به ویژگی‌هایی مانند رنگ، بافت، طعم و میزان قندهای محلول است .یکی از عوامل مهم مؤثر بر این ویژگی‌ها، دمای شبانه در دوره رسیدن میوه است . بررسی‌ها نشان می‌دهند که کاهش دمای شب موجب افزایش سنتز آنتوسیانین در پوست میوه و بهبود رنگ‌پذیری آن می‌شود (Lakatos et al., 2012) همچنین دمای پایین شبانه با کاهش تنفس و حفظ انرژی در بافت میوه، موجب بهبود ماندگاری و طعم آن می‌گردد (Soltész et al., 2018).

عناوین

تأثیر ژن‌ها بر واکنش به سرمای شبانه

ژن *MdMYB 10* یک فاکتور رونویسی از خانواده *R2R MYB* است که نقش اصلی در فعال سازی مسیر بیوسنتز آنتوسیانین در سیب دارد .در شرایط دمای پایین، بیان این ژن افزایش می‌یابد و به طور مستقیم ژن‌های ساختاری مانند *MdCHS*، *MdF3H*، *MdANS* و *MdUFGT* را فعال می‌کند که این امر منجر به تجمع آنتوسیانین در پوست میوه می‌شود (Pomeranz et al., 2019). ژن *MdROS1* که به demethylation DNA مرتبط است در پاسخ به دمای پایین فعال می‌شود .فعالیت این ژن باعث کاهش متیلاسیون پروموتر ژن‌های مرتبط با سنتز آنتوسیانین مانند MdCHS می‌گردد .این کاهش متیلاسیون منجر به افزایش بیان ژن‌های آنتوسیانین و در نتیجه افزایش سنتز آنتوسیانین.می‌شود (Chinnusamy et al., 2017). کمپلکس تنظیمی MBW شامل *MdMYB*، *MdbHLH* و *MdWD40* است که بیان ژن‌های ساختاری مسیر آنتوسیانین را تحت کنترل قرار می‌دهد .در دمای پایین، تعامل بین این فاکتورها تقویت می‌شود، به ویژه MdbHLH3 که به پروموتر ژن‌های *MdDFR* و *MdUFGT* متصل می‌شود و بیان آن‌ها را افزایش می‌دهد (Xu et al., 2018). در پاسخ به دمای پایین بیان MdMYB2 افزایش میابد که به نوبه خود بیان MdSIZ1 را فعال می کند MdSIZ1 یک آنزیم SUMO ligase است که باعث SUMOylation فاکتور رونویسی ۱ *MdMYB* می‌شود. این تغییر پسارو نویسی منجر به افزایش پایداری و فعالیت ۱ *MdMYB* و در نتیجه افزایش سنتز آنتوسیانین می گردد (Oxford Academie, 2022). فعال UV-B است که در پاسخ به دمای پایین و تابش B-box یک پروتئین از خانواده *MdCOL11* تعامل میکند و بیان ژنهای مسیر ۱۰ *MaMYB* می‌شود. این پروتئین با فاکتورهای رونویسی مانند آنتوسیانین را افزایش میدهد که این امر منجر به تجمع آنتوسیانین در پوست میوه میشود (Springert ink, 2014). علاوه بر اثرات شناخته شده دمای پایین شبانه بر رنگ پذیری، قند و سفتی میوه سیب، یافته ها حاکی از آن است که سرمای ملایم در محدوده ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد در دوره رسیدن (شهریور/سپتامبر) میتواند به شیوه های مختلفی بر فیزیولوژی، بیوشیمی و بیان ژن های مرتبط با کیفیت و ماندگاری میوه اثرگذار باشد.

تأخیر در پیری میوه

دمای شبانه خنک از طریق کاهش بیان ژنهای مرتبط با پیری مانند Senescence-Associated Gene 12 (SAG12) و SAG29، و تثبیت ژن Stay-Green 1 (SGR1)، منجر به کاهش روند نرم‌شدگی و تخریب ساختار سلولی شده و عمر پس از برداشت میوه را افزایش می‌دهد (Lim et al., 2007; Guo and Gan, 2012).

مهار مسیر تولید اتیلن

بیان ژن‌های (*MdACS1*) 1 Aminocyclopropane-1-CarboxylateSynthase- و 1Aminocyclopropane-1Carboxylate-Oxidase 1 (*MdACO1*) که در سنتز اتیلن نقش دارند، در دمای شبانه پایین کاهش میابد. این کاهش منجر به آهسته تر شدن رسیدن میوه و کاهش ریزش زودرس آن می‌شود (Harada et al., 2000; Yang et al., 2009).

افزایش ترکیبات دفاعی و رنگدانه‌ای

سرمای شبانه مسیر Phenylpropanoid را فعال کرده و بیان آنزیم Phenylalanine Ammonia-Lyase (PAL) را افزایش میدهد. در نتیجه سنتز آنتوسیانین ها، فلاونوئید ها و پلیفنول ها افزایش یافته و موجب بهبود رنگ پوست میوه و مقاومت آن در برابر تنش های زیستی می‌گردد (Li et al., 2012; Wang et al., 2018).

افزایش فعالیت آنزیمهای آنتیاکسیدانی

فعالیت آنزیم هایی چون Superoxide Dismutase (SOD)، Catalase (CAT) و Ascorbate Peroxidase (APX) در دمای شب پایین تحریک میشود. این آنزیم ها با حذف گونه های فعال اکسیژن از تخریب غشاء و ساختارهای سلولی جلوگیری کرده و پایداری فیزیولوژیکی میوه را افزایش میدهند.(Ferguson et al., 1999; Mittler, 2002)

بهبود ترکیبات فرار معطر

دمای شبانه ۱۰ تا ۱۵ درجه با افزایش بیان ژن (*MdAAT1*) Alcohol Acyltransferase 1 موجب افزایش سنتز استرهای معطر مانند Butyl Acetate و Hexyl Acetate میشود. این ترکیبات فرار کیفیت عطر و طعم میوه را بهبود میدهند و بر بازار پسندی آن تأثیر مثبت دارند (Rowan et al., 1999; Defilippi et al., 2005).

منابع

Ablazov, A., Votta, C., Fiorilli, V., Wang, J. Y., Aljedaani, F., Jamil, M., Balakrishna, A., Balestrini, R., Liew, K. X., Rajan, C., Berqdar, L., Blilou, I., Lanfranco, L. and Al-Babili, S. 2023. *ZAXINONE SYNTHASE 2* regulates growth and arbuscular mycorrhizal symbiosis in rice. Plant Physiology, 191(1): 382-399.

Ayub, A., Smith, D. L. and Dutilleul, P. 2004. Effects of night temperature on plant respiration and sugar accumulation. Annals of Botany, 94(1): 155-164.

Bai, S., Saito, T., Honda, C., Hatsuyama, Y., Ito, A. and Moriguchi, T. 2014. An apple B-box protein, *MdCOL11*, is involved in UV-B- and temperature-induced anthocyanin biosynthesis. Planta, 240(5): 1051-1062.

Chinnusamy, V., Zhu, J. and Zhu, J. K. 2017. Cold stress signaling and responses in plants. In: Advances in Molecular Biology and Biotechnology. Springer.

Defilippi, B. G., Dandekar, A. M. and Kader, A. A. 2005. Relationship of ethylene biosynthesis to volatile production, related enzymes, and precursor availability in apple peel and flesh tissues. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(8): 3133-3141.

Ferguson, I. B., Boyd, L. M. and Watkins, C. B. 1999. Reducing chilling injury by controlling oxidative stress. Postharvest Biology and Technology, 15(2): 197-209.

GPN Magazine. 2020. Technically Speaking: The Pros and Cons of Cool Nights.

Lakatos, L., Biniak-Pieróg, M. and Żyromski, A. 2012. Effect of night and day temperature on the cover colour and quality parameters of apple. Journal of Water and Land Development, (16).

Lakatos, L., Szabó, T., Szabó, Z., Soltész, M., Zhongfu, S., Wang, Y. and Nyéki, J. 2008. The effect of day and night temperatures on apple skin colour formation. International Journal of Horticultural Science, 14(1-2): 21-25.

Li, P., Ma, F., Cheng, L., Li, M., Wang, K. and Meng, Y. 2012. The role of anthocyanin in photoprotection and antioxidant function in apple. Plant Physiology and Biochemistry, 57: 80-88.

Lim, P. O., Kim, H. J. and Gil Nam, H. 2007. Leaf senescence. Annual Review of Plant Biology, 58: 115-136.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, 7(9): 405-410.

Pomeranz, M. C., Goetz, C. and Ku, K. 2019. Role of MYB transcription factors in regulating anthocyanin biosynthesis in apple fruits. Horticultural Research, 6(1): 1-12.

Rowan, D. D., Lane, H. P., Allen, J. M., Fielder, S. and Hunt, M. B. 1999. Biosynthesis of straight-chain ester volatiles in Red Delicious and Granny Smith apples using deuterium-labeled precursors. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(6): 2553-2562.

Stanley, C. J., Tustin, D. S., Lupton, G. B., McArtney, S., Cashmore, W. M. and Silva, H. D. 2000. Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographical regions within New Zealand. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75(4): 413-422.

Wang, N., Xu, H., Jiang, S., Zhang, Z., Lu, N., Qiu, H. and Chen, X. 2018. Apple flavonoid biosynthesis: An update on the regulation of MYB transcription factors. Frontiers in Plant Science, 9: 1505.

Warrington, I. J., Fulton, T. A., Halligan, E. A. and De Silva, H. N. 1999. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. Journal of the American Society for Horticultural Science, 124(5): 468-477.

Xu, Z., Hu, Y., Zhang, L. et al. 2018. Cold stress induced interactions between MYB and bHLH transcription factors regulate anthocyanin biosynthesis in apples. Journal of Experimental Botany, 69(10): 2259-2271.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of cold nights on the ripening process of apple fruit in Semirom city

Amirreza Gholamian[1] and Sahar Gholamian[2]
1. Horticultural Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Applied Chemistry, Shahreza Islamic Azad University, Isfahan, Iran
Corresponding author: amirezakxrqz9@gmail.com

Abstract

Apple is one of the most important horticultural crops in Iran, with Semirom County being a major production center under unique climatic conditions. This review study investigates the effects of cool night temperatures (10–15°C) during the ripening stage on the quality, physiology, and postharvest performance of apple fruits in the Semirom region. Scientific evidence indicates that low night temperatures enhance anthocyanin synthesis in the fruit peel, improving coloration and resistance to biotic stresses. Cool nights also reduce respiration, preserve soluble sugars, and improve the sugar-acid balance, resulting in better taste. Biochemically, low night temperatures are associated with increased activity of enzymes such as PAL, SOD, and CAT, and upregulation of key genes including *MdMYB10*, *MdDFR*, *MdACS1*, and *MdROS1*, which are directly involved in pigment biosynthesis, delayed senescence, and ethylene suppression. Moreover, cool nights maintain cell structure, extend postharvest shelf life, and promote the synthesis of volatile aroma compounds like butyl acetate. Overall, cold nights play a crucial role in improving fruit appearance, taste, storability, and marketability. Understanding these effects can help optimize the qualitative performance of apple orchards in mountainous regions of Iran.

Keywords: Anthocyanin synthesis, Cold nights, Fruit quality, Gene expression, Semirom apple.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر محرک‌های زیستی بر صفات رشدی، عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی منداب (*Eruca sativa* (mill.) thell.) در کشت بدون خاک

بهروز سرابی[۱*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *b.sarabi@uok.ac.ir*

چکیده

در سال‌های اخیر به دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از آن، بهره‌گیری از کودهای آلی و محرک‌های زیستی جهت تولید محصولات سالم مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سه نوع محرک زیستی شامل اسید هیومیک، اسید آمینه و عصاره جلبک دریایی بر رشد، عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه منداب در شرایط کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه کردستان طی بهار و تابستان ۱۴۰۱ به‌صورت طرح کاملاً تصادفی و با سه سطح مختلف از هر تیمار انجام گرفت. محرک‌های زیستی همراه با محلول غذایی به کار برده شدند و پس از ۳۵ روز از کشت گیاهان، صفات بیوماس، سطح برگ، عملکرد، محتوای کربوهیدرات‌های محلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که کاربرد محرک‌های زیستی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش رشد و بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه منداب شد. از بین تیمارها، عصاره جلبک دریایی بیشترین تأثیر مثبت را بر افزایش بیوماس و عملکرد داشت و استفاده از اسیدهای آمینه منجر به بیشترین افزایش در میزان کربوهیدرات محلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی شد. این نتایج بیانگر تأثیر مثبت ترکیبات زیست‌فعال موجود در این کودهای آلی و نقش تغذیه‌ای و تنظیم‌کنندگی آنها در فرآیندهای متابولیکی گیاه هستند. به طور کلی، نتایج بدست آمده بیانگر این است که استفاده از این محرک‌های زیستی، می‌تواند به عنوان یک راهکار موثر برای بهبود رشد، عملکرد و صفات فیزیولوژیکی منداب در کشت بدون خاک مطرح گردد. این یافته‌ها بر اهمیت استفاده از محرک‌های زیستی در افزایش پایداری و بهره‌وری کشت‌های بدون خاک تأکید می‌کند و می‌تواند به توسعه راهکارهای کشاورزی ارگانیک کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: اسید آمینه، اسید هیومیک، تغذیه، عصاره جلبک دریایی، کشاورزی پایدار.

مقدمه

با توجه به مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و اثرات نامطلوب مصرف آنها بر محیط زیست، توجه به نقش کودهای آلی و محرک‌های زیستی در امنیت غذایی و کشاورزی پایدار اهمیت بیشتری پیدا کرده است. از محرک‌های زیستی میتوان به اسید هیومیک، اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی اشاره نمود. اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده میشود که مقادیر بسیار کم آن، به دلیل داشتن ترکیبات شبه هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش و بهبود تولید محصولات کشاورزی دارد (Li et al., 2025). اسیدهای آمینه ترکیبات آلی دارای نیتروژن هستند و محصولات با پایه آمینو اسید در دهه گذشته به وسیله کشاورزان استفاده شده است و باعث بهبود عملکرد و رشد گیاهان مختلف شده است (Popko et al., 2018). عصاره جلبک دریایی یکی از گروه‌های اصلی محرک‌های زیستی است که می‌تواند موجب افزایش رشد و جذب عناصر غذایی شود (Tian et al., 2009). اغلب عصاره‌های جلبک تجاری از گونه‌های قهوه‌ای جلبک بدست می‌آیند که آسکوفیلوم نودوسوم به دلیل اثرات مثبت آن بر رشد گیاهان، جلبک رایج در این زمینه است. منداب (*Eruca sativa* (mill.) thell.) به عنوان یک سبزی برگی یک ساله متعلق به خانواده براسیکاسه است که مصرف آن در قسمت‌های مختلف دنیا در حال افزایش است. هدف از اجرای این آزمایش بررسی کاربرد اسید هیومیک، اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر صفات رشدی، عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گیاه منداب در شرایط کشت بدون خاک بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی بهار و تابستان سال ۱۴۰۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه کردستان انجام شد. به این منظور بذر گیاهان منداب پس از ضد عفونی سطحی با محلول رقیق هیپوکلریت سدیم، در گلدان‌های حاوی کوکوپیت و پرلایت کشت شدند. از محلول غذایی هوگلند جهت تغذیه گیاهان استفاده شد. محرک‌های زیستی در سه غلظت و به صورت افزودن به محلول غذایی به صورت زیر به کار برده شدند. اسید هیومیک (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، اسیدهای آمینه (۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر) و عصاره جلبک دریایی (۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر). اعمال تیمارها به صورت یک روز در میان بود. پس از پایان دوره رشد گیاهان (۳۵ روز بعد از کشت بذر) بیوماس، سطح برگ، عملکرد، محتوای کربوهیدرات (Irigoyen et al., 1992) و رنگیزه‌های فتوسنتزی (Arnon, 1967) اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات تیمارهای مورد استفاده بر بیوماس، سطح برگ، عملکرد و محتوای کربوهیدرات‌های محلول برگ در سطح احتمال یک درصد معنادار شده بود (جدول ۱). همراه با افزایش غلظت تیمارهای مورد استفاده، افزایش صفات مورد مطالعه اتفاق افتاده بود. اگر میانگین تیمارهای مورد مطالعه مد نظر قرار گیرد، استفاده از عصاره جلبک دریایی بیشترین بیوماس، سطح برگ و عملکرد را موجب شده بود (جدول ۲). همچنین بیشترین محتوای کربوهیدرات برگ به ترتیب همراه با استفاده از اسیدهای آمینه، عصاره جلبک دریایی، اسید هیومیک و شرایط شاهد بدست آمد (جدول ۲). تاثیر محرک‌های زیستی بر محتوای کلروفیل ای، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها در سطح احتمال یک درصد و بر محتوای کلروفیل بی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده بود (جدول ۱). چنانچه میانگین تیمارهای مورد استفاده مورد بررسی قرار گیرد، به ترتیب بیشترین محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی همراه با کاربرد اسیدهای آمینه، عصاره جلبک دریایی و اسید هیومیک بدست آمد (جدول ۲).

جدول ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک (HA) (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، اسیدهای آمینه (AA) (۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر) و عصاره جلبک دریایی (SW) (۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر) بر بیوماس (گرم به ازای بوته)، سطح برگ (سانتیمتر مربع در بوته)، عملکرد (گرم در مترمربع)، محتوای کربوهیدرات‌های محلول (میلی‌گرم در گرم وزن تر) و رنگیزه‌های فتوسنتزی (میلی‌گرم در گرم وزن تر) گیاهان منداب.

تیمار	بیوماس	سطح برگ	عملکرد	محتوای کربوهیدرات‌های محلول	کلروفیل ای	کلروفیل بی	کلروفیل کل	کاروتنوئید
HA-200	۰/۹۸۷ bc	۳۱/۵۲ bc	۵۰۲/۷۸ cd	۳۲/۸ g	۰/۵۰۳ de	۰/۱۹۳ cd	۰/۷۶ ef	۰/۲۲۷ ef
HA-400	۱/۰۴ bc	۳۲/۴۳ bc	۵۵۰/۲۲ cd	۳۴/۵۹ g	۰/۶۳ c	۰/۲ cd	۰/۹۱۷ de	۰/۲۷۷ de
HA-600	۱/۰۶۳ bc	۳۵/۶۸ b	۶۷۱/۳۹ ab	۴۰/۱۱ f	۰/۷۹۷ b	۰/۲۵۳ a-d	۱/۱۵۳ bc	۰/۳۳۷ bc
AA-2	۰/۹۹۳ bc	۲۸/۹۹ c	۵۷۷/۷۸ b-d	۵۱/۲۸ cd	۰/۷۸ b	۰/۲۸ a-d	۱/۱۶ bc	۰/۳۵۳ b
AA-4	۱/۰۹۷ bc	۳۱/۲۸ bc	۶۱۸/۳۹ a-c	۵۶/۳۹ ab	۰/۸۲۷ b	۰/۳۰۷ a-c	۱/۲۴ ab	۰/۳۹۰ ab
AA-6	۱/۱۴۷ ab	۳۲/۲۶ bc	۷۰۵/۶۷ a	۵۸/۶۱ a	۰/۸۹۷ ab	۰/۳۵۳ a	۱/۳۷۷ a	۰/۴۱۷ a
SW-2	۱/۰۰۷ bc	۳۱/۹۴ bc	۶۷۱/۲۲ ab	۴۴/۵۶ ef	۰/۵۹ cd	۰/۲ cd	۰/۸۷ de	۰/۲۵۷ de
SW-4	۱/۰۹۷ bc	۴۳/۸۶ a	۶۷۶/۸۳ ab	۴۶/۹۱ de	۰/۶۷ c	۰/۲۲۳ b-d	۰/۹۸۳ cd	۰/۲۹۳ cd
SW-6	۱/۲۶۷ a	۴۴/۷۶ a	۷۲۱/۶۷ a	۵۳/۷ bc	۰/۹۶ a	۰/۳۲۳ ab	۱/۴۱۳ a	۰/۴۱۷ a
شاهد	۰/۹۷۷ c	۳۱/۵۸ bc	۴۸۶/۲۲ d	۳۱/۵۵ g	۰/۴ e	۰/۱۶۷ d	۰/۶۲۳ f	۰/۱۹۰ f
	**	**	**	**	**	*	**	**

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

جدول ۲- مقایسه میانگین کاربرد اسید هیومیک (HA)، اسیدهای آمینه (AA) و عصاره جلبک دریایی (SW) بر بیوماس (گرم به ازای بوته)، سطح برگ (سانتیمتر مربع در بوته)، عملکرد (گرم در مترمربع)، محتوای کربوهیدرات‌های محلول (میلی‌گرم در گرم وزن تر) و رنگیزه‌های فتوسنتزی (میلی‌گرم در گرم وزن تر) گیاهان منداب.

تیمار	بیوماس	سطح برگ	عملکرد	محتوای کربوهیدرات‌های محلول	کلروفیل ای	کلروفیل بی	کلروفیل کل	کاروتنوئید
HA	۱/۰۳ bc	۳۳/۲۱ b	۵۷۴/۷۸ b	۳۵/۸۳ c	۰/۶۴۳ c	۰/۲۱۷ bc	۰/۹۴۳ c	۰/۲۸۳ c
AA	۱/۰۸ ab	۳۰/۸۴ b	۶۳۳/۸۸ ab	۵۵/۴۳ a	۰/۸۳۷ a	۰/۳۱ a	۱/۲۵۷ a	۰/۳۸۷ a
SW	۱/۱۳ a	۴۰/۱۹ a	۶۸۹/۹۵ a	۴۸/۳۹ b	۰/۷۳۷ b	۰/۲۵ b	۱/۰۹ b	۰/۳۲ b
شاهد	۰/۹۷۷ c	۳۱/۵۸ b	۴۸۶/۲۲ c	۳۱/۵۵ d	۰/۴ d	۰/۱۶۷ c	۰/۶۲۳ d	۰/۱۹ d

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد محرک‌های زیستی شامل اسید هیومیک، اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی به طور قابل توجهی بر رشد، عملکرد و صفات فیزیولوژیکی منداب تحت کشت بدون خاک تأثیر مثبت داشته است. استفاده از عصاره جلبک دریایی بیشترین میزان بیوماس، سطح برگ و عملکرد را موجب شده است که احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات زیست‌فعال در عصاره جلبک، مانند هورمون‌های رشد و آنتی‌اکسیدان‌ها است. این یافته با مطالعات Tian et al. (2025) مطابقت دارد که نشان داده‌اند عصاره جلبک دریایی می‌تواند به عنوان محرکی قوی برای افزایش رشد گیاهان عمل کند. از سوی دیگر، محتوای کربوهیدرات‌های محلول برگ همراه با کاربرد اسیدهای آمینه نیز افزایش قابل توجهی نسبت به شرایط شاهد داشت که بیانگر بهبود فرآیندهای متابولیکی و افزایش ذخیره انرژی در گیاه است. در حمایت از این نتیجه می‌توان به پژوهش Tadros و همکاران (2019) اشاره نمود که بیان کردند اسیدهای آمینه می‌توانند به عنوان منبع نیتروژن و همچنین تنظیم‌کننده‌های متابولیکی به افزایش فتوسنتز و رشد در ذرت کمک کنند. همچنین تأثیر قابل توجه اسیدهای آمینه بر افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاهان منداب مشاهده گردید که بیانگر نقش اسیدهای آمینه در تثبیت و افزایش سنتز کلروفیل است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد محرک‌های زیستی در کشت بدون خاک منداب، نقش مؤثری در بهبود رشد، عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه دارد. در میان تیمارهای مورد بررسی، عصاره جلبک دریایی بیشترین تأثیر را بر افزایش بیوماس، سطح برگ و عملکرد داشت، در حالی که اسیدهای آمینه موجب افزایش قابل توجه رنگیزه‌های فتوسنتزی و کربوهیدرات‌های محلول شدند. به طور کلی، استفاده از محرک‌های زیستی می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب در جهت افزایش بهره‌وری، کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و توسعه کشاورزی پایدار در سیستم‌های کشت بدون خاک مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.

Irigoyen, J. J., Einerich, D. W. and Sánchez-Díaz, M. 1992. Water stress-induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84(1): 55-60.

Li, Z., Ma, X., Zhang, S., Chen, G., Lu, Y., Tan, R., Proshad, R., Zhang, X., Cheng, X. and Zhao, Z. 2025. Enhancing soil quality and maize growth while reducing Cd accumulation with biochar and humic acid in northwestern China. Journal of Environmental Chemical Engineering, 13(2): 115602.

Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, H. and Gorecki, H. 2018. Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. Molecules, 23: 470.

Tadros, M. J., Omari, H. J. and Turk, M. A. 2019. The morphological, physiological and biochemical responses of sweet corn to foliar application of amino acids biostimulants sprayed at three growth stages. Australian Journal of Crop Science, 13(3): 412-417.

Tian, Y., Qian, F., Chen, Y., Liu, K., Li, X., Wang, J., He, Q., Sultan, K., Fahad, S., Deng, G. and Chen, S. 2025. Foliar-applied seaweed extract as a biostimulant for enhancing drought tolerance in tobacco. Journal of Plant Growth Regulation, 6: 1-6.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of biostimulants on growth traits, yield, and some physiological characteristics of rocket (*Eruca sativa* (mill.) thell.) under soilless cultivation

Behrooz Sarabi[1*]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran
[*]*Corresponding Author: b.sarabi@uok.ac.ir*

Abstract

In recent years, due to the excessive use of chemical fertilizers and their associated environmental consequences, increasing attention has been directed toward the use of organic fertilizers and biostimulants to produce healthier crops. This study was conducted to evaluate the effects of three types of biostimulants—humic acid, amino acids, and seaweed extract—on the growth, yield, and some physiological traits of rocket crops under soilless cultivation conditions. The experiment was carried out during the spring and summer of 2022 in the research greenhouse of the University of Kurdistan, based on a completely randomized design with three different levels of each treatment. The biostimulants were applied along with the nutrient solution, and 35 days after planting, measurements were taken of biomass, leaf area, yield, soluble carbohydrate content, and photosynthetic pigments. The results indicated that the application of biostimulants significantly enhanced the growth and improved the physiological characteristics of rocket plants. Among the treatments, seaweed extract had the most pronounced positive effect on biomass and yield, while amino acid application led to the highest increase in soluble carbohydrate content and photosynthetic pigments. These findings highlight the beneficial effects of bioactive compounds present in these organic inputs and their nutritional and regulatory roles in plant metabolic processes. Overall, the obtained results indicate that the use of these biostimulants can serve as an effective strategy for enhancing the growth, yield, and physiological traits of rocket crops under soilless cultivation. These findings emphasize the importance of biostimulant application in improving the sustainability and productivity of soilless systems and may contribute to the development of organic farming practices.

Keywords: Amino acid, Humic acid, Nutrition, Seaweed extract, Sustainable agriculture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر محرک‌های زیستی بر متابولیسم نیتروژن گیاه منداب (*Eruca sativa (mill.) thell.*) در کشت بدون خاک

بهروز سرابی[۱*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: *b.sarabi@uok.ac.ir*

چکیده

تجمع بیش از حد نیترات در سبزی‌های برگی از جمله منداب یکی از دغدغه‌های مهم در تولید محصولات سالم برای مصرف‌کنندگان به شمار می‌رود. امروزه رویکرد جهانی در تولید گیاهان به سمت و سوی استفاده از روش‌های مدیریتی پایدار و ارگانیک می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محرک‌های زیستی شامل اسید هیومیک، اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر متابولیسم نیتروژن و کاهش تجمع نیترات در گیاه منداب در شرایط کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه کردستان در سال ۱۴۰۱ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش در سه سطح مختلف و به صورت افزودن به محلول غذایی اعمال شدند. نتایج حاصل نشان داد که کاربرد این محرک‌های زیستی اثر معنی‌داری بر کاهش محتوای نیترات و آمونیوم برگ و افزایش محتوای اسیدهای آمینه داشته است. در این میان، تیمارهای اسیدهای آمینه و عصاره جلبک بیشترین تأثیر را در کاهش تجمع نیترات نشان دادند. همچنین فعالیت آنزیم‌های کلیدی مرتبط با متابولیسم نیتروژن شامل نیترات ردوکتاز، نیتریت ردوکتاز و گلوتامین‌سنتتاز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها افزایش یافت. بیشترین فعالیت آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز در تیمار اسیدهای آمینه و بیشترین فعالیت گلوتامین‌سنتتاز در تیمار عصاره جلبک دریایی مشاهده شد. این تفاوت‌ها احتمالا به ترکیب متفاوت ترکیبات فعال زیستی در هر یک از محرک‌ها بازمی‌گردد. به‌صورت کلی، داده‌های این مطالعه حاکی از آن است که استفاده از محرک‌های زیستی می‌تواند در بهبود فرآیندهای احیای نیترات و کاهش میزان تجمع آن در برگ‌های منداب مؤثر واقع شود. بنابراین، استفاده هدفمند از این ترکیبات می‌تواند راهکاری زیست‌سازگار برای ارتقاء کیفیت محصولات برگی و کاهش مخاطرات ناشی از مصرف نیترات بالا تلقی شود.

کلمات کلیدی: آنزیم، سبزی برگی، کیفیت، محصول سالم، نیترات.

مقدمه

اسیدهای آمینه نقش کلیدی در متابولیسم نیتروژن در گیاهان ایفا می‌کنند. این مولکول‌ها از طریق مسیرهای بیوسنتزی متنوع تشکیل شده و به عنوان حامل‌های نیتروژن آلی، امکان ذخیره‌سازی و انتقال نیتروژن به بخش‌های مختلف گیاه را فراهم می‌آورند. علاوه بر این، اسیدهای آمینه در فرآیندهای تنظیمی مانند سنتز پروتئین‌ها و تولید متابولیت‌های نیتروژن‌دار شرکت دارند (Teixeira et al., 2018). اسید هیومیک یکی از ترکیبات طبیعی است که با بهبود جذب و انتقال نیتروژن در گیاهان، نقش مهمی در افزایش متابولیسم نیتروژن ایفا می‌کند. این اسید با تحریک فعالیت آنزیم‌های مرتبط با تثبیت و احیای نیتروژن، موجب افزایش تولید پروتئین و رشد بهتر گیاه می‌گردد (Ahmed et al., 2023). استفاده از عصاره جلبک‌های دریایی در بهبود متابولیسم نیتروژن گیاهان نقش قابل توجهی دارد. این عصاره‌ها حاوی هورمون‌ها، آنزیم‌ها و ترکیبات آلی فعال هستند که جذب و انتقال نیتروژن را تسهیل کرده و باعث افزایش سنتز پروتئین و کلروفیل در گیاه می‌شوند. تحقیقات جدید نشان داده‌اند که مصرف عصاره جلبک دریایی می‌تواند همزمان با افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در متابولیسم نیتروژن، رشد ریشه و کیفیت محصول را نیز بهبود بخشد (Engel et al., 2023). منداب (*Eruca sativa (mill.) thell.*) به عنوان یک سبزی برگی متعلق به خانواده براسیکاسه، دارای طعمی متمایز، تند و حاوی طیف وسیعی از ترکیبات مغذی است که به صورت مجزا و یا همراه با سایر سبزی‌های سالادی به مصرف می‌رسد. با این وجود این محصول به عنوان یک تجمع‌دهنده بالای نیترات در میان سبزی‌های برگی می‌باشد. بر اساس این پیش گفتار، هدف از اجرای این پژوهش بررسی کاربرد غلظت‌های مختلف اسید هیومیک، اسیدهای آمینه و

عصاره جلبک دریایی بر محتوای نیترات، آمونیوم، اسید آمینه و فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم نیتروژن گیاهان منداب در شرایط کشت بدون خاک بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی بهار و تابستان سال ۱۴۰۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه کردستان به اجرا درآمد. به‌منظور انجام آزمایش، بذرهای گیاه منداب پس از ضدعفونی سطحی با محلول رقیق هیپوکلریت سدیم، در گلدان‌هایی حاوی بستر کشت کوکوپیت و پرلایت کاشته شدند. برای تغذیه گیاهان، از محلول غذایی هوگلند بهره‌گیری شد. تیمارهای زیستی شامل اسید هیومیک با غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسیدهای آمینه در غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر و عصاره جلبک دریایی به میزان ۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر بودند که به‌صورت محلول در ترکیب غذایی و یک روز در میان برای گیاهان استفاده شدند. پس از گذشت ۳۵ روز از زمان کاشت بذر و با پایان یافتن دوره رشد گیاهان، برگ‌ها جمع‌آوری و پس از انجماد سریع در نیتروژن مایع، به‌صورت پودر در هاون ساییده شدند. نمونه‌های حاصل، برای اندازه‌گیری میزان نیترات، آمونیوم، اسیدهای آمینه (Xiong et al., 2006) و همچنین بررسی فعالیت آنزیم‌های نیترات ردوکتاز، نیتریت ردوکتاز و گلوتامین‌سنتتاز (Wu et al., 2017) در فریزر با دمای منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که استفاده از تیمارهای مورد مطالعه، تاثیر معنی‌داری بر محتوای نیترات، آمونیوم و اسیدهای آمینه برگ‌های منداب داشته است (سطح احتمال یک درصد، جدول ۱). استفاده از غلظت‌های مختلف محرک‌های زیستی موجب کاهش معنی‌دار تجمع نیترات در مقایسه با شرایط شاهد گردید. همچنین همراه با کاربرد غلظت‌های مختلف اسیدهای آمینه، کاهش معنی‌دار محتوای آمونیوم در مقایسه با تیمار شاهد رخ داده بود. اضافه نمودن محرک‌های زیستی به محلول غذایی، موجب افزایش معنی‌دار محتوای اسیدهای آمینه در مقایسه با شرایط شاهد گردید. وقتی که میانگین تیمارهای مورد مطالعه بررسی شود، کمترین تجمع نیترات به ترتیب با استفاده از اسیدهای آمینه، عصاره جلبک و اسید هیومیک ثبت شد (جدول ۲).

به کارگیری محرک‌های زیستی اثر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم نیتروژن داشت (سطح احتمال یک درصد، جدول ۱). کاربرد غلظت‌های مختلف محرک‌های زیستی موجب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم نیترات‌ردوکتاز و نیتریت‌ردوکتاز در مقایسه با شرایط شاهد شد. روند افزایشی تقریبا مشابهی هم در مورد فعالیت آنزیم گلوتامین سنتتاز مشاهده شد (به استثنای تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک). هنگامی که میانگین محرک‌های زیستی مورد بررسی قرار گیرد، بیشترین فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز به ترتیب در تیمارهای اسیدهای آمینه، عصاره جلبک، اسید هیومیک و شاهد مشاهده گردید (جدول ۲). همچنین حداکثر فعالیت آنزیم گلوتامین سنتتاز هم به ترتیب تحت استفاده از عصاره جلبک دریایی، اسیدهای آمینه، اسید هیومیک و شاهد اتفاق افتاد.

جدول ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک (HA) (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، اسیدهای آمینه (AA) (۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر) و عصاره جلبک دریایی (SW) (۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر در لیتر) بر محتوای نیترات (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر)، آمونیوم (میکروگرم در گرم وزن خشک)، اسید آمینه (میکروگرم در گرم وزن تر)، فعالیت نیترات ردوکتاز (میکروگرم نیتریت در میلی‌گرم پروتئین در ساعت)، نیتریت ردوکتاز (میکروگرم نیتریت در میلی‌گرم پروتئین در ساعت) و گلوتامین سنتتاز (میکرومول گلوتامیل هیدروکسامات در میلی‌گرم پروتئین در ساعت) گیاهان منداب.

تیمار	نیترات	آمونیوم	اسید آمینه	نیترات ردوکتاز	نیتریت ردوکتاز	گلوتامین سنتتاز
HA-200	۷۴۴/۶ b	۲۶/۶۳ a	۱۹۱ f	۸۸/۱۴ e	۳۸ d	۸/۴ f
HA-400	۵۵۴ c	۲۰/۰۵ bc	۲۰۰/۱ ef	۸۹/۸۶ e	۴۵/۷ cd	۹/۳ d-f

HA-600	۵۲۸/۶ c	۱۹/۲۸ c	۲۲۹/۹ cd	۹۸/۹۵ de	۴۱/۳ d	۱۰ d
AA-2	۴۶۸ c	۱۶/۷۴ d	۲۲۶ cd	۱۳۸/۹ b	۵۳/۹۴ bc	۹/۸ de
AA-4	۲۰۳/۶ e	۱۱/۸ e	۲۵۴/۵ b	۱۶۸/۴ a	۶۶/۸۲ a	۱۰/۳ d
AA-6	۱۹۲/۵ e	۹/۸۱ f	۲۸۲/۸ a	۱۷۴/۸ a	۷۴/۱۷ a	۱۲/۷ b
SW-2	۵۶۳/۹ c	۲۵/۴۶ a	۱۹۶ ef	۱۰۸/۸ cd	۴۲/۰۵ d	۱۱/۳ c
SW-4	۵۳۹/۶ c	۲۰/۶۱ bc	۲۱۷/۵ de	۱۱۶/۳ c	۴۶/۱۹ cd	۱۲ bc
SW-6	۳۴۵/۷ d	۱۷/۴۹ d	۲۴۷/۹ bc	۱۴۲/۶ b	۵۷/۹۴ b	۱۳/۸ a
شاهد	۱۱۰۶ a	۲۱/۳۴ b	۱۴۰/۸ g	۷۱/۴۸ f	۲۸/۳۲ e	۸/۹ ef
	**	**	**	**	**	**

جدول ۲– مقایسه میانگین کاربرد اسید هیومیک (HA)، اسیدهای آمینه (AA) و عصاره جلبک دریایی (SW) بر محتوای نیترات (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر)، آمونیوم (میکروگرم در گرم وزن خشک)، اسید آمینه (میکروگرم در گرم وزن تر)، فعالیت نیترات ردوکتاز (میکروگرم نیتریت در میلی‌گرم پروتئین در ساعت)، نیتریت ردوکتاز (میکروگرم نیتریت در میلی‌گرم پروتئین در ساعت) و گلوتامین سنتتاز (میکرومول گلوتامیل هیدروکسامات در میلی‌گرم پروتئین در ساعت) گیاهان مناداب.

تیمار	نیترات	آمونیوم	اسید آمینه	نیترات ردوکتاز	نیتریت ردوکتاز	گلوتامین سنتتاز
HA	۶۰۹/۰۵ b	۲۱/۹۸ a	۲۰۷ b	۹۲/۳ c	۴۱/۷ c	۹/۳ c
AA	۲۸۸/۰۴ c	۱۲/۷۸ b	۲۵۴/۴۴ a	۱۶۰/۷ a	۶۵ a	۱۰/۹ b
SW	۴۸۳/۰۷ b	۲۱/۱۸ a	۲۲۰/۴۶ b	۱۲۲/۶ b	۴۸/۷ b	۱۲/۳ a
شاهد	۱۱۰۶ a	۲۱/۳۴ a	۱۴۰/۸۲ c	۷۱/۵ d	۲۸/۳ d	۸/۹ c

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از محرک‌های زیستی شامل اسید هیومیک، اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی، تاثیر معنی‌داری بر کاهش تجمع نیترات و آمونیوم در برگ‌های مناداب داشت، که این یافته با مطالعات قبلی همخوانی دارد (Teixeira et al., 2018; Ahmed et al., 2023). کاهش تجمع نیترات، به ویژه در تیمارهای اسیدهای آمینه و عصاره جلبک، احتمالاً ناشی از بهبود عملکرد سیستم جذب و احیای نیترات در گیاه است. افزایش معنی‌دار محتوای اسیدهای آمینه برگ در شرایط استفاده از محرک‌های زیستی نشان‌دهنده تسهیل مسیرهای متابولیسم نیتروژن و سنتز پروتئین می‌باشد که با نتایج Engel et al. (2023) مطابقت دارد. همچنین فعالیت افزایشی و معنی‌دار آنزیم‌های نیترات‌ردوکتاز، نیتریت‌ردوکتاز و گلوتامین سنتتاز در تیمارهای حاوی محرک‌های زیستی، تأییدکننده بهبود فرآیندهای بیوشیمیایی مرتبط با جذب و احیای نیترات است و نشان می‌دهد که این محرک‌ها می‌توانند مسیرهای متابولیک را فعال کنند. تفاوت در شدت پاسخ آنزیمی میان تیمارها، با توجه به ترکیب زیست فعال‌های متفاوت هر محرک، به ویژه تاثیر قوی‌تر عصاره جلبک دریایی بر گلوتامین سنتتاز، بیانگر این است که هر یک از محرک‌ها از طریق مکانیسم‌های متمایزی عمل می‌کنند. در مجموع، یافته‌های این پژوهش اهمیت کاربرد محرک‌های زیستی را در بهبود متابولیسم نیتروژن و افزایش کیفیت گیاه منداب را در شرایط کشت بدون خاک برجسته می‌سازد، که می‌تواند راهکاری موثر برای کاهش تجمع نیترات در این سبزی برگی در نظر گرفته شود.

منابع

Ahmed, W., Shah, A. N., Abbas, A., Nawaz, M., Qayyum, A., Hassan, M. U., Qaisrani, M. M. and Khan, J. 2023. Role of plant bio-stimulants and their classification. In: Biofertilizers for Sustainable Soil Management. CRC Press, pp. 65-88.

Engel, D. C. H., Feltrim, D., Rodrigues, M., Baptistella, J. L. C. and Mazzafera, P. 2023. Algae extract increases seed production of soybean plants and alters nitrogen metabolism. Agriculture, 13(7): 1296.

Teixeira, W. F., Fagan, E. B., Soares, L. H., Soares, J. N., Reichardt, K. and Neto, D. D. 2018. Seed and foliar application of amino acids improve variables of nitrogen metabolism and productivity in soybean crop. Frontiers in Plant Science, 9: 396.

Wu, S., Hu, C., Tan, Q., Xu, S. and Sun, X. 2017. Nitric oxide mediates molybdenum-induced antioxidant defense in wheat under drought stress. Frontiers in Plant Science, 8: 1085.

Xiong, Z. T., Liu, C. and Geng, B. 2006. Phytotoxic effects of copper on nitrogen metabolism and plant growth in *Brassica pekinensis* Rupr. Ecotoxicology and Environmental Safety, 64(3): 273-280.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of biostimulants on nitrogen metabolism in rocket crop (*Eruca sativa* (Mill.) Thell.) in soilless culture

Behrooz Sarabi[1*]
1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran
[*]*Corresponding Author: b.sarabi@uok.ac.ir*

Abstract

Excessive nitrate accumulation in leafy vegetables, including rocket, is a major concern in the production of safe and healthy food for consumers. Nowadays, the global approach to plant production is shifting toward the adoption of sustainable and organic management practices. This study aimed to investigate the effects of biostimulants—namely humic acid, amino acids, and seaweed extract—on nitrogen metabolism and nitrate reduction in rocket grown under soilless culture conditions. The experiment was conducted in 2022 at the Research Greenhouse of the University of Kurdistan. The treatments were applied at three different concentrations via nutrient solution. The results demonstrated that the application of biostimulants significantly reduced the nitrate and ammonium content of leaves while increasing the concentration of amino acids. Among the treatments, amino acids and seaweed extract showed the most pronounced effect in reducing nitrate accumulation. Moreover, the activities of key enzymes involved in nitrogen metabolism, including nitrate reductase, nitrite reductase, and glutamine synthetase, were significantly enhanced by the treatments. The highest activities of nitrate reductase and nitrite reductase were observed in the amino acids treatment, whereas glutamine synthetase activity peaked under the seaweed extract treatment. These differences may be attributed to the distinct bioactive compound profiles present in each biostimulant. Overall, the findings of this study suggest that biostimulant application can effectively improve nitrate assimilation processes and reduce nitrate accumulation in rocket leaves. Therefore, the targeted use of such biostimulants may serve as an eco-friendly strategy for enhancing the quality of leafy vegetables and mitigating health risks associated with high nitrate intake.

Keywords: Enzyme, Healthy product, Leafy vegetable, Nitrate, Quality.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کارایی برخی از درختان و درختچه‌های زینتی شهری در جنوب ایران برای کاهش فلزات سنگین

رضا آماره[۱]، مرضیه ربیعی[۱]، بهزاد کاویانی[۱]، شهرام صداقت‌حور[۱]، محمد صادق الهیاری[۲] و سمیه عطائی جلیسه[۳]

۱- گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲- گروه مدیریت کشاورزی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۳- گروه زیست‌شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

*نویسنده مسئول: *rabieemarziyeh92@gmail.com*

چکیده

یکی از روش‌های مؤثر برای کاهش آلودگی فلزات سنگین، گیاه‌پالایی است. غلظت ده فلز سنگین در ده گیاه زینتی که در شهر بوشهر رشد می‌کنند، اندازه‌گیری شد. غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه ICP-MS تعیین شد. گیاه گل کاغذی دارای بیشترین مقدار روی (۶۱/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک، مس (۴۵/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و کروم (۱۴/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در مقایسه با سایر فلزات سنگین بود. بیشترین مقدار کبالت (۰/۶۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک، آهن (۴۲۸/۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و نیکل (۶/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در گیاه کنوکارپوس مشاهده شد. همچنین، گیاه شمشاد اهوازی بیشترین مقدار آرسنیک (۰/۰۰۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و قلع (۲/۵۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) را داشت. به طور کلی، درختچه‌ها نسبت به درختان برای جذب و تجمع فلزات سنگین مناسب‌تر بودند و شمشاد اهوازی، انجیر معابد و گل کاغذی بهترین گونه‌های گیاهی برای گیاه‌پالایی هستند.

واژه‌های کلیدی: آلودگی فلزات، گیاه‌پالایی، سمیت گیاهی.

مقدمه

گیاهان، به ویژه درختان و درختچه‌ها، می‌توانند تا حدی خطر آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین (heavy metals; HMs) و گازهای خطرناک را کاهش دهند (Delaman and Farahmand 2017; Ghafari et al. 2020). دو معیار بسیار مهم برای انتخاب گیاهان زینتی مناسب برای هر فضای سبز شهری، زیبایی و کاهش آلاینده‌های محیطی است. استفاده از فناوری‌های نوین به‌نژادی برای تولید انواع گیاهان زینتی با ویژگی‌های بهبود یافته، به ویژه مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی شهری، افزایش یافته است (Kisvarga et al., 2023). انتخاب گیاهان زینتی مناسب که با محیط شهری سازگار هستند، کلید موفقیت در توسعه فضای سبز پایدار است (Ghafari et al. 2020). فلزات سنگین شامل فلزات و شبه‌فلزاتی با چگالی اتمی بیش از ۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب یا ۵ برابر یا بیشتر از آب هستند. بر اساس این معیارها، مس (Cu)، منگنز (Mn)، سرب (Pb)، کادمیوم (Cd)، نیکل (Ni)، کبالت (Co)، آهن (Fe)، روی (Zn)، کروم (Cr)، آرسنیک (As)، نقره (Ag)، قلع (Sn) و پلاتین (Pt) جزو فلزات سنگین محسوب می‌شوند. یک فلز سنگین به خودی خود سمی نیست و تنها زمانی سمی است که غلظت آن در سلول گیاهی بیش از حد آستانه (دوزی که باعث اثر می‌شود) باشد، که در این حالت به آن فلز سنگین گفته می‌شود. آلودگی منابع خاک و آب با فلزات سنگین می‌تواند منجر به جذب و تجمع این عناصر توسط گیاهان شود (Edelstein and Ben-Hur 2018). گونه‌هایی که فلزات سنگین را تجمع می‌دهند، برای گیاه‌پالایی استفاده می‌شوند. استفاده از مواد محرک زیستی و گیاهان شاخص زیستی برای تعدیل اثرات مضر فلزات سنگین و تشخیص این آلاینده‌ها، از روش‌های رایج است (Rady et al., 2023; Cakaj et al., 2023). بررسی منابع نشان می‌دهد که استخراج، جذب، انتقال و تجمع فلزات سنگین، همچنین مقاومت، تحمل، سخت‌شدن و سایر پاسخ‌های استراتژیک به فلزات سنگین، وابسته به گونه گیاهی و حتی اندام گیاهی است و با فلز خاص، غلظت، شکل شیمیایی و ترکیب خاک و اسیدیته متفاوت است (Asati et al. 2016). هدف از این پژوهش، ارزیابی غلظت ۱۰ فلز سنگین As، Cd، Cr، Co، Cu، Fe، Pb، Ni، Sn و Zn در ۱۰ گونه زینتی غالب؛ انجیر معابد (*Ficus religiosa*)، فیکوس بنجامین سیاه (*Ficus elastica*)، چریش (*Azadirachta*

indica)، شمشاد اهوازی (*Clerodendrom inerme*)، گل کاغذی (*Bougainvillea* sp.)، کنوکارپوس (*Conocarpus erectus*)، نخل (*Phoenix* sp.)، ناترک (*Dodonaea viscosa*)، جمبو (*Syzygium cumini*)، و مشعل جنگل (*Delonix regia*)، در فضای سبز شهر بوشهر بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در شهر بوشهر انجام شد. این شهر دارای ۶۹ پارک و سرانه فضای سبز آن حدود ۶/۸۹ متر مربع است. برای انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب، فهرستی از تمام گیاهان زینتی موجود در سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر بوشهر تهیه شد. این فهرست شامل ۱۲۳ گونه گیاه زینتی با فنولوژی بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی بود. از بین این ۱۲۳ گونه گیاهی، ۱۰ گونه برتر بر اساس شاخص‌هایی مانند پارامترهای رشد، سازگاری منطقه‌ای، محیط شهری، نگهداری، زیبایی‌شناسی و مزایای خاص در شهر انتخاب شدند. سه مکان برای نمونه‌برداری در شهر بوشهر انتخاب شد. در هر مکان، ۴ درخت و درختچه از هر ۱۰ گیاه زینتی در نظر گرفته شد و حدود ۳۰ برگ جدا شد. در مجموع، حدود ۸۰ تا ۱۰۰ گرم نمونه برگ جمع‌آوری شد. نمونه‌ها به آزمایشگاهی در شهر بوشهر منتقل شدند تا مقدار فلزات سنگین اندازه‌گیری شود. ده فلز سنگین As، Cd، Cr، Co، Cu، Fe، Pb، Ni، Sn و Zn در ۱۰ گونه زینتی غالب؛ انجیر معابد، فیکوس بنجامین سیاه، چریش، شمشاد اهوازی، گل کاغذی، کنوکارپوس، نخل، ناترک، جمبو، و مشعل جنگل، توسط دستگاه ICP-MS اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

بر اساس تجزیه واریانس، تفاوت‌های بین گونه‌های گیاهی انتخاب‌شده در رابطه با تجمع فلزات سنگین در بافت برگ‌های آن‌ها معنی‌دار بود. نتایج کلی نشان داد که گونه‌های مناسب برای گیاه‌پالایی شمشاد اهوازی، انجیر معابد و گل کاغذی هستند. از سوی دیگر، در بین این سه گونه، با توجه به تمام جنبه‌ها، به ویژه زیبایی گیاه و جذب و تجمع تعداد بیشتری از فلزات سنگین، گل کاغذی بهترین گونه برای گیاه‌پالایی است. شمشاد اهوازی بیشترین مقدار As (۰/۰۰۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و Sn (۲/۵۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) را در مقایسه با سایر گونه‌ها داشت. این گونه غنی از Ni، Co و Zn بود (جدول ۱). بیشترین مقدار Cr (۱۴/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)، Cu (۴۵/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و Zn (۶۱/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در گل کاغذی به دست آمد. مقدار Cr و Cu در این گیاه بسیار بیشتر از سایر گیاهان زینتی بود. در بین گیاهان زینتی انتخاب‌شده، بیشترین غلظت Co (۰/۶۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در کنوکارپوس مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد که بیشترین مقدار Fe (۴۲۸/۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و Ni (۶/۴۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) نیز از کنوکارپوس استخراج شد، در حالی که مقدار Sn در این گونه حداقل بود. انجیر معابد As بالایی داشت (جدول ۱). بیشترین مقدار Pb (۲/۴۹۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در انجیر معابد محاسبه شد. این گیاه همچنین غنی از Sn بود. تفاوت‌های بین غلظت‌های Cd در تمام ۱۰ گیاه زینتی انتخاب‌شده معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین مقدار ۱۰ فلز سنگین در ۱۰ گیاه زینتی منتخب.

گونه گیاهی	مس	کبالت	کروم	کادمیوم	آرسنیک
انجیر معابد	$18.24^{cd} \pm 0.23$	$0.153^{de} \pm 0.02$	$7.07^{d} \pm 0.86$	<0.001	$0.0076^{b} \pm 0.0005$
فیکوس بنجامین سیاه	$32.27^{b} \pm 1.78$	$0.211^{c-e} \pm 0.02$	$11.34^{a-c} \pm 0.55$	<0.001	$0.0060^{c} \pm 0.0000$
جمبو	$15.89^{c-e} \pm 4.71$	$0.122^{e} \pm 0.04$	$8.72^{cd} \pm 0.60$	<0.001	$0.0050^{d} \pm 0.0000$
چریش	$13.46^{de} \pm 0.99$	$0.351^{cd} \pm 0.14$	$13.18^{ab} \pm 5.34$	<0.001	$0.0072^{b} \pm 0.0002$
شمشاد اهوازی	$20.70^{c} \pm 0.10$	$0.569^{ab} \pm 0.20$	$8.46^{cd} \pm 3.50$	<0.001	$0.0087^{a} \pm 0.0000$
کنوکارپوس	$20.07^{c} \pm 0.76$	$0.686^{a} \pm 0.19$	$11.24^{a-c} \pm 0.55$	<0.001	$0.0036^{e} \pm 0.0005$

گل کاغذی	45.52^{a} ± 4.71	0.401^{bc} ± 0.10	14.71^{a} ± 0.33	<0.001	0.0043^{de} ± 0.0005
مشعل جنگل	19.43^{c} ± 5.21	0.119^{e} ± 0.02	7.96^{cd} ± 0.54	<0.001	0.0040^{e} ± 0.0000
ناترک	11.38^{e} ± 1.89	0.655^{a} ± 0.22	7.75^{cd} ± 1.47	<0.001	0.0013^{g} ± 0.0005
نخل	12.11^{e} ± 0.28	0.089^{e} ± 0.03	9.40^{b-d} ± 2.36	<0.001	0.0023^{f} ± 0.0005

میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ستون بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری دارند. واحدها، میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن خشک است.

ادامه جدول ۱- مقایسه میانگین مقدار ۱۰ فلز سنگین در ۱۰ گیاه زینتی منتخب.

گونه گیاهی	روی	قلع	نیکل	سرب	آهن
انجیر معابد	29.33^{cd} ± 3.60	1.836^{b} ± 0.047	2.231^{f} ± 0.14	0.818^{d} ± 0.123	155.00^{c} ± 4.25
فیکوس بنجامین سیاه	29.42^{cd} ± 2.83	2.413^{a} ± 0.050	3.631^{d} ± 0.16	2.499^{a} ± 0.390	241.00^{bc} ± 13.29
جمبو	25.52^{cd} ± 0.98	2.396^{a} ± 0.126	4.033^{cd} ± 0.49	2.093^{ab} ± 0.103	209.00^{bc} ± 6.36
چریش	22.85^{d} ± 0.63	2.366^{a} ± 0.100	4.603^{c} ± 0.34	0.176^{ef} ± 0.018	269.00^{bc} ± 5.20
شمشاد اهوازی	54.78^{ab} ± 4.45	2.516^{a} ± 0.083	5.267^{b} ± 0.40	1.139^{c} ± 0.548	227.00^{bc} ± 7.48
کنوکارپوس	55.73^{ab} ± 5.61	1.986^{b} ± 0.011	6.448^{a} ± 0.65	1.087^{cd} ± 0.508	428.00^{a} ± 276.23
گل کاغذی	61.86^{a} ± 9.20	2.312^{a} ± 0.410	2.959^{e} ± 0.23	1.075^{cd} ± 0.508	222.00^{bc} ± 8.02
مشعل جنگل	41.05^{bc} ± 18.39	2.310^{a} ± 0.110	1.845^{f} ± 0.35	0.679^{de} ± 0.027	311.00^{ab} ± 27.36
ناترک	50.73^{ab} ± 22.05	2.350^{a} ± 0.173	2.053^{f} ± 0.07	0.087^{f} ± 0.009	232.00^{bc} ± 3.15
نخل	26.62^{cd} ± 1.23	2.316^{a} ± 0.115	2.070^{f} ± 0.23	1.546^{bc} ± 0.310	234.00^{bc} ± 3.78

ادامه میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ستون بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری دارند. واحدها، میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن خشک است.

آلودگی محیطی فلزات سنگین و تجمع آن‌ها در زنجیره‌های غذایی به دلیل اثرات نامطلوب آن‌ها بر موجودات زنده، یکی از مشکلات اصلی محیط زیستی جوامع مدرن است. منابع اصلی آلودگی، آب، خاک و هوا هستند که آلاینده‌های اصلی این منابع، فعالیت‌های انسانی مانند شهرنشینی و صنعتی‌شدن هستند. سمیت فلزات باعث تشکیل رادیکال‌های آزاد به ویژه گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که منجر به آسیب DNA، تغییر در فعالیت آنزیم‌ها، و تغییر هموستازی می‌شود (Asati et al., 2016). فلزات سنگین اثر نامطلوبی بر بیشتر اندامک‌های درون سلولی، از جمله میتوکندری و کلروپلاست دارند. بسیاری از فلزات سنگین علاوه بر گیاهان، برای انسان نیز سمی هستند و چهار فلز سنگین؛ Hg، As، Cd و Pb به ترتیب بیشترین خطرات محیطی را به دلیل استفاده گسترده و سمیت و توزیع وسیع دارند (Briffa et al., 2020). شهر بوشهر به دلایل محیطی و آب و هوایی خاص، در معرض برخی آلودگی‌های محیطی، از جمله آلودگی ناشی از فلزات سنگین قرار دارد. در این مطالعه از روش گیاه‌پالایی برای کاهش آلودگی فلزات سنگین استفاده شد. غلظت بالای فلزات سنگین در برخی گونه‌ها به شدت با آلاینده‌های آب، خاک و هوا که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های انسانی است، مرتبط است. اثر فلزات سنگین وابسته به گونه و دوز است. برخی گیاهان قادر به تجمع فلزات سنگین در سطوح بالا بدون آسیب جدی هستند. گیاه‌پالایی (استفاده از گیاهان برای پاک‌سازی محیط‌های مختلف)، به عنوان بهترین روش زیست‌پالایی، مناسب‌ترین راه برای کاهش آلودگی فلزات سنگین در شهرها است. گیاهان مناسب برای گیاه‌پالایی باید توانایی انتقال و تجمع بالای فلزات سنگین را داشته باشند (Liu et al., 2021). گیاهان مناسب برای استفاده در گیاه‌پالایی باید ویژگی‌هایی مانند توانایی تحمل بالای فلزات، سیستم ریشه‌ای گسترده، جذب و تجمع فلزات سنگین در ریشه و ساقه، تولید زیست‌توده

بالا، رشد سریع، مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها و مناسب بودن برای استفاده در استراتژی‌های گیاه‌انباشتی و گیاه‌استخراجی را داشته باشند (Delaman and Farahmand 2017; Ghafari et al. 2020).

نتیجه‌گیری

سطوح بالای فلزات سنگین برای انسان و گیاهان سمی است. سمیت فلزات سنگین روی مراحل آناتومیکی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان اثر دارند. در سطح سلولی، فلزات ساختار، ترکیب و عملکرد اندامک‌ها را تغییر می‌دهند. نتایج نشان داد که سه گیاه گل کاغذی، شمشاد اهوازی و انجیر معابد، مناسب فضای سبز شهری بوشهر هستند و قدرت گیاه‌پالایی بالاتری نسبت به بقیه دارند.

منابع

Asati, A., Pichhode, M. and Nikhil, K. 2016. Effect of heavy metals on plants: An overview. International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management, 5: 2319-4847.

Briffa, J., Sinagra, E. and Blundell, R. 2020. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. Heliyon, 6: e04691.

Cakaj, A., Lisiak-Zielińska, M., Hanć, A., Małecka, A., Borowiak, K. and Drapikowska, M. 2023. Common weeds as heavy metal bioindicators: A new approach in biomonitoring. Scientific Reports, 13: 6926.

Conversa, G., Miedico, O., Chiaravalle, A. E. and Elisa, A. 2019. Heavy metal contents in green spears of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) grown in Southern Italy: Variability among farms, genotypes and effect of soil mycorrhizal inoculation. Scientia Horticulturae, 256: 108559.

Delaman, S. and Farahmand, H. 2017. Pollution tolerance index, a criterion for selecting trees and shrubs tolerant to air pollution. The First National Conference on New Opportunities for Agricultural Production and Employment in the East of the Country. University of Birjand, p. 11.

Ghafari, S., Kaviani, B., Sedaghathoor, S. and Allahyari, M. S. 2020. Ecological potentials of trees, shrubs and hedge species for urban green spaces by multi-criteria decision making. Urban Forestry & Urban Greening, 55: 126824.

Kisvarga, S., Horotán, K., Wani, M. A. and László, O. 2023. Plant Responses to Global Climate Change and Urbanization: Implications for Sustainable Urban Landscapes. Horticulturae, 9(9): 1051.

Liu, Y., Xu, W., Wang, Y., Hao, W., Zhou, Q. and Liu, J. 2021. Growth responses and accumulation characteristics of three ornamental plants to Sn contamination in soil. Agriculture, 11: 205.

Rady, M. M., Salama, M. M. M., Kuşvuran, S., Kuşvuran, A., Ahmed, A. F., Ali, E. F., Farouk, H. A., Osman, A. Sh., Selim, K. A. and Mahmoud, A. E. M. 2023. Exploring the role of novel biostimulators in suppressing oxidative stress and reinforcing the antioxidant defense systems in *Cucurbita pepo* plants exposed to cadmium and lead toxicity. Agronomy, 13(7): 1916.

Efficiency of some urban ornamental trees and shrubs in southern Iran for heavy metals mitigation

Reza Amareh[1], Marziye Rabiee[1], Behzad Kaviani[1], Shahram Sedaghathoor[1], Mohammad Sadegh Allahyari[2] and Somayeh Ataei Jaliseh[3]

1. Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2. Department of Agricultural Management, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
3. Department of Biology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Corresponding author: rabieemarziyeh92@gmail.com

Abstract

One of the effective approaches to reduce heavy metals (HMs) contamination is phytoremediation. The concentration of ten heavy metals (HMs) were measured in ten ornamental plants in Bushehr landscape. The concentration of HMs was determined by ICP-MS. *Bougainvillea* had greater amount of Zn (61.86 mg/kg D.W.), Cu (45.52 mg/kg D.W.), and Cr (14.71 mg/kg D.W.) than the other HMs. The highest amount of Co (0.686 mg/kg D.W.), Fe (428.00 mg/kg D.W.), and Ni (6.44 mg/kg D.W.) was obtained in *Conocarpus erectus*. Also, *Clerodendrom inerme* had maximum As (0.0087 mg/kg D.W.) and Sn (2.516 mg/kg D.W.). Overall, shrubs were much more suitable than trees for absorption and accumulation of HMs, and *C. inerme*, *F. elastica* and *Bougainvillea* are the best plant species for phytoremediation.

Keywords: Metals pollution, Phytoremediation, Plant toxicity.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی خطرهای تجمعی سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی منتسب به فلزات سنگین در خاک مزارع جنوب تهران بر اساس روش مونت کارلو

نجمیه امینی بیات[۱]، عبدالعلی شجاعیان[۱*] و محسن حیدری[۲]
۱- گروه علوم باغبانی، داشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *shojaeiyan@modares.ac.ir*

چکیده

در سال‌های اخیر، فعالیت‌های انسانی به‌طور تدریجی افزایش یافته و این امر منجر به تخریب قابل توجه محیط زیست شده است. خاک‌ها به ویژه در مجاورت کارخانه‌های صنعتی و جاده‌ها ممکن است به سطوح قابل توجهی از فلزات سنگین آلوده شوند. این مطالعه بر ارزیابی خطر سلامت انسان ناشی از خاک آلوده به فلزات سنگین در مزارع جنوب تهران متمرکز بود. آلاینده‌های مورد ارزیابی در مطالعه حاضر آرسنیک، کادمیوم، نیکل، سرب و آلومینیوم بودند. نمونه‌های خاک سطحی از ۱۴ مزرعه جمع‌آوری شدند. غلظت فلزات با استفاده از دستگاه (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, ICP-OES) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که غلظت فلزات سنگین دارای ترتیب آلومینیوم>> سرب > نیکل> آرسنیک>کادمیوم بود. مقدار تجمعی خطر غیرسرطان‌زایی برای بزرگسالان در محدوده ایمن بود، اما مقدار صدک ۹۵ آن برای کودکان در محدوده غیرایمن (۱/۸۴) بود. مقدار تجمعی خطر سرطان‌زایی در محدوده ایمن اما نزدیک به حد آستانه بود. این مطالعه نشان داد که فلزات موجود در خاک کشاورزی منطقه مورد مطالعه خطر تجمعی سرطان‌زایی نسبتاً بالا و خطر غیرسرطان‌زایی غیر ایمن برای کودکان ایجاد می‌کند. بنابراین، کاهش سطح این آلودگی و به حداقل رساندن مواجهه مردم محلی، به‌ویژه کودکان، با این خاک ضروری است.

واژه‌های کلیدی: جنوب تهران، خاک، خطر بهداشتی، فلزات سنگین، مزرعه.

مقدمه

ویژگی‌های خاک نقش مهمی در تولید مواد غذایی ایفا می‌کند و آلودگی این منبع حیاتی به فلزات سنگین و جذب نهایی و تجمع زیستی آن‌ها در محصولات غذایی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مشکلات زیست محیطی و بهداشتی عمده‌ای را به همراه دارد. خاک به‌عنوان منبع اصلی آلودگی زنجیره غذایی با فلزات سنگین شناخته می‌شود، زیرا یک ابزار مهم در مدیریت و دفع زباله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Khan et al., 2015). فلزات سنگین سمی پس از انتشار در اکوسیستم از طریق فعالیت‌های طبیعی و انسان‌محور در سبزی‌ها انباشته می‌شوند. استفاده طولانی‌مدت از مواد شیمیایی مانند سم‌های دفع آفات، علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و کودهای شیمیایی، همچنین آبیاری زمین‌های کشاورزی با پساب‌های شهری و صنعتی تصفیه نشده، تخلیه نامناسب زباله‌های جامد و فعالیت‌های مختلف صنعتی از عوامل اصلی تجمع فلزات سنگین در خاک‌ها و سپس در سبزی‌ها هستند. کاهش رشد، زیست توده، عملکرد و کیفیت پایین از علائم مهم در ایجاد سمیت فلزات سنگین پس از جذب توسط سبزی‌ها است (Tauqeer et al., 2022). فاضلاب حاوی آلاینده‌های سمی مانند فلزات سنگین است که استفاده طولانی‌مدت از آن‌ها مشکلاتی را برای همه موجودات زنده ایجاد کرده و با تجمع فلزات سنگین سمی در خاک و جذب آن‌ها توسط گیاهان کیفیت و عملکرد آن‌ها را کاهش می‌دهد. در نتیجه وارد زنجیره غذایی می‌شوند و سلامت مصرف کننده‌های این گیاهان را به خطر می‌اندازد (Ullah et al., 2022). آلودگی محیطی توسط فلزات سنگین به طور مداوم اکوسیستم را تخریب کرده و توانایی آن برای حمایت از حیات را کاهش داده و ارزش‌های ذاتی آن را بی‌فایده می‌سازد (Mavhungu et al., 2019). برخلاف آلاینده‌های آلی، آلودگی فلزات سنگین پنهان، پایدار و غیرقابل برگشت است و نه تنها کیفیت خاک، آب، هوا و محصولات غذایی را کاهش داده، بلکه تهدید بزرگی برای سلامت انسان و موجودات از طریق تجمع در زنجیره غذایی است (Li et al., 2019). بنابراین،آلودگی فلزات سنگین در خاک

کشاورزی به طور مستقیم با موضوع امنیت غذایی مرتبط است که نگرانی‌های روزافزون جهانی را به خود جلب کرده است (Heidari et al., 2021). در مطالعات متعدد نیز خطر غیرسرطان‌زایی منتسب به مواجهه مستقیم با فلزات موجود در خاک کشاورزی ارزیابی شده و در مناطق مختلف مقادیر در محدوده قابل قبول و غیرقابل قبول گزارش شده است. در مطالعه Huang و همکاران (2018) مقدار میانگین شاخص خطر (Hazard Index (HI))، ۱۵/۲۶ بدست آمد که منجر به اثرات نامطلوب بهداشتی می‌شود. در مطالعه وی ۹۰ درصد خطر ایجاد شده از مسیر بلع بود (Huang et al 2018). در مطالعه Gupta و همکاران (2021) مطابق اکثر مطالعات در این زمینه نیز مقدار ضریب خطر (Hazard Quotient (HQ)) در کودکان بالاتر از بزرگسالان گزارش شده است که علت آن می‌تواند رفتارها و عادات کودکان مانند آلوده شدن انگشتان دست به خاک و تماس مکرر دهان با انگشتان و دیگر وسایل آلوده به خاک باشد (Gupta et al.,2021). در مطالعه‌ای علی‌زاده و همکاران نشان داد در ارزیابی خطر بهداشتی، خطر غیرسرطان‌زایی هر یک از فلزات مورد مطالعه در محدوده ایمن قرار دارد، اما خطر غیرسرطان‌زایی مجموع فلزات نزدیک حد آستانه (HI برابر $۲/۱۴\times۱۰^{-۱}$) بود. همچنین مشخص شد که از بین فلزات مورد مطالعه، سطح خطر سرطان‌زایی آرسنیک فراتر از حد آستانه است (۱×۱۰^{-۶}) که باید مورد توجه قرار گیرد (علی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰). بنابراین، این پژوهش به منظور بررسی خطرات بهداشتی ناشی از خاک‌های آلوده به فلزات سنگین در مزارع جنوب تهران انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌ها از تابستان ۱۴۰۲ تا پاییز ۱۴۰۲ بطور کاملا تصادفی از خاک سطحی ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری از ۱۴ مزرعه مورد مطالعه در جنوب تهران جمع‌آوری شد. نمونه‌ها هوا خشک شدند، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و برای هضم اسیدی با افزودن اسید نیتریک غلیظ و هیدروکلریک اسید به نسبت ۱/۳ و ۲ سی سی هیدروژن پر اکسید به ۰/۵ گرم خاک، آماده سازی برای آنالیز صورت گرفت و با هدف تعیین غلظت فلزات آلومینیوم، آرسنیک، کادمیوم، نیکل و سرب با استفاده از دستگاه ICP-OES اندازه‌گیری انجام شد.

ارزیابی خطر سلامت (Assessment Health Risk)

در این مطالعه خطر سلامت منتسب به آلودگی خاک کشاورزی به فلزات سنگین برای ۵ فلز و ۴ فلز سرطان‌زا ارزیابی شد. مسیرهای مواجهه با خاک شامل بلعیدن (Ingestion)، استنشاق (Inhalation) و تماس پوستی (Dermal absorption) در نظر گرفته شد. لذا میزان مواجهه و خطر هر سه مسیر و همچنین خطرهای تجمعی محاسبه شدند. به منظور ارزیابی خطر غیر سرطان‌زایی منتسب به فلزات سنگین در خاک کشاورزی مقادیر HQ از هر سه مسیر مواجهه با استفاده از فرمول‌های ۱ تا ۳ محاسبه شدند.

$$HQ_{Ing}=\frac{C\times EF\times RBA\times IngR\times ED}{AT\times BW\times 10^{6}\times RfD}\ (۱),\quad HQ_{inh}=\frac{C\times ET\times EF\times ED}{AT\times PEF\times 10^{6}\times RfC}\ (۲),\quad HQ_{Derm}=\frac{C\times SA\times AF\times ABF\times EF\times ED}{AT\times BW\times 10^{6}\times RfD\times GIABS}\ (۳)$$

در این فرمول‌ها EF فرکانس مواجهه، ED مدت زمان مواجهه، C غلظت فلز در نمونه، ET مدت زمان مواجهه در روز، AT زمان متوسط‌گیری، IngR نرخ بلعیدن خاک، BW وزن افراد دارای مواجهه، RBA قابلیت دردسترس پذیری زیستی، PEF فاکتور انتشار ذرات، SA متوسط سطح پوست بدن انسان و AF فاکتور چسبندگی پوستی و GIABS نسبت میزان جذب در دستگاه گوارش هستند (Heidari et al., 2021, Varol et al., 2021).

مقدار *HI* مربوط به هر سه مسیر مواجهه برای هر فلز از طریق تماس با ذرات خاک با استفاده از فرمول ۴ بدست آمد.

$$HI=HQ_{Ing}+HQ_{Inh}+HQ_{Derm} \quad (۴)$$

بر اساس داده‌های آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده، حد آستانه برای HQ و HI برابر ۱ در نظر گرفته شده است و مقادیر بیشتر از آن را غیرقابل قبول است(USEPA., 2021). مقدار کل شاخص خطر منتسب به تمام فلزات مورد مطالعه با جمع کردن HI تک تک فلزات با فرمول ۵ محاسبه شد.

$$THI=\sum_{i=1}^{n} HI_i \quad (۵)$$

در اینجا HIi شاخص خطر غیرسرطان‌زایی منتسب به فلز i می‌باشد(Varol et al., 2021).

ارزیابی خطر سرطان‌زایی ((Carcinogenicity Risk Assessment (CRA)

برای ارزیابی خطر سرطان‌زایی، در فرمول‌های فوق به جای AT کل زمان طول عمر قرار داده شد و به جای RfD و RfC مقادیر فاکتور شیب سرطان‌زایی ((Cancer Slope Factor (CSF) و IUR (خطر واحد استنشاق) قرار داده شد. خطر کودکان و بزرگسالان تجمیع شد و در نهایت برای هر مسیر خطر مازاد سرطان‌زایی در طول عمر ((Excess Lifetime Carcinogenic Risk (ELCR) به دست آمد. برای محاسبه کل خطر سرطان‌زایی ((Total Carcinogenic Risk (TCR) ناشی از هر سه مسیر مواجهه برای هر فلز از فرمول‌های ۶ و ۷ استفاده شد.

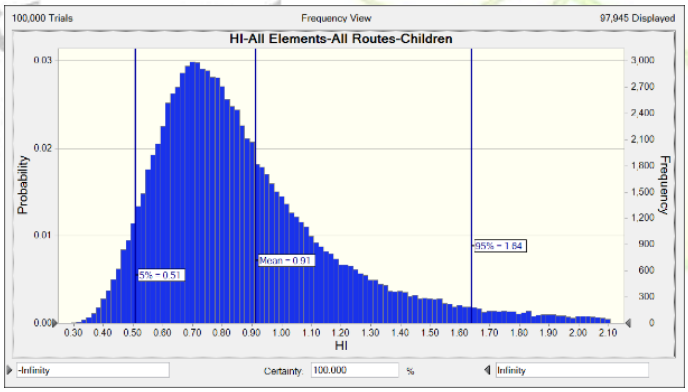
$$TCR=ELCR_{Ing}+ELCR_{Inh}+ELCR_{Derm} \quad (۶)$$

$$TCR_C=\sum_{i=1}^{n} TCR_i \quad (۷)$$

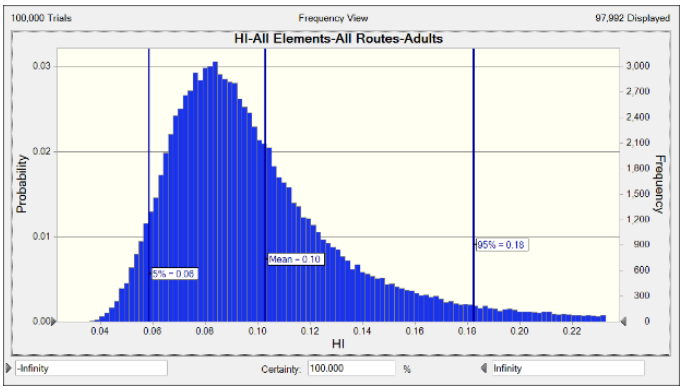
در فرمول ۷، TCR_i بیانگر کل خطر سرطان‌زایی فلز i می‌باشد.(Heidari et al., 2021).

نتایج و بحث

در این مطالعه غلظت ۵ عنصر فلزی در خاک‌های کشاورزی جنوب تهران سنجش شد و سپس خطرهای بهداشتی منتسب به آنها ارزیابی شد. میانگین غلظت آلومینیوم، آرسنیک، کادمیوم، نیکل و سرب به ترتیب برابر ۱۸۷۸۰، ۹/۴، ۰/۸، ۳۲/۲ و ۴۶/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. در این مطالعه خطرهای سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی تمام فلزات و هر سه مسیر مواجهه با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو ارزیابی شد. طبق نمودار ۱ مقدار THI تمام فلزات و هر سه مسیر برای کودکان به طور میانگین برابر ۰/۹۱ و مقدار صدک ۹۵ آن برابر ۱/۶۴ بود. برای بزرگسالان، در نمودار ۲ مقدار میانگین THI برای تمام فلزات از هر سه مسیر برابر ۰/۱ و مقدار صدک ۹۵ آن برابر ۰/۱۸ بود.

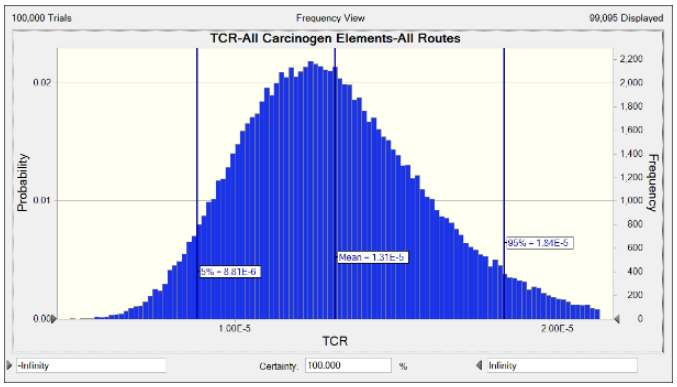


نمودار ۱- توزیع شاخص THI کل فلزات موجود در خاک از ۳ مسیر مواجهه برای کودکان.



نمودار ۲- توزیع شاخص THI کل فلزات موجود در خاک از ۳ مسیر مواجهه برای بزرگسالان.

طبق نمودار ۳، مقدار TCR مجموع تمام خطرهای سرطان‌زایی تمام فلزات از هر سه مسیر مواجهه است بطور میانگین برابر با ۱/۳×۱۰-۵ و مقدار صدک ۹۵ آن برابر ۱/۸×۱۰-۵ بود.



نمودار ۳- توزیع شاخص TCR ناشی از فلزات موجود در خاک از ۳ مسیر مواجهه در خاک.

مطابق نتایج این مطالعه، میانگین غلظت فلزات سنگین در خاک کشاورزی جنوب تهران دارای ترتیب آلومینیوم>> سرب > نیکل> آرسنیک>کادمیوم بود. در این مطالعه، خطرهای سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی برای دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان به روش احتمالی (مبتنی بر شبیه سازی مونت کارلو) ارزیابی شد. با جمع مقادیر HI تمام فلزات، مقدار THI نیز برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان محاسبه شد و نتایج حاصل از آن در نمودار شماره ۱ و ۲ ارائه شده است. مقدار میانگین THI برای کودکان و بزرگسالان به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۱ ایجاد خواهد شد. البته مقادیر صدک ۹۵ برای THI در کودکان بالاتر از ۱ بود که در محدوده غیر قابل قبول قرار می‌گیرد. بنابراین لازم است افراد دارای مواجهه مستقیم با خاک کشاورزی جنوب تهران، بخصوص کودکان، سطح مواجهه‌ای کمتر از مقادیر در نظر گرفته شده در این مطالعه داشته باشند و البته اقدامات کنترلی برای کاهش غلظت فلزات انجام گیرد. در این مطالعه با تجمیع خطرهای سرطان‌زایی فلزات از مسیرهای مختلف نیز TCR یا همان خطر سرطان‌زایی کل بدست آمد و نتایج حاصل از آن در نمودار ۳ ارائه شده است. مطابق این نمودار، میانگین و صدک ۹۵ مقدار TCR به ترتیب برابر $۱/۳\times۱۰^{-۵}$ و $۱/۸\times۱۰^{-۵}$ بود و مقادیر خطر در تمام شرایط کمتر از حد آستانه بود و در محدوده قابل قبول قرار داشت. به هرحال، با توجه به اینکه آرسنیک از هر سه مسیر خطر غیرسرطان‌زایی ایجاد می‌کند باید مورد توجه باشد.

نتیجه‌گیری

ارزیابی سطح آلودگی خاک کشاورزی و حفاظت از سلامت خاک برای پایداری زیست محیطی، بازده کشاورزی، کاهش تغییرات آب و هوایی و کاهش خطرات اکولوژیک و بهداشتی ضرورت دارد. آلودگی خاک کشاورزی به فلزات سنگین، مشکلی

جهانی و تهدیدی جدی برای انسان و اکوسیستم‌های طبیعی است و لازم است همواره مورد پایش قرار گیرد و ریسک‌های مربوط به آن ارزیابی شود. تجمع بیش‌ازحد فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی، نه تنها منجر به آلودگی محیط زیست می‌شود، بلکه افزایش جذب فلزات سنگین توسط گیاهان را به دنبال دارد و وارد زنجیره غذایی شده و امنیت غذایی، سلامت انسان و موجودات دیگر را به خطر می‌اندازد. فلزات سنگین با سمیت بالقوه، به دلیل ویژگی‌های پایداری، انباشتگی و غنی‌سازی آسان، هنگامی که وارد خاک می‌شوند و مقدار آن فراتر از ظرفیت تصفیه طبیعی خاک شود، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تغییر می‌دهند. این پدیده منجر به از بین رفتن مواد مغذی خاک و تخریب خاک و همچنین منجر به کاهش تولید محصولات و کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود. در این مطالعه غلظت فلزات سنگین در خاک کشاورزی جنوب تهران سنجش شد و سپس خطر بهداشتی منتسب به این نوع آلودگی ارزیابی شد. ارزیابی خطر نشان داد که شاخص‌های خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی منتسب به فلزات در خاک در محدوده قابل قبول هستند اما مقدار میانگین خطر غیرسرطان‌زایی نزدیک محدوده آستانه و مقدار صدک ۹۵ آن برای کودکان در محدوده خطر غیرقابل قبول بود. این مطالعه نشان داد که زمین‌های کشاورزی جنوب تهران به سطوح مختلفی از فلزات سنگین آلوده باشند و این آلودگی ممکن است برای کودکان خطر غیرسرطان‌زایی غیرقابل قبول ایجاد کند. بنابراین، جهت کاهش غلظت فلزات و کاهش خطر بهداشتی مربوطه لازم است منابع آلودگی کنترل شوند و مواجهه مستقیم افراد محلی به‌ویژه کودکان با خاک کشاورزی منطقه به حداقل برسد.

منابع

علی‌زاده، ز.، دیندارلو، ک. و حیدری، م. ۱۴۰۰. ارزیابی خطر بهداشتی منتسب به فلزات سنگین گردوغبار ترسیب‌شونده در مدارس ابتدایی بندرعباس. سلامت و محیط زیست، ۱۴(۳): ۴۹۸-۴۸۷.

Gupta, N., Yadav, K. K., Kumar, V., Cabral-Pinto, M. M., Alam, M., Kumar, S. and Prasad, S. 2021. Appraisal of contamination of heavy metals and health risk in agricultural soil of Jhansi city, India. Environmental Toxicology and Pharmacology, 88: 103740.

Heidari, M., Darijani, T. and Alipour, V. 2021. Heavy metal pollution of road dust in a city and its highly polluted suburb; quantitative source apportionment and source-specific ecological and health risk assessment. Chemosphere, 273: 129656.

Huang, Y., Chen, Q., Deng, M., Japenga, J., Li, T., Yang, X. and He, Z. 2018. Heavy metal pollution and health risk assessment of agricultural soils in a typical peri-urban area in southeast China. Journal of Environmental Management, 207: 159-168.

Khan, A., Khan, S., Khan, M. A., Qamar, Z. and Waqas, M. 2015. The uptake and bioaccumulation of heavy metals by food plants, their effects on plant nutrients, and associated health risk: A review. Environmental Science and Pollution Research, 22(18): 13772-13799.

Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X. and Han, W. 2019. A review on heavy metals contamination in soil: Effects, sources, and remediation techniques. Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 28(4): 380-394.

Mavhungu, A., Mbaya, R., Masindi, V., Foteinis, S., Muedi, K. L., Kortidis, I. and Chatzisymeon, E. 2019. Wastewater treatment valorisation by simultaneously removing and recovering phosphate and ammonia from municipal effluents using a mechano-thermo activated magnesite technology. Journal of Environmental Management, 250: 109493.

Tauqeer, H. M., Turan, V. and Iqbal, M. 2022. Production of safer vegetables from heavy metals contaminated soils: The current situation, concerns associated with human health and novel management strategies. In: Advances in Bioremediation and Phytoremediation for Sustainable Soil Management: Principles, Monitoring and Remediation. Cham: Springer International Publishing, pp. 301-312.

Ullah, N., Ur Rehman, M., Ahmad, B., Ali, I., Younas, M., Aslam, M. S. and Rezakazemi, M. 2022. Assessment of heavy metals accumulation in agricultural soil, vegetables and associated health risks. PLOS ONE, 17(6): e0267719.

USEPA. 2021. Regional Screening Level (RSL) Resident Soil Table (TR = 1E-06, HQ = 1). U.S. Environmental Protection Agency.

Varol, M., Gündüz, K. and Sünbül, M. R. 2021. Pollution status, potential sources and health risk assessment of arsenic and trace metals in agricultural soils: A case study in Malatya province, Turkey. Environmental Research, 202: 111806.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Assessment of cumulative carcinogenic and non-carcinogenic risks attributed to heavy metals in the soil of farmlands in southern Tehran based on the Monte Carlo method

Najmie Amini Bayat[1], Abdolali Shojaeiyan[1*] and Mohsen Heidari[2]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: shojaeiyan@modares.ac.ir*

Abstract

Human activities have gradually increased in recent years, and this caused the significant degradation of environment. Soils, especially in the vicinity of industrial factories and high traffic roads, may be polluted to various levels of heavy metals. This study focused on assessing the human health risk from soil contaminated with heavy metals in the farms of southern Tehran. The pollutants investigated in the present study were arsenic, cadmium, nickel, lead, and aluminum. Surface soil samples were collected from 14 sites, and the concentrations of metals were measured using ICP-OES. The results showed that the concentration of heavy metals were in the order of Al>>Pb>Ni>As>Cd. The cumulative amount of noncarcinogenic risk for adults were in the safe range, but the 95th percentile of this risk for children were in the non-safe range (1.84). The cumulative amount of carcinogenic risk was in safe range, but near threshold limit. This study showed that the metal available in agricultural soil of the study area posed relatively high cumulative carcinogenic risk and unsafe non-carcinogenic risk for children. Therefore, it is essential to reduce the level of this pollution, and minimize the exposure of local people, especially children, to this soil.

Keywords: Farmlands, Health risk, Heavy metals, Soil, Southern Tehran.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

سنجش و ارزیابی میزان ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی پوست سبز و مغز ارقام مختلف پسته

مهدی محمدی مقدم[۱*]، معصومه حقدل[۲]، مصطفی قاسمی[۳]، احمد شاکر اردکانی[۲] و علیرضا برجسته[۴]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

۲- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۳- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

۴- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

*نویسنده مسئول: *mm.moghadam52@gmail.com*

چکیده

مغز پسته دارای ترکیبات ارزشمندی است که ترکیبات فنولیک وترکیبات فلاونوئیدی از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده آن‌است. تعیین میزان این ترکیبات در ارقام مختلف پسته، به‌منظور ارزیابی کیفیت تغذیه‌ای و تجاری آنها از اهمیت خاصی برخوردار است. هدف از این تحقیق مقایسه ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی پوست سبز و مغز ارقام پسته می‌باشد. به‌منظور اندازه‌گیری مقدار ترکیبات فنولی کل از روش فولین - سیکالتیو استفاده گردید. فلاونوئیدهای کل با روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم انجام شد. نتایج نشان داد که میزان ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی در پوست سبز ارقام مورد آزمایش به‌مراتب بیشتر از مغز پسته بود. همچنین اختلاف معنی‌داری بین میزان ترکیبات فنولیک مغز ارقام پسته وجود داشت و در رقم‌های مختلف از ۳۹/۲۷ تا ۶۶/۴۳ میلی‌گرم هم‌ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود. میزان ترکیبات فلاونوئیدی نیز در مغز پسته ارقام مختلف بین ۰/۷۹تا ۱/۲۳ میلی‌گرم هم‌ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود. رقم پسته گرمه دارای بیشترین مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در بین رقم‌های مورد مطالعه بود که اختلاف آن با سایر رقم‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. رقم پسته گرمه و شاهپسند به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار ترکیبات فنولیک هم در پوست سبز و هم مغز پسته در بین رقم‌های مورد مطالعه بودند. رقم پسته گرمه و عباسعلی نیز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار فلاونوئید پوست سبز و مغز میوه را دارا بودند.

واژگان کلیدی: رقم، پسته، ترکیبات فنولیک، ترکیبات فلاونوئیدی

مقدمه

پسته یکی از یکی از محصولات مهم باغی ایران است و حدود ۱۰ درصد از درآمد غیرنفتی کشور را تشکیل می‌دهد (Yarahmadi and Amini, 2023). تقریباً یک میلیون تن پسته در سرتاسر جهان برداشت می‌شود و ۹۸/۶۴ درصد از آن فقط در پنج کشور آمریکا، ترکیه، ایران، چین و سوریه تولید شده است (Faostat, 2020). چین، ایالات‌متحده آمریکا، ترکیه، ایران، آلمان، سوریه، اسپانیا، ویتنام، ایتالیا، هند، فرانسه و افغانستان ۷۱/۴۰ درصد از کل مصرف جهانی را تشکیل می‌دهند (INC, 2019).

ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدها به‌عنوان متابولیتهای ثانویه، از ترکیبات بسیار مهم گیاهی هستند که جزء آنتی اکسیدان‌های طبیعی محسوب می‌شوند. مکانیسم عمل ترکیبات فنلی گیاه عمدتا شامل فعالیت جاروب کردن رادیکال های آزاد، خصوصیات کلات کنندگی فلز، توانایی تنظیم بیان ژن و نقش کوآنتی‌اکسیدانی است (Neergheen et al., 2007). فلاونوئیدها نیز گروه بزرگی از ترکیبات فنلی هستند که در تنش‌های محیطی تولید آنها افزایش می‌یابد (Myung-Min et al., 2009). این ترکیبات با اسکلت ساختمانی اصلی C6-

C3-C6 و ایجاد متیلاسیون، گلیکوزیلاسیون و آسیلاسیون گروه‌های متنوع زیادی از جمله چالکون ها، فلاوون‌ها، فلاونول‌ها، آنتوسیانین‌ها و.... تولید می‌کنند (Vogt, 2010).

پسته یکی از منابع طبیعی سرشار از ترکیبات فنولیک است. ترکیبات فنولیک پسته از قبیل گالیک اسید، الاجیک اسید، کلروجنیک اسید،کافئیک اسید، تانیک اسید و سالیسیلیک اسید، توانایی جلوگیری از رشد بسیاری از قارچها، از جمله *A. flavus* وآفلاتوکسین ناشی از رشد آن را دارند. توانایی بازدارندگی ترکیبات فنولیک در جلوگیری از سنتز آفلاتوکسین،احتمالا به علت بازدارندگی فعالیتهای آنزیمی می‌باشد (Mahoney *et al*., 2002). Arcas و همکاران (2000) گزارش کرده‌اند، وجود غلظت بالای ترکیبات فنلی در پوست میوه، سد دفاعی مناسبی برای حمله آفات و بیماری‌ها می‌باشد. مقادیر پایین آفلاتوکسین در مغز پسته دانه‌های دارای پوست در مقایسه با دانه‌های پوست-کنده‌شده، احتمالا نتیجه اثر بازدارندگی پوست در حمله آفلاتوکسین است (Doster and Michailides, 1995). نتیجه تحقیقات مختلف نشان‌دهنده آنست که، ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه آنتی‌اکسیدانی در پوست سبز و مغز ارقام مختلف پسته، نقش اساسی و قابل توجهی در کاهش آلودگی به قارچ *A. flavus* و تولید آفلاتوکسین در محصولات زراعی و باغی دارند. لذا با توجه به اهمیت موضوع و کثرت ارقام پسته، در این تحقیق میزان ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی در پوست سبز و مغز ارقام مختلف پسته مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

اندازه‌گیری ترکیبات فنولیک کل موجود در پوست سبز و مغز پسته ارقام مختلف پسته

در هنگام برداشت محصول، میوه‌های پسته هر رقم جمع‌آوری شدند. برای تعیین ترکیبات فنولیک کل در پوست سبز و مغز پسته، ابتدا پوست سبز و مغز پسته ها در سایه خشک و سپس با استفاده از آسیاب خرد گردید و نمونه‌های آسیاب شده الک گردید. نمونه مورد استفاده برای آزمایش‌های مرحله استخراج دارای اندازه ذرات بین ۰/۵ تا ۲ میلیمتر بود. سپس نمونه‌های آسیاب‌شده با محلول آبی متانول به نسبت ۱ به ۱ به مدت ۷۲ ساعت استخراج گردید و به باقی‌مانده آن مجددا محلول تازه اضافه شد. در نهایت تمام محلول‌های صاف‌شده با هم مخلوط شد. سپس حلال با استفاده از دستگاه روتاری اوپراتور مدل Heidolph تبخیر شد و عصاره باقیمانده برای اندازه‌گیری ترکیبات فنولی مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری مقدار فنولیک کل از روش فولین- سیکالتیو استفاده گردید. بدین منظور ابتدا ۴۰ میکرولیتر از نمونه‌ها یا غلظت‌های مختلف استاندارد گالیک اسید به ۳۱۶۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه شد، سپس۲۰۰ میکرولیتر معرف فولین و در نهایت ۶۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم اشباع اضافه گردید. پس از مدت زمان ۲ ساعت نگهداری نمونه‌ها در تاریکی، جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری گردید. مقدار ترکیبات فنولیک کل بر اساس میلی گرم هم ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک اندازه‌گیری گردید. معادله کالیبراسیون بدست آمده از نمونه‌های استاندارد اسید گالیک $y=0.005x+0.074$ با $R^2= 0.995$ بود.

سنجش میزان فلاونوئید کل موجود در پوست سبز و مغز ارقام مختلف پسته:

سنجش فلاونوئیدهای کل با روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم انجام شد. برای این منظور به ۰/۵ میلی لیتر از عصاره، ۱۰۰ میکرولیتر استات پتاسیم ۱ مولار اضافه نموده، بعد از ۵ دقیقه، ۱۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد به محلول اضافه شد .سپس۱/۵ میلی لیتر متانول ۸۰ ٪ و ۲/۸ میلی لیتر آب دیونایز به محلول اضافه گردید. پس از ۳۰ دقیقه شدت جذب محلول در طول موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه غلظت فلاونوئید کل با استفاده از روتین منحنی استاندارد رسم گردید و غلظت فلاونوئیدها بر حسب میلی‌گرم روتین در گرم وزن خشک ارائه شد (Chang et al., 2002). معادله کالیبراسیون بدست‌آمده از نمونه‌های استاندارد روتین به صورت $y=0.0145x+0.0709$ با $R^2= 0.9983$ بود.

روش تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش در سه تکرار و در قالب طرح آزمایشی کاملا تصادفی اجرا گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17.01 انجام شد. برای مقایسات میانگین و آزمون معنی‌دار بودن میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

میزان ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی در پوست سبز و مغز ارقام مختلف پسته

نتایج نشان داد میزان ترکیبات فنولیک در پوست سبز ارقام مورد آزمایش به مراتب بیشتر از مغز پسته بود. رقم پسته گرمه دارای بیشترین مقدار ترکیبات فنولیک پوست سبز و مغز پسته در بین رقم‌های مورد مطالعه بود که اختلاف آن با سایر رقم‌ها در سطح ۵٪ معنی‌داری بود. میزان ترکیبات فنولیک در پوست سبز در مورد رقم های مختلف بین ۲۰۵.۲۹ تا ۱۲۷.۷۳ میلی گرم هم‌ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود. میزان ترکیبات فنولیک در مغز پسته نیز در رقم‌های مختلف بین ۳۹/۲۷ تا ۶۶/۴۳ میلی‌گرم هم‌ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود (جدول ۱).

محتوی فلاونوئیدی کل نمونه‌های پوست سبز و مغز پسته با استفاده از معرف آلومینیم کلراید به ازائ میلی‌گرم هم‌ارز روتین در هر گرم از عصاره خشک اندازه‌گیری شد. میزان ترکیبات فلاونوئیدی نیز همانند ترکیبات فنولیک در پوست سبز ارقام مورد آزمایش به‌مراتب بیشتر از مغز پسته بود. رقم پسته گرمه دارای بیشترین مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در پوست سبز و مغز میوه در بین رقم‌های مورد مطالعه بود که اختلاف آن با سایر رقم‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. میزان ترکیبات فلاونوئیدی در پوست سبز در مورد رقم‌های مختلف بین ۱۳.۴۵ تا ۴۱.۵۳ میلی‌گرم هم‌ارز روتین در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود. میزان ترکیبات فلاونوئیدی در مغز پسته نیز در رقم‌های مختلف بین ۰/۷۹تا ۱.۲۳ میلی‌گرم هم‌ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میزان ترکیبات فنلی (بر حسب mg GAE/g extract) و فلاونوئیدی (بر حسب mg RuE/g extract) در پوست سبز و مغز ارقام مختلف پسته.

ارقام پسته	ترکیبات فنولیک در پوست سبز پسته	ترکیبات فنولیک در مغز پسته	ترکیبات فلاونوئیدی در پوست سبز پسته	ترکیبات فلاونوئیدی در مغز پسته
شاه‌پسند	۱۲۷.۷۳d	۳۹.۲۷e	۱۴.۳۹ e	۰.۸۰ bc
عباسعلی	۱۵۱.۶۷c	۴۳.۱۸d	۱۳.۴۵ f	۰.۷۹ c
کله‌قوچی	۱۵۷.۱۳c	۴۵.۹۵c	۲۲.۴۷ d	۰.۸۴ bc
خنجری	۱۸۶.۶۵b	۴۵.۵۶bc	۲۴.۰۱ c	۰.۹۳ b
اکبری	۲۰۳.۸۱a	۵۵.۷۹b	۳۲.۲۵ b	۱.۱۴ a
پسته گرمه	۲۰۵.۲۹a	۶۶.۴۳a	۴۱.۵۳ a	۱.۲۳ a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

ترکیبات فنلی در شرایط مطلوب محیطی نیز در سلول های گیاهی سنتز می شوند اما تنش های محیطی و حمله آفات و بیماریهای گیاهی مختلف، مقدار آن ها را در سلول تغییر می‌دهند (Kliebenstein, 2004). فلاونوئیدها، آنتوسیانین ها، تانن‌ها، هیدروکسی سینامیک استرها و لیگنین‌ها از ترکیبات فنلی و جزء متابولیت های ثانویه حاصل از مسیر فنیل پروپانوئید می‌باشند(Boudet, 2007; Vogt, 2010). Goli و همکاران (2004) فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مجموع ترکیبات فنولیک پوست سبز پسته را بررسی کرده و نشان دادند که پوست سبز پسته دارای مقادیر بالای ترکیبات فنولیک می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی در پوست سبز ارقام مورد آزمایش به‌مراتب بیشتر از مغز پسته بود. نتایج بررسی‌های آماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان ترکیبات فنولیک مغز ارقام مختلف پسته (در سطح احتمال ۰/۰۵) وجود داشت. میزان ترکیبات فنولیک در مغز پسته در رقم‌های مختلف بین ۳۹/۲۷ تا ۶۶/۴۳ میلی‌گرم هم‌ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود، به‌طوریکه رقم پسته گرمه دارای بیشترین مقدار ترکیبات فنولیک در بین رقم‌های مورد مطالعه بود. میزان ترکیبات فلاونوئیدی در مغز پسته نیز در رقم‌های مختلف بین ۰/۷۹تا ۱.۲۳ میلی‌گرم هم‌ارز اسید گالیک در هر گرم از عصاره خشک متغیر بود، به‌طوریکه رقم پسته گرمه دارای بیشترین مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در بین رقم‌های مورد مطالعه بود که اختلاف آن با سایر رقم‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. به طور کلی رقم پسته گرمه و شاهپسند به ترتیب دارای بیشترین و

کمترین مقدار ترکیبات فنولیک هم در پوست سبز و هم مغز پسته در بین رقم‌های مورد مطالعه بودند. از نظر ترکیبات فلاونوئیدی نیز ارقام پسته گرمه و عباسعلی به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را در دو بخش پوست سبز و مغز میوه داشتند.

منابع

Arcas, M. C., Botía, J. M., Ortuño, A. M. and Del Río, J. A. 2000. UV irradiation alters the levels of flavonoids involved in the defence mechanism of *Citrus aurantium* fruits against *Penicillium digitatum*. European Journal of Plant Pathology, 106(7): 617-622.

Boudet, A. M. 2007. Evolution and current status of research in phenolic compounds. Phytochemistry, 68: 2722-2735.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. and Chern, J. C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3): Article 3.

Doster, M. A. and Michailides, T. J. 1995. The relationship between date of hull splitting and decay of pistachio nuts by *Aspergillus* species. Plant Disease, 79: 766-769.

FAO. 2020. Statistical Yearbook 2020. FAOSTAT Analytical Brief Series 41. FAO, Rome.

Goli, A. H., Barzegar, M. and Sahari, M. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera* L.) hull extracts. Food Chemistry, 92: 521-526.

INC. 2019. International Nut and Dried Fruit Council. Nuts and Dried Fruits Statistical Yearbook 2019/2020.

Kliebenstein, D. J. 2004. Secondary metabolites and plant/environment interactions: A view through *Arabidopsis thaliana* tinged glasses. Plant Cell & Environment, 27: 675-684.

Mahoney, N., Molyneux, R. J. and Campbell, B. 2002. Reduction of aflatoxin contamination in pistachio kernels by hydrolysable tannins in the hull. Proceedings of the 2nd Fungal Genomics, 3rd Fumonisin Elimination and 15th Aflatoxin Workshop, San Antonio, Texas.

Myung-Min, H., Trick, H. N. and Rajasheka, E. B. 2009. Secondary metabolism and antioxidant are involved in environmental adaptation and stress tolerance in lettuce. Journal of Plant Physiology, 166: 180-191.

Neergheen, S. V., Bahorun, T., Jen, S. L. and Arouma, I. O. 2007. Bioefficacy of Mauritian endemic medicinal plant: Assessment of their phenolic contents and antioxidant potential. Pharmaceutical Biology, 45: 9-17.

Vogt, T. 2010. Phenylpropanoid biosynthesis. Molecular Plant, 3: 2-20.

Yarahmadi, J. and Amini, A. 2023. Determining land suitability for pistachio cultivation development based on climate variables to adapt to drought. Theoretical and Applied Climatology, 143: 1631-1642.

Determination and evaluation of the total phenolic and flavonoid of hull and kernels of Iranian pistachio cultivars

Mehdi Mohammadi-Moghadam[1*], Masoumeh Haghdel[2], Mostafa Ghasemi[3], Ahmad Shaker Ardakani[2] and Alireza Barjasteh[4]

1. Crop and Horticultural Sciences Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran
2. Pistachio Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
3.Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran
4. Plant protection Research Department, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

* Corresponding Author:

Corresponding Author: mm.moghadam52@gmail.com

Abstract:

Pistachio kernels contain valuable compounds, of which phenolic compounds and flavonoid compounds are among its most important components. Determining the amount of these compounds in different pistachio cultivars is of particular importance in order to evaluate their nutritional and commercial quality. The aim of this study was to compare the phenolic and flavonoid compounds of the green skin and kernels of different pistachio cultivars. The Folin-Cicalteo method was used to measure the amount of total phenolic compounds. Total flavonoids were determined by aluminum chloride colorimetric method. The results showed that the amount of phenolic and flavonoid compounds in the green skin of the tested cultivars was much higher than in the pistachio kernels. There was also a significant difference between the amount of phenolic compounds in the kernels of different pistachio cultivars, and the gallic acid equivalents varied from 39.27 to 66.43 mg/g of dry extract in different cultivars. The amount of flavonoid compounds in the pistachio kernels of different cultivars varied between 0.79 and 1.23 mg of gallic acid equivalent per gram of dry extract. The Garmeh pistachio cultivar had the highest amount of flavonoid compounds among the studied cultivars, and its difference with other cultivars was significant at the 5% level. The Garmeh and Shahpasand pistachio cultivars had the highest and lowest amounts of phenolic compounds in both the green skin and the pistachio kernel, respectively, among the studied cultivars. The Garmeh and Abbasali pistachio cultivars also had the highest and lowest amounts of flavonoids in the green skin and the fruit kernel, respectively.

Keywords: Cultivar, Flavonoid compounds, Phenolic compounds, Pistachio.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف بادام به قارچ *Aspergillus parasiticus* آفلاتوکسین‌زا

مهدی محمدی مقدم[۱*]، معصومه حقدل[۲]، مصطفی قاسمی[۳] و علیرضا برجسته[۴]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

۲- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۳- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

۴- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

*نویسنده مسئول: *mm.moghadam52@gmail.com*

چکیده

به منظور ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف بادام به رشد *Aspergillus parasiticus* آفلاتوکسین‌زا، از یک جدایه آفلاتوکسین‌زای *A. parasiticus* که قادر به تولید آفلاتوکسین‌های B1، B2، G1 و G2 بود استفاده شد. میوه ۹ رقم بادام در زمان برداشت از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری گردید. بدین منظور مقدار ۱۰ گرم مغز بادام از ارقام مختلف (طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار) پس از ضدعفونی سطحی، توسط یک میلی‌لیتر سوسپانسیون اسپور قارچ *A. parasiticus* مایه‌زنی گردید و پتری‌های حاوی مغز بادام، درون ظروف پلاستیکی حاوی آب مقطر (برای تامین رطوبت در حد اشباع) در انکوباتور در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. ۱۰ روز بعد از مایه‌زنی، اختلاف میانگین درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ *A. parasiticus* در روی مغز بادام ارقام مختلف توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بررسی‌های آماری نشان داد که در بین ارقام مورد آزمایش، رقم شاهرود ۶ با داشتن کمترین کلونیزاسیون قارچ، بیشترین و رقم شاهرود ۱۲ با داشتن بیشترین کلونیزاسیون قارچ، کمترین میزان مقاومت را نسبت به رشد قارچ *A. parasiticus* دارا می‌باشند.

واژگان کلیدی: آسپرژیلوس پارازیتیکوس، بادام، رقم، مقاومت.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis*) یکی از مهمترین محصولات خشکبار در جهان محسوب می‌شود که به‌طور گسترده در سراسر جهان تولید و مصرف می‌شود (INC, 2019). این گیاه خزان‌دار و از خانواده Rosaceae، بومی جنوب غربی آسیا است. مغز میوه بادام که بخش خوراکی محصول را تشکیل می‌دهند، سرشار از پروتئین، چربی‌های غیراشباع، ویتامین‌ها، فیبر و مواد معدنی و همچنین بسیاری از مواد مغذی می‌باشد که توجه بسیاری از محققان در زمینه‌های زراعی، دارویی و بهداشتی را به خود جلب کرده است (Askin et al, 2007., Sottile et al, 2020). سطح زیرکشت بادام در ایران ۱۵۴۴۱۳ هکتار است. استانهای فارس، خراسان رضوی، چهارمحال و بختیاری، کرمان و اصفهان به‌ترتیب بیشترین سطح زیرکشت بادام در ایران را دارا می‌باشند. مجموع تولید بادام در ایران ۱۱۹۲۲۱ تن است (بی‌نام، ۱۴۰۱). کشورهای آمریکا، استرالیا، اسپانیا، ایتالیا، چین، ترکیه، مراکش و ایران در سال‌های اخیر از عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده بادام بوده‌اند. در سال ۲۰۲۲ تولید بادام در جهان ۳۶۳۰۴۲۷ تن (بادام با پوست) گزارش شده است (FAO, 2022).

آفلاتوکسین‌ها گروه بزرگی از مایکوتوکسین‌ها هستند که جزء متابولیت‌های ثانویه قارچی بوده و به‌وسیله گونه‌هایی از جنس آسپرژیلوس شامل *A. nomius*، *A. parasiticus* و *A. flavus* تولید می‌شوند. (علامه و رزاقی، ۱۳۸۰). امروزه آلودگی محصولات کشاورزی به آفلاتوکسین‌ها یکی از مهمترین مشکلات بهداشت جامعه جهانی بوده و کشورهای مختلف با توجه به خطرات جدی

مایکوتوکسین‌ها، مقررات و قوانین ویژه‌ای برای تولید، مصرف و واردات مواد غذایی تنظیم نموده‌اند و اکثر کشورها حساسیت ویژه‌ای نسبت به آلودگی مواد غذایی به قارچ‌های جنس *Aspergillus* و آفلاتوکسین حاصل از آن دارند (Mohammadi Moghadam, 2020). این قارچ‌ها تمایل ویژه‌ای برای آلودگی دانه‌های آجیلی و روغنی و غلات از خود نشان می‌دهد. بادام زمینی، ذرت، گندم، برنج، پسته و بادام از عمده‌ترین محصولاتی هستند که به‌وسیله این قارچ ها مورد تهاجم واقع می‌شوند. آلودگی خشکبار به آفلاتوکسین می‌تواند این منبع درآمد ارزی را تهدید نموده و ما را از رقابت در بازار جهانی باز دارد. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، جنبه‌های مختلف موضوع آلودگی بادام به قارچ‌های *A. flavus* و *A. parasiticus* باید به‌طور جدی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. به‌این منظور در این تحقیق میزان مقاومت ارقام بادام به قارچ *A. parasiticus* تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری ارقام مختلف بادام

برای ارزیابی میزان مقاومت ارقام بادام به رشد *A. parasiticus* آفلاتوکسین‌زا، ۹ رقم بادام، از مناطق مختلف کشور انتخاب و جمع‌آوری گردید. بدین منظور میوه ارقام شاهرود۱۲، شاهرود۲۱، علی اکبر ربیع، شاهرود۸ ، شاهرود۱۷، شاهرود۱۳، مامایی، منقا و شاهرود ۶ برای انجام آزمایش، جمع‌آوری گردید و برای انجام آزمایشات لازم در شرایط آزمایشگاهی (In vitro) مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام این تحقیق از یک جدایه آفلاتوکسین‌زای *A. parasiticus* استفاده گردید. این جدایه قادر بود هر چهار نوع آفلاتوکسین B1، B2، G1 و G2 را تولید کند.

بررسی میزان مقاومت بادام ارقام مختلف به رشد قارچ *A. parasiticus*

به‌منظور بررسی مقاومت ارقام بادام نسبت به رشد قارچهای مولد آفلاتوکسین، از روش مرسوم KSA استفاده گردید. مبنای استفاده از این روش، بررسی مقاومت مغز یا دانه ارقام محصولات زراعی و باغی ، در شرایط آزمایشگاهی نسبت به رشد و کلونیزاسیون *A. flavus* در روی این دانه‌ها است، مغز ، مهمترین بافت مورد حمله *A. flavus* می‌باشد (Brown et al., 2013; Cary et al., 2011). به‌منظور ارزیابی مقاومت ارقام به *A. parasiticus* مقدار ۱۰ گرم مغز بادام از هر رقم (در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی) با هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی سطحی شدند و جهت جذب رطوبت اولیه ۱۵ دقیقه در آب مقطر خیسانده شد، سپس مغز بادام ارقام مختلف به‌طور جداگانه در داخل پتری استریل قرار گرفت. سپس یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون قارچ (به غلظت ۲×۱۰^{۶} اسپور در میلی‌لیتر) به بادام‌های داخل پتری‌ها مایه‌زنی گردید و پتری‌ها درون ظروف پلاستیکی که در کف آن برای تامین رطوبت در حد اشباع، آب مقطر ریخته شده بود، قرار داده شد و در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. ده روز بعد از مایه‌زنی، میانگین درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ بر روی مغز بادام ارقام مختلف (بر اساس سطح کلونیزه‌شده مغز) محاسبه گردید. بعد از محاسبه درصد کلونیزاسیون *A. parasiticus* روی مغز بادام ارقام مختلف، مقایسه میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ در ارقام مختلف توسط نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. (Brown et al., 2013; Cary et al., 2011).

محاسبه میزان اسپورزایی قارچ در مغز ارقام مختلف بادام

برای محاسبه میزان اسپورزایی قارچ در روز دهم، بادام‌های کلونیزه‌شده هر پتری با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و در داخل ارلن ریخته شده و به‌مدت ۱۲ ساعت بر روی شیکر قرار داده شد تا اسپورهای سطح بادام به‌طور کامل وارد آب شوند. در مرحله بعد میزان اسپور موجود در آب مقطر استریل توسط لام گلبول‌شمار شمارش گردید و به‌عنوان میزان اسپور تولید شده در اثر رشد قارچ در ۱۰ گرم مغز بادام منظور شد.

نتایج و بحث

مطالعه میزان مقاومت ارقام بادام به قارچ *A. parasiticus*

۱۰ روز بعد از مایه‌زنی، میزان رشد قارچ (کلونیزاسیون) روی مغز بادام ارقام مختلف در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. میانگین درصد کلونیزاسیون *A. parasiticus* بر روی مغز بادام ارقام مختلف بین ۳۰.۳۳ تا ۸۱.۳۳ درصد متغیر بود. در بین ارقام مورد آزمایش، رقم شاهرود ۱۲کمترین میزان مقاومت و در مقابل رقم شاهرود ۶ بیشترین میزان مقاومت را نسبت به رشد *A. parasiticus* از خود نشان دادند. نتایج مربوط به میزان اسپورزایی *A. parasiticus* نیز نشان داد در بین ارقام مورد آزمایش رقم شاهرود۱۲ با $۳/۶ \times ۱۰^{۷}$ اسپور در میلی‌لیتر و ارقام منقا و شاهرود ۶ با $۳/۲ \times ۱۰^{۶}$ و ۳×۱۰^{۶} اسپور در میلی‌لیتر، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان اسپور تولیدشده ناشی از رشد قارچ در روی مغز بادام ارقام مختلف بودند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه درصد کلونیزاسیون و اسپورزایی قارچ *A. parasiticus* روی مغز بادام ارقام مختلف (۱۰ روز بعد از تلقیح).

ارقام بادام	میانگین درصد کلونیزاسیون مغز بادام	میانگین میزان اسپورزایی قارچ (اسپور در میلی‌لیتر)
۱- شاهرود۱۲	۸۱/۳۳a	$۳/۶ \times ۱۰^{۷}$ a
۲- شاهرود۲۱	۷۱/۳۳b	$۳/۳ \times ۱۰^{۷}$b
۳- علی اکبر ربیع	۶۶/۳۳c	$۲/۹ \times ۱۰^{۷}$c
۴- شاهرود ۸	۶۲/۶۶d	$۲/۳ \times ۱۰^{۷}$d
۵- شاهرود۱۷	۴۵/۳۳e	$۲/۱ \times ۱۰^{۷}$f
۶- شاهرود۱۳	۴۱/۶۶f	$۷/۲ \times ۱۰^{۶}$f
۷- مامایی	۳۸/۶۶f	$۴/۴ \times ۱۰^{۶}$g
۸- منقا	۳۵/۳۳g	$۳/۲ \times ۱۰^{۶}$g
۹- شاهرود ۶	۳۰/۳۳h	۳×۱۰^{۶}g

حروف مشابه بعد از میانگین‌ها در هر ستون نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین آنهاست (روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

نتیجه‌گیری کلی

از زمان کشف آفلاتوکسین‌ها، قارچهای *A. flavus* و *A. parasiticus* به‌عنوان متداول‌ترین قارچ‌های آلوده‌کننده مواد غذایی در منابع علمی همواره ذکر گردیده است که نشانگر اهمیت اقتصادی این قارچ‌ها می‌باشند (Abbas, 2005). با توجه به اینکه این قارچ‌ها طیف وسیعی از محصولات کشاورزی را مورد حمله قرار می‌دهند یکی از موثرترین راه‌حل‌هایی که بر این معضل می‌توان فائق آمد، بررسی میزان مقاومت ارقام مختلف یک محصول و انتخاب مقاومترین ارقام نسبت به رشد قارچ و بالطبع آفلاتوکسین ناشی از رشد آن می باشد. با انتخاب ارقام مقاوم در برنامه‌های اصلاحی می‌توان تا حدی آلودگی محصول به آفلاتوکسین را کاهش داد. نتایج تحقیقات ما نشان داد که با توجه به تنوع ژنتیکی موجود در بین ارقام بادام، یکی از مهمترین موارد جهت کاهش میزان آلودگی محصول به *A. parasiticus* و آفلاتوکسین ناشی از رشد آن، مقاومت میزبان می‌باشد، به‌طوریکه تفاوت معنی‌داری در میزان رشد و کلونیزاسیون *A. parasiticus* در بین ارقام بادام مشاهده گردید. در بین ارقام بادام مورد آزمایش رقم شاهرود ۱۲ کمترین میزان مقاومت و در مقابل رقم شاهرود ۶ بیشترین میزان مقاومت را نسبت به رشد *A. parasiticus* از خود نشان دادند. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، میزان مقاومت ارقام بادام به رشد *A. parasiticus* متفاوت از یکدیگر بود، توصیه می‌شود در برنامه‌های اصلاحی و احداث باغات جدید در مناطق بادام‌کاری کشور از ارقامی که مقاومت بیشتری نسبت به *A. parasiticus* دارد، استفاده شود، که با این کار می‌توان تا حدودی آلودگی محصول بادام به *A. parasiticus* و آفلاتوکسین را کاهش

داد. همچنین با توجه به کثرت ارقام بادام در کشور، در مطالعات تکمیلی مقاومت سایر ارقام بادام نسبت به رشد *A. parasiticus* آمورد بررسی قرار گیرد.

منابع

بی‌نام، ۱۴۰۲. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم، محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی.

علامه، ع. و رزاقی، م. ۱۳۸۰. مایکوتوکسین‌ها. چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه امام حسین.

Abbas, H. K. 2005. Aflatoxin and food safety. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Askin, M. A., Balta, M. F., Tekintas, F. E., Kazankaya, A. and Balta, F. 2007. Fatty acid composition affected by kernel weight in almond *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb. Journal of Food Composition and Analysis, 20: 7-12.

Brown, R. L., Menkir, A., Chen, Z., Bhatnagar, D., Yu, J., Yao, H. and Cleveland, T. E. 2013. Breeding aflatoxin-resistant maize lines using recent advances in technologies – a review. Food Additives & Contaminants: Part A, 1-10.

Cary, J. W., Rajasekaran, K., Brown, R., Luo, M., Chen, Z. and Bhatnagar, D. 2011. Developing resistance to aflatoxin in maize and cottonseed. Toxins, 3: 678-696.

FAO. 2022. Agricultural Production Statistics 2000-2020. FAOSTAT Analytical Brief Series 41. FAO, Rome.

INC. 2019. International Nut and Dried Fruit Council. Nuts and Dried Fruits Statistical Yearbook 2019/2020.

Mohammadi Moghadam, M., Rezaee, S., Mohammadi, A. H., Zamanizadeh, H. R. and Moradi, M. 2020. Relationship between *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin B1 and B2 production with phenolic and flavonoid compounds in green hull and kernels of pistachio cultivars. Applied Entomology and Phytopathology, 87(2): 13-23.

Sottile, F., Massaglia, S. and Peano, C. 2020. Ecological and economic indicators for the evaluation of almond (*Prunus dulcis* L.) orchard renewal in Sicily. Agriculture, 10: 301.

Evaluation of resistance of almond cultivars to aflatoxigenic *Aspergillus parasiticus*

Mehdi Mohammadi-Moghadam[1*], Masoumeh Haghdel[2], Mostafa Ghasemi[3] and Alireza Barjasteh[4]

1. Crop and Horticultural Sciences Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran
2. Pistachio Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
3.Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran
4. Plant protection Research Department, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

[*]Corresponding Author: mm.moghadam52@gmail.com

Abstract

In order to evaluate the resistance of almond cultivars to the growth of the aflatoxigenic *Aspergillus parasiticus*, an aflatoxin-producing isolate of A. *parasiticus*, which was capable of producing aflatoxins B1, B2, G1 and G2, was used. The fruits of 9 almond cultivars were collected at harvest time from different regions of the country. For this purpose, 10 grams of almond kernels from different cultivars (completely randomized design in three replications) were inoculated with one ml of A. *parasiticus* spore suspension (at a concentration of 2×10^6 spores per ml) after surface disinfection, and the Petri dishes containing almond kernels were kept in plastic containers containing distilled water (to provide saturation humidity) in an incubator at 26°C. Ten days after inoculation, the mean difference in the percentage of growth and colonization of A. *parasiticus* on almond kernels of different cultivars was analyzed by Duncan's multiple range test. The results of statistical studies showed that among the cultivars tested, Shahroud 6 cultivar, with the lowest fungal colonization, had the highest resistance to the growth of A. *parasiticus*, and Shahroud 12 cultivar, with the highest fungal colonization, had the lowest resistance.

Keywords: Almond, *Aspergillus parasiticus*, Cultivar, Resistance.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تاثیر کود هومی‌گرین بر صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی آویشن(*Thymus vulgaris* L.)

مریم کاویانی*[1] و فائقه سلیقه‌دار[2]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی، اسدآباد همدان، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *kaviani@sjau.ac.ir*

چکیده

کشاورزی ارگانیک یکی از سیستم‌های کشاورزی است که بر حفظ منابع قابل دسترس و حفظ تعادل اکولوژیک و مراحل زیستی متکی است. این سیستم، حاصل‌خیزی خاک را کلیدی برای تولید موفق معرفی می‌کند. استفاده از مواد هیومیک به عنوان یک محرک زیستی در کشاورزی می‌تواند پیشرفت قابل‌توجهی در کشاورزی پایدار ایجاد کند. علاوه بر این، به دلیل منشا زیستی، این روش پیامدهای منفی کمتری بر محیط زیست دارد. به منظور بررسی تاثیر کود هومی‌گرین بر صفات مورفولوژیکی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) ، آزمایش مزرعه‌ای در باغ گیاهان دارویی همدان و دانشکده کشاورزی دانشگاه سید جمال الدین اسدآبادی در سال زراعی ۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. تیمار هومی‌گرین در چهار سطح ۰، ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰گرم در یک متر مربع به صورت گرانولی و در سه تکرار اعمال شد. صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع گیاه (از طوقه تا نوک ساقه اصلی) با استفاده از خط کش در هر تکرار اندازه گیری شد و سپس میانگین گرفته شد. برای تعیین وزن تر و خشک قسمت های فوق، بوته ها از سطح خاک جدا و با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین شدند. سپس بوته‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک و پس از اطمینان از تثبیت وزن مجدد توزین گردید. میانگین پوشش تاج و قطر یقه گیاه با استفاده از کولیس اندازه گیری شد. میانگین طول ساقه گیاه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین طول ساقه مربوط به تیمار ۱۰۰ گرم در متر مربع هومی‌گرین بود.

واژه‌های کلیدی: گیاه آویشن، صفات مورفولوژیک، کشاورزی ارگانیک، هیومیک‌اسید.

مقدمه

آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) از خانواده نعنائیان یکی از پرکاربردترین گیاهان معطر است. برگهای خشک شده و سرشاخه‌های گلدار آن به عنوان طعم دهنده در غذا و نوشیدنی‌ها و به عنوان منبع اسانس برای صنایع دارویی و آرایشی-بهداشتی کاربرد دارند. اسانس‌های استخراج شده از این گیاه، دارای طیف وسیعی از اثرات و خواص درمانی از جمله ضد روماتیسم، ضدعفونی کننده، ضد باکتری، مسکن، مدر و خلط آور هستند (مرادی و همکاران، ۱۴۰۳). عوارض جانبی داروهای سنتزی و شیمیایی، همواره یکی از نگرانی‌های بشر بوده و این مسئله، توجه انسان را به سمت گیاهان دارویی جلب کرده است (Verma et al., 2018). بیشتر اراضی کشور ایران در زمره خاک‌های خشک و نیمه‌خشک قرار دارند که دارای pH قلیایی و مقدار مواد آلی اندکی هستند.(Shahbazi and Besharati., 2013) قلیایی بودن این خاک‌ها و کمبود مواد آلی، سبب کاهش حلالیت و پویایی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف موردنیاز گیاه می‌گردد. استفاده از محرک‌های زیستی گیاهی بر پایه مواد هیومیک می‌تواند راه‌حلی بالقوه برای بهبود شرایط فعلی باشد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مواد هیومیک نه تنها در کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌کنند، بلکه این مواد، توانایی ایجاد تغییرات مثبت در متابولیسم اولیه و ثانویه گیاه است که به نوبه خود به بهبود مقاومت گیاه در برابر تنش‌های غیرزیستی و تنظیم رشد آن کمک می‌کند (De Moura et al, 2023). تفاوت در اثرات مواد هیومیکی ناشی از منبع تشکیل مواد هیومیکی، شرایط محیطی، نوع محصول گیاهی، مقدار و روش کاربرد مواد هیومیکی است (Rose et al., 2014). نتایج تحقیقات خسروی و همکاران (۱۴۰۲) بر گیاه مریم گلی نشان داد که استفاده از هیومیک‌اسید باعث افزایش (ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک اندام هوایی شد. شریفی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند سطوح مختلف کود نیتروژن و هیومیک اسید در گیاه زوفا در کشت مخلوط با کرچک بر صفاتی همچون ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، طول سرشاخه گلدار، وزن تر و

خشک سرشاخه گلدار تاثیر داشت. نتایج تحقیقات صبوری و همکاران (۱۳۹۶) بر گیاه مرزه نشان داد که استفاده از کود هیومیک‌اسید سبب افزایش طول گیاه و وزن تر و خشک گیاه شد. همچنین استفاده از هیومیک‌اسید در گیاه دارویی بادرنجبویه (Gorgini Shabankareh et al, 2017) و گیاه دارویی پنیر باد (ریگی و ولی‌زاده، ۱۴۰۲) باعث افزایش وزن تر و خشک بوته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشکده کشاورزی دانشگاه سیدجمال الدین اسدآبادی و باغ گیاهان دارویی استان همدان در سال ۱۳۹۴ در مزرعه انجام شد. در این آزمایش از تیمار کودی هومی‌گرین در چهار سطح (۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم در یک متر مربع) در ۳ تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. در هر کرت ۹ گیاه آویشن در فاصله‌های (۳۰×۴۰) کشت شد. قبل از انجام آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری شد (جدول۱). در این آزمایش میانگین ارتفاع گیاه توسط خط کش، میانگین تاج پوشش و قطر یقه گیاه با استفاده از روش پیشنهادی پون و ایچیمورا (۲۰۰۳) و توسط کولیس، وزن تر و خشک کل گیاه با استفاده از ترازوی حساس اندازه گیری شد. در پایان این آزمایش برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک قبل از کشت.

pH	EC	فسفر (در دسترس)	پتاسیم (در دسترس)	مواد آلی	نیتروژن (کل)	شن	سیلت	رس	آهک	بافت
-	dS m^{-1}	mg kg^{-1}		g 100g^{-1}						
۷/۳۲	۱/۴۱	۵/۳۳	۲۷۳	۱/۱۹	۰/۰۷۶	۳۳/۷۵	۳۰	۳۶/۲۵	۱۳/۵	لومی رسی

نتایج و بحث

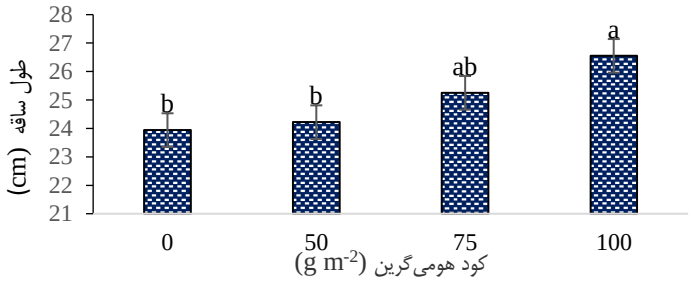
نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان دادکه سطوح مختلف هومی گرین تاثیر معنی‌داری بر میانگین طول ساقه گیاه در سطح ۵ درصد داشته است. در صورتی که استفاده از این تیمار تاثیر معنی‌داری بر میانگین تاج پوشش گیاه، میانگین قطر یقه گیاه، وزن تر و خشک کل گیاه نداشت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر هومی‌گرین بر صفات مورفولوژیک درگیاه آویشن.

منابع تغییر	درجه ازادی	میانگین مربعات				
		میانگین تاج پوشش (سانتی‌متر)	میانگین طول ساقه (سانتی‌متر)	میانگین قطر یقه (سانتی‌متر)	مجموع وزن تر کل(گرم)	مجموع وزن خشک کل (گرم)
هومی‌گرین	۳	۱۷۱۵/۱۴^{ns}	۴/۲۰*	۰/۰۴^{ns}	۲۱۴۱/۳۳^{ns}	۷۴۳/۴۴^{ns}
خطا	۸	۵۷۷۹/۲۵	۰/۷۷	۰/۷۸	۳۷۶۳/۵۹	۸۳۶/۹۰
CV (درصد)		۱۵/۸۸	۳/۵۳	۱۷/۳۳	۱۷/۴۸	۱۴/۸۷

ns، *،** به ترتیب بیانگر عدم معنی دار بودن، معنی دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

طبق شکل مقایسه میانگین (۱) بیشترین میانگین طول ساقه گیاه (۵۵/ ۲۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۱۰۰ گرم در متر مربع هومی‌گرین و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۲۳/۹۴ سانتی متر) بود و بین دو سطح ۵۰ و ۷۵ گرم هومی‌گرین در متر مربع اختلاف معنی داری وجود نداشت.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر کود هومی‌گرین بر طول ساقه گیاه آویشن. میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر صفت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند

نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات صبوری و همکاران (۱۳۹۶)، خسروی و همکاران (۱۴۰۲) و شریفی و همکاران در صفت طول ساقه هم‌خوانی داشت اما با سایر صفات تطابق نداشت. همچنین نتایج این پژوهش در مورد وزن تر و خشک گیاه با نتایج تحقیقات ریگی و ولی زاده (۱۴۰۲) هم خوانی نداشت.

منابع

خسروی، ف.، بهمنیار، م. ع. و اکبرپور، و. ۱۴۰۲. تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و سولفات روی بر صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.). علوم باغبانی، ۳۷(۳): ۶۱۵-۶۲۷.

ریگی، م. ر. و ولی‌زاده، م. ۱۴۰۲. تأثیر اسید هیومیک و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم بر برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی و شاخص‌های رشد *Withania coagulans* (Stocks) Dunal. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۹(۱): ۱۰۶-۱۲۱.

شریفی، ز.، مدنی، ح. و نادری، غ. ۱۳۹۴. بررسی اثرات کود بیولوژیک ازته و هیومیک اسید بر درصد اسانس و عملکرد روغن و کشت مخلوط گیاهان دارویی زوفا و کرچک در شرایط آب‌وهوایی اراک. سومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار.

صبوری، ف.، سیروس‌مهر، ع. ر. و گرگینی‌شبانکاره، ح. ۱۳۹۶. اثر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی مرزه (*Satureia hortensis*). علوم زیستی گیاهی، ۹(۴): ۱۳-۲۴.

مرادی، ا.، یوسف‌شاهی، ب.، رمضان، د.، رحیمی، م.، محکمی، ز. و فرخزاد، ی. ۱۴۰۳. کشت درون‌شیشه‌ای گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) و بررسی اثرات تهویه، سیلیس و غلظت ساکارز بر رشد و نمو آن. پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۱(۱): ۲۳-۴۶.

De Moura, O. V. T., Berbara, R. L. L., de Oliveira Torchia, D. F., da Silva, H. F. O., de Castro, T. A. V. T., Tavares, O. C. H. and García, A. C. 2023. Humic foliar application as sustainable technology for improving the growth, yield, and abiotic stress protection of agricultural crops: A review. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 22(8): 493-513.

Gorgini Shabankareh, H., Abbasi, M. R. and Tabasi, A. 2018. The effect of irrigation cycle and humic acid on morphophysiological and biochemical properties of thyme. Journal of Plant Environmental Physiology, 13: 67-82.

Pun, U. K. and Ichimura, K. 2003. Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. Japan Agricultural Research Quarterly, 37(4): 219-224.

Verma, V., Simone, C. B. and Mishra, M. V. 2018. Quality of life and patient-reported outcomes following proton radiation therapy: A systematic review. Journal of the National Cancer Institute, 110(4): 341-353.

Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R. and Cavagnaro, T. R. 2014. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: Practical implications for agriculture. Advances in Agronomy, 124: 37-89.

Shahbazi, K. and Besharati, H. 2013. Overview of the fertility status of agricultural soils in Iran. Journal of Land Management, 1: 1-15.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Effect of humi green on morphological traits of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.) medicinal plant

Maryam kaviani[1*] and Faegheh saligheh dar[2]
1. Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, Sayyed Jamaleddin Asadabadi University, Asadabad, Hamedan, Iran.
2. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
Corresponding Author: kaviani@sjau.ac.ir

Abstract

Organic agriculture is one of the agricultural systems that relies on preserving available resources and maintaining ecological balance and biological stages. This system introduces soil fertility as the key to successful production. The use of humic substances as a biostimulant in agriculture can make significant progress in sustainable agriculture. Moreover, due to its biological origin, this method has fewer negative consequences on the environment. To investigate the effects of humi green on the morphological of Thymus vulgaris, a field experiment was conducted at the Medicinal Plants Garden in Hamadan and Faculty of Agricultural Sciences, Sayyed Jamaleddin Asadabadi University over One growing season, 2015, using a randomized complete block design (RCBD). The humi green treatments were applied via granolar at four levels including 0, 50, 75, and 100 $g.m^{-2}$ with three replications. Morphological traits, such as plant height (from the crown to the tip of the main stem), was measured using a ruler in each replication, and then averaged. To ascertain the fresh and dry weight of the above portions, the plants were severed from the soil surface and weighed using a digital scale. Subsequently, the plants underwent a 48-hour drying process in an oven set at 50 degrees Celsius. Once their weight had reached a stable point, they were weighed again. The average crown cover and plant collar diameter were measured using calipers. The effect of humi green on stem length was significant ($p < 0.05$). The findings demonstrated that the humi green treatment (100 $g.m^{-2}$) yielded the highest average of length stem.

Keywords: Humic acid, Morphological traits, Organic agriculture, Thymus.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد بیوچار بر ماده آلی خاک پوششی در کشت قارچ دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*) به روش ارگانیک

محبوبه اسحاقی[1*]، احمد کریمی[1*]، شجاع قربانی دشتکی[1]، گلنوش بنی‌طالبی[2] و طیبه ساعدی[3]

۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- گروه توسعه و تحقیق شرکت کشت و صنعت قارچ نگین فصل، شهرکرد، ایران
۳- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *mahbub@yahoo.com*

چکیده

تولید قارچ دکمه‌ای در کشاورزی ارگانیک اهمیت بسزایی دارد. یکی از بخش‌های مهم در تولید آن خاک پوششی است که معمولاً از منابع آلی تجدیدناپذیر (پیت) استخراج می‌شود. در ایران منابع پیت محدود بوده و پیامدهای زیست محیطی فراوانی در اثر برداشت پیت ایجاد می‌گردد. این پژوهش به منظور بررسی کاربرد بیوچار با هدف امکان‌سنجی جایگزینی درصدی از خاک پوششی زیر کشت قارچ دکمه‌ای به روش ارگانیک و تأثیر آن بر مقدار ماده آلی خاک و عملکرد محصول در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۵ تیمار و سه تکرار در کارخانه کشت و صنعت نگین فصل شهرکرد اجرا گردید. بر این اساس، ترکیبات اولیه از جمله پیت شمال، ورمی‌کمپوست کودگاوی و ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ تهیه گردید. سپس به ترکیب‌های خاک پوششی یاد شده مقدار ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی بیوچار اضافه و تیمارهای مختلف خاک پوششی ساخته شد. تیمارهای تولید شده در کشت قارچ دکمه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند و ماده آلی به روش سوزاندن خشک و عملکرد قارچ اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد مقدار ماده آلی در تیمار مخلوط پیت شمال و ورمی‌کمپوست کمپوست برگشتی قارچ با کاربرد ۱۵ درصد بیوچار در اندازه ذرات ۱ تا ۲ میلی‌متری (۵۹/۹۷ درصد) و کمترین مقدار ماده آلی در تیمار شاهد کارخانه (۲۱/۸۴ درصد) به دست آمد. مقدار ماده آلی در تیماری که شامل بیشترین میزان ماده آلی بوده، نسبت به تیمار شاهد کارخانه، ۱۷۴ درصد افزایش یافت. بر این اساس می‌توان این تیمار را به عنوان یکی از فرمول‌های مناسب برای تهیه خاک پوششی پیشنهاد نمود. نتایج کلی این پژوهش نشان می‌دهد کاربرد بیوچار در خاک پوششی باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک می‌شود و در بین سطوح مختلف بیوچار، افزودن ۱۵ درصد وزنی بیوچار به خاک‌های پوششی، تأثیر قابل توجهی در افزایش مقدار ماده آلی دارد و بالا بودن ماده آلی خاک پوششی منجر به بهبود عملکرد قارچ می‌شود.

واژه‌های کلیدی: باغبانی ارگانیک، بیوچار، خاک پوششی، قارچ دکمه‌ای، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

باغبانی ارگانیک و تولید محصول سالم، گونه‌ای کشاورزی است که در تولید و فرآوری محصولات آن از کودهای شیمیایی، سموم، هورمون‌ها و دستکاری‌های ژنتیکی استفاده نشود و همه مراحل کشت محصول با استفاده از نهاده‌های طبیعی همچون کود حیوانی و کمپوست‌ها باشد. این نوع کشاورزی، سیستمی تولیدی است که سلامت خاک، اکوسیستم‌ها و انسان را پایدار می‌سازد و بر تنوع زیستی تکیه دارد (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). تولید و پرورش قارچ دکمه‌ای به عنوان کشاورزی ارگانیک اهمیت بسزایی دارد زیرا علاوه بر بستر کشت آن که از نهاده‌های طبیعی همچون کمپوست و کودهای دامی است (ثابت دیزاوندی و یار احمدی، ۱۳۹۴)، پسماند تولیدی کمپوست قارچ نیز به عنوان یک مکمل اصلاح کننده خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از بخش‌های مهم در تولید و پرورش قارچ دکمه‌ای، خاک پوششی است که معمولاً از منابع آلی تجدیدناپذیر (پیت) استخراج می‌شود. در ایران منابع طبیعی پیت برای استفاده خاک پوششی محدود بوده و علاوه بر هزینه فراوان برای تهیه آن، مشکلات زیست محیطی فراوانی در اثر برداشت آن ایجاد می‌شود (جعفری حقیقی و همکاران، ۱۴۰۱). مشکلات مصرف پیت باعث شکل گرفتن منابع بیشتر برای یافتن یک ترکیب جایگزین با کارایی قابل قبول گردیده است و فرایند برداشت درازمدت از ذخایر پیت، حجم زیادی کربن

وارد اتمسفر می‌کند و تا مدتها آزادسازی کربن ادامه دارد. انتشار روزافزون گازهای گلخانه‌ای از عواملی هست که بر سرعت به وجود آمدن پدیده تغییر اقلیم تأثیر می‌گذارد (Noble et al., 2004). وجود ضایعات و بقایای گیاهی بعد از برداشت محصولات باغی و زراعی مشکلات زیادی برای کشاورزان بوجود می‌آورد. از جمله راهکارهای استفاده از بقایای کشاورزی، گرماکافت آنها است. بیوچار حاصل از گرماکافت ضایعات آلی به عنوان اصلاح کننده پایدار در خاک به کار می‌رود، این ماده جامد، سیاه رنگ، غنی از کربن پایدار و متخلخل با سطح ویژه بالا است (Gumus et al., 2022). کربن موجود در بیوچار، طی سال‌های زیاد در خاک تثبیت می‌شود به تبع انتشار آن در اتمسفر به صورت گاز گلخانه‌دی‌اکسیدکربن به تعویق می‌افتد در صورتیکه بازگشت کربن موجود در بقایای گیاهی سریع صورت می‌گیرد. بیوچار علاوه بر تثبیت کربن می‌تواند بر کیفیت شیمیایی خاک اثرگذار باشد و موجب تغییر در ویژگی‌های آن از جمله ماده آلی گردد. بیوچار در خاک‌های کشاورزی با ذخیره کربن باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شود (Giannetta et al., 2023).

طی مطالعه‌ای با هدف تولید خاک پوششی از بیوچار باگاس نیشکر بدون نیتروژن، باگاس نیشکر با نیتروژن و پوسته بادام در سطوح مختلف جهت جایگزینی درصدی از پیت مشخص شد که بیوچار باعث کاهش ماده آلی در خاک پوششی نسبت به تیمار شاهد شده است (اسکندری‌نیا و همکاران، ۱۴۰۱). امروزه نقش بیوچار در بهبود کیفیت خاک‌های کشاورزی و تولید محصول سالم به اثبات رسیده است و مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته است. اما تاکنون پژوهش‌های اندکی در مورد اثر افزودن بیوچار به خاک پوششی قارچ خوراکی انجام شده است. با توجه به اهمیت جایگزینی پیت در تولید و پرورش قارچ دکمه‌ای، این پژوهش با هدف امکان‌سنجی جایگزینی درصدی از خاک پوششی با بیوچار مخلوط ضایعات هرس درختان آلو و انار بررسی و تأثیر آن بر مقدار ماده آلی خاک پوششی مطالعه گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشگاه شهرکرد و با همکاری کارخانه تولید کمپوست و قارچ نگین فصل واقع در شهرستان شهرکرد انجام شد. مواد اولیه خاک پوششی از جمله کمپوست برگشتی قارچ دکمه‌ای شش ماه پوسیده شده، کود گاوی یک سال پوسیده شده در سبدهای پلاستیکی افزوده و به ازای هر سبد ۱۰۰ کرم خاکی ایزینیا فوئیتیدا در عمق ۱۵ سانتی‌متری بستر گذاشته شد، با توجه به اینکه این نوع کرم، محیط فاقد نور و مرطوب را ترجیح می‌دهد، برای حفظ رطوبت و تاریک نمودن بسترها، روی سبدها با کیسه‌های پارچه‌ای پوشانده شد. پس از گذشت دو ماه، ورمی‌کمپوست مواد اولیه خاک پوششی آماده برداشت شدند. پس از تهیه مواد اولیه خاک پوششی و ترکیب آنها، مقادیر متناسب بیوچار افزوده و تیمارهای خاک پوششی تولید شد. این آزمایش در قالب طرح پایه کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل با سه فاکتور نوع خاک پوششی با ۱۵ تیمار در سه تکرار و در مجموع با ۴۵ کرت آزمایشی انجام گرفت. کرت شاهد این آزمایش (خاک پوششی مورد استفاده در کارخانه با ترکیب پیت شمال، پیت جنوب و SMC) بود. سطوح فاکتورهای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- سطوح فاکتورهای آزمایش.

نام تیمار	مشخصات تیمار
S_0	خاک پوششی مرسوم و مورد استفاده در کارخانه نگین فصل شهرکرد (شاهد)
S_1	مخلوط پیت شمال و ورمی‌کمپوست SMC به نسبت وزنی *50* درصد
S_2	مخلوط پیت شمال و ورمی‌کمپوست کود گاوی به نسبت وزنی 50 درصد
L_0	عدم کاربرد بیوچار در خاک پوششی (شاهد)
L_1	کاربرد 5 درصد وزنی بیوچار یا ورمی‌کمپوست بیوچار
L_2	کاربرد 10 درصد وزنی بیوچار یا ورمی‌کمپوست بیوچار
L_3	کاربرد 15 درصد وزنی بیوچار یا ورمی‌کمپوست بیوچار
Z_1	اندازه ذرات بیوچار 1-0 میلیمتر
Z_2	اندازه ذرات بیوچار 2-1 میلیمتر

در این پژوهش بلافاصله پس از مرحله خاک‌دهی به کمپوست، از هر کرت آزمایشی نمونه‌برداری از خاک پوششی و محصول انجام شد. عملکرد قارچ با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم و مقدار ماده آلی پس از آون خشک کردن نمونه‌ها به روش سوزاندن خشک از طریق هضم یک گرم نمونه آون خشک در کوره و در دمای ۵۴۰ درجه سانتی‌گراد و با استفاده از رابطه (۲) اندازه‌گیری گردید، اختلاف کاهش وزن نشانگر سوختن کربن آلی است که به صورت CO_2 خارج می‌شود (Ball and Schjønning., 2002).

$$\%(OM) = \frac{(ODW-AW)}{ODW} * 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه، OM: ماده آلی خاک بر حسب درصد، ODW: وزن آون خشک و AW: وزن خاکستر است.

توزیع نرمال ویژگی ماده آلی در تیمارهای آزمایش با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی و تجزیه واریانس (ANOVA) در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون LSD درنرم‌افزار spss انجام گردید (سلطانی، ۱۳۹۰).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مقدار ماده آلی خاک پوششی و عملکرد قارچ تیمارهای آزمایش در جدول (۲) آمده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نوع خاک، مقدار بیوچار، اندازه ذرات بیوچار و اثر متقابل آن‌ها در سطح آماری ۱ درصد بر ماده آلی خاک پوششی و عملکرد قارچ معنی‌دار است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مقدار ماده آلی خاک پوششی و عملکرد قارچ در تیمارهای آزمایش.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ماده آلی خاک پوششی	عملکرد قارچ
		میانگین مربعات	
نوع خاک	۳	۱۱۳/۴۲**	۵۰۰/۳۲۵**
مقدار بیوچار	۲	۲۰۶/۱۷**	۴۳۶/۳۲۷**
اندازه ذرات بیوچار	۱	۱۰/۵۶**	۲۲/۰۳۴**
نوع خاک × مقدار بیوچار	۶	۴۷/۳۸**	۱۹/۱۰۴**
نوع خاک × اندازه ذرات بیوچار	۳	۴۴/۶۲**	۱۰۹/۰۴۷**
مقدار بیوچار × اندازه ذرات بیوچار	۲	۴/۱۲**	۴/۴۶**
نوع خاک × مقدار بیوچار × اندازه ذرات بیوچار	۶	۹/۰۳**	۹/۲۰**
خطا	۴۸	۱/۱۹	۲/۲۷۶

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ($P<0/01$)، *: معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ($P<0/05$)، وns : غیر معنی‌دار در سطح احتمال۵٪ ($P<0/05$).

نتایج مقایسه میانگین ماده آلی خاک پوششی و عملکرد قارچ تیمارهای آزمایش در جدول (۳) آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده از نمودار، بیشترین عملکرد کل قارچ در تیمار $S_2I_2Z_2$ (۳۴/۹۳ کیلوگرم بر متر مربع) مشاهده شد که فاقد اختلاف معنی‌دار با تیمار $S_2I_1Z_2$(۳۴/۷۸ کیلوگرم بر متر مربع) بود. عملکرد کل قارچ در تیمارهای $S_2I_2Z_2$ و $S_2I_1Z_2$ در مقایسه با تیمار S_0 به‌ترتیب ۷۲/۴۰ و ۷۱/۶۶ درصد افزایش یافت. کمترین عملکرد کل قارچ نیز در تیمار $S_1I_3Z_1$ (۱۰/۹۴ کیلوگرم بر متر مربع) به دست آمد. در خاک S_1 افزودن بیوچار در سطوح ۵ و ۱۰ درصد مقادیر و اندازه ذرات ۲-۱ میلی‌متری بیوچار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کل قارچ و در تیمارهایی با اندازه ذرات ۱-۰ میلی‌متری بیوچار باعث کاهش معنی‌دار شد ولی افزودن بیوچار در سطح ۱۵ درصد مقادیر بیوچار، عملکرد کل قارچ را کاهش داد. در خاک S_2 افزودن بیوچار باعث افزایش معنی‌دار این ویژگی شد که در سطوح ۵ و ۱۰ درصد مقادیر بیوچار و اندازه ذرات ۲-۱ میلی‌متری این افزایش بارزتر بود. همچنین بیشترین مقدار ماده آلی در تیمار $S_1I_3Z_2$ (۵۹/۹۷ درصد) و کمترین مقدار ماده آلی در تیمار S_0 (۲۱/۸۴ درصد)

به دست آمد. مقدار ماده آلی در تیمار $S_1l_3z_2$ نسبت به شاهد (S_0) ۱۷۴ درصد افزایش یافت. در تیمارهای خاک‌های S_1 و S_2، کاربرد بیوچار باعث افزایش معنی‌دار مقدار ماده آلی گردید. این افزایش ماده آلی در تیمارهای خاک S_1 نسبت به افزایش مقدار بیوچار، معنی‌دار ولی در تیمارهای خاک S_2 معنی دار نبود. در تیمارهای خاکS_1 مقدار ماده آلی تیمارهایی با اندازه ذرات ۱ تا ۲ میلی‌متری نسبت به تیمارهایی با اندازه ذرات ۰ تا ۱ میلی‌متری بیوچار در یک مقدار مشخص بیوچار، بیشتر بود و در تیمارهای خاکS_2 مقدار ماده آلی در یک مقدار مشخص بیوچار در تیمارهایی با اندازه ذرات ۱-۰ میلی‌متر بیشتر از تیمارهایی با اندازه ذرات ۲-۱ میلی‌متری بیوچار بود. بیوچار باعث افزایش مقدار ماده آلی در خاک می‌شود (Akbar et al., 2024) که مشابه با نتایج این پژوهش بود. کربن آلی موجود در خاکدانه‌ها تحت تأثیر بیوچار افزوده شده به خاک قرار می‌گیرد. این موضوع به اندازه ذرات بیوچار بستگی دارد. زمانی که اندازه ذرات بیوچار بزرگ‌تر باشد، افزایش در مقدار کربن خاکدانه‌های درشت دیده می‌شود و اگر اندازه ذرات بیوچار کوچک تر باشد (کمتر از ۲۵۰ میکرون)، تغییری در مقدارکربن خاکدانه‌های درشت دیده نشده است (Giannetta et al., 2023). نتایج اغلب پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزایش ماده آلی خاک باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود و بنابراین انتظار می‌رود که در تیمارهایی که مقدار ماده آلی آن‌ها بیشتر است، بیشترین عملکرد قارچ خوراکی مشاهده شود. بالا بودن مقدار ماده آلی خاک می‌تواند منجر به بهبود عملکرد گیاه شود (Gumus et al., 2022).

جدول ۳- مقایسه میانگین مقدار ماده آلی خاک پوششی و عملکرد قارچ در تیمارهای آزمایش.

MTP ($kg.m^{-2}$)	OM (%)	تیمار	MTP ($kg.m^{-2}$)	OM (%)	تیمار
۱۷/۹۲e	۵۶/۱۶ bc		۱۸/۴۷de	۴۵/۳۱ e	
۳۰/۲۶ b	۵۶/۱۸ bc	S_2l_0(شاهد)	۱۶/۰۰ e	۴۶/۱۴ e	S_1l_0(شاهد)
۳۴/۷۸ a	۵۴/۰۴ c	$S_2l_1z_1$	۱۹/۴۱ de	۴۸/۴۶ de	$S_1l_1z_1$
۳۰/۹۹ b	۵۹/۴۰ a	$S_2l_1z_2$	۱۳/۲۶ f	۵۲/۲۴ cd	$S_1l_1z_2$
۳۴/۹۳ a	۵۷/۹۵ b	$S_2l_2z_1$	۲۴/۳۸ c	۵۸/۵۴ ab	$S_1l_2z_1$
۲۱/۳۹ d	۵۹/۱۱ a	$S_2l_2z_2$	۱۰/۹۴ g	۵۸/۹۸ ab	$S_1l_2z_2$
۲۱/۶۸ d	۵۹/۲۷ a	$S_2l_3z_1$	۱۷/۸۴ e	۵۹/۹۷a	$S_1l_3z_1$
		$S_2l_3z_2$	۲۰/۲۶ d	۲۱/۸۴ f	$S_1l_3z_2$
					S_0 (شاهد)

نتایج این تحقیق نشان داد در تیمارهای خاک‌های S_1 و S_2، کاربرد بیوچار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد قارچ دکمه‌ای گردید. افزودن بیوچار در سطوح ۵ و ۱۰ درصد مقادیر و اندازه ذرات ۲-۱ میلی‌متری بیوچار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کل قارچ شد. همچنین کاربرد بیوچار باعث افزایش مقدار ماده آلی شد که این افزایش در تیمارهای خاک S_1 نسبت به افزایش مقدار بیوچار، معنی دار ولی در تیمارهای خاک S_2 معنی دار نبود. بنابراین کاربرد بیوچار در ترکیب خاک پوششی می‌تواند اهمیت بسزایی در افزایش مقدار ماده آلی خاک و عملکرد محصول داشته باشد. دیگر ابعاد این تغییرات در حال بررسی است که مجال درج آن در این مقاله نیست.

منابع

اسکندری‌نیا، ر.، حاج‌عباسی، م. ع.، شکل‌آبادی، م. و حقیقی، م. ۱۴۰۱. مطالعه اثرات باگاس نیشکر، باگاس نیشکر با نیتروژن و پوسته بادام و بیوچار آن‌ها بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک پوششی قارچ دکمه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.

ثابت‌دیزاوندی، ل. و یاراحمدی، ب. ۱۳۹۴. پرورش قارچ دکمه‌ای با شرایط ارگانیک. چهارمین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم، ۲۸ مرداد، مؤسسه تحقیقات آب و خاک، اردبیل.

جعفری‌حقیقی، م.، قربانی‌دشتکی، ش. و مصدقی، م. ر. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های پوششی مختلف بر صفات کمی و کیفی قارچ تکمه‌ای (*Agaricus bisporus*). مجله علوم باغبانی ایران، ۵۴(۲): ۲۱۳-۲۳۳.

سلیمی، ح.، عباسی‌دخت، ح.، اصغری، ح. ر. و بیگی، م. ۱۳۸۹. ارزیابی پسماند کمپوست قارچ خوراکی جهت کاربرد در کشاورزی و باغبانی. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران، ۹ اسفند، تهران.

سلطانی، ا. ۱۳۹۰. کاربرد نرم‌افزارهای آماری در تجزیه‌های آماری. ویراست دوم. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Akbar, W. A., Rahim, H. U., Irfan, M., Alatalo, J. M., Mudasssir, M. and Bundschuh, J. 2024. Effects of incorporating pine-woodchip biochar with reduced NP fertilizer on calcareous soil characteristics, organic carbon, NPK availability, and maize productivity. Journal of Soils and Sediments, 24(1): 177-188.

Ball, B. C. and Schjønning, P. 2002. Methods of Soil Analysis. Part 4: Physical Methods. Soil Science Society of America, pp. 1141-1158.

Giannetta, B., Plaza, C., Cassetta, M., Mariotto, G., Benavente, I., Carlos, J., Panettieri, M. and Zaccone, C. 2023. The effects of biochar on soil organic matter pools are not influenced by climate change. Journal of Environmental Management, 341: 118092.

Gumus, I., Negiş, H. and Şeker, C. 2022. Effects of two different biochar on physical quality characteristics of a heavy clay soil. Arabian Journal of Geosciences, 15: 841.

Noble, R. and Dobrovin-Pennington, A. 2004. Partial substitution of peat in mushroom casing with fine particle coal tailings. Scientia Horticulturae, 104: 351-367.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Science Congress Application of biochar on casing soil organic matter in organic cultivation of white button mushroom *(Agaricus bisporus)*

Mahbubeh Eshaghi[1*], Ahmad Karimi[1*], Shoja Ghorbani Dashtaki[1], Golnush Banitalebi[2] and Tayebeh Saedi[3]

1. Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Department Development and Research of Negin Fasl Agro-Industry Company, Shahrekord, Iran
3. Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[*]Corresponding Author: e.mahbubeh@yahoo.com

Abstract

Button mushroom production is of importance in organic agriculture. One of the important parts of its production is the casing soil, which is usually extracted from non-renewable organic resources (peat). Peat resources are limited in Iran and peat harvesting has many environmental consequences. This study was conducted to investigate the use of biochar with the aim of evaluating the feasibility of replacing a percentage of the casing soil under button mushroom cultivation with organic methods and its effect on soil organic matter content and crop yield in a completely randomized design with 15 treatments and three replications at the Negin Fasl Agro-Industrial Factory in Shahrekord. Accordingly, the initial ingredients including northern peat, cow manure vermicompost, and spend compost vermicompost were prepared. Then, 5, 10 and 15 weight percent biochar was added to the above-mentioned soil mixtures and different soil treatments were made. The treatments produced were used in button mushroom cultivation and the organic matter content of casing soil samples was measured by dry burning method. The results showed that the organic matter content in the mixture treatment of northern peat and vermicompost spend compost was obtained (59.97%) and the lowest organic matter content in the factory control treatment (21.84%). The organic matter content in the treatment that contained the highest amount of organic matter increased by 174% compared to the factory control treatment. Accordingly, this treatment can be suggested as one of the suitable formulas for preparing casing soil. The overall results of this study show that the application of biochar in casing soil increases the amount of soil organic matter, and among different levels of biochar, adding 15% by weight of biochar to casing soils has a significant effect on increasing the amount of organic matter, and high organic matter in casing soil leads to improved mushroom performance.

Keywords: Biochar, Button mushroom, Casing soil, Organic gardening, Vermicompost.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش هیدروپرایم و تریکودرما در بهبود جوانه‌زنی بذر گیاه جعفری

نادیا بهره‌مند[1*]
گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
*نویسنده مسئول: *nadiaBahremand@ujiroft.ac.ir*

چکیده

جعفری یکی از سبزی‌های پرمصرف با خواص دارویی متعدد در سرتاسر جهان هست که بذر آن جوانه‌زنی غیریکنواخت و نسبتاً طولانی دارد. بهبود جوانه‌زنی بذر به‌عنوان ابتدایی‌ترین و در عین حال مهم‌ترین مرحله رشد و توسعه گیاه با شیوهای متعدد همواره مورد توجه محققان و کشاوزان بوده است. به‌همین منظور آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار، شامل آماده‌سازی (پرایمینگ) بذر با آب مقطر (هیدروپرایم)، آماده‌سازی بذر با عصاره تریکودرما (بیوپرایم)، کاربرد عصاره تریکودرما در محیط جوانه‌زنی و عدم تیمار بذر (شاهد)، با سه تکرار در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد؛ اثر تیمارهای آزمایش بر درصد جوانه‌زنی بذر گیاه جعفری معنی‌دار نشد ولی بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر (۰/۵۵) در تیمار هیدروپرایم مشاهده شد که با سایر تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشت. با توجه به نتایج این آزمایش و اهمیت کاربرد شیوه‌های سازگار با محیط زیست در کشاورزی پایدار با هدف کاهش یا عدم استفاده از مواد شیمیایی نظیر قارچکش‌ها و آفت‌کش‌ها (آگروکمیکالز) به‌دلیل اثرات زیانبارشان بر سلامت انسان، بکارگیری هیدروپرایم به‌عنوان روشی آسان و کم هزینه می‌تواند در بهبود جوانه‌زنی بذر گیاه جعفری مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پرایمینگ، سرعت و درصد جوانه‌زنی، محرک زیستی.

مقدمه

استفاده بی رویه و روز افزون ترکیبات شیمیایی جهت تغذیه گیاه و کنترل آفات و بیماری‌های آن بخصوص در سال‌های اخیر، خسارات جبران ناپذیری از جمله کاهش کیفیت خاک‌های کشاورزی (به دلایل متعدد نظیر کاهش موجودات مفید زنده خاک)، افزایش مقاومت در برابر مصرف این مواد و آلودگی‌های زیست محیطی برجا گذاشته است. در نتیجه، تمایل به سمت بکارگیری شیوه‌های کشاورزی ایمن بر پایه استفاده از عوامل طبیعی و زیستی از ابتدای کشت و کار گیاهان و حتی پیش‌تر از آن ایجاد شده است (Chandrika et al., 2024; Garcia-Latorre et al., 2025).

پرایمینگ یا آماده‌سازی بذر یکی از روش‌های افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه حتی در شرایط نامطلوب که قبل از کاشت انجام می‌شود که با شیوه‌های متعددی از جمله بیوپرایم، شیمیو پرایم، هالو پرایم، اسموپرایم نانو و هیدروپرایم قابل اجراست (Gran et al., 2025) هیدروپرایم روشی ساده، با صرفه اقتصادی و در عین حال شناخته شده است، گزارشات کارالیجا و همکاران بررسی اثر هیدروپرایم و پرایم با سالیسیلیک اسید و پرولین بر بذرهای گیاه فلفل دلمه‌ای را نشان می‌دهد (Karalija et al., 2024).

تریکودرما (Trichoderma) یک محرک زیستی از گروه قارچ‌های رشته‌ای است که با تأ ثیر بر سنتز مواد رشد گیاهی از جمله جیبرلین‌ها، براسینو استروئیدها و اسید استیک ایندول، تولید متابولیت‌های ثانویه، در دسترس بودن و جذب مواد مغذی و توانایی ایجاد مکانیسم دفاعی می‌تواند اثرات مثبتی داشته باشد (Stewart and Hill, 2014). در طول دهه گذشته، گونه‌های تریکودرما (Trichoderma spp.) نه تنها به‌عنوان عامل کنترل زیستی و محرک رشد گیاه، بلکه به‌عنوان بهبود دهنده جوانه‌زنی که ابتدایی‌ترین و مهم‌ترین مرحله رشد و توسعه

گیاه و در عین حال حساس‌ترین مرحله به بیماری، آسیب و تنش‌های محیطی بوده، مورد توجه بسیاری قرارگرفته‌اند (Vukelic et al., 2024). رحمن و همکاران اثر تریکودرما بر جوانه‌زنی بذر گیاه فلفل را مورد بررسی قرار دادند (Rahman et al., 2012). ژنگ و همکاران گزارش کردند تریکودرما موجود در لجن لایروبی شده و تبدیل شده به خاک اصلاح شده، جوانه‌زنی بذر گیاه چاودار را افزایش داده است (Zhang et al., 2025).

جعفری (*Petroselinum crispum*) گیاهی دو ساله از خانواده چتریان (Apiaceae) که ارزش اقتصادی، غذایی و دارویی آن در سرتاسر جهان به‌عنوان سبزی یا گیاه دارویی شناخته شده و از طرفی برای تولید این سبزی در ایران اغلب از بذر توده‌های بومی استفاده می‌شود که جوانه‌زنی غیر یکنواخت و کندی دارند، با توجه به مطالب فوق و اطلاع از این مطلب که تیمارهای اعمال شده بر روی بذرها می‌تواند باعث بهبود کیفیت بذر و متعاقب آن عملکرد گیاه، هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت شود و از طرفی مصرف روز افزون ترکیبات شیمیایی پرخطر در کشاورزی نگرانی‌های زیادی ایجاد کرده است، لذا این مطالعه با هدف بررسی نقش هیدروپرایم و تریکودرما در بهبود جوانه‌زنی بذر گیاه جعفری به‌عنوان گام ابتدایی آزمایشات بعدی انجام شده است.

مواد و روش

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار، شامل آماده‌سازی بذر با آب مقطر (هیدروپرایم)، آماده‌سازی بذر با عصاره تریکودرما، کاربرد تریکودرما در محیط جوانه‌زنی و بدون تیمار بذر (شاهد)، با سه تکرار در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت انجام شد. برای تهیه عصاره قارچ تریکودرما هارزیانوم از قطعات جامد کشت خالص نگهداری شده در فریزر برداشته در محیط کشت مایع قرار داده و سپس در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و تاریکی انکوبه و سپس با کاغذ صافی صاف شد. آماده‌سازی بذر با آب مقطر و عصاره تریکودرما تهیه شده به‌مدت ۱۲ ساعت و سپس خشک کردن بذر نیز به‌مدت ۱۲ ساعت انجام و در نهایت ۱۰ عدد بذر درون هر پتری دیش با قطر ۱۰ سانتی‌متر در شرایط کاملاً استریل روی کاغذ صافی در ژرمیناتور با دمای ۲ ± ۲۵ و نور متناوب قرار گرفت. تیمار کاربرد عصاره تریکودرما با افزودن ۵ میلی‌لیتر از عصاره به محیط پتری حاوی بذر اعمال شد. آغاز جوانه‌زنی از روز ششم در برخی تیمارها شروع و در روز پانزدهم در کلیه تیمارها تکمیل شد. در پایان با تقسیم نسبت بذرهای جوانه زده به تعداد کل

$$GR = \frac{Ns}{n} \quad (۱)$$

بذر کشت شده، درصد نهایی جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی با فرمول (۱) از تقسیم بذرهای جوانه زده (Ns) بر تعداد روز گذشته از آغاز جوانه‌زنی (n) در هر تیمار و تکرار بدست آمد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: مطابق جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر درصد جوانه‌زنی بذر جعفری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

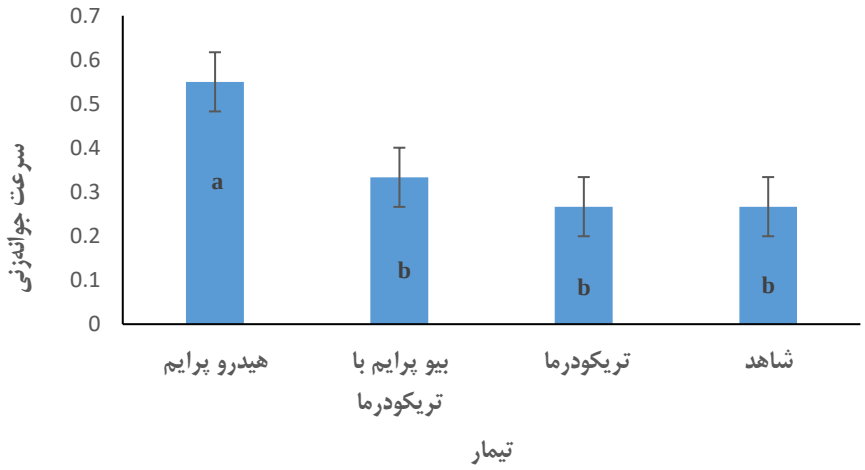
سرعت جوانه‌زنی: اثر تیمارهای آزمایش بر سرعت جوانه‌زنی بذر در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر هیدروپرایم و تریکودرما بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه جعفری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
تیمار	۳	۱۳۳	۰/۰۵۴**
خطا	۸	۸۳	۰/۰۰۲
ضریب تغییر	-	۱۶/۱	۱۴/۳

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار هیدروپرایم مشاهده شد که از لحاظ آماری بر سایر تیمارها برتری داشت. و با تعدیل فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی درون بذر، عملکرد بذر را افزایش می‌دهد (Gran et al.,2025) با اینکه بعد از هیدروپرایم بیوپرایم با تریکودرما اثر بیشتری داشت اما این تفاوت با شاهد معنی‌دار نبود که با نتایج برخی مطالعات همخوانی نداشت و علت آن می‌تواند این باشد که به خوبی مستند شده که فعل و انفعالات گیاه – تریکودرما وابسته به ژنوتیپ و سویه تریکودرما است (Kunduru et al., 2024).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه جعفری، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

منابع

Chandrika, K. P., Prasad, R. D., Prasanna, S. L., Shrey, B. and Kavya, M. 2024. Impact of biopolymer-based *Trichoderma harzianum* seed coating on disease incidence and yield in oilseed crops. Heliyon, 10(19): e38816.

Garcia-Latorre, C., Ruiz-Moyano, S., Rodríguez, A., Velazquez, R., Poblaciones, M. J. and Hernandez, A. 2025. From field to fork: The benefits of *Trichoderma* spp. in food quality and safety. Current Opinion in Food Science: 101286.

Gran, P., Visscher, T. W., Bai, B., Nijveen, H., Mahboubi, A., Bakermans, L. L., Willems, L. A. and Bentsink, L. 2025. Unravelling the dynamics of seed-stored mRNAs during seed priming. New Phytologist. doi:10.1111/nph.70098.

Karalija, E., Losic, A., Demir, A. and Šamec, D. 2024. Effects of seed priming on mitigating the negative effects of increased salinity in two varieties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Soil Systems, 8(1): 35.

Kunduru, S., Chaudhary, A., Kamra, A., Bana, R. S., Kumar, S. N. and Yalamalle, V. R. 2024. Seed priming with *Aloe vera* and *Trichoderma asperellum* improves germination in chickpea under osmotic and temperature stress. Seed Science and Technology, 52(3): 265-281.

Rahman, M. A., Sultana, R., Begum, M. F. and Alam, M. F. 2012. Effect of culture filtrates of *Trichoderma* on seed germination and seedling growth in chili. International Journal of Biosciences, 2(4): 46-55.

Stewart, A. and Hill, R. 2014. Applications of *Trichoderma* in plant growth promotion. In: Gupta, V. K., Schmoll, M., Herrera-Estrella, A., Upadhyay, R. S., Druzhinina, I. and Tuohy, M. G. (eds.), Biotechnology and Biology of *Trichoderma*. Amsterdam: Elsevier, pp. 415-428.

Vukelic, I., Radic, D., Pecinar, I., Levic, S., Djikanovic, D., Radotic, K. and Pankovic, D. 2024. Spectroscopic investigation of tomato seed germination stimulated by *Trichoderma* spp. Biology, 13(5): 340.

Zhang, S., Mo, R., Shi, H., Li, Y., Zhou, Y., Wang, C. and Yu, G. 2025. Plant adaptability to improved dredged sediment. Agriculture, 15(2): 218.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The role of hydropriming and Trichoderma in improving parsley seed germination

Nadia Bahremand[1*]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
Corresponding Author: nadiaBahremand@ujiroft.ac.ir

Abstract

Parsley is one of the most widely consumed vegetables with numerous medicinal properties throughout the world, whose seeds have uneven and relatively long germination. Improving seed germination as the most basic and at the same time the most important stage of plant growth and development has always been a concern for researchers and farmers. For this purpose, an experiment was conducted in a completely randomized design with 4 treatments, including seed priming with distilled water (hydropriming), seed priming with Trichoderma extract, application of Trichoderma extract in the germination medium and no seed treatment (control), with three replications in the Horticultural Sciences Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Jiroft. The results of this experiment showed that the effect of the expriment treatments on the seed germination percentage was not significant, but it was significant on germination rate ($p\leq 0.01$). The highest seed germination rate (0.55) was observed in the hydropriming treatment that was significantly different from other treatments. Considering the results of this experiment and the importance of using environmentally friendly methods in sustainable agriculture with the aim of reducing or eliminating the use of chemicals such as fungicides and pesticides (agrochemicals) due to their harmful effects on human health, the use of hydropriming as an easy and low-cost way can be investigated to improve parsley seed germination.

Keywords: Biostimulant, Germination percentage, Germination rate, Seed priming.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور تولید و گواهی بذر و نهال

بررسی تلاقی بین گونه‌ای کدو تنبل (*Cucurbita moschata* Duch.) و کدو حلوایی (*Cucurbita maxima* Duch.) با هدف تولید پایه تجاری مناسب پیوند

مریم پشته‌کشی[۱]، محمود لطفی[۱*]، رضا صالحی[۲] و یوسف حکیمی[۱]
۱- گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
۲- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *mlotfi@ut.ac.ir*

چکیده

این آزمایش به تولید و ارزیابی هیبریدهای بین گونه‌ای کدو (*Cucurbita moschata* × *Cucurbita maxima*) برای استفاده به عنوان پایه برای محصولات کدو مانند خیار، طالبی، هندوانه و خربزه اختصاص داده شده است. این آزمایش‌ها شامل کشت و تلاقی انواع مختلف کدو تنبل و کدو حلوایی در شرایط کنترل‌شده و مزرعه‌ای، بررسی قوه نامیه جوانه‌زنی و باروری گرده و ارزیابی صفات مورفولوژیکی پایه در مزرعه تحقیقاتی و گلخانه دانشگاه تهران، ایران، به مدت دو سال (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) بود. در مجموع، ۳۰۷ تلاقی انجام شد که ۱۷ مورد از آن‌ها موفق به تشکیل میوه و تولید بذر شدند. نتایج نشان داد که عواملی مانند طول و قطر هیپوکوتیل، درصد جوانه‌زنی و باروری گرده نقش کلیدی در موفقیت تلاقی دارند. نتایج نشان داد که هیبریدهای MB525×SI8910 و MB525×SB409 از نظر شاخص‌های مورفولوژیکی از جمله طول و قطر مناسب هیپوکوتیل، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد خوبی داشتند که به ترتیب ۴۴/۲۶، ۲۲/۲۲ و ۶۲/۱۶ درصد بهتر از Takii در MB525×SI8910 بودند. همچنین، درصد عدم باروری گرده در برخی از هیبریدها به دلیل ناسازگاری ژنتیکی و شرایط محیطی بالا بود، اما چندین هیبرید با ویژگی‌های مطلوب شناسایی شدند که می‌توانند به عنوان پایه در محصولات تجاری مورد استفاده قرار گیرند. این صفات نشان می‌دهد که تولید هیبریدهای مناسب نه تنها استقرار گیاه را در شرایط تنش محیطی بهبود می‌بخشد، بلکه پتانسیل افزایش عملکرد و کیفیت محصولات باغی را نیز فراهم می‌کند. این تحقیق اطلاعات ارزشمندی در مورد استفاده از هیبریدهای بین گونه‌ای در کشاورزی مدرن ارائه می‌دهد و پیشنهاد می‌کند که مطالعات آینده بر بهینه‌سازی صفات ژنتیکی و محیطی این پایه‌ها متمرکز شوند.

واژه‌های کلیدی : هیبریدهای بین گونه‌ای کدو، بذر، پایه، قوه نامیه بذر، صفات مورفولوژیکی

مقدمه

تلاقی بین گونه‌ای در کدوئیان یکی از راهکارهای مؤثر برای انتقال صفات مطلوب مانند مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها، تحمل تنش‌های محیطی و بهبود عملکرد محصول است. با این حال، فاصله ژنتیکی بین گونه‌ها و موانع تلاقی (مانند رشد ناکافی لوله گرده و عدم تشکیل جنین و آندوسپرم) می‌تواند موفقیت هیبریداسیون را محدود کند (Kapoor et al., 2024). مطالعات نشان داده‌اند که هیبریدهای حاصل از تلاقی کدو تنبل و کدو حلوایی به عنوان پایه‌های عالی در گیاهانی مانند هندوانه و خربزه عمل می‌کنند. این هیبریدها می‌توانند با بهبود تحمل به تنش‌های محیطی و افزایش راندمان جذب مواد معدنی، عملکرد محصول را افزایش دهند. علاوه بر این، ویژگی‌هایی مانند طول و قطر هیپوکوتیل در موفقیت پیوند و استقرار گیاه از اهمیت زیادی برخوردار هستند (Fredes et al., 2017).

مطالعات متعدد نقش مثبت نشاءهای پیوندی را نشان داده‌اند. وکیلی مقدم و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که با پیوند هندوانه (Crimson Sweet) روی پایه شینتوسا (*C. maxima* × *C. moschata*)، عملکرد، تعداد میوه، سفتی میوه و سطح برگ به ترتیب ۳۰/۳۷، ۳۱/۰۲، ۸/۸۸ و ۱۱/۳۲ درصد در مقایسه با شرایط کنترل (پیوند نشده) افزایش یافت.

مخاطرات زیست‌محیطی و افزایش تنش‌های زیستی و غیرزیستی بطور روز افزون سبب به چالش کشیدن بخش کشاورزی شده است و یکی از راهکارهای افزایش مقاومت گیاهان مانند هندوانه، ملون و خیار در محیط گلخانه‌ای و زمین زراعی استفاده از تکنیک پیوند سبزی‌ها می‌باشد و راه رسیدن به آن تولید پایه‌های مقاوم می‌باشد که امروزه از تلاقی‌های بین گونه‌ای کدو تنبل و کدو حلوایی حاصل شده است و

این آزمایش با هدف تلاقی گونه‌های کدو تنبل و کدو حلوایی برای تولید پایه‌های هیبریدی و ارزیابی آن‌ها در مقایسه با ارقام تجاری موجود انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پروژه، بذر ۲۶ رقم کدو از بانک ژن ملی ایران، ۵ رقم از یک شرکت تجاری و همچنین برخی از ارقام محلی از نقاط مختلف ایران (رشت، کرمانشاه و مشهد) تهیه شد. این آزمایش‌ها شامل کشت و تلاقی انواع مختلف کدو تنبل و کدو حلوایی در شرایط کنترل‌شده و مزرعه‌ای، بررسی قوه نامیه جوانه‌زنی و باروری گرده و ارزیابی صفات مورفولوژیکی پایه در مزرعه تحقیقاتی و گلخانه دانشگاه تهران، ایران، به مدت دو سال (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) بود.

پس از تلاقی‌های موفقیت‌آمیز و رسیدن میوه‌ها به مرحله برداشت و جمع‌آوری، تعداد بذرهای موجود در میوه‌ها شمارش و وضعیت جوانه‌زنی آنها بررسی شد.

نتایج و بحث

از ۳۰۷ تلاقی، ۱۷ مورد موفقیت‌آمیز بودند و منجر به تشکیل میوه شدند. ۵۰ روز پس از تلاقی، میوه‌ها برداشت شدند، تعداد بذرهای سالم و خالی شمارش شدند و قوه نامیه جوانه‌زنی آنها بررسی شد. نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱- تعداد بذرهای سالم، پوک و قوه نامیه پایه‌های پایه‌های *C. maxima* × *C. moschata*

تلاقی	بذرهای سالم	بذرهای پوک	قوه نامیه بذر
ML1×SI8910	۶۴	۵	ندارد
MI8869×SB409	۱۳۵	۱۵۰	ندارد
MB525×SI8910	۱۱۰	۱۵	دارد
MB596×SB440	۶۵	۲۳	ندارد
MB525×SR	۲۰	۵۵	ندارد
MB5580×SB409	۴۹	۴۲	ندارد
MB596×SB441	۲۲	۱۱۰	ندارد
MB596×SB409	۶۲	۶۰	ندارد
MB525×SB409	۹۸	۵۸	دارد
MB270×SB409	۳۰	۴۵	ندارد
MB582×SB409	۰	۰	ندارد
MI5580×SB441	۰	۴۵	ندارد
MI5580×SB381	۰	۹۸	ندارد
MI5580×SB320	۶۶	۲۵	دارد
MD1×SB423	۳۲	۷۵	دارد
MK1×SB409	۸۰	۲۰	دارد
MI5587×SB409	۷۲	۱۰	دارد

طبق جدول ۳، تلاقی‌های MI8869×SB409، MB525×SI8910 و MB525×SB409 بیشترین تعداد بذر سالم را داشتند و تلاقی‌های MB582×SB409، MI5580×SB441 و MI5580×SB381 هیچ بذر سالمی نداشتند. در یکی از مطالعات، گزارش شد که از بین ۲۳۴ تلاقی انجام شده، تنها ۷۹ میوه به دست آمد و دلیل شکست و ناسازگاری تلاقی‌ها، تنوع ژنتیکی بالای کدو تنبل گزارش شد. با این حال، کدو تنبل برای به دست آوردن بذر هیبرید مؤثرتر است (Coşkun, 2022). در مطالعه دیگری، از ۴۳ تلاقی موفق، تنها ۲۳ مورد منجر به تشکیل میوه شد. با این حال، رشد و جوانه‌زنی بذرهای هیبرید یکنواخت نبود (Maekawa et al., 2022).

جدول ۲- ویژگی‌های پایه‌های حاصل از تلاقی کدو تنبل و کدو حلوایی

پایه‌ها	قطر هیپوکوتیل (میلی‌متر)	طول هیپوکوتیل (میلی‌متر)	زاویه بین هیپوکوتیل (میلی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
SI8910×MB525	۳/۵	۳/۴	۹۰/۹۳	۲۵/۰	۲/۰	۰/۶	۰/۱۲
SB409×MB525	۳/۴	۵/۲	۸۶/۶۱	۲۰/۲	۱/۵	۰/۴	۰/۰۵
SB409×MK1	۳/۴	۴/۰	۸۱/۶۹	۱۰/۰	۱/۰	۳/۰	۰/۱۰
SB381×MI5580	۲/۳	۲/۳	۵۹/۵۵	۹/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۰۲
SB320×MI5580	۳/۴	۴/۷	۷۳/۵۵	۹/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۰۲۲
SB423×MD1	۳/۷	۴/۸	۷۷	۷/۵	۱/۰	۱/۰	۰/۰۲۳
Shintozwa	۴/۶	۴/۰	۶۹/۷۰	۱۷/۵	۱/۰	۵/۰	۰/۰۹۷
Takii	۴/۵	۶/۱	۶۷/۷۵	۱۱/۰	۱/۰	۵/۰	۰/۰۷۴

صفات مربوط به پایه‌ها در جدول ۲ آورده شده است. حداکثر قطر هیپوکوتیل ۴/۶ میلی‌متر برای پایه Shintozwa و در پایه‌های MB525×SB409 و MB525×SI8910 به ترتیب قطر هیپوکوتیل ۳/۴ و ۳/۵ میلی‌متر بود. بیشترین طول هیپوکوتیل ۶/۱ سانتی‌متر در پایه Takii، بیشترین طول ریشه ۲۵ سانتی‌متر و حجم ریشه ۲ سانتی‌متر مکعب، وزن تر ریشه ۰/۶ گرم، وزن خشک ریشه ۰/۱۲ گرم در پایه SI8910×MB525 و بیشترین درصد ماده خشک ریشه ۳۴/۶ گرم، وزن خشک اندام هوایی ۰/۵۳۴ گرم و ماده خشک اندام هوایی ۵۹/۳ درصد در پایه SB409×MK1 مشاهده شد.

در تحقیقات انجام شده، سازگاری ژنوتیپی بین کدو تنبل و کدو حلوایی برای به دست آوردن بذر پایه هیبرید از اهمیت بالایی برخوردار است و هیبریدهای حاصل از تلاقی بر اساس عملکرد دانه، قدرت گیاه و ویژگی‌های هیپوکوتیل انتخاب شدند (Fogliata et al., 2019). دو پایه (MB525×SI8910 و MB525×SB409) به ترتیب از نظر طول هیپوکوتیل (۳/۴، ۵/۲ سانتی‌متر) و قطر هیپوکوتیل (۳/۵، ۳/۴ میلی‌متر) تفاوت معنی‌داری با پایه‌های تجاری (takii، shintozwa) نداشتند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در مقایسه با بذور هیبرید تجاری خارجی، پایه‌های تولید شده در این پژوهش توان رقابت با آن‌ها دارا می‌باشند و مزیت اصلی آن به غیر از مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، هزینه پایین تولید در مقایسه با نمونه‌های خارجی می‌باشد که سبب می‌گردد کشاورزان بیشتری با آگاهی از مزیت نشاءهای پیوندی نسبت به استفاده از آن‌ها ترغیب پیدا کنند.

به نظر می‌رسد با افزایش زیاد قیمت نهاده‌های خارجی مانند کود و سم و همچنین اثرات تغییرات اقلیمی حاکم بر این ایران مانند افزایش دما و کاهش بارندگی بزودی باید شاهد استفاده از نشاءهای پیوندی در سراسر کشور باشیم. از اینرو انجام تلاقی‌های جدید با هدف پیدا نمودن هیبریدهای برتر جدید با مقاومت به خشکی و شوری و همچنین تنش‌های زیستی مانند قارچ‌های بیماری‌زا خاکزی و افزایش راندمان گیاه و مصرف بهینه آب می‌تواند چشم‌انداز آینده باشد.

منابع

COŞKUN, Ö. F. 2022. Determination of Genetic Diversity in Some Pumpkin Genotypes Using SSR Marker Technique. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15(3): 942–952.

Fogliata, S. V., Herrero, M. I., Vera, M. A., Castagnaro, A. P., Gastaminza, G., & Murúa, M. G. 2019. Host plant or geographic barrier? Reproductive compatibility among Diatraea saccharalis populations from different host plant species and locations in Argentina. Entomologia Experimentalis et Applicata, 167(2): 129–140.

Fredes, A., Roselló, S., Beltrán, J., Cebolla-Cornejo, J., Pérez-de-Castro, A., Gisbert, C., & Picó, M. B. 2017. Fruit quality assessment of watermelons grafted onto citron melon rootstock. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(5): 1646–1655.

Kapoor, I., Chahal, G. K., Sharma, M., Ghai, N., & Dhatt, A. S. 2024. Barriers to Interspecific Hybridization Between Cucurbita pepo L. and Cucurbita moschata Duch. Journal of Plant Growth Regulation, 43(8): 2599–2614

Maekawa, R., Mitani, T., Ishizaki, S., Kubota, S., & Ohara, M. 2022. Asymmetrical hybridization between trillium

apetalon and t. tschonoskii for the formation of a hybrid T. miyabeanum (Melanthiaceae). Plant Systematics and Evolution, 308(2): 13.

Vakili Moghaddam, S., Soltani, F., & Salehi, R. 2022. Effects of bitter apple and Shintosa rootstocks on phenotypic and physiological properties of Citrullus lunatusc cv. Crimson Sweet under water deficit irrigation in field condition. Iranian Journal of Horticultural Science, 53(3): 567–577.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Study of the cross between pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) and winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) species with the aim of producing a suitable commercial grafting rootstock

Maryam Poshtekeshi[1], Mahmoud Lotfi[1]*, Reza Salehi[2] and Yousef Hakimi[1]
1. Department of Horticulture, College of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran
2. Department of Horticulture, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
Corresponding Author: mlotfi@ut.ac.ir

Abstract

This experiment is dedicated to the production and evaluation of Cucurbita interspecies hybrids (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) to use as rootstock for cucurbit crops such as cantaloupe. The experiments included cultivating and crossing different varieties of pumpkin and squash in controlled and field conditions, checking the germination viability and pollen fertility, and evaluating the morphological traits of the rootstock in the research field and greenhouse of the University of Tehran, Iran for two years (2019 and 2020). In total, 307 crosses were made, 17 of which succeeded in forming fruit and producing seeds. Results showed that factors such as hypocotyl length and diameter, germination percent, and pollen fertility play a key role in transplant success. The results showed that the hybrids MB525×SI8910, and MB525×SB409 had good performance in terms of morphological indices, including suitable length and diameter of hypocotyl, dry weight of shoot dry matter, which is 44.26, 22.22, and 62.16% better than the Takii, respectively in MB525×SI8910. Also, the percentage of pollen infertility in some hybrids was high due to genetic incompatibility and environmental conditions, but several hybrids with favorable characteristics were identified, which can be used as rootstock in commercial crops. These traits show that the production of suitable hybrids not only improves plant establishment under environmental stress conditions but also provides the potential to increase the yield and quality of horticultural products. This research provides valuable information on the use of interspecies hybrids in modern agriculture and suggests that future studies focus on optimizing the genetic and environmental traits of these rootstocks.

Keywords: Cucurbita interspecies hybrids, Seed, Rootstock, Germination viability, Morphological characteristics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

فرآیند تولید نهال گواهی شده درختان میوه

اردشیر رحیمی میدانی*[۱] و مهشید فخرایی لاهیجی[۲]
۱- موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران
۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *midani2006@gmail.com*

چکیده

تولید نهال گواهی‌شده مستلزم طی فرایند دقیق سالم‌سازی و اطمینان از سلامت مواد گیاهی است. این فرایند در گونه‌ها و ارقام مختلف گیاهی دارای اصول مشترکی است، اما با توجه به روش تکثیر، نوع عامل بیماری‌زا و روش تشخیص، ممکن است تفاوت‌هایی داشته باشد. حتی در درختانی که از نظر ظاهری سالم به نظر می‌رسند، انجام آزمایش‌های لازم برای شناسایی عوامل بیماری‌زای ویروسی و شبه‌ویروسی، پیش از ورود به مراحل تولید نهال گواهی‌شده ضروری است. هدف از سالم‌سازی مواد گیاهی، تولید دو گروه اصلی از مواد تکثیری است :الف) مواد گیاهی عاری از ویروس که فاقد عوامل بیماری‌زای ویروسی، ویروئیدی، شبه‌ویروسی و فیتوپلاسمایی هستند؛ و ب) مواد گیاهی آزمون‌شده از نظر ویروس که فاقد عوامل بیماری‌زای ویروسی و شبه‌ویروسی مشخص و تعریف‌شده در برنامه گواهی‌سازی هستند. روش‌های مختلفی برای حذف عوامل بیماری‌زای ویروسی و شبه‌ویروسی از گیاهان و درختان میوه توسعه یافته است. انتخاب روش مناسب به گونه و رقم گیاهی و همچنین نوع عامل بیماری‌زا بستگی دارد. از مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان به گرمادرمانی (Thermotherapy)، شیمی‌درمانی (Chemotherapy) و کشت بافت اشاره کرد. در گرمادرمانی، گیاه برای مدت مشخص در معرض دمای کنترل‌شده قرار می‌گیرد تا عامل بیماری‌زا غیرفعال یا حذف شود. در شیمی‌درمانی نیز از ترکیبات شیمیایی مناسب برای کاهش یا حذف عوامل بیماری‌زا استفاده می‌شود. کشت نوک شاخساره (Shoot Tip Grafting; STG) نیز یکی از روش‌های مؤثر در تکثیر و سالم‌سازی درختان میوه است. در این روش، بخش بسیار کوچکی از نوک شاخساره در شرایط کاملا کنترل‌شده کشت شده و به گیاه سالم تبدیل می‌شود. پس از سالم‌سازی، سلامت مواد گیاهی با استفاده از سه روش اصلی اندکس زیستی (Biological Indexing)، آزمون‌های سرولوژیکی (Serological Assays) و آزمون‌های مولکولی (Molecular Assays) بررسی و تأیید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کشت بافت گیاهی، محک سلامت، نهال گواهی شده.

مقدمه

در ایران از دیر باز مردم با کاشت و داشت و برداشت بسیاری از محصولات باغبانی و درختان میوه آشنا بوده اند. کاشت و پرورش درختان میوه در ایران تاریخچه ای هفت هزار ساله دارد وبا کاشت اکثر محصولات موجود و تطبیق با شرایط محیطی و بومی شدن اکثر آنها به غنای پایداری این محصولات افزوده است. شواهد تاریخی حاکی از این است که علاقه وافر مردم و مناسب بودن شرایط آب و هوایی منطقه، محیطی مناسب برای احداث، حفظ و نگهداری باغات به وجود آورده و به نسل های بعد نیز این فعالیت و علاقه منتقل گردیده است. پیشرفت های همه جانبه علمی و تحقیقاتی در جوامع بشری ،اهمیت و ارزش محصولات باغی و کشاورزی را تحت تاثیر قرارداده و تولید و عرضه این محصولات با توجه به ارزش غذایی آنها مخصوصا مواد معدنی و ویتامین های مختلف مورد نیاز در غذای انسان اهمیت آنها را چندین برابر نموده است.در ده ۱۹۵۰ میلادی محصولات باغی مخصوصا میوه جات بطور چشم گیری از کشورهای منشع به بازار های سایر کشورها منتقل و بازرگانی فزاینده ای را شکل گرفت. ارقام مختلف تجاری مرکبات از جمله پرتقال ، ارقام ناول ها در دهه ۱۹۵۰ از برزیل به کشور آمریکا است که علاوه بر ارزش تجاری بسیار خوب ،باعث گسترش بیماریهای ویروسی مرکبات به سایر نقاط دنیا نیز شده است. در

مورد بیماریهای ویرویسی هسته داران مثل هلو و یا زرد آلو و گیلاس نیز بطور وسیعی به اکثر نقاط دنیا منتشر شده اند . در ایران نیز ظهور ارقام متعدد محصولات هسته داران و دانه داران همچنین ارقام مرکبات از دهه ۱۳۴۰ به کشور وارد بیمار یهای ویروسی و شبه ویروسی و آفات خسارت زایی را همراه خود وارد کشور نموده و در مناطق مختلف مرکبات خیز پراکنده اند .اگرچه ارقام تجاری زیادی که قبلا در کشورکشت و پرورش نمی شدند، وارد کشور شده ولی ابعاد خسارت اختلاط رقم در بین ارقام تجاری دنیا و حضور بیماریهای مهلک و خسار زا نیز هم چنان ادامه دارد. با توجه به گسترگی فعالیت های باغبانی در سطح دنیا و در قاره های مختلف ،مشکلات حادِث شده تقریبا در همه جا بوجود آمده است. بیشتر کشورهای به دنبال راه حل های علمی و جامعی، برای رفع چنین معضلاتی در محصولات مختلف باغی از جمله میوه جات هستند و به نتایج بسیار خوبی نیز بدست آورده اند.ایده نگهداری ارقام تجاری خالص ، اصیل وسالم ، و عاری از بیماری های ویرویسی و شبه ویروسی و یا فیتوپلاسمی بهترین راه حل دست یافتنی بوده است. اگر چه این راه حل هزینه‌بر، زمان بر و بر اساس فرایندی علمی و تخصصی میباشد که باید در مراحلی مختلف انجام شود. حفظ و حراست از ارقام تجاری سالم و شناخته شده خیلی از محصولات باغی تنها با تکثیر غیر جنسی و حفظ رقم و اصالت آن امکان‌پذیر است.

بیماری‌های ویروسی و شبه ویروسی و خسارت جدی این بیماری‌ها و عدم کنترل آن‌ها در دوران رشد و نمو این گونه گیاهان خسارت جدی بهمراه تکثیر آنها به تولید این گونه محصولات وارد می نم سر آغاز چنین فرایندی با ازدیاد مواد تکثیری محصولات باغی است. اکثر محصولات باغی به دو روش جنسی و غیر جنسی و یا بوسیله بذر و یا اندام های رویشی و یا ادغامی از هر دو روش ازدیاد میشوند. اکثر ارقام تجاری میوه جات و محصولات باغی حاصل "انتخاب* " میباشند. بعنوان مثال ارقام سیب رد و گلدن دو رقم مهم تجاری در دنیا در دهه ۱۹۵۰ در انگلستان حاصل باداسپورت * بوده و یا در محصول مرکبات مثل ارقام ناول در پرتقال در کشور برزیل نیز به همین روش حاصل شده اند. تنها روش حفظ و نگهداری صفات و خصوصیات بارز این مواد گیاهی از طریق تکثیر و ازدیاد غیر جنسی برای حفظ آن صفا ت است .بیمار های ویروسی و شبه ویروسی و ویروید ها و فیتوپلاسما یی از آنجاییکه به بیماریهای درون سلولی* و درون هسته ای شناخته میشوند و از طریق تکثیر سلول و یا روش غیر جنسی تکثیر منتقل میشوند ،گیاهان حاصل از تکثیر غیر جنسی آلوده هستند و اثرات علائم بیماری ها در مراحل مختلف رشد و نمو درختان پدیدار میشود.اید. موز *Musa paradisiaca* از جمله محصولات مهم باغی دنیا است که در مناطق آب و هوایی گرمسیری کره زمین سطح زیر کشت بالغ بر ۵ میلیون هکتار است که قریب بر۷۰ میلیون تن میوه سالانه تولید میشود.تعداد زیادی بیماری های ویروسی این محصول را تادید میکند. این نوع بیماریهای ویروسی با عامل حشرات به راحتی پراکنده شده و از گیاهی به گیاه دیگر نیز منتقل میشوند .گیاه موز برای حفظ اصلات رقم تجاری بروش غیر جنسی و با استفاده از پاجوش تکثیر میشود ،از این رو بیمار یهای ویروسی و شبه ویروسی براحتی به مسافت های طولانی از یک نقطه به نقطه دیگر پراکنده میشود .

حفظ ارقام تجاری که عمدا در اثر انتخاب طبیعی و در گذر زمان اتفاق افتاده است تنها از طریق تکثیر غیر جنسی امکان پذیر است وتا زمانی که از ارزش زیاد اقتصادی برخودار هستند با روش غیر جنسی برای حفظ اصالت رقم تکثیر میشوند.اگرچه این روش تکثیر با خطر آلودگی بیماری ها مخصوصا بیماری ویروسی همراهست و براحتی اندام های تکثیر شده باعث گسترش بیمار یها در مناطق مستعد کشت و پرورش رقم محصولی میشوند. برای حفظ اصالت رقم تجاری و بازار پسند با توجه به نوع مصرف محصول میوه جات همچنین نوع حصول اطمینان از سلامت از مواد تکثیری در راستای احداث باغات یکنواخت و تجاری تولید و عرضه " نهال گواهی شده "درختان میوه راه حل مطمئنی برای حفظ و توسعه باغات تجاری و اقتصادی است.

تولید نهال گواهی شده درختان میوه روشی علمی برای تکثیر مواد گیاهی است که با تولید مواد گیاهی سالم و اصیل شناخته شده و با ارزش تجاری، میتوان باغات یکنواخت احداث نمود. تولید میوه در این گونه باغات با کاهش هزینه های بهزراعی ، و برداشت محصول تولید اقتصادی امکان پذیر است.عمر مفید و اقتصادی درختان میوه قابل تخمین بوده و در زمان مناسب میتوان اقدام به آیش زمین و یا تغییر در نوع محصول و یا ارقام دیگر نمود.

مواد و روش‌ها

نهال گواهی شده درختان میوه

راه اندازی و اجرا در تولید نهال گواهی شده درختان میوه حول دو محور اصلی صورت میگیرد. این دو محور طی مراحلی قابل اجرا و دست یابی است:

اول-مواد گیاهی در برنامه "گواهی شدن" از ارزش تجاری بر خودار باشند.

میوه مثل هر کالای دیگری یکی از نیازهای انسان را برآوده میکند و دارای ارزش تجاری است .ارزش تجاری هر میوه ارزشی است که در زمان عرضه به بازار ، پیدا می کند. نوع میوه و ارقام مختلف آن آنها دارای ارزش تجاری متفاوتی هستند. از این رو برای بالاترین ارزش تجاری کیفیت محصول از اهمیت ویژه ای برخودار است. حفظ کیفیت محصول میوه به شرایط تولید ،کاشت ،داشت و برداشت وابستگی مستقیم دارد. ارقام میوه های شناخته شده از ارزش تجاری بالاتری برخودار هستند.

دوم_مواد گیاهی سالم باشند. سالم بودن مواد گیاهی برای تکثیر و ازدیاد درختان میوه از اهمیت ویژه ای برخودار است. نظر به بیماریهای متعدد که مواد گیاهی را تادید میکنند بیماریهای ویروسی ، شبه ویروسی و ویروئیدی بعنوان مهمترین آنها شناخته شده اند. بیماری های ویروسی و شبه ویروسی بیماریهای درون سلولی و یا بین سلولی نیزنامیده میشوند. این عوامل بیماری زا ضمن اینکه در بر کیفیت محصول نهایی (میوه) اثر گذار هستند و باعث کاهش و افت کیفیت میوه میشوند ،باعث ازبین رفتن درخت قبل از پایان عمر مفید و اقتصادی آن میشوند. در فرایند تولید مواد گیاهی گواهی شده حذف این عامل بیماری زا از مواد تکثیری بسیار حائز اهمیت است.

انتخاب درخت رقم تجاری میوه

فرایند تولید نهال گواهی شده درختان میوه فرایندی، زمان بر با هزینه بالا و علمی محسوب میشود.در مرحله اول پس از احراز ازرش تجاری محصول درختان میوه، باانتخاب درخت شاخص و معلوم با در نظرگرفتن کلیه خصوصیات مورد نیاز اولین مرحله این فرایند آغاز میشود.

از ارقام و درختان موجود میتوان اهداف فوق را محقق کرد.

پس از تائید اصالت رقم میزان ونوع خسارت بیماری های ویروسی و شبه ویروسی قابل بررسی و مطالعه است.

-شناسایی بیماریهای ویروسی و عوامل انتقال آنها در منطقه بررسی می‌شود.

این درختان و مواد گیاهی برای مواد تکثیری عاری از ویروس مورد استفاده قرار میگیرند.

فرایند سالم سازی مواد گیاهی ارقام تجاری :

برای تولید نهال گواهی شده باید فرایند سالم سازی انجام شود. این فرایند برای درختان وارقام انتخاب شده گونه های مختلف گیاهی وجوه مشترک فراوانی دارد ولی طبیعتا با توجه به روش تکثیر، عامل بیماری زا ویروسی و شبه ویروسی و روش محک سلامت آنها تا حدودی متفاوت میشوند.در درختان انتخاب شده اگرچه درظاهر هیچگونه عوامل بیماری زا مشاهده نشود، برای اجرای و پیشرفت در مراحل متعدد تولید نهال گواهی شده الزامی است.

به عنوان مثال: در فرایند تولید نهال گواهی شده مرکبات مراحل ذیل با توجه به مقررات و قوانین مواد گیاهی و قرنطینه ای بین کشورها وهمچنین کشورهای عضو اتحادیه اروپا، ارقام و گونه های مختلف مرکبات انتخاب میشوند.

در لیست بیماریهای مرکبات که بوسیله تکثیر غیر جنسی از جمله پیوند زدن به راحتی قابل انتقال هستند به چهار گروه بر اساس عامل بیماری تقسیم شده اند، که عبارتنداز :

۱-ویروس‌ها (شامل،تریستیزا،سوروسزز،کوتولگی ساتسوما .)

۲-شبه ویروسی (کیرستوکورتیس ،ایمیتراتورا)

۳-ویروئید (اگزوکورتیس و کاچزیا)

۴-عوامل محدود کردن آوندی (استبورن، جاروک، گرینیگ)

در تولید نهال گواهی شده مرکبات مواد گیاهی تولیدی باید از عوامل بیمار زای فوق عاری شود. ازاین رو فرایند سالم سازی با روش تعریف شده برای حذف چنین عوامل بیماریزا باید صورت گیرد.

پس از حذف عامل بیماری زا از اندام های تکثیری برای حصول اطمینان از جداسازی و حذف عامل بیمایزا فرایند و یا آزمایش محک زدن و یا اندیکس کردن بروی روی مواد تکثیری به روش مناسب صورت میگیرد

روش‌های جداسازی عامل بیماری‌زای در مواد گیاهی

روش های متعددی در راستای جداسازی و حذف عامل بیماری زای ویروسی و شبه ویروسی از سلول های گیاهی ودرختان میوه پیشنهاد و معرفی شده است.اگرچه انتخاب و کاربری هر روش به گونه و رقم گیاهی و یا عامل بیماریزا بستگی دارد.ولی موثر ترین و سریعترین روش بدون هرگونه تغییرات و جهش های درون سلولی انتخاب میشود.این روش ها عبارتند از:

۱-گرمادرمانی (Thermotherapy):

کاربرد درجه حرارت خاص در مدت زمان معلوم با هدف تغییرات در سلول و بافت‌های نرم گیاه بمنظور اصلاح و یا بهبود وضیعت خاص از جمله حذف عامل بیماریزا در گیاه است.

بیماریهای ویروسی و شبه ویروسی به راحتی با اندامهای گیاهی قابل انتقال هستند. گیاهانی که به روش غیر جنسی همچون قلمه زدن ویا پیوند زدن انتقال عامل بیماریزا ویروسی و شبه ویروسی نیز منتقل میشوند.از این رو همواره خطر آلودگی به نهال و عامل تکثیر وجود دارد

گرما درمانی برای حذف ویروس های ACLSVو PNRSV در جنس .*Prunus* Spp و در محیط آزمایشگاه درجه حرارت و زمان مقاومت گرما یی گیاه محدودیت ایجاد میکند، که به گونه و رقم محصول بستگی دارد.اگرچه اعتقاد بر این است که درختان میوه دانه دار مقاومتر ازسایر درختان میوه دارند

۲-شیمی درمانی (Chemotherapy): یکی دیگر از روش های حذف عامل بیماری‌های ویروسی و یا شبه ویروسی و امثالهم ،استفاده و کاربرد مواد شیمیای ویا اصطلاحا شیمی درمانی است.حذف بیماری‌های ویروسی در آزمایشگاه بر روی گیاهانی همچون انگور ،سیب و هلو صورت گرفته است . مواد شیمیایی بکاربرده شده، از جمله مواد خانواده بازدارنده های رشد اینوسین منوفوسفیت دی کایروچننز و نروآمنیوداز بوده است ولی با درصد موفقیت زیادی ویروس ها از مواد گیاهی حذف شدند.

- کشت بافت یا کشت سلولی : رشد و تکثیر سلول ،بافت و اندام های گیاهی در محیط های رشد مایع و یا جامد در در آزمایشگاه و محیط کاملا کنترل شده و ضد عفونی شده الحاق میشود. از جمله روش های مهم که موفقیت زیادی در تکثیر و سالم سازی درختان میوه

کشت نوک شاخسار و یا STG نامیده میشود.رشد نوک شاخسارگروه کوچکی از سلول های انتهای شاخه به اندازه یک دهم تا پنج دهم میلیمتر همبستگی خود را نگهداشته و در محیط رشد مناسب رشد نموده و بافت ها و اندام های جدید تولید و تبدیل به گیاه جدیدی میشوند.این روش مهمترین روش تکثیر گیاه محسوب شده است . در روش سالم سازی و حذف عامل بیماریزا یویروسی نیز موثربوده و درگونه های مختلف درختان میوه استفاده میشود.

با استفاده از کشت نوک شاخسار در محیط آزمایشگاه ویروس FLMav که خسارت زیادی به درخت انجیر می زند کاملا از گیاهچه های تولیدی حذف شده است. از روش کشت نوک شاخساره بیماری ویروسی مرکبات از جمله بیماری ویروسی تریستزا حذف و گیاهچه های سالم سازی شده تولید شده است.

اندیکس و یا محک زدن فرایند سالم‌سازی مواد گیاهی

اندکس (Index)،در تعریف یعنی محک زدن ، راه کوتاه وغیرمستقیم از یک نقطه برای رسیدن به نتیجه و حجم زیاد و با ارزش اطلاعات و داده ها محک زدن و یا اندکس نامیده میشود. در فرایند محک زدن و یا اندکس گیاهان پس از طی فرایند سالم سازی و حذف عامل بیماریزا بر سه روش استوار است:

-اندکس بیولوژیکی

تجزیه و تحلیل مولکولی

تجزیه و تحلیل سرولوژیکی

یا در اندیکس بیولوژیکی که اندکس خانوادگی نیز نامیده میشود مقیاسی برای اندازه گیری و نشان دادن موجود زنده در محیطی فعال و حیاتی است.با استفاده از این اندکس میتوان مقدار بسیار کم موجود زنده غریبه را در محیطی فعال و حیاتی رد یابی کرد. در اندیکس بیولوژیکی که اندکس خانوادگی نیز نامیده میشود مقیاسی برای اندازه گیری و نشان دادن موجود زنده در محیطی فعال و حیاتی است.با استفاده از این اندکس میتوان مقدار بسیار کم موجود زنده غریبه را در محیطی فعال و حیاتی رد یابی کرد.

سلامت سنجی ، یا آزمون سلامت و یا اندکسینگ ،پس از فرایند سالم سازی در یک ،یا دو روش و یا هر سه روش آزمون برای احراز و حصول اطمینان از سلامت مواد گیاهی تولیدی انجام میشود.انجام اندیکس بیولوژیکی از اهمیت ویژهای برخودار است ،در صورتیکه آزمون به دو روش سرولوژیکی و مولوکولی انجام شود ،تایید نهایی با روش بیولوزیکی صورت میگیرد.

برای استفاده از روش اندکس بیولوژیکی سه عامل مهم باید در نظر گرفته شود.

۱- درجه حرارت در محیط کنترل شده (گلخانه).

۲-گیاه شاخص (حساس) به عامل بیماری‌زا.(ایندکتور).

۳-نوع ویروس و گونه گیاهی آلوده

در گیاهان مرکبات و برای بیماری ویروسی تریستیزا در پرتقال ضمن رعایت درجه حرارت ۲۴-۲۶ سانتیگراد درمحیط گلخانه از گیاه شاخص لیمو مکزیکی (*C. aurantifolia* L.) استفاده می‌شود. اگرچه در آزمایشگاه از آزمایش‌های , ELISA و ISEM نیز انجام می‌گیرد ولی تائید نهایی از طیق محک بیولوژیکی است.

هسته اولیه (مواد گیاهی اولیه): محصولات باغی در کشور های مختلف برای حصول به نتیجه نهایی یعنی نهال گواهی شده کلاسه بندی های مختلفی را تعریف واجرا میکنند.اگر چه انجام فرایند اجباری و تحت قوانین مصوب ملی و یا بین المللی صورت می‌گیرد. در کشور اسپانیا از سال ۱۹۷۷ برنامه گواهی شدن مواد گیاهی نهادینه و در ۱۶ ژئویه ۱۹۸۲ قوانین و مقررات کنترل و نظارت گواهی کردن مواد گیاهی تائید شد و در این قوانین سه کلاس و یا طبقه مواد گیاهی تعریف شده است.

این طبقات عبارتند از: در حالیکه در کشور مراکش با توجه به قوانین موجود مواد گیاهی در چهار طبقه کلاسه بندی شده اند . این چهار طبقه با توجه به اهمیت و تقدم هر طبقه عبارتنداز :

۱-منابع اولیه گیاهی

۲-مواد پیش —هسته اولیه

۳-هسته اولیه مواد گیاهی

۴- مواد گیاهی گواهی شده.

کنترل و نظارت بر هر طبقه از مواد گیاهی حفظ و حراست اصالت رقم و یا True-to-type و همچنین حفظ سلامت مواد گیاهی شاخص اصلی بوده و بر اساس صحت آنها گواهی لازم صادر میشود.

تولید مواد گیاهی گواهی شده و یا فرایند تولید نهال گواهی شده ،پس از سالم سازی (Sanitation) که برای هر جنس ،گونه و یا رقم تجاری درختان میوه بطور جداگانه و بر اساس دستور العمل های تعریف شده اجرا میشود ،مواد گیاهی حاصله پس از ازمایش سلامت و حصول امتحان از سالم سازی و سلامت آنها در یکی از دو گروه "عاری از ویروس" و یا گروه "آزمایش ویروس شده" کلاسه بندی میشوند.

تکثیر اولیه مواد گیاهی سالم و اصیل (Pre_ propagative plant materials)

تکثیر اولیه نهال تولید شده در کلاس هسته های اولیه الحاق میشود که به تعداد محدود وانگشت شمار هستند. اگر چه این تعداد ممکن است به پنج اصله از هر رقم تجاری و جنس و گونه گیاهی برسد. از آنجایی که این تعداد بسیار اندک و طی مراحل متعدد باهزینه وزمان زیاد تهیه شده اند. لذا ،برای تکثیر مستقیم از آنها نه تنها اقتصادی نیست بلکه زمان زیادی نیاز است تا به تعدادمورد نیاز در هر سال از هر رقم نهال تهیه گردد. از این رو ،مرحله بعدی با توجه به به نیاز نهال از رقم تجاری مرحله تکثیر اولیه بعنوان اولین مرحله از تکثیر رقم در سطح تجاری است. این مرحله می تواند در محیط بسته و یا در شرایط کاملا ایزوله و به تعداد ضریبی از رقم تجاری درون سازه حفاظتتی تکثیر شود.این مرحله تکثیر نهال پشتیبان مواد گیاهی هسته های اولیه محسوب میشود که دست رسی به آنها آسان تر و در مکان های متعدد در نقاط مساعد و مورد استفاده می تواند نگهداری و حفاظت شوند.

احداث باغات مادری (Mother block)

مرحله بعدی تکثیر مواد گیاهی که بطور تجاری و در سطح وسیع قابل تهیه و تکثیر مواد گیاهی می باشد ، ایجاد باغات مادری از مواد گیاهی سالم و اصیل واز منشع هسته های اولیه است. باغات مادر بر حسب نیاز در یک نقطه و به تعداد مورد نیاز برای تهیه پیوند و یا بذر برای تهیه پایه احداث میشوند. باغات مادری در منطقه ایزوله و در شرایط آب و هوایی مناسب رشد و نمو گیاه احداث می‌شوند. فواصل بین ردیف ها و بین درختان در حداکثر ممکن انتخاب میشود به طوریکه کلیه عملیات به‌زراعی به راحتی با ماشین آلات مناسب صورت گیرد.

منابع

Barba, M., Jelkmann, M. W. and Martin, R. 1998. Detection of virus and virus-like diseases of fruit trees and small fruit crops. Acta Horticulturae. 472(2): 759–783.

Bernhard, R. and Marenaud, C. 1962. Une méthode plus sensible d'indexage sur pêcher: Utilisation d'un index de sa courbe de croissance. In: Proceedings of the 5th European Symposium on Fruit Tree Virus Diseases, Bologna. 129–133.

Boye, R. and Desvignes, J. C. 1986. Biological techniques used for the study of new fruit virus diseases. Acta Horticulturae. 193: 261–266.

Cieślińska, M. 2007. Application of thermo- and chemotherapy in vitro for eliminating some viruses infecting Prunus sp. Fruit Trees. Journal of Ornamental Plant Research. 15: 117–124.

Hu, G., Dong, Y., Zhang, Z., Fan, X., Ren, F. and Zhou, J. 2015. Virus elimination from in vitro apple by thermotherapy combined with chemotherapy. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 121: 435–443.

Hwang, S. C. 1958. Ecology and control of Fusarial wilt of banana. Plant Protection Bulletin (Taiwan). 27: 233–234.

Juarez, J. et al. 2015. Application of citrus shoot tip grafting in vitro. Acta Horticulturae. 1065: 79–84.

Lee, R. F. et al. 2021. Use of young plants for biological indexing of graft transmissible pathogens of Citrus. Crop Protection. 143.

Martelli, G. P. (Ed.). 1993. Graft-transmissible diseases of grapevine: Handbook for detection and diagnosis. FAO Publication, Rome, Italy. 263 p.

Meziana, M., Frasheri, D., Carra, A., Djelouah, K., Carimi, F. and Donghia, A. M. 2009. Citrus sanitation of Citrus tristeza virus (CTV). Options Méditerranéennes. Series B. 65: 177–180.

Naik, S. et al. 2023. Quality planting material of grapes: Need to develop plant certification standards for Indian grapes and wine industry. International Journal of Agriculture Innovation and Research. 12.

Series, B. 2005. Stone fruit virus and certification. Studies and Research. 19.

Tripathi, L. et al. 2009. Xanthomonas wilt: A threat to banana production in East and Central Africa. Plant Disease. 93: 440–451.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

The process of producing certified fruit tree seedlings

Ardeshir Rahimi Midani[*1] and Mahshed Fakhraei Lahiji[2]
1. Seed and plant certification institute, Karaj, Iran
2. Seed and plant improvement institute, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: midani2006@gmail.com*

Abstract

A plant material certification program for fruit trees, ensures the quality and reliability of planting materials by verifying their genetic purity, health and freedom from pests and diseases. This certification process typically involves officially inspection, tagging of certified sources and monitoring of growing area. The program aims to prevent the spread of diseases and ensure that growers have access to reliable, healthy planting materials. To be effective, a certification program must be mandatory. The components of a certification program include a quarantine program, a clean stock program and a certification program to provide for distribution of high-quality virus free planting material into the fruit industry. Under plant material certification program for fruit trees mainly two different phases must be under consideration. In first phase, the fruit trees variety must be evaluated as commercial variety and bear a good marketability value. The second phase of the program the fruit trees under evaluation must go through sanitation program to eradicate the viruses or virus like diseases. To implement the certification program in fruit trees selection of genetically fruit is considered first step. different stages must be followed to achieve the clean and healthy plant materials. Sanitation is the first and important stage in the program. In sanitation stage plant materials goes under different treatments in order to eradicate the virus or virus like diseases. In result. Eradication of the virus and virus like disease will be achieved. Sanitation treatments can be performed through Thermotherapy, Chemotherapy or shoot tip culture. The second most important stage in certification program is called indexing in which the sainted ted plant material goes under test of evaluation and confirmation virus tested or virus free plant material. Indexing is the short and indirect treatment to achieve the healthy plant material. Indexing is done through, Biotic index, serological assay and biology indexing. among all indexing treatment, biological indexing is considered more reliable.

Keywords: Certified seedlings, Health test, Plant tissue culture.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی هتروزیس صفات بیوشیمیایی در هیبریدهای گوجه‌فرنگی

میترا صادقی*[۱]، عبدالعلی شجاعیان[۱] و مصطفی خدادادی[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: *mitrasadeghi@modares.ac.ir*

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی هتروزیس و توارث‌پذیری صفات بیوشیمیایی در گوجه‌فرنگی با استفاده از روش تلاقی دای‌آلل بین ۵ لینه والدی انجام شد. نتاج حاصل در قالب طرح آلفا لاتیس (۲×۱۲) با دو تکرار، به همراه چهار رقم شاهد تجاری (۸۳۲۰، ۱۵۸۵، GS-15 و Sun-6216)، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس کشت و از نظر صفات کیفی میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار هتروزیس استاندارد (۸۵/۲۸ درصد) در صفت شاخص مزه (TSS/TA) و در هیبرید حاصل از تلاقی P2×P5 به‌دست آمد. مقادیر بالای هتروزیس در این مطالعه نشان‌دهنده نقش موثر ژن‌های با اثر غالبیت و همچنین تجمع فراوانی بالایی از ژن‌های با اثر افزایشی مطلوب در تلاقی‌های منتخب جهت بهبود کیفیت بیوشیمیایی میوه گوجه‌فرنگی است.

واژه‌های کلیدی: دی‌آلل، گوجه‌فرنگی، هتروزیس، هیبرید.

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی (*Lycopersicon esculentum Mill.*) از خانواده سیب‌زمینی‌سانان دارای خواص منحصر به فردی است، زیرا هم یک محصول مهم اقتصادی و اولین سبزی تولید شده در جهان است و هم به دلیل ژنوم دیپلوئید، نسبتا فشرده و اخیراً توالی‌یابی شده و منبع بزرگ ژنتیک، یک گونه گیاهی مدل محسوب می‌شود (Ranjan et al., 2012).

کیفیت میوه شامل ویژگی‌های مورفولوژی مانند اندازه، شکل و رنگ و همچنین عوامل شیمیایی مانند محتوای کل مواد جامد محلول، اسیدیته، طعم و عوامل حسی است. تولیدکنندگان میوه برای مصرف تازه‌خوری به ماندگاری میوه‌ها در زمان رسیدن توجه دارند. رسیدن میوه بر سایر صفات کیفی مانند رنگ، طعم و محتوای کل مواد جامد محلول تأثیر می‌گذارد (Sacco et al., 2013). اگرچه طعم یک ویژگی پیچیده است، اما نشان داده شده‌است که بهبود قابل توجهی در طعم گوجه‌فرنگی را می‌توان با افزایش محتوای قند، اسید و مواد فرار در میوه‌های گوجه‌فرنگی با دستکاری ژنتیک به دست آورد. با این حال، به‌نژادی مواد فرار هنوز به طور گسترده انجام نشده‌است، زیرا اطلاعات کمی در مورد روابط بین طعم، عطر و مواد فرار وجود دارد (Lin et al., 2014).

کیفیت غذایی گوجه‌فرنگی عمدتاً توسط لیکوپن و ویتامین C و E آن تعیین می‌شود. اکثر محققان در حال حاضر بر افزایش سطح لیکوپن تمرکز می‌کنند. توده‌های گوجه‌فرنگی وحشی غنی از لیکوپن مورد شناسایی قرار گرفته‌اند که آن‌ها را به منبع امیدوارکننده در برنامه‌های به‌نژادی تبدیل نموده‌است (Foolad, 2013). به عنوان مثال، سطح متوسط لیکوپن در *S. pimpinellifolium* پنج برابر بیشتر از میزان لیکوپن در یک رقم گوجه‌فرنگی جدید گزارش شده‌است.

در طرح آمیزشی دای‌آلل، والدین لینه‌های خویش‌آمیخته و خالص هستند که با یک‌دیگر تلاقی داده می‌شوند (Griffing, 1956). روش دای‌آلل ابزاری مناسبی برای به دست آوردن اطلاعات توارثی از جمله چگونگی توزیع آلل‌ها، میانگین درجه غالبیت، نوع عمل ژن، تعداد گروه‌های ژنی موثر، وراثت‌پذیری و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی است. در تلاقی دای‌آلل، والدین بر اساس ارزش ژنتیکی انتخاب می‌شوند، به ویژه توانایی آن‌ها برای ترکیب و تولید هیبرید با ارزش نیز در نظر گرفته می‌شود. به واسطه این آنالیزها، امکان بررسی نحوه کنترل ژنتیکی صفات نیز فراهم می‌شود (Blank et al., 2012). به نتاج حاصل از تلاقی دو لینه خالص، هیبرید اطلاق می‌شود. ارقام هیبرید ابتدا در بین محصولات دگرگرده‌افشان مانند ذرت بیشتر متداول بود اما این ایده بعدا در میان تعدادی از محصولات خودگرده‌افشان مانند

گوجه‌فرنگی رایج شد. درست است که هیبریدهای F_1 ویژگی‌های مطلوبی مانند یکنواختی و تا حدودی مقاومت بهتر در برابر بیماری‌ها از خود نشان می‌دهند، اما مزیت آن‌ها نسبت به ارقام استاندارد به اندازه گونه‌های دگرگرده‌افشان نبوده است. توسعه هیبریدهای F_1 در محصولات خودگرده‌افشان تا حد زیادی از طرح استفاده شده برای گونه‌های دگرگرده‌افشان پیروی می‌کند (Jiang, 2016).

به طور کلی، هیبریدها نسبت به واریته‌های با گرده‌افشانی باز از نظر ویژگی‌های زودرسی، عملکرد و مقاومت برتری دارند. هیبریدها نسبت به گونه‌های با گرده‌افشانی باز سازگاری بهتری دارند. هیبریدهای گوجه‌فرنگی در حال حاضر در سراسر جهان مورد کشت و کار قرار می‌گیرند.

با کشف پدیده هتروزیس در سال ۱۹۰۷ مطالعات بسیاری در ارتباط با روش‌های دورگ‌گیری، تخمین هتروزیس و قابلیت ترکیب‌پذیری در گوجه‌فرنگی انجام شد (Mirshamsi Kakhki et al., 2008). هتروزیس، برتری F_1 نسبت به والدین خود است. از هتروزیس منفی برای ویژگی‌های مرتبط با زودرسی و از هتروزیس مثبت برای سایر صفات مهم از نظر تجاری استفاده می‌شود. اصطلاح هتروبلتیوزیس (heterobeltiosis) توسط Fonseca و Patterson (1968) ابداع شده است که به میزان پیشبرد نسبت به والد برتر، هتروزیس والد برتر یا برتری F_1 به والد برتر اطلاق می‌شود. هتروزیس را میتوان نسبت به ارزش متوسط والدین (هتروزیس نسبی) و نسبت به ارزش والد برتر (هتروبلتیوزیس) و نسبت به هیبرید تجاری (هتروزیس استاندارد) اندازه‌گیری کرد. در سطح تجاری هتروزیس نسبت به هیبرید تجاری به کار میرود و در این حالت، متوسط ارزش هیبرید در نظر گرفته می‌شود. موفقیت در تولید هیبریدهای F_1 بستگی مستقیم به انتخاب صحیح والدین دارد. بعد از تولید و گزینش لینه‌های والدینی، یکی از تلاقی‌ها (ترکیب دو لاین متفاوت) که بهترین نتاج را به دنبال داشته و هتروزیس برتری را نسبت به والدین نشان میدهد انتخاب میگردد. اکثرا، والدین با اختلاف ژنتیکی بالا تمایل به تظاهر هتروزیس دارند، در حالی که والدینی که فاصله ژنتیکی کمی داشته باشند نتاج آن‌ها هتروزیس کمی از خود نشان می‌دهند. در چنین مواردی باید از روش تلاقی دای‌آلل استفاده شود تا به انتخاب والدین بر اساس ارزش ژنتیکی کمک شود، به ویژه توانایی آن‌ها برای ترکیب و تولید هیبرید با ارزش نیز در نظر گرفته می‌شود. بواسطه این آنالیزها، امکان بررسی نحوه کنترل ژنتیکی صفات نیز فراهم می‌شود (Blank et al., 2012).

مواد و روش‌ها

با توجه به هیبرید بودن اکثر منابع ژنتیکی و لزوم ایجاد خلوص ژنتیکی در والدین مورد استفاده در تلاقی‌های دای‌آلل، نیاز به شناخت دقیق‌تری از تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های موجود احساس می‌شود. به همین منظور، ابتدا در پنج نسل متوالی، خودگشنی هیبریدها انجام شد و سپس پنج هیبرید انتخاب شدند که بر اساس عملکرد و صفات مرتبط با آن به عنوان والدین برای تلاقی در نظر گرفته شدند.

هیبریدهای حاصل از طرح تلاقی دای‌آلل ۵×۵ دوطرفه (جدول ۱) به همراه چهار هیبرید تجاری شامل ۸۳۲۰، ۱۵۸۵، GS-15 و sun-6216 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس کشت شدند. این کشت در قالب یک طرح آزمایشی آلفا لاتیس ۱۲×۲ با دو تکرار به صورت خطی و با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار انجام گرفت.

در طول فصل رشد، عملیات مدیریتی مختلفی از جمله آبیاری منظم، کنترل آفات و علف‌های‌هرز مطابق با شیوه‌های معمول کشاورزی انجام شد. این مراحل به‌منظور اطمینان از شرایط بهینه برای رشد و نمو گیاهان و حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب میوه‌ها در نظر گرفته شدند. صفات شامل pH، EC، TDS، TSS، TA، BrimA، لیکوپن، فنل، زاویه Hue، TSS/TA، کربوهیدرات، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدانت اندازه‌گیری شدند. هتروزیس استاندارد برای هر صفت بر اساس هیبرید تجاری برتر در نرم‌افزار Excel با رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{هتروزیس استاندارد} = \frac{\text{ارزش هیبرید تجاری برتر} - \text{ارزش هیبرید F1}}{\text{ارزش هیبرید تجاری برتر}} \times 100$$

جدول۱- تلاقی‌های دو طرفه بین والدها و تولید هیبرید F1

نر / ماده	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5

$H_{5\times1}$	$H_{4\times1}$	$H_{3\times1}$	$H_{2\times1}$	P_1	P_1
$H_{5\times2}$	$H_{4\times2}$	$H_{3\times2}$	P_2	$H_{1\times2}$	P_2
$H_{5\times3}$	$H_{4\times3}$	P_3	$H_{2\times3}$	$H_{1\times3}$	P_3
$H_{5\times4}$	P_4	$H_{3\times4}$	$H_{2\times4}$	$H_{1\times4}$	P_4
P_5	$H_{4\times5}$	$H_{3\times5}$	$H_{2\times5}$	$H_{1\times5}$	P_5

نتایج و بحث

دامنه هتروزیس بر اساس میانگین هیبرید تجاری برتر در صفت pH (۴/۵۶- و ۷/۶۲)، TDS (۵۱/۷۷- و ۹/۶۴)، EC (۴۰/۲۰- و ۲/۴۸-)، TSS (۴۲/۸۵- و ۲۵/۷۱)، TA (۴۵/۳۱ و ۶۵/۶۲-)، شاخص مزه (۵۵/۹۲- و ۸۵/۲۸)، BrimA (۷۸/۷۵- و ۲۱/۷۷)، زاویهHUE (۴/۹۱- و ۱۳/۱۷)، لیکوپن (۴۳- و ۱۶/۵۹)، آنتی‌اکسیدانت (۵۲/۸۵- و ۵/۲۹)، فلاونوئید (۵۵/۸۴- و ۷۵/۳۳)، کربوهیدرات (۳۴/۸۱- و ۲۹/۰۸) و فنل(۱۲/۲۷- و ۴۴/۵۹) متغیر بود.

بیش‌ترین مقدار هتروزیس استاندارد با مقدار ۸۵/۲۸ بین صفات مورد مطالعه، در صفت شاخص مزه TSS/TA در هیبرید حاصل از تلاقی P2×P5 محاسبه شد. هتروزیس بالا حاکی از نقش ژن‌های غالبیت در کنترل این صفت و هم فراوانی بالای ژن‌های با اثر افزایشی مطلوب در هیبریدهای حاصل از تلاقی در این مطالعه می‌باشد که با مقادیر جدول (۲) در مورد نسبت بیکر تطابق دارد. تلاقی P2×P5 بیشترین هتروزیس در اسیدیته و کمترین هتروزیس در محتوای اسید قابل تیتراسیون نشان داد. کاهش مقدار اسید قابل تیتراسیون و افزایش شاخص مزه حاکی از طعم شیرین میوه در این هیبرید نسبت به سایر هیبریدها می‌باشد.

استفاده از هتروزیس برای عملکرد و اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد گوجه‌فرنگی (متوسط عملکرد میوه در بوته، متوسط وزن میوه، تعداد میوه در بوته، تعداد گل در بوته و غیره) و همچین صفات مرتبط با زوردسی (تعداد برگ تا ظهور اولین گل‌آذین، تعداد روز از جوانه‌زنی بذر تا ظهور اولین گل‌آذین و تعداد روز از جوانه‌زنی بذر تا اولین رنگ‌گیری میوه) توسط بسیاری از محققین از جمله میتال و سینگ (Mital and Singh, 1977)، جانسون و هرناندز (Johnson and Hernandez, 1980)، داد و همکاران (Dod et al., 1992)، سیرواستاوا و همکاران (Srivastava et al.,1998)، حنان و همکاران (Hannan et al., 2007)، میرشمسی کاخکی و همکاران (Mirshamsi Kakhki et al., 2008)، احمد و همکـاران (Ahmad et al., ۲۰۰۹)، سـخار و همکاران (Sekhar et al., 2010) مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول۲- هتروزیس استاندارد (٪) صفات بیوشیمیایی بر اساس رقم تجاری برتر در هیبریدهای F1 گوجه‌فرنگی

فنل	کربوهیدرات	فلاونوئید	آنتی اکسیدان	لیکوپن	HUE angle	BrimA	TSS/TA	TA	TSS	EC	TDS	pH	
37.01	29.08	10.39	-0.21	-10.47	4.80	-1.71	33.10	-56.25	-11.42	-40.20	-51.77	3.00	P1×P2
33.60	-37.75	1.30	-32.56	16.59	4.66	-23.68	-8.26	-35.93	-17.14	-29.45	-37.00	2.10	P1×P3
38.50	-6.53	-7.79	-19.87	-18.14	8.00	9.30	8.61	-35.93	5.71	-21.02	-16.73	0.48	P1×P4
35.72	-24.32	68.83	-24.52	-8.42	7.61	-34.34	-37.32	-14.06	-14.28	-13.64	-11.22	1.38	P1×P5
35.84	-8.05	-22.08	-17.97	-24.40	3.37	-28.47	14.80	-59.37	-31.42	-29.29	-27.16	6.18	P2×P1
41.29	-19.84	1.30	-26.00	-27.51	1.79	-6.23	-2.57	-31.25	-2.85	-21.91	-9.84	1.74	P2×P3

37.84	-11.49	33.77	-1.27	-25.99	13.17	17.05	-10.28	-4.65	25.71	-6.01	-3.54	-1.56	P2×P4
31.19	-34.81	54.81	-34.46	-19.69	8.36	16.99	85.28	-65.62	-2.85	-29.53	-28.34	7.62	P2×P5
29.81	-30.92	54.54	-23.68	-2.86	7.48	21.77	37.07	-42.18	11.42	-31.70	-31.29	4.56	P3×P1
41.41	10.19	11.69	-28.75	-35.32	-1.42	-18.60	-13.15	-31.25	-11.42	-22.23	-22.44	1.74	P3×P2
31.10	5.53	-1.30	-34.67	-12.43	3.80	21.67	18.02	-35.93	14.28	-12.68	-3.14	-0.18	P3×P4
40.21	-1.74	2.60	-18.18	-14.72	11.04	15.44	10.30	-32.81	11.42	-28.17	-25	2.16	P3×P5
26.94	-13.17	48.05	-52.85	-2.15	8.12	-47.31	-45.93	23.43	-5.71	-28.08	-28.54	-2.58	P4×P1
28.86	-10.98	-55.84	5.29	-39.38	8.66	17.45	7.04	-29.68	14.28	-13.08	-12.00	3.60	P4×P2
40.42	6.77	7.79	-4.02	-6.38	6.27	17.25	-4.64	-17.18	20	-10.44	-11.02	0.72	P4×P3
35.97	2.19	57.14	-28.54	-43.00	7.72	-7.88	-30.38	7.81	14.28	-2.48	9.64	2.40	P4×P5
44.59	-30.07	3.90	-21.78	-8.75	4.20	-78.75	-55.92	-9.37	-42.85	-27.68	-34.84	0.96	P5×P1
-12.27	9.73	75.33	-7.40	-2.48	-4.91	-49.48	-30.89	-34.37	-34.28	-14.12	-0.19	3.24	P5×P2
-1.08	-0.16	-10.39	-2.96	-13.95	1.97	-74.46	-55.52	45.31	-14.28	-25.60	-22.44	-2.94	P5×P3
5.95	-32.26	-14.28	-29.81	-11.21	7.19	-56.71	-44.14	31.25	-8.57	-11.71	-6.10	-4.56	P5×P4

pH: اسیدیته، EC: هدایت الکتریکی، TDS: مواد جامد محلول، TSS: مواد جامد معلق، TA: محتوای اسید قابل تیتراسیون، TSS/TA: شاخص مزه، BrimA: شاخص طعم، HUE angle: زاویه هیو.

منابع

Ahmad, S., Quamruzzaman, A. K. M. and Nazim Uddin, M. 2009. Combining ability estimates of tomato (Solanum lycopersicum) in late summer. SAARC Journal of Agriculture. 7(1): 43-56.

Blank, A. F., Santa Rosa, Y. R., de Carvalho Filho, J. L. S., dos Santos, C. A., Arrigoni-Blank, M. F., Niculau, E. S. and Alves, P. B. 2012. A diallel study of yield components and essential oil constituents in basil (*Ocimum basilicum* L.). Industrial Crops and Products. 38: 93-98.

Dod, V. N., Kale, P. B. and Wankhade, R. V. 1992. Combining ability study in tomato. Haryana Journal of Horticultural Sciences. 21: 296.

Fonseca, S. and Patterson, F. L. 1968. Hybrid vigor in a seven-parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). I. Crop Science. 8(1): 85-88.

Foolad, M. R. 2013. High lycopene content tomato plants and markers for use in breeding for same. The Penn State Research Foundation, US Patent 8,524,992.

Griffing, B. 1956. A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. 10(1): 31-50.

Hannan, M. M., Ahmed, M. B., Roy, U. K., Razvy, M. A., Haydar, A., Rahman, M. A. et al. 2007. Heterosis, combining ability and genetics for Brix%, days to first fruit ripening and yield in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.). Middle-East Journal of Scientific Research. 2(3-4): 128-131.

Jiang, C. 2016. Hybrid tomato plant HMX4909. US Patent Application. 15/045,838.

Johnson, C. E. and Hernadez, T. 1980. Heritability studies of early and total yield in field pea, Korti. SC. 15: 280-285.

Lin, T., Zhu, G., Zhang, J., Xu, X., Yu, Q., Zheng, Z. et al. 2014. Genomic analyses provide insights into the history of tomato breeding. Nature Genetics. 46(11): 1220-1226.

Mirshamsi, A., Farsi, M., Shahriari, F. and Nemati, H. 2008. Use of random amplified polymorphic DNA markers to estimate heterosis and combining ability in tomato hybrids. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(4): 499-507.

Mital, R. K. and Singh, H. N. 1977. Genetics of fruit characteristics in tomato. Indian Journal of Agricultural Research.

Ranjan, A., Ichihashi, Y. and Sinha, N. R. 2012. The tomato genome: Implications for plant breeding, genomics and evolution. Genome Biology. 13(8): 1-8.

Sacco, A., Di Matteo, A., Lombardi, N., Trotta, N., Punzo, B., Mari, A. and Barone, A. 2013. Quantitative trait loci pyramiding for fruit quality traits in tomato. Molecular Breeding. 31(1): 217-222.

Sekhar, L., Prakash, B. G., Salimath, P. M., Hiremath, C. P., Sridevi, O. and Patil, A. A. 2010. Implications of heterosis and combining ability among productive single cross hybrids in tomato. Electronic Journal of Plant Breeding. 1(4): 706-711.

Srivastava, J. P., Singh, H., Srivastava, B. P. and Verma, H. P. S. 1998. Heterosis in relation to combining ability in tomato. Vegetable Science. 25(1): 43-47.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Heterosis evaluation of biochemical traits in tomato hybrids

Mitra Sadeghi[*1], Abdolali Shojaeiyan[2] and Mostafa Khodadadi[3]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Corresponding Author: mitrasadeghi@modares.ac.ir

Abstract

This study was conducted to evaluate heterosis and the inheritance of biochemical traits in tomato using a diallel crossing design among five parental lines. The resulting progeny, along with four commercial hybrids as checks (8320, 1585, GS-15, and Sun-6216), were evaluated in an alpha-lattice design (12×2) with two replications at the research field of Tarbiat Modares University. Results revealed that the highest standard heterosis (28.85%) was recorded for the flavor index (TSS/TA) in the hybrid obtained from the P2×P5 cross. The high levels of heterosis observed in this study indicate the significant role of dominance gene effects and a high frequency of genes with favorable additive effects in the selected crosses, highlighting their potential for improving the biochemical quality of tomato fruit.

Keywords: Diallel, Heterosis, Hybrid, Tomato.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

نقش پرتودهی با گاما در جوانه‌زنی بذر گیاهان و رشد دانهال‌ها

ابوالفضل جوکار*[۱] و اسمعیل نظامی[۱]
۱- پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
*نویسنده مسئول: *abjowkar@aeoi.org.ir*

چکیده

موفقیت در جوانه‌زنی و بهبود رشد دانهال‌ها یک پیش نیاز برای رسیدن به بهبود کمی و کیفی گونه‌های گیاهی مهم اقتصادی است. برای دستیابی به ویژگی های رشد مطلوب در گیاهان مورد علاقه، غربالگری انتخابی در گیاهان قبلی انجام می شود و پس از آن ارزیابی های متوالی انجام می شود که هزینه، زمان و کار زیادی را نیاز دارد. به منظور مدیریت زمان و کار و به دست آوردن نتاج با کیفیت بالا، تابش گاما می‌تواند در گیاهان در مدت زمان کوتاه تغییرات جهشی ایجاد کند و یک روش جایگزین مناسب برای غربالگری انتخابی باشد. قرار گرفتن اندام‌های تکثیر گیاهان در معرض تابش گاما می‌تواند منجر به آسیب‌های ژنومی و ایجاد ناهنجاری‌های رشد یا تغییر ساختار ژن پس از ترمیم DNA و در نتیجه ایجاد نتاج سالم گردد. این مقاله به بررسی اثر پرتو گاما بر ویژگی‌های جوانه زنی و رشد دانهال‌ها می‌پردازد.

کلمات کلیدی: بهنژادی جهش، تابش با گاما، رادیکال‌های آزاد، شکستن خفتگی بذر

مقدمه

در طی چند دهه اخیر، چندین پیشرفت در برنامه‌های اصلاحی برای توسعه واریته‌های اصلاح‌شده گیاهان مهم اقتصادی صورت گرفته است و چنین تلاش‌هایی برای دستاوردهای بیشتر ادامه دارد. با این وجود، عمده روش‌های بهنژادی کلاسیک از نظر هزینه، زمان و نیروی کار محدودیت‌هایی دارند. اصلاح گیاهان از طریق استفاده از عوامل جهش‌زا مانند پرتو گاما در مقایسه با سایر تکنیک‌ها نسبتاً اقتصادی و مسیری کوتاهتر می‌باشد. اگرچه استفاده از مواد شیمیایی جهش‌زا هم امکانپذیر است اما تکنیک پرتودهی سالم‌تر بوده و آلودگی بر جای نمی‌گذارد. تعداد واریته های جهش یافته گیاهان مختلف عمدتاً از طریق جهش ناشی از پرتو گاما ایجاد شده اند. بر اساس پایگاه داده‌های گیاهان موتانت سازمان فائو/سازمان بین‌المللی انرژی اتمی (FAO/IAEA) در حال حاضر تعداد واریته جهش یافته گیاهان به ۳۴۶۲ عدد گیاه رسیده است. بنابراین یک فضای جذاب و بالقوه برای تحقیقات جهش ناشی از پرتودهی وجود دارد که می‌تواند بهنژادی گیاهان را تسهیل کند (Majeed et al. 2018). هدف از این مقاله، برجسته کردن تأثیر تابش گاما بر پارامترهای جوانه‌زنی و رشد دانهال گیاهان با بررسی منابع مربوطه است.

۱- پرایمینگ و آماده‌سازی بذر گیاهان

پرایمینگ بذر از طریق استفاده از دوزهای پایین پرتوهای یونیزان توانسته است جوانه‌زنی بذر گیاهان را تحریک کند. در یک مطالعه نشان داده شد که دوزهای پایین تابش گاما تا ۱۰۰ گری توانست سرعت جوانه‌زنی و رشد اولیه بذور آرابیدوپسیس تحت تنش ناشی از کادمیوم و سرب را بهتر القا کند. همچنین مشخص گردید دوز ۵۰ گری واکنش بهتری به تنش ناشی از این فلزات، از طریق کاهش حضور H_2O_2، فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تجمع بیشتر پرولین در مقایسه با بذرهای بدون تابش گاما می تواند القا کند. نتایج مشابهی در هنگام تابش بذرهای جو (*Hordeum vulgare*) با دوزهای تا ۳۰۰ گری مشاهده شد. دانهال‌های بدست آمده از بذرهای تابش شده با ۵۰ گری، تحمل خود را نسبت به حضور فلزات سنگین از طریق کاهش محتوای H_2O_2 و بهبود فراساختار کلروپلاست‌ها بهبود بخشیدند. همچنین مشخص گردید تیمار دوز ۵۰ گری که روی بذرهای آرابیدوپسیس اعمال شد، تحمل گیاهچه‌ها در برابر تنش حرارتی از طریق بهبود نرخ رشد، کاهش سطح ROS، فعالیت بالاتر آنزیم‌های آنتی اکسیدان افزایش داد. در پژوهشی دیگر نشان داده شد تیمار ۱۰۰ گری بر روی

دانهال‌های *Vicia sativa* از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان (CAT، SOD و APX)، محتوای پرولین بالاتر و کاهش محتوای نسبی آب تحمل به استرس خشکی را بهبود بخشد. البته در برخی تحقیقات هیچ تأثیری از پرتودهی با گاما بر درصد جوانه‌زنی بذر گیاهان مشاهده نشده است. تیمارهای بالاتر ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ گری اشعه گاما بر بذرهای *Pennisetum glaucum* نتوانست درصد جوانه‌زنی بذر گیاهان را بهبود بدهد و تنها باعث کاهش بروز بیماری‌های قارچی شد.

۱- تأثیر در جوانه‌زنی بذر گیاهان

اثرات دوزهای پایین پرتوها بر گیاهان برای چندین دهه مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعات بر روی گونه‌ها و واریته‌های مختلف، در ساختارهای مختلف (بذرها یا ساختارهای رویشی)، تحت سیستم‌های مختلف (*in vivo* یا *in vitro*)، در سطوح مختلف پلوئیدی و در سنین اندام یا بافت‌های متفاوت بررسی شده است. با وجود همه این متغیرها امکان تعریف یک پروتکل یکنواخت برای اعمال پرتو را دشوار می‌کند. علی‌رغم موارد فوق، برخی از پژوهشگران تلاش‌هایی برای تعریف دوزهای پایین انجام داده‌اند، مانند اعمال دوزهای ۵ تا ۲۰ گری برای بذرها و در نظر گرفتن ۱ تا ۵ گری برای بافتهای تازه و رویشی. پژوهشهایی مبنی بر اثرات تحریکی دوزهای کم گاما بر روی بذرهای چندین گیاه مانند *Capsicum annuum*، *Arabidopsis thaliana*، *Phaseolus vulgaris*، *Cajanus cajan*، *Triticum* sp گزارش شده است. البته برای بذرهای گوجه فرنگی، تیمار ۱۵۰ گری گاما را به عنوان دوز پایینی مشخص کرده‌اند که شاخص‌هایی مانند جوانه‌زنی بذرها، تعداد میوه و کل تولید را تا ۸۶ درصد بهبود می‌دهد. با این وجود، مشاهده شده است که برای بذرهای خشک، دوزهای ۵ تا ۸۰۰ گری پرتو گاما اثرات تحریکی بر رشد ایجاد کرده است. علت این طیف وسیع گزارش شده از دوزهای بطور بالقوه محرک، به دلیل حساسیت پرتویی متفاوت بذرها است که به خصوصیات ژنتیکی و میزان رطوبت بذرها بستگی دارد. جدول ۱ محدوده اثر تحریکی متفاوت پرتودهی با گاما در بذر گیاهان مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۱- اثر محرک پرتودهی با گاما بر روی بذر گیاهان.

Plant species	Stimulatory dose (Gy)
Sugarcane	4.7–5.7
Datura innoxia	5
Eucalyptus nitens	10
Hordeum vulgare	4–20
Cucumis sativus	50
Abelmoschus esculentus (seeds, seedlings)	50
Chenopodium quinoa	50
Vicia faba	<100
Lathyrus chrysanthus	50–150
Vigna unguiculata	100
Physalis peruviana	125–200
Abelmoschus esculentus	400
Sophora davidii	800

گزارش‌های مختلفی نشان داده‌اند که تابش گاما با دوز کم بر جوانه‌زنی بذر و قدرت رشد دانهال تأثیر مثبت می‌گذارد و مانند یک تیمار پرایمینگ واقعی عمل می‌کند. جوانه زنی بذر، قدرت و رشد گیاهچه در یولاف وحشی (*Avena fatua* L.)، تره تیزک (*Lepidium sativum* L.)، شابیزک (*Atropa belladonna* L.) و بامیه (*Abelmoschus esculentus*) بخوبی با دوزهای کوچک پرتوهای γ تحریک شد. تیمار ۵۰ گری پرتو گاما حداکثر تأثیر مثبت را بر شاخص‌های جوانه زنی بذر، رشد گیاهچه، طول ریشه اولیه و وزن تر بذر *A. thaliana* به جای گذاشت.

تیمار بذرهای گل همیشه بهار با اشعه گاما با شدت ثابت ۲ میکروکوریل به مدت ۱۵ دقیقه توانست درصد جوانه‌زنی بذرها را افزایش بدهد (سهرابی و همکاران، ۱۴۰۳). در تحقیق دیگر تیمار بذرهای مرزه با ۹۰ گری گاما توانست درصد جوانه‌زنی بذرها را افزایش دهد. تابش دُز ۳۰ گری گاما بر بذرهای مرزه توانست حداکثر فنل و فلاونوئید را در بذرها ایجاد کند (قنادنیا و اصغری، ۱۴۰۲). در پژوهشی دیگر رضالو و همکاران (۱۳۹۹) اثرات دزهای مختلف پرتو گاما بر جوانه زنی و صفات رویشی بذر غلات، حبوبات و سبزیجات را بررسی کردند. پرتودهی با استفاده از گاماسل با چشمه کبالت ۶۰ در چهار سطح (۱۰، ۲۰، ۳۰ و Gy 40) در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شدند. نتایج نشان داد جوانه زنی در بذرهای گندم، ذرت، نخود و گوجه فرنگی واکنش مثبت به پرتودهی با پرتو گاما داشتند. اگرچه در بذر لوبیا و پیاز با افزایش دز، جوانه‌زنی کاهش یافت اما در بذرهای ماش، خیار و کاهو با دزهای بالاتر، درصد جوانه زنی بیش‌تر شد. واکنش بذرهای مختلف به پرتودهی با پرتو گاما متفاوت است و برای برخی مانند گندم، ذرت، ماش، نخود، گوجه فرنگی و خیار می‌توان برای افزایش درصد جوانه‌زنی و قدرت رشد گیاهچه از پیش تیمار با پرتو گاما استفاده کرد (رضالو و همکاران، ۱۳۹۹). در تحقیقی دیگر دوزهای ۵۰ تا ۱۵۰ گری گاما روی بذر ژنوتیپهای مختلف ذرت توانست صفات جوانه‌زنی بذرها را بهبود ببخشد (داودی و تقی‌زاده، ۱۳۹۹).

تیمار درخت ماگنولیا (*Magnolia champaca* L.) با ۱۰ گری اشعه گاما توانست شاخص‌های جوانه‌زنی بذرها و رشد دانهال‌های آن را بهبود ببخشد (Zanzibar and Sudrajat, 2016). در پژوهشی بر روی بذرهای پیاز تیمارهای ۱۰ تا ۲۰ krad اشعه گاما توانست جوانه‌زنی بذرها را افزایش بدهد (Amjad and Anjum, 2002). Hussain و همکاران (2017) با استفاده از تیمارهای گاما تا ۴ krad توانستند درصد جوانه‌زنی بذرهای آفتابگردان را افزایش دهند. Nayak و همکاران (57) نیز با پرتودهی گیاه روغنی جاتروفا (*Jatropha curcas*) با ۱۰ krad گاما توانستند جوانه‌زنی بذرهای گیاه را تحرک ببخشند (Nayak et al., 2015) در پژوهشی دیگر Layek و همکاران (2022) مقدار ۱۷۶ گری از اشعه گاما را برای بهبود جوانه‌زنی بذرهای نوعی خیار (*Trichosanthes anguina*) توصیه کردند (Layek et al., 2022). Maamoun و همکاران (2014) مشاهده کردند پرتودهی با اشعه گاما به میزان ۵ krad می‌تواند جوانه‌زنی بذرهای سیاهدانه (*Nigella sativa*) را افزایش دهد (Maamoun et al., 2014). در یک پژوهش بر روی گیاه شیرین‌برگ (*Stevia rebaudiana*)، Abdullah و همکاران (2021) با پرتودهی ۳۲۳ گری از اشعه گاما توانستند بیشترین جوانه‌زنی و زنده‌مانی را در بذرهای اِستِویا مشاهده بکنند (Abdullah et al., 2021) همچنین Song و همکاران (2022) در تحقیقی دیگر اثر پرتوهای گاما با دُزهای ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ گری را بر جوانه‌زنی بذرها و رشد دانهال‌های کینوآ بررسی کردند. بررسی‌های آن‌ها نشان داد که تیمار بذرهای کینوآ با ۵۰ گری گاما منجر به حداکثر سرعت جوانه‌زنی و رشد دانهال‌های این گیاه گردید (Song et al., 2022).

به طور کلی دامنه تحریک کننده اشعه گاما بر بذرهای خشک عمده گیاهان در محدوده ۵ تا ۸۰۰ گری می‌باشد که این دامنه وسیع به دلیل تفاوت در منبع انرژی، نرخ پرتودهی گاما، میزان حساسیت ژنتیکی گیاهان به اشعه گاما، میزان رطوبت بذر و همچنین نوع بافت گیاهان متفاوت است (Villegas et al., 2023).

۲- تأثیر بر فتوسنتز و رشد دانهال‌ها

تشعشع بر اجزای مختلف دستگاه فتوسنتزی، مانند محتوای رنگدانه‌های مسئول جذب نور، آنزیم های مسئول احیاء CO_2، ساختار تیلاکوئیدها و غیره تأثیر می‌گذارند. در مورد محتوای کلروفیل، مطالعات مختلف روندهای متناقضی را نشان داده‌اند. مطالعات در *Arabidopsis thaliana* نشان می دهد که غلظت کلروفیل تا دوزهای تقریباً ۶۰ گری ثابت می ماند، در حالی که دوزهای مشابه (۵۰ گری) افزایش قابل توجهی در محتوای کلروفیل کل در لوبیا چشم بلبلی ایجاد می کند. از سوی دیگر، یک مطالعه اخیر بر روی بذرهای سویا، رابطه مثبتی بین محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها در دوز ۱۲ گری در مقایسه با بذرهای بدون تابش گزارش شده است. تحقیق دیگری نشان داده است که به طور کلی، اثر پرتودهی بر رنگدانه های فتوسنتزی از یک الگوی تحریک خفیف در دوزهای پایین پیروی می‌کند. اگرچه با افزایش دوز پرتو گاما ممکن است در ابتدا غلظت کلروفیل افزایش یابد، اما در درازمدت مقدار آن کاهش خواهد یافت.

بررسی فعالیت آنزیم روبیسکو، جزء اصلی فرآیند تثبیت CO_2، اثر تحریکی را در دوزهای پایین (۵ و ۲۵ گری) در دانهال‌های *Triticum* نشان می‌دهد، اما در بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، دوزهای بالاتر فعالیت ویژه این آنزیم را کاهش داده است.

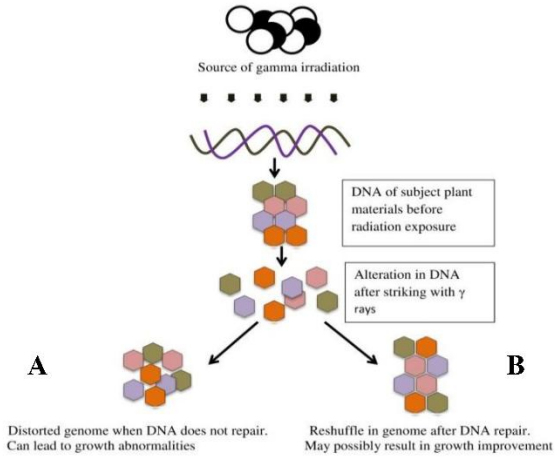
گزارش هایی وجود دارد که نشان می‌دهد دوزهای کم تابش گاما منجر به اثرات مثبت بر رشد و عملکرد گیاه در هیبریدهای گوجه فرنگی می شود. با این وجود، السید و همکاران گزارش کردند که ۱۲۰ گری اشعه گاما باعث افزایش ارتفاع بوته، عملکرد، کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها در هیبریدهای گوجه فرنگی شد. مطالعات روی سیب زمینی ترشی (*Helianthus tuberosus*) اثر تحریکی را در دوز ۵ گری بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ها، وزن تازه و خشک اندام هوایی نشان می‌دهد.

۳- تأثیر بر متابولیت‌های ثانویه

یکی از فرآیندهایی که به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است، اثر تحریک کننده پرتو گاما بر متابولیت‌های ثانویه و به طور خاص بر متابولیت‌های دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی است. در اثر تجزیه آب بوسیله پرتوی گاما، غلظت بالای ROS و افزایش در ترکیبات آنتی اکسیدانی دیده می‌شود که از طریق دو مسیر مختلف انجام می‌شود. از یک طرف، افزایش ROS بطور غیرمستقیم بیان ژن‌هایی را تحریک می‌کند که آنزیم‌های کلیدی را در مسیرهای بیوسنتزی این ترکیبات آنتی اکسیدانی کد می‌کنند، همانطور که نتایج در *Rosmarinus officinalis* و *Arabidopsis thaliana* نشان داده است. از سوی دیگر، مطالعات روی گیاهان دارویی مختلف نشان می‌دهد که حضور ROS مستقیماً فعالیت این آنزیم‌ها را تحریک می‌کند و جالب‌تر از آن، نشان می‌دهد که افزایش فعالیت آنزیم‌هایی مانند فنیل آلانین آمونیا لایز (PAL) و چالکون سنتاز (CHS) وابسته به دوز گاما است. بذرهای بادنجان (*Solanum melongena*) تیمار شده با اشعه گاما ۵۰ گری رشد بیشتری را نشان دادند و همچنین منجر به افزایش سطح متابولیت‌های ثانویه فلاونوئید و تانن در پالپ، پوست و میوه‌های کامل بادنجان شد.

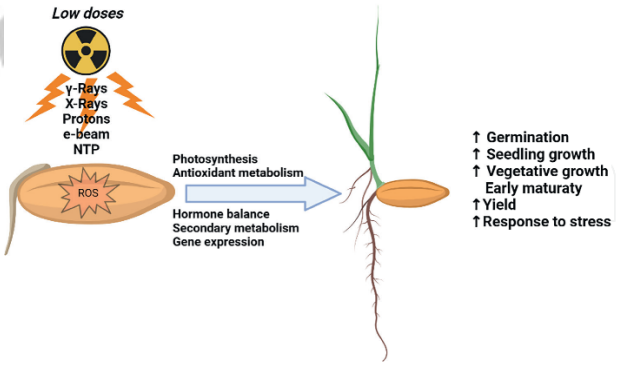
۴- مکانیسم تغییرات مولکولی بذر گیاهان پس از پرتودهی با گاما:

دزهای اندک پرتو گاما عملکرد مفیدی بر بذر گیاهان به‌جا می‌گذارد. مکانیسم‌های متعددی باعث تاثیر دوز کم اشعه گاما بر بذرها و رشد اولیه دانهال‌ها می‌شوند. قرار گرفتن مواد گیاهی به‌ویژه بذرها در معرض تابش گاما منجر به تغییرات جهش‌زا در سلول‌های زنده به روش‌های مختلف می‌شود. تابش گاما با داشتن انرژی بالا می‌تواند بیشتر به درون سلول‌ها نفوذ کند و درنتیجه DNA ممکن است دچار تغییرات شدید شود. این تغییرات می‌تواند ناشی از ضربه‌های فیزیکی مستقیم تابش گاما بر روی DNA باشد (شکل ۱) یا بطور غیرمستقیم به دلیل تولید گونه‌های فعال اکسیژن مانند پراکسیدهای هیدروژن، یون‌های هیدروکسیل و اکسیژن تک اتمی فعال باشد که می‌تواند بیشتر با DNA و سایر اجزای سلولی و مولکول‌های زیستی واکنش داشته باشد و منجر به یونیزاسیون در کل پروتئین‌های سلول و بخصوص در فعالیت‌های عملکردی آنزیم‌ها بشود (Majeed et al., 2018). اثر مهم پرتودهی بر روی سلول‌های گیاهی به طور غیر مستقیم رخ می‌دهد و با یونیزاسیون مولکول آب (رادیولیز) و با انباشت ROS حاصل می‌شود. مولکول‌های ROS تولید شده در بذرها، مولکول‌های پیامرسانی هستند که در پاسخ به شرایط تنش‌زا مثل پرتودهی با اشعه گاما تولید می‌شوند، و باعث افزایش فعالیت آنزیمی، افزایش بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئینها در بذرها می‌شوند. این تغییرات در متابولیسم، می‌تواند منجر به افزایش جوانه زنی بذر، شکستن خواب و افزایش رشد گیاه بشود (Villegas et al., 2023).



شکل ۱- تغییرات در DNA پس از قرار گرفتن در معرض تابش گاما. A) آسیب دائمی به DNA (اثرات کشنده) و B) ترمیم DNA (تغییر ژن‌ها)

به طور خاص، یونیزاسیون در محیط سلول و برخورد فیزیکی مستقیم تابش گاما می‌تواند منجر به صدمه در DNA میزبان شود که می‌تواند تغییرات قابل توجهی در صفات ارثی ایجاد کند. این صدمات در DNA ممکن است دائمی باشد که می‌تواند اثرات کشنده‌ای ایجاد کند یا ممکن است موقتی باشد. در اکثر موارد پس از آسیب پرتودهی، مکانیسم ترمیمی برش نوکلئوتیدها می‌تواند مولکول‌های ساختاری DNA را ترمیم کند (Ali et al., 2015). پس از قرار گرفتن بذرهای گیاهان در معرض تشعشع، تغییرات در DNA می‌تواند منبع بالقوه‌ای از تغییرات در نتاج باشد. نتاج جهش یافته حاصل از بذرهای تحت تابش می‌توانند ناهنجاری در جوانه زنی، مورفولوژی و رشد از خود نشان دهند یا این صفات ممکن است به طور مثبت تحت تأثیر قرار گیرند، که به طور کلی به ترمیم DNA و بازآرایی ژن‌ها بستگی دارد (شکل ۲). علاوه بر تغییرات ژنومی، قرار گرفتن در معرض تابش همچنین می‌تواند باعث تغییر در الگوهای چرخه سلولی، تعادل هورمونی، مسیرهای متابولیک و تغییرات آنزیمی شود (Melki & Marouani, 2010). شدت تابش و دوره تابش بذر، عوامل تعیین کننده مهمی در ایجاد جهش یافته‌های غیرعادی یا مطلوب گیاهان هستند (Majeed et al., 2018).



شکل ۲- پاسخ کلی تحریک بذر از طریق تیمار با دوزهای پایین پرتوهای یونیزان.

منابع

داودی، ی و تقی‌زاده، ر. ۱۳۹۹. بررسی اثر پرتوهای گاما با منبع کبالت - ۶۰ بر جوانه‌زنی بذر ذرت. مجله علوم و فنون هسته‌ای، ۹۱ (۱)، ۱۷۴-۱۶۷.

رضالو، ز.، شهبازی، س.، فتح‌اللهی، ه و عسکری، ح. ۱۳۹۹. تأثیر پرتودهی با پرتو گاما بر جوانه‌زنی و برخی از ویژگیهای ریخت شناسی گیاهچه‌های غلات، حبوبات و سبزیجات. مجله علوم و فنون هسته‌ای. ۹۱ (۱): ۱۷۵-۱۸۵.

سهرابی، ف.، سید حاجی‌زاده، ح.، باصرکوچه باغ، س و رسولی، ف. ۱۴۰۳. تأثیر پرتوتابی بذر بر جوانه‌زنی، رشد و خصوصیات کمی و کیفی گیاه زینتی همیشه بهار (*Calendula officinalis*). فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱۳ (۶۳): ۳۰۷-۳۲۴.

Abdullah, S., Fauzi, N. Y. M., Khalid, A. K., Osman, M. and Mohamad, A. 2021. Effect of gamma rays on seed germination, survival rate and morphology of Stevia rebaudiana hybrid. Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences. 17: 543-549.

Ali, H., Ghori, Z., Sheikh, S. and Gul, A. 2015. Effects of gamma radiation on crop production. In: Crop Production and Global Environmental Issues. Springer. 27-78.

Amjad, M. and Anjum, M. A. 2002. Effect of gamma irradiation on onion seed viability, germination potential, seedling growth and morphology. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 39(3): 202-206.

Ghannadnia, M. and Asghari, B. 2024. Effect of gamma irradiation on some characteristics of seed germination, seedling parameters and biochemical compounds of Satureja hortensis. Journal of Applied Biology. 36(4): 102-115.

Hussain, F., Iqbal, M., Shah, S. Z., Qamar, M. A., Bokhari, T. H., Abbas, M. and Younus, M. 2017. Sunflower germination and growth behavior under various gamma radiation absorbed doses. Acta Ecologica Sinica. 37: 48-52.

Layek, S., Pramanik, S., Das, A., Gupta, A. K., Bhunia, A. and Pandit, M. K. 2022. Effect of gamma radiation on seed germination and seedling growth of snake gourd (*Trichosanthes anguina* L.). South African Journal of Botany. 145: 320-322.

Maamoun, M. K. M., El-Mahrouk, M. E., Dewir, Y. H. and Omran, S. A. 2014. Effect of radiation and chemical mutagens on seeds germination of black cumin (Nigella sativa L.). Journal of Agricultural Technology. 10(5): 1183-1199.

Majeed, A., Muhammad, Z., Ullah, R. and Ali, H. 2018. Gamma irradiation I: Effect on germination and general growth characteristics of plants: A review. Pakistan Journal of Botany. 50(6): 2449-2453.

Melki, M. and Marouani, A. 2010. Effects of gamma rays irradiation on seed germination and growth of hard wheat. Environmental Chemistry Letters. 8(4): 307-310.

Nayak, D., Patil, N. S., Behera, L. K. and Jadeja, D. B. 2015. Effects of gamma rays on germination and growth in *Jatropha curcas* L. Journal of Applied and Natural Science. 7(2): 964-969.

Song, K. E., Park, C. Y., Hong, S. H. et al. 2022. Beneficial effects of gamma-irradiation of quinoa seeds on germination and growth. Radiation and Environmental Biophysics. 61: 465-477.

Villegas, D., Sepúlveda, C. and Ly, D. 2023. Use of low-dose gamma radiation to promote the germination and early development in seeds. In: Seed Biology – New Advances. 1-20.

Zanzibar, M. and Sudrajat, D. J. 2016. Effect of gamma irradiation on seed germination, storage, and seedling growth of Magnolia champaca L. Indonesian Journal of Forestry Research. 3(2): 95-106.

The role of gamma irradiation on plant seed germination and seedling growth

Abolfazl Jowkar*[1] and Esmaeil Nezami[1]
1. Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute (NSTRI), Atomic Energy Organization of Iran
Corresponding Author: abjowkar@aeoi.org.ir

Abstract

Qualitative and quantitative improvement of economically important plant species has remained a prime priority of mankind for decades. These improvements are generally correlated with successes in germination and the growth attributes of plants which are controlled by genes. To attain the desirable growth characters in plants of interest, selective screening is carried out in their predecessors followed by successive evaluation, which imposes the cost of time and labor. In order to manage time and labor and to obtain high quality progenies, gamma irradiation may prove a suitable alternative method to selective screening for bringing mutational changes in plants in short period of time. Exposure of plants' propagating organs to gamma irradiation can either result in genomic damages corresponding to growth abnormalities or gene reshuffling after DNA repair with consequent healthy results. This paper reviews the literature on the effect of gamma irradiation on germination and growth of plants' seedlings.

Keywords*:* Free radicals, Gamma irradiation, Mutation breeding, ROS, Seed dormancy breaking.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی اثر خیساندن و حذف لایه خارجی پوسته بذر بر رشد گیاهچه‌های نارنج

سمانه راهب*[۱]، محمدعلی شیری[۱] و یحیی تاجور[۱]

۱- گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *srahebcitrus@yahoo.com*

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی اثرات پیش‌تیمارهای خیساندن و حذف پوسته بذر بر رشد گیاهچه‌های نارنج (*Citrus aurantium*) انجام شد. نتایج نشان داد که هر دو تیمار به‌طور معنی‌داری شاخص‌های رشدی را نسبت به شاهد بهبود بخشیدند. بذرهای خیسانده شده با طول اندام هوایی ۵۱/۷۹ سانتی‌متر و بذرهای حذف پوسته با ۴۹/۶۲ سانتی‌متر، بیشترین طول اندام هوایی را در مقایسه با گیاهچه‌های شاهد (۴۰/۲۸ سانتی‌متر) به خود اختصاص دادند. همچنین، طول ریشه در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای خیسانده شده و حذف پوسته به ترتیب ۴/۳۷ و ۳/۳۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. همچنین، طول کل گیاه در تیمارهای خیساندن و حذف پوسته نیز به ترتیب ۲۹/۸ و ۲۷/۷ درصد بالاتر از گیاهچه‌های شاهد بود. حجم اندام هوایی در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای خیسانده و حذف پوسته به ترتیب ۲۳/۰۸ و ۲۵/۶۹ سانتی‌متر مکعب مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (۱۷/۳۵ سانتی‌متر مکعب) به طور قابل توجهی بالاتر بود. حجم ریشه در بذرهای خیسانده و حذف پوسته به ترتیب ۶۳ و ۴۳ درصد نسبت به گیاهچه‌های شاهد افزایش یافت. حجم کل گیاه در تیمارهای خیساندن (۳۱/۷۳ سانتی‌متر مکعب) و حذف پوسته (۳۳/۲۵ سانتی‌متر مکعب) بیشتر از مقدار شاهد (۲۲/۶۶ سانتی‌متر مکعب) بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که پیش تیمارهای خیساندن و حذف پوسته بذر، به عنوان روشی مؤثر و قابل اطمینان، می‌توانند به بهبود رشد اولیه گیاهچه‌های نارنج کمک کنند و در برنامه‌های تولید نهال‌های با کیفیت مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، بازدارنده‌های جوانه‌زنی، پرایمینگ بذر، حجم گیاه، قوه نامیه.

مقدمه

مرکبات از مهم‌ترین محصولات باغی در جهان و ایران محسوب می‌شوند که کشت و پرورش آن‌ها اهمیت اقتصادی بالایی دارد. تولید نهال‌های سالم و قوی یکی از حلقه‌های کلیدی در زنجیره تولید این محصولات است. همچنین، انتخاب پایه مناسب نقش حیاتی در تضمین مقاومت به بیماری‌ها، رشد گیاهچه و بهره‌وری درختان دارد. در این میان، پایه‌های نارنج در خاک‌های شنی غنی عملکرد خوبی دارند و ریشه‌های جانبی گسترده‌ای تولید می‌کنند که باعث رشد و عملکرد بهینه درخت می‌گردد. فرآیند جوانه‌زنی بذر مرکبات به طور کلی کند و نامنظم است که عمدتاً به دلیل وجود عوامل بازدارنده و مقاومت فیزیکی پوسته بذر می‌باشد. این مسئله چالش‌هایی را در تولید انبوه نهال‌های مرکبات ایجاد می‌کند و سبب می‌شود تا تولیدکنندگان به دنبال راه‌حل‌هایی برای تسریع و بهبود فرآیند جوانه‌زنی و رشد پایه‌های مختلف مرکبات باشند (گلعین و عدولی، ۱۳۹۷).

پیش‌تیمار بذر یک راه‌کار کم‌هزینه و سازگار با محیط زیست است که برای بهبود جوانه‌زنی بذر، افزایش بنیه بذر و افزایش تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش‌های مختلفی برای پیش تیمار بذر وجود دارد که شامل خیساندن در آب، استفاده از محلول‌های اسمزی مانند پلی‌اتیلن گلیکول، استفاده از مواد شیمیایی و استفاده از هورمون‌های گیاهی می‌باشد. یکی از رایج‌ترین روش‌های پیش‌تیمار بذر، خیساندن کنترل شده بذر است که به میزانی انجام می‌شود که فرآیندهای متابولیکی اولیه جوانه‌زنی آغاز شوند، اما از خروج ریشه‌چه از پوشش بذر جلوگیری می‌شود. موفقیت پیش تیمار بذر تحت تأثیر ترکیب پیچیده‌ای از عوامل شامل گونه گیاهی، پتانسیل آب عامل پیش تیمار، مدت زمان پیش تیمار، دما، بنیه، آبزدایی بذر و شرایط ذخیره‌سازی بذرهای پیش تیمار شده قرار دارد (Tian et al., 2023; Amir et al., 2024).

علاوه بر پیش تیمار، حذف پوسته بذر نیز روشی مؤثر برای تسریع جوانه‌زنی بذر مرکبات است. می‌توان بذرهای مرکبات را مستقیماً در خاک قرار داد، اما فرآیند جوانه‌زنی ممکن است چند ماه طول بکشد. در این مدت، پوسته بذر تجزیه می‌شود تا درون‌دانه و سایر بخش‌های داخلی بذر بتوانند از آن خارج شده و رشد کنند. برداشتن پوسته بذر می‌تواند باعث تسهیل نفوذ آب و اکسیژن به درون بذر شود و فرآیند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را تسریع کند. این روش به‌ویژه برای بذرهایی با پوسته سخت و نفوذناپذیر مؤثر است (Tan et al., 2022). مطالعات انجام شده روی دو پایه مرکبات (لیمو رانگپور و سیترومیلو سوینگل) نشان داده که حذف پوسته بذر منجر به ظهور سریع‌تر گیاه و وزن خشک بالاتر برای هر دو پایه شده است. این عمل با برداشتن موانع فیزیکی، به جنین اجازه می‌دهد تا راحت‌تر رشد کند و زودتر از خاک خارج شود (Girardi et al., 2007).

با توجه به اهمیت تولید نهال‌های قوی و یکنواخت مرکبات، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر پیش تیمار خیساندن بذر و همچنین حذف پوسته بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های نارنج انجام شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند به تولیدکنندگان نهال مرکبات در بهینه‌سازی فرآیند تولید نهال کمک کند و زمان و هزینه‌های مرتبط با تولید نهال را کاهش دهد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال ۱۴۰۲ در آزمایشگاه گروه ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری رامسر انجام شد. ابتدا بذور میوه‌های برداشت شده نارنج با دقت جدا شده و مورد شستشو قرار گرفتند تا لایه لعابی روی بذر حذف شود. قبل از اعمال تیمارهای پرایمینگ، بذور از نظر قوه نامیه با آزمون تترازولیوم مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از اطمینان از قوه نامیه بذور، در بخشی از آزمایش پوسته خارجی بذور با نهایت دقت و بدون آسیب فیزیکی به بذر جدا شد. در بخش دیگر آزمایش بذور نارنج به مدت ۲ ساعت در آب خیسانده شد. بذور پیش‌تیمار شده در گلدان کاشته شده و به مدت ۶ ماه در اتاقک کشت با شرایط دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ درصد و نور ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری و در ادامه به گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده مرکبات جهت رشد بیشتر و انجام سایر کارهای تحقیقاتی، انتقال پیدا کردند. پس از یک‌سال برخی خصوصیات رشدی گیاهچه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. طول کل گیاهچه، اندام‌هوایی و ریشه با استفاده از خط‌کش، و حجم آن‌ها با استفاده از اصل جابجایی آب مورد ارزیابی قرار گرفت، این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل ۱۰ دانهال) انجام شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل حاکی از آن بود که پیش‌تیمارهای خیساندن بذر و حذف پوسته خارجی بذر به ترتیب با ۵۱/۷۹ و ۴۹/۶۲ سانتی‌متر بیشترین طول اندم هوایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). در این میان کمترین میزان طول اندم هوایی با ۴۰/۲۸ سانتی‌متر در تیمار شاهد مشاهده شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر پیش‌تیمارهای خیساندن و حذف پوسته خارجی بذر بر برخی ویژگی‌های رشدی گیاهچه‌های نارنج.

پیش‌تیمار	طول اندام هوایی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول کل گیاه (سانتی‌متر)	حجم اندام هوایی (سانتی‌متر مکعب)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)	حجم کل گیاه (سانتی‌متر مکعب)
شاهد	۴۰/۲۸b*	۲۲/۱۵b	۶۲/۴۳b	۱۷/۳۵b	۵/۳۱b	۲۲/۶۶b
خیساندن	۵۱/۷۹a	۲۹/۳۸a	۸۱/۱۷a	۲۳/۰۸a	۸/۶۵a	۳۱/۷۳a
حذف پوسته	۴۹/۶۲a	۳۰/۰۶a	۷۹/۶۸a	۲۵/۶۹a	۷/۵۷a	۳۳/۲۶a

*در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

بر اساس جدول ۱ مشخص شد که در مقایسه با گیاه‌چه‌های شاهد (۲۲/۱۵ سانتی‌متر)، گیاه‌چه‌های نارنج حاصل از بذرهای خیسانده شده (۲۹/۳۸ سانتی‌متر) و بذرهایی که پوسته آن‌ها جدا شده بودند (۳۰/۰۶ سانتی‌متر)، بیشترین طول ریشه را دارا بودند.

بر اساس تغییرات طول اندام هوایی و ریشه، مشخص شد که گیاه‌چه‌های نارنج حاصل از بذرهای خیسانده شده (۸۱/۱۷ سانتی‌متر) و بذرهایی که پوسته آن‌ها جدا شده بودند (۷۹/۶۸ سانتی‌متر)، در مقایسه با گیاه‌چه‌های شاهد (۶۲/۴۳ سانتی‌متر) بیشترین طول کل گیاه را داشتند (جدول ۱).

در بین پیش‌تیمارهای اعمال شده، بیشترین حجم اندام هوایی از گیاه‌چه‌های نارنج حاصل از بذرهایی که پوسته آن‌ها جدا شده بودند (۲۵/۶۹ سانتی‌متر مکعب) و بذرهای خیسانده شده (۲۳/۰۸ سانتی‌متر مکعب) به دست آمد که البته از لحاظ اماری این دو تیمار با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. در این میان، گیاه‌چه‌های حاصل از بذور پیش‌تیمار نشده با ۱۷/۳۵ سانتی‌متر مکعب، کمترین حجم اندام هوایی را دارا بودند.

مطابق با جدول ۱، مشخص شد که گیاه‌چه‌های نارنج حاصل از بذرهای خیسانده شده با ۸/۶۵ سانتی‌متر مکعب و بذرهایی که پوسته آن‌ها جدا شده بودند با ۷/۵۷ سانتی‌متر مکعب دارای بیشترین حجم ریشه در مقایسه با گیاه‌چه‌های شاهد (۵/۳۱ سانتی‌متر مکعب) بودند.

مقایسات میانگین حجم کل گیاه نیز نشان داد که گیاه‌چه‌های نارنج حاصل از بذرهایی که پوسته آن‌ها جدا شده بودند (۳۳/۲۵ سانتی‌متر مکعب) و بذرهای خیسانده شده (۳۱/۷۳ سانتی‌متر مکعب) بیشترین میزان حجم گیاه را به خود اختصاص داده بودند که البته از لحاظ اماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). گیاه‌چه‌های حاصل از بذور پیش‌تیمار نشده با ۲۲/۶۶ سانتی‌متر مکعب، کمترین حجم کل گیاه را دارا بودند.

نتایج این مطالعه به وضوح نشان داد که پیش تیمار بذرهای نارنج با روش خیساندن در آب و حذف پوسته بذر، تأثیر معنی‌داری بر بهبود خصوصیات رشدی گیاهچه‌ها، شامل افزایش طول و حجم اندام هوایی، ریشه و در نهایت کل گیاهچه دارد. پیش‌تیمار بذرهای نارنج با روش‌های خیساندن و حذف پوسته بذر، از طریق مکانیسم‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متعددی موجب بهبود شاخص‌های رشدی گیاهچه ها می‌شود. این اثرات عمدتاً ناشی از تسهیل فرآیندهای جوانه‌زنی، حذف موانع فیزیکی-شیمیایی و افزایش دسترسی جنین به منابع ضروری است (Tan et al., 2022; Bhandari and Kumar, 2023).

خیساندن بذرها در آب با نرم کردن پوسته بذر، نفوذپذیری به آب را افزایش می‌دهد. این فرآیند منجر به هیدراتاسیون سریع‌تر بافت‌های جنین و فعال‌سازی آنزیم‌های هیدرولیتیک مانند آلفاآمیلاز و پروتئازها می‌شود که تجزیه ذخایر لیپیدی و پروتئینی را تسهیل می‌کنند. پوسته بذر نارنج حاوی ترکیبات لیگنین-سلولزی و پکتین است که به عنوان سدی فیزیکی مانع از خروج ریشه‌چه می‌شوند. همچنین، پوسته بذر نارنج حاوی ترکیبات فنلی و بازدارنده‌های پروتئینی است که به صورت طبیعی از جوانه‌زنی زودرس جلوگیری می‌کنند. خیساندن در آب، این ترکیبات را از طریق انتشار غیرفعال از بذر خارج می‌کند (Bhusal and Thakur, 2020; Amir et al., 2024).

همچنین، حذف پوسته بذر، مقاومت دیفیوژنی لایه‌های کوتیکولی را کاهش داده و نفوذ اکسیژن به جنین را تسهیل می‌کند. این فرآیند تنفس هوازی را فعال می‌کند که برای سنتز ATP و تولید پیش‌سازهای رشد (مانند اسیدهای آمینه) ضروری است. با حذف پوسته، انرژی متابولیک جنین به جای صرف تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده پوسته، مستقیماً به رشد محور جنین (هیپوکوتیل و ریشه‌چه) اختصاص می‌یابد. حذف پوسته بذر نه تنها جوانه‌زنی را تسریع می‌کند، بلکه به توسعه ریشه‌های سالم‌تر و مستقیم‌تر نیز کمک می‌کند. مشخص شده است که بذرهای بدون پوسته ریشه‌هایی مستقیم‌تر و سالم‌تر تولید می‌کنند، که احتمالاً به دلیل نبود موانع فیزیکی یا بازدارنده‌های شیمیایی است.

ریشه‌های قوی‌تر جذب آب و مواد مغذی را بهبود می‌بخشند، که برای رشد اندام‌های هوایی (ساقه و برگ‌ها) و افزایش حجم کل گیاه‌چه ضروری است (Girardi et al., 2007; Tian et al., 2023).

در نتیجه، پیش تیمار بذرهای نارنج با خیساندن و حذف پوسته بذر، با غلبه بر موانع فیزیکی و احتمالا شیمیایی جوانه‌زنی، تسریع در فعال‌سازی متابولیکی و بهبود دسترسی به منابع، منجر به تولید گیاهچه‌های قوی‌تر با خصوصیات رشدی بهتر در اندام هوایی و ریشه می‌گردد. این روش می‌تواند به عنوان یک راهکار موثر برای بهبود کارایی تولید نهال نارنج در نظر گرفته شود (Ferrarezi, 2019; Bhandari and Kumar, 2023).

منابع

گلعین، ب. و عدولی، ب. ۱۳۹۷. کاربرد رقم‌ها و پایه‌های مناسب در کشت و توسعه مرکبات. موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی. ۴۰ صفحه.

Amir, M., Prasad, D., Khan, F.A., Khan, A., Ahmad, B. and Astha, A. 2024. Seed priming: An overview of techniques, mechanisms, and applications. Plant Science Today. 11: 553-563.

Bhandari S. and Kumar R. 2023. Seed priming: An effective technique for enhancing seed performance. Agri Articles. 3(4): 385-387.

Bhusal, D. and Thakur, D.P. 2020. Seed hydropriming technique in cereal crops: A review. Reviews In Food and Agriculture. 1(2): 85-88.

Ferrarezi, R. S. 2019. Citrus nursery production guide, Chapter 8: Stock and plant tree production. Irrigation and fertilization; HS1333; UF/IFAS Extension, University of Florida, Gainesville, FL, USA.

Girardi, E.A., Mourão Filho, A.A. and Kluge, R.A. 2007. Effect of seed coat removal and controlled-release fertilizer application on plant emergence and vegetative growth of two citrus rootstocks. Fruits. 62(1):13-19.

Tan, J.W., Kester, S.T., Su, K., Hildebrand, D.F. and Geneve, R.L. 2022. Seed priming and pericarp removal improve germination in low-germinating seed lots of industrial hemp. Crops. 2(4): 407-414.

Tian, Y., Suranjith, N. and Zhao, M. 2023. Trends in seed priming research in the past 30 years based on bibliometric analysis. Plants. 12(19): 3483.

Evaluation the effect of seed soaking and removal of outer layer of seed coat on sour orange seedlings

Samaneh Raheb[*1], Mohammad Ali Shiri[1] and Yahya Tajvar[1]

1. Department of Genetic and Breeding, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
[*]*Corresponding Author: srahebcitrus@yahoo.com*

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of soaking and seed coat removal pretreatments on the growth of sour orange (*Citrus aurantium*) seedlings. The results showed that both treatments significantly improved growth indices compared to the control. Soaked seeds with a shoot length of 51.79 cm and seed coat removed seeds with 49.62 cm had the highest shoot length compared to control seedlings (40.28 cm). Furthermore, root length in seedlings from soaked and seed coat-removed seeds increased by 4.37% and 3.35%, respectively, compared to the control treatment. Total plant length in soaking and seed coat removal treatments was also 29.8% and 27.7% higher than that of control seedlings. Shoot volume in seedlings from soaked and seed coat removed seeds was 23.08 cm^3 and 25.69 cm^3, respectively, significantly higher than the control treatment (17.35 cm^3). Root volume in soaked and seed coat removed seeds increased by 63% and 43%, respectively, compared to control seedlings. Total plant volume in soaking (31.73 cm^3) and seed coat removal (33.25 cm^3) treatments was greater than the control value (22.66 cm^3). These findings indicate that soaking and seed coat removal pretreatments, as effective and reliable methods, could help to improve the initial growth of sour orange seedlings and can be used in programs for producing high-quality seedlings.

Keywords: Germination inhibitors, Plant height, Plant volume, Seed priming, Seed viability.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف بذر بر رشد گیاه‌چه‌های سیترومله

سمانه راهب*[۱]، محمدعلی شیری[۱] و سمیه شاه‌نظری[۲]

۱- گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

۲- گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

*نویسنده مسئول: *srahebcitrus@yahoo.com*

چکیده

استفاده از پایه سیترومله در تولید نهال سالم مرکبات بسیار رایج می‌باشد. امروز با استفاده از روش‌هایی مانند پیش‌تیمار بذر، جوانه‌زنی و رشد اولیه بذور تسریع می‌شود. بنابراین، در بررسی حاضر اثر روش‌های مختلف پیش‌تیمار بذر شامل حذف پوسته خارجی بذر و خیساندن بر تسریع رشد بذر سیترومله در سال ۱۴۰۲ مورد ارزیابی قرار گرفت. به همین منظور پوسته خارجی بذور سیترومله با دقت و بدون آسیب به بافت اصلی بذر جداسازی شد. همچنین در بخش دیگر آزمایش بذور به مدت ۲ ساعت در آب خیسانده شد. بذور پیش‌تیمار شده در گلدان کاشته شده و به گلخانه تحقیقاتی انتقال داده شدند. نتایج نشان داد که گیاه‌چه‌های حاصل از بذور خیسانده شده دارای رشد بهتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند. مشخص شد که بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی (۸/۹۹ گرم)، ریشه (۴/۱۷ گرم) و کل گیاه (۱۳/۱۶ گرم) و همچنین بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی (۳/۵۶ گرم)، ریشه (۱/۷۳ گرم) و کل گیاه (۵/۴۳ گرم) در گیاه‌چه‌های حاصل از بذور خیسانده شده مشاهده شد. در این میان، تفاوت معنی‌داری بین گیاه‌چه‌های حاصل از بذوری که پوسته آن‌ها حذف شده بود با گیاه‌چه‌های حاصل از بذور شاهد وجود نداشت. در نهایت، استفاده از خیساندن بذر برای بهبود رشد گیاه‌چه‌های سیترومله توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: زیوایی بذر، خیساندن بذر، وزن تر گیاه، وزن گیاه‌چه.

مقدمه

تولید نهال‌های سالم در پرورش مرکبات نقش کلیدی در بهبود کیفیت و پایداری محصول دارد. این نهال‌ها با ژنتیک خالص و عدم حامل بیماری، پایه‌ای قوی برای رشد درختان مقاوم و پربار فراهم می‌کنند. استفاده از نهال‌های عاری از بیماری (مانند تریستزا) انتقال عفونت‌ها را جلوگیری کرده و عمر درختان را افزایش می‌دهد. این رویکرد ضمن تضمین پایداری تولید، هزینه‌های سم‌پاشی را کاهش و سود کشاورزان را افزایش می‌دهد (علیزاده علی‌آبادی، ۱۴۰۲).

در تولید نهال‌های سالم مرکبات، انتخاب پایه مناسب نقش حیاتی در تضمین مقاومت به بیماری‌ها، رشد گیاهچه و بهره‌وری درختان دارد. سیترومله (*Citrus paradisi* × *Poncirus trifoliata*) به‌دلیل مقاومت بالا نسبت به ویروس تریستزا و قارچ فیتوفتورا، همراه با تحمل متوسط به شرایط شوری و سرما، یکی از پایه‌های محبوب در مناطق شمالی کشور است (گلعین و عدولی، ۱۳۹۷). با این حال، بذور این گونه اغلب با محدودیت‌هایی مانند خواب بذر، سختی پوسته و جذب ناکافی آب مواجه هستند که فرآیند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. برای غلبه بر این موانع، استفاده از تکنیک‌های پیش‌تیمار بذر به‌عنوان یک رویکرد علمی-عملی مطرح شده است (Ferrarezi, 2019).

پیش‌تیمارهای بذور قبل از کاشت، به منظور افزایش یکنواختی استقرار گیاهچه و بهبود خصوصیات مورفولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فرآیندها با القاء فرآیندهای بیوشیمیایی مانند شکستن خواب بذر، فعال‌سازی آنزیم‌ها و جذب آب، متابولیسم داخلی بذر را تحریک می‌کند. به‌عبارت دیگر، پیش‌تیمار بذر اجازه می‌دهد که بذور به‌صورت پیش‌فرمایشی فعالیت متابولیکی خود را شروع کنند، اما قبل

از ظهور گیاهچه متوقف شوند. این فرآیند به‌خوبی نشان داده شده که می‌تواند دوره بین کاشت و استقرار گیاهچه را کوتاه کرده و تحمل به شرایط نامساعد را افزایش دهد. روش‌های مختلف پیش‌تیمار بذر شامل خیساندن بذر در آب، استفاده از محلول‌های اسمزی، استفاده از مواد هورمونی و استفاده از باکتری‌های مفید می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که پیش‌تیمار بذر با منابع مختلف (مانند کلریدپتاسیم یا اسیدسالیسیلیک) می‌تواند باعث بهبود خصوصیات مورفولوژیکی گیاهچه شود (Tian et al., 2023; Amir et al., 2024).

در زمینه بذور سیترواملو، پوسته ضخیم و مقاوم بذر می‌تواند مانع جذب آب و تبادل گاز شود، که منجر به کاهش جوانه‌زنی می‌شود. در این موارد، جداسازی پوسته بذر به‌عنوان یک روش فیزیکی یا شیمیایی، می‌تواند موانع جذب آب و اکسیژن را برطرف کرده و رشد گیاهچه را تسهیل نماید. این فرآیند علاوه بر افزایش جوانه‌زنی، انرژی مورد نیاز برای شکافتن پوسته بذر را کاهش داده و دسترسی به مواد مغذی را تسهیل می‌کند. همچنین، حذف پوسته می‌تواند ترکیبات بازدارنده جوانه‌زنی موجود در پوسته بذر را از بین ببرد (Tan et al., 2022).

همچنین، خیساندن بذر در آب فرآیندهای بیوشیمیایی لازم برای جوانه‌زدن را آغاز می‌کند، از جمله شکستن خواب بذر، هیدرولیز مواد بازدارنده و فعالیت آنزیمی. این فرآیندها با استفاده از روش پرایمینگ (تهییج بذر) بهبود می‌یابند و حتی پس از خشک کردن دوباره نیز اثرات مثبت خود را حفظ می‌کنند. بذور تیمار شده قادر به جذب سریعتر آب و شروع زودهنگام متابولیسم هستند، که منجر به جوانه‌زدن بهتر، کاهش عدم یکنواختی جوانه‌زنی و افزایش تحمل خشکی و عملکرد گیاه می‌شود (Bhusal and Thakur, 2020).

در نهایت، ترکیب استاندارد انتخاب پایه مناسب و به‌کارگیری روش‌های پیش‌تیمار بذر می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی کلیدی در تولید نهال‌های سالم و پایدار مرکبات شناخته شود. این رویکرد نه تنها کیفیت جوانه‌زنی بذور سیترواملو را افزایش می‌دهد، بلکه پایداری و بهره‌وری باغ‌های مرکبات را نیز بهبود می‌بخشد. بنابراین، با توجه به لزوم رشد سریع و یکنواخت پایه‌ها جهت پیوندزنی در تولید نهال سالم، پژوهش حاضر به منظور ارزیابی روش‌های پیش‌تیمار بذر شامل حذف پوسته خارجی و خیساندن بذر رقم سیترواملو اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال ۱۴۰۲ در آزمایشگاه گروه ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری رامسر انجام شد. ابتدا بذور میوه‌های برداشت شده سیترواملو با دقت جدا شده و مورد شستشو قرار گرفتند تا لایه لعابی روی بذر حذف شود. قبل از اعمال تیمارها، بذور از نظر قوه نامیه با آزمون تترازولیوم مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از اطمینان از قوه نامیه بذور، در بخشی از آزمایش پوسته خارجی بذور با نهایت دقت و بدون آسیب فیزیکی به بذر جدا شد. در بخش دیگر آزمایش بذور هر دو رقم به مدت ۲ ساعت در آب خیسانده شد. بذور پیش‌تیمار شده در گلدان‌های حاوی پیت ماس کاشته شده و به مدت ۶ ماه در اتاقک کشت با شرایط دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ درصد و نور ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری و در ادامه به گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده مرکبات جهت رشد بیشتر و انجام سایر کارهای تحقیقاتی، انتقال پیدا کردند. پس از ۶ ماه برخی خصوصیات رشدی گیاهچه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. وزن تر کل گیاهچه، اندام‌هوایی و ریشه با ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم مورد ارزیابی قرار گرفت، سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند و سپس وزن خشک نمونه‌ها ارزیابی شد. پژوهش حاضر به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل ۱۰ دانهال) انجام شد. آنالیز آماری آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمار خیساندن بذر سیترواملو باعث بهبود وزن تر اندام هوایی گیاهچه‌های سیترواملو شد، به طوری که بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی در تیمار خیساندن بذر (۸/۹۹ گرم) مشاهده شد (جدول ۱). گیاهچه‌های حاصل از تیمار حذف پوسته بذر (۷/۱۶ گرم) نیز با گیاهچه‌های شاهد (۶/۸۸ گرم) اختلاف معنی‌داری از نظر وزن تر اندام‌هوایی نداشتند.

وزن تر ریشه گیاهچه‌های سیترواملو در پاسخ به تیمار خیساندن بذر افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد، به طوری که بیشترین میزان وزن تر ریشه در تیمار خیساندن بذر (۴/۱۶ گرم) بدست آمد (جدول ۱). همچنین، بین گیاهچه‌های حاصل از تیمار حذف پوسته بذر (۳/۲۹ گرم) با گیاهچه‌های شاهد (۲/۹۱ گرم) اختلاف معنی‌داری از نظر وزن تر ریشه وجود نداشت.

نتایج حاکی از آن بود که گیاهچه‌های سیترواملو حاصل از بذور خیسانده شده (۳/۵۶ گرم) در مقایسه با گیاهچه‌های سیترواملو حاصل از حذف پوسته بذر با (۲/۶۱ گرم) و شاهد (۲/۲۶ گرم) بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی را به خود اختصاص داده بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف پیش تیمار بذر بر برخی ویژگی‌های رشدی گیاهچه‌های سیترواملو.

پیش‌تیمار بذر	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن تر کل گیاه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک کل گیاه (گرم)
شاهد	۶/۸۸b*	۲/۹۱b	۹/۷۹b	۲/۲۶b	۱/۲۱b	۳/۳۰b
خیساندن	۸/۹۹a	۴/۱۶a	۱۳/۱۷a	۳/۵۶a	۱/۷۳a	۵/۴۳a
حذف پوسته	۷/۱۶b	۳/۲۹b	۱۰/۴۵b	۲/۶۱b	۱/۳۴b	۳/۹۴b

*در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

مشخص شد که بیشترین میزان وزن خشک ریشه گیاهچه‌های سیترواملو با ۱/۷۳ گرم در گیاهچه‌های حاصل از بذور خیسانده شده مشاهده شد (جدول ۱). از طرف دیگر، گیاهچه‌های حاصل از تیمار حذف پوسته بذر (۱/۳۴ گرم) با گیاهچه‌های شاهد (۱/۲۱ گرم) اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک ریشه نداشتند.

بر اساس تفاوت‌های وزن خشک اندام هوایی و ریشه بین تیمارها، مشخص شد که گیاهچه‌های سیترواملو حاصل از بذور خیسانده شده با ۵/۴۳ گرم، بیشترین میزان وزن خشک کل گیاه را دارا بودند (جدول ۱). همچنین، بین گیاهچه‌های حاصل از تیمار حذف پوسته بذر (۳/۹۴ گرم) با گیاهچه‌های شاهد (۳/۳۰ گرم) اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک کل گیاه مشاهده نشد.

در مجموع نتایج بررسی حاضر نشان داد که بهترین تیمار که باعث رشد بهینه گیاهچه‌های سیترواملو شده بود، تیمار خیساندن بذر بود. خیساندن یک روش پیش‌تیمار بذر است که شامل کنترل جذب آب توسط بذر می‌شود. این فرآیند، فعالیت‌های متابولیکی درون بذر را پیش از جوانه‌زنی قابل مشاهده (خروج ریشه چه) آغاز می‌کند اما از رسیدن بذر به مرحله‌ای که ریشه‌چه از پوسته خارج شود، جلوگیری می‌کند. جذب کنترل شده آب باعث فعال شدن آنزیم‌های حیاتی در بذر می‌شود. این آنزیم‌ها نقش کلیدی در تجزیه مواد ذخیره‌ای (مانند نشاسته، پروتئین و چربی) به قندهای ساده، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب دارند که انرژی و مصالح ساختمانی لازم برای رشد اولیه گیاهچه را فراهم می‌کنند. فرآیندهای تنفسی و سایر فعالیت‌های متابولیکی با جذب آب آغاز می‌شوند. این آمادگی متابولیکی باعث می‌شود که پس از کاشته شدن بذر در شرایط مطلوب، جوانه‌زنی سریع‌تر و با انرژی بیشتری صورت گیرد (Bhusal and Thakur, 2020; Amir et al., 2024). بذور پیش‌تیمار شده سریع‌تر از بذور تیمار نشده جوانه می‌زنند و جوانه‌زنی آن‌ها یکنواخت‌تر است. این موضوع به گیاهچه‌ها اجازه می‌دهد تا زودتر مستقر شوند و دسترسی به نور، آب و مواد غذایی را آغاز کنند، که منجر به رشد بهتر اندام هوایی و ریشه می‌شود. تمامی مکانیسم‌های فوق در نهایت منجر به افزایش قدرت و بنیه بذر و گیاهچه حاصل از آن می‌شوند. گیاهچه‌های قوی‌تر در مراحل اولیه رشد مقاومت بیشتری نسبت به شرایط نامساعد محیطی دارند و توانایی بیشتری برای جذب منابع دارند، که این امر در افزایش وزن تر و خشک گیاهچه نمود پیدا می‌کند (Ferrarezi, 2019; Bhandari and Kumar, 2023).

از طرف دیگر مشخص شد که بین گیاهچه‌های حاصل از بذوری که پوسته آن‌ها حذف شده بودند در مقایسه با گیاهچه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. حذف فیزیکی پوسته بذر یک فرآیند ظریف است و خطر آسیب رساندن به جنین یا بافت‌های حیاتی بذر در حین انجام آن وجود دارد. اگرچه در بررسی حاضر سعی شد تا حذف پوسته با دقت و بدون آسیب انجام شود، اما حتی آسیب‌های میکروسکوپی نیز می‌توانند بر بنیه بذر و رشد اولیه تأثیر منفی بگذارند و مزایای احتمالی حذف پوسته را خنثی کنند. همچنین، برخلاف پیش‌تیمار خیساندن،

حذف پوسته بذر به طور مستقیم فرآیندهای متابولیکی پیش از جوانه‌زنی را فعال نمی‌کند. این روش ممکن است تنها جذب آب را تسهیل کند، اما تغییرات بیوشیمیایی لازم برای بهبود رشد، مانند سنتز پروتئین یا ATP، را القاء نمی‌کند (Tan et al., 2022; Tian et al., 2023).

منابع

علیزاده‌علی‌آبادی، ع. ۱۴۰۲. تولید نهال سالم و عاری از عامل و ناقل بیماری میوه سبز مرکبات (گرینینگ). آموزش کشاورزی وابسته به معاونت آموزشی وترویج کشاورزی (آموزش کشاورزی وابسته به دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی وزارت جهاد کشاورزی). ۲۰ صفحه.

گلعین، ب. و عدولی، ب. ۱۳۹۷. کاربرد رقم‌ها و پایه‌های مناسب در کشت و توسعه مرکبات. موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی. ۴۰ صفحه.

Amir, M., Prasad, D., Khan, F.A., Khan, A., Ahmad, B. and Astha, A. 2024. Seed priming: An overview of techniques, mechanisms, and applications. Plant Science Today. 11: 553-563.

Bhandari S. and Kumar R. 2023. Seed priming: An effective technique for enhancing seed performance. Agri Articles. 3(4): 385-387.

Bhusal, D. and Thakur, D.P. 2020. Seed hydropriming technique in cereal crops: A review. Reviews In Food and Agriculture. 1(2): 85-88.

Ferrarezi, R.S. 2019. Citrus Nursery Production Guide, Chapter 8: Stock and Plant Tree Production. Irrigation and Fertilization; HS1333; UF/IFAS Extension, University of Florida: Gainesville, FL, USA.

Tan, J.W., Kester, S.T., Su, K., Hildebrand, D.F. and Geneve, R.L. 2022. Seed priming and pericarp removal improve germination in low-germinating seed lots of industrial hemp. Crops. 2(4): 407-414.

Tian, Y., Suranjith, N. and Zhao, M. 2023. Trends in seed priming research in the past 30 years based on bibliometric analysis. Plants. 12(19): 3483.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

The effect of different seed pretreatments on the growth of citrumelo seedlings

Samaneh Raheb[*1], Mohammad Ali Shiri[1] and Somayyeh Shahnazari[2]

1. Department of Genetic and Breeding, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
2. Department of Production Technology and Management, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.

[*]*Corresponding Author: srahebcitrus@yahoo.com*

Abstract

The use of citrumelo rootstock is widespread in the production of healthy citrus seedlings. Currently, seed pretreatment is employed to accelerate the germination and initial growth of seeds. Therefore, the present study evaluated the effect of different seed pretreatment methods, including seed coat removal and seed soaking, on accelerating the growth of citrumelo seeds. For this purpose, the outer seed coat of citrumelo seeds was carefully removed without damaging the primary tissue of the seed. Furthermore, in another part of the experiment, seeds were soaked in water for 2 hours. The pretreated seeds were planted in pots and transferred to a research greenhouse. The results showed that soaked seedlings had better growth than other treatments. It was observed that the highest fresh weight of shoot (8.99 g), root (4.17 g), and whole plant (13.16 g), as well as the highest dry weight of shoot (3.56 g), root (1.73 g), and whole plant (5.43 g), were recorded in seedlings from soaked seeds. Meanwhile, there was no significant difference between seedlings from seeds with removed coats and control seedlings. Overall, seed soaking is recommended for improving the growth of citrumelo seedlings.

Keywords: Seed viability, Seed soaking, Plant fresh weight, Seedling weight.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مرور منابع به منظور توسعه دستورکار عملی برای پوشش‌دهی بذر گوجه‌فرنگی

عباس یداللهی[1*]، ندا قاسمی[2] و محبوبه رحیمی[1]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- شرکت دانش بنیان نهال گستر رویان، آبیک، قزوین، ایران
*نویسنده مسئول: *yadollah@modares.ac.ir*

چکیده

به منظور دستیابی به دستورکار عملی مناسب برای پوشش‌دهی بذر گوجه فرنگی، مقالات و منابع علمی معتبر در رابطه با فناوری‌های پوشش نانو و پتانسیل‌های آن برای بهبود عملکرد و تحمل استرس در بذرهای سبزیجات، به‌ویژه گوجه‌فرنگی انجام شد. برخی از این منابع علمی نشان می‌دهند که چگونه پوشش‌های نانو با ترکیب نانو مواد و ترکیبات زیستی، می‌توانند تحویل دقیق مواد مغذی، تنظیم‌کننده‌های رشدی و عوامل محافظتی را به‌طور مستقیم به بذر تسهیل کنند. این امر باعث چسبندگی بهتر، رهاسازی کنترل‌شده و تعامل بهبود یافته با سطح بذر می‌شود که آمادگی یکنواخت در جوانه‌زنی را تسهیل می‌کند. تحقیقات دیگری در این زمینه به تأثیرات فیزیولوژیک پوشش‌دهی بذر گوجه‌فرنگی با فرمولاسیون‌های مواد مغذی گیاهی (PNF) می‌پردازند که می‌تواند کمبودهای مغذی در بذر را جبران کند و باعث بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها شود. نتایج نشان می‌دهد که پوشش بذرها با PNF، جوانه‌زنی بذر، فعالیت کل دهیدروژناز و محتوای مغذی گیاهچه‌ها را در هر دو دسته بذر کم‌کیفیت و با کیفیت متوسط افزایش می‌دهد. پژوهش‌هایی نیز روی استفاده از نانو ذرات فلزی خاص مانند مس، آهن و روی در پوشش‌های بذر گوجه‌فرنگی انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که پوشش‌دهی نانو بذر با پلیمر در غلظت‌های کم مناسب است، در حالی‌که غلظت‌های بالا سمی و کشنده خواهند بود. این مطالعه مروری می‌تواند به محققان و تولیدکنندگان در توسعه پروتکل‌های مؤثرتر برای پوشش بذرهای گوجه‌فرنگی بر اساس یافته‌ها و تجربیات قبلی کمک کند.

واژه‌های کلیدی: بهبود جوانه‌زنی، سطح بذر، عوامل محافظتی بذر، مواد مغذی گیاهی، نانو ذرات فلزی

مقدمه

در دنیای کشاورزی مدرن، بهبود کیفیت و عملکرد بذرها به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در افزایش بهره‌وری محصولات زراعی مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. در این راستا، توسعه پروتکل‌های عملی برای پوشش‌دهی بذور گوجه‌فرنگی، با هدف افزایش مقاومت بذرها در برابر شرایط محیطی نامناسب و بهبود قوه نامیه آن‌ها، یکی از حوزه‌های تحقیقاتی مهم به‌شمار می‌رود (Reddy et al., 2022). با توجه به اینکه گوجه‌فرنگی یکی از محصولات زراعی اقتصادی و پرمصرف در سطح جهانی است، پژوهش‌های مرتبط به آن می‌تواند تأثیرات عمیق‌تری بر روی امنیت غذایی داشته باشد. در سال‌های اخیر، چندین مطالعه به بررسی روش‌های مختلف پوشش‌دهی بذرها پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، استفاده از نانوذرات ZnO، SiO_2 و TiO_2 برای پوشش‌دهی بذرها در فلفل دلمه‌ای نتایج مثبتی را در افزایش کیفیت بذر نشان داده‌اند (Chougala et al., 2024). تحقیات زیادی در زمینه تأثیر انواع پوشش‌های بذر و دوره‌های نگهداری آن‌ها بر قوه نامیه و استحکام جوانه‌زنی در گیاهان دیگر، به تأثیر قابل‌توجه این روش‌ها بر عملکرد بذرها اشاره کرده‌اند (Abdul Baki and Anderson, 1973).

هدف کلی این پژوهش، توسعه یک پروتکل عملی با استفاده از روش‌های نوین پوشش‌دهی برای بذور گوجه‌فرنگی است تا با افزایش کیفیت و مقاومت بذرها در برابر بیماری‌ها و شرایط نامساعد محیطی، به بهبود عملکرد زراعی در این محصول منجر شود.

مواد و روش

در این مطالعه، به‌منظور بررسی و توسعه پروتکل‌های عملی برای پوشش‌دهی بذور گوجه‌فرنگی، از مقالات منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر شامل Web of Science، Scopus و Google Scholar استفاده شد. پس از شناسایی مقالات مرتبط، اطلاعات مربوط به متدهای مختلف پوشش‌دهی و نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیقات گردآوری شد. مقالات شامل بررسی‌ها و تحقیقات مربوط به پوشش‌دهی بذور، تأثیر بیولوژیک و شیمیایی مواد مختلف بر روی بذرها و به‌کارگیری نانوذرات برای بهبود کیفیت بذور بودند. به‌ویژه، تمرکز بر کاربرد

نانوذرات ZnO، SiO_2 و TiO_2 در پوشش‌دهی بذور بود، زیرا این مواد به‌خاطر ویژگی‌های منحصر به‌فرد خود می‌توانند به افزایش جوانه‌زنی و تقویت بذر کمک کنند (ISTA, 2019; Chougala et al., 2024).

نتایج و بحث

تحقیق حاضر به بررسی مواد و روش‌های مختلف پوشش‌دهی بذرهای گوجه‌فرنگی پرداخته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهند که استفاده از نانوذرات و پوشش‌های بیولوژیک مانند *Trichoderma viride* و *Bacillus subtilis* تأثیر مثبتی بر روی جوانه‌زنی و واریانت‌های بذر دارد. درصد جوانه‌زنی در شرایط کنترل (بدون پوشش) در مقایسه با بذرهای پوشش‌دار به‌طور معناداری پایین‌تر بوده است. به‌طور خاص، نتایج نشان می‌دهند که پوشش‌دهی با نانوذرات ZnO و SiO2 به افزایش کارایی بذر در شرایط مختلف منجر شده و باعث بهبود قابل توجه در قدرت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه‌ها گردیده است (Chougala et al., 2024).

یافته‌ها همچنین حکایت از آن دارند که استفاده از ترکیباتی نظیر KNO_3 در ترکیب با پوشش‌های بیولوژیک، می‌تواند قدرت گیاه-شناسی بذرها را تقویت کرده و ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه را بهبود بخشد. در این مطالعه، نتایج آزمایش‌ها نشان داد که حضور ترکیبات نیتروژنی همانند KNO_3 منجر به بهبود رشد و توسعه ریشه‌چه‌ها و در نتیجه افزایش وزن خشک گیاهان جوان می‌گردد (Ali et al., 2020).

با توجه به نتایج حاصله، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که عملکرد بهبود یافته بذرها از جمله درصد جوانه‌زنی و سلامت گیاهان در برخی آزمایش‌ها به وضوح نشان‌دهنده اثر مثبت نانوذرات بر روی روندهای فیزیولوژیک در بذرها است (Reddy et al., 2022). همچنین، با توجه به این‌که کیفیت بذر نقش مهمی در موفقیت کشت و تولید محصولات کشاورزی دارد، تحقیقات بیشتری در این زمینه ضروری است تا به بهینه‌سازی شرایط پوشش‌دهی و بررسی اثرات بلندمدت آن بر سلامت و عملکرد گیاهان، پرداخته شود. همچنین، به‌نظر می‌رسد که توجه به اثرات محیطی و اقتصادی این روش‌ها در آینده می‌تواند به توسعه پایدار در کشاورزی کمک نماید.

پوشش‌دهی بذر با نانوذرات

نانوتکنولوژی ابزارهایی مانند نانوذرات (NPs) را برای بهبود جوانه‌زنی بذر و پارامترهای فیزیولوژیکی مرتبط و همچنین پوشش‌های نانوپلیمری برای بهبود کیفیت نهال‌ها ارائه می‌دهد. یک مطالعه بر بذور فلفل دلمه‌ای پوشش‌داده شده با ZnO، SiO_2 و TiO_2 NPs در غلظت‌های مختلف (۲۵۰ و ۵۰۰ ppm) نشان داد که بذور با قوه نامیه بالا جوانه‌زنی بذر، سرعت جوانه‌زنی، طول نهال، وزن خشک نهال و شاخص‌های نهال به‌طور معناداری بالاتری را نشان دادند. پوشش‌دهی بذر با ZnO در ۲۵۰ ppm جوانه‌زنی بذر، سرعت جوانه‌زنی، طول نهال، وزن خشک نهال، شاخص‌های نهال، فعالیت کل دهیدروژناز، محتوای پروتئین و فعالیت α-آمیلاز را به‌طور معناداری افزایش داد و در عین حال کمترین هدایت الکتریکی را داشت. غلظت‌های بالاتر NPs ۵۰۰ ppm اثر بازدارنده‌ای بر جوانه‌زنی بذر و رشد نهال داشتند (Chougala et al., 2024).

پوشش‌دهی زیستی بذر

پوشش‌دهی زیستی بذر شامل اعمال عوامل زیستی بر سطح بذر برای مدیریت پاتوژن‌های بذر و خاک‌زاد است. بذور گوجه‌فرنگی پوشش‌داده شده با کنسرسیوم‌های زیستی شامل *Trichoderma viride*، *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis*، به‌همراه یک پلیمر دوستدار محیط، نرخ‌های بالای جوانه‌زنی را در مقایسه با تیمارهای شیمیایی و کنترل‌ها پس از شش ماه ذخیره‌سازی نشان دادند. CU-V (+ B. *subtilis* + P. *fluorescens* + T. *viride* و پلیمر دوست‌دار محیط) عمر طولانی‌تری با کاهش کمتر در جوانه‌زنی بذر نشان داد. عوامل کنترل زیستی رشد گیاه را ترویج می‌کنند، مقاومت را القا می‌کنند، باروری خاک را افزایش می‌دهند، خسارت‌های ناشی از بیماری را کاهش می‌دهند و عملکرد را افزایش می‌دهند. آن‌ها همچنین از طریق مکانیزم‌هایی مانند حل‌سازی مواد معدنی و بهبود جذب مواد مغذی، عملکرد محصول را افزایش می‌دهند (El-Hamady et al., 2010).

پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم (KNO_3)

کشت بذر با استفاده از KNO_3 می‌تواند کیفیت بذر گوجه‌فرنگی را بهبود بخشد و تأسیس، قدرت و ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آن را افزایش دهد.

• بذرهای گوجه‌فرنگی خیسانده شده در محلول ۰/۷۵ درصد KNO_3 (به‌مدت ۲۴ ساعت)، عملکرد بهتری نسبت به سایر غلظت‌ها و گروه‌های کنترل بدون کشت نشان دادند.

• افزایش‌های معناداری در درصد جوانه‌زنی نهایی، زمان میانگین جوانه‌زنی و ویژگی‌های فیزیولوژیکی با استفاده از ۰/۷۵ درصد KNO_3 مشاهده شد.

• کشت بذر با ۰/۷۵ درصد KNO_3 طول نهال، وزن تر و وزن خشک را بهبود بخشید.

• این بهبود عملکرد به فعالیت‌های بالاتر قندهای محلول کل و فنول‌ها مرتبط بود (Ali et al., 2020).

تأثیرات کودها و میکروارگانیسم‌های متضاد

• *Trichoderma viride* و *Bacillus subtilis* می‌توانند رشد *Fusarium solani*، عامل بیماری پوسیدگی ریشه در گوجه‌فرنگی را مهار کنند.

• بالاترین درصدهای گیاهان سالم و عملکرد محصول با استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم + ۲۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات کلسیم + ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم ثبت شده است (El-Hamady et al., 2010).

توسعه پروتکل عملی

بر اساس مرور منابع

۱- انتخاب و آماده‌سازی دانه‌ها: ابتدا دانه‌های گوجه‌فرنگی با کیفیت بالا و نرخ جوانه‌زنی اولیه بالا را انتخاب کنید. سپس دانه‌ها را به یک سطح رطوبت یکنواخت و ایمن خشک کنید (Kumar et al., 2024).

۲- تثبیت (اختیاری): ابتدا دانه‌های گوجه‌فرنگی را به‌مدت ۲۴ ساعت در محلول ۰/۷۵درصد KNO_3 در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور کنید. دانه‌ها را با آب مقطر به‌خوبی بشویید و آن‌ها را در شرایط سایه تا سطح رطوبت اولیه خود خشک کنید (Ali et al., 2020).

۳- آماده‌سازی عاملیت‌های بیولوژیکی: ابتدا ترکیب عامل‌های بیولوژیکی مانند *Trichoderma viride*، *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis* را آماده کنید. سپس از سازگاری عوامل بیولوژیکی با ماده پوشش دانه اطمینان حاصل کنید (El-Hamady et al., 2010).

۴- آماده‌سازی مخلوط پوشش: ابتدا یک پلیمر غیرآسیب رسان به محیط زیست را در آب مقطر رقیق کنید (به‌عنوان مثال، ۲۵ گرم پلیمر به ازای هر کیلوگرم دانه). سپس عوامل بیولوژیکی را به ماده رقیق شده اضافه کرده و به‌خوبی مخلوط کنید و برای بهبود نانوذرات، نانوذرات ZnO را به غلظت ۲۵۰ ppm با محلول پلیمر مخلوط کنید (Chougala et al., 2024).

۵- فرآیند پوشش دانه: ابتدا دانه‌های گوجه‌فرنگی را وزن کنید (به‌عنوان مثال، ۱۵۰ گرم به ازای هر تیمار). سپس از دستگاه پوشش دانه برای پوشاندن یکنواخت دانه‌ها با مخلوط آماده‌شده استفاده کنید و دانه‌های پوشش داده شده را به‌مدت دو ساعت در سایه خشک کنید.

۶- ذخیره‌سازی: ابتدا دانه‌های تیمار شده را به تکرارهایی (به‌عنوان مثال، ۷۵ گرم هر کدام) تقسیم کرده و در پوشش‌های پلی‌اتیلنی زیپ‌لاک بسته‌بندی کنید. سپس دانه‌ها را تحت شرایط محیطی ذخیره کنید و پارامترهای کیفیت دانه را در فواصل منظم (به‌عنوان مثال، دو ماه یک‌بار) در طی یک دوره شش‌ماهه ارزیابی کنید (Balesevic, et al., 2010).

۷- ارزیابی پارامترهای کیفیت دانه: ابتدا جوانه‌زنی دانه (درصد)، طول نهال (سانتی‌متر)، وزن خشک نهال (گرم)، شاخص قدرت نهال I و شاخص قدرت نهال II را ارزیابی کنید. سپس آزمایش‌های آزمایشگاهی را طبق دستورالعمل‌های ISTA انجام دهید.

نتیجه‌گیری

در این مقاله مروری، به بررسی پروتکل‌های مختلف پوشش‌دهی بذور گوجه‌فرنگی پرداخته شد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از پوشش‌های بیولوژیکی و نانوذرات در افزایش کیفیت و قوه نامیه بذر تأثیر قابل‌توجهی دارد. با توجه به تنوع روش‌ها و مواد مورد استفاده، بهینه‌سازی فرایند پوشش‌دهی و انتخاب دقیق مواد اولیه برای رسیدن به بهترین نتایج ضروری است. تحقیقات بیشتری در مورد تأثیر بلندمدت این پوشش‌ها در شرایط محیطی مختلف و نیز اثرات اقتصادی آنها بر کشاورزی پایدار مورد نیاز است. در نهایت، توصیه می‌شود که کشاورزان و محققان به سمت استفاده از تکنیک‌های نوین پوشش‌دهی بذر روی آورند تا بهره‌وری و کیفیت محصولات را افزایش دهند.

منابع

Abdul Baki, A. A. and Anderson, J. D. 1973. Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science. 13: 630–633.

Ali, M. M., Javed, T., Mauro, R. P., Shabbir, R., Afzal, I. and Yousef, A. F. 2020. Effect of seed priming with potassium nitrate on the performance of tomato. Agriculture. 10: 498.

Balesevic, T. S. M., Tatic, V., Dordevic, Z. and Nilolic, V. 2010. Seed viability of oil crops depending on storage conditions. Helia. 33(52): 22–35.

Chougala, L. D., Parashivamurthy, Harish, M. S. and Siddaraju, R. 2024. Seed polymer coating with ZnO, SiO_2 and TiO_2 nanoparticles: An innovative seed quality enhancement technique in sweet pepper. Journal of Seed Research. 52(2): 124–129.

El-Hamady, M. M., Eisa, Nour-Jehan, M. M. and Ghada Abd-El-Ghani El-Kolaly. 2010. Biological tomato seed treatment and application of some fertilizers to control Fusarium root-rot. Journal Product. & Dev. 15(3): 279–291.

ISTA. 2019. International rules for seed testing. 2nd ed. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Kumar, P. S., Sujatha, P., Rajkumar, R., Chari, D., Raghavendra, K. and Pushpavathi, B. 2024. Study on the efficacy of biological seed coating on seed germination (%) and seedling vigour over storage period in tomato. Eco. Env. & Cons. 30(Nov. Suppl. Issue): S189–S196.

Reddy, A. A., Sujatha, P., Rani, K. J., Pushpavathi, B., Reddy, T. R. and Raghavendra, K. 2022. Effect of seed coating types and storage period after coating on seed germination (%) and seedling vigour in pigeon pea. Biological Forum – An International Journal. 14(1): 1328–1335.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

Review of resources for developing an action plan for tomato seed coverage

Abbas Yadollahi[*1], Neda Ghasemi[2] and Mahboubeh Rahimi[1]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2. Nahal Gostar Royan Knowledge-Based Company, Abyek, Qazvin, Iran

[*]*Corresponding author: yadollah@modares.ac.ir*

Abstract

To achieve a suitable practical protocol for tomato seed coating, authoritative scientific articles and resources concerning nano-coating technologies and their potential for improving performance and stress tolerance in vegetable seeds, especially tomatoes, were reviewed. Some of these scientific sources indicate how nano-coatings, by combining nanomaterials and biological compounds, can facilitate the precise delivery of nutrients, growth regulators, and protective agents directly to the seed. This results in better adhesion, controlled release, and improved interaction with the seed surface, which in turn promotes uniform germination. Other research in this field addresses the physiological effects of coating tomato seeds with Plant Nutrient Formulations (PNF), which can compensate for nutrient deficiencies in seeds and lead to improved germination and seedling growth. Results show that coating seeds with PNF increases seed germination, total dehydrogenase activity, and seedling nutrient content in both low-quality and medium-quality seed batches. Studies have also been conducted on the use of specific metallic nanoparticles such as copper, iron, and zinc in tomato seed coatings. Findings indicate that nano-coating seeds with polymer is suitable at low concentrations, while high concentrations will be toxic and lethal. This review study can assist researchers and producers in developing more effective protocols for tomato seed coating based on previous findings and experiences.

Keywords: Improvement of germination, Seed surface, Seed protective factors, Plant nutrients, Metallic nanoparticles.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

محور کاربرد هوش مصنوعی در علوم باغبانی

سخنرانی کلیدی

تکنولوژی همزاد دیجیتال در مدیریت نسل چهارم گلخانه‌ها

نجمه زینلی‌پور[1*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: *nzeinali@uk.ac.ir*

چکیده

همزادهای دیجیتال به عنوان یکی از مرزهای نوظهور در باغبانی گلخانه‌ای هوشمند و داده‌محور شناخته می‌شوند. همزاد دیجیتال، همتای مجازی یک سیستم فیزیکی مانند گلخانه است که رفتار، وضعیت و پویایی آن را به صورت پیوسته و بلادرنگ در محیط دیجیتال بازتاب می‌دهد. این فناوری با شبیه‌سازی دقیق سیستم‌های گلخانه‌ای، پتانسیل بالایی برای ارتقای قابل توجه بهره‌وری، پایداری و کارایی دارد و همزمان می‌تواند چالش کمبود نیروی کار ماهر را کاهش دهد. مقاله مروری حاضر، یافته‌های کلیدی و ادبیات موجود در زمینه کاربرد همزادهای دیجیتال در گلخانه‌ها را بررسی می‌کند. هرچند تعداد محدودی از مطالعات به طور صریح از اصطلاح «همزاد دیجیتال» استفاده کرده‌اند، اما پژوهش‌های بسیار بیشتری اصول این مفهوم را به صورت ضمنی از طریق سیستم‌های پیشرفته اینترنت اشیاء و مدل‌سازی پیاده‌سازی کرده‌اند. این مفهوم هنوز در مراحل اولیه توسعه است، اما با سرعت در حال نزدیک شدن به بلوغ بوده و نمونه‌های عملی امیدوارکننده‌ای در حال ظهور هستند. تمرکز اصلی مطالعات کنونی بر کنترل آب و هوا، مدیریت انرژی و روشنایی متمرکز است، در حالی که قابلیت‌های پیش‌بینی‌کننده و تجویزی آن در طول چرخه حیات گیاه به سرعت در حال گسترش می‌باشد. بیشتر تحقیقات پیشین محدود به نمونه‌های موردی و مقدماتی بوده‌اند. تاکنون هیچ پژوهش جامع و یکپارچه‌ای کاربردهای گسترده این فناوری را در بخش گلخانه‌داری و صنایع مرتبط مانند خاک‌شناسی، مدیریت آبیاری، تجهیزات کشاورزی، رباتیک و فرآوری پس از برداشت بررسی نکرده است. این شکاف پژوهشی، ضرورت انجام تحقیقات چندبعدی و عمیق را برجسته می‌سازد. پژوهش حاضر، همزادهای دیجیتال را به عنوان الگوی نسل بعدی دیجیتالی‌سازی و هوشمندسازی کشاورزی مورد تحلیل قرار می‌دهد و افق‌های آینده این فناوری تحول‌آفرین را ترسیم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: همزاد دیجیتال، صنعت چهار، کشاورزی در محیط کنترل‌شده، اینترنت اشیا، مدلسازی رشد.

مقدمه

تقاضای جهانی برای تولید مواد غذایی به دلیل رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع، در حال افزایش است و فشار قابل توجهی بر سیستم‌های کشاورزی سنتی وارد می‌کند. کشاورزی در محیط کنترل‌شده، به ویژه باغبانی گلخانه‌ای، با فراهم کردن امکان تولید با بازده بالا در تمام طول سال و با بهره‌وری بهتر از منابع، به عنوان یک راه‌حل حیاتی ظهور کرده است. با گذشت زمان، فناوری‌های گلخانه‌ای از نسل‌های متمایز تکامل یافته و از ساختارهای حفاظتی اولیه به سیستم‌های بسیار خودکار و داده‌محور تبدیل شده‌اند. گلخانه‌های اولیه (که اغلب به عنوان نسل اول شناخته می‌شوند) عمدتاً بر گرمایش خورشیدی غیرفعال و مدیریت دستی متکی بودند. پیشرفت‌های بعدی، کنترل اولیه آب و هوا (نسل دوم) و اتوماسیون مبتنی بر کامپیوتر با حسگرهای دما، رطوبت و آبیاری (نسل سوم) را معرفی کردند. گلخانه‌های نسل چهارم، که با اصول صنعت چهار، همسو هستند، فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI)، تجزیه و تحلیل کلان داده، محاسبات ابری و سیستم‌های سایبری-فیزیکی را ادغام می‌کنند. این گلخانه‌های هوشمند امکان نظارت در زمان واقعی، تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده و بهینه‌سازی خودکار فرآیندهای تولید را فراهم می‌کنند (زینلی و نیکبخت، ۱۴۰۳). سنگ بنای گلخانه‌های نسل چهارم، همزاد دیجیتال است؛ یک ماکت مجازی از یک سیستم گلخانه واقعی که حالت‌ها و رفتارهای آن را در زمان واقعی منعکس می‌کند. همزادهای دیجیتال، تجزیه و تحلیل‌های توصیفی، پیش‌بینی‌کننده و تجویزی را امکان‌پذیر می‌کنند و از تصمیم‌گیری بهینه برای تولید محصول، استفاده از انرژی و مدیریت منابع پشتیبانی می‌کنند. در ادامه این مقاله مروری، نقش همزادهای دیجیتال را در گلخانه‌های نسل چهارم بررسی می‌کند و از بررسی‌های سیستماتیک تئوری و قابل اجرای کلیدی بهره می‌برد (Gund et al., 2025).

مفهوم و معماری همزاد دیجیتال در گلخانه

همزاد دیجیتال یکی از فناوری‌های کلیدی در تحول نسل چهارم صنعت است که به‌عنوان یک مدل مجازی از سیستم‌های واقعی مانند گلخانه‌ها، زیرسیستم‌های کنترل آب‌وهوا، مدل‌های رشد محصول یا زیرساخت‌های انرژی عمل می‌کند. این فناوری با ادغام داده‌های بلادرنگ حسگرهای اینترنت اشیا، مدل‌های شبیه‌سازی، پیش‌بینی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و داده‌های تاریخی، امکان تحلیل‌های توصیفی، پیش‌بینی‌کننده و تجویزی را فراهم می‌آورد. معماری این سیستم پویا و دوسویه شامل لایه‌های مختلفی است: همزاد فیزیکی (شامل حسگرها، محرک‌ها و زیرساخت‌های گلخانه)، همزاد مجازی (شامل مدل‌های شبیه‌سازی رشد گیاه، اقلیم و انرژی)، لایه ادغام داده‌ها که با استفاده از محاسبات لبه‌ای و ابری به‌عنوان پل بین دنیای فیزیکی و دیجیتال عمل می‌کند، لایه تحلیلی که با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین داده‌های خام را به بینش‌های عملی تبدیل می‌کند، و لایه رابط کاربری که با داشبوردهای تعاملی و فناوری‌های واقعیت مجازی و افزوده، مدیریت گلخانه را تسهیل می‌کند و به‌صورت یک اکوسیستم یکپارچه عمل کرده و با همگام‌سازی مدل‌های مختلف، بهینه‌سازی جامع و مدیریت منابع را تضمین می‌کند (Li et al., 2025).

کاربردهای فناوری همزاد دیجیتال در گلخانه‌داری

همزاد دیجیتال کاربردهای متنوعی در بهینه‌سازی فرآیندهای تولید دارد. این کاربردها بر پایه ادغام داده‌های واقعی با مدل‌های شبیه‌سازی پیشرفته بنا شده‌اند. بیشتر کاربردهای فعلی همزاد دیجیتال در گلخانه‌داری بر نظارت و کنترل لحظه‌ای ریزاقلیم داخل گلخانه متمرکز هستند. این سیستم‌ها داده‌های دریافتی از شبکه‌های حسگرهای اینترنت اشیا (مانند دما، رطوبت نسبی، غلظت CO_2، شدت نور و سرعت باد) را با پیش‌بینی‌های هواشناسی و مدل‌های فیزیکی ادغام می‌کنند. برای مثال، محققان دانشگاه واگنینگن با اتصال داده‌های حسگرهای گلخانه به مدل‌های سه‌بعدی عملکردی-ساختاری گیاه، همزاد دیجیتالی ایجاد کرده‌اند که تأثیر تغییرات اقلیمی را بر رشد محصول به‌صورت لحظه‌ای پیش‌بینی و نمایش می‌دهد. این رویکرد نه تنها پایداری تولید را افزایش می‌دهد، بلکه از بروز تنش‌های محیطی مانند گرمای بیش از حد یا رطوبت بالا جلوگیری می‌کند. عملیات گلخانه‌داری به شدت انرژی‌بر هستند و بخش عمده‌ای از هزینه‌ها مربوط به گرمایش، سرمایش و روشنایی تکمیلی است. همزادهای دیجیتال در این حوزه عملکرد مؤثری نشان داده‌اند. در مدیریت هوشمند و داده‌محور گلخانه، کشاورزان می‌توانند عملیات را از راه دور بر اساس اطلاعات دیجیتال بلادرنگ نظارت و کنترل کنند. آنها در صورت بروز مشکل هشدار دریافت می‌کنند و می‌توانند وضعیت گلخانه را از طریق تلفن هوشمند خود بررسی کنند. هر شیء در گلخانه مانند گیاهان، ظروف و تجهیزات می‌توانند مجازی‌سازی و از راه دور کنترل شوند. همزاد دیجیتال با افزودن تجزیه و تحلیل داده‌های پیشرفته مانند مدل‌های یادگیری ماشین، امکان شبیه‌سازی تغییرات همتایان فیزیکی را فراهم می‌کند. پروژه گلخانه صنعت چهار دانمارک یکی از موفق‌ترین پیاده‌سازی‌های واقعی است که در آن اکوسیستمی از همزادهای دیجیتال برای بهینه‌سازی همزمان برنامه‌ریزی تولید، مصرف انرژی و هزینه‌های نیروی کار توسعه یافته است. این سیستم با در نظر گرفتن عواملی مانند قیمت لحظه‌ای برق و پیش‌بینی آب و هوا، امکان مشارکت گلخانه‌ها در بازارهای انرژی را فراهم می‌کند. تقریباً ۹ درصد از مطالعات بر مجازی‌سازی گیاهان با استفاده از مدل‌های عملکردی_ساختاری گیاه تمرکز دارند که معماری سه‌بعدی، توزیع نور، فتوسنتز، جذب آب و مواد مغذی را شبیه‌سازی می‌کنند. در پروژه‌ای روی گوجه‌فرنگی، مدل عملکردی_ساختاری سه‌بعدی با داده‌های حسگرهای اقلیمی و تصاویر فنوتایپینگ به‌روزرسانی شده و امکان شبیه‌سازی سناریوهایی مانند هرس یا تغییر تراکم کاشت را فراهم می‌کند. این مدل‌ها به کشاورزان گلخانه‌دارکمک می‌کنند تا استراتژی‌های کشت را پیش از اجرا آزمایش کنند. با این حال، تنها ۷ درصد از کاربردها به سطوح فراتر از گلخانه منفرد گسترش یافته‌اند و همزادهای دیجیتال در سطح شرکت یا زنجیره تأمین هنوز نادر هستند. بیشتر سیستم‌ها همچنان در سطح نظارت و پیش‌بینی باقی مانده‌اند و قابلیت تجویزی در مقیاس بزرگ کمتر دیده می‌شود (Howard et al., 2021).

ضرورت اجرا و توسعه همزاد دیجیتال در گلخانه و پلنت فکتوری

شبیه‌سازی و پشتیبانی تصمیم‌گیری

باغبانی گلخانه‌ای با گیاهان زنده‌ای سروکار دارد که به دما، رطوبت و رژیم‌های غذایی حساس هستند. با افزایش مقیاس گلخانه‌ها و کمبود نیروی کار باتجربه، کنترل این متغیرها چالش‌برانگیز می‌شود. همزادهای دیجیتال با شبیه‌سازی محیط گلخانه، به پرورش‌دهندگان اجازه می‌دهند تأثیر تغییرات تغذیه، دما یا نور را آزمایش کرده و تیمارها و عملیات اصلاحی را شبیه‌سازی کنند. این سیستم می‌تواند حالت‌های گذشته را تحلیل کرده و رشد آینده گیاه را پیش‌بینی کند. برای مثال، محققان دانشگاه واگنینگن داده‌های حسگر گلخانه را به مدل‌های سه‌بعدی گیاه پیوند می‌دهند تا همزاد دیجیتالی ایجاد کنند که فوراً تأثیر تغییرات اقلیمی بر محصول را تحلیل می‌کند (Li et al., 2025).

نظارت از راه دور و کشت مستقل

همزادهای دیجیتال محدودیت‌های مکانی و زمانی را حذف می‌کنند. پرورش‌دهندگان می‌توانند شرایط گلخانه را از راه دور رصد کرده و در صورت بروز مشکل هشدار دریافت کنند. آنها می‌توانند مداخلات را به صورت مجازی آزمایش کرده و بدون حضور در محل، راه‌حل‌ها را پیاده‌سازی کنند. محققان تأکید می‌کنند که تجسم و ادغام داده‌های حسگر به کشاورزان امکان پاسخ سریع به تغییرات و بهبود سلامت محصول را می‌دهد و گام بعدی به سوی کشت خودکار را پشتیبانی می‌کند (Akintan et al., 2025).

بهینه‌سازی انرژی و بهره‌وری منابع

گلخانه‌ها انرژی قابل توجهی برای گرمایش، روشنایی و کنترل آب و هوا مصرف می‌کنند. پروژه صنعت گلخانه‌ای ۴.۰ دانمارک، همزاد دیجیتالی ایجاد کرد که اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و محاسبات ابری را ادغام می‌کند. این پلتفرم با بهینه‌سازی همزمان برنامه‌های تولید، مصرف انرژی و هزینه‌های نیروی کار، پیش‌بینی می‌کند گلخانه در شرایط مختلف چگونه عمل خواهد کرد. این سیستم حتی به سیگنال‌های پاسخ تقاضا از شبکه برق متصل می‌شود و کشاورزان را قادر می‌سازد مصرف انرژی را در زمان قیمت‌های مطلوب تنظیم کنند. همزاد دیجیتال پارامترهای کلیدی را در زمان واقعی شبیه‌سازی و بهینه می‌کند و رشد گیاه را با دقت بالا (خطای تنها ۰.۳۱ روز) پیش‌بینی می‌کند (Howard et al., 2021).

همچنین همزادهای دیجیتال پایداری را تشویق می‌کنند. یک ماکت مجازی به کشاورزان اجازه می‌دهد مصرف آب، استراتژی‌های کوددهی و مدیریت آفات را بررسی کنند که منجر به صرفه‌جویی مستقیم در مصرف آب، کود و آفت‌کش‌ها می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند همزادهای دیجیتال زمان و هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهند، ایمنی را بهبود می‌بخشند و از عملیات پایدار زیست‌محیطی پشتیبانی می‌کنند.

بعبارت دیگر، ساخت همزاد دیجیتال شامل چند مؤلفه اصلی است: نخست، شبکه حسگر و پلتفرم اینترنت اشیا داده‌های بلادرنگ محیطی را جمع‌آوری کرده و منتقل می‌کنند. سپس، داده‌ها با استفاده از هوش مصنوعی تحلیل می‌شوند تا همزاد دیجیتال کالیبره و مدل‌های پیش‌بینی‌کننده توسعه یابند. مدل‌های شبیه‌سازی چندفیزیکی برای پیش‌بینی عملکرد و ارزیابی مداخلات به کار می‌روند. کشاورزان از طریق داشبوردهایی با دوقلو یا همزاد تعامل دارند و یک حلقه بازخورد مداوم بین گلخانه فیزیکی و همزاد دیجیتال، مدیریت خودکار و به‌روزرسانی‌های مستمر را تضمین می‌کند (Slimani et al., 2025).

اجزا و مولفه های اجرایی همزاد دیجیتال در گلخانه

در سیستم‌های گلخانه‌ای مدرن، چهار فناوری یک اکوسیستم سلسله مراتبی و وابسته به هم را تشکیل می‌دهند وجود دارند؛ اینترنت اشیا به عنوان منبع داده عمل می‌کند. حسگرها و دستگاه‌ها به طور مداوم داده‌های بلادرنگ در مورد دما، رطوبت، رطوبت خاک/بستر، شدت نور، سطح CO_2، پارامترهای رشد گیاه و مصرف انرژی را جمع‌آوری می‌کنند. کلان داده شامل ذخیره‌سازی، پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌های عظیم و پرسرعت تولید شده توسط حسگرهای اینترنت اشیا است. تجزیه و تحلیل پیشرفته و یادگیری ماشین برای شناسایی الگوها،

ناهنجاری‌ها و فرصت‌های بهینه‌سازی اعمال می‌شوند. محاسبات ابری به عنوان ستون فقرات زیرساخت عمل می‌کند. این فناوری، ذخیره‌سازی مقیاس‌پذیر، قدرت محاسباتی با کارایی بالا، ادغام داده‌ها و دسترسی از راه دور را برای پردازش مجموعه داده‌های بزرگ و اجرای شبیه‌سازی‌های پیچیده فراهم می‌کند. همزاد دیجیتال بالاترین سطح کاربرد است. این فناوری با ادغام داده‌های اینترنت اشیا (از طریق ابر)، پردازش آن با تجزیه و تحلیل کلان داده و مدل‌های هوش مصنوعی، یک ماکت مجازی بلادرنگ از گلخانه فیزیکی ایجاد می‌کند. همزاد دیجیتال شبیه‌سازی، پیش‌بینی، بهینه‌سازی و آزمایش سناریوهای «چه می‌شود اگر» را قبل از اجرای تصمیمات در گلخانه واقعی امکان‌پذیر می‌کند.برای مثال یکی از مقالات پراستناد در این زمینه پروژه همزاد دیجیتال صنعت گلخانه ۴.۰ را در دانمارک شرح می‌دهد، جایی که حسگرهای اینترنت اشیا داده‌ها را به یک پلتفرم مبتنی بر ابر منتقل می‌کنند. از تجزیه و تحلیل کلان داده و هوش مصنوعی برای ایجاد یک همزاد دیجیتال استفاده می‌شود که مصرف انرژی، برنامه‌ریزی تولید و هزینه‌های نیروی کار را بهینه می‌کند. برخی تحقیقات یک چارچوب همزاد دیجیتال مبتنی بر ابر و مبتنی بر یادگیری ماشین برای گلخانه‌های هوشمند پیشنهاد کردند. اینترنت اشیا داده‌های بلادرنگ را فراهم می‌کند، محاسبات ابری ذخیره‌سازی و محاسبات را مدیریت می‌کند، کلان داده مدل‌سازی پیش‌بینی را امکان‌پذیر می‌کند و همزاد دیجیتال از نظارت و تصمیم‌گیری بلادرنگ پشتیبانی می‌کند (Akintan et al., 2025).

به عبارتی، ادغام اینترنت اشیا، تجزیه و تحلیل کلان‌داده، محاسبات ابری و فناوری همزاد دیجیتال، چارچوبی متحول‌کننده برای مدیریت پیشرفته گلخانه ارائه می‌دهد. در این معماری، حسگرهای اینترنت اشیا به عنوان لایه بنیادی عمل می‌کنند و به طور مداوم داده‌های با وضوح بالا و بلادرنگ در مورد پارامترهای محیطی و فیزیولوژیکی گیاه را جمع‌آوری می‌کنند. این جریان‌های داده برای ذخیره‌سازی و پردازش مقیاس‌پذیر به پلتفرم‌های ابری منتقل می‌شوند، جایی که تجزیه و تحلیل کلان‌داده و الگوریتم‌های یادگیری ماشین الگوهای معناداری را استخراج می‌کنند، رفتارهای سیستم را پیش‌بینی می‌کنند و بینش‌های عملی ایجاد می‌کنند. همزاد دیجیتال، به عنوان برنامه کاربردی اصلی، با ترکیب داده‌های مشتق‌شده از اینترنت اشیا با مدل‌های شبیه‌سازی پیچیده، یک ماکت مجازی پویا از گلخانه فیزیکی ایجاد می‌کند و امکان نظارت بلادرنگ، آزمایش سناریو و بهینه‌سازی پیش‌بینی‌کننده کنترل آب و هوا، استفاده از منابع و بهره‌وری محصول را فراهم می‌کند. این رابطه هم‌افزایی، دقت تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد و در عین حال مصرف انرژی و تأثیر زیست‌محیطی را به حداقل می‌رساند (Ariesen-verschuur et al., 2022; Li et al., 2025). برخی مطالعات بررسی سیستماتیک همزادهای دیجیتال در باغبانی گلخانه‌ای را تأکید می‌کنند که همزادهای دیجیتال برای کسب داده‌ها به شدت به اینترنت اشیا، برای مقیاس‌پذیری به زیرساخت ابری و برای دقت شبیه‌سازی به تجزیه و تحلیل کلان داده و الگوریتم‌های یادگیری ماشین متکی هستند.

چالش‌ها و محدودیت‌ها در مسیر گسترش

همزادهای دیجیتال در گلخانه‌داری هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارند و بیشتر سیستم‌ها در سطح نظارت و کنترلو اخطار باقی مانده‌اند و قابلیت‌های پیش‌بینی و تجویزی کامل به طور گسترده توسعه نیافته‌اند. چالش‌های اصلی به چند دسته تقسیم می‌شوند؛ چالش‌های فنی و مدل‌سازی: ساخت مدل‌های دقیق که رفتار واقعی گلخانه، گیاه و سیستم انرژی را بازتاب دهند بسیار پیچیده است و نیاز به داده‌های باکیفیت بالا و دانش تخصصی دارد. تفاوت شرایط اقلیمی، تنوع گونه‌های گیاهی یا محصولات و تنوع طراحی گلخانه‌ها باعث کاهش قابلیت انتقال و انطباق مدل‌ها می‌شود. جمع‌آوری، همگام‌سازی و مدیریت داده‌های ناهمگن از حسگرها یکی از بزرگ‌ترین موانع است و تأخیر در پردازش داده‌های بلادرنگ همچنان چالش‌برانگیز باقی مانده است. تنها حدود ۹ درصد مطالعات بر سطح گیاه تمرکز دارند و کمتر از ۷ درصد فراتر از گلخانه منفرد پیش رفته‌اند از منظر چالش‌های اقتصادی و مقیاس‌پذیری؛ توسعه و پیاده‌سازی همزاد دیجیتال نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجه در سخت‌افزار اینترنت اشیا، نرم‌افزار، محاسبات ابری و متخصصان است. بسیاری از گلخانه‌داران تجاری، به‌ویژه واحدهای کوچک و متوسط، قادر به تحمل این هزینه‌ها نیستند. همچنین در مناطق روستایی، اتصال اینترنت پرسرعت و پایدار اغلب ناکافی است. چالش‌های سازمانی و انسانی هم مزید بر علت است؛ تعداد متخصصانی که هم دانش گلخانه‌داری و هم مهارت‌های دیجیتال را داشته باشند بسیار محدود است. معرفی همزاد دیجیتال گردش کارها را تغییر می‌دهد که ممکن است نگرانی‌هایی در مورد امنیت شغلی ایجاد کند. همچنین اتصال گسترده سیستم‌ها خطر حملات سایبری را افزایش می‌دهد. برای غلبه بر این محدودیت‌ها، راهکارهایی از جمله رویکرد تدریجی با شروع از همزادهای دیجیتال ساده و گسترش تدریجی به سمت مدل‌های پیشرفته، توسعه چارچوب‌های مشترک برای مدل‌سازی و تبادل

داده در سطح صنعت، مشارکت دانشگاه‌ها و شرکت‌های فناوری برای کاهش شکاف دانش، استفاده از محاسبات لبه برای کاهش تأخیر و سرمایه‌گذاری در شبکه‌های G/6G۵ در مناطق کشاورزی و همچنین تأکید بر محاسبه بازگشت سرمایه از طریق کاهش مصرف انرژی و افزایش کیفیت محصول پیشنهاد می‌شود. پیشرفت در حوزه همزادهای دیجیتال، گذار گلخانه‌های نسل چهارم را به سمت سیستم‌های کاملاً مستقل، مقاوم و پایدار تحت عنوان "گلخانه ۵.۰" هدایت می‌کند. مهم‌ترین مسیرهای آینده شامل توسعه همزادهای دیجیتال چندمقیاسی از سطح گیاه تا زنجیره تأمین که امکان مدیریت بهینه منابع و هماهنگی بین حلقه‌های زنجیره ارزش را فراهم می‌کند، هستند. یکپارچه‌سازی پیشرفته با هوش مصنوعی، رباتیک و اینترنت نسلهای جدید با به حداقل رساندن تأخیر در انتقال داده‌ها، کنترل بلادرنگ سیستم‌های خودکار را ممکن می‌سازد. همزادهای دیجیتال نقشی محوری در بهینه‌سازی مصرف انرژی، کاهش ضایعات و شبیه‌سازی دقیق مصرف آب و کود ایفا می‌کنند. با بهره‌گیری از واقعیت مجازی و افزوده، امکان مدیریت از راه دور گلخانه را برای کشاورزان مسن یا دارای معلولیت فراهم می‌کند. تلفیق شبیه‌سازی فیزیکی با هوش مصنوعی داده‌محور، رفتار پیچیده سیستم‌های گلخانه را با دقت بیشتری پیش‌بینی کرده و قابلیت‌های تجویزی را ارتقا می‌دهند. با این‌حال، چالش‌هایی همچون پیچیدگی‌های فنی، ملاحظات اقتصادی و مسائل امنیتی همچنان مانع از پیاده‌سازی کامل این فناوری هستند و پژوهش‌های آینده باید بر توسعه چارچوب‌های استاندارد و مدل‌های کسب‌وکار پایدار متمرکز شوند (Howard et al., 2021).

نتیجه گیری

همزادهای دیجیتال به عنوان ابزاری قدرتمند و تحول‌آفرین در مدیریت پروژه عمل می‌کنند. این فناوری با ایجاد یک منبع واحد حقیقی از طریق تجمیع داده‌های متنوع پروژه (شامل حسگرها، برنامه‌ریزی‌ها و بودجه‌ها)، امکان نظارت آنی، پیش‌بینی دقیق نتایج و شبیه‌سازی سناریوهای مختلف را فراهم می‌آورد. مدیران پروژه های گلخانه‌ای می‌توانند با آزمایش مداخلات و تصمیمات در محیط مجازی، ریسک‌ها را ارزیابی کرده و تأثیرات احتمالی را پیش از اجرای واقعی به حداقل برسانند. علاوه بر این، مدل‌های بصری همزاد دیجیتال، ارتباط و همکاری بین ذینفعان را تقویت کرده و شفافیت تصمیم‌گیری‌های استراتژیک را افزایش می‌دهد. این سیستم‌ها با ذخیره‌سازی اطلاعات تاریخی تجهیزات، بستر مناسبی برای نگهداری پیشگیرانه، برنامه‌ریزی جایگزینی دارایی‌ها و آموزش کارکنان فراهم می‌کنند. با وجود مزایای قابل‌توجه، چالش‌هایی نظیر یکپارچه‌سازی داده‌ها، کالیبراسیون دقیق مدل‌ها و مقیاس‌پذیری در سطوح وسیع تجاری همچنان وجود دارد که نیازمند تحقیقات و توسعه بیشتر است. در مجموع، همزادهای دیجیتال نه تنها کارایی و دقت مدیریت پروژه های عظیم و تجاری گلخانه‌ای را ارتقا می‌بخشند، بلکه می‌توانند به عنوان الگویی کلیدی برای گذار به مدیریت هوشمند و داده‌محور پروژه‌ها در آینده مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

زینلی پور، ن. و نیکبخت، ا. ۱۴۰۳. کشتهای گلخانهای هوشمند راهبردهای نوین امنیت غذایی در سایه تغییر اقلیم. همایش ملی الگوی حکمرانی تمدنی علم و فناوری، تهران.

Akintan, O., Babawale, S., Olomo, A., Adeyemo, R., Opadotun, O., Ajayi, J. T., Mba, P. C., Njoku, J. N., Chesang, A., Zahid, A. and Uyeh, D. D. 2025. A digital twin framework for sensor selection and microclimate monitoring in greenhouses. 1–25.

Ariesen-Verschuur, N., Verdouw, C. and Tekinerdogan, B. 2022. Digital twins in greenhouse horticulture: A review. Computers and Electronics in Agriculture. 199: 107183.

Gund, R., Badgujar, C. M. and Samiappan, S. 2025. Application of digital twin technology in smart agriculture: A bibliometric review. 1–20.

Howard, D. A., Ma, Z., Veje, C., Clausen, A., Aaslyng, J. M. and Jørgensen, B. N. 2021. Greenhouse industry 4.0 – Digital twin technology for commercial greenhouses. Energy Informatics. 4.

Li, B., Thompson, M., Partridge, T., Xing, R., Cutler, J., Alhnaity, B. and Meng, Q. 2025. AI-powered digital twin for sustainable agriculture and greenhouse gas reduction.

Slimani, H., Mhamdi, J. El, Jilbab, A. 2025. Real-time greenhouse management using IoT, digital twin, and augmented reality for optimal control and decision-making. Acta IMEKO. 14(2): 1–15.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Digital twin technology in fourth-generation greenhouse management

Najmeh Zeinalipour[1*]
1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran
[*]*Corresponding Author: nzeinali@uk.ac.ir*

Abstract

Digital twins are recognized as one of the emerging frontiers in smart, data-driven greenhouse horticulture. A digital twin is the virtual counterpart of a physical system, such as a greenhouse, that continuously and in real-time reflects its behavior, status, and dynamics in the digital environment. This technology, through precise simulation of greenhouse systems, holds significant potential to substantially enhance productivity, sustainability, and efficiency, while simultaneously alleviating the challenge of skilled labor shortages. The present review article examines the key findings and existing literature on the application of digital twins in greenhouses. Although only a limited number of studies have explicitly used the term "digital twin," many more have implicitly implemented its principles through advanced Internet of Things (IoT) systems and modeling. The concept is still in its early stages of development but is rapidly approaching maturity, with promising practical examples emerging. Current studies mainly focus on climate control, energy management, and lighting, while predictive and prescriptive capabilities throughout the plant life cycle are expanding quickly. Most previous research has been limited to preliminary case studies. To date, no comprehensive and integrated study has examined the broad applications of this technology across greenhouse horticulture and related industries, including soil science, irrigation management, agricultural equipment, robotics, and post-harvest processing. This research gap underscores the need for multidimensional and in-depth investigations. The present study analyzes digital twins as the paradigm for the next generation of digitalization and smartification in agriculture and outlines the future horizons of this transformative technology.

Keywords: Controlled environment agriculture, Digital twin, Growth modeling, Industry 4.0, Internet of things.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد سامانه ارزیابی فنوتیپ با کارایی بالا (HTP) در ارزیابی صفات اصلاحی میوه گردو

امیرحسین نیک پندار[۱]، سعادت ساریخانی[۱*]، پیام زرافشان[۲]، سیده سمانه حسینی[۳]، مصطفی نوید[۱]، محمدغلام حکیمی[۱] و کورش وحدتی[۱]

۱- گروه باغبانی دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- دانشکده مهندسی، طراحی و محیط زیست، دانشگاه سیدنی غربی، استرالیا
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *saadat.sarikhani@ut.ac.ir*

چکیده

روش‌های سنتی ارزیابی فنوتیپ زمان‌بر، پرهزینه و وابسته به نیروی انسانی هستند و با وجود پیشرفت‌های توالی‌یابی DNA، ارزیابی فنوتیپ همچنان گلوگاهی در فرایند اصلاح نباتات محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح گردو، دستیابی به داده‌های فنوتیپی دقیق بسیار ارزشمند است. در این پژوهش که طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۴۰۲ انجام شد، سیستم ارزیابی فنوتیپ با کارایی بالا (HTP) برای اندازه‌گیری صفات مهم اصلاحی گردو طراحی و ساخته شد. سازه دستگاه با الگوبرداری از نمونه‌های مشابه طراحی و با پروفیل آلومینیومی ساخته شد. این سامانه با ترکیب روش‌های داده‌برداری ایستگاهی و محورهایی با قابلیت هدایت به صورت دستی و خودکار، امکان تصویربرداری دو بعدی و سه بعدی را فراهم می‌کند. برنامه‌نویسی برای اندازه‌گیری صفات طول، عرض، قطر دانه، شاخص فرم دانه، فرم دانه و بافت پوست سخت گردو انجام شده است. برای ارزیابی دقت این رویکرد، از دو منطقه تخار افغانستان و شهرستان مراغه ایران ژنوتیپ های مختلف جمع آوری و به روش‌های دستی و HTP بررسی و با آزمون T-test مقایسه شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در صفات طول دانه، شاخص فرم دانه، فرم دانه و بافت پوست سخت بین دو روش وجود ندارد که امر نشان‌دهنده قابل اطمینان بودن رویکرد برای بررسی صفات مشابه در محصولات دیگر است. با توجه به عملکرد مطلوب مدل‌ها و دستگاه، امکان استفاده از این سامانه برای ارزیابی سریع‌تر و دقیق‌تر نمونه‌ها در برنامه‌های اصلاح گردو فراهم شده است.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، اصلاح، ارزیابی فنوتیپی، گردوی ایرانی.

مقدمه

جمعیت جهان بویژه جمعیت کشورهای در حال توسعه با روند چشمگیری رو به افزایش است و تأمین غذای مورد نیاز به مرور زمان به یک تهدید جدی تبدیل می شود. در این راستا بهره بردار ی از منابع ژنتیکی گیاهی به منظور مقابله با این چالش اهمیت بسزایی دارد. توسعه تکنولوژی و زیست فناوری به تحقیقات در خصوص درختان میوه که عموما دوره اصلاحی طولانی دارند کمک بسزایی می‌کند (Huang et al., 2020). گردوی ایرانی (*Juglans regia*) از جنس *Juglans* گیاهی است بومی فلات ایران که به واسطه مصرف خوراکی دانه آن و کیفیت چوب آن، از دیرباز جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد کشاورزی ایران داشته است. از این رو جهت اصلاح آن همواره در کشور هایی نظیر آمریکا، چین، فرانسه و ایران برنامه های اصلاحی جهت معرفی ارقام برتر از نظر کیفی و مقاوم در حال اجرا است (Vahdati et al., 2020). فرایند اصلاح گردو و به طور کلی جمع آوری داده های فنوتیپی زمان بر بوده و نیازمند وقت زیاد و نیروی انسانی جهت ارزیابی است به همین دلیل احتمال بروز خطا در فرایند ارزیابی بالا می‌رود. لذا از این جهت توسعه سامانه های ارزیابی فنوتیپ با کارایی بالا با رویکرد های مختلف علوم کامپیوتر و روش های تحلیل داده های مورفولوژیک و فیزیولوژیکی بسیار حائز اهمیت است (Bernard et al., 2020).

در این آزمایش به منظور غلبه بر محدودیت های ارزیابی دستی اقدام به طراحی و ساخت سامانه ارزیابی فنوتیپ با کارایی بالا شد و با هدف ارزیابی عملکرد سامانه، تعدادی از ژنوتیپ های مورد مطالعه در برنامه اصلاحی گردو دانشگاه تهران مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ماده گیاهی

در این پژوهش، از ۸۵۰ میوه متنوع و تصادفی حاصل از ژنوتیپ بذری گردو جمع‌آوری‌شده از شهرستان مراغه (آذربایجان غربی، ایران) و استان تخار (افغانستان) برای تشخیص و دسته‌بندی صفات بر اساس پردازش تصویر استفاده شد. میوه‌ها پس از برداشت، پوست‌گیری و به مدت ۳۰ روز در سایه خشک شد تا رطوبت به حداکثر ۸ درصد برسد (Fallah et al., 2022). ارزیابی صفات به دو صورت سنتی و با استفاده از دستگاه ارزیابی فنوتیپ با کارایی بالا (طبق دستورالعمل IPGRI) و با در نظر گرفتن ۳ تکرار انجام شد (Hajinia et al., 2021). سپس، داده‌های حاصل از ارزیابی سنتی برای توسعه مدل‌های پردازش تصویر به کار گرفته شدند. در این تحقیق صفاتی نظیر طول، عرض، قطر، شاخص فرم دانه، بافت پوست سخت و فرم دانه براساس توصیف نامه IPGRI مورد ارزیابی قرار گرفتند.

طراحی و ساخت سامانه

سخت افزار مورد نیاز جهت ایجاد شرایط مناسب برای داده برداری در قالب یک اتاقک با بدنه آلومینیومی ساخته شد. سازه دارای سه محور حرکت دوربین و یک محور چرخش سوژه بوده و امکان توسعه و ارزیابی صفات ژئومتریک را فراهم می‌کند. برای تأمین نور یکنواخت از لامپ‌های LED در چهار طرف و بالای دستگاه استفاده شد. سیستم کنترل با برد Arduino طراحی شد تا قابلیت برنامه‌ریزی و انعطاف در داده‌برداری فراهم شود.

این سامانه ها با توجه به کاربرد در مقیاس های مختلف طراحی و ساخته می‌شوند. رویکرد های مختلفی نظیر استفاده از دوربین‌های حرارتی، اسکن سه بعدی، تصویربرداری با نور مرئی و همچنین عکاسی به روش فلورسنت جهت ارزیابی صفات مختلف وجود دارد (Song et al., 2021). در این پژوهش تصویر برداری بصورت دو بعدی به کمک دوربین DSLR مدل Nikon D5300 از فاصله عمودی ۱۵۰ سانتی‌متری و فاصله کانونی ۴۳ – ۴۶ میلی‌متری با فرمت ذخیره سازی NEF انجام شد. عکسبرداری از راه دور با اتصال بی سیم دوربین به کامپیوتر و با نرم افزار Entangle صورت پذیرفت. داده برداری در دو حالت با قرار گرفتن ۸ ژنوتیپ و از هر ژنوتیپ ۶ نمونه انجام شد. در حالت نخست گردو ها با دید عرضی نسبت به دوربین بطوری که شیار بین دو لپه قابل روئیت باشد و در حالت دوم بطوری که یکی از دو لپه گردو بطور کامل قابل روئیت باشد عکسبرداری انجام شد. به منظور عدم تداخل رنگی هنگام جداسازی سوژه، از رنگ آبی بعنوان پس زمینه استفاده شد.

پردازش تصویر

در گام نخست، به منظور استخراج صفاتی همچون طول، عرض و قطر دانه، از کد توسعه‌یافته در نرم‌افزار ImageJ استفاده شد. در این مرحله، نمونه‌ها پس از طی مراحل پیش‌پردازش، تفکیک و ارزیابی، به‌صورت خروجی در قالب فایل CSV شامل داده‌های اندازه‌گیری‌شده و نیز تصاویر تفکیک‌شده از هر ژنوتیپ ذخیره گردیدند. تصاویر حاصل پس از پردازش، به نرم‌افزار توسعه‌یافته در محیط Python منتقل شده و برای آموزش شبکه و ارزیابی مدل مورد استفاده قرار گرفتند.

در گام بعد، به‌منظور ارزیابی صفات پیچیده‌ای نظیر فرم دانه و بافت پوست سخت که به دلیل ماهیت غیرخطی و چندبعدی خود با روش‌های سنتی به‌سختی قابل اندازه‌گیری هستند، از رویکرد یادگیری عمیق استفاده شد. الگوریتم انتخابی، شبکه عصبی کانولوشنی (CNN) بود که در محیط Python پیاده‌سازی گردید. آموزش و اعتبارسنجی مدل با بهره‌گیری از روش (k-fold cross validation) با k = 3 انجام گرفت؛ بدین صورت که مجموعه داده‌ها به سه بخش مساوی تقسیم شدند و در هر تکرار، یک بخش برای اعتبارسنجی و دو بخش دیگر برای آموزش مدل به کار گرفته شد. در هر fold، شاخص‌هایی از جمله دقت (Accuracy)، بازخوانی (Recall) و امتیاز F1 محاسبه شدند. همچنین روند تغییر خطاها در طول مراحل آموزش و اعتبارسنجی ثبت و تحلیل گردید تا اثربخشی فرآیند یادگیری و جلوگیری از بیش‌برازش

مدل ارزیابی شود. به‌کارگیری این روش، علاوه بر افزایش قابلیت تعمیم مدل، امکان استفاده بهینه از داده‌ها و دستیابی به ارزیابی پایدارتر و قابل‌اعتمادتر را فراهم ساخت.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

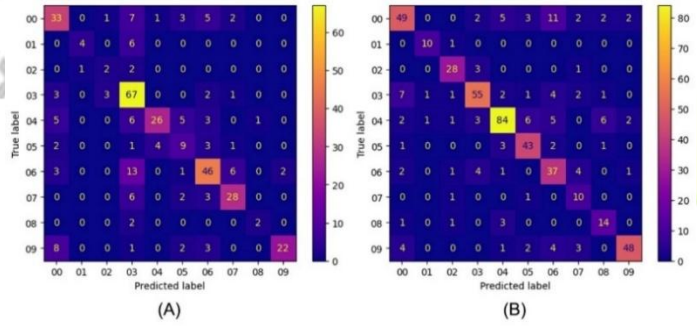
داده های خروجی از هر دو روش دستی و ارزیابی عملکرد با کارایی بالا به منظور اعتبارسنجی با آزمون T-test به کمک نرم افزار آماری SPSS (ver. 24) آنالیز شدند. به منظور رسم heatmap از ضریب همبستگی اسپیرمن و پکیج‌های مربوطه نرم افزار R استفاده شد.

نتایج و بحث

فرم دانه

در نمونه های افغانستان شاهد عملکرد ۷۶.۲۱ درصدی مدل در ارزیابی گردو ها برای صفت فرم دانه بودیم. همچنین میزان MAE (میانگین خطای مطلق، Mean Absolute Error) برابر ۰.۸۷۲ ، MSE (خطای میانگین مربعات، Mean Squared Error) برابر ۴.۳۵۲ ، RMSE (خطای جذر میانگین مربعات، Root Mean Square Error) برابر ۲.۰۸۶ و R-Squared (ضریب تعیین) برابر با ۰.۴۱۸ بود. ماتریس درهم ریختگی (Confusion Matrix) در آزمایش ارزیابی صفت فرم ژنوتیپ های افغانستان نشان داد که بالاترین درصد موفقیت در عملکرد مدل در ارزیابی حالت ۰۱ (مثلثی) بود که از مجموع ۱۱ نمونه تنها ۱ نمونه اشتباه شناسایی شد و پایین ترین درصد موفقیت مربوط به عملکرد مدل در ارزیابی حالت های ۰۶ (بیضوی) و ۰۸ (قلبی) بود که به ترتیب ۳۷ نمونه از ۵۰ نمونه و ۱۴ نمونه از ۱۵ نمونه درست دسته بندی شدند (شکل ۱).

در نمونه های مراغه شاهد عملکرد ٪۶۶.۵۷ مدل در ارزیابی گردو ها برای صفت فرم بودیم. همچنین میزان MAE برابر ۱.۰۸۹، MSE برابر ۵.۱۸۳، RMSE برابر ۲.۲۷۶ و R-Squared برابر با ۰.۲۷۶ بود. ماتریس درهم ریختگی در آزمایش ارزیابی صفت فرم ژنوتیپ های مراغه نشان داد که بالاترین درصد موفقیت در عملکرد مدل در ارزیابی حالت ۰۷ (بیضی کشیده) و ۰۹ (سیبی) بود که به ترتیب از مجموع ۳۹ نمونه تنها ۱۲ نمونه و از ۳۶ نمونه ۱۴ نمونه اشتباه شناسایی شدند و پایین ترین درصد موفقیت مربوط به عملکرد مدل در ارزیابی حالت ۰۲ (تخم مرغی پهن) بود که از ۵ نمونه تنها ۲ نمونه درست دسته بندی شدند (شکل ۱).

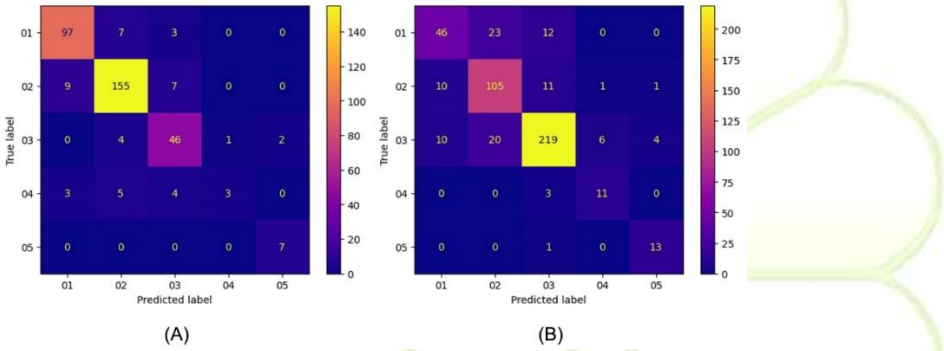


شکل ۱– (A) ماتریس درهم ریختگی صفت فرم برای ژنوتیپ های مراغه که از مجموع ۵۴ نمونه در حالت شماره (۰۰) فرم دانه ۳۳ نمونه، از ۵ نمونه حالت شماره (۰۱) ۴ نمونه، از ۶ نمونه حالت شماره (۰۲) ۳ نمونه، از ۱۱۱ نمونه حالت شماره (۰۳) ۶۷ نمونه، از ۳۱ نمونه حالت شماره (۰۴) ۲۶ نمونه، از ۲۲ نمونه حالت شماره (۰۵) ۹ نمونه، از ۶۵ نمونه حالت شماره (۰۶) ۴۶ نمونه، از ۳۸ نمونه از حالت شماره (۰۷) ۲۸ نمونه، از ۳ نمونه حالت شماره (۰۸) ۲ نمونه و از ۲۴ نمونه حالت شماره (۰۹) ۲۲ نمونه صحیح شناسایی شدند. (B) ماتریس درهم ریختگی صفت فرم برای ژنوتیپ‌های افغانستان که از مجموع ۶۶ نمونه در حالت شماره (۰۰) فرم دانه ۴۹ نمونه، از ۱۲ نمونه حالت شماره (۰۱) ۱۰ نمونه، از ۳۴ نمونه حالت شماره (۰۲) ۲۸ نمونه، از ۷۲ نمونه حالت شماره (۰۳) ۵۵ نمونه، از ۹۹ نمونه حالت شماره (۰۴) ۸۴ نمونه، از ۵۶ نمونه حالت شماره (۰۵) ۴۳ نمونه، از ۶۳ نمونه حالت شماره (۰۶) ۳۷ نمونه، از ۲۲ نمونه از حالت شماره (۰۷) ۱۰ نمونه، از ۲۴ نمونه حالت شماره (۰۸) ۱۴ نمونه و از ۵۳ نمونه حالت شماره (۰۹) ۴۸ نمونه صحیح شناسایی شدند.

بافت پوست سخت

در نمونه های افغانستان شاهد عملکرد ۷۹.۴۴ درصدی مدل در ارزیابی گردو ها برای صفت بافت پوست سخت بودیم. همچنین میزان MAE برابر ۰.۲۶۶ ، MSE برابر ۰.۳۹۱، RMSE برابر ۰.۶۲۵ و R-Squared برابر با ۰.۵۱۲ بود. بر اساس خروجی ماتریس درهم ریختگی از نتایج دسته بندی نمونه های افغانستان برای ۵ حالت صفت بافت پوست سخت ارزیابی مدل در حالت ۰۳ (متوسط) با گزینش صحیح ۲۱۹ نمونه از ۲۵۹ نمونه شاهد بالاترین در صد موفقیت و در حالت ۰۱ (بسیار نرم) با گزینش صحیح ۴۶ نمونه از ۸۱ نمونه شاهد پایین ترین درصد موفقیت در عملکرد مدل بودیم (شکل ۲).

عملکرد مدل توسعه داده شده برای تشخیص حالات مختلف صفت بافت پوست سخت در نمونه های مراغه معادل ۸۷.۲۵ درصد بود. همچنین میزان MAE معادل ۰.۱۷۲ ، MSE معادل ۰.۲۸۰ ، RMSE معادل ۰.۵۲۹ و R-Squared معادل ۰.۶۵۰ بود. طبق خروجی ماتریس درهم ریختگی از نتایج دسته بندی نمونه های مراغه می‌توان فهمید که در بین ۵ حالت صفت بافت پوست سخت، ارزیابی مدل در حالت ۰۲ (نرم) با گزینش صحیح ۱۵۵ نمونه از ۱۷۱ نمونه بالاترین درصد موفقیت و در حالت ۰۴ (زبر) با گزینش صحیح ۳ نمونه از ۱۵ نمونه پایین ترین درصد موفقیت را دارا بود (شکل ۲).



شکل ۲- (A) ماتریس درهم ریختگی صفت بافت پوست سخت برای ژنوتیپ های مراغه نشان می‌دهد که از مجموع ۱۰۹ نمونه در حالت شماره (۰۱) بافت پوست سخت ۹۷ نمونه، از ۱۷۱ نمونه شماره حالت (۰۲) ۱۵۵ نمونه، از ۶۰ نمونه حالت شماره (۰۳) ۴۶ نمونه، از ۴ نمونه حالت شماره (۰۴) ۳ نمونه و از ۹ نمونه حالت شماره (۰۵) ۷ نمونه صحیح شناسایی شدند. (B) ماتریس درهم ریختگی صفت بافت پوست سخت برای ژنوتیپ های افغانستان نشان می‌دهد که از مجموع ۶۶ نمونه در حالت شماره (۰۱) بافت پوست سخت ۴۶ نمونه، از ۱۴۸ نمونه شماره حالت (۰۲) ۱۰۵ نمونه، از ۲۴۶ نمونه حالت شماره (۰۳) ۲۱۹ نمونه، از ۱۸ نمونه حالت شماره (۰۴) ۱۱ نمونه و از ۱۸ نمونه حالت شماره (۰۵) ۱۳ نمونه صحیح شناسایی شدند.

عملکرد سامانه HTP و اعتبار سنجی داده‌ها

بررسی میانگین صفات در هر دو روش نشان‌دهنده عملکرد بهینه و دقیق سامانه مورد ارزیابی است. جدول شماره ۱ مقایسه‌ای از عملکرد سامانه با روش سنتی در ارزیابی شش صفت مهم مورد بررسی در این تحقیق ارائه می‌دهد.

جدول ۱- میانگین (SD±Mean) صفات مورد مطالعه اندازه گیری شده توسط روش دستی و HTP.

روش ارزیابی	تعداد	بافت پوست سخت	فرم دانه	شاخص فرم دانه	قطر دانه	عرض دانه	طول دانه
Manual	۴۲۶	2.27±0.88	4.39±2.47	110.96±10.21	30.85±3.03	31.19±2.78	34.37±3.84
HTP	۴۲۶	2.31±0.81	4.3±2.06	110.78±9.1	31.49±2.74	30.27±2.78	34.17±3.68

برای مقایسه عملکرد سامانه طراحی شده با روش دستی نشان داد که بین داده‌های طول دانه، شاخص فرم دانه، فرم دانه و بافت پوست سخت اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، که نشان‌دهنده دقت بالای سامانه در ارزیابی این صفات است. با این حال، اختلاف معنی‌داری در عرض دانه و قطر دانه مشاهده شد (جدول ۲). این اختلاف ممکن است ناشی از تغییرات طبیعی بین میوه‌های مختلف هر ژنوتیپ باشد، زیرا نمونه‌گیری از چند میوه برای هر ژنوتیپ انجام شده است. در کل، نتایج تایید می‌کند که سامانه HTP قابلیت ارزیابی دقیق صفات مورد مطالعه را دارد.

جدول ۲ – آزمون T-test بین داده های دستی و HTP برای صفات مورد مطالعه گردو.

صفت مورد مطالعه	df	Mean	Sig.	
طول دانه	425	0.198	0.06	ns
عرض دانه	425	0.421	0.03	*
قطر دانه	425	-0.379	0.02	*
شاخص فرم دانه	425	0.186	0.58	ns
فرم دانه	425	0.094	0.32	ns
بافت پوست سخت	425	-0.04	0.23	ns

* و ns به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

نتیجه گیری کلی

از آنجا که امر اصلاح نباتات نیاز جدی به داده‌های فنوتیپی دارد، اهمیت ارزیابی فنوتیپ از این منظر بطور ویژه مورد توجه است (Kumar and Kaushik, 2022). به زبان ساده‌تر با وجود پیشرفت‌های سریعی که در حوزه توالی یابی DNA رخ می‌دهد، ارزیابی فنوتیپ گلوگاهی است که فرایند رسیدن به عملکرد بالا را طولانی و هزینه بر جلوه می‌دهد (Fahlgren et al., 2015). سیستم طراحی شده در این پژوهش علاوه بر توانایی ارزیابی صفات از تصاویر دو بعدی قادر به تهیه داده مورد نیاز جهت بازسازی سه بعدی می‌باشد. با توجه به قابل تنظیم بودن عملگرهای مورد استفاده در این سامانه قابلیت اجرای سناریو های مختلف برای تصویر برداری از نمونه های گیاهی چه به صورت منفرد و چه بصورت جمعی برای پژوهش های فیزیولوژیک دارا است.

منابع

Bernard, A., Hamdy, S., Le Corre, L., Dirlewanger, E. and Lheureux, F. 2020. 3D characterization of walnut morphological traits using X-ray computed tomography. Plant Methods. 16(1): 1–11.

Fahlgren, N., Gehan, M. A. and Baxter, I. 2015. Lights, camera, action: High-throughput plant phenotyping is ready for a close-up. Current Opinion in Plant Biology. 24: 93–99.

Fallah, M., Vahdati, K., Hasani, D., Rasouli, M. and Sarikhani, S. 2022. Breeding of Persian walnut: Aiming to introduce late-leafing and early-harvesting varieties by targeted hybridization. Scientia Horticulturae. 295: 110885.

Hajinia, Z., Sarikhani, S. and Vahdati, K. 2021. Exploring low-chill genotypes of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in west of Iran. Genetic Resources and Crop Evolution. 68(6): 2325–2336.

Huang, Y., Ren, Z., Li, D. and Liu, X. 2020. Phenotypic techniques and applications in fruit trees: A review. Plant Methods. 16(1): 1–22.

Kumar, A. and Kaushik, P. 2022. High throughput phenotyping approach. April: 1–12.

Lee, U., Chang, S., Putra, G. A., Kim, H. and Kim, D. H. 2018. An automated, high-throughput plant phenotyping system using machine learning-based plant segmentation and image analysis. PLoS ONE. 13: 1–17.

Song, P., Wang, J., Guo, X., Yang, W. and Zhao, C. 2021. High-throughput phenotyping: Breaking through the bottleneck in future crop breeding. The Crop Journal. 9(3): 633–645.

Vahdati, K., Arab, M. M., Sarikhani, S., Sadat-Hosseini, M., Leslie, C. A. and Brown, P. J. 2020. Advances in Persian walnut (*Juglans regia* L.) breeding strategies. In: Advances in Plant Breeding Strategies: Nut and Beverage Crops. Vol. 4, pp. 401–472. Springer International Publishing.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of High-Throughput Phenotyping (HTP) Systems in Evaluating Breeding Traits of Walnut Fruit

Amirhossein Nikpendar[1], Saadat Sarikhani[1*], Payam Zarafshan[2], Seyedeh Samaneh Hosseini[3], Mostafa Navid[1], Mohammad Gholam Hakimi[1] and Koroush Vahdati[1]

1. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Tehran, Iran
2. School of Engineering, Design & Built Environment, Western Sydney University, Australia
3. Department of Horticultural Science, College of Agricultural and Natural Resource, University of Tehran, Tehran, Iran

[*]*Corresponding Author:* saadat.sarikhani@ut.ac.ir

Abstract

Traditional phenotyping methods are often time-consuming, costly, and labor-intensive posing a significant bottleneck in plant breeding program despite advancements in DNA sequencing technologies. Accurate phenotypic data are crucial for exploiting genetic diversity in walnut breeding program. Therefore, this study focused on designing and constructing a high-throughput phenotyping (HTP) system to measure key agronomic traits in walnuts during 2021-2023. The structure of the device was designed based on similar prototypes and constructed with aluminum profiles. Combining stationary data acquisition methods with manually and automatically controlled axes, the system enables both 2D and 3D imaging capabilities. Software was developed to measure traits including nut length, width, diameter, shape index, nut shape, and shell texture. To evaluate accuracy, walnut genotypes from Takhar (Afghanistan) and Maragheh (Iran), were assessed using both manual and HTP methods and compared using T-test. Results showed no significant differences in nut length, shape index, nut shape, and shell texture between the two methods, indicating the reliability of the HTP approach. Given the system's effective performance, it offers a promising tool for more rapid and precise evaluations in walnut breeding programs.

Keywords: Breeding, Image processing, Persian walnut, Phenotypic evaluation.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

توسعه سامانه هوشمند تشخیص کمبود آهن در باغات هلو با استفاده از پردازش تصویر و هوش مصنوعی

ابراهیم سپهر[1*]، نسیم حاجی‌زاده[1]، رامین ملکی[2] و آیدین ایمانی[1]
۱- گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- گروه پژوهشی شیمی تجزیه، جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *e.sepehr@urmia.ac.ir*

چکیده

کمبود آهن یکی از اختلالات مهم تغذیه‌ای در باغ‌های واقع بر خاک‌های آهکی محسوب می‌شود. روش‌های آزمایشگاهی رایج برای تشخیص این کمبود، پرهزینه، زمان‌بر و مخرب هستند. در این پژوهش، یک روش غیرمخرب بر پایه پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی برای طبقه‌بندی برگ درخت هلو بر اساس میزان کمبود آهن فعال ارائه شده است. به این منظور، ۸۰۰ نمونه برگ در تابستان ۱۴۰۰ از باغ‌های اطراف ارومیه جمع‌آوری و از نظر محتوای آهن و ویژگی‌های رنگی بررسی شدند. تصاویر برگ‌ها پس از تبدیل به فضاهای رنگی HSV و Lab، به کمک مؤلفه‌های آماری جهت استخراج ویژگی‌ها و استفاده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای کاهش ابعاد استفاده شد. سپس مدل شبکه عصبی با استفاده از ٪۷۰ داده‌ها برای آموزش و ٪۳۰ برای آزمون و اعتبارسنجی توسعه داده شد. نتایج نشان دادند که مدل با ۶ مؤلفه اصلی، بیشترین دقت (٪۸۹/۷۳) را دارد. یافته‌ها نشان دادند که تغییرات رنگ برگ رابطه قوی با آهن فعال دارد و مدل پیشنهادی می‌تواند با تکرارپذیری بالا، کمبود آهن در باغات هلو را به‌صورت دقیق در چهار سطح شناسایی کند.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، شبکه عصبی، کمبود آهن، هلو، آنالیز مولفه‌های اصلی.

مقدمه

آهن سومین ماده مغذی محدود کننده برای رشد و متابولیسم گیاه است که در درجه اول به دلیل حلالیت کم فرم آهن اکسید شده در محیط‌های هوازی است (Zhang et al., 2002). کمبود آهن یک اختلال تغذیه‌ای رایج در بسیاری از گیاهان زراعی است که منجر به عملکرد ضعیف و کاهش کیفیت غذایی می‌شود (Rout and Sahoo, 2015). در گیاهان، آهن در سنتز کلروفیل نقش دارد و برای حفظ ساختار و عملکرد کلروپلاست ضروری است. کمبود آهن سبب ایجاد اختلالاتی در سیستم فتوسنتزی و کاهش مقدار کلروفیل می‌گردد و اختلال در فتوسنتز شده که ارتباط مستقیم با کاهش انتقال الکترون دارد .(Wang et al., 2014) کمبود آهن سبب تغییر در غلظت و جذب برخی عناصر مثل منگنز و روی نیز می‌گردد (Tagliavini el al,2000). ازطرفی، آهن از مهمترین ترکیبات آنزیم‌های مرتبط با انتقال الکترون مثل سیتوکروم می‌باشد (Taiz and Zeiger. 2015).

روش‌های غیر مخرب مختلفی برای تشخیص کمبود عناصر غذایی محصولات کشاورزی توسط متخصصان تغذیه گیاهی پیشنهاد شده است، از جمله این روش‌ها می‌توان به استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری کلروفیل، توسعه تکنیک‌های آنالیز خاک برای تعیین مقادیر عناصر قابل استفاده، تصویربرداری فراطیفی و اندازه‌گیری‌های برخط با استفاده از سنجش از دور اشاره کرد (Barbedo., 2018). روش‌های فوق الذکر علاوه بر پیچیدگی اندازه‌گیری، به تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته و پرهزینه نیاز دارند و برای شرایط خاص مناسب هستند (Barbedo., 2019). یکی دیگر از روش‌های مرسوم برای تشخیص کمبود عناصر غذایی که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته استفاده از بینایی ماشین و تصویربرداری طیف مرئی است. تصاویر قرمز – سبز – آبی (RGB) به دلیل هزینه کم، قابل حمل بودن و در دسترس بودن دوربین‌های مربوطه، اغلب در بسیاری از موارد تشخیص کمبود عناصر غذایی استفاده شده است (Barbedo, 2019). علاوه بر این، تصویربرداری RGB به دلیل راحتی و ارزان بودن به طور گسترده برای تشخیص شرایط تغذیه‌ای گیاه استفاده می‌شود (Li et al., 2021). کارایی این روش پیش از این در تحقیقات بسیاری برای تشخیص کمبود عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد تأیید قرار گرفته است (Liu et al., 2017).

از میان روش‌های مختلف، تصویربرداری RGB، فلورسانس، فراطیفی و چندطیفی رایج‌ترین تکنیک‌ها محسوب می‌شوند. در بیشتر مطالعات، تمرکز بر تشخیص کمبود نیتروژن بوده است، چرا که نیتروژن نقش مؤثری در تغییر رنگ برگ و عملکرد گیاه دارد. به طور مثال، Chen و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از تصویربرداری RGB و انتخاب ویژگی به کمک SVFS و تحلیل تفکیک‌کننده فیشر، کمبود NPK در برنج را با دقتی بین ۸۳/۸۰ تا ۹۰/۷۷ درصد تشخیص دادند. در مطالعه‌ای دیگر، Vigneau و همکاران (۲۰۱۱) از مدل‌های شیمی‌سنجی مبتنی بر بازتاب طیفی برای تخمین غلظت نیتروژن برگ‌ها استفاده کرده و دقت بالا و خطای پیش‌بینی پایین را گزارش کردند. Yang و همکاران (۲۰۱۰) نیز با استفاده از تصاویر چندطیفی و شاخص‌های پوشش گیاهی (مانند NDVI)، مدل LS-SVM را برای تخمین نیتروژن خیار توسعه دادند که همبستگی ۰/۹۲ را نشان داد. این مطالعات کارایی بالای روش‌های تصویربرداری در تحلیل تغذیه گیاهی را نشان می‌دهند.

کمبود آهن در درختان هلو به شکل‌های متفاوتی بروز می‌کند و هر سطح از این کمبود نیازمند میزان خاصی از کوددهی است. بنابراین، وجود روشی ساده، دقیق و پایدار برای تشخیص درجه کمبود آهن می‌تواند نقش مؤثری در توسعه ابزارهای هوشمند برای ارائه توصیه‌های بهینه تغذیه‌ای ایفا کند (Firuzi et al., 2025). بر همین اساس، در این پژوهش یک پایگاه داده شامل برگ‌های هلو در چهار سطح کمبود آهن ایجاد گردید و مدلی مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی برای طبقه‌بندی خودکار این برگ‌ها بر اساس شدت کمبود آهن توسعه داده شد.

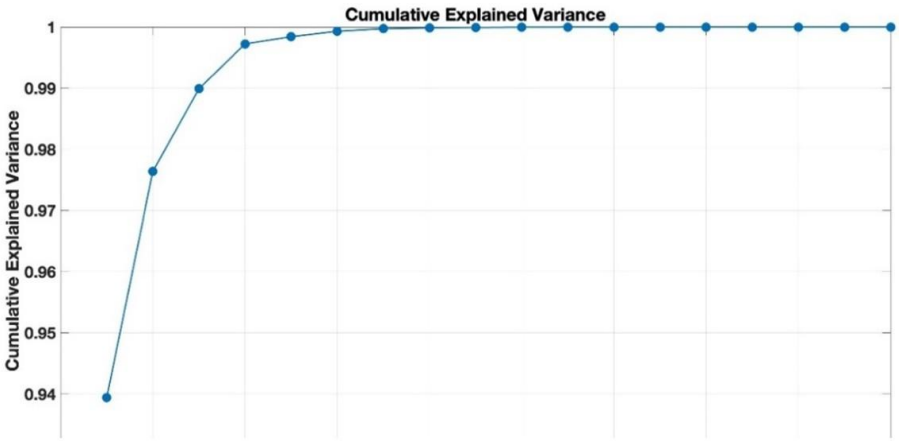
مواد و روش‌ها

در این مطالعه، به‌منظور توسعه سامانه‌ای هوشمند برای تشخیص کمبود آهن فعال در برگ درخت هلو، ۸۰۰ نمونه برگ دارای سطوح مختلف کمبود از باغ‌های اطراف ارومیه در تابستان ۱۴۰۱ جمع‌آوری شد. نمونه‌ها پس از نگهداری در شرایط مناسب، با دوربین گوشی هوشمند (iPhone 6s) در پس‌زمینه سفید تصویربرداری شدند. تصاویر به‌صورت رنگی در فضای RGB و با فرمت JPEG ثبت گردید. برای اندازه‌گیری آهن فعال (Fe^{2+})، نمونه‌ها پس از شست‌وشو و آماده‌سازی، با استفاده از محلول فنانترولین و دستگاه جذب اتمی (Shimadzu AA-6300) مورد آنالیز قرار گرفتند. سپس، بر اساس مقادیر اندازه‌گیری‌شده، تصاویر برگ (با روش K-Nearest Neighbors - KNN) به چهار کلاس: بدون کمبود، کم، متوسط و شدید طبقه‌بندی شدند. در مرحله بعد، پیکسل‌های پس‌زمینه با استفاده از شاخص ExG حذف شدند (شکل ۱). سپس به‌منظور توسعه مدل، ویژگی‌های آماری (میانگین و انحراف معیار) از کانال‌های رنگی در فضاهای RGB، HSV و Lab استخراج شد. با هدف کاهش ابعاد و جلوگیری از پیچیدگی مدل، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) روی داده‌های ورودی اعمال گردید. ساختار شبکه عصبی شامل یک لایه پنهان با تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید و یک لایه خروجی با تابع فعال‌سازی خطی طراحی شد. برای بهینه‌سازی ساختار، مدل با تعداد نورون‌های مختلف (۱ تا ۵۰) در ۱۰۰ تکرار آموزش داده شد. معیارهای عملکرد شامل دقت (Accuracy)، صحت (Precision)، بازیابی (Recall) و F1-score برای ارزیابی مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در پایان هر تکرار، مقادیر چهار معیار ثبت گردید. در نهایت، مدل با ۶ مؤلفه اصلی و ساختار بهینه شبکه بهترین عملکرد را نشان داد. توسعه و ارزیابی مدل‌ها با استفاده از نرم‌افزار MATLAB 2018 انجام شد.



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱– مراحل حذف پس‌زمینه توسط شاخص ExG برای الف) تصویر اصلی، ب) تصویر ExG قبل از آستانه گذاری و ج) تصویر گیاه بدون پس‌زمینه پس از اعمال آستانه‌گذاری



شکل ۲– تغییرات واریانس تجمعی نسبت به تعداد مولفه‌های اصلی در آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA).

نتایج و بحث

توسعه مدل و انتخاب ساختار بهینه

برای طراحی یک سامانه طبقه‌بندی دقیق مبتنی بر یادگیری ماشین جهت شناسایی سطوح کمبود آهن فعال در برگ درخت هلو، از ترکیب تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) استفاده شد. ابتدا، ۳۶ ویژگی آماری از تصاویر برگ‌ها در فضاهای رنگی مختلف استخراج شد. به‌منظور کاهش ابعاد داده و جلوگیری از پیچیدگی مدل، تحلیل PCA روی این ویژگی‌ها اعمال گردید. نتایج نشان داد که مؤلفه اول به‌تنهایی بیش از ۹۳٪ و چهار مؤلفه اول بیش از ۹۹٪ از واریانس کل داده‌ها را توضیح می‌دهند (شکل ۲). برای بررسی عملکرد مدل، ۹ بردار ویژگی با ترکیب‌های تجمعی از مولفه‌های اول تا نهم ایجاد و برای هر یک، مدل ANN مجزا طراحی شد. برای هر مدل، تعداد بهینه نورون‌های لایه پنهان از ۱ تا ۵۰ به‌صورت سیستمی بررسی و آموزش داده شد. آموزش با الگوریتم Levenberg-Marquardt و تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید در لایه پنهان و تابع خطی در لایه خروجی انجام شد. ساختار شبکه شامل یک لایه پنهان و یک لایه خروجی با چهار نورون (مطابق با چهار کلاس کمبود آهن) بود. داده‌ها به نسبت ۷۰٪ آموزش و ۳۰٪ تست/اعتبارسنجی تقسیم شدند.

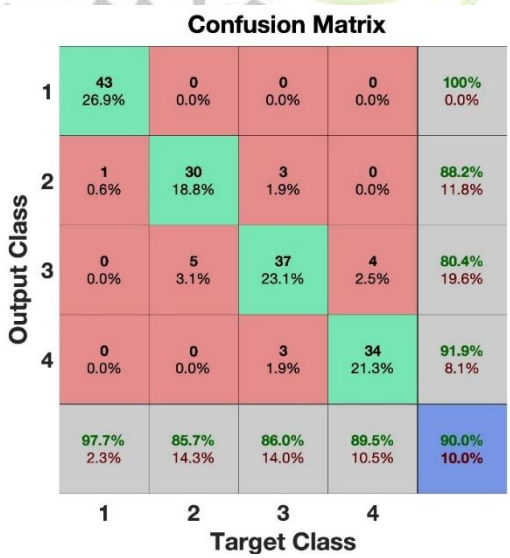
تحلیل نتایج و عملکرد طبقه‌بندی

به‌منظور ارزیابی پایداری مدل، فرآیند آموزش و آزمون ۱۰۰ بار با تقسیم‌بندی تصادفی داده‌ها و مقداردهی اولیه تصادفی وزن‌ها تکرار شد و مقادیر میانگین و انحراف معیار معیارهای دقت، صحت، بازیابی و F1-score بین این تکرارها محاسبه گردید؛ به‌طوری‌که انحراف معیار بیانگر میزان تغییر عملکرد مدل در تکرارهای مختلف است. تحلیل عملکرد مدل‌ها نشان داد مدل با ساختار ۴–۳۶–۶ توانست به دقت ۸۹/۷۳% (±۰/۵۴)، صحت ۸۹/۵۹% (±۰/۵۷)، بازیابی ۸۹/۵۲% (±۰/۵۱) و معیار F برابر با ۸۹/۵۵ % (±۰/۵۴) دست یابد (جدول ۱). همچنین، با توجه به انحراف معیار پایین، مدل ۶ از ثبات بالایی نیز برخوردار بود. نتایج مشابهی توسط وصالی و همکاران (۲۰۱۵) و لیو و همکاران (۲۰۱۰) در برآورد میزان کلروفیل برگ‌های ذرت و برنج با استفاده از پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی مصنوعی گزارش شده است. همچنین، شاو و هی (۲۰۱۳) با بهره‌گیری از پردازش تصاویر مرئی و مادون قرمز نزدیک و مدل ماشین بردار پشتیبان(SVM) ، میزان

آهن و روی در گیاه برنج را با دقت ۰/۶۷۳۱ برآورد کردند. برای بررسی دقیق‌تر رفتار مدل، ماتریس اغتشاش برای داده‌های تست محاسبه شد (شکل ۳). اعداد داخل هر سلول، تعداد نمونه و نسبت آنها به کل مجموعه آزمون را نمایش می‌دهند. ستون‌ها بیانگر کلاس واقعی (Target Class) و ردیف‌ها بیانگر کلاس پیش‌بینی‌شده (Output Class) هستند. به‌طور کلی، مدل توانست بیشترین دقت را در طبقه‌بندی کلاس ۱ (بدون کمبود) و کلاس ۴ (کمبود شدید) کسب کند، به طوری که بازیابی این دو کلاس به ترتیب ۹۷/۷٪ و ۸۹/۵٪ و دقت آن‌ها به ترتیب ۱۰۰٪ و ۹۱/۹٪ بود. در مقابل، کمترین دقت و بازیابی مربوط به کلاس ۳ (کمبود متوسط) بود، با بازیابی ۸۰/۴٪ و دقت ۸۶/۰٪ خطاهای این کلاس به طور کلی به اشتباه در کلاس‌های مجاور یعنی کلاس ۲ (کمبود کم) یا کلاس ۴ (کمبود شدید) پیش‌بینی شده‌اند. این امر به شباهت ظاهری برگ‌ها در سطوح متوسط و کم یا متوسط و شدید کمبود آهن برمی‌گردد، به ویژه زمانی که تغییر رنگ در مراحل میانی کمبود، تدریجی و کمتر محسوس است. کلاس ۲ (کمبود کم) نیز با بازیابی ۸۵/۷٪ و دقت ۸۸/۲٪ عملکرد قابل قبولی داشت، اما بخشی از نمونه‌های آن به کلاس ۳ (کمبود متوسط) منتقل شدند. بررسی خطاها نشان می‌دهد که تمام اشتباهات پیش‌بینی بین کلاس‌های مجاور رخ داده و مدل تقریباً هیچ نمونه‌ای را بین کلاس‌های غیر مجاور جابجا نکرده است. این موضوع نشان می‌دهد که مرزهای تصمیم‌گیری مدل از نظر ترتیب شدت کمبود آهن منطقی است و با روند تدریجی تغییر رنگ برگ‌ها همخوانی دارد. از دیدگاه کاربردی، این الگوی خطا اهمیت زیادی دارد، زیرا جابه‌جایی نمونه‌ها بین کلاس‌های مجاور، تأثیر کمتری بر توصیه‌های تغذیه‌ای نسبت به خطاهای بزرگ‌تر (مثلاً تشخیص کمبود شدید به عنوان بدون کمبود) دارد. بنابراین، مدل پیشنهادی علاوه بر دقت کلی مناسب، از پایداری عملی بالایی نیز برخوردار است. در مجموع، مدل PCA-ANN توسعه‌یافته با ۶ مؤلفه اصلی و ۳۶ نورون در لایه پنهان، به‌عنوان ساختار بهینه انتخاب شد. این مدل توانست با دقت بالا و پایداری مناسب، برگ‌های درخت هلو را در چهار سطح کمبود آهن فعال به‌درستی طبقه‌بندی کند و قابلیت استفاده در سامانه‌های هوشمند کشاورزی را دارا است.

جدول ۱- نتایج مدل شبکه عصبی توسعه داده شده برای طبقه‌بندی

Structure	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)
۶ - ۳۶ – ۴	۸۹/۷۳ ± ۰/۵۴	۸۹/۵۹ ± ۰/۵۷	۸۹/۵۲ ± ۰/۵۱	۸۹/۵۵ ± ۰/۵۴



شکل ۳- ماتریس اغتشاش مربوط مدل با ساختار ۴ – ۳۶ – ۶ برای داده‌های تست در طبقه‌بندی کلاس‌های بدون کمبود (۱)، کمبود کم (۲)، کمبود متوسط (۳) و کمبود شدید (۴).

منابع

Barbedo, J. G. A. 2018. Factors influencing the use of deep learning for plant disease recognition. Biosystems Engineering. 172: 84–91.

Barbedo, J. G. A. 2019. Detection of nutrition deficiencies in plants using proximal images and machine learning: A review. Computers and Electronics in Agriculture. 162: 482–492.

Chen, L., Lin, L., Cai, G., Sun, Y., Huang, T., Wang, K. and Deng, J. 2014. Identification of nitrogen, phosphorus, and potassium deficiencies in rice based on static scanning technology and hierarchical identification method. PLoS ONE. 9(11): e113200.

Firuzi, S., Sepehr, E., Imani, A. and Hossein Pour, S. 2025. Development of an artificial neural network-based model for estimating the active iron content in grape leaves. Iranian Journal of Soil and Water Research. 55(11): 2145–2156.

Li, J., Cao, X., Jia, X., Liu, L., Cao, H., Qin, W. and Li, M. 2021. Iron deficiency leads to chlorosis through impacting chlorophyll synthesis and nitrogen metabolism in Areca catechu L. Frontiers in Plant Science. 12.

Liu, B., Zhang, Y., He, D. and Li, Y. 2017. Identification of apple leaf diseases based on deep convolutional neural networks. Symmetry. 10(1): 11.

Rout, G. R. and Sahoo, S. 2015. Role of iron in plant growth and metabolism. Reviews in Agricultural Science. 3: 1–24.

Tagliavini, M., Abadía, J., Rombolà, A. D., Abadía, A., Tsipouridis, C. and Marangoni, B. 2000. Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. Journal of Plant Nutrition. 23(11–12): 2007–2022.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M. and Murphy, A. 2015. Plant physiology and development. 6th ed. Sinauer Associates, Incorporated.

Vigneau, N., Ecarnot, M., Rabatel, G. and Roumet, P. 2011. Potential of field hyperspectral imaging as a non-destructive method to assess leaf nitrogen content in wheat. Field Crops Research. 122(1): 25–31.

Wang, Y., Wang, D., Shi, P. and Omasa, K. 2014. Estimating rice chlorophyll content and leaf nitrogen concentration with a digital still color camera under natural light. Plant Methods. 10: 1–11.

Yang, W., Nick, S. and Li, M. 2010. Nitrogen content testing and diagnosing of cucumber leaves based on multispectral images. Spectroscopy and Spectral Analysis. 30(1): 210–213.

Zhang, N., Wang, M. and Wang, N. 2002. Precision agriculture: A worldwide overview. Computers and Electronics in Agriculture. 36: 113–132.

Development of an intelligent system for detecting iron deficiency in peach orchards using image processing and artificial intelligence

Ebrahim Sepehr[1]*, Nasim Hajizade [1], Ramin Maleki[2] and Aydin Imani[1]
1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Department of Analytical Chemistry, Academic Center for Education, Culture and Research of West Azerbaijan, Urmia, Iran
Corresponding Author: e.sepehr@urmia.ac.ir

Abstract

Iron deficiency is one of the most important nutritional disorders in orchards planted on calcareous soils. Conventional laboratory methods to detect this deficiency are costly, time consuming, and destructive. In this study, a non-destructive method based on image processing and an artificial neural network (ANN) was developed to classify the leaves of peach trees according to the severity of active iron deficiency. A total of 800 leaf samples were collected from orchards around Urmia, Iran, in the summer of 2021 and analyzed for active iron content and color features. Leaf images were converted to HSV and Lab color spaces, and statistical features were extracted. Principal component analysis (PCA) was used for dimensionality reduction. The ANN model was trained with 70% of the data and tested/validated with the remaining 30%. The results showed that the model with six principal components achieved the highest accuracy (89.73%). The results showed a strong correlation between the changes in leaf color and active iron content, indicating that the proposed model, can accurately identify iron deficiency in peach orchards at four different severity levels with high repeatability.

Keywords: Image Processing, Iron Deficiency, Neural Network, Peach, Principal Component Analysis.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

باغبانی هوشمند در عصر هوش مصنوعی: فرصت‌ها، محدودیت‌ها و روندهای نوظهور

پدرام عصار[1*] و لیلا تقی‌پور[1]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران
*نویسنده مسئول: *Pedramassar@gmail.com; Pedramassar@jahromu.ac.ir*

چکیده

بخش باغبانی در حال تجربه تحول سریع از طریق ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی است. در مواجهه با چالش‌های فزاینده‌ای نظیر تقاضای جهانی غذا، کمبود نیروی کار، تغییر اقلیم و محدودیت منابع، باغبانی نوین به طور فزاینده‌ای به هوش مصنوعی برای ارتقای بهره‌وری، دقت و پایداری متکی است. این مقاله کاربردهای کنونی و بالقوه هوش مصنوعی در باغبانی را مرور می‌کند که شامل کنترل هوشمند اقلیم گلخانه، تشخیص بیماری و آفات، پیش‌بینی عملکرد، بهینه‌سازی منابع، به‌نژادی گیاهان، فرآوری پس از برداشت و رباتیک است. روش‌های پیشرفته‌ای مانند یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی و هوش مصنوعی اشیا (AIoT) امکان ایجاد سامانه‌های هوشمند پشتیبان تصمیم، خودکارسازی و مدیریت تطبیقی محصول را در مقیاس‌های مختلف فراهم می‌کنند. افزون بر این، ادغام هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های چند-اُمیکی، راه را برای باغبانی دقیق متناسب با تغییرپذیری ژنتیکی و محیطی هموار می‌سازد. با وجود مزایای قابل توجه، چندین چالش همچنان پابرجاست که شامل پیچیدگی فنی، ناهمگنی داده‌ها، محدودیت‌های زیرساختی و شکاف در دانش و تخصص است. در چشم‌انداز آینده، همگرایی هوش مصنوعی، هوش مصنوعی اشیا و فناوری‌های خودکارسازی، چارچوبی امیدبخش برای گذار باغبانی سنتی به یک سامانه تولیدی داده‌محور، هوشمند و تاب‌آور ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: باغبانی دقیق، کشاورزی هوشمند، مدیریت پایدار محصول، هوش مصنوعی، هوش مصنوعی اشیا.

مقدمه

بخش جهانی باغبانی با فشار روزافزونی برای تولید غذای بیشتر و با کیفیت بالاتر با استفاده از منابع کمتر مواجه است. افزایش جمعیت جهان، کمبود زمین و نیروی کار، و اثرات نامطلوب تغییر اقلیم، نیاز به شیوه‌های نوآورانه و داده‌محور کشاورزی را تشدید کرده است (Hemming et al., 2019). هوش مصنوعی که دربرگیرنده فناوری‌هایی مانند یادگیری ماشین، بینایی رایانه‌ای و خودکارسازی هوشمند است، به سرعت به عنوان یک نیروی تحول‌آفرین در باغبانی در حال ظهور است. برخلاف کشاورزی سنتی، تولیدات باغبانی با محصولات با ارزش بالا، نیازهای مدیریتی دقیق، و حساسیت به تغییرپذیری محیطی شناخته می‌شود که این ویژگی‌ها آن را به‌ویژه برای سامانه‌های تقویت‌شده با هوش مصنوعی مناسب می‌سازد (Saxena, 2023; Poenaru et al., 2025).

کاربردهای کنونی هوش مصنوعی در باغبانی

الگوریتم‌های هوش مصنوعی به طور فزاینده‌ای برای کنترل محیط‌های گلخانه‌ای به‌کار گرفته می‌شوند و جایگزین مدیریت تنظیمات توسط گلخانه‌داران انسانی به‌صورت سنتی و دستی می‌شوند. رویکردهای یادگیری ماشین شامل شبکه‌های عصبی، یادگیری تقویتی و الگوریتم‌های ژنتیکی، با تحلیل داده‌های حسگرها و خودکارسازی تصمیم‌هایی که پیش‌تر توسط گلخانه‌داران باتجربه اتخاذ می‌شد، شرایط رشد را بهینه می‌کنند (Hemming et al., 2019). این خودکارسازی به‌ویژه در شرایطی ارزشمند است که کشاورزی گلخانه‌ای به محیط‌های غیرسنتی مانند کشاورزی عمودی و محیط‌های شهری گسترش می‌یابد؛ جایی که کاربران اغلب فاقد تخصص سنتی کشت هستند (Proietti et al., 2021).

فناوری‌های بینایی رایانه‌ای و یادگیری عمیق عملکرد چشمگیری در شناسایی بیماری‌ها و آفات گیاهی از طریق تحلیل تصویر نشان داده‌اند. شبکه‌های عصبی کانولوشنی می‌توانند مشکلات سلامت گیاه را با دقتی بیش از ۹۵ درصد تشخیص دهند و در بسیاری موارد از متخصصان انسانی نیز عملکرد بهتری داشته باشند (Poenaru et al., 2025). این سامانه‌ها از طریق کاربردهای تلفن هوشمند یا دوربین‌های

متصل به اینترنت اشیا، امکان مداخله زودهنگام را فراهم می‌کنند، در حالی که تصویربرداری ابرطیفی تخصصی امکان کاربرد هدفمند آفت‌کش‌ها را فراهم ساخته و مصرف مواد شیمیایی را کاهش می‌دهد (Poenaru et al., 2025).

فناوری‌های هوش مصنوعی با پایش شرایط و بهینه‌سازی نهاده‌های تولید، پشتیبانی تصمیم را در سطح مزرعه ارتقا می‌دهند. برای نمونه، سکوی آبیاری QUHOMA که با تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده مبتنی بر هوش مصنوعی توسعه یافته است، مصرف آب را در کشت توت‌فرنگی در مقایسه با روش‌های سنتی آبیاری به‌طور معناداری کاهش داده است (۱۱–۶ درصد کمتر) (Linaza et al., 2021). سامانه‌های مشابه، حسگرهای اینترنت اشیا را با هوش مصنوعی ادغام می‌کنند تا کاربرد کود، کنترل آفات و سایر جنبه‌های مدیریت منابع را بهینه سازند (Poenaru et al., 2025).

مدل‌های یادگیری ماشین، داده‌های سری زمانی مربوط به عوامل محیطی مانند دما، نور و آبیاری را برای پیش‌بینی عملکرد و زمان بهینه برداشت تحلیل می‌کنند (Poenaru et al., 2025). این قابلیت‌های پیش‌بینی به کشاورزان کمک می‌کند منابع را اثربخش‌تر برنامه‌ریزی کرده و زمان‌بندی بازار را بهبود بخشند (Saxena, 2023).

هوش مصنوعی برنامه‌های به‌نژادی بذر را برای توسعه ارقام بهبودیافته گیاهی از طریق گزینش ژنومی، فنوتیپ‌برداری خودکار و ارائه توصیه‌هایی برای تلاقی، تسریع می‌کند (Rani et al., 2023). این فناوری‌ها به شناسایی صفات مطلوب و بهینه‌سازی فرایندهای به‌نژادی کمک می‌کنند؛ فرایندهایی که در غیر این صورت ممکن است به فصل‌های رشد متعدد نیاز داشته باشند.

سامانه‌های رباتیک تخصصی تقویت‌شده با بینایی رایانه‌ای برای عملیات برداشت میوه، از جمله برداشت گیلاس، زردآلو، سیب، هلو و انگور در حال توسعه هستند (Yin et al., 2021; Yoshida et al., 2022). همچنین سامانه‌های چندرباته که وسایل نقلیه زمینی و هوایی را با هم ترکیب می‌کنند، افزایش کارایی در پایش محصول و گردآوری اطلاعات در باغبانی فضای باز را نشان داده‌اند (Dutta et al., 2021; Poenaru et al., 2025).

هوش مصنوعی و یادگیری ماشین عملیات پس از برداشت را، از جمله درجه‌بندی مواد غذایی بر اساس اندازه، وزن و رنگ، متحول کرده‌اند؛ امری که موجب کاهش ضایعات و تضمین استانداردهای کیفیت می‌شود (Rani et al., 2023). در انبارداری کشاورزی، هوش مصنوعی از کنترل موجودی، تضمین کیفیت، لجستیک و تحلیل بازار برای افزایش اثربخشی عملیاتی پشتیبانی می‌کند (Rani et al., 2023).

فناوری‌ها و رویکردهای اصلی هوش مصنوعی

چندین فناوری هوش مصنوعی در نوآوری باغبانی نقشی محوری دارند. ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) و XGBoost برای وظایف طبقه‌بندی و پیش‌بینی به‌کار می‌روند، در حالی که شبکه‌های عصبی برای انتقال داده، یکپارچه‌سازی و یادگیری استفاده می‌شوند (Saxena, 2023). یادگیری تقویتی در کنترل محیط‌های گلخانه‌ای و بهینه‌سازی مصرف منابع از طریق به‌روزرسانی پویای خط‌مشی‌ها، قابلیت امیدبخشی نشان داده است (Hemming et al., 2019; Platero-Horcajadas et al., 2024).

بینایی رایانه‌ای که اغلب با استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشنی و تصویربرداری ابرطیفی پیاده‌سازی می‌شود، تشخیص بلادرنگ اختلالات فیزیولوژیک، آفات و ناهنجاری‌های رشد را امکان‌پذیر می‌سازد (Akbar et al., 2024). هوش مصنوعی اشیا، هوش مصنوعی را با شبکه‌های حسگری ادغام می‌کند تا پاسخ‌های هوشمند و خودکار به شرایط متغیر گیاه فراهم شود (Yuan et al., 2025).

مزایا و اثرات راهبردی

هوش مصنوعی با ارائه بینش‌های دقیق و داده‌محور برای تخصیص منابع، پایش محصول و پیشگیری از بیماری، بهره‌وری را افزایش می‌دهد (Babakhouya et al., 2023). برای مثال، در کشت توت‌فرنگی، سامانه‌های آبیاری مبتنی بر هوش مصنوعی مانند QUHOMA در مقایسه با روش‌های سنتی، مصرف آب را ۱۱–۶ درصد کاهش داده‌اند (Linaza et al., 2021).

از نظر پایداری، هوش مصنوعی استفاده کارآمدتر از نهاده‌هایی مانند آب، کود و انرژی را امکان‌پذیر ساخته و انتشار گازهای گلخانه‌ای و خسارات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد (Abdelmigid et al., 2022). هوش مصنوعی همچنین انتقال دانش را، به‌ویژه در مناطقی با ظرفیت فنی محدود، تسهیل می‌کند و دسترسی به تصمیم‌های در سطح تخصصی را عمومی می‌سازد (Eli-Chukwu, 2019; Hemming et al., 2019).

اهمیت و ضرورت

هوش مصنوعی به‌طور فزاینده‌ای برای باغبانی ضروری است، نه صرفاً سودمند. این فناوری، محدودیت‌هایی مانند کمبود تخصص، محدودیت منابع و تنش‌های اقلیمی را تاحدودی برطرف می‌کند و در عین حال از تولید با کیفیت بالا و کشاورزی نسل پنج پشتیبانی می‌نماید (Hemming et al., 2019; Fuentes et al., 2023).

چالش‌ها و محدودیت‌ها

با وجود ظرفیت‌های امیدبخش، پذیرش هوش مصنوعی در باغبانی با چندین چالش مواجه است. نخست، بسیاری از بهره‌برداران فاقد تخصص فنی لازم برای کار با سامانه‌های پیچیده هوش مصنوعی هستند و این امر نیاز به رابط‌های کاربری شهودی‌تر و کاربرپسندتر را ایجاب می‌کند (Poenaru et al., 2025). ناهمگنی داده‌ها و فقدان استانداردسازی در قالب‌ها، آموزش مدل و یکپارچه‌سازی سامانه‌ها را دشوار می‌سازد (Thirumagal et al., 2023).

محدودیت‌های زیرساختی، مانند نیاز به حسگرها، اتصال قابل اعتماد و طراحی گلخانه‌های سازگار با هوش مصنوعی، می‌تواند پذیرش این فناوری را در مناطق در حال توسعه یا پروژه‌های کوچک‌مقیاس با مانع مواجه سازد (Hemming et al., 2019). نگرانی‌های امنیتی و حریم خصوصی نیز هم‌زمان با اتصال دیجیتال مزارع رو به افزایش است (Poenaru et al., 2025). افزون بر این، سامانه‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه سکوهای رباتیک، ممکن است انرژی‌بر باشند که این موضوع نگرانی‌هایی در خصوص هزینه و اثرات زیست‌محیطی ایجاد می‌کند (Dutta et al., 2021; Poenaru et al., 2025).

هوش مصنوعی و کشاورزی هوشمند در ایران

در ایران، کاربرد فناوری‌های هوش مصنوعی و کشاورزی هوشمند در سال‌های اخیر، به‌ویژه در مدیریت گلخانه، شتاب قابل توجهی یافته است. بر اساس درگاه خبری Omiderooz (2025)، نخستین گلخانه هوشمند هیدروپونیک مبتنی بر اینترنت اشیا کشور که در شهرستان نظرآباد استان البرز احداث شده است، شبکه‌های حسگری گسترده کم‌مصرف دوربرد (LoRaWAN) را برای پایش در مقیاس خرد و بهینه‌سازی منابع یکپارچه می‌کند. به‌طور مشابه، کارخانه گیاهی هوشمند توسعه‌یافته توسط شرکت ره رویش راد (از شرکت‌های وابسته به پارک علم و فناوری دانشگاه تهران) ظرفیت بالقوه کشاورزی عمودی یکپارچه با اینترنت اشیا را نشان می‌دهد. این سامانه فشرده (دو متر مربع، سه طبقه، شش سینی) قادر است تا ۴۰۰۰ نشا تولید کند، در حالی که عملکرد محصول را ۴۰۰ درصد افزایش و مصرف آب را ۹۵ درصد و مصرف کود را ۶۰ درصد کاهش می‌دهد. پارامترهای کلیدی رشد مانند دما، رطوبت، رطوبت خاک، دی‌اکسید کربن و نور از طریق حسگرها پایش می‌شوند. این امر کنترل خودکار محیط، آبیاری و نوردهی را امکان‌پذیر می‌سازد. این سامانه مدیریت از راه دور از طریق رابط‌های وب یا تلفن همراه را فراهم می‌کند و از واحدهای خانگی تا گلخانه‌های تجاری در ابعاد کانتینری یا بزرگ‌تر، قابلیت مقیاس‌پذیری دارد؛ در نتیجه، تولیدی کارآمد، باکیفیت و صرفه‌جویانه در مصرف منابع ارائه می‌دهد که به امنیت غذایی شهری کمک می‌کند (University of Tehran News Agency, 2021).

چشم‌اندازهای آینده

در آینده، یادگیری عمیق و هوش مصنوعی اشیا با افزایش حجم داده‌ها، نقش برجسته‌تری خواهند یافت. یکپارچه‌سازی با داده‌های چند-اُمیکی از باغبانی دقیق پشتیبانی خواهد کرد؛ جایی که تصمیم‌ها متناسب با زمینه‌های ژنتیکی و محیطی هر گیاه تنظیم می‌شوند

(Cembrowska-Lech et al., 2023). کشاورزی عمودی به‌طور قابل توجهی از توانایی هوش مصنوعی در ایجاد محیط‌های کاملاً کنترل‌شده و غلبه بر موانع هزینه‌ای کنونی بهره‌مند خواهد شد (Chaurasiya et al., 2025).

یادگیری تقویتی ظرفیت هیجان‌انگیزی برای تصمیم‌گیری پویا، مانند راهبردهای تطبیقی آبیاری، هرس یا کوددهی بر اساس بازخورد بلادرنگ ایجاد خواهد کرد (Zhang et al., 2023). سامانه‌های خودمختار نیز مدیریت امور نیازمند نیروی کار زیاد و زمان‌بر مانند کاشت، برداشت و تشخیص بیماری را ساده‌تر خواهند کرد.

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی دیگر گزینه‌ای آینده‌نگرانه نیست، بلکه ضرورتی راهبردی برای باغبانی نوین است. این فناوری با پرداختن به کمبود نیروی کار، تاب‌آوری اقلیمی، مدیریت دقیق و پایدار، چارچوبی جامع برای تحول در شیوه‌های باغبانی ارائه می‌دهد. تداوم پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و توسعه زیرساخت‌ها برای تحقق کامل ظرفیت و تضمین دسترسی عادلانه به مزایای آن در مقیاس‌ها و جغرافیای مختلف ضروری است.

منابع

Abdelmigid, H. M., Baz, M., AlZain, M. A., Al-Amri, J. F., Zaini, H. G., Abualnaja, M., Morsi, M. M. and Alhumaidi, A. 2022. Spatiotemporal deep learning model for prediction of Taif rose phenotyping. Agronomy. 12(4): 807.

Akbar, J. U., Kamarulzaman, S. F., Muzahid, A. J., Rahman, M. A. and Uddin, M. 2024. A comprehensive review on deep learning assisted computer vision techniques for smart greenhouse agriculture. IEEE Access. 12: 4485–4522.

Babakhouya, A., Naji, A., Daaif, A. and Hnini, A. 2023. Leveraging artificial intelligence in the agri-food industry: A comprehensive review. E3S Web of Conferences. 469: 00079.

Cembrowska-Lech, D., Krzemińska, A., Miller, T., Nowakowska, A., Adamski, C., Radaczyńska, M., Mikiciuk, G. and Mikiciuk, M. 2023. An integrated multi-omics and artificial intelligence framework for advanced plant phenotyping in horticulture. Biology. 12(10): 1298.

Chaurasiya, P., Kumar, S., Patel, V. K. and Pandey, O. C. 2025. Revolutionizing crop production: AI-driven precision agriculture, vertical farming, and sustainable resource optimization. International Journal of Advanced Biochemistry Research. 9(3): 506–519.

Dutta, A., Roy, S., Kreidl, O. P. and Bölöni, L. 2021. Multi-robot information gathering for precision agriculture: Current state, scope, and challenges. IEEE Access. 9: 1–1.

Eli-Chukwu, N. C. 2019. Applications of artificial intelligence in agriculture: A review. Engineering, Technology and Applied Science Research. 9(4): 4377–4383.

Fuentes, S., Tongson, E. and Gonzalez Viejo, C. 2023. New developments and opportunities for AI in viticulture, pomology, and soft-fruit research: A mini-review and invitation to contribute articles. Frontiers in Horticulture. 2: 1282615.

Hemming, S., de Zwart, F., Elings, A., Righini, I. and Petropoulou, A. 2019. Remote control of greenhouse vegetable production with artificial intelligence—greenhouse climate, irrigation, and crop production. Sensors. 19(8): 1807.

Linaza, M. T., Posada, J., Bund, J., Eisert, P., Quartulli, M., Döllner, J., Pagani, A., Olaizola, I. G., Barriguinha, A., Moysiadis, T. and Lucat, L. 2021. Data-driven artificial intelligence applications for sustainable precision agriculture. Agronomy. 11(6): 1227.

Platero-Horcajadas, M., Pardo-Pina, S., Cámara-Zapata, J.-M., Brenes-Carranza, J.-A. and Ferrández-Pastor, F.-J. 2024. Enhancing greenhouse efficiency: Integrating IoT and reinforcement learning for optimized climate

control. Sensors. 24(24): 8109.

Poenaru, M. M., Manta, L. F., Gherțescu, C. and Manta, A. G. 2025. Shaping the future of horticulture: Innovative technologies, artificial intelligence, and robotic automation through a bibliometric lens. Horticulturae. 11(5): 449.

Proietti, M., Bianchi, F., Marini, A., Menculini, L., Termite, L., Garinei, A., Biondi, L. and Marconi, M. 2021. Edge intelligence with deep learning in greenhouse management. In: Proceedings of the 10th International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems. pp. 180–187. SCITEPRESS – Science and Technology Publications.

Rani, R., Sahoo, J., Bellamkonda, S., Kumar, S. and Pippal, S. K. 2023. Role of artificial intelligence in agriculture: An analysis and advancements with focus on plant diseases. IEEE Access. 11: 137999–138019.

Saxena, P. 2023. From text to trends: A unique garden analytics perspective on the future of modern agriculture. arXiv. abs/2309.12579.

Thirumagal, P. G., Abdulwahid, A. H., HadiAbdulwahid, A., Kholiya, D., Rajan, R. and Gupta, M. 2023. IoT and machine learning based affordable smart farming. In: Eighth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM). pp. 1–6.

Yin, W., Wen, H., Ning, Z., Ye, J., Dong, Z. and Luo, L. 2021. Fruit detection and pose estimation for grape cluster-harvesting robot using binocular imagery based on deep neural networks. Frontiers in Robotics and AI. 8: 626989.

Yoshida, T., Onishi, Y., Kawahara, T. and Fukao, T. 2022. Automated harvesting by a dual-arm fruit harvesting robot. Robomech Journal. 9: 19.

Yuan, X., Hu, J., Marcelis, L. F. M., Heuvelink, E., Peng, J., Yang, X. and Yang, Q. 2025. Advanced technologies in plant factories: Exploring current and future economic and environmental benefits in urban horticulture. Horticulture Research. 12(5): uhaf024.

Zhang, Z., Epstein, S. L., Breen, C., Xia, S., Zhu, Z. and Volkmann, C. 2023. Robots in the garden: Artificial intelligence and adaptive landscapes. arXiv. abs/2305.13019.

https://news.ut.ac.ir/fa/news/19287

https://omiderooz.ir/?p=39927

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Intelligent horticulture in the age of AI: Opportunities, limitations, and emerging trends

Pedram Assar[1]* and Leila Taghipour[1]
1. Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
Corresponding Author: Pedramassar@gmail.com; Pedramassar@jahromu.ac.ir

Abstract

The horticultural sector is undergoing rapid transformation through the integration of artificial intelligence (AI) technologies. Faced with mounting challenges such as global food demand, labor shortages, climate change, and resource constraints, modern horticulture increasingly relies on AI to enhance productivity, precision, and sustainability. This paper reviews current and potential AI applications in horticulture, including smart greenhouse climate control, disease and pest detection, yield forecasting, resource optimization, plant breeding, postharvest processing, and robotics. Advanced methods such as deep learning, reinforcement learning, and AIoT (Artificial Intelligence of Things) are enabling intelligent decision support systems, automation, and adaptive crop management at various scales. Moreover, the fusion of AI with multi-omics data analysis is paving the way for precision horticulture tailored to genetic and environmental variability. Despite the substantial benefits, several challenges persist, including technical complexity, data heterogeneity, infrastructure limitations, and gaps in knowledge and expertise. Looking ahead, the convergence of AI, AIoT, and automation technologies offers a promising framework for transitioning traditional horticulture into a data-driven, intelligent, and resilient production system.

Keywords: Artificial intelligence, Artificial intelligence of things, Precision horticulture, Smart agriculture, Sustainable crop management.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد یادگیری ماشین برای شناسایی صفات مرتبط با تحمل به خشکی در گردوی ایرانی: رونمایی از الگوریتم درخت بقا

اسعد حبیبی[۱]، سعادت ساریخانی[۱]، محمود رضا روزبان[۱] و کورش وحدتی[۱*]
۱- گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *kvahdati@ut.ac.ir*

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی، فتوسنتزی، و بیوشیمیایی جمعیت‌های گردوی ایرانی به منظور شناسایی صفات قابل‌اعتماد و خانواده‌های مقاوم به تنش خشکی بود. در این پژوهش، با استفاده از رویکرد باغ مشترک، ۶۶ خانواده گردو با سازگاری‌های اقلیمی و ارتفاعی متنوع در استان‌های مختلف کشور، تحت تنش خشکی به مدت ۳۰ روز (به روش قطع آبیاری) و دوره بازیابی به مدت ۱۰ روز مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تنوع فنوتیپی قابل‌توجهی در تحمل به خشکی بین خانواده‌ها وجود دارد. برای شناسایی صفات فنوتیپی قابل‌اعتماد برای هر صفت فنوتیپی، از مدل جنگل بقای تصادفی و الگوریتم درخت بقا استفاده شد. در میان صفات صفات اندازه گیری شده محتوی نسبی آب، F_M/F_0، F_V/F_M، به‌عنوان نشانگرهای کلیدی و قابل‌اعتماد تحت تنش خشکی و ریکاوری شناسایی شدند. علاوه بر این، بر اساس نتایج حاصل از انعطاف‌پذیری فنوتیپی، کمترین میزان احتمال بقا بر اساس مدل کاپلان مایر به ترتیب برای زنجان ۶۲/۵٪، چهارمحال و بختیاری ۶۶/۶۶٪، کردستان ۶۸/۷۵٪، کرمانشاه ۷۱/۴۲، خراسان رضوی ۷۷/۷۷٪، فارس ۸۱/۸۱ و کرمان ۱۰۰٪ مشاهده شد. این یافته‌ها به توسعه پایه‌های مقاوم و ارقام کارآمد گردو در محیط‌هایی با محدودیت منابع آبی کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: آنالیز بقا، اصلاح درختان میوه، منابع ژنتیکی، تنظیم اسمزی، مکانیسم‌های بازیابی.

مقدمه

تنوع ژنتیکی بالای گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) و کشت آن در طیفی گسترده از زیست‌بوم‌ها، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بستر مناسبی برای مطالعه راهبردهای چندصفتی در مقابله با تنش خشکی فراهم کرده است (Arab et al., 2020). این تنوع نشان‌دهنده تکامل سازوکارهای فیزیولوژیکی و فتوسنتزی مؤثر در سازگاری گردو با شرایط کم‌آبی است. به‌طور خاص، گردوی ایرانی تمایل به اتخاذ راهبردی محافظه‌کارانه در بهره‌برداری از منابع دارد که نقش مهمی در افزایش تحمل آن به خشکی ایفا می‌کند. خشکسالی و کم‌آبی تابستانه از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و بقاء درختان گردو هستند. کمبود آب به‌ویژه در مرحله نونهالی، رشد تکوینی و عملکرد درختان را به‌شدت کاهش می‌دهد. برگ‌ها با نقش کلیدی در فتوسنتز و سازگاری اقلیمی، نقش تعیین‌کننده‌ای در پایداری گیاه دارند؛ بنابراین شناسایی واکنش‌های فیزیولوژیکی گردو به تنش خشکی برای اصلاح ارقام مقاوم ضروری است (Habibi et al., 2024) تنش خشکی از طریق بسته شدن روزنه‌ها و اختلال در فتوسنتز، موجب آسیب به ساختار کلروپلاست و کاهش سنتز رنگدانه‌ها می‌شود. این وضعیت با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و آسیب اکسیداتیو همراه است. گیاهان با استفاده از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز و همچنین افزایش ترکیبات تنظیم‌کننده اسمزی نظیر پرولین، گلیسین بتائین و قندهای محلول، در برابر این تنش‌ها مقاومت می‌کنند (Arab et al., 2023). این پژوهش با هدف بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی، فتوسنتزی و بیوشیمیایی جمعیت‌های گوناگون گردوی ایرانی تحت تنش خشکی طراحی شده است، با تمرکز بر شناسایی صفات و سازوکارهایی که ممکن است به افزایش بقاء در شرایط خشکی کمک کنند این مطالعه به دنبال پاسخ به سؤالات کلیدی زیر است: آیا صفات فیزیولوژیکی، فتوسنتزی و بیوشیمیایی به‌صورت هماهنگ در پاسخ به کم‌آبی تحت تنش خشکی تغییر می‌کنند؟ آیا صفات خاصی به‌طور معنی‌دار با بقاء در شرایط خشکی مرتبط هستند؟ آیا جمعیت‌هایی با منشأ اقلیمی متفاوت، راهبردهای بقاء و رشد متمایزی را اتخاذ می‌کنند؟ انتظار می‌رود که تنوع در میزان انعطاف‌پذیری فنوتیپی میان جمعیت‌های محلی مختلف گردوی ایرانی، بینش‌های ارزشمندی درباره راهبردهای سازگاری با خشکی و پیامدهای بوم‌شناختی آن‌ها فراهم سازد.

مواد و روش

مواد گیاهی و محل انجام آزمایش

بذرهای ۱۲۴ ژنوتیپ امیدبخش متحمل به خشکی گردو از استان‌های گردو خیز و خشک کشور جمع‌آوری گردیدند. به منظور ارزیابی تحمل خشکی از هر درخت مادری حداقل ۲۰ میوه جمع‌آوری شد. در سال اول، حداقل ۲۰ بذر از هر خانواده در گلدان‌های پلی‌اتیلنی ۷ کشت و تحت شرایط گلخانه‌ای با دمای ۲۵ ± ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۳۵ الی ۵۰درصد پرورش یافتند. در سال اول، تیمار تنش اعمال نشد تا نهال‌ها بتوانند به‌صورت سالم و یکنواخت استقرار پیدا کنند. در سال دوم، برای ارزیابی پاسخ خانواده‌های گردو به تنش آبی، نهال‌های منتخب از ۶۶ خانواده نیمه‌خواهری باقی مانده از ۱۲۴ ژنوتیپ انتخاب شده در مرحله اول (در مجموع، ۳۹۶ نهال سالم و یکنواخت) مورد استفاده قرار گرفتند. حداقل شش نهال از هر خانواده برای آزمایش تنش خشکی انتخاب شدند. تنش آبی با قطع آبیاری به مدت ۳۰ روز اعمال شد و پس از آن یک دوره بازیابی ۱۰ روزه انجام گرفت . نمونه‌های برگ پس از تیمار برداشت شده، بلافاصله در نیتروژن مایع منجمد و در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی ذخیره شدند.

صفات مورد مطالعه

در این مطالعه شاخص های فیزیولوزیکی از جمله شاخص محتوی نسبی آب، کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئیدها، کلروفیل کل، شاخص پایداری غشا و شاخص های بیوشیمیایی از جمله پرولین، گلایسین بتایین، کربوهیدارت های محلول، هیدروژن پراکسید، مالون دی آلدئید، آنزیم کاتالاز و آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز اندازه گیری شد. همچنین شاخص هایی مربوط به زنجیره انتقال الکترون از جمله F_M/F_0، F_V/F_0، F_V/F_M، Ψ_0، φ_{Eo}، Φ_{pav}، PI_{ABS}، ABS/RC، φ_{Do}، TR_0/RC، ET_0/RC، DI_0/RC با استفاده از آزمون OJIP اندازه گیری شد.

پردازش آماری داده‌های فنوتیپی

در ازمایش حاضر آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و R انجام شد. آماره‌های توصیفی و آزمون‌های نرمالیته با استفاده از داده‌های اصلی و باقیمانده‌های آنها انجام شد در ابتدا برای بررسی تاثیر تیمار، خانواده‌ها و اثر متقابلشان از مدل خطی عمومی استفاده شد.

آنالیز بقا

روش کاپلان-مایر (Kaplan-Meier)

روش کاپلان-مایر یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های ناپارامتری برای تخمین تابع بقا است. این روش نیازی به فرض خاصی درباره توزیع داده‌ها ندارد و برای تحلیل‌های بقا که شامل سانسور داده‌ها هستند (مثلاً مواردی که رخداد تا پایان مطالعه رخ نداده است) بسیار کاربردی است (Liu et al., 2023).

مدل درخت بقا Random Survival Forest

مدل Random Survival Forest یک الگوریتم مبتنی بر درخت‌های تصادفی است که برای تحلیل داده‌های بقا استفاده می‌شود. این مدل برای پیش‌بینی زمان بقا و تحلیل فاکتورهای مؤثر بر آن در مواقعی که داده‌ها دارای ویژگی‌های متغیر و پیچیده هستند، کاربرد زیادی دارد. برای پیش بینی Variable importance و درصد بقا برای هر خانواده و جمعیت ها با استفاده از پکیج randomForestSRC انجام شد. علاوه بر این از پکیج survival و rpart برای رسم الگوریتم درخت بقا در نرم افزار R استفاده شد (Scheffner et al., 2020).

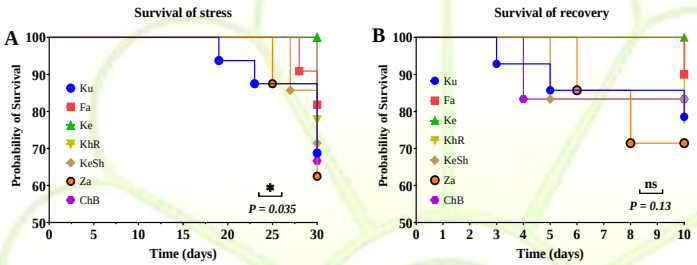
نتایج

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

مدل کاپلان مایر

نتایج آنالیز بقا بر اساس روش احتمالا بقا نشان داد که ۷۵/۵۵ درصد بقا برای کل خانواده‌های گردوی ایرانی مورد مطالعه پس از ۳۰ روز تنش خشکی را نشان داد. شروع خط شکست یا مرگ در این آزمایش پس از ۱۹ روز پس از تنش خشکی بود. این نتایج نشان می‌دهد که بقای گردو تا ۱۹ روز بعد از اعمال تنش خشکی می‌باشد. همانطور که در شکل ۱-A نشان داده شده است که درصد بقا برای دوره بازیابی پس از ۱۰ روز ۸۲ درصد بود و اولین خط شکست پس از سه روز در جمعیت تحت بازیابی مشاهده شد.

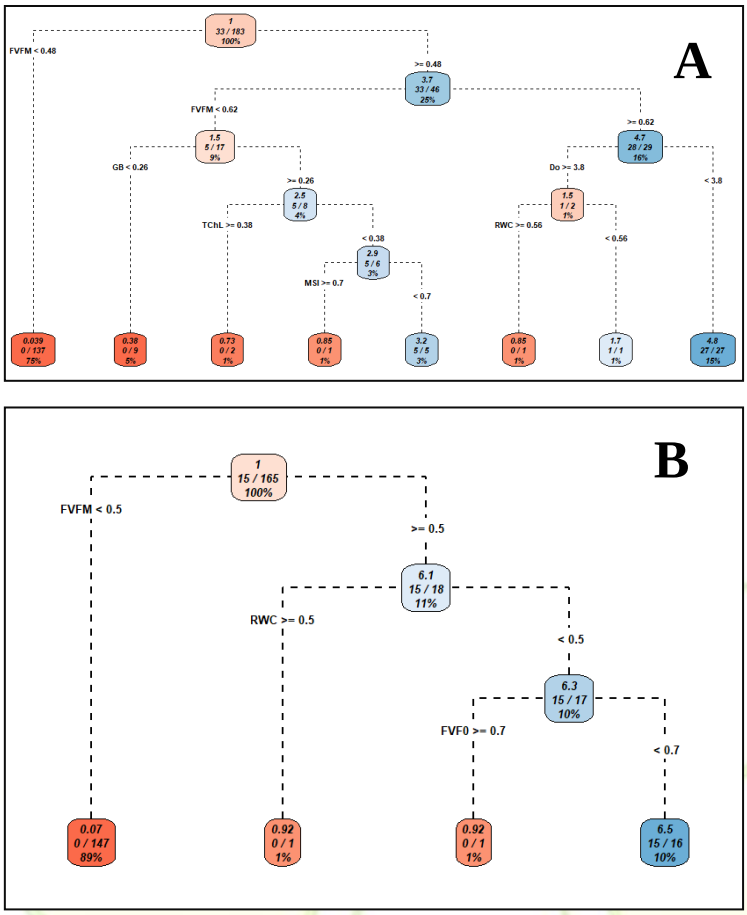
بر اساس مدل کاپلان مایر ما خط شکست یا مرگ را برای هر جمعیت‌های مختلف مورد مطالعه تحت تنش خشکی انجام شد که بین جمعیت اختلاف معنی‌داری مشاهده شد.. در این آزمایش اولین خطهای شکست برای جمعیت کردستان پس از ۱۹ مشاهده شد. کمترین میزان احتمال بقا بر اساس مدل کاپلان مایر به ترتیب برای زنجان ۶۲/۵٪، چهارمحال و بختیاری ۶۶/۶۶٪، کردستان ۶۸/۷۵٪، کرمانشاه ۷۱/۴۲، خراسان رضوی ۷۷/۷۷٪، فارس ۸۱/۸۱ و کرمان ۱۰۰٪ مشاهده شد. پس از دوره بازیابی به مدت ۱۰ روز, اولین مرگ برای نمونه‌های کردستان پس از ۳ روز ثبت شد. برای جمعیت کردستان میزان درصد بقا ۷۸/۵۷٪، برای فارس۹۰٪، برای کرمان۱۰۰٪، خراسان رضوی ۷۷/۷۷٪ کرمانشاه ۸۳/۳۳، زنجان ۷۱/۴۲ و چهار محال بختیاری ۸۳/۳۳ ٪ بود (شکل ۱-B).



شکل ۱- میزان احتمالا بقا A (تنش خشکی) و B (بازیابی) بر اساس مدل کاپلان مایر در جمعیت های مختلف گردوی ایرانی مورد مطالعه تحت تنش خشکی و بازیابی. کردستان (Ku)، فارس (Fa)، کرمان (Ke)، خراسان رضوی (KhR)، کرمانشاه (KeSh)، زنجان (Za) و چهارمحال و بختیاری (ChB).

الگوریتم درخت بقا

نتایج الگوریتم درخت بقا به وضوح نشان می‌دهد که چگونه متغیرهای مختلف (مانند F_V/F_M، گلایسین بتائین، ، شاخص پایداری غشا، محتوی نسبی آب، و φ_{D0}) بر زمان بقا یا متغیرهای مرتبط با آن تأثیر می‌گذارند. برای صفت F_V/F_M، زمانی که میزان تغییرات کمتر از ۰/۴۸۱ است (یعنی گره شماره ۲)، داده‌های بیشتری به گره‌های فرعی تقسیم می‌شوند که در نهایت با مقدار ۱.۹۲۲ به تفکیک‌هایی می‌رسد که می‌تواند نشان‌دهنده احتمال بالاتر یا پایین‌تر بقا باشد (مقدار ۱.۹۲۲ نشان‌دهنده‌ی میانگین زمان بقا برای این گروه است). علاوه بر این، مقادیر P= ۰/۰۳۸ برای شاخص F_V/F_M نشان می‌دهد که بین این گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. (شکل ۲-A). همچنین نتایج الگوریتم درخت بقا برای دوره بازیابی نشان داد که صفات F_V/F_M، محتوی نسبی آب و F_V/F_0 دارای بیشترین تاثیر بر میزان بقا در خانواده‌های گردو مورد مطالعه داشتند. در میان این صفات شاخص F_V/F_M با مقدار P= ۰/۰۷ دارای بیشترین تاثیر بر احتمال بقا در این آزمایش بود (شکل ۲-B).



شکل ۲- نتایج الگوریتم درخت بقا برا شناسایی صفات قابل اعتماد تحت تنش خشکی (A) و ریکاوری (B) در گردوی ایرانی

بحث و نتیجه گیری

تحت شرایط تنش خشکی، گیاهان برای حفظ تعادل آبی و کاهش آسیب‌های اکسیداتیو، مکانیزم‌های دفاعی مختلفی را فعال می‌کنند. گلیسین بتائین و پرولین به‌عنوان اسمولیت‌های سازگارکننده، نقش مؤثری در تنظیم فشار اسمزی سلول‌ها دارند و از خروج آب جلوگیری می‌کنند (Arab et al., 2020). این ترکیبات با حفظ تورژسانس سلولی، به پایداری ساختار غشاء و پروتئین‌ها کمک می‌کنند. در نتیجه، برگ‌ها قادر به حفظ آب بیشتری هستند و فرآیندهای زیستی حیاتی مانند فتوسنتز تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند (Habibi et al., 2024). از سوی دیگر، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز یکی از آنزیم‌های اصلی سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه است که با حذف رادیکال‌های سوپراکسید و کاهش تنش اکسیداتیو، از تخریب کلروپلاست و فتوسیستم II جلوگیری می‌کند. این حفاظت سلولی، شرایط مناسبی برای ادامه فتوسنتز و حفظ پارامترهایی مانند F_V/F_M فراهم می‌سازد. بنابراین، افزایش سطح این سه ترکیب در شرایط تنش، نشان‌دهنده نقش مهم آن‌ها در بقای فیزیولوژیکی گیاه و حفظ ظرفیت فتوسنتزی آن است (Arab et al., 2023). این مطالعه اطلاعات ارزشمندی در مورد تنوع ژنتیکی گردوی ایرانی در پاسخ به تنش خشکی و فرآیند بازیابی از خشکی ارائه می‌دهد و پایه‌ای برای برنامه‌های اصلاحی با هدف بهبود تحمل به خشکی می‌باشد.

منابع

Arab, M. M., Marrano, A., Abdollahi-Arpanahi, R., Leslie, C. A., Cheng, H., Neale, D. B. and Vahdati, K. 2020. Combining phenotype, genotype, and environment to uncover genetic components underlying water use efficiency in Persian walnut. Journal of Experimental Botany. 71(3): 1107–1127.

Arab, M. M., Sohrabi, S. S., Abdollahi-Arpanahi, R., Aliniaeifard, S., Leslie, C. A., Brown, P. J., Marrano, A., Neale, D. B. and Vahdati, K. 2023. Natural variation in photosynthesis and water use efficiency of locally adapted Persian walnut populations under drought stress and recovery. Plant Physiology and Biochemistry. 201: 107859.

Habibi, A., Sarikhani, S., Arab, M. M., Soltani, M., Aliniaifard, S., Roozban, M. R. and Vahdati, K. 2024. Drought and heat stress interactions: Unveiling the molecular and physiological responses of Persian walnut. Plant Physiology and Biochemistry: 109237.

Liu, X., Yang, H., Niu, F., Sun, H. and Li. 2023. Impact of water stress on the demographic traits and population projection of Colorado potato beetle. Frontiers in Physiology. 14: 1148129.

Scheffner, I., Gietzelt, M., Abeling, T., Marschollek, M. and Gwinner, W. 2020. Patient survival after kidney transplantation: Important role of graft-sustaining factors as determined by predictive modeling using random survival forest analysis. Transplantation. 104(5): 1095–1107.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of machine learning for identifying traits associated with drought tolerance in Persian walnut: unveiling the survival tree algorithm

Asaad Habibi[1], Saadat Sarikhani[1], Mahmoud Reza Roozban[1] and Kourosh Vahdati[1*]
1. Department of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding author: kvahdati@ut.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to investigate the physiological, photosynthetic, and biochemical responses of Persian walnut populations in order to identify reliable traits and drought-tolerant families. In this research, using a common garden approach, 66 walnut families with diverse climatic and altitudinal adaptations from different provinces of the country were evaluated under drought stress for 30 days (imposed through irrigation withholding) followed by a 10-day recovery period. The results revealed considerable phenotypic variation in drought tolerance among the evaluated families. To identify reliable phenotypic traits, the Random Survival Forest model and the Survival Tree algorithm were applied. Among the measured traits, relative water content (RWC), Fm/F0, and Fv/Fm were identified as key and reliable indicators under drought stress and during the recovery phase. In addition, based on phenotypic plasticity and Kaplan–Meier survival analysis, the lowest survival probabilities were observed for Zanjan (62.5%), Chaharmahal and Bakhtiari (66.66%), Kurdistan (68.75%), Kermanshah (71.42%), Khorasan Razavi (77.77%), Fars (81.81%), and Kerman (100%), respectively. These findings can contribute to the development of drought-resistant rootstocks and efficient walnut cultivars for environments with limited water resources.

Keywords: Survival analysis, genetic resources, osmotic adjustment, fruit tree breeding, recovery mechanisms.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در پژوهش‌های باغبانی

امیر عباس تقی‌زاده[1*] و محی‌الدین پیرخضری[1]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *amir_a_t_61@yahoo.com*

چکیده

این مطالعه به بررسی کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی، به عنوان اساس یادگیری ماشین، در پژوهش‌های باغبانی پرداخته و نقش آن را در بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها بررسی می‌کند. هوش مصنوعی (AI) در سال‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین ابزارها در علوم مختلف از جمله کشاورزی و باغبانی تبدیل شده است. این فناوری با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، بینایی کامپیوتری و تحلیل کلان‌داده‌ها، امکان بهینه‌سازی فرآیندهای مرتبط با تولید محصولات باغبانی را فراهم می‌آورد. در پژوهش حاضر، کاربردهای هوش مصنوعی در بخش‌های مختلف باغبانی مانند پیش‌بینی رشد گیاهان، تشخیص بیماری‌های گیاهی، مدیریت بهینه منابع آب و کود، و رباتیک کشاورزی بررسی شده است. همچنین، چالش‌ها و فرصت‌های پیش‌روی این فناوری در پژوهش‌های باغبانی مورد بحث قرار گرفته است. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) به عنوان یکی از تکنیک‌های مهم یادگیری ماشین در زمینه‌های مختلف علمی و صنعتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در حوزه باغبانی، این شبکه‌ها می‌توانند برای تحلیل و پیش‌بینی پارامترهای مهم رشد گیاهان، تشخیص بیماری‌های گیاهی، بهینه‌سازی میزان آب و کود، و همچنین در رباتیک کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، پایش لحظه‌ای، شبکه‌های عصبی مصنوعی.

مقدمه

باغبانی یکی از شاخه‌های مهم کشاورزی است که نقش اساسی در تأمین مواد غذایی و اقتصاد جهانی دارد. با پیشرفت فناوری‌های دیجیتال، استفاده از هوش مصنوعی در باغبانی به عنوان یک رویکرد نوین برای افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصولات مطرح شده است (Patel et al., 2021). هوش مصنوعی قادر است داده‌های محیطی و زراعی را پردازش کرده و الگوهای پیچیده‌ای را شناسایی کند که در روش‌های سنتی قابل‌تشخیص نیستند. در سال‌های اخیر، هوش مصنوعی و به طور خاص شبکه‌های عصبی مصنوعی، پیشرفت قابل‌توجهی در تحلیل داده‌های پیچیده و غیرخطی داشته‌اند. هوش مصنوعی شامل روش‌های مختلفی مانند یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، بینایی کامپیوتری و الگوریتم‌های بهینه‌سازی است که به طور گسترده در باغبانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فناوری می‌تواند به تحلیل داده‌های زراعی، پیش‌بینی عملکرد گیاهان، کنترل شرایط محیطی و تشخیص بیماری‌های گیاهی کمک کند (Jiang et al., 2020). کشاورزی و باغبانی به عنوان حوزه‌هایی که به شدت به شرایط محیطی وابسته‌اند، از این فناوری برای بهینه‌سازی فرآیندهای خود بهره می‌برند. در این مقاله، کاربردهای مختلف شبکه‌های عصبی در باغبانی بررسی شده و تأثیر آن در افزایش دقت و بهره‌وری تحلیل‌های مرتبط با رشد گیاهان و مدیریت منابع توضیح داده می‌شود. هوش مصنوعی (AI) به طور فزاینده‌ای در تحقیقات باغبانی ادغام شده و راهکارهای نوآورانه‌ای برای افزایش بهره‌وری و پایداری در مدیریت محصول ارائه می‌دهد. یکی از کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در این بخش، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل مقادیر زیادی از داده‌های مربوط به سلامت گیاه، الگوهای رشد و شرایط محیطی است. در این مقاله سعی شده است با توجه به اهمیت و گسترش روز افزون استفاده از علوم مرتبط با یادگیری ماشین و به تبع آن هوشمندسازی و هوش مصنوعی به تسری آن به تحقیقات علوم باغبانی پرداخته و ویژگی‌های هر بخش به طور مجزا مورد بحث قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر با استفاده از روش تحقیق کتابخانه‌ای به چکیده‌ای از کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، بخصوص روش شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاردبرد آن در پژوهش‌های باغبانی پرداخته شده است. بدین منظور از آخرین مطالب منتشر شده در این حیطه و موارد مرتبط بهره گرفته شده است. بانک‌های طالاعات علمی نظیر Google Scholar, Scopus بخشی از رویکرد تهیه مقاله حاضر بوده است.

نتایج و بحث

بدون تردید بدون توجه به علوم داده و اصول یادگیری ماشین رسیدن به هوشمند سازی غیر ممکن است. شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل‌هایی ریاضی هستند که از ساختار نورون‌های مغزی الهام گرفته‌اند. این مدل‌ها از لایه‌های ورودی، مخفی، و خروجی تشکیل شده‌اند و با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری مانند پس‌انتشار خطا، می‌توانند روابط پیچیده میان متغیرها را یاد بگیرند. در باغبانی، این شبکه‌ها برای پردازش تصاویر، تحلیل داده‌های محیطی، و پیش‌بینی عملکرد محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرند. با استفاده از این روش می‌توان بنیان هوش مصنوعی در باغبانی را پی‌ریزی کرد یکی از کاربردهای مهم شبکه‌های عصبی مصنوعی در باغبانی پیش‌بینی رشد گیاهان و عملکرد محصولات است،مدل‌های ANN می‌توانند داده‌های محیطی مانند دما، رطوبت، نور، و میزان مواد مغذی را پردازش کرده و رشد گیاهان را پیش‌بینی کنند. این امر می‌تواند به کشاورزان در برنامه‌ریزی بهینه کاشت و برداشت کمک کند (Liu et al., 2021). یکی از مهمترین ویژگیهای شبکه‌های عصبی مصنوعی، عدم وابستگی آنها به فرضیه‌های اولیه درباره داده‌های ورودی است. به این معنی که دادههای ورودی میتوانند هر گونه توزیع آماری دلخواهی داشته باشند (Civco and Wanug, 1994). این ویژگی مهم شبکه های عصبی، امتیاز ویژه آنها در مقابل روش های آماری است و به آن‌ها این توانایی را می‌دهد که از انواع مختلف داده های ورودی با هر توزیع دلخواه، به طور یکسانی استفاده کنند (Benediktsson et al., 1990). مدل‌های هوش مصنوعی با پردازش داده‌های محیطی مانند دما، رطوبت، نور، و ترکیبات خاک می‌توانند رشد گیاهان را پیش‌بینی کنند. این پیش‌بینی‌ها به کشاورزان کمک می‌کنند تا برنامه‌ریزی بهتری برای کاشت و برداشت داشته باشند (Shahhosseini et al., 2019). تشخیص بیماری‌های گیاهی یکی دیگر از کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در با استفاده از تصاویر برگ و سایر بخش‌های گیاه، شبکه‌های عصبی قادر به شناسایی بیماری‌ها و آفات با دقت بالا هستند. مدل‌های CNN (شبکه‌های عصبی کانولوشنی) در این زمینه عملکرد بسیار خوبی دارند (Mohanty et al., 2016). از دیگر حیطه‌های مهم کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی و یادگیری ماشین در بخش باغبانی می توان به مدیریت منابع آب و کود اشاره کرد، با بهره‌گیری از داده‌های سنسورهای خاک و محیط، ANN می‌تواند الگوهای بهینه آبیاری و تغذیه گیاهان را تعیین کند. این فناوری باعث کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری می‌شود (Zhang et al., 2020). روبات‌های مجهز به هوش مصنوعی قادر به انجام وظایفی مانند هرس، برداشت، و پایش سلامت گیاهان هستند. این سیستم‌ها با کاهش نیاز به نیروی انسانی، باعث افزایش کارایی و کاهش هزینه‌های تولید می‌شوند (Bechar & Vigneault, 2017). در مقایسه هوش مصنوعی با روش‌های سنتی در باغبانی، هوش مصنوعی به دلیل توانایی در پردازش حجم عظیمی از داده‌ها و شناسایی الگوهای پیچیده، نسبت به روش‌های سنتی مزایای زیادی دارد. در حالی که روش‌های سنتی به تجربیات فردی و مدل‌های خطی محدود هستند، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قادر به خودآموزی و بهبود عملکرد خود در طول زمان هستند (Sharma et al., 2021). از طرفی در مقایسه با روش‌های گذشته آماری و مدل‌های خطی، شبکه‌های عصبی توانایی بیشتری در مدل‌سازی روابط غیرخطی و پیچیده دارند. از این‌رو، در پیش‌بینی‌های دقیق‌تر و کاهش خطاها نقش بسزایی دارند. کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در پژوهش‌های باغبانی، ظرفیت بالایی برای بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها دارد. با توسعه مدل‌های پیشرفته‌تر و ترکیب آن‌ها با سایر فناوری‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری عمیق و اینترنت اشیا (IoT)، می‌توان به روش‌های کارآمدتر برای مدیریت کشاورزی هوشمند دست یافت. با وجود مزایای فراوان، چالش‌هایی نظیر نیاز به داده‌های بزرگ برای آموزش مدل‌ها، هزینه پردازشی بالا، و پیچیدگی در تفسیر خروجی‌ها، از جمله محدودیت‌های استفاده از شبکه‌های عصبی در باغبانی هستند و نیز برخی چالش‌ها مانند نیاز به داده‌های گسترده برای آموزش مدل‌ها، هزینه بالای اجرای سیستم‌های هوشمند، و مشکلات مربوط به پذیرش فناوری در میان کشاورزان، از موانع اصلی استفاده از هوش مصنوعی در باغبانی هستند (Wolfert et al., 2017). هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری تحول‌آفرین در باغبانی، قابلیت بهبود

فرآیندهای تولید، افزایش بهره‌وری، و کاهش هزینه‌ها را دارد. برای بهره‌گیری بیشتر از این فناوری، توسعه الگوریتم‌های دقیق‌تر، بهبود زیرساخت‌های داده‌ای، و آموزش کشاورزان برای استفاده از سیستم‌های هوشمند ضروری است.

منابع

Bechar, A. and Vigneault, C. 2017. Agricultural robots for field operations: Concepts and components. Biosystems Engineering. 149: 94–111.

Benediktsson, J. A., Swain, P. H. and Erosy, O. K. 1990. Neural network approaches versus statistical methods in classification of multisource remote sensing data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 28: 540–551.

Civco, D. L. and Wanug, Y. 1994. Classification of multispectral, multitemporal, multisource spatial data using artificial neural networks. Congress on Surveying and Mapping, USA. 12 p.

Jiang, Y., Li, C., Paterson, A. H. and Robertson, J. S. 2020. Applications of machine learning in plant breeding. Plant Phenomics. 2020: 1–9.

Liu, H., Zhang, L. and Wang, X. 2021. Application of artificial neural networks in agriculture: A review. Computers and Electronics in Agriculture. 181: 105946.

Mohanty, S. P., Hughes, D. P. and Salathé, M. 2016. Using deep learning for image-based plant disease detection. Frontiers in Plant Science. 7: 1419.

Patel, K. R., Gupta, R. and Sharma, A. 2021. Artificial intelligence in agriculture: A review. Journal of Agricultural Science and Technology. 23(2): 113–128.

Shahhosseini, M., Hu, G., Huber, I. and Archontoulis, S. V. 2019. Forecasting corn yield with machine learning ensembles. Computers and Electronics in Agriculture. 167: 105097.

Sharma, A., Jha, R. and Gupta, R. 2021. Role of AI in precision agriculture: Prospects and challenges. Journal of Smart Agriculture. 5(1): 55–67.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. and Bogaardt, M. J. 2017. Big data in smart farming – A review. Agricultural Systems. 153: 69–80.

Zhang, Y., Wang, J. and Zhao, X. 2020. Optimization of irrigation scheduling using artificial intelligence techniques. Agricultural Water Management. 230: 105987.

Application of machine learning and artificial intelligence in horticultural research

Amir Abbas Taghizadeh[1]* and Mohiedin Pirkhezri[1]
1. Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
Corresponding Author: amir_a_t_61@yahoo.com

Abstract

This study examines the applications of artificial neural networks, as the basis of machine learning, in horticultural research and examines its role in improving productivity and reducing costs. Artificial intelligence (AI) has become one of the most important tools in various sciences, including agriculture and horticulture, in recent years. This technology, using machine learning algorithms, computer vision, and big data analysis, enables the optimization of processes related to the production of horticultural products. In this study, the applications of artificial intelligence in various sectors of horticulture, such as plant growth prediction, plant disease diagnosis, optimal management of water and fertilizer resources, and agricultural robotics, are investigated. Also, the challenges and opportunities facing this technology in horticultural research are discussed. Artificial neural networks (ANN) have been used as one of the important machine learning techniques in various scientific and industrial fields. In the field of horticulture, these networks can be used to analyze and predict important plant growth parameters, diagnose plant diseases, optimize water and fertilizer rates, and also in agricultural robotics.

Keywords: Artificial neural networks, Productivity, Real-time monitoring.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تأثیر هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی

فیروزه پورزرنگار*[۱]
۱- علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: *firoozehpourzarnegar@gmail.com*

چکیده

در عصر حاضر فن‌آوری با سرعتی فزاینده در زندگی افراد جامعه وارد شده است و نقش هوش مصنوعی در تغییر فرایندهای آموزش و توانمندسازی فروشندگان غیرقابل انکار است. هدف این تحقیق تأثیر هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی است. تحقیق حاضر از نوع توصیفی - پیمایشی و از نظر هدف کاربردی است. ابزار اندازه‌گیری پرسشنامه‌ای می‌باشد که روایی صوری و محتوایی آن به تأیید۱۰ نفر از متخصصان و صاحب‌نظران مرتبط با موضوع تحقیق رسیده است و پایایی پرسشنامه از طریق ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۲ محاسبه گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده، اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21، تجزیه و تحلیل شده و از آزمون‌های توصیفی و استنباطی استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که هوش مصنوعی ظرفیت صرفه‌جویی در زمان و هزینه فرایندهای مرتبط با فروشندگان محصولات باغی را دارد و در حال حاضر بیشترین بهره‌گیری از هوش مصنوعی در زمینه آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی می‌تواند در فرایندهای استخدام، آموزش و توسعه شغلی آنان باشد ($P \leq ۰/۰۰۱$). به نظر می‌رسد نتایج این تحقیق بتواند در افزایش بهره‌گیری از هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی تأثیرگذار باشد.

واژه‌های کلیدی: آموزش، توانمندسازی، فروشنده، محصول باغی، هوش مصنوعی.

مقدمه

رشد و توسعه روز افزون دانش بشر، نفوذ فناوری اطلاعات و ظهور مباحثی مانند: هوش مصنوعی و تجلی کلمه الکترونیک باعث شده است تا بسیاری از رویکردهای مربوط به مدیریت منابع تغییر ماهیت دهند (رجبی فرجاد و عطاپور، ۱۴۰۱). هوش مصنوعی یکی از فناوری‌های دیجیتال عصر حاضر است که در سال‌های اخیر، شرکت‌های بسیاری مانند: مایکروسافت و گوگل در حال استفاده و توسعه آن در فرایندهای منابع انسانی خود هستند. هوش مصنوعی می‌تواند در بهبود فرایندهای استخدام، ارزیابی عملکرد، جبران خدمات، آموزش و توسعه کارمندان، پیش‌بینی تصمیم‌گیری، پیش‌بینی خروج کارکنان و سایر آن‌ها به سازمان کمک کند (Jia et al, 2018). هوش مصنوعی قابلیت‌های زیادی برای مدیریت منابع انسانی دارد، مانند: انجام خودکار کارهای تکراری و صرفه جویی در زمان، تحلیل ویدئو داوطلبان و شناسایی حالت چهره، استرس، اضطراب، تسلط بر موضوع، زبان بدن و توانایی ارتباط موثر از طریق تکنیک‌های یادگیری عمیق و در نهایت انتخاب بهترین داوطلبان برای استخدام و طراحی یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری هوشمند برای ایجاد نظام ارزیابی عادلانه حقوق و دستمزد (Pal, 2019). در عصر حاضر محصولات باغی دارای مزایای رقابتی قابل توجهی هستند، اما باز هم معرفی آن‌ها به بازار بسیار چالش برانگیز است و در این بین نقش فروشندگان محصولات باغی بسیار پررنگ است (پورزرنگار، ۱۴۰۳). بررسی پیشینهٔ تحقیق که تحقق هدف‌های هر مطالعه‌ای به میزان زیادی به کیفیت این بخش، یعنی مرور تحلیلی و انتقادی آثار و پژوهش‌های موجود بستگی دارد و به بررسی مطالعات و تحقیقات انجام شده مرتبط با تحقیق حاضر می‌پردازد نشان می‌دهد که Nawaz (2019) در تحقیقی نشان داد که هوش مصنوعی مجموعه‌ای از فناوری‌های رایانه‌ای است که این امکان را فراهم می‌کند که نیازهای انسانی، مانند: هوش انسانی، تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری، شناخت الگو، شناخت تصویر و صدا و ترجمه زبان با استفاده از الگوریتم‌های زیرمجموعه آن را در محیط هوش مصنوعی انجام دهد. قربانی و عطایی‌فر (۱۴۰۳) در تحقیقی به بررسی کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و توسعه منابع انسانی پرداختند و نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه یادگیری ماشین و هوش مصنوعی، تحلیل داده‌های عظیم آموزشی را به امری ممکن تبدیل کرده و دریچه‌ای نو به سوی کشف الگوهای پنهان برای ارتقای تجارب یادگیری گشوده است. همچنین آن‌ها اعلام داشتند این فناوری‌ها قادرند نیازهای

فردی کارکنان را شناسایی کرده و برنامه‌های آموزشی متناسب با نیازهای هر شخص را طراحی و ارائه کنند و در خلق محتوای آموزشی پویا و تعاملی و همچنین ارزیابی مداوم و بهبود فرایندهای یادگیری نقشی حیاتی داشته باشند. سروستانی و پیران‌نژاد (۱۴۰۰) در تحقیق خود کاربرد و مزایای هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی را مورد بررسی قرار دادند و اعلام نمودند که هوش مصنوعی ظرفیت بکارگیری در تمام فرایندهای منابع انسانی را دارد و شرکت‌های بزرگ و پیشرو مانند: مایکروسافت، گوگل و یونیلیور در چند سال اخیر در حال بهره‌گیری و توسعه این فناوری در شرکت‌های خود برای استخدام و مصاحبه هستند. درکشورها و سازمان‌هایی که به سطحی از پیشرفتگی رسیده‌اند، سازمان وکارکنان به هم نیازمند هستند و فقط انسان‌ها نیستند که به کار نیاز دارند، بلکه سازمان هم به نیروها، نیازمندند. آموزش و توانمندسازی فروشندگان مبتنی بر هوش مصنوعی اشاره به استفاده از فناوری‌های دیجیتالی و هوشمند در یادگیری، توسعه و بهسازی فروشندگان دارد. فناوری‌های جدید و هوش مصنوعی تحول بسیاری در رویکرد کلاسیک به آموزش فروشندگان و بهره‌وری ایجاد کرده است. در این بین اهمیت فروشندگان محصولات باغی نیز به علت ایجاد امنیت غذایی پایدار، رفع نیاز روزافزون به موادغذایی و افزایش ظرفیت تولید محصولات باغی غیرقابل انکار است. ظهور هوش مصنوعی نقشی جدید را برای آن‌ها ترسیم کرده است و اهمیت به‌کارگیری این قابلیت‌ها در بروزرسانی سیستم‌های آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی بیش‌تر از پیش آشکار است؛ بنابراین در این تحقیق، پژوهشگر لازم دانست که آگاهی خود را نسبت به اهمیت و ضرورت موضوع نشان دهد و در نهایت خوانندگان را نسبت به محتوای ارائه شده و بررسی‌های این تحقیق حساس‌تر کند و یک تحقیق با عنوان «تأثیر هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی» را ارائه نمود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع توصیفی – پیمایشی و از نظر هدف کاربردی است. ابزار اندازه‌گیری پرسشنامه‌ای می‌باشد که روایی صوری و محتوایی آن به تأیید۱۰ نفر از متخصصان و صاحب‌نظران مرتبط با موضوع تحقیق رسیده است. پایایی پرسشنامه در مطالعهٔ مقدماتی از طریق آلفای کرونباخ ۰/۸۲ محاسبه شد. نمونه‌گیری به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انجام گرفت و ۸۰ پرسشنامه بین نمونه‌های آماری توزیع شد. این پرسشنامه نظرهای پاسخ‌دهندگان را در مؤلفه‌های تأثیر هوش مصنوعی در استخدام فروشندگان محصولات باغی، تأثیر هوش مصنوعی در آموزش فروشندگان محصولات باغی و تأثیر هوش مصنوعی در توسعهٔ شغلی فروشندگان محصولات باغی مورد سنجش قرار داده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده، اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS 21، تجزیه و تحلیل شده و سپس از آزمون‌های توصیفی و استنباطی استفاده شده است ($P \leq ۰/۰۰۱$).

نتایج و بحث

نتایج تحقیق ویژگی‌های آماری پاسخ دهندگان را نشان می‌دهد که ۶۰/۳ درصد را مردان و ۳۹/۷ درصد را زنان تشکیل دادند. از لحاظ سن نیز، گروه سنی ۴۱ تا ۵۰ سال با ۳۸/۲ درصد بیشترین و گروه سنی کمتر از ۱۹ سال با ۴/۳ درصد کمترین درصد مشارکت را در این تحقیق به خود اختصاص دادند. نتایج بدست آمده از تأثیر هوش مصنوعی در استخدام فروشندگان محصولات باغی در جدول (۱) نشان می‌دهد که حذف خطاهای احتمالی و انتخاب بهترین فروشنده (t = ۴۲/۰۳) بیشترین تأثیر هوش مصنوعی در استخدام فروشندگان محصولات باغی را دارد و ایجاد تحول در چشم‌انداز استخدام (t = ۳۴/۱۰) کمترین تأثیر هوش مصنوعی در استخدام فروشندگان محصولات باغی را دارد ($P \leq ۰/۰۰۱$).

جدول ۱- تأثیر هوش مصنوعی در استخدام فروشندگان محصولات باغی

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آزمون t	سطح معنی‌داری
تجزیه و تحلیل رزومه فروشندگان	۳/۳۳	۰/۸۸	۴۱/۲۱	۰/۰۰۱
حذف خطاهای احتمالی و انتخاب بهترین فروشنده	۳/۷۲	۰/۷۲	۴۲/۰۳	

منبع‌یابی و غربالگری فروشندگان	۲/۹۸	۰/۷۲	۳۷/۲۵	
پیش‌بینی موفقیت فروش	۳/۲۲	۱/۰۲	۳۹/۷۷	
ایجاد تحول در چشم‌انداز استخدام	۲/۹۶	۰/۷۹	۳۴/۱۰	

نتایج بدست آمده از تأثیر هوش مصنوعی در آموزش فروشندگان محصولات باغی در جدول (۱) نشان می‌دهد که صرفه‌جویی در زمان آموزش فروشندگان (t = ۴۴/۱۵) بیشترین تأثیر هوش مصنوعی در آموزش فروشندگان محصولات باغی را دارد و تشخیص استعداد فروشندگان (t = ۲۸/۶۰) کمترین تأثیر هوش مصنوعی در آموزش فروشندگان محصولات باغی را دارد (P ≤ ۰/۰۰۱).

جدول ۲- تأثیر هوش مصنوعی در آموزش فروشندگان محصولات باغی

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آزمون t	سطح معنی‌داری
تشخیص مشکلات و ضعف‌های آموزش	۳/۸۵	۰/۶۸	۳۸/۰۵	۰/۰۰۱
صرفه‌جویی در زمان و هزینه آموزش فروشندگان	۴/۳۲	۰/۶۸	۴۴/۱۵	
ایجاد آموزش شخصی‌سازی شده	۳/۶۸	۰/۸۲	۴۰/۱۱	
تشخیص استعداد فروشندگان	۳/۰۵	۰/۵۶	۲۸/۶۰	
ارائه راه حل‌های دقیق	۴/۱۶	۱/۱۳	۳۸/۴۲	

نتایج بدست آمده از تأثیر هوش مصنوعی در توسعهٔ شغلی فروشندگان محصولات باغی در جدول (۱) نشان می‌دهد که تسریع توانمندسازی فروشندگان (t = ۳۸/۹۹) بیشترین تأثیر هوش مصنوعی در توسعهٔ شغلی فروشندگان محصولات باغی را دارد و ایجاد تغییر در مهارت‌های مورد نیاز فروشنده (t = ۳۰/۶۶) کمترین تأثیر هوش مصنوعی در توسعهٔ شغلی فروشندگان محصولات باغی را دارد (P ≤ ۰/۰۰۱).

جدول ۳- تأثیر هوش مصنوعی در توسعهٔ شغلی فروشندگان محصولات باغی.

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آزمون t	سطح معنی‌داری
ایجاد تغییر در مهارت‌های مورد نیاز فروشنده	۲/۸۰	۰/۷۸	۳۰/۶۶	۰/۰۰۱
بهبود تصمیم‌گیری در فروشندگان	۳/۵۰	۱/۰۱	۳۶/۰۸	
تنظیم برنامه‌ها و راهبردها برای پیشرفت	۳/۵۲	۰/۸۲	۳۳/۲۲	
ارزیابی نقاط قوت و ضعف فروشندگان	۳/۱۲	۰/۸۲	۳۶/۴۴	
تسریع توانمندسازی فروشندگان	۳/۹۶	۰/۷۸	۳۸/۹۹	

هدف از انجام این تحقیق تأثیر هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی بود. هوش مصنوعی به انسان کمک می‌کند که به جای کنترل کردن کارکنان، به درک آنان بپردازد. این فناوری می‌تواند باعث بهره‌وری بالاتر و رضایت بیشتر کارکنان شود و ترک شغل آنها را کاهش دهد (Gikopoulos, 2019). نتایج این تحقیق مزایای بهره‌گیری از هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی را نشان داد که عبارتند از: **استخدام:** استفاده از هوش مصنوعی در فرایند استخدام و بکارگیری فروشندگان محصولات باغی به‌صورت کاراتر با حذف خطاهای احتمالی است که نتایج استخدام با تحقیق‌های Pal (2019) و Jia و همکاران (2018) و سروستانی و پیران‌نژاد (۱۴۰۰) همخوانی دارد. **آموزش:** فرایند تسهیل و ساده‌سازیِ یادگیری و کسب دانش فروشندگان محصولات باغی با استفاده از هوش مصنوعی است که نتایج آموزش با تحقیق‌های Jia و همکاران (2018) و قربانی و عطایی‌فر (۱۴۰۳) در یک راستا است.

توسعهٔ شغلی: ارائه راهبردها و پیشنهادها توسط هوش مصنوعی در جهت تسریع توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی و اطمینان از دستیابی به اهداف فروش می‌باشد که نتایج این تحقیق با تحقیق‌های Gikopoulos (2019) و Ji Jia و همکاران (2018) و پورزرنگار (۱۴۰۳) و رجبی فرجاد و عطاپور (۱۴۰۱) همخوانی دارد. در پایان، پیشنهاد می‌گردد که محققان آتی، چالش‌های هوش مصنوعی در آموزش و توانمندسازی فروشندگان محصولات باغی را مورد مطالعه قرار دهند.

منابع

پورزرنگار، فیروزه. ۱۴۰۳. شناسایی راهبردهای مؤثر بازاریابی در فروش حداکثری محصولات باغی استان گیلان. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

سروستانی، میلاد. پیران نژاد، علی. ۱۴۰۰. کاربرد و مزایای هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی. کنفرانس بین المللی تحول دیجیتال. دانشگاه تهران.

قربانی، حمید. عطایی فر، جمشید. ۱۴۰۳. بررسی کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و توسعه منابع انسانی. کنفرانس بین المللی پژوهش های مدیریت و علوم انسانی در ایران.

رجبی فرجاد، حاجیه. عطاپور، مریم. ۱۴۰۱. تأثیر مدیریت منابع انسانی الکترونیکی و هوش مصنوعی در مدیریت استعداد پژوهشگاه فضایی ایران. مدیریت استاندارد و کیفیت. ۱۴۰۱، ۱۲(۲): ۱۰۲-۱۳۱.

Gikopoulos, J. 2019. Alongside, not against: Balancing man with machine in the HR function. Strategic HR Review. 18(2): 56–61.

Jia, Q., Guo, Y., Li, R., Li, Y. and Chen, Y. 2018. A conceptual artificial intelligence application framework in human resource. 18th International Conference on Electronic Business. 106–114.

Nawaz, N. 2019. Artificial intelligence interchange human intervention in the recruitment process in Indian software industry. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 8(4): 143–144.

Pal, D. 2019. Future of workplace: Collaboration of human resource with artificial intelligence. Journal of HR Organizational Behavior Entrepreneurship Development. 3(3): 14–19.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران

The Impact of Artificial Intelligence (AI) in Training and Empowering Garden Product Sellers

Firoozeh Pourzarnegar[1]*
1. Horticultural Science and Engineering, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Corresponding Author: firoozehpourzarnegar@gmail.com

Abstract

In the current era, technology has entered people's lives at an increasing pace, and the role of artificial intelligence in changing the training and empowerment processes of salespeople is undeniable. The purpose of this research is the impact of artificial intelligence in training and empowering garden product sellers. The present research is descriptive-survey and applied in terms of purpose. The measurement tool is a questionnaire whose face and content validity has been confirmed by ten experts and experts related to the research topic, and the reliability of the questionnaire was calculated through Cronbach's alpha coefficient of 0.82. To analyze the collected data, the information was analyzed using SPSS 21 software and descriptive and inferential tests were used. The results of this study show that artificial intelligence has the capacity to save time and cost in processes related to horticultural product sellers, and currently, the greatest use of artificial intelligence in the field of training and empowering horticultural product sellers can be in their recruitment, training, and career development processes ($P \leq 0.001$). It seems that the results of this research could be effective in increasing the use of artificial intelligence in training and empowering garden product sellers.

Keywords: Artificial intelligence, Garden product, Empowerment, Salesperson, Training.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی کاربرد تصویربرداری طیفی و هوش مصنوعی در مدیریت پس از برداشت محصولات باغبانی

سیده عظمت میری[1*]
۱- علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *azmiri2006@gmail.com*

چکیده

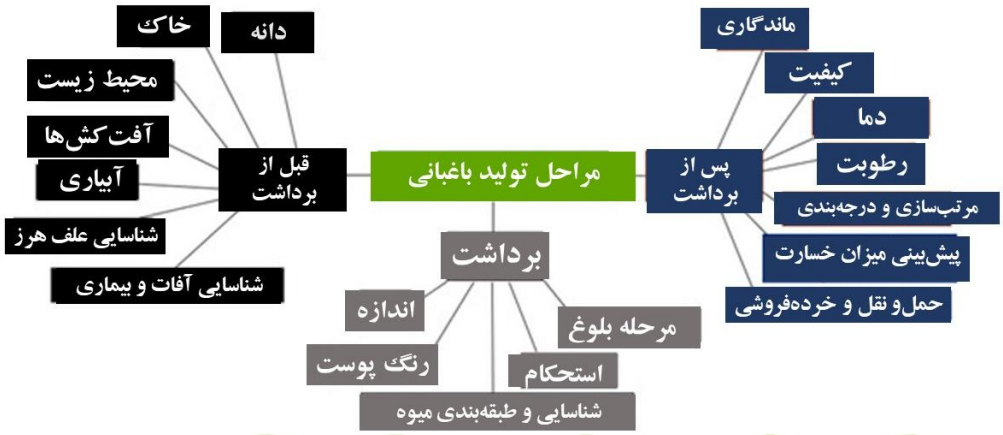
تصویربرداری طیفی و هوش مصنوعی در باغبانی معمولاً برای کاربردهای مختلفی از تشخیص بیماری تا تخمین کیفیت استفاده می شود. با توجه به مزایای سلامتی محصولات تازه و نیاز به امنیت غذایی و تغذیه، تولید باغبانی کارآمد و مدیریت پس از برداشت می‌تواند بسیار مهم باشد. این تحقیق با هدف ارزیابی کاربرد یادگیری ماشین در باغبانی قبل از برداشت و پس از برداشت و پتانسیل یادگیری ماشین در کاهش تلفات و ضایعات پس از برداشت با پیش‌بینی میزان آنها، که برای شیوه‌های مدیریت و سیاست‌گذاری در کاهش تلفات و ضایعات حیاتی است، انجام شده است. با این حال، اکثر راه حل های موجود نیاز به درک عمیق مهندسی نرم افزار دارند و بیشتر بر روی تشخیص بیماری و کاربردهای پس از برداشت تمرکز دارند. بررسی منابع با ارزیابی کاربرد یادگیری ماشین در باغبانی پس از برداشت آغاز می شود. سپس کاربرد یادگیری ماشین را در پردازش و پردازش پس از برداشت، و در نهایت، چشم انداز کاربرد آن در تلفات پس از برداشت و کمی سازی ضایعات را ارائه می دهد. به طور کلی، این مطالعه مسیرهای احتمالی آینده را برای تحقیقات مربوط به کاربرد یادگیری ماشین در تلفات پس از برداشت و تعیین کمیت ضایعات پیشنهاد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: مدل های یادگیری ماشین، پیش‌بینی کیفیت محصول، مدیریت بازار.

مقدمه

محصولات باغی عمدتاً شامل میوه‌ها، سبزیجات، درختان، گل های زینتی و گیاهان دارویی می‌شود. آنها علاوه بر تغذیه ای که توسط محصولات اصلی تامین می شود، مواد مغذی مختلفی را برای رژیم غذایی روزانه انسان تولید می کنند و برخی از آنها علاوه بر این دارای ویژگی های زینتی و دارویی هستند. به این ترتیب، محصولات باغی سهم منحصر به فرد و مهمی هم در امنیت غذایی و هم در سبک زندگی افراد نقش‌آفرینی می‌کنند. محصولات باغبانی حاوی عناصر مغذی ضروری در مقادیر زیاد هستند (Alasalvar et al., 2020). این مواد مغذی ضروری برای حفظ یک زندگی سالم، حیاتی هستند و فواید زیادی برای بدن انسان دارند (Paul et al., 2004). بیماری های مزمن مانند فشار خون بالا، بیماری قلبی، سکته مغزی، دیابت، سرطان و بیماری های ریوی از علل اصلی مرگ و میر هستند (Narayan et al., 2020). افزایش موارد چاقی و سوء تغذیه نیز یک نگرانی فزاینده در سراسر جهان است. شواهد تحقیقاتی نشان داده است که افزایش مصرف میوه و سبزیجات خطر ابتلا به بیماری ها را کاهش می دهد. همچنین بین مصرف میوه و سبزی و تاخیر در اختلالات مرتبط با افزایش سن همبستگی وجود دارد (VanDijk et al., 2021). علیرغم مزایای به دست آمده از مصرف میوه و سبزیجات، هنوز مقدار قابل توجهی در سراسر زنجیره ارزش غذایی به دلایل متعددی از جمله آلودگی به آفات و بیماری، تنش محیطی، مسائل کیفیت و استانداردهای بازارپسندی محصولات و بازاریابی، هدر می رود (Opara et al., 2021). برای مقابله با این چالش ها، هوش مصنوعی (AI)، به ویژه یادگیری ماشین ML ، به عنوان یک ابزار امیدوارکننده در باغبانی قبل از برداشت و پس از برداشت ظاهر شده است (Purandare et al., 2016). باغبانی برای تامین میوه و سبزیجات، که غنی از مواد مغذی هستند ضروری هستند و چون کمک قابل توجهی به اقتصاد جهانی می کنند، بسیار حیاتی است. علیرغم اهمیت آنها، شیوه های باغبانی در مناطق مختلف، اغلب به دلیل موانعی مانند فقدان فناوری مدرن، ابتدایی باقی می مانند. دلیل آن این است که کشاورزان به دلایل متعددی مانند کمبود مهارت و هزینه دستیابی به چنین فناوری همچنین نبود امکانات کافی تمایلی به استفاده از فناوری های مدرن را ندارند (Meshram et al., 2021). این منجر به تلفات بالای قبل از برداشت و پس از برداشت

می شود. نقص در تصمیم گیری مبتنی بر داده مربوط به آب و هوا، شرایط خاک، آبیاری و مدیریت آفات، به ناکارآمدی هایی کمک می کند که می تواند از طریق فناوری‌های یادگیری ماشین برطرف شود. ادغام الگوریتم‌های یادگیری ماشین در زنجیره ارزش باغبانی می‌تواند کیفیت تولید را افزایش داده و تخصیص منابع را بهینه کند، در نتیجه بازده سرمایه‌گذاری را برای سهامداران افزایش می‌دهد (شکل ۱).



شکل ۱- کاربرد هوش مصنوعی در بخش‌های مختلف باغبانی

فناوری‌های اخیر در توانایی به‌کارگیری از مدل‌های یادگیری ماشین، حسگرها و تولید داده‌های ماهواره‌ای بانک اطلاعات و مرجع داده‌های بزرگ را در مراحل مختلف زنجیره ارزش غذایی تولید کرده‌اند در نتیجه، ظهور فناوری‌های کلان داده، کاربرد یادگیری ماشین را در مراحل مختلف زنجیره ارزش غذایی تسریع کرده است. یادگیری ماشین به طور گسترده در زمینه های مختلف کشاورزی و علوم گیاهی، مانند اصلاح نباتات، کشت در شرایط آزمایشگاهی، فنوتیپ استرس ، فیزیولوژی تنش، زیست شناسی سامانه گیاهی ، شناسایی گیاه ، مهندسی ژنتیک گیاه، شناسایی پاتوژن استفاده شده است (Hesami et al., 2022).

مواد و روش‌ها

علیرغم تحقیقات رو به رشد در مورد یادگیری ماشین در کشاورزی، شکاف قابل توجهی در ادبیات مربوط به کاربرد آن در تلفات پس از برداشت و مدیریت ضایعات وجود دارد. ادبیات موجود عمدتاً بر کاربرد فن‌آوری‌های یادگیری ماشین در باغبانی پیش از برداشت و طبقه‌بندی میوه‌ها و سبزیجات برای مرتب‌سازی و درجه‌بندی متمرکز است. جستجوی Scopus و مرورگرهای مختلف با فیلترها در دهه گذشته، بررسی های زیادی را برای یادگیری ماشین همراه با کاربردهای یادگیری عمیق، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در کشاورزی و تولید مواد غذایی نشان دادند. با توجه به این شکاف، هدف از مطالعه حاضر ترکیب دانش فعلی در مورد کاربردهای یادگیری ماشین در باغبانی پس از برداشت و گسترش بحث در این زمینه است.

نتایج و بحث

کاربرد یادگیری ماشین در باغبانی پیش از برداشت

یادگیری ماشین کاربردهای گسترده ای در زمینه های مختلف مانند مخابرات و مراقبت های بهداشتی دارد همچنین کاربرد آن در باغبانی پیش از برداشت به طور فزاینده ای شناخته شده است. مطالعات اخیر محققین نقش رو به رشد یادگیری ماشین را در باغبانی قبل از برداشت، به ویژه در مناطقی مانند تشخیص بیماری و علف های هرز، پیش بینی و تشخیص از دست دادن محصول به دلایل طبیعی، پیش بینی عملکرد و ارزیابی کیفیت محصول برجسته کرده‌اند.

با توجه به اهمیت سلامت محصولات پیش از برداشت، امروزه مطالعات جهانی به کاربرد یادگیری ماشین در تشخیص بیماری و آفات محصولات مختلف باغبانی توجه بسیار نموده که در جدول ۱ به برخی از آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۱- خلاصه‌ای از کاربرد یادگیری ماشین در پیش‌بینی و تشخیص آفات و بیماری‌ها

محصول	آفت/بیماری	شاخص مشاهداتی	ارزیابی	الگوریتم مورد استفاده	نتایج	مرجع
پاپایا	ناهنجاری برگ	تصویر برگ	شناسایی بین برگ‌های پاپایای سالم و آلوده به بیماری	جنگل تصادفی (RF)	دقت ۷۰ درصد	Maniyath et al., 2018
محصولات مختلف	حشرات	ویژگی‌های شکلی استخراج‌شده از تصاویر حشرات	طبقه‌بندی و تشخیص حشرات در محصولات	شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، ماشین بردار پشتیبان(SVM)، بیز ساده (NB)، نزدیکترین همسایه‌های K (KNN) و شبکه عصبی کانولوشن(CNN)	CNN بالاترین دقت طبقه‌بندی ۹۱/۵ درصد و ۹۰ درصد را برای ۹ و ۲۴ کلاس حشرات ارائه داد	Kasinathan et al., 2021
برگ‌های انگور	سرخک سیاه، پوسیدگی سیاه و سوختگی برگ	تصاویر گرفته شده از برگ	تشخیص و طبقه‌بندی برگ‌های بیمار- آلوده و برگ‌های سالم	تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و SVM	طبقه‌بندی‌کننده SVM همراه با هسته خطی، با استفاده از ویژگی‌های ماتریس هم رخدادی سطح خاکستری (GLCM) دقت ۹۸/۷۱ درصد را تولید کرد.	Javidan et al., 2023
میوه خرما	کنه خرما	متغیرهای هواشناسی و خواص فیزیکوشیمیایی میوه خرما	پیش‌بینی تعداد کنه خرما روی میوه‌های خرما	رگرسیون خطی (LR) و رگرسیون جنگل تصمیم‌گیری (DFR)	DFR در تمام متغیرها با ضریب تعیین برابر با ۰/۸۴۲، ۰/۸۹۵ و ۰/۹۲۱ به ترتیب برای متغیر هواشناسی، خواص فیزیکوشیمیایی و متغیرهای خواص هواشناسی و فیزیکوشیمیایی عملکرد بهتری نسبت به LR داشت.	Mohammed et al., 2023

مطابق با جدول ۱، مشاهده می‌شود که الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین قابلیت تشخیص بیماری‌های برگی را به‌خوبی داشته و اگر بتوان پایگاه داده‌ای مناسب برای این الگوریتم‌ها فراهم آورد با دقت بیش از ۹۰ درصد قابلیت تشخیص بیماری‌های برگی را دارند. همچنین برای محصولات ارزشمند می‌توان از قابلیت الگوریتم‌ها استفاده نمود و محصولات آفت‌زده را تشخیص و از چرخه بازاررسانی خارج نمود.

آگاهی از میزان محصول در پایان فصل در برنامه‌ریزی و مدیریت بازار فروش نقش مهمی دارد. بنابراین استفاده از شیوه‌های نوین در پیش‌بینی محصول می‌تواند در تدوین سیاست‌های درست اقتصادی و کنترل و مدیریت بازار فروش نقش به‌سزایی داشته باشد. در جدول ۲ به الگوریتم‌های پرکاربرد در پیش‌بینی میزان تولید محصولات باغبانی اشاره شده است.

جدول ۲- خلاصه‌ای از کاربردهای یادگیری ماشین در پیش‌بینی عملکرد

محصول	شاخص مشاهداتی	ارزیابی	الگوریتم مورد استفاده	نتایج	مرجع

قهوه	ویژگی‌های رنگ در تصاویر دیجیتال	شمارش خودکار میوه‌ها روی شاخه‌های قهوه	SVM	رسیده-بیش از حد رسیده: ۸۲/۵۴-۸۷/۸۳ درصد نیمه رسیده: ۶۸/۲۵-۸۵/۳۶ درصد نارس: ۷۶/۹۱-۸۱/۳۹ درصد	Ramos et al., 2017
مرکبات	ویژگی‌های تصویر مانند روشنایی و تاریکی	شناسایی سبز نارس مرکبات	SVM	با دقت ۸۰/۴ درصد.	Sengupta and Lee, 2014
سیب‌زمینی	داده‌های مربوط به خواص فیزیکوشیمیایی خاک	شناسایی تغییرپذیری در خواص خاک و عملکرد سیب‌زمینی	LR، شبکه الاستیک (EN)، KNN، و رگرسیون بردار پشتیبان (SVR)	SVR با ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برابر با ۵/۹۷، ۴/۶۲، ۶/۶ و ۶/۱۷ تن در هکتار برای همه مجموعه داده‌ها، از سایر مدل‌ها پیشی گرفت، در حالی که KNN با RMSE برابر با ۶/۹۳، ۵/۲۳ و ۶/۹۱ تن در هکتار در سه مجموعه از چهار مجموعه داده، ضعیف‌ترین عملکرد را داشت.	Abbas et al., 2020
بلوبری وحشی	ارتفاع گیاه، تولید میوه، شیب، ریزش برگ و آسیب ماشین برداشت (ماشین مکنده)	برداشت مکانیکی، کاهش عملکرد	SVR، LR و RF	LR با ضریب تعیین ۰/۹۱، ۰/۸۷، ۰/۷۳ و ۰/۹۱ به ترتیب برای FrankWebb، Tracadie، Cooper و Small Scott از سایر مدل‌ها پیشی گرفت. در حالی که SVR با ضریب تعیین ۰/۹۳، ۰/۸۸، ۰/۷۹ و ۰/۰۷ به ترتیب برای همان مناطق عملکرد نسبتاً خوبی داشت.	Abbas et al., 2020

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در تشخیص میزان رسیدگی محصول به‌خوبی استفاده شده است و با استفاده از قابلیت این الگوریتم‌ها در تشخیص وضعیت رسیدگی محصول علاوه بر تعیین میزان محصول برداشتی می‌توان زمان مناسب برداشت را نیز مشخص نمود. استفاده از دوربین‌های تصویربرداری و طیف‌های نوری مختلف برای هر محصول در دستیابی به نتایج دقیق‌تر نقش به‌سزایی داشته و این بخش از فناوری هوش مصنوعی در مرحله آزمون و خطا قرار گرفته و تلاش می‌شود علاوه بر توسعه الگوریتم‌های کاربردی در این زمینه، طول موج مناسب برای هر محصول نیز شناسایی شود.

کاربرد یادگیری ماشین در حمل و پردازش پس از برداشت

نتایج نشان‌دهنده کاربرد رو به رشد فن‌آوری‌های یادگیری ماشین در مدیریت پس از برداشت، به‌ویژه در مرتب‌سازی، درجه‌بندی و طبقه‌بندی رقم محصولات تازه است. این دو مسیر فعالیت پس از برداشت به طور سنتی دستی و ذهنی هستند و بر اساس ویژگی های فیزیکی مانند شکل، رنگ و وجود لکه ها طبقه بندی می‌شوند. ماهیت کار فشرده و زمان‌بر روش‌های دستی سنتی، همراه با ذهنی بودن آنها، منجر به اتخاذ فناوری‌های یادگیری ماشینی برای رسیدگی به این چالش‌ها شده است.

دسته‌بندی میوه و سبزیجات

دسته بندی محصولات تازه یک فعالیت طبقه بندی کیفی است و تا حد زیادی تحت تأثیر استاندارد بازار، به ویژه برای کالاهای صادراتی است. مرتب سازی میوه ها و سبزیجات مهم است زیرا بازارپسندی یک ویژگی مهم در درجه بندی محصولات تازه است که کیفیت و ارزش پولی چنین محصولات تازه را تعیین می کند. بسیاری از فرآیندهای مرتب‌سازی سنتی شامل شناسایی فیزیکی محصول تازه توسط یک فرد بر اساس ویژگی‌های خاصی است که گاهی اوقات سخت، زمان‌بر و وابسته به ادراک مرتب‌کننده هستند. همچنین، روش‌های مرتب‌سازی سنتی به دلیل خستگی و عدم آموزش مستعد عدم دقت هستند و این ممکن است منجر به تلفات شود. بنابراین اتخاذ فناوری های یادگیری ماشین برای افزایش کارایی و بهره وری در مرتب سازی و درجه بندی محصولات تازه بسیار مهم است (جدول ۳).

جدول ۳- خلاصه‌ای از کاربردهای یادگیری ماشین در دسته‌بندی/درجه‌بندی میوه‌ها و سبزیجات

محصول	شاخص مشاهداتی	ارزیابی	الگوریتم مورد استفاده	نتایج	مرجع

نارگیل	سیگنال صوتی	طبقه‌بندی میوه نارگیل به نارس، بالغ، و بیش از حد بالغ	ANN، RF و SVM	ANN: آموزش = ۷۹/۳۲ درصد؛ آزمون = ۸۱/۷۴ درصد؛ RF: آموزش = ۹۰/۹۸ درصد؛ آزمون = ۸۳/۴۸ درصد؛ SVM: آموزش۸۸/۳۵ درصد ؛ آزمون = ۸۰ درصد	Caladcad et al., 2020
روغن‌های گیاهی	مشخصات اسیدهای چرب	تمایز روغن با کیفیت عالی از روغن‌های خوراکی ارزان	RF	اسیدهای چرب غیراشباع سیس-تک‌غیراشباع در روغن چای (۷۹/۴۸ درصد) نزدیک به روغن زیتون فوق بکر گران‌قیمت (۸۰/۷۱ درصد) بودند و می‌توانستند جایگزین آن شوند.	Ai et al., 2014
موز	ویژگی‌های رنگ و اندازه	طبقه‌بندی موز به کلاس اضافی، کلاس I، کلاس II، و کلاس رد	ANN، SVM و RF	RF بالاترین دقت طبقه‌بندی ۹۴/۲ درصد را ارائه داد. بدون کلاس رد، حداقل ۹۷ درصد دقت در سایر کلاس‌ها حاصل شد.	Piedad et al., 2018
سیب و انبه	تصاویر دیجیتال میوه‌ها	طبقه‌بندی میوه‌ها به میوه‌های آسیب‌دیده یا خوب	KNN و SVM	SVM با دقت ۹۸ درصد از مدل KNN پیشی گرفت.	Hemamalini et al., 2022
سیب	ویژگی‌های رنگ	بازرسی و طبقه‌بندی خودکار میوه سیب	SVM، KNN، تقویت گرادیان شدت (XGBoost) و تقویت دسته‌بندی (CatBoost)	SVM با طبقه‌بندی سه نوع نمونه سیب با دقت ۹۶/۷ ئرصد از سایر مدل‌ها پیشی گرفت.	Zou et al., 2022
فلفل دلمه‌ای	ویژگی‌های رنگ، بافت و اندازه	پیش‌بینی مرحله بلوغ و اندازه فلفل دلمه‌ای	ANN و پرسپترون چندلایه (MLP)	طبقه‌بندی‌کننده MLP با ۹۳/۲، ۸۶/۴ و ۹۵/۷ درصد به ترتیب برای دقت، صحت، حساسیت و ویژگی، عملکرد بهتری داشت.	Mohi-Alden et al., 2023

مطابق با جدول ۳، مطالعات کلیدی متمرکز بر افزایش کارایی روش‌های مرتب سازی و درجه بندی در تولید باغبانی پس از برداشت از طریق فناوری های یادگیری ماشین خلاصه شده است. به همین منظور یک سیستم سیگنال صوتی برای طبقه بندی میوه نارگیل به سه گروه – نارس، بالغ و بیش از حد بالغ در نظر گرفته شد و در پایان مشخص شد که این سیستم طبقه بندی می تواند به طور قابل توجهی از پردازش در مقیاس بزرگ میوه نارگیل برای صادرات انبوه سود ببرد. همچنین با توجه به اهمیت تعیین میزان خلوص روغن‌های گیاهی از فناوری‌های نوین در تشخیص روغن‌های بکر و تعیین وضعیت اسیدهای چرب موثر بر کیفیت روغن‌های گیاهی استفاده شد. در دیگر محصولات باغبانی نیز از الگوریتم‌های مناسب برای دسته‌بندی و طبقه‌بندی صحیح محصولات استفاده‌های کاربردی به عمل آمد.

تشخیص محصول و طبقه بندی ارقام

مدل‌های یادگیری ماشین برای شناسایی و شناسایی انواع مختلف محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. فناوری مشابهی نیز برای تمایز ارقام میوه و سبزیجات با توجه به بازار خاص و نیازهای صنعتی به کار گرفته است چون طبقه بندی دقیق برای برآوردن مشخصات بازار بسیار مهم است، در نتیجه خطر رد شدن یا برگشت خوردن محصولات و متعاقب آن از دست دادن یا هدر رفتن محصولات به حداقل می رسد. محققین با استفاده از الگوریتم های طرح ریزی متوالی توانستند گلابی معطر کورلا را با دقت ۹۶/۷ درصد به دو دسته گلابی کاسه گل برگ ریز و گلابی کاسه گل دائمی طبقه بندی و آنها را از یکدیگر متمایز کنند. همچنین در مطالعه دیگر با استفاده از مدل برای طبقه‌بندی زردآلوها بر اساس ویژگی‌های شکل آن‌ها استفاده کردند. این مطالعه با هدف ایجاد مدلی برای طبقه‌بندی رقم میوه زردآلو با استفاده از ویژگی‌های شکلی برای تشخیص ارقام مختلف انجام شد.

برنامه های یادگیری ماشین در طول خرده فروشی

در خرده فروشی، تصمیم گیری پایدار برای دوام طولانی مدت و مزیت رقابتی بسیار مهم است. این بدان معنی است که تصمیمات برای افزایش سودآوری، بازگشت سرمایه و به حداقل رساندن ریسک اتخاذ می شود. برای اتخاذ این تصمیمات، پیش بینی ها با استفاده از روندهای گذشته و حال فعالیت های پیرامون کسب و کار انجام می شود. عوامل زیادی بر عملیات خرده‌فروشی تأثیر می‌گذارند، از جمله پویایی بازار و رفتار مصرف‌کننده، که پیش‌بینی دقیق را به یک کار چالش برانگیز و در عین حال ضروری تبدیل می‌کند. برنامه‌های کاربردی یادگیری ماشین برای ارائه روش‌هایی برای شبیه‌سازی، شناسایی و پیش‌بینی جنبه‌های سامانه خرده‌فروشی پیچیده برای تصمیم‌گیری به موقع برای عملیات کارآمد و کاهش تولید ضایعات مواد غذایی به کار گرفته شده‌اند. برخی از مطالعات، روش‌های یادگیری ماشین را برای بهبود عملیات خرده فروشی به کار برده‌اند. به عنوان مثال از مدل طبقه بندی برای پیش بینی قیمت روغن پالم با استفاده از داده های به دست آمده از انجمن فروشندگان روغن خوراکی استفاده کردند. این پیش‌بینی برای تعیین افزایش قیمت انجام شد تا روغن پالم وارداتی در بازارهای داخلی معامله شود. در مطالعه دیگری از طبقه بندی کننده مدل مربوطه برای طبقه بندی رفتار مشتری برای خرید محصولات بر اساس ویژگی هایی مانند عوامل بین فردی، فردی، محیطی و سازمانی بر اساس الگوی خرید استفاده کردند. پیش‌بینی رفتار مشتری بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده از مخزن بود و مطالعه دقت ۹۴ درصدی را نشان داد.

محدودیت های اجرای روش‌های یادگیری ماشین در تولید باغبانی و چشم انداز آینده

اگرچه روش‌های یادگیری ماشین تولید باغبانی را از طریق خودکارسازی و افزایش کارایی بهبود می‌بخشند، چالش‌ها و محدودیت‌های متعددی در ارتباط با اجرای آنها وجود دارد. این چالش ها به دلیل پیچیدگی های تولید باغبانی به وجود می آیند. یکی از چالش های اصلی در دسترس بودن و تنوع داده ها است. داده‌ها برای مطالعات باغبانی از منابع متعددی مانند آزمایش‌های آزمایشگاهی، تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های تاریخی و داده‌های جمع‌آوری‌شده دستی (کمی‌سازی فیزیکی) می‌آیند. بنابراین، اطمینان از کیفیت داده ها از چندین منبع برای برنامه های کاربردی با استفاده از مدل های یادگیری ماشین حیاتی است. در برخی موارد، فرآیند جمع‌آوری داده‌های یادگیری ماشین به مهارت‌های تخصصی و هزینه هنگفتی برای کسب نیاز دارد، مانند اکتساب داده‌ها از طریق تصور ابرطیفی، که کسب داده‌های کافی برای استفاده را دشوار می‌کند. همچنین مشکل پایایی داده ها به دلیل ناسازگاری در روش های جمع آوری داده ها وجود دارد. علاوه بر این، تعامل بین محصولات باغی و محیط آنها تحت تأثیر آب و هوا، شیوه های کشاورزی، شیوع آفات و بیماری ها و ترکیب خاک است. این عوامل از یک زمان به زمان دیگر متفاوت است و نیاز به نظارت مستمر دارد. همچنین، تفسیرپذیری این پارامترها و آگاهی از چگونگی تأثیرگذاری آنها بر تولید محصول نیازمند دانش باغبانی است که می تواند برای متخصصان سایر رشته ها محدودیت ایجاد کند. همچنین مشکل مقیاس پذیری در کاربرد یادگیری ماشین در تولیدات باغبانی وجود دارد. آزمایش‌های مقیاس کوچک در کاربرد روش‌های یادگیری ماشین در تولید باغبانی معمولاً ساده‌تر، ارزان‌تر هستند و اغلب نتایج مثبتی را نشان می‌دهند. مقیاس بندی این نتایج برای عملیات باغبانی بزرگتر ممکن است مستلزم هزینه های قابل توجه، نیازمندی های زیرساختی و تناسب با فناوری ها و عملیات موجود باشد. علاوه بر این، جنبه دیگری از محدودیت های اجرای یادگیری ماشین در تولید باغبانی، انتخاب معیارهای عملکرد مناسب برای ارزیابی عملکرد مدل است. با توجه به بحث در مورد چالش‌ها و محدودیت‌های مرتبط با اجرای روش‌های یادگیری ماشین در تولیدات باغبانی، جهت‌گیری‌های احتمالی آینده تحقیقاتی می‌تواند شامل در نظر گرفتن ادغام مدل‌های یادگیری ماشین با دستگاه‌های اینترنت اشیا مانند حسگرها باشد تا امکان نظارت و کنترل در زمان واقعی محیط‌های باغبانی را فراهم کند، که منجر به کارایی بالاتر می‌شود. همچنین، برای پرداختن به چالش‌های منحصر به فرد تولیدات باغبانی، نیاز به بررسی الگوریتم‌های جدید یادگیری ماشین وجود دارد (از آنجایی که آنها ترکیبی از مدل‌های سنتی یادگیری ماشین تشکیل شده‌اند).

پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی، به‌ویژه یادگیری ماشینی، کار دستی را در فعالیت‌های قبل و بعد از برداشت به میزان قابل‌توجهی کاهش داده و زنجیره ارزش غذایی را متحول کرده است. استفاده از یادگیری ماشین در شیوه های باغبانی نه تنها عملیات را متحول کرده است بلکه سرعت و دقت فرآیندهای مختلف را نیز افزایش داده است. این مطالعه دانش فعلی مدل‌های یادگیری ماشین را گزارش کرده است

که متغیرها را به‌طور دقیق به عنوان مدل‌های مستقل پیش‌بینی و طبقه‌بندی می‌کنند. با توجه به کاربرد موفقیت‌آمیز مدل‌های یادگیری ماشین در شیوه‌های مختلف باغبانی، می‌تواند یک تغییر مسیر برای تعیین کمیت تلفات پس از برداشت در آینده نزدیک باشد. با این حال، استفاده از روش‌ها در مقیاس تجاری نیاز به مهارت های تخصصی دارد و می تواند هزینه بر باشد. همانطور که این بررسی نشان داده است، مطالعات مربوط به کاربرد روش‌های یادگیری ماشین در کمی‌سازی و پیش‌بینی تلفات پس از برداشت و ضایعات محصولات باغی وجود ندارد، از این رو این روش اهمیت مطالعه را برجسته می‌کند. نیاز گسترده به یادگیری ماشین در تعیین کمیت تلفات و ضایعات پس از برداشت مشهود است، به ویژه زمانی که تأثیر بالقوه آن بر تدوین و اجرای سیاست برای از دست دادن مواد غذایی و کاهش ضایعات در نظر گرفته شود. با توجه به این ملاحظات، تحقیقات آینده باید از یادگیری ماشین برای تعیین کمیت و پیش‌بینی تلفات و ضایعات پس از برداشت، افزایش دقت داده‌ها و تسهیل مداخلات به موقع استفاده کند.

منابع

Abbas, F., Afzaal, H., Farooque, A. A. and Tang, S. 2020. Crop yield prediction through proximal sensing and machine learning algorithms. Agronomy. 10: 1046.

Ai, F. F., Bin, J., Zhang, Z. M., Huang, J. H., Wang, J. B., Liang, Y. Z., Yu, L. and Yang, Z. Y. 2014. Application of random forests to select premium quality vegetable oils by their fatty acid composition. Food Chemistry. 143: 472–478.

Alasalvar, C., Salvadó, J. S. and Ros, E. 2020. Bioactives and health benefits of nuts and dried fruits. Food Chemistry. 314: 126192.

Caladcad, J. A., Cabahug, S., Catamco, M. R., Villaceran, P. E., Cosgafa, L., Cabizares, K. N., Hermosilla, M. and Piedad, E. J. 2020. Determining Philippine coconut maturity level using machine learning algorithms based on acoustic signal. Computers and Electronics in Agriculture. 172: 105327.

Hemamalini, V., Rajarajeswari, S., Nachiyappan, S., Sambath, M., Devi, T., Singh, B. K. and Raghuvanshi, A. 2022. Food quality inspection and grading using efficient image segmentation and machine learning-based system. Journal of Food Quality. 5262294.

Hesami, M., Alizadeh, M., Jones, A. M. P. and Torkamaneh, D. 2022. Machine learning: Its challenges and opportunities in plant system biology. Applied Microbiology and Biotechnology. 106: 3507–3530.

Javidan, S. M., Banakar, A., Vakilian, K. A. and Ampatzidis, Y. 2023. Diagnosis of grape leaf diseases using automatic K-means clustering and machine learning. Smart Agricultural Technology. 3: 100081.

Kasinathan, T., Singaraju, D. and Uyyala, S. R. 2021. Insect classification and detection in field crops using modern machine learning techniques. Information Processing in Agriculture. 8: 446–457.

Maniyath, S. R., Vinod, P. V., Niveditha, M., Pooja, R., Prasad Bhat, N., Shashank, N. and Hebbar, R. 2018. Plant disease detection using machine learning. In: Proceedings of the 2018 International Conference on Design Innovations for 3Cs Compute Communicate Control (ICDI3C 2018), Bangalore, India, 25–28 April 2018. 41–45.

Meshram, V., Patil, K., Meshram, V., Hanchate, D. and Ramteke, S. D. 2021. Machine learning in agriculture domain: A state-of-art survey. Artificial Intelligence in Life Sciences. 1: 100010.

Mohammed, M., El-Shafie, H. and Munir, M. 2023. Development and validation of innovative machine learning models for predicting date palm mite infestation on fruits. Agronomy. 13: 494.

Mohi-Alden, K., Omid, M., Soltani Firouz, M. and Nasiri, A. 2023. A machine vision-intelligent modelling based technique for in-line bell pepper sorting. Information Processing in Agriculture. 10: 491–503.

Narayan, V., Thompson, E. W., Demissei, B., Ho, J. E., Januzzi, J. L. and Ky, B. 2020. Mechanistic biomarkers informative of both cancer and cardiovascular disease: JACC state-of-the-art review. Journal of the American College of Cardiology. 75: 2726–2737.

Opara, I. K., Fawole, O. A. and Opara, U. L. 2021. Postharvest losses of pomegranate fruit at the packhouse and implications for sustainability indicators. Sustainability. 13: 5187.

Paul, D. K. and Ranajit, K. S. 2004. Nutrients, vitamins and minerals content in common citrus fruits in the northern region of Bangladesh. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7: 238–242.

Piedad, E., Larada, J. I., Pojas, G. J. and Ferrer, L. V. V. 2018. Postharvest classification of banana (Musa acuminata) using tier-based machine learning. Postharvest Biology and Technology. 145: 93–100.

Purandare, H., Ketkar, N., Pansare, S., Padhye, P. and Ghotkar, A. 2016. Analysis of post-harvest losses: An Internet of Things and machine learning approach. In: Proceedings of the International Conference on Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques (ICACDOT 2016), Pune, India, 9–10 September 2016. 222–226.

Ramos, P. J., Prieto, F. A., Montoya, E. C. and Oliveros, C. E. 2017. Automatic fruit count on coffee branches using computer vision. Computers and Electronics in Agriculture. 137: 9–22.

Sengupta, S. and Lee, W. S. 2014. Identification and determination of the number of immature green citrus fruit in a canopy under different ambient light conditions. Biosystems Engineering. 117: 51–61.

Van Dijk, A. D. J., Kootstra, G., Kruijer, W. and de Ridder, D. 2021. Machine learning in plant science and plant breeding. iScience. 24: 101890.

Zou, Z., Long, T., Wang, Q., Wang, L., Chen, J., Zou, B. and Xu, L. 2022. Implementation of Apple's automatic sorting system based on machine learning. Food Science and Technology. 42: e24922.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Investigating the application of spectral imaging and artificial intelligence in postharvest management of horticultural crops

Seyedeh Azamat Miri1[1*]
1. Horticultural science and engineering, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran
azmiri2006@gmail.com

Abstract

Spectral imaging and AI in horticulture are commonly used for a variety of applications ranging from disease diagnosis to quality estimation. Given the health benefits of fresh produce and the need for food and nutrition security, efficient horticultural production and post-harvest management can be of great importance. This research aims to evaluate the application of machine learning in pre-harvest and post-harvest horticulture and the potential of machine learning in reducing post-harvest losses and waste by predicting their extent, which is critical for management practices and policy-making in reducing losses and waste. However, most of the existing solutions require a deep understanding of software engineering and are mostly focused on disease diagnosis and post-harvest applications. The literature review begins with an assessment of the application of machine learning in post-harvest horticulture. It then presents the application of machine learning in post-harvest processing and handling, and finally, the prospects for its application in post-harvest losses and waste quantification. Overall, this study suggests possible future directions for research related to the application of machine learning in post-harvest losses and waste quantification.

Keywords: Market management, Machine learning models, Product quality prediction.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ظرفیت های کاربرد هوش مصنوعی در علوم باغبانی

محمّدامین شاهرخ‌پور[۱]، محبوبه رحیمی[۱] و محمدتقی عبادی[۱*]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
نویسنده مسئول: *mt.ebadi@modares.ac.ir*

چکیده

با پیشرفت سریع فن‌آوری‌های هوش مصنوعی، این تکنولوژی به‌عنوان ابزاری نوآورانه در علوم باغبانی به‌طور گسترده‌ای می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و برخی مطالعات نیز در این موضوع انجام شده است. این مقاله به بررسی ظرفیت های کاربرد هوش مصنوعی در افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصولات باغی می‌پردازد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مدل‌های یادگیری عمیق می‌توانند با دقت بالا (>۹۰٪) در شناسایی بیماری‌ها و آفات گیاهی عمل کنند و از این رو به کشاورزان این امکان را می‌دهند که به‌صورت سریع‌تر به تهدیدات واکنش نشان دهند. همچنین، تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده حاکی از آن است که سیستم‌های آبیاری هوشمند می‌توانند مصرف آب را به میزان ۲۵٪ کاهش دهند و بدین ترتیب به صرفه‌جویی اقتصادی و حفاظت از منابع طبیعی کمک کنند. علاوه بر این، استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی در مدیریت شرایط رشد، منجر به افزایش کیفیت و تنوع محصولات باغی شده است. با این حال، پذیرش این تکنولوژی‌ها با چالش‌هایی مانند نیاز به زیرساخت‌های مناسب و آموزش کشاورزان همراه است. نتیجه‌گیری این پژوهش نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان یک فن‌آوری تحول‌آفرین در راستای ارتقای عملکرد باغبانی و توسعه پایدار عمل کند.

واژه‌های کلیدی: تشخیص بیماری‌ها، یادگیری عمیق، کیفیت محصولات، مدیریت منابع.

مقدمه

با افزایش جمعیت جهانی و چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی، نیاز به بهینه‌سازی فرآیندهای کشاورزی و باغبانی به شدت احساس می‌شود. هوش مصنوعی (Artificial Intelligence = AI) به عنوان یک فن‌آوری پیشرفته، با توانایی تحلیل حجم عظیمی از داده‌ها و شناسایی الگوهای پیچیده، پتانسیل بالایی برای بهبود عملکرد و پایداری در این حوزه دارد. به ویژه، استفاده از روش‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق می‌تواند موجب تحولی در مدیریت زراعی و بهبود کیفیت محصولات باغی شود.

یکی از زمینه‌هایی که هوش مصنوعی می‌تواند به طور خاص تأثیرگذار باشد، تشخیص و پیشگیری از بیماری‌های گیاهی است. تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از الگوریتم‌های بینایی کامپیوتری و شبکه‌های عصبی می‌تواند در شناسایی آفات و بیماری‌ها با دقت بالا و در زمان واقعی مؤثر باشد (Ferentinos, 2018). این موضوع نه تنها توانایی شناسایی زودهنگام مشکلات را فراهم می‌کند بلکه به کشاورزان این امکان را می‌دهد که اقدامات لازم را به سرعت اتخاذ کنند و بدین ترتیب از خسارات اقتصادی ناشی از بیماری‌ها و آفات جلوگیری کنند (Tzeng et al., 2021). علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند در بهینه‌سازی مصرف منابع مانند آب و کود موثر واقع شود. با استفاده از تحلیل‌های پیشرفته، محققان می‌توانند الگوهای مصرف را شناسایی کرده و تکنیک‌های آبیاری متناسب با نیاز واقعی گیاهان را پیاده‌سازی کنند. این امر نه تنها به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند بلکه اثرات مثبتی بر محیط زیست خواهد داشت (Hussain et al., 2019).

امروزه، با ترکیب هوش مصنوعی با اینترنت اشیاء (IoT) و داده‌های حسگری، پژوهشگران قادر به ایجاد سامانه‌های هوشمند پایش و مدیریت باغ‌ها هستند که می‌توانند اطلاعات دقیقی از شرایط زمین، آب و هوا و سلامت گیاهان فراهم کنند (Mohanty et al., 2016).

یکی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی، شناسایی و پیشگیری از بیماری‌های گیاهی است. فرنتینوس (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق برای تشخیص بیماری‌ها در گیاهان پرداخت و نتایج نشان داد که این مدل‌ها توانایی بالایی در شناسایی تصاویری از گیاهان مبتلا به بیماری دارند. به ویژه، مدل‌های شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) توانسته بودند

دقت قابل توجهی در طبقه‌بندی بیماری‌ها ارائه دهند. این نوع پیشرفت‌ها به کشاورزان کمک می‌کند تا بیماری‌ها را در مراحل اولیه شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه لازم را اتخاذ کنند.

در حوزه مدیریت منابع آب، مطالعه‌ای توسط حسین و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد که در آن از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تعیین نیاز آبی گیاهان در شرایط مختلف استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که به‌کارگیری داده‌های تاریخی و شرایط اقلیمی می‌تواند به طور مؤثری عملکرد آبیاری و مصرف آب را بهینه‌سازی نماید. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت هوش مصنوعی در صرفه‌جویی منابع و افزایش کارآمدی در کشاورزی پایدار است.

از سوی دیگر، در سال ۲۰۲۰، گومز و همکاران با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های حسگرها، موفق به توسعه سامانه‌ای برای پیش‌بینی شرایط محیطی و شناسایی نیازهای خاص هر نوع گیاه شدند. این تحقیق نه تنها به بهبود فرایندهای کشت کمک کرد، بلکه کیفیت نهایی محصولات باغی را نیز بهبود بخشید. در تحقیق دیگری، موهانتی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی این موضوع پرداختند که چگونه ترکیب اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی مدیریت باغات کمک کند. آن‌ها به توسعه یک سیستم پایش هوشمند پرداخته و نشان دادند که با استفاده از فن‌آوری‌های جدید، کشاورزان می‌توانند به اطلاعات دقیقی از شرایط زمین و سلامت گیاهان دست یابند.

تحقیقات انجام‌شده همچنین نشان می‌دهد که استفاده از یادگیری عمیق برای شناسایی و پیش‌بینی بازده محصولات نیز به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است. در این راستا، مطالعه‌ای از لیائو و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی مدل‌های پیش‌بینی بازده محصولات از طریق داده‌های اقلیمی و زراعی پرداخت و دریافت که این الگوها می‌توانند دقت پیش‌بینی تولید را به طور چشمگیری افزایش دهند. این امر می‌تواند به تدوین استراتژی‌های مؤثرتر برای کشت و برداشت در شرایط متغیر اقلیمی کمک کند. به طور کلی، این تحقیقات نشان‌دهنده آن است که هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی در بهبود فرآیندهای باغبانی و کشاورزی در نظر گرفته شود و بسیاری از چالش‌های مرتبط با رشد گیاهان و مدیریت منابع را بهبود بخشد. در این مقاله، به بررسی کاربردهای مختلف هوش مصنوعی در علوم باغبانی پرداخته خواهد شد و تأثیر این فن‌آوری بر بهینه‌سازی فرآیندهای زراعی، پیشگیری از مشکلات و شناخت شرایط بهینه رشد گیاهان تحلیل خواهد شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی کاربرد هوش مصنوعی در علوم باغبانی، مقالات منتشرشده از سال۲۰۱۱ تا ۲۰۲۵ مورد ارزیابی قرار گرفت. جستجوی منابع علمی با استفاده از پایگاه‌های داده معتبر از جمله Scopus، Web of Science، PubMed، Science Direct و Google Scholar انجام شد. واژگان کلیدی مورد استفاده در فرآیند جستجو شامل Artificial Intelligence، Machine Learning، Deep Learning، Horticultural Science، Precision Agriculture و Smart Farming بودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل مقالات پژوهشی، مروری و کاربردی منتشرشده به زبان انگلیسی (و در صورت دسترسی، فارسی) بود که به بررسی کاربرد تکنیک‌های مختلف هوش مصنوعی در زمینه‌های مرتبط با علوم باغبانی مانند مدیریت آفات و بیماری‌ها، پیش‌بینی عملکرد، کنترل شرایط محیطی، بهینه‌سازی مصرف آب و مواد غذایی و طبقه‌بندی محصولات پرداخته بودند. پس از غربال‌گری اولیه و بررسی چکیده‌ها، مقالات مرتبط به‌صورت کامل مطالعه و تحلیل محتوایی شدند تا روندهای اصلی، حوزه‌های کاربردی، مزایا، چالش‌ها و چشم‌اندازهای آینده استفاده از هوش مصنوعی در علوم باغبانی شناسایی گردد.

نتایج و بحث

در این تحقیق، به بررسی و تحلیل نتایج حاصل از کاربرد هوش مصنوعی (AI) در علوم باغبانی پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهند که به‌کارگیری فن‌آوری‌های هوش مصنوعی می‌تواند تأثیرات مثبت و قابل توجهی بر بهینه‌سازی فرآیندهای باغبانی داشته باشد. نتایج زیر در چهار دسته اصلی طبقه‌بندی شده‌اند:

۱- بهبود تشخیص و پیشگیری از بیماری‌های گیاهی: تشخیص زودهنگام بیماری‌ها و آفات گیاهی از جمله عوامل کلیدی در مدیریت موفق باغات است. نتایج حاصل از تحلیل داده‌های میدانی و شبیه‌سازی‌های مطالعات فرنتینوس (۲۰۱۸) و کیم و همکاران (۲۰۲۱) بیانگر آن است که مدل‌های یادگیری عمیق، به ویژه شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN)، با بهره‌گیری از تصاویر و داده‌های بزرگ، توانایی بسیار بالایی در شناسایی بیماری‌های گیاهی دارند. فرنتینوس (۲۰۱۸) گزارش داد که این مدل‌ها می‌توانند با دقت بالا (بیش از ۹۰٪) در شناسایی بیماری‌ها عمل کنند. با به‌کارگیری این مدل‌ها در باغات واقعی، کشاورزان توانستند به سرعت اقدام به کنترل بیماری‌ها کنند و این امر منجر به کاهش ۳۰٪ هزینه‌های درمان و افزایش بازده ۱۵٪ در مجموع تولید محصولات گردید.

۲- بهینه‌سازی مصرف منابع: بررسی‌های انجام‌شده بر سیستم‌های آبیاری هوشمند، نشان از توانایی هوش مصنوعی در بهینه‌سازی مصرف آب دارد. حسین و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی نیاز آبی بر اساس داده‌های محیطی و وضعیت خاک، می‌توان مصرف آب را تا ۲۵٪ کاهش داد. این مزیت نه‌تنها به صرفه‌جویی اقتصادی کمک می‌کند بلکه حفاظت از منابع آبی را نیز به همراه دارد که در شرایط تغییرات آب و هوایی امروزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۳- افزایش کیفیت، تنوع و بازده محصولات: تحقیقات نشان داد که به‌کارگیری مدل‌های پیش‌بینی و تحلیل داده‌ها منجر به افزایش کیفیت و بازده محصولات باغی شده است. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی شرایط بهینه رشد و برداشت، کشاورزان توانستند میزان تولید را تا ۲۰٪ افزایش دهند. به علاوه، نتایج مطالعات موهانتی و همکاران (۲۰۱۶) به‌طور خاص نشان داد که استفاده از حسگرها و داده‌های IoT به‌طور مستقیم با بهبود کیفیت میوه‌ها و سبزیجات مرتبط است و این امر به افزایش رضایت مشتریان منجر می‌شود.

کاربرد هوش مصنوعی در پیش‌بینی و تحلیل شرایط محیطی و تعیین بهترین زمان برداشت، به افزایش کیفیت و تنوع محصولات باغی منجر می‌شود. ترکیب داده‌های مربوط به شرایط محیطی و بیولوژیکی می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا زمان مناسب برداشت را تعیین کنند و بنابر آن کیفیت محصولات را ارتقا بخشند. این یافته نشان می‌دهد که با به‌کارگیری داده‌های مدیریتی، کشاورزان می‌توانند به روش‌های جدیدی از مدیریت باغات دست یابند که هم بر کیفیت و هم بر تولید تأثیر مثبت دارد (Gomez et al., 2020).

۴- شناسایی الگوهای خواب و رشد گیاهان: تحقیقات نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی الگوهای خواب و رشد گیاهان کمک کند. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای که توسط لیائو و همکاران (۲۰۱۸) انجام شد، نشان داده شد که داده‌های جمع‌آوری‌شده از سنسورها و تحلیل‌های یادگیری ماشین می‌تواند الگوهای رشد را شناسایی کرده و به کشاورزان در تصمیم‌گیری‌های زودهنگام کمک کند. یافته‌ها بیانگر آن است که با این روش، دوره‌های رشد تا ۱۰٪ کوتاه‌تر می‌شوند و این در افزایش فرایند تولید موثر است.

نقش هوش مصنوعی در پیش‌بینی تنش گیاهی به دلیل عوامل محیطی در حال افزایش است. مدل‌های یادگیری ماشین در حال توسعه هستند تا داده‌های مربوط به الگوهای آب و هوایی و شرایط خاک را تحلیل کرده و رویدادهای تنش‌زا را پیش‌بینی کنند. این قابلیت پیش‌بینی به کشاورزان این امکان را می‌دهد که مداخلات به موقعی را انجام دهند، مانند تنظیم زمان آبیاری یا استفاده از کودها، که به این ترتیب خسارات محصول را کاهش می‌دهد (Haque et al., 2023).

نوآوری‌ها در کاربردهای هوش مصنوعی عبارتند از: رباتیک در باغبانی و پیش‌بینی تنش و سازگاری با اقلیم. پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های رباتیک به طور قابل توجهی وظایف پرزحمت در باغبانی را متحول کرده است. ربات‌های مجهز به سنسورها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی اکنون قادر به انجام کارهایی مانند برداشت، هرس و علف‌زنی هستند. به عنوان مثال، سیستم‌های رباتیک می‌توانند میوه‌های رسیده را شناسایی کرده و علف‌های هرز را تشخیص دهند، که این امر وابستگی به نیروی کار انسانی را کاهش داده و کارایی عملیاتی را افزایش می‌دهد. با وجود پیشرفت‌های امیدوارکننده، چندین چالش (هزینه‌های اولیه بالا، تخصص فنی و ادغام منابع داده) مانع از پذیرش گسترده هوش مصنوعی در باغبانی می‌شود: سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای فناوری‌های هوش مصنوعی و سیستم‌های رباتیک می‌تواند برای کشاورزان کوچک غیرقابل تحمل باشد (Gammanpila et al., 2024). پیاده‌سازی موفق راه‌حل‌های هوش مصنوعی نیاز به سطحی از دانش فنی دارد که ممکن است در میان کشاورزان به راحتی در دسترس نباشد (Kumar et al., 2025). کاربرد مؤثر فناوری‌های هوش مصنوعی به ادغام منابع داده‌های مختلف بستگی دارد که می‌تواند پیچیده و نیازمند منابع باشد (Haque et al., 2023).

یکی از چالش‌های اصلی، نیاز به داده‌های آموزشی با کیفیت و متنوع است. به‌عنوان مثال، برای بهبود دقت مدل‌های یادگیری ماشین در تشخیص بیماری‌ها، نیاز به تصاویر و داده‌های متنوع از انواع مختلف گیاهان و بیماری‌ها وجود دارد. همچنین، کشاورزان ممکن است در پذیرش و استفاده از تکنولوژی‌های جدید با مقاومت مواجه شوند، به ویژه اگر برای آن‌ها آموزش‌های کافی فراهم نشود. نیاز به زیرساخت‌های تکنولوژیکی مناسب، آموزش‌های لازم برای کشاورزان و همچنین جمع‌آوری داده‌های با کیفیت از جمله موارد مهمی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2018). برای پیاده‌سازی مؤثر فناوری‌های هوش مصنوعی در باغبانی، می‌توان چندین استراتژی (آموزش، پلتفرم‌های همکاری و برنامه‌های آزمایشی) را اتخاذ کرد. ارائه برنامه‌های آموزشی برای کشاورزان در مورد استفاده از ابزارها و فناوری‌های هوش مصنوعی می‌تواند توانایی آن‌ها را برای پذیرش این نوآوری‌ها بهبود بخشد (Parkavi et al., 2024). ایجاد شراکت بین توسعه‌دهندگان فناوری و ذینفعان کشاورزی می‌تواند به تسهیل انتقال دانش و اشتراک منابع کمک کند و فناوری‌های هوش مصنوعی را در دسترس‌تر کند (Prusty et al., 2025). آغاز پروژه‌های آزمایشی که مزایای کاربردهای هوش مصنوعی را نشان می‌دهند می‌تواند پذیرش گسترده‌تری را در میان کشاورزان تشویق کند (Janbandhu et al., 2024).

به منظور تحلیل مقایسه‌ای فناوری‌های هوش مصنوعی، می‌توان کاربرد هوش مصنوعی در باغبانی را از ابعاد مختلف (کارآیی، استفاده از داده‌ها و پایداری) مقایسه کرد. رباتیک به طور قابل توجهی هزینه‌های نیروی کار را کاهش داده و کارایی را در انجام وظایفی مانند برداشت و نظارت بر سلامت محصول افزایش می‌دهد. در مقابل، روش‌های سنتی به شدت به کار دستی وابسته هستند که معمولاً کمتر کارآمد و بیشتر مستعد خطا هستند (Gammanpila et al., 2024). سیستم‌های هوش مصنوعی از حجم زیادی از داده‌ها برای ارائه بینش‌های به‌موقع استفاده می‌کنند، که این امر به تصمیم‌گیری پیشگیرانه کمک می‌کند. در حالی که روش‌های کشاورزی سنتی معمولاً فاقد این رویکرد مبتنی بر داده هستند (Kumar et al., 2025). فناوری‌های هوش مصنوعی با بهینه‌سازی استفاده از منابع، مانند آب و کودها، به ترویج شیوه‌های پایدار کمک می‌کنند. روش‌های سنتی ممکن است منجر به استفاده بیش از حد از منابع شوند که به تخریب محیط زیست منجر می‌شود (Singh et al., 2022).

آینده هوش مصنوعی در باغبانی: با پیشرفت‌های مداوم در الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، می‌توان انتظار داشت که کاربردهای هوش مصنوعی به طور پیوسته در حال گسترش باشد. به‌علاوه، با توسعه سیستم‌های IoT و داده‌های حسگری، جمع‌آوری و پردازش داده‌ها به آسانی میسر شده و این امکان را برای کشاورزان فراهم می‌آورد که تصمیمات بهتری را اتخاذ کنند (Bocci et al., 2020).

نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی و تحلیل کاربرد هوش مصنوعی در علوم باغبانی، این پژوهش به وضوح نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر در بهینه‌سازی فرآیندهای باغبانی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده، مشخص شده است که هوش مصنوعی، به ویژه تکنیک‌های یادگیری عمیق و یادگیری ماشین، برای تشخیص بیماری‌ها، مدیریت منابع و افزایش کیفیت محصولات بالقوه قابل توسل هستند. در نتیجه، هوش مصنوعی به عنوان یک فن‌آوری تحول‌آفرین با پتانسیل بالا می‌تواند به آینده‌ای پایدار و بهره‌ور در علوم باغبانی کمک کند. بهبود مستمر در الگوریتم‌ها و سیستم‌های جمع‌آوری داده نشان‌دهنده این است که کشاورزان می‌توانند با بهره‌گیری از این تکنولوژی‌ها در راستای بهینه‌سازی عملیات و حفظ محیط زیست گام‌های مؤثری بردارند.

منابع

Bocci, G., Lupia, A. and Marra, C. 2020. The role of IoT in smart agriculture: A review. Agronomy. 10(3): 341.

Ferentinos, K. P. 2018. Deep learning models for plant disease detection and diagnosis. Computers and Electronics in Agriculture. 145: 311–318.

Gammanpila, H. W. H. W., Nethmini Sashika, M. A. and Priyadarshani, S. V. G. N. 2024. Advancing horticultural crop loss reduction through robotic and AI technologies: Innovations, applications, and practical implications. Advances in Agriculture.

Gomez, C., Bechar, A. and Ronen, Z. 2020. Smart agriculture: The future of agricultural production in a changing world. Computers and Electronics in Agriculture. 178: 105713.

Haque, Y., Zawad, R. S., Chowdhury Saleh Ahmed, R., Hasan Al Banna, T., Ghosh, M. T., Kaiser, M. S. and Mahmud, M. 2023. State-of-the-art of stress prediction from heart rate variability using artificial intelligence. Cognitive Computation. 16: 455–481.

Hussain, M. I., Cheng, W., Zeng, Z. and Huang, Z. 2019. Smart irrigation systems for sustainable agriculture: A review. Agricultural Water Management. 210: 193–204.

Janbandhu, M. S., Mehta, A., Beese, S., Pandey, S. K., Singh, B., Patel, A. and Singh, B. P. 2024. Advances and emerging trends in horticultural production and management. Journal of Experimental Agriculture International.

Kamilaris, A. and Prenafeta-Boldú, F. X. 2018. Deep learning in agriculture: A review. Sensors. 18(8): 2668.

Kim, M., Park, J. and Kim, H. 2021. Application of deep learning in agriculture: A review. Applied Sciences. 11(2): 928.

Kumar, R., Prabu, J., Kumar, A., Yadav, S., Khanikar, S., Singh, A., Hansda, S. and Verma, S. 2025. Advancing horticulture through IoT and sensor technologies: Trends, challenges and future directions. Journal of Experimental Agriculture International. 47(2): 389–416.

Liao, W., Chen, S. and Zhang, L. 2018. Smart monitoring system for plant growth based on IoT technology. Sensors. 18(9): 3079.

Materia, S., García, L. P., Straaten, C., Sungmin, O., Mamalakis, A., Cavicchia, L., Coumou, D., Luca, P., Kretschmer, M. and Donat, M. 2024. Artificial intelligence for climate prediction of extremes: State of the art, challenges, and future perspectives. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change. 15.

Mohanty, S. P., Puntambekar, D. P. and Saxena, A. 2016. An effective smart irrigation system model using IoT and data mining. International Journal of Computer Applications. 149(1): 1–5.

Parkavi, A., Subramanya, S. G., Parkavi, A., Ramachandra, H. V., Sowmya Somanath, Chaithra and Asha, P. N. 2024. An intelligent framework for sustainable horticulture: A systematic literature review. Power System Technology.

Pekkeriet, E. and Henten, E. 2011. Current developments of high-tech robotic and mechatronic systems in horticulture and challenges for the future. Acta Horticulturae. 893: 4.

Poenaru, M. M., Manta, L. F., Ghertesco, C. and Manta, A. G. 2025. Shaping the future of horticulture: Innovative technologies, artificial intelligence, and robotic automation through a bibliometric lens. Horticulturae. 11(5).

Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Priyadarshi, N. and Twala, B. 2022. Horticulture 4.0: Adoption of Industry 4.0 technologies in horticulture for meeting sustainable farming. Applied Sciences. 12(24): 12557.

Tzeng, T. Y., Chen, C. H. and Tseng, W. C. 2021. The application of artificial intelligence in plant disease diagnosis: A review. Journal of Plant Diseases and Protection. 128: 1–9.

The Potential of Applying Artificial Intelligence in Horticultural Sciences

Mohammad-Amin Shahrokhpour[1], Mahboubeh Rahimi[2] and Mohammad-Taghi Ebadi[3*]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
Corresponding Author: mt.ebadi@modares.ac.ir

Abstract

With the rapid advancement of artificial intelligence (AI) technologies, this innovation has been widely employed in horticultural sciences. This paper examines the applications of AI in enhancing efficiency, reducing costs, and improving the quality of horticultural products. Research findings indicate that deep learning models can achieve high accuracy (>90%) in identifying plant diseases and pests, enabling farmers to respond to threats more swiftly. Furthermore, the analyses reveal that smart irrigation systems can reduce water consumption by up to 25%, thus contributing to economic savings and natural resource preservation. Additionally, the use of AI techniques in managing growth conditions has led to improved quality and diversity of horticultural products. However, the adoption of these technologies faces challenges such as the need for appropriate infrastructure and training for farmers. The conclusion of this study suggests that AI can serve as a transformative technology for enhancing horticultural performance and achieving sustainable development.

Keywords: Disease detection, Deep learning, Product quality, Resource management.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد هوش مصنوعی در عملیات پس از برداشت میوه هلو

سید جواد سجادی[1*]، مهدی زارعی[1] و حسین صبوری[1]
۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
*نویسنده مسئول: *sajadi@gonbad.ac.ir*

چکیده

هلو (*Prunus persica* L. Batsch) یک میوه باغبانی مهم با ارزش اقتصادی بالا است، اما به دلیل طبیعت فرازگرا (climacteric) و فسادپذیری بالا، متحمل ضایعات قابل توجهی پس از برداشت می‌شود. مدیریت کارآمد پس از برداشت برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارمانی هلو امری حیاتی است. در سال‌های اخیر، هوش مصنوعی (AI) به عنوان یک فناوری تحول‌آفرین با پتانسیل بالا برای بهبود جنبه‌های مختلف عملیات پس از برداشت محصولات باغبانی، از جمله هلو، ظهور کرده است. این مقاله مروری، کاربردهای اخیر (از سال ۲۰۲۰ به بعد) هوش مصنوعی در عملیات پس از برداشت میوه هلو را بررسی می‌کند. تکنیک‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشین (ML)، یادگیری عمیق (DL)، به‌ویژه شبکه‌های عصبی پیچشی (CNNs)، بینایی ماشین و تصویربرداری حرارتی برای ارزیابی کیفیت، درجه‌بندی، تشخیص آسیب (مانند لهیدگی)، پیش‌بینی رسیدگی و عمر انبارمانی، و بهینه‌سازی شرایط نگهداری هلو به کار گرفته شده‌اند. مطالعات نشان می‌دهند که هوش مصنوعی می‌تواند به طور قابل توجهی دقت، سرعت و کارایی عملیات پس از برداشت را افزایش دهد و به کاهش ضایعات و حفظ کیفیت میوه کمک کند. با این حال، چالش‌هایی مانند هزینه‌های پیاده‌سازی، نیاز به مجموعه داده‌های بزرگ و باکیفیت، و پیچیدگی مدل‌ها همچنان پابرجا هستند. پژوهش‌های آینده باید بر توسعه مدل‌های قوی‌تر، مقرون‌به‌صرفه‌تر و قابل کاربرد در صنعت متمرکز شوند.

واژه‌های کلیدی: بینایی ماشین، پس از برداشت، یادگیری ماشین، هوش مصنوعی.

مقدمه

میوه هلو به دلیل طعم، عطر مطلوب و ارزش غذایی بالا، یکی از محبوب‌ترین میوه‌های تابستانی در سراسر جهان است (Serra et al., 2020). با این حال، هلو میوه‌ای فرازگرا است و پس از برداشت به سرعت دستخوش تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مانند نرم شدن بافت، تغییر رنگ و کاهش ترکیبات مطلوب می‌شود که منجر به کاهش کیفیت و عمر انبارمانی کوتاه آن می‌گردد (Veerappan et al., 2021). ضایعات پس از برداشت هلو می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله آسیب مکانیکی (لهیدگی)، شرایط نامناسب انبارداری (دما و رطوبت) و حمله پاتوژن‌ها باشد (Hussein et al., 2020; Alegbeleye et al., 2022). بنابراین، مدیریت کارآمد زنجیره پس از برداشت برای حفظ کیفیت و کاهش ضایعات این میوه ارزشمند، امری حیاتی است (Florkowski et al., 2021).

روش‌های سنتی برای ارزیابی کیفیت و مدیریت پس از برداشت اغلب زمان‌بر، پرهزینه، مخرب و متکی بر نیروی انسانی متخصص هستند که می‌تواند مستعد خطا و عدم یکنواختی باشد. در دهه‌های اخیر، فناوری‌های نوین نقش بسزایی در بهبود عملیات پس از برداشت داشته‌اند (Shin et al., 2023). در این میان، هوش مصنوعی (AI) به عنوان مجموعه‌ای از تکنیک‌های محاسباتی که ماشین‌ها را قادر می‌سازد تا وظایفی مشابه هوش انسانی (مانند یادگیری، تصمیم‌گیری و تشخیص الگو) را انجام دهند، پتانسیل بالایی برای ایجاد تحول در این حوزه از خود نشان داده است (Jha et al., 2019; Wakchaure and Patle, 2023). کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی و صنایع غذایی به سرعت در حال گسترش است (Lutz and Coradi, 2022; Khan and Ammar, 2023). هدف از این مقاله مروری، بررسی و جمع‌بندی تحقیقات انجام شده از سال ۲۰۲۰ به بعد در زمینه کاربرد تکنیک‌های مختلف هوش مصنوعی در بهبود عملیات پس از برداشت میوه هلو، با تمرکز بر ارزیابی کیفیت، درجه‌بندی، تشخیص آسیب و پیش‌بینی عمر انبارمانی است.

مواد و روش‌ها

این مقاله یک مرور نظام‌مند (systematic review) مبتنی بر مقالات منتشر شده در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در پس از برداشت هلو است. روش‌شناسی انجام این مرور شامل مراحل زیر بود:

راهبرد جستجوی منابع: جستجوی جامع منابع در پایگاه‌های اطلاعاتی علمی معتبر شامل Scopus، Web of Science، Google Scholar و PubMed انجام شد. در این جستجو از کلیدواژه‌های مرتبط به زبان انگلیسی مانند " artificial intelligence", "machine learning", "deep learning", "computer vision", "thermal imaging", "peach", "Prunus persica", "shelf-life", "bruise detection", "sorting", "grading", "quality assessment", "postharvest"" و "ripeness" استفاده گردید. ترکیبات مختلفی از این کلیدواژه‌ها با استفاده از عملگرهای بولین (AND, OR) برای یافتن مقالات مرتبط به کار گرفته شد. بازه زمانی جستجو به مقالات منتشر شده از ابتدای سال ۲۰۲۰ تا اوایل ۲۰۲۵ محدود شد تا اطمینان حاصل شود که یافته‌ها منعکس‌کننده آخرین پیشرفت‌ها در این زمینه هستند.

انتخاب این پایگاه‌های اطلاعاتی بر اساس پوشش گسترده آن‌ها در حوزه‌های کشاورزی، علوم غذایی، مهندسی و علوم کامپیوتر صورت گرفت تا احتمال یافتن تحقیقات میان‌رشته‌ای مرتبط افزایش یابد. کلیدواژه‌ها بر اساس مفاهیم اصلی پژوهش (هوش مصنوعی، پس از برداشت، هلو) و کاربردهای خاص مورد نظر انتخاب شدند. فرآیند جستجو به صورت تکرارشونده بود؛ فهرست کلیدواژه‌ها در صورت لزوم برای بهبود پوشش منابع، اصلاح و گسترش یافت. علاوه بر جستجو در پایگاه‌های داده، فهرست مراجع مقالات کلیدی شناسایی‌شده نیز به صورت دستی مورد بررسی قرار گرفت (روش گلوله برفی یا snowballing) تا سایر مقالات بالقوه مرتبط نیز کشف شوند.

نتایج و بحث

بینایی ماشین در ترکیب با الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق به طور گسترده برای ارزیابی صفات کیفی خارجی مانند رنگ، اندازه، شکل و وجود عیوب سطحی در هلو به کار رفته است. شبکه‌های عصبی پیچشی (CNNs) به دلیل توانایی بالا در استخراج ویژگی‌های پیچیده از تصاویر، نتایج امیدوارکننده‌ای را در طبقه‌بندی کیفیت هلو نشان داده‌اند (کاربردهای مشابه در میوه‌های دیگر مانند سیب: Benmouna et al., 2022؛ پرتقال: Ganesh et al., 2019، اگرچه این پژوهش پیش از سال ۲۰۲۰ است، اما تکنیک آن همچنان مرتبط می‌باشد). مدل‌های یادگیری عمیق می‌توانند به طور مؤثری بین درجات مختلف کیفیت یا مراحل رسیدگی تمایز قائل شوند (Aherwadi et al., 2022; Dhiman et al., 2022). ادغام داده‌های تصویری با سایر حسگرها (مانند طیف‌سنجی مرئی/فروسرخ نزدیک – Vis/NIR) نیز می‌تواند دقت ارزیابی صفات داخلی مانند محتوای مواد جامد محلول (SSC) و سفتی بافت را بهبود بخشد، هرچند تحقیقات بیشتری در این زمینه برای هلو مورد نیاز است.

لهیدگی یکی از شایع‌ترین آسیب‌های مکانیکی در هلو است و تشخیص زودهنگام آن چالش‌برانگیز است. تصویربرداری حرارتی به عنوان یک روش غیرمخرب و سریع برای تشخیص لهیدگی‌های تازه و پنهان، پتانسیل بالایی از خود نشان داده است. تغییرات جزئی دما ناشی از افزایش تنفس و فعالیت متابولیکی در ناحیه آسیب‌دیده، توسط دوربین‌های حرارتی قابل تشخیص است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، برای تحلیل تصاویر حرارتی و طبقه‌بندی خودکار نواحی سالم و آسیب‌دیده به کار می‌روند (کاربردهای مشابه در گلابی: Zeng et al., 2020؛ سیب: Yuan et al., 2022؛ توت‌فرنگی: Guo et al., 2022). ترکیب تصویربرداری حرارتی با بینایی ماشین و الگوریتم‌های پیشرفته مانند CNNs می‌تواند دقت و سرعت تشخیص لهیدگی را در خطوط بسته‌بندی افزایش دهد (Pathmanaban et al., 2022).

مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند سطح رسیدگی و عمر انبارمانی باقی‌مانده هلو را با استفاده از داده‌های حاصل از حسگرهای مختلف (تصاویر، طیف‌سنجی، حسگرهای گازهای فرار مانند اتیلن) و شرایط انبارداری (دما، رطوبت) پیش‌بینی کنند (Aherwadi et al., 2022). این پیش‌بینی‌ها به تصمیم‌گیری بهتر در مورد زمان برداشت، مدیریت موجودی و قیمت‌گذاری کمک می‌کنند. استفاده از شبکه‌های

عصبی مصنوعی (ANNs) و سیستم استنتاج فازی–عصبی تطبیقی (ANFIS) برای مدل‌سازی تغییرات کیفی در طول انبارداری گزارش شده است (کاربرد عمومی مشابه در میوه‌ها: Torres-Sánchez et al., 2020).

هوش مصنوعی می‌تواند در بهینه‌سازی شرایط انبارداری (کنترل دما، رطوبت و ترکیب گازها در انبارهای با اتمسفر کنترل‌شده) بر اساس داده‌های لحظه‌ای حسگرها نقش ایفا کند (Coradi, 2022 & Lutz). در حوزه رباتیک، هوش مصنوعی برای هدایت بازوهای رباتیک جهت برداشت (Yu et al., 2018 – پیش از ۲۰۲۰ اما مرتبط) و برای جابجایی و بسته‌بندی دقیق و ملایم هلو به منظور به حداقل رساندن آسیب‌های مکانیکی به کار می‌رود (Vrochidou et al., 2022; Soori et al., 2023).

جدول ۱- خلاصه‌ای از کاربردهای اخیر هوش مصنوعی در عملیات پس از برداشت هلو و میوه‌های مشابه (۲۰۲۰–۲۰۲۵).

Reference	AI Technique	Application Area	Key Findings
Zeng et al., (2020)	Thermal Imaging, ML	Bruise detection (Pear)	potential for early bruise detection.
Hussein et al., (2020)	Review	fruit bruising	Importance of minimizing mechanical damage
Veerappan et al., (2021)	Review	Peach quality traits	genetics, biochemistry, and peach fruit quality
Florkowski et al., (2021)	Book Chapter	Postharvest systems	holistic view of the postharvest chain.
Lutz & Coradi (2022)	Review	Grain qualityin storage	Application of sensors, IoT, and AI in storage
Alegbeleye et al., (2022)	Review	Microbial spoilage	controlling microbial factors postharvest.
Aherwadi et al., (2022)	Review	Fruit quality prediction	Potential of DL for predicting ripeness, quality , …
Benmouna et al., (2022)	Spectroscopy, CNN	Apple ripeness	CNN can use spectroscopic data for ripeness
Vrochidou et al., (2022)	Review	End effectors	Review of gripper types by robots.
Guo et al., (2022)	Thermal Imaging, ML	Strawberry bruise	Combining thermal imaging and ML
Yuan et al., (2022)	NIR Imaging, DL	Apple bruise detection	Using DL and NIR imaging for bruise detection.
Dhiman et al., (2022)	Review	ML for Fruit quality	review of ML techniques for fruit quality assessment
Pathmanaban (2022)	Thermal, CNN	Guava damage/disease	Successful application of CNN and thermal imaging
Shin et al., (2023)	Review	Peach postharvest	technologies affecting peach quality.
Wakchaure (2023)	Review	AI & Robotics	applications, including postharvest.
Soori et al., (2023)	Review	AI, ML & DL	Review of AI’s role in developing advanced robots.
Khan & Ammar (2023)	Review	AI in Process	Overview of ML applications in industries

منابع

Aherwadi, N., Mittal, U., Singla, J., Jhanjhi, N. Z., Yassine, A. and Hossain, M. S. 2022. Prediction of fruit maturity, quality, and its life using deep learning algorithms. Electronics. 11: 4100.

Alegbeleye, O., Odeyemi, O. A., Strateva, M. and Stratev, D. 2022. Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. Applied Food Research. 2: 100122.

Benmouna, B., García-Mateos, G., Sabzi, S., Fernandez-Beltran, R., Parras-Burgos, D. and Molina-Martínez, J. M. 2022. Convolutional neural networks for estimating the ripening state of Fuji apples using visible and near-infrared spectroscopy. Food and Bioprocess Technology. 15: 2226-2236.

Dhiman, B., Kumar, Y. and Kumar, M. 2022. Fruit quality evaluation using machine learning techniques: Review, motivation and future perspectives. Multimedia Tools and Applications. 81: 16255-16277.

Florkowski, W. J., Banks, N. H., Shewfelt, R. L. and Prussia, E. S. 2021. Postharvest handling: A systems approach. Academic Press, Cambridge, MA, USA.

García-Gómez, B. E., Salazar, J. A., Nicolás-Almansa, M., Razi, M., Rubio, M., Ruiz, D. and Martínez-Gómez, P. 2020. Molecular bases of fruit quality in *Prunus* species: An integrated genomic, transcriptomic, and metabolic review with a breeding perspective. International Journal of Molecular Sciences. 22: 333.

Guo, B., Li, B., Huang, Y., Hao, F., Xu, B. and Dong, Y. 2022. Bruise detection and classification of strawberries based on thermal images. Food and Bioprocess Technology. 15: 1133-1141.

Hussein, Z., Fawole, O. A. and Opara, U. L. 2020. Harvest and postharvest factors affecting bruise damage of fresh fruits. Horticultural Plant Journal. 6: 1-13.

Khan, N. and Ammar, T. S. A. 2023. Machine learning: An intelligent approach in process industries: A perspective and overview. Chemical and Bioengineering Reviews. 10: 195-221.

Kiafar, H., Mousavi, M., Ebadi, A., Moallemi, N. M. and Fattahi Moghadam, R. 2020. Effect of Ca nanoparticles on peach cultivars (Valad Abadi and Alberta). Journal of Agricultural Engineering, Soil Science and Agricultural Machinery Science. 43: 1-14.

Liu, W., Zhang, M. and Bhandari, B. 2020. Nanotechnology—A shelf life extension strategy for fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 60: 1706-1721.

Lutz, É. and Coradi, P. C. 2022. Applications of new technologies for monitoring and predicting grains quality stored: Sensors, Internet of Things, and artificial intelligence. Measurement. 188: 110609.

Mohd Ali, M., Hashim, N., Abd Aziz, S. and Lasekan, O. 2023. Utilisation of deep learning with multimodal data fusion for determination of pineapple quality using thermal imaging. Agronomy. 13: 401.

Pathmanaban, P., Gnanavel, B. K., Anandan, S. S. and Somasundaram, C. 2022. Guava fruit (*Psidium guajava*) damage and disease detection using deep convolutional neural networks and thermal imaging. Imaging Science Journal. 70: 102-116.

Ricci, A., Sabbadini, S., Prieto, H., Padilla, I. M. G., Dardick, C., Li, Z., Scorza, R., Limera, C., Mezzetti, B., Perez-Jimenez, M., Burgos, L. and Petri, C. 2020. Genetic transformation in peach (*Prunus persica* L.): Challenges and ways forward. Plants. 9: 971.

Serra, S., Anthony, B., Masia, A., Giovannini, D. and Musacchi, S. 2020. Determination of biochemical composition in peach (*Prunus persica* L. Batsch) accessions characterized by different flesh color and textural typologies. Foods. 9: 1452.

Shin, J. S., Park, H. S., Lee, K. W., Song, J. S., Han, H. Y., Kim, H. W. and Cho, T. J. 2023. Advances in the strategic approaches of pre- and post-harvest treatment technologies for peach fruits (*Prunus persica*). Horticulturae. 9: 315.

Soori, M., Arezoo, B. and Dastres, R. 2023. Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics: A review. Cognitive Robotics. 3: 54-70.

Torres-Sánchez, R., Martínez-Zafra, M. T., Castillejo, N., Guillamón-Frutos, A. and Artés-Hernández, F. 2020. Real-time monitoring system for shelf life estimation of fruit and vegetables. Sensors. 20: 1860.

Veerappan, K., Natarajan, S., Chung, H. and Park, J. 2021. Molecular insights of fruit quality traits in peaches, *Prunus persica*. Plants. 10: 2191.

Vrochidou, E., Tsakalidou, V. N., Kalathas, I., Gkrimpizis, T., Pachidis, T. and Kaburlasos, V. G. 2022. An overview of end effectors in agricultural robotic harvesting systems. Agriculture. 12: 1240.

Wakchaure, M. and Patle, B. 2023. Application of AI techniques and robotics in agriculture: A review. Artificial Intelligence in Life Sciences. 3: 100057.

Wang, X., Matetić, M., Zhou, H., Zhang, X. and Jemrić, T. 2017. Postharvest quality monitoring and variance analysis of peach and nectarine cold chain with multi-sensors technology. Applied Sciences. 7: 133.

Weber, P., Carl, K. V. and Hinz, O. 2024. Applications of explainable artificial intelligence in finance—a systematic review of finance, information systems, and computer science literature. Management Review Quarterly. 74: 867-907.

Yuan, Y., Yang, Z., Liu, H., Wang, H., Li, J. and Zhao, L. 2022. Detection of early bruise in apple using near-infrared camera imaging technology combined with deep learning. Infrared Physics & Technology. 127: 104442.

Zeng, X., Miao, Y., Ubaid, S., Gao, X. and Zhuang, S. 2020. Detection and classification of bruises of pears based on thermal images. Postharvest Biology and Technology. 161: 111090.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of artificial intelligence in postharvest operations of peach fruit

Sayed Javad Sajadi [*1], Mehdi Zare[1] and Hossein Sabouri[1]
1. Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Science, Gonbad Kavous University
[*]*Corresponding Author: sajadi@gonbad.ac.ir*

Abstract

Peach (*Prunus persica* L. Batsch) is a significant horticultural fruit with high economic value, but it suffers considerable postharvest losses due to its climacteric nature and high perishability. Efficient postharvest management is crucial for maintaining peach quality and extending its shelf life. In recent years, Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative technology with high potential to improve various aspects of postharvest operations for horticultural products, including peaches. This review paper examines the recent applications (from 2020 onwards) of AI in the postharvest operations of peach fruit. AI techniques such as Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), particularly Convolutional Neural Networks (CNNs), computer vision, and thermal imaging have been utilized for quality assessment, grading, damage detection (e.g., bruising), prediction of ripeness and shelf life, and optimizing storage conditions for peaches. Studies indicate that AI can significantly enhance the accuracy, speed, and efficiency of postharvest operations, contributing to reduced waste and preservation of fruit quality. However, challenges like implementation costs, the need for large, high-quality datasets, and model complexity persist. Future research should focus on developing more robust, cost-effective, and industry-applicable models.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Machine Vision, Peach, Postharvest.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بهینه‌سازی محیط کشت درون شیشه ای ارکیده فالانوپسیس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی: تأثیر غلظت‌های مختلف عناصر درشت‌مغذی اصلی بر سرعت ظهور اولین برگ

زهرا مهدوی[۱]، شیرین دیانتی دیلمی[۱*]، کیوان آصف پور وکیلیان[۲] و کورش وحدتی[۱]
۱- گروه باغبانی، دانشکده دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *dianati@ut.ac.ir*

چکیده

تکثیر ارکیده‌های فالانوپسیس در شرایط آزمایشگاهی به دلیل دوره رشد طولانی چالش‌هایی را برای تولیدکنندگان ایجاد می‌کند. استفاده از فنون مدرن مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند با شبیه‌سازی شرایط رشد ایده‌آل و بهینه‌سازی شرایط کشت، راهکارهای مناسب‌تری برای تسریع رشد گیاه ارائه دهد. در این پژوهش، از شبکه عصبی مصنوعی برای بهینه‌سازی غلظت درشت‌مغذی‌های محیط کشت ارکیده‌های فالانوپسیس استفاده شد. برای این منظور، تغییر غلظت‌های مختلف دو فاکتور آمونیوم و نیترات در چهار سطح شاهد، افزایش دوبرابر غلظت، چهار برابر و کاهش ۵ درصد در محیط کشت نیم غلظت موراشیگ و اسکوگ بررسی شد و اثر آن بر روی سرعت ظهور اولین برگ روی پروتوکورم بررسی گردید. همچنین، مقادیر مورد نیاز عناصر پتاسیم و فسفر به عنوان دو عنصر درشت‌مغذی عمده بر سرعت ظهور اولین برگ بررسی شد. با بررسی اثرات سطوح مختلف درشت‌مغذی‌ها بر جوانه‌زنی و ظهور اولین برگ، مجموعه‌ای از داده‌ها ایجاد شد. یک طرح پیش‌بینی تکرارشونده مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی برای شناسایی سطوح بهینه درشت‌مغذی‌های لازم برای افزایش جوان زنی استفاده شد. نتایج مدل‌سازی نشان داد که افزایش ۴.۸ درصدی پتاسیم و افزایش ۱۹ درصدی فسفر در مقایسه با محیط کشت نیم غلظت موراشیگ و اسکوگ، باعث افزایش سرعت ظهور اولین برگ در کوتاه‌ترین زمان خواهد شد. پیش‌بینی ماشین لرنینگ افزایش قابل‌توجهی در جوانه‌زنی و ظهور اولین برگ را نشان داد که ۹۴ درصد افزایش حاصل شد. مشخص شد رویکرد پیشنهادی برای کاهش دوره رشد گیاهچه‌های ارکیده مؤثر است و می‌تواند با کاهش دوره‌های رشد طولانی، کشت این نوع گیاهان را متحول سازد.

واژه‌های کلیدی: پروتوکورم، ریزازدیادی، کشت درون شیشه‌ای، محیط کشت، مدل‌سازی، هوش مصنوعی.

مقدمه

فالانوپسیس (*Phalaenopsis*) یکی از مهم‌ترین جنس‌ها در خانواده ارکیده‌ها، از ارزش اقتصادی بالایی در بازار جهانی برخوردار است. این گیاه به طور قابل توجهی بیش از ۷۵ درصد از کل فروش ارکیده‌ها در سطح جهانی را تشکیل می‌دهد که نشان‌دهنده جایگاه ویژه آن در صنعت گل و گیاه است (Griesbach, 2002, Mursyidin et al., 2022). با این حال، تکثیر ارکیده‌فالانوپسیس با چالش‌های قابل‌توجهی روبرو است. یکی از بزرگ‌ترین موانع در این راستا، دوره جوانی و رشد رویشی طولانی این گیاه است.

با توجه به تقاضای گسترده ارکیده در بازار، برای رفع چالش های موجود و ارتقاء کار تکثیر و تولید این گیاهان در مقیاس بزرگ، استفاده از فنون مختلف و نیز فناوری های جدید مورد توجه قرار دارند. برخی از این فناوری‌ها عبارتند از تولید پروتوکورم شبه بدنی (Protocorm-like Body, PLB) از گره‌ها یا برگ‌های ساقه گل (Ghahremani, DianatiDaylami et al., 2021, Naderi Boldaji, Mahdavi et al., 2018, Mahdavi et al., 2023, Dianati Daylami et al., 2021)، استفاده از بیوراکتور و فناوری بذر مصنوعی (Mohammadpour Barough et al., 2024, Mahdavi et al., 2025). با این حال، به دلیل دوره جوانی طولانی ارکیده *Phalaenopsis*، که زمان لازم برای رسیدن گیاهان به مرحله گل‌دهی را افزایش می‌دهد، اغلب این رویکردها با محدودیت‌هایی مواجه هستند و لازم است روش‌هایی برای کاهش این مشکل در کنار بهینه سازی و ارتقاء فناوری مربوطه مورد توجه قرار گیرد (Wang, Zhou et al., 2019).

بهینه‌سازی سطوح عناصر غذایی با اثری که روی بهبود صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در محیط کشت دارد، می‌تواند یکی از راه‌حل‌های کاربردی برای غلبه بر این چالش‌ها باشد (Arditti, 2009, Mahdavi et al., 2025).

نیتروژن، فسفر و پتاسیم سه عنصر حیاتی و اصلی از گروه درشت‌مغذی هستند که به طور قابل‌توجهی بر رشد ارکیده اثر می‌گذارند. به طور کلی، نیتروژن یکی از عناصر اساسی و مهم برای رشد و نمو گیاهان است که به دو شکل نیترات و آمونیوم جذب می‌شود. نقش این دو شکل نیتروژن در گیاهان و اثر آن‌ها بر رشد و نمو، بسته به نوع گیاه و شرایط محیطی متفاوت است. پژوهش‌ها نشان داده است که نسبت آمونیوم به نیترات در افزایش رشد گیاه در بین گونه‌های گیاهی متفاوت است (Zhao, Selosse et al., 2021) به طوری‌که نسبت آمونیوم به کل نیتروژن برای تغذیه مناسب و رسیدن به حداکثر رشد در مورد ارکیده فالانوپسیس رقم گلدن گروکر (*phalaenopsis* 'Golden Peoker') ۴۰ درصد و برای ارکیده دندروبیوم رقم والنتاین (*Dendrobium* 'Valentine') ۵۰ درصد گزارش شده است. از طرفی، افزایش نسبت‌ها بیش از ۷۵ درصد می‌تواند منجر به سمیت در این دو جنس ارکیده شود (Mantovani et al., 2018). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد نسبت ۷۵ درصد نیترات و ۲۵ درصد آمونیوم برای فالانوپسیس هیبرید بلوم کوچدیان (*Phalaenopsis* Blume ×Taisuco Kochdian) مناسب بود و افزایش درصد آمونیوم بیش از این مقدار باعث کاهش رشد این گیاه شد (Wang et al., 2008). به طور کلی، مطالعات نشان می‌دهند که نسبت بهینه آمونیوم به نیترات به گونه و ژنوتیپ گیاه بستگی دارد و نتایج می‌تواند بسته به نوع گیاه متفاوت باشد. با این حال اندک تعدادی از پژوهش‌های نیز به بررسی اثر یون آمونیوم یا نیترات به صورت مجزا بر رشد ارکیده‌ها پرداخته‌اند.

پس از نیتروژن، فسفر دومین عنصر مؤثر بر افزایش بهره‌وری و سلامت اکوسیستم‌های آبزی و خشکی است و عامل اصلی تولید بهینه محصول محسوب می‌شود (Elkonin and Pakhomova, 2012). فسفر به عنوان یکی دیگر از عناصر غذایی اصلی، نقش مهمی در افزایش رشد و سرعت رشد گیاهان دارد. فسفر از طریق بهبود فرآیندهای انرژی‌زایی، سنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها، توسعه ریشه‌ها، بهبود فتوسنتز، تشکیل و انتقال مواد مغذی و افزایش مقاومت به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی، می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در عملکرد گیاهان ایجاد کند (Khan et al., 2023, Xu et al., 2024). رشد گیاهچه‌های ارکیده فالانوپسیس در شرایط درون‌شیشه‌ای به طور قابل‌توجهی تحت تأثیر مقدار فسفر قرار می‌گیرد. نتایج یک پژوهش انجام شده در این مورد نشان داد سطوح فسفر بین ۲۵ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای رشد بهینه ارکیده فالانوپسیس کافی است، اما به‌ویژه زمانی که با سایر مواد مغذی متعادل نباشد، غلظت‌های بالاتر می‌تواند منجر به اثرات مضر شود (Wang, 2010).

پتاسیم نیز به عنوان یکی از عناصر اصلی، برای رشد و فیزیولوژی گیاه، تنظیم فرآیندهای بیوشیمیایی مانند سنتز پروتئین، متابولیسم کربوهیدرات و فعال شدن آنزیم ضروری است (Sun et al., 2022) و در تنظیم اسمزی، تعادل یونی، فعال‌سازی آنزیم‌ها و تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش دارد (Xu et al., 2024). سطوح مناسب پتاسیم برای افزایش انتقال محصولات فتوسنتزی، افزایش کارایی استفاده از نیتروژن و ارتقای فعالیت آنزیم متابولیزه کننده کربن و نیتروژن و در نهایت بهبود رشد ریشه و رشد کلی گیاه بررسی شده است (Xu et al., 2020). با بررسی رشد گیاهچه فالانوپسیس در شرایط درون شیشه‌ای معلوم شد پتاسیم برای رشد برگ، تولید گل و کیفیت کلی گیاه بسیار مهم است و در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نتایج بهتری در رشد گیاه مشاهده شد (Wang, 2007).

در سال‌های اخیر، روش‌های مختلف یادگیری ماشین (Machine Learning) به‌ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial neural networks, ANN)، به عنوان یک ابزار قدرتمند برای بهینه‌سازی شرایط کشت و رشد گیاهان معرفی شده است (Kumar et al., 2023). رشد و نمو گیاهان فرایند پیچیده‌ای است و تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد. اثر هر یک از این عوامل را نمی‌توان جدا از یکدیگر بررسی کرد، زیرا اثرات متقابل عوامل بر یکدیگر قابل چشم‌پوشی نیست. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) به دلیل قابلیت تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی الگوهای پیچیده اثرات عناصر غذایی، ابزاری ایده‌آل برای بهینه‌سازی شرایط کشت گیاهان هستند (Alhnaity, Pearson et al., 2019, Mohmed et al., 2023) بر اساس مطالعات مختلف، استفاده از مدل‌سازی می‌تواند ما را قادر سازد تا دیدگاه‌های قوی‌تری در مورد فرآیندهای هم‌زمان، که دارای اثرات متقابل بر روی یکدیگر هستند به دست آوریم (Gago et al., 2010). به این ترتیب،

می‌توان نظریه‌های ارائه شده در مطالعات مختلف را به‌منظور شبیه‌سازی فرایندهای رشد به کار گرفت و صحت این نظریه‌ها را نیز مورد آزمون قرار داد. این فناوری می‌تواند به ما کمک کند تا شرایط رشد ایده‌آل و بهینه برای گیاهان را شبیه‌سازی کنیم و به این ترتیب میزان رشد درون شیشه‌ای گیاه را افزایش دهیم (Zielińska and Kępczyńska, 2013). درک بهتر روابط بین عناصر غذایی با استفاده از ابزارهای پیشرفته مانند یادگیری ماشین می‌تواند منجر به بهینه‌سازی فرآیندهای تغذیه گیاهان و افزایش بهره‌وری شود (Shermila et al., 2024). در این پژوهش به‌طور نوآورانه به بررسی تأثیرات عناصر درشت‌مغذی محیط کشت درون شیشه‌ای بر رشد ارکیده فالانوپسیس با کمک یادگیری ماشین پرداخته شده است. با توجه به کمبود مطالعات در این زمینه، نتایج این تحقیق می‌تواند به گسترش دانش ما در زمینه تغذیه ارکیده‌ها کمک کند و مسیرهای جدیدی برای بهینه‌سازی محیط کشت برای این گیاهان فراهم سازد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف عناصر درشت‌مغذی بر روی سرعت ظهور اولین برگ بر روی پروتوکورم ارکیده فالانوپسیس و بهبود بخشیدن به آن با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی بود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش از پروتوکورم‌های درون شیشه‌ای فالانوپسیس رقم بیجینگ (Phalaenopsis amabilis 'Beijing') با قطر حدود ۳ میلی‌متر به عنوان ریزنمونه برای آزمایش‌ها استفاده شد. برای انجام آزمایش از محیط کشت موراشیگ و اسکوک (MS) نیم غلظت، به دلیل محتوای مغذی متعادل و کاربرد گسترده آن برای کشت درون شیشه‌ای، به عنوان محیط پایه استفاده شد. تغییر غلظت چهار عامل شامل آمونیوم، نیترات، پتاسیم و فسفر در محیط کشت پایه مورد بررسی قرار گرفت. غلظت‌های آمونیوم و نیترات در محیط MS نیم غلظت در چهار سطح شاهد (۰.۸۲۵ گرم در لیتر آمونیوم و ۱.۷۷ گرم در لیتر نیترات)، افزایش دوبرابری، افزایش چهار برابری و کاهش ۵ درصدی نسبت به محیط کشت شاهد تنظیم شد. همچنین تیمار مقادیر پتاسیم محیط کشت در سه سطح شاهد (۰.۳۹ گرم در لیتر)، افزایش ۲ درصد و ۳ درصد نسبت به محیط کشت شاهد و تیمار مقادیر فسفر در پنج سطح شاهد (۰.۰۱۹ گرم در لیتر)، افزایش ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد افزایش نسبت به محیط کشت شاهد تنظیم شدند. پس از آن، pH تمامی محیط‌ها روی ۵.۷۵ تنظیم و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر در اتوکلاو استریل شدند. هر تیمار با سه تکرار و ۵ ریزنمونه انجام شد. نمونه‌ها پس از کشت داخل اتاقک رشد فیتوترون با شرایط دمایی ۲۵ درجه سلسیوس و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. نمونه‌ها هر ۳۰ روز یک‌بار واکشت شدند و پس از گذشت ۱۰ ماه، گیاهچه‌های ارکیده جهت داده‌برداری نهایی از محیط درون شیشه‌ای خارج شدند. به منظور ارزیابی میزان بهبود حاصل از بهینه‌سازی محیط کشت، درصد افزایش سرعت رشد با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

درصد افزایش سرعت ظهور اولین برگ (کاهش تعداد روز) = ۱۰۰× ((تعداد روز لازم برای ظهور اولین برگ در محیط کشت شاهد- تعداد روز لازم برای ظهور اولین برگ در محیط کشت بهینه)/ تعداد روز لازم برای ظهور اولین برگ در محیط کشت بهینه)

مدل‌سازی یادگیری ماشین

برای پیش‌بینی و بهینه‌سازی غلظت‌های عناصر درشت‌مغذی، از مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) با استفاده از الگوریتم لونبرگ- مارکوارت (Levenberg-Marquardt Algorithm) با سه ورودی، پنج نورون در لایه پنهان و یک خروجی استفاده شد. سه پارامتر ورودی شامل غلظت‌های مختلف آمونیوم یا نیترات، پتاسیم و فسفر بود و تعداد روز برای ظهور اولین برگ بر روی پروتوکورم به عنوان خروجی در نظر گرفته شد. در ابتدا جهت یادگیری ماشین، یک پایگاه داده با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش‌های واقعی در آزمایشگاه ساخته شد. برای اطمینان از عملکرد مدل، از اعتبارسنجی متقابل ۵تایی استفاده شد. در این روش، داده‌های پایگاه داده به ۵ قسمت تقسیم و فرایند آزمون شبکه ۵ بار و هر بار بر روی یک قسمت جداشده از پایگاه داده انجام شد تا تمام داده‌های پایگاه داده حداقل یکبار به عنوان داده آزمون ارزیابی شوند. تمام ویژگی‌ها و اهداف نمونه‌ها با استفاده از معادله زیر نرمال شدند

$$x_n = \frac{x_o - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

که در آن، X_n ویژگی نمونه یا مقدار هدف پس از نرمال‌سازی، X_o ویژگی خام یا مقدار هدف و X_{min} و X_{max} به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین مقادیر ویژگی یا هدف است که در تمام نمونه‌ها قرار می‌گیرد. معادله ۱ همه مقادیر را برای هر ویژگی و هدف بین صفر و ۱ تصویر می‌کند. عملکرد مدل‌ها بر اساس ضریب تبیین با استفاده از معادله زیر ارزیابی شد

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_p - x_m)^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_m - \bar{x}_m)^2}$$

که در آن، X_m مقدار اندازه‌گیری شده اهداف متعلق به نمونه‌های آزمایشی و X_p مقدار پیش‌بینی‌شده با استفاده از یادگیری ماشین است. هرچه ضریب تبیین بالاتر باشد، عملکرد مدل یادگیری ماشین بهتر است.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) اثرات متقابل معنی‌دار درشت‌مغذی‌ها بر روی صفات گیاه تحت آزمایش نشان نداد، بنابراین مدل‌سازی مبتنی بر یادگیری ماشین در این کار برای یافتن سطوح بهینه مواد مغذی و اثر آن بر ظهور اولین برگ روی پرتوکورم مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد در تیمار شاهد که فاقد تغییر در غلظت عناصر بود، تعداد روز برای ظهور اولین برگ روی پروتوکورم ۱۶.۵ روز بود، در حالی که روش یادگیری ماشین پیش‌بینی کرد با افزایش ۱۹ درصدی غلظت فسفر و افزایش ۴.۸ درصدی غلظت پتاسیم در این تیمار تعداد روز برای ظهور اولین برگ به ۸.۵ روز خواهد شد که موجب ۹۴ درصد کاهش در زمان مورد نیاز نسبت به تیمار شاهد خواهد داشت (جدول ۱ و شکل ۱). افزایش غلظت آمونیوم به دو و چهار برابر محیط پایه، با افزایش زمان لازم برای ظهور اولین برگ به ترتیب به ۲۴.۶ و ۲۷.۳ روز، اثر بازدارنده‌ای بر رشد اولیه پروتوکورم‌ها داشت. با این حال، مدل‌سازی شبکه عصبی نشان داد که این تأثیر منفی با بهینه‌سازی غلظت فسفر و پتاسیم قابل جبران است. برای مثال، پیش‌بینی شد که در تیمار آمونیوم چهار برابر، با افزودن ۲۵ درصد فسفر و ۴.۷ درصد پتاسیم، می‌توان زمان ظهور برگ را به ۹.۳روز کاهش داد که بیانگر افزایش ۱۹۳ درصدی در سرعت ظهور اولین برگ است (جدول ۱). این الگو در تیمار دوبرابر آمونیوم مشاهده شد و نشان داد که افزایش ۲۲.۵ درصد در غلظت فسفر و ۵ درصد در غلظت راهکاری برای تسریع زمان ظهور برگ به ۹.۰۲ روز و افزایش ۱۷۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد است (جدول ۱). در تیمار کاهش ۵ درصد در غلظت آمونیوم در محیط کشت پایه، برای ظهور اولین ۱۷.۳ روز زمان لازم بود. طبق پیش‌بینی یادگیری ماشین، هنگامی که غلظت فسفر در این محیط کشت ۱۳.۷۵ درصد افزایش و غلظت پتاسیم ۵ درصد افزایش یابد، کمترین تعداد روز پیش‌بینی شده برای ظهور اولین برگ ۹.۸روز خواهد بود که برابر ۷۶ درصد کاهش زمان (روز) برای ظهور اولین برگ است (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر بهینه عناصر درشت‌مغذی برای ظهور اولین برگ (روز) روی پروتوکورم‌های درون شیشه‌ای فالانوپسیس

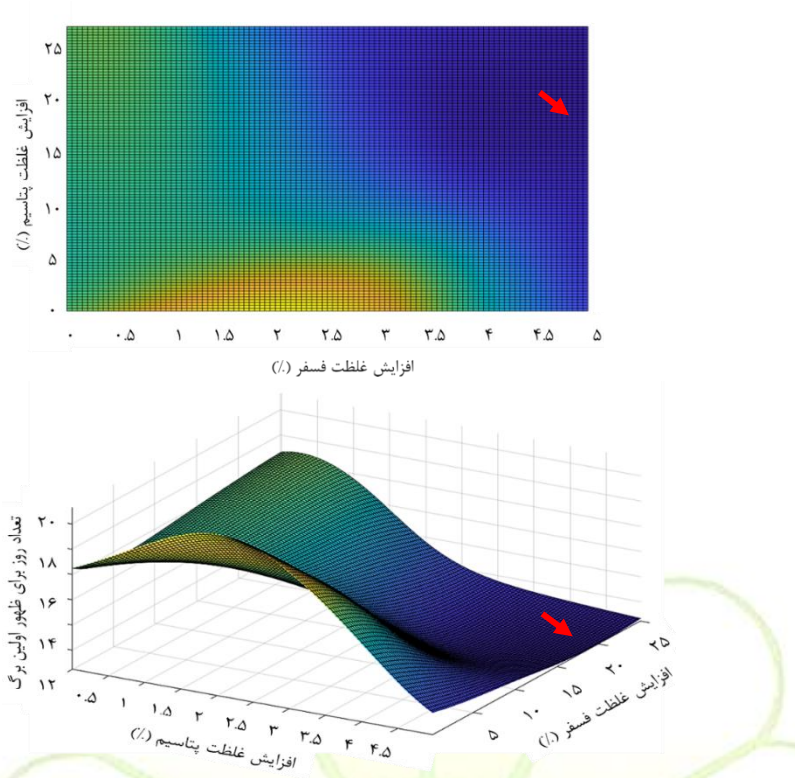
درصد تغییر مقادیر عناصر اعمال شده در محیط کشت		درصد بهینه درشت‌مغذی پیش‌بینی شده		تعداد روز لازم برای ظهور اولین برگ		افزایش سرعت ظهور اولین برگ (کاهش تعداد روز) نسبت به شاهد (٪)
آمونیوم	نیترات	پتاسیم	فسفر	محیط کشت بهینه	محیط کشت شاهد	
شاهد	شاهد	۴.۸	۱۹	*۸.۵	۱۶.۵	۹۴
۲ برابر	۰	۵	۲۲.۵	۹.۰۲	۲۴.۶	۱۷۲
۴ برابر	۰	۴.۷	۲۵	۹.۳	۲۷.۳	۱۹۳

کاهش ۵٪	۰	۵	۱۳.۷۵	۹.۸	۱۷.۳	۷۶
۰	۲ برابر	۵	۲۵	۹.۱۴	۲۸.۶	۲۱۳
۰	۴ برابر	۴.۴	۲۵	۹.۴۸	۲۲.۵	۱۳۶
۰	کاهش ۵٪	۱.۹	۲۵	۹.۵۹	۱۳.۸	۱۴۳

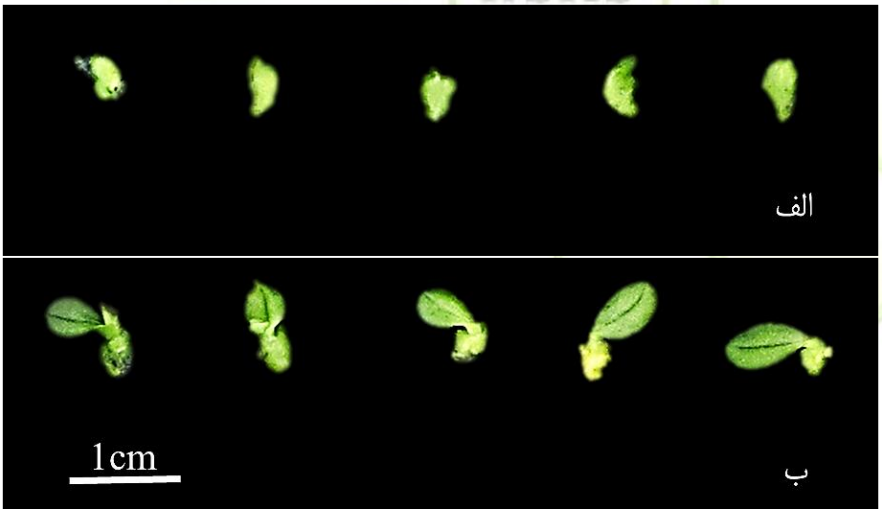
* محیط بهینه منتخب با کمترین تعداد روز مورد نیاز برای ظهور اولین برگ روی پروتوکورم ها (بیشترین سرعت رشد پروتوکورم).

افزایش غلظت نیترات در محیط کشت به دو و چهار برابر، با افزایش زمان ظهور اولین برگ به ترتیب به ۲۸.۶ و ۲۲.۵ روز، اثر بازدارنده‌ای بر رشد اولیه نشان داد. با این حال، مدل یادگیری ماشین پیش‌بینی کرد که این تأثیر با بهینه‌سازی سطوح فسفر و پتاسیم به طور کامل قابل جبران است. به طور مشخص، با افزایش ۲۵ درصدی غلظت فسفر و ۴.۴ تا ۵ درصدی پتاسیم در این دو تیمار، زمان لازم برای ظهور برگ به ترتیب به ۹.۱۴ و ۹.۴۸ روز کاهش یافت که معادل افزایش ۲۱۳ و ۱۳۶ درصدی در سرعت رشد است (جدول ۱). در تیمار محیط کشت با کاهش ۵ درصد غلظت نیترات، اولین برگ بعد از ۱۳.۸ روز ظاهر شد. بر اساس پیش بینی ماشین لرنینگ درصورت افزایش ۲۵ درصد غلظت فسفر و افزایش ۱.۹ درصد غلظت پتاسیم در این محیط کشت، ظهور اولین برگ در ۹.۵۹ روز بعد از کشت خواهد بود و تعداد روز برای ظهور اولین برگ در تیمار بهینه کاهش ۴۳ درصدی نسبت به آن خواهد داشت (جدول ۱).

نتایج پژوهش نشان داد تغییر در غلظت عناصر درشت‌مغذی مانند آمونیوم، نیترات، پتاسیم و فسفر تأثیرات قابل‌توجهی بر زمان ظهور اولین برگ در پروتوکورم‌های درون‌شیشه‌ای فالانوپسیس دارد (شکل ۲). این عناصر به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سرعت رشد اولیه گیاه اثر می‌گذارند و باعث تغییر در تعداد روزهای لازم برای ظهور اولین برگ می‌شوند. در شرایط شاهد (بدون تغییر در غلظت عناصر)، ظهور اولین برگ بر روی پرتوکورم ۱۶.۵۴ روز بعد از کشت بود. با افزایش دوبرابری و چهار برابری غلظت آمونیوم، تعداد روز برای ظهور اولین برگ به ۲۴.۶۱ و ۲۷.۲۸ روز افزایش یافت، که نشان می‌دهد غلظت بالای آمونیوم باعث کاهش شدید سرعت رشد گیاه می‌شود. با کاهش ۵ درصدی غلظت آمونیوم، زمان لازم برای ظهور برگ به ۱۷.۲۸ روز رسید که به کاهش نسبی سرعت رشد نسبت به شرایط شاهد اشاره دارد. این روند نشان می‌دهد که غلظت آمونیوم می‌تواند تأثیر مهمی بر سرعت رشد اولیه داشته باشد؛ اما افزایش بیش از حد آن باعث کاهش رشد می‌شود. افزایش دوبرابری نیترات زمان ظهور برگ را به ۲۸.۶۴ روز افزایش داد، که نشان‌دهنده کاهش قابل توجه سرعت رشد است. در غلظت چهار برابری نیترات، زمان ظهور برگ به ۲۲.۴۶ روز کاهش یافت که همچنان نسبت به شاهد (۱۶.۵۴ روز) کاهش سرعت نشان می‌دهد. با کاهش ۵ درصدی نیترات، تعداد روز لازم برای ظهور اولین برگ به ۱۳.۷۸ روز رسید که نشان‌دهنده بیشترین سرعت رشد در این شرایط است. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش نیترات به میزان زیاد باعث کاهش سرعت رشد می‌شود، در حالی که ممکن است کاهش ملایم آن سرعت رشد را بهبود بخشد.



شکل ۱- سرعت ظهور اولین برگ روی پروتوکورم بر اساس تعداد روز در محیط کشت دارای غلظت ثابت آمونیوم (شاهد) و تغییر غلظت عناصر فسفر و پتاسیم، (الف) کانتور دو بعدی، (ب) نمودار توپوگرافی سه بعدی. فلش قرمز نشان دهنده محیط بهینه با کمترین تعداد روز لازم برای ظهور اولین برگ در بین ۱۰۵ محیط مقایسه شده است.



شکل ۲- (الف) پرتوکورم کشت شده، (ب) ظهور اولین برگ روی پرتوکورم

بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (ANOVA) اثرات متقابل معنی‌دار آماری را بین درشت‌مغذی‌ها نشان نداد، این امر ممکن است به دلیل ماهیت پیچیده و غیرخطی پاسخ‌های بیولوژیکی گیاه به ترکیبات مختلف غذایی باشد. فرآیندهای رشد گیاه به ندرت از یک الگوی خطی ساده پیروی می‌کنند و اثر یک عنصر می‌تواند به شدت تحت تأثیر غلظت عنصر دیگر قرار گیرد. به همین دلیل در این پژوهش از مدل‌سازی مبتنی بر یادگیری ماشین استفاده شد تا این الگوهای پیچیده شناسایی شوند.

تحقیقات نشان می‌دهد که سطوح بالای آمونیوم فرآیندهای فیزیولوژیکی ضروری را مختل می‌کند و منجر به مهار رشد می‌شود. سطح بالای آمونیوم می‌تواند توزیع کلسیم در بافت های گیاهی را تغییر دهد و مسیرهای سیگنالینگ لازم برای رشد و تکامل را مختل کند (Wdowiak et al., 2024). همچنین افزایش غلظت آمونیوم می تواند باعث سمیت شود و بر زیست توده و محتوای بیوشیمیایی در گیاهان اثر بگذارد (Abdullah-Asri et al., 2023).

یادگیری ماشین غلظت‌های بهینه شده فسفر و پتاسیم را در هر یک از غلظت‌های آمونیوم و نیترات، برای رسیدن به جوانه‌زنی سریع و ظهور اولین برگ در کوتاه‌ترین زمان را پیش‌بینی کرد (جدول ۱). طبق این نتایج تغییرات در غلظت آمونیوم و نیترات تأثیر قابل‌توجهی بر نیاز به پتاسیم ندارد. هنگامی که غلظت آمونیوم کم یا زیاد می‌شود، دامنه غلظت پتاسیم مورد نیاز بین ۱.۹ تا ۵ درصد نوسان خواهد داشت. این نوسان نشان می‌دهد که پتاسیم به طور ملایم با تغییرات آمونیوم و نیترات تغییر می‌کند، اما دامنه تغییرات آن چندان وسیع نیست. از سوی دیگر، تغییرات فسفر با تغییر در غلظت‌های آمونیوم و نیترات دارای نوسان بیشتر تا حد ۲۵ درصد بود. دامنه تغییرات فسفر بزرگ‌تر است و نشان می‌دهد که افزایش نیتروژن محیط، هنگامی که با مقدار کمی فسفر تکمیل شود، جذب نیتروژن را به طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهد. بنابراین اگرچه غلظت بیش از حد نیترات یا آمونیوم به تنهایی می‌تواند سمی باشد، اما وجود مقادیر کافی از سایر مواد مغذی مانند پتاسیم و فسفر، گیاهان را قادر می‌سازد تا از نیتروژن به طور مؤثرتری برای رشد استفاده کنند (Coleto et al., 2023, Shilpha et al., 2023).

نتایج پیش‌بینی‌شده توسط مدل شبکه عصبی به وضوح نشان‌دهنده وجود اثرات متقابل بین عناصر است. به عنوان مثال، در تیمار دارای غلظت آمونیوم چهار برابر، که به تنهایی باعث کندی شدید رشد و ظهور برگ پس از ۲۷.۳ روز شد، مدل پیش‌بینی کرد که با بهینه‌سازی و افزایش غلظت فسفر (افزایش ۲۵ درصد) و پتاسیم (افزایش ۴.۷ درصد)، می‌توان این زمان را به ۹.۳ روز کاهش داد. این بهبود چشمگیر (۱۹۳ درصد افزایش در سرعت رشد) قویا بیانگر آن است که فسفر و پتاسیم کافی می‌توانند اثرات سمی یا بازدارنده غلظت بالای آمونیوم را تعدیل یا جبران کنند. این یک نمونه بارز از اثر متقابل است که در آن، حضور بهینه دو عنصر، تأثیر منفی یک عنصر دیگر را کاهش می‌دهد. به طور مشابه، در تیمار نیترات دو برابر که زمان ظهور برگ را به ۲۸.۶ روز افزایش داد، افزودن ۲۵ درصد فسفر و ۵ درصد پتاسیم این زمان را به ۹.۱۴ روز رساند که معادل ۲۱۳ درصد افزایش در سرعت رشد است. این موضوع نشان می‌دهد که نیاز گیاه به فسفر و پتاسیم در حضور سطوح بالای نیتروژن افزایش می‌یابد تا بتواند از این نیتروژن به شکل مؤثری برای رشد استفاده کند، موضوعی که در تحقیقات دیگر نیز به آن اشاره شده است (Coleto et al., 2023, Shilpha et al., 2023).

فسفر و پتاسیم به عنوان مواد مغذی فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف را تقویت می‌کنند و رشد ارکیده‌ها به طور قابل‌توجهی تحت تأثیر آنها است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این مواد مغذی نقش مهمی در رشد برگ، گلدهی و سلامت کلی گیاه دارند (Davis et al., 2022). اگر چه فسفر بیش از حد می‌تواند منجر به کمبود روی شود و بر سلامت کلی ارکیده های فالانوپسیس اثر بگذارد، در مقابل، سطح بهینه فسفر برای جلوگیری از عدم تعادل مواد مغذی و اطمینان از رشد سالم ضروری است (Novais et al., 2016). فسفر برای انتقال انرژی از فتوسنتز و ارتباطات میکوریزا به ارکیده‌ها کمک می‌کند تا این ماده مغذی را به طور مؤثری بدست آورند. همچنین در ارکیده‌های خاک‌زی، قارچ‌های میکوریزا می‌توانند مقادیر قابل‌توجهی از فسفر غیر آلی را جذب و رشد گیاهچه را افزایش دهند (Davis et al., 2022). پتاسیم نیز برای تنظیم اسمزی و فعال‌سازی آنزیم بسیار مهم است. پژوهش‌ها در مورد ارکیده دندروبیوم سونیا (*Dendrobium Sonia*) نشان می‌دهد که پتاسیم دی هیدروژن فسفات به طور قابل‌توجهی تعداد برگ و وزن گیاه را بهبود می‌بخشد و اهمیت آن را در رشد رویشی نشان می‌دهد

(Davis et al., 2022). تعامل پتاسیم با سایر مواد مغذی بسیار مهم است، زیرا به جذب کارآمد آب و مواد مغذی کمک می‌کند و باعث رشد بهتر می‌شود (Hoshino et al., 2023).

به‌طورکلی، بهینه‌سازی غلظت این عناصر می‌تواند به کاهش زمان رشد اولیه و افزایش بهره‌وری کشت درون شیشه‌ای فالانوپسیس منجر شود. نتایج حاصل از پیش‌بینی یادگیری ماشین نشان داد بهینه سازی محیط کشت شاهد (بدون تغییر آمونیوم و فسفر) با افزایش ۱۹ درصدی پتاسیم و ۴.۸ درصدی فسفر موجب کمترین زمان برای ظهور اولین برگ بر روی پرتوکورم یعنی ۸.۵ روز خواهد شد. بنابراین طبق این نتایج امکان افزایش غلظت‌های فسفر و پتاسیم در تیمار شاهد نیم غلظت MS وجود دارد و می‌توان ضمن بررسی آنها در پژوهش‌های بعدی، به‌صورت کاربردی از این تغییرات در تولید گیاه استفاده نمود. در نتیجه، می‌توان استراتژی‌هایی را برای ایجاد ترکیبی بهینه از عناصر فراهم نمود تا این زمان بهینه حفظ شود و حتی می‌توان با عناصر ماکرو و میکرو دیگر بکار رفته در محیط کشت کاهش احتمالی از این مقدار تعداد روز را نیز مورد بررسی قرار داد.

این نتایج نشان می‌دهند که تغذیه مناسب و بهینه‌سازی مصرف عناصر غذایی می‌تواند اثر بسزایی در بهبود وضعیت تغذیه‌ای و عملکرد گیاه داشته باشد. به علاوه، نتایج سایر پژوهش‌ها نیز نشان داده استفاده از یک محیط کشت بهینه شده می‌تواند زمان جوانه‌زنی را به طور قابل توجهی کوتاه کند، نرخ بقا را افزایش داده و سرعت جوانه‌زنی را در گیاه کیوی سردسیری افزایش دهد (Hameg et al., 2020). این یافته‌ها اهمیت تنظیم دقیق غلظت مواد مغذی در محیط کشت را برای تسریع فرآیند جوانه‌زنی و ترویج رشد سالم گیاه نشان می‌دهد. در این راستا، طراحی آزمایش‌ها همراه با الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های ژنتیک می‌تواند ترکیب‌های عناصر مغذی بهینه را برای ریزازدیادی گیاهان پیش‌بینی کنند که منجر به بهبود پاسخ‌های رشد و عملکرد و افزایش کیفیت رشد می‌شود (Sudheer et al., 2022).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی این توانایی را ایجاد می‌نماید که بتوان روابط پیچیده بین عناصر غذایی درون محیط کشت را مدیریت و اثر آن روی گیاه را پیش‌بینی نمود. بنابراین می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر در مدیریت تغذیه گیاهان در شرایط درون شیشه‌ای و بهبود عملکرد کشت مورد استفاده قرار گیرد. این فناوری نه تنها می‌تواند برای تحلیل و مدیریت روابط پیچیده بین عناصر غذایی، به عنوان یک ابزار مؤثر در بهینه‌سازی و مدیریت تغذیه گیاهان مورد استفاده قرار گیرد، بلکه می‌تواند به کشاورزان و تولیدکنندگان کمک کند تا در شرایط مختلف کشت، به عملکرد بهتری دست پیدا کنند. پژوهش‌های آینده می‌توانند شامل توسعه الگوریتم‌های پیشرفته‌تر برای تحلیل داده‌های تغذیه‌ای باشند تا به کشاورزان در انتخاب بهترین ترکیب‌های غذایی کمک کنند. در این پژوهش با استفاده از مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی به بررسی اثرات غلظت‌های مختلف عناصر درشت‌مغذی اصلی بر جوانه‌زنی و سرعت ظهور اولین برگ در گیاه ارکیده فالانوپسیس پرداخته شد. نتایج نشان داد که با استفاده از این روش برای بهینه‌سازی عناصر درشت‌مغذی در محیط کشت می‌توان به افزایش سرعت رشد در گیاه دست یافت. تحلیل داده‌ها نشان داد افزایش ۱۹ درصدی غلظت پتاسیم و ۴.۸ درصدی غلظت فسفر در محیط کشت پایه به‌صورت هم‌زمان می‌تواند سرعت ظهور اولین برگ گیاه را افزایش داد و رشد گیاه را بهینه نمود.

منابع

Abdullah-Asri, M.-R., Ahmad, A., Noor-Hassim, M.-F. and Ahmad, A. 2023. Ammonium-induced changes in the ascorbic acid, carotenoid, phenolic and flavonoid content in the cultures of *Aglaonema simplex*: Ammonium effects on *Aglaonema simplex*. Universiti Malaysia Terengganu Journal of Undergraduate Research. 5: 78-88.

Alhnaity, B., Pearson, S., Leontidis, G. and Kollias, S. 2019. Using deep learning to predict plant growth and yield in greenhouse environments. International Symposium on Advanced Technologies and Management for Innovative Greenhouses: GreenSys2019. 1296.

Arditti, J. 2009. Micropropagation of orchids. John Wiley & Sons.

Coleto, I., Marín-Pena, A. J., Urbano-Gamez, J. A., González-Hernández, A. I., Shi, W., Li, G. and Marino, D. 2023. Interaction of ammonium nutrition with essential mineral cations. Journal of Experimental Botany. 74: 6131-6144.

Davis, B., Lim, W.-H., Lambers, H., Dixon, K. W. and Read, D. J. 2022. Inorganic phosphorus nutrition in green-leaved terrestrial orchid seedlings. Annals of Botany. 129: 669-678.

Elkonin, L. and Pakhomova, N. 2012. Influence of nitrogen and phosphorus on induction embryogenic callus of sorghum. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 61: 115-123.

Gago, J., Landín, M. and Gallego, P. 2010. Strengths of artificial neural networks in modeling complex plant processes. Plant Signaling & Behavior. 5: 743-745.

Ghahremani, R., Dianati Daylami, S., Mirmasoumi, M., Askari, N. and Vahdati, K. 2021. Refining a protocol for somatic embryogenesis and plant regeneration of *Phalaenopsis amabilis* cv. Jinan from mature tissues. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 45: 356-364.

Griesbach, R. 2002. Development of *Phalaenopsis* orchids for the mass-market. In: Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 458-465.

Hameg, R., Arteta, T. A., Landin, M., Gallego, P. P. and Barreal, M. E. 2020. Modeling and optimizing culture medium mineral composition for in vitro propagation of *Actinidia arguta*. Frontiers in Plant Science. 11: 554905.

Hoshino, R. T., Souza Junior, H., Tejo, D. P., Pedro Junior, S., Scherer, A. and Faria, R. T. 2023. Mineral nutrition in orchids. Agronomy Science and Biotechnology. 9: 1.

Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M. and Zhao, C. 2023. Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. Plants. 12: 2861.

Kumar, T. S., Arunprasad, S., Eniyan, A., Azeez, P. A., Kumar, S. B. and Sushanth, P. 2023. Crop selection and cultivation using machine learning. 2023 Intelligent Computing and Control for Engineering and Business Systems (ICCEBS). IEEE.

Mahdavi, Z., Dianati Daylami, S. and Aliniaeifard, S. 2018. Protocorms encapsulation of *Phalaenopsis* hybrids (Orchidaceae) in order to schedule in vitro plantlet production. XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Micropropagation and In Vitro Techniques. 1285.

Mahdavi, Z., Dianati Daylami, S., Asefpour Vakilian, K. and Vahdati, K. 2025. Revolutionizing in vitro cultivation: machine learning-based optimization of nutrients for superior morphology and biochemistry of *Phalaenopsis* orchids. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 161: 33.

Mahdavi, Z., Dianati Daylami, S., Fadavi, A. and Vahdati, K. 2023. Artificial seed production of *Phalaenopsis* orchid: effect of encapsulation materials, temperature, light spectra, and storage period. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 1-12.

Mantovani, C., Prado, R. and Pivetta, K. 2018. Impact of nitrate and ammonium ratio on nutrition and growth of two epiphytic orchids. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 90: 10.

Mohammadpour Barough, A., Dianati Daylami, S., Fadavi, A., Aliniaeifard, S. and Vahdati, K. 2024. Enhancing photosynthetic efficiency in *Phalaenopsis amabilis* through bioreactor innovations. BMC Plant Biology. 24: 1166.

Mohmed, G., Heynes, X., Naser, A., Sun, W., Hardy, K., Grundy, S. and Lu, C. 2023. Modelling daily plant growth response to environmental conditions in Chinese solar greenhouse using Bayesian neural network. Scientific Reports. 13: 4379.

Mursyidin, D. H., Rubiansyah, M. and Badruzsaufari, B. 2022. Genetic relationship of several morphological and molecular characteristics of *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume orchids from the Meratus Mountains of South Kalimantan, Indonesia. Indonesian Journal of Forestry Research.

Naderi Boldaji, H., Dianati Daylami, S., Aliniaeifard, S. and Norouzi, M. 2021. Efficient method for direct embryogenesis in *Phalaenopsis* orchid. International Journal of Horticultural Science and Technology. 8: 37-50.

Novais, S. V., Novais, R. F., Villani, E. M. d. A. and Zenero, M. D. O. 2016. Phosphorus-zinc interaction and iron and manganese uptake in the growth and nutrition of *Phalaenopsis* (Orchidaceae). Revista Brasileira de Ciência do Solo. 40: e0160054.

Shermila, P. J., Rahaman, S. A. and Manoj, S. 2024. Optimization of agriculture using data science and machine learning. 2024 7th International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT). IEEE.

Shilpha, J., Song, J. and Jeong, B. R. 2023. Ammonium phytotoxicity and tolerance: an insight into ammonium nutrition to improve crop productivity. Agronomy. 13: 1487.

Sudheer, W., Praveen, N., Al-Khayri, J. and Jain, S. 2022. Role of plant tissue culture medium components. In: Advances in Plant Tissue Culture. Elsevier, pp. 51-83.

Sun, T., Zeng, S., Wang, X., Owens, L. A., Fe, Z., Zhao, Y., Mazourek, M., Giovannoni, J. G. and Li, L. 2022. GLKs directly regulate carotenoid biosynthesis via interacting with GBFs in nuclear condensates in plants. bioRxiv. 2022.2009.2009.507346.

Wang, J., Zhou, W., Chen, H., Zhan, J., He, C. and Wang, Q. 2019. Ammonium nitrogen tolerant *Chlorella* strain screening and its damaging effects on photosynthesis. Frontiers in Microbiology. 9: 3250.

Wang, W., Li, S., Zhao, X., Du, Y. and Lin, B. 2008. Oligochitosan induces cell death and hydrogen peroxide accumulation in tobacco suspension cells. Pesticide Biochemistry and Physiology. 90: 106-113.

Wang, Y.-T. 2007. Potassium nutrition affects *Phalaenopsis* growth and flowering. HortScience. 42: 1563-1567.

Wang, Y.-T. 2010. *Phalaenopsis* mineral nutrition. I International Orchid Symposium. 878.

Wdowiak, A., Kryzheuskaya, K., Podgórska, A., Paterczyk, B., Zebrowski, J., Archacki, R. and Szal, B. 2024. Ammonium nutrition modifies cellular calcium distribution influencing ammonium-induced growth inhibition. Journal of Plant Physiology. 298: 154264.

Xu, X., Du, X., Wang, F., Sha, J., Chen, Q., Tian, G., Zhu, Z., Ge, S. and Jiang, Y. 2020. Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of carbon, and nitrate metabolism in apple dwarf rootstock seedlings. Frontiers in Plant Science. 11: 904.

Xu, X., Zhang, X., Ni, W., Liu, C., Qin, H., Guan, Y., Liu, J., Feng, Z., Xing, Y. and Tian, G. 2024. Nitrogen-potassium balance improves leaf photosynthetic capacity by regulating leaf nitrogen allocation in apple. Horticulture Research. 11: uhad253.

Zhao, D. K., Selosse, M. A., Wu, L., Luo, Y., Shao, S. C. and Ruan, Y. L. 2021. Orchid reintroduction based on seed germination-promoting mycorrhizal fungi derived from protocorms or seedlings. Frontiers in Plant Science. 12: 701152.

Zielińska, S. and Kępczyńska, E. 2013. Neural modeling of plant tissue cultures: a review. BioTechnologia.

Optimization of *Phalaenopsis* orchid in vitro culture medium using artificial neural network: Impact of different concentrations of major macronutrients on the rate of first leaf emergence

Zahra Mahdavi[1], Shirin Dianati Daylami[1*], Keyvan Asefpour Vakilian[2] and Kourosh Vahdati[1]
1. Department of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran, Iran
2. Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
Corresponding Author: dianati@ut.ac.ir

Abstract

In vitro propagation of *Phalaenopsis* orchids presents significant challenges for producers due to their prolonged growth period. Applying modern techniques such as artificial neural networks (ANNs) can provide suitable solutions for accelerating plant growth by simulating ideal growth conditions and optimizing cultivation conditions. This study employed an ANN-based model to optimize macronutrients concentrations in the culture medium for *Phalaenopsis* orchids. For this purpose, changes in different concentrations of the two factors, ammonium and nitrate, were examined at four levels of control, a two-fold increase, a four-fold increase, and a 5% decrease in half-strength Murashige and Skoog (MS) culture medium, and their effect on the time to first leaf emergence on the protocorm was recorded. Furthermore, the effect of required amounts of potassium and phosphorus, as essential macronutrients, was assessed on the timing of initial leaf formation. A data set was created by examining the effects of different levels of macronutrients on germination and first leaf emergence. A predictive ANN model was iteratively trained to identify the optimal levels of macronutrients necessary to enhance germination. Modeling results showed that a 4.8% increase in potassium and a 19% increase in phosphorus resulted in earlier first leaf emergence compared to the half-strength MS medium. The ANN predictions achieved a notable 94% improvement in the result. It was found that the proposed approach is effective in reducing the growth period of orchid seedlings and can revolutionize the cultivation of this plant by reducing long growth periods.

Keywords: Artificial Intelligence, Culture Medium Protocorm, In Vitro Culture, Micropropagation, Modeling.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

فناوری‌های هوشمند در باغبانی مدرن: راهکاری برای کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری

سولماز نادی[1*]

۱- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری ، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: *Solmaznadi4025@gmail.com*

چکیده

باغبانی با چالش‌های متعددی همچون آفات، بیماری‌ها، شرایط نامساعد آب‌وهوایی و روش‌های ناکارآمد کشاورزی مواجه است. فناوری‌های پیشرفته مانند رباتیک و هوش مصنوعی (AI) می‌توانند به کاهش این تلفات و افزایش بهره‌وری کمک کنند. ربات‌های مجهز به حسگرها، دوربین‌ها و الگوریتم‌های هوشمند قادرند میوه‌های رسیده را شناسایی کرده، علف‌های هرز را حذف و بیماری‌ها و آفات را شناسایی کنند. همچنین، بینایی ماشین و تکنیک‌های تصویربرداری AI امکان شناسایی زودهنگام مشکلات تغذیه‌ای و بیماری‌ها را فراهم می‌آورند، که به کشاورزان کمک می‌کند تا به موقع واکنش نشان دهند و از گسترش مشکلات جلوگیری کنند. استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند چالش‌های باغبانی را کاهش دهد و بهره‌وری را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: باغبانی، بهره‌گیری از فناوری، کاربردهای رباتیک، کشاورزی دقیق ، هوش مصنوعی.

مقدمه

هوش مصنوعی (AI) با ادغام قابلیت‌های شبه‌انسانی همچون یادگیری، استدلال و ادراک در سامانه‌های نرم‌افزاری، حوزه‌های گوناگونی از جمله در بخش کشاورزی را متحول ساخته است (Bilal et al., 2021). فعالیت‌های باغبانی طیفی گسترده از عملیات را در بر می‌گیرد؛ از کاشت و پرورش تا برداشت و فرآوری پس از برداشت. حوزه‌های متنوع آن شامل تولید میوه و سبزی، گلکاری، طراحی فضای سبز، نهالستان‌ها و کشت گیاهان دارویی می‌شود (Lillywhite, 2014). فرآیند تولیدات باغی را می‌توان فرآیندی باز و پیچیده تعریف کرد که تحت تأثیر تعامل عوامل مختلفی از جمله آب‌وهوا، خاک، حشرات، بیماری‌ها، گیاهان، مواد مغذی و هزینه‌ها قرار دارد (Singh at al., 2022). در سطح جهانی، تلفات محصولات کشاورزی حدود ۳۰ درصد از کل تولید برآورد می‌شود (Rohini et al., 2020). به‌عنوان نمونه، در سال ۲۰۱۸ حدود ۲۱۰ هزار تن میوه در فرآیندهای پس از برداشت از بین رفت که معادل ۳۰ تا ۴۰ درصد کل برداشت بود (Rajapaksha et al., 2021). به همین ترتیب، تلفات سبزیجات نیز در حدود ۳۷۰ هزار تن برآورد شده است که معادل ۲۰ تا ۴۰ درصد کل محصول برداشت‌شده بوده و حدود ۱۱۰ میلیون دلار آمریکا زیان مالی در پی داشته است (Rajapaksha et al., 2021).

نقش سیستم‌های رباتیک و هوش مصنوعی در مدیریت آفات و بیماری‌های محصولات باغی

آفات و بیماری‌ها تهدیدی جدی برای محصولات باغی محسوب می‌شوند و باعث آسیب به گیاه، کاهش عملکرد و تضعیف سلامت کلی محصول می‌گردند. حشره‌ها، کنه‌ها، نماتدها و جوندگان با تغذیه از بافت‌های گیاهی و بیماری‌های قارچی، باکتریایی و ویروسی نظیر لکه‌های برگی، پژمردگی و پوسیدگی میوه رشد گیاه را مختل کرده و کیفیت نهایی محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهند. پیامدهای اقتصادی این وضعیت از جمله کاهش درآمد، افزایش هزینه‌های تولید به دلیل نیاز به مدیریت آفات و بیماری‌ها، و حتی رد شدن محصولات آلوده در بازار قابل‌توجه است (Beyene et al., 2024). سیستم‌های رباتیک و هوش مصنوعی نقش حیاتی در کاهش تلفات محصولات باغی ناشی از آفات و بیماری‌ها ایفا می‌کنند. این سیستم‌ها که به حسگرها و دوربین‌ها مجهز هستند، به‌طور مداوم وضعیت محصولات را پایش کرده و علائم اولیه آلودگی به آفات یا بروز بیماری‌ها را شناسایی می‌کنند. این تشخیص زودهنگام امکان اقدامات فوری را برای جلوگیری از خسارات عمده فراهم می‌سازد (Chauhan et al., 2023).

نقش فناوری‌های هوش مصنوعی و رباتیک در کاهش تلفات محصولات کشاورزی ناشی از شرایط جوی

نوسانات شدید دما، اعم از امواج گرما یا سرمای ناگهانی، خشکسالی، بارش‌های سنگین و سیلاب می‌توانند خطرات قابل توجهی برای تولید محصولات باغی ایجاد کنند. برای مقابله با تلفات محصولات ناشی از این شرایط جوی، کشاورزان باید اقدامات حفاظتی مناسبی را به‌کار گیرند، از فناوری‌های مناسب استفاده کنند و روش‌های کشاورزی مقاوم را اتخاذ نمایند. سیستم‌های هوش مصنوعی با ارزیابی شرایط جوی، سطح رطوبت خاک و نیازهای آبی محصولات، برنامه‌ریزی آبیاری را بهینه می‌کنند. این کار باعث کاهش ریسک استرس آبی و مشکلات آب‌گرفتگی می‌شود که می‌تواند بر سلامت محصول تأثیر منفی بگذارد (Balaska et al., 2023).

استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک در مدیریت تغذیه گیاهی برای کاهش خسارات محصولات کشاورزی

عدم تعادل مواد مغذی می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر کاهش محصولات کشاورزی داشته باشد و رشد گیاه، بازده و حساسیت آن به بیماری‌ها و آفات را تحت تأثیر قرار دهد. کمبود مواد مغذی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم یا ریزمغذی‌ها، در دسترس بودن عناصر ضروری برای رشد و توسعه گیاهان را مختل می‌کند. این مسئله می‌تواند منجر به رشد ناقص، زردی (کلروز) برگ‌ها، کاهش گل‌دهی و میوه‌دهی و در نتیجه کاهش کلی تولید شود. به طور معکوس، سطوح بیش از حد برخی مواد مغذی می‌تواند برای گیاهان مضر باشد. به عنوان مثال، سطوح بالای نیتروژن باعث رشد زیاد گیاهی می‌شود، اما گل‌دهی و کیفیت میوه‌ها را کاهش می‌دهد. مقدار اضافی فسفر یا پتاسیم می‌تواند بر جذب سایر مواد مغذی تأثیر بگذارد و منجر به عدم تعادل و کمبودها شود (ardans and Peñuelas, 2021). سیستم‌های هوش مصنوعی و رباتیک در شناسایی و مدیریت دقیق عدم تعادل مواد مغذی می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند. ربات‌های هوشمند و حسگرهای پیشرفته به طور مداوم وضعیت مواد مغذی خاک و گیاهان را بررسی کرده و داده‌های مربوط به کمبود یا اضافات مواد مغذی را به کشاورزان ارائه می‌دهند. این اطلاعات به کشاورزان این امکان را می‌دهد که با دقت بیشتری تصمیم‌گیری کنند و اقداماتی به موقع برای بهبود وضعیت تغذیه گیاهی اتخاذ نمایند.

استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک برای مدیریت کارآمد آبیاری در کاهش خسارات محصولات کشاورزی باغبانی

شیوه‌های نادرست آبیاری می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر کاهش محصولات کشاورزی داشته باشند. آبیاری ناکافی یا تأمین ناکافی آب می‌تواند منجر به استرس آبی شود که منجر به رشد کاهش‌یافته، پژمردگی برگ‌ها، ریزش گل و کاهش تولید میوه یا سبزیجات می‌شود. از سوی دیگر، آبیاری زیاد یا زهکشی ضعیف می‌تواند باعث آبگرفتگی خاک شود که منجر به آسیب ریشه، پوسیدگی ریشه و عدم تعادل مواد مغذی می‌شود. شرایط آبگرفتگی همچنین محیط‌های مساعدی برای رشد پاتوژن‌ها ایجاد می‌کند که خطر بروز بیماری‌ها را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، آبیاری بیش از حد یا زمان‌بندی نادرست آبیاری می‌تواند منجر به شستشوی مواد مغذی شود، جایی که مواد مغذی ضروری از خاک شسته شده و منجر به کمبود مواد مغذی و کاهش سلامت محصولات می‌شود. سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی داده‌ها را از منابع مختلف مانند حسگرهای رطوبت خاک، پیش‌بینی‌های هواشناسی و نیازهای آبی گیاهان یکپارچه کرده و استراتژی‌های مدیریت آب را بهینه می‌کنند. با در نظر گرفتن عواملی مانند نرخ تبخیر-تعریق و مراحل رشد گیاهان، این فناوری‌ها به کشاورزان این امکان را می‌دهند که آبیاری را به‌طور مؤثر زمان‌بندی کنند، حجم آبیاری را تنظیم کنند و از استفاده بیش از حد آب یا استرس آبی جلوگیری کنند (Obaideen et al., 2022).

استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک برای مدیریت مؤثر علف‌های هرز در کاهش خسارات به محصولات کشاورزی باغبانی

رقابت علف‌های هرز تهدید بزرگی برای محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند که منجر به خسارت‌های محصول و کاهش عملکرد می‌شود. یکی از اصلی‌ترین روش‌هایی که علف‌های هرز بر محصولات تأثیر می‌گذارند، رقابت برای منابع است. علف‌های هرز به‌طور تهاجمی با محصولات برای منابع ضروری مانند آب، مواد مغذی، نور خورشید و فضا رقابت می‌کنند. برای کاهش تأثیر رقابت علف‌های هرز بر کاهش محصولات کشاورزی باغبانی، کشاورزان از استراتژی‌های مختلف کنترل آن‌ها مانند چرخش محصولات، مالچ‌پاشی و کشت متقابل برای سرکوب رشد علف‌های هرز و کاهش رقابت، روش‌های مکانیکی مانند دست‌علفی کردن و بکار بردن علف‌کش‌ها استفاده می‌کنند. [۶۸]. الگوریتم‌های هوش مصنوعی ربات‌ها را هدایت می‌کنند تا علف‌های هرز را به‌طور مؤثر شناسایی و حذف کنند، که نیاز به نیروی کار دستی

را کاهش داده و اثربخشی کلی کنترل علف‌های هرز را بهبود می‌بخشد. این خودکارسازی موجب افزایش کارآیی، صرفه‌جویی در زمان و اطمینان از اجرای مداوم شیوه‌های مدیریت علف‌های هرز می‌شود.

استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک برای بهبود مدیریت پس از برداشت در کاهش خسارات محصولات باغبانی

خسارات پس از برداشت تأثیر زیادی بر کاهش محصولات باغبانی دارند. یکی از پیامدهای اصلی خسارات پس از برداشت، کاهش کیفیت است. برخورد نادرست، شرایط نامناسب ذخیره‌سازی و تأخیر در فرآیندهای پس از برداشت مانند تمیز کردن، درجه‌بندی و بسته‌بندی می‌تواند منجر به تخریب کیفیت محصولات باغبانی شود .این تخریب شامل آسیب فیزیکی، فساد، پژمردگی، تغییر رنگ و از دست رفتن طعم و ارزش غذایی می‌شود. این نوع کاهش کیفیت نه تنها ارزش بازار محصولات را کاهش می‌دهد، بلکه آن‌ها را برای فروش یا مصرف نامناسب می‌سازد. کاهش مقدار محصول یکی دیگر از اثرات قابل توجه روش‌های ناکافی مدیریت پس از برداشت است. به عنوان مثال، تکنیک‌های برداشت ضعیف مانند زمان‌بندی نادرست یا روش‌های نادرست می‌تواند به آسیب به محصولات و از دست دادن محصول منجر شود. به همین ترتیب، امکانات ذخیره‌سازی ناکارآمد یا روش‌های حمل و نقل نامناسب می‌توانند منجر به افزایش فساد و کاهش مقدار محصولات قابل عرضه شوند. یکی از روش‌های مهمی که هوش مصنوعی و رباتیک کمک می‌کنند، نظارت و جداسازی کیفیت است. با توسعه سیستم‌های بینایی کامپیوتری، هوش مصنوعی می‌تواند تصاویر محصولات باغبانی را برای ارزیابی کیفیت آن‌ها تجزیه و تحلیل کند و هرگونه نشانه‌ای از آسیب یا فساد را شناسایی کند. با خودکارسازی فرآیند جداسازی و درجه‌بندی بر اساس پارامترهای کیفیت، هوش مصنوعی تضمین می‌کند که فقط محصولات با کیفیت بالا به بازار برسند. سیستم‌های پیشرفته رباتیک که مجهز به بینایی کامپیوتری و الگوریتم‌های یادگیری ماشین هستند، می‌توانند میوه‌ها یا سبزیجات رسیده را شناسایی کرده و اقدامات برداشت دقیقی انجام دهند. با به حداقل رساندن آسیب به محصول و تضمین برداشت دقیق، این ربات‌ها خسارات ناشی از تکنیک‌های نادرست برداشت را کاهش داده و میزان محصولات قابل فروش را به حداکثر می‌رسانند. با تجزیه و تحلیل داده‌ها از منابع مختلف، از جمله تولید، حمل و نقل و تقاضای بازار، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند بینش‌هایی درباره پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی و برنامه‌ریزی مسیرهای کارآمد ارائه دهند. این امر تحویل به موقع محصولات را امکان‌پذیر می‌سازد و در عین حال ضایعات و خسارات را به حداقل می‌رساند. با بهینه‌سازی زنجیره تأمین، هوش مصنوعی تأخیرها، فساد و کاهش کیفیت را کاهش داده و در نتیجه خسارات پس از برداشت را پایین می‌آورد (Singh et al., 2022).

نتیجه‌گیری

استفاده از پیشرفت‌های فناوری، به‌ویژه رباتیک و هوش مصنوعی، در باغبانی پتانسیل عظیمی برای کاهش خسارات محصولات و بهبود بهره‌وری کلی نشان داده است. با این حال، مهم است که محدودیت‌ها و معایب بالقوه این فناوری‌ها نیز مورد توجه قرار گیرند. هزینه اولیه سیستم‌های هوش مصنوعی و رباتیک می‌تواند برای بسیاری از کشاورزان کوچک مقیاس بسیار بالا باشد و هزینه‌های نگهداری و به‌روزرسانی‌های مداوم می‌تواند این هزینه‌ها را افزایش دهد. جهت تسهیل پذیرش گسترده فناوری‌های پیشرفته مانند رباتیک و هوش مصنوعی در کاهش خسارات محصولات در باغبانی، سیاست‌گذاران باید بر چندین حوزه کلیدی تمرکز کنند. این شامل افزایش بودجه تحقیقاتی و اعطای گرنت‌ها برای تحریک نوآوری، ایجاد چارچوب‌های نظارتی روشن و حمایتی که اطمینان حاصل کنند استانداردهای ایمنی و زیست‌محیطی رعایت می‌شوند بدون اینکه پیشرفت‌ها را متوقف کنند و ارائه برنامه‌های آموزشی جامع برای کشاورزان و تکنسین‌ها می‌باشد. درنهایت، با استفاده از پتانسیل رباتیک و هوش مصنوعی، بخش باغبانی می‌تواند بر چالش‌های مرتبط با خسارات محصول ناشی از آفات، بیماری‌ها، شرایط نامساعد جوی و شیوه‌های کشاورزی ناکارآمد غلبه کند. این کاربردهای فناوری راهی به سمت بهره‌وری بیشتر، کاهش خسارات و پایداری بیشتر در باغبانی ارائه می‌دهند. با پیشرفت و یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها، تشویق نوآوری و همکاری بین توسعه‌دهندگان فناوری و جامعه کشاورزی، ضروری است.

منابع

Balaska, V., Adamidou, Z., Vryzas, Z. and Gasteratos, A. 2023. Sustainable crop protection via robotics and artificial intelligence solutions. Machines. 11: 774.

Beyene, G. K., Yones, A. M., Heji, A. B. and Kayim, M. 2024. Insect pests and diseases in stored sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and maize (*Zea mays* L.) in West Hararghe, Ethiopia. Advances in Agriculture. 2024: 6650317.

Bilal, A., Sun, G. and Mazhar, S. 2021. Finger-vein recognition using a novel enhancement method with convolutional neural network. Journal of the Chinese Institute of Engineers. 44: 407-417.

Chauhan, A., Petropoulou, A. S., Polder, G. and Hemming, S. 2023. Artificial intelligence and protected cultivation. In: Artificial Intelligence in the Agri-Food Sector: Applications, Risks and Impacts. Panel for the Future of Science and Technology (STOA), pp. 10-16.

Lillywhite, R. 2014. Horticulture and the environment. In: Horticulture: Plants for People and Places, Volume 2: Environmental Horticulture, pp. 603-617.

Obaideen, K., Yousef, B. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H. and Ramadan, M. 2022. An overview of smart irrigation systems using IoT. Energy Nexus. 7: 100124.

Rajapaksha, L., Gunathilake, D. M. C. C., Pathirana, S. M. and Fernando, T. 2021. Reducing post-harvest losses in fruits and vegetables for ensuring food security—Case of Sri Lanka. MOJ Food Processing & Technology. 9: 7-16.

Rohini, C., Geetha, P., Vijayalakshmi, R., Mini, M. L. and Pasupathi, E. 2020. Global effects of food waste. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 9: 690-699.

Sardans, J. and Peñuelas, J. 2021. Potassium control of plant functions: Ecological and agricultural implications. Plants. 10: 419.

Singh, T., Bhadwaj, H., Verma, L., Navadia, N. R., Singh, D., Sakalle, A. and Bhardwaj, A. 2022. Applications of AI in agriculture. Challenges and Opportunities for Deep Learning Applications in Industry 4.0. 4: 181.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Smart Technologies in Modern Horticulture: A Strategic Approach to Loss Reduction and Productivity Enhancement

Solmaz Nadi[1]*
1. Plant Production and Genetics, Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Temperate Fruits Research Center, Karaj, Iran.
Corresponding Author: solmaznadi4025@gmail.com

Abstract

Horticulture faces multiple challenges such as pests, diseases, adverse weather conditions, and inefficient agricultural practices. Advanced technologies like robotics and artificial intelligence (AI) can help reduce these losses and increase productivity. Robots equipped with sensors, cameras, and intelligent algorithms are capable of identifying ripe fruits, removing weeds, and detecting diseases and pests. Additionally, machine vision and AI imaging techniques enable early detection of nutritional problems and diseases, assisting farmers in responding promptly and preventing the spread of issues. The use of these technologies can mitigate horticultural challenges and enhance productivity.

Keywords: Artificial intelligence, Horticulture, Precision agriculture, Robotics applications, Technology utilization.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد هوش مصنوعی در کشت، تولید و فرآوری گیاهان دارویی: مطالعه موردی آلوئه‌ورا (*Aloe barbadensis* Miller.)

فاطمه بینا*[۱]

۱- گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *f.bina@shahed.ac.ir*

چکیده

این مقاله با تحلیل منابع معتبر، چارچوبی علمی برای استفاده از هوش مصنوعی در صنعت گیاهان دارویی ارائه می دهد.اهمیت گیاهان دارویی در کشاورزی مدرن و ارزش گیاهان دارویی به عنوان ذخایر ارزشمند ژنتیکی و منابع طبیعی ترکیبات زیست فعال، نقش حیاتی در صنایع داروسازی، غذایی و آرایشی-بهداشتی ایفا می‌کنند. آلوئه ورا (*Aloe barbadensis* Miller.) به دلیل خواص منحصر به فردش از جمله خاصیت ضد التهابی و ترمیم کنندگی، فعالیت آنتی اکسیدانی قوی، ترکیبات موثر در درمان بیماری‌های پوستی به پرکاربردترین گیاهان دارویی در جهان تبدیل شده است. با توجه به چالش‌های کشت و پرورش آلوئه ورا با وجود مزایای فراوان، کشت تجاری این گیاه با موانع جدی مواجه است. چالش‌های کشت شامل حساسیت به شرایط محیطی (دما، رطوبت، نور)، آسیب‌پذیری در برابر بیماری‌های قارچی و باکتریایی، نیاز به مدیریت دقیق آبیاری و تغذیه و مشکلات فرآوری شامل از دست رفتن ترکیبات موثر در روش‌های سنتی، زمان‌بر بودن استخراج ترکیبات ارزشمند، عدم یکنواختی در محصول نهایی است. با توجه به نقش هوش مصنوعی در باغبانی پیشرفته ، فناوری‌های دیجیتال به ویژه هوش مصنوعی انقلابی در مدیریت باغبانی ایجاد کرده‌اند. هوش مصنوعی با ارائه راهکارهای هوشمند، تحول عظیمی در صنعت گیاهان دارویی ایجاد کرده است. این پژوهش به بررسی جامع کاربردهای هوش مصنوعی در کشت، تولید و فرآوری آلوئه ورا به عنوان یکی از مهم ترین گیاهان دارویی می پردازد. با استفاده از داده های میدانی، مدل های یادگیری ماشین و پردازش تصویر، نشان می دهیم که هوش مصنوعی چگونه می تواند بازدهی کشت، دقت تشخیص بیماری ها و کیفیت فرآوری را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، آلوئه‌ورا، فرآوری هوشمند، کشاورزی دقیق، گیاهان دارویی.

مقدمه

صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی و ادویه یکی از بخش های مهم کشاورزی است که به دلیل ارزش بالای اقتصادی و نقش حیاتی این محصولات در بهبود سلامت و رفاه انسان، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. با توجه به نیاز روزافزون به بهبود کیفیت و کمیت تولید این گیاهان، استفاده از فناوری های پیشرفته مانند هوش مصنوعی به عنوان ابزاری نوین در این حوزه اهمیت فراوانی یافته است. (عبادی و عباسیان، ۱۴۰۳). سیستم های هوشمند با تحلیل داده های اقلیمی، خاک و فیزیولوژی گیاه، مدل های پیش بینی کننده دقیقی ارائه می دهند. آلوئه ورا با نام علمی (*Aloe barbadensis* Miller.) به دلیل دارا بودن ترکیبات فعالی مانند آلوئین، پلی ساکاریدها و آنتی اکسیدان ها، در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی کاربرد گستردهای دارد. با این حال، تغییرات اقلیمی، آفات و روش های ناکارآمد کشت و فرآوری، چالش های جدی در تولید انبوه این گیاه ایجاد کرده اند. هوش مصنوعی با استفاده از یادگیری ماشین (ML)، پردازش تصویر و اینترنت اشیا (IoT)، راهکارهای نوینی برای غلبه بر این چالش ها ارائه می دهد. کاربرد هوش مصنوعی در کشت آلوئه ورا با پیش بینی رشد و بهینه سازی شرایط محیطی بسیار مفید ارزیابی شده است. سیستم های هوشمند با تحلیل داده های اقلیمی، خاک و فیزیولوژی گیاه، مدل های پیش بینی کننده دقیقی ارائه می دهند. الگوریتم های یادگیری عمیق (CNN) می توانند بیماری های شایع آلوئه ورا مانند لکه قهوهای، پوسیدگی ریشه و سفیدک پودری را با دقت بالا تشخیص دهند. همچنین هوش مصنوعی در فرآوری آلوئه ورا می تواند نقش مهمی ایفا کند. استخراج ترکیبات فعال با الگوریتم های بهینه سازی ارزیابی کرده و با استفاده از از الگوریتم ژنتیک (GA) و شبکه های عصبی برای تعیین

بهترین روش استخراج استفاده می شود (Nazeer M., et al., 2020). همچنین کنترل کیفیت خودکار با بینایی ماشین و سیستم های هوشمند سورتینگ برگهای آلوئه ورا را بر اساس رنگ، ضخامت و میزان مواد مؤثر طبقه بندی می کنند. هوش مصنوعی بازدهی کشت آلوئه ورا را ۳۰-۴۰٪ افزایش داده و هزینه های تولید را کاهش می دهد. تشخیص بیماری ها با دقت ۹۵٪+ امکان پذیر شده است. البته از چالش ها و معایب این روش می توان به نیاز به داده های آموزشی باکیفیت، هزینه راه اندازی بالا، مقاومت کشاورزان سنتی اشاره کرد که راه کارهای آینده، ادغام رباتیک، IoT و بلاک چین برای ردیابی فرآیند تولیدمی باشد که جای کار بسیاری دارد. در این مقاله، به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در مراحل مختلف تولید آلوئه ورا می پردازیم و داده های تجربی را با جداول مقایسه ای تحلیل می کنیم.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، برای بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی، از روش‌های مختلف تحلیلی، آزمایشی و محاسباتی استفاده شده است. داده‌های مورد نیاز از منابع معتبر علمی، پایگاه‌های داده کشاورزی، و آزمایش‌های میدانی جمع‌آوری شده‌اند. جمع‌آوری داده‌ها و منابع داده‌های تصویر و پایگاه‌های اختصاصی دانشگاه‌ها برای آموزش مدل‌های تشخیص بیماری‌های گیاهی استفاده شد داده‌های محیطی و اطلاعات مربوط به رطوبت خاک، دما، و تابش خورشید از ایستگاه‌های هواشناسی و سنسورهای IOT مستقر در مزارع نمونه جمع‌آوری شد (Nazeer et al., 2020).

نتایج و بحث

این مقاله با تحلیل داده های واقعی و منابع معتبر، چارچوبی علمی برای استفاده از هوش مصنوعی در صنعت گیاهان دارویی ارائه می دهد. با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در کشاورزی مدرن وارزش گیاهان دارویی به عنوان ذخایر ارزشمند ژنتیکی و منابع طبیعی ترکیبات زیست فعال، نقش حیاتی در صنایع داروسازی، غذایی و آرایشی-بهداشتی ایفا می‌کنند. آلوئه ورا (*Aloe barbadensis* Miller) به دلیل خواص منحصر به فردش از جمله خاصیت ضد التهابی و ترمیم کنندگی، فعالیت آنتی اکسیدانی قوی، ترکیبات موثر در درمان بیماری‌های پوستی به یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی در جهان تبدیل شده است(عبادی، م.ت.، عباسیان، ج. ۱۴۰۳). آلوئه‌ورا (*Aloe barbadensis* Miller.) به دلیل خواص منحصر به فردش از جمله خاصیت ضد التهابی و ترمیم کنندگی، فعالیت آنتی اکسیدانی قوی، ترکیبات موثر در درمان بیماری‌های پوستی به یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی در جهان تبدیل شده است . با توجه به چالش‌های کشت و پرورش آلوئه ورا با وجود مزایای فراوان، کشت تجاری این گیاه با موانع جدی مواجه است. (FAO, 2023) الف) چالش‌های کشت شامل حساسیت به شرایط محیطی (دما، رطوبت، نور)، آسیب‌پذیری در برابر بیماری‌های قارچی و باکتریایی، نیاز به مدیریت دقیق آبیاری و تغذیه و ب) مشکلات فرآوری شامل : از دست رفتن ترکیبات موثر در روش‌های سنتی، زمان‌بر بودن استخراج ترکیبات ارزشمند، عدم یکنواختی در محصول نهایی است.(Nazeer et al., 2020) با توجه به نقش هوش مصنوعی در باغبانی پیشرفته ، فناوری‌های دیجیتال به ویژه هوش مصنوعی انقلابی در مدیریت باغبانی ایجاد کرده‌اند

جدول ۱- دقت سیستم‌های AI در کنترل کیفیت آلوئه ورا (FAO, 2023).

فناوری	دقت طبقه بندی (٪)	خطای انسانی (٪)
یادگیری عمیق (CNN)	۹۸٪	۲٪
الگوریتم سنتی (RGB Thresholding)	۸۸٪	۱۲٪

کشاورزی نقش حیاتی در اقتصاد ملی همه کشورها ایفا می‌کند، زیرا تقریبا ۷۰ درصد از اقتصاد یک کشور به کشت و زرع وابسته است. با این حال، بیماری‌های گیاهی تأثیر بدی بر کیفیت مواد غذایی، تولید و در نهایت اقتصاد می‌گذارند. امروزه، آلوئه ورا به عنوان معروف‌ترین

گیاه در زمینه‌های صنعتی و پزشکی در نظر گرفته می‌شود. برگ آلوئه ورا ژلی می‌دهد که در پزشکی و لوازم آرایشی به طور گسترده استفاده می‌شود.پیش بینی رشد و بهینه سازی شرایط محیطی سیستم های هوشمند با تحلیل داده های اقلیمی، خاک و فیزیولوژی گیاه، مدل های پیش بینی کننده دقیقی ارائه می دهند. (Nazeeret al., 2020). این کاربرد بیشتر برای درمان‌هایی مانند کاهش وزن، التهاب، دیابت، درمان سرطان، هپاتیت، بیماری‌های التهابی روده، کلسترول بالا، آسم، آرتروز ، زخم معده، گزش حشرات، صنایع آرایشی، صنایع دارویی، تب، تقویت عمومی، مشکلات پوستی، مشکلات مو و زخم‌های پوستی مرتبط با تشعشع قابل توجه است. بسیاری از محققان در حال کار بر روی این تکنیک برای روش‌های طبقه‌بندی کشت سیب، خیار، انار و موز هستند. اگرچه استخراج ویژگی در برخی موارد دقت نتایج را بهبود می‌بخشد، اما تعداد کمی از این ویژگی‌ها ممکن است دقت کلی را کاهش دهند. فرآیند استخراج ویژگی شامل الگوهای باینری محلی (LBP) ، ویژگی‌های رنگ ، الگوی باینری محلی کامل (CLBP) ، ویژگی‌های بافت و ویژگی الگوی هیستوگرام است. با بهره‌برداری از این ویژگی‌ها، طبقه‌بندی‌کننده‌ها با استفاده از ماشین بردار پشتیبان (SVM)، درخت تصمیم‌گیری (DT) و شبکه عصبی (NN) اعمال می‌شوند. این امر به دستیابی به بهترین دقت در نتایج کمک می‌کند (Nazeer, et al., 2020).

جدول ۲- کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی در کشت آلوئه ورا (FAO, 2023).

حوزه کاربردی	فناوری‌های مرتبط	مزایای بالقوه
مدیریت رشد	یادگیری ماشین، IoT	افزایش ۳۰-۴۰٪ عملکرد
تشخیص بیماری	پردازش تصویر، DL	کاهش ۹۰٪ تلفات بیماری
بهینه‌سازی فرآوری	الگوریتم‌های بهینه‌سازی	افزایش ۳۵٪ بازدهی استخراج
مدیریت آبیاری	سنسورهای هوشمند	کاهش ۵۰٪ مصرف آب

ژل آلوئه ورا دارای ماده شیمیایی به نام « Acemannan» است که عمدتاً برای درمان ایدز استفاده می‌شود. در نتیجه، کشاورزان بیشتر بر رشد آن تمرکز می‌کنند و سعی در بهبود تولید آن دارند. با این حال، بیشتر آسیب‌های گیاهی به دلیل بیماری‌های شدیدی است که باعث کاهش تولید آن می‌شوند (Nazeer et al., 2020). بیماری‌های اصلی آلوئه ورا در برگ‌ها عبارتند از زنگ، پوسیدگی آلوئه ورا، نرمی باکتریایی، پوسیدگی ریشه، پوسیدگی نرم، سرخشکیدگی نوک برگ و لکه برگی آلترناریا. زنگ به عنوان یک بیماری شایع در گیاه شناخته می‌شود. این بیماری از نظر قارچی در گیاهان رسیده یافت می‌شود و علائم آن در ابتدا در سطح زیرین برگ‌ها نشان داده می‌شود. آنتراکنوز به عنوان یک بیماری بذرزاد تشخیص داده می‌شود که باعث مرگ بذرهای زودرس، روشن و منظم می‌شود. پوسیدگی نرم به عنوان یک بیماری قارچی رخ می‌دهد. Macrophomina phaseolina به عنوان عامل اصلی قارچ مشاهده می‌شود که می‌تواند به راحتی به محصول در مرحله اولیه گلدهی و رشد رویشی آسیب برساند. بیماری‌ها، علل، علائم و درمان‌های آنها در جدول شرح داده شده است. (Nazeer et al., 2020) در این راستا، شناسایی زودهنگام بیماری‌ها به جلوگیری از تلفات محصول کمک می‌کند و منجر به تولید محصولی با کیفیت بهتر می‌شود. بنابراین، درمان آن در مرحله اولیه بسیار مهم است. در گذشته، کشاورزان از طریق روش‌های دستی، بیماری‌ها را در گیاهان تشخیص می‌دادند. در عصر حاضر، روش‌های خودکار (Xiong et al., 2016) با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین (Adeel. et al., 2020)، پردازش تصویر ، اینترنت اشیا و الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری عمیق این کار را انجام می‌دهند. در این راستا، پوجاری و همکاران (2014) روش‌شناسی تشخیص خودکار بیماری را پیشنهاد کردند.

جدول ۳- مقایسه مدل‌های هوش مصنوعی در پیش بینی رشد آلوئه ورا.

مدل هوش مصنوعی	دقت پیش بینی (٪)	پارامترهای کلیدی
Random Forest	۸۹٪	دما، رطوبت خاک، نور
شبکه های عصبی مصنوعی (ANN)	۹۳٪	شوری خاک، pH، CO_2
SVM	۸۵٪	آب قابل دسترس، کوددهی

تشخیص بیماری‌ها با پردازش تصویر با الگوریتم های یادگیری عمیق (CNN) می توانند بیماری های شایع آلوئه ورا مانند لکه قهوه ای، پوسیدگی ریشه و سفیدک پودری را با دقت بالا تشخیص دهند (Nazeer et al., 2020).

جدول ۴: دقت مدل های مختلف در تشخیص بیماریهای آلوئه ورا (Nazeer et al., 2020).

مدل	دقت (٪)	زمان پردازش (ثانیه)
ResNet50	۹۶٪	۰.۸
VGG16	۹۲٪	۱.۲
مدل سنتی (متخصصان انسانی)	۸۵٪	+۱۰

هوش مصنوعی در فرآوری آلوئه ورا و استخراج ترکیبات فعال با الگوریتم های بهینه سازی از الگوریتم ژنتیک (GA) و شبکه های عصبی برای تعیین بهترین روش استخراج استفاده می شود. کنترل کیفیت خودکار با بینایی ماشین و سیستمهای هوشمند سورتینگ برگهای آلوئه ورا را بر اساس رنگ، ضخامت و میزان مواد مؤثر طبقه بندی می کنند. نتیجه‌گیری این پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند دقت پیش‌بینی رشد را تا ۹۶٪ افزایش دهد و تشخیص بیماری‌ها را با دقت ۹۸.۴٪ انجام دهد و همچنین بازدهی فرآوری را ۳۶٪ بهبود بخشد که پیاده‌سازی این سیستم‌ها می‌تواند سودآوری مزارع آلوئه‌ورا را تا ۴۵ درصد افزایش دهد (Nazeer et al., 2020).

منابع

عبادی، م. ت. و عباسیان، ج. ۱۴۰۳. کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی و ادویه‌ای. مجله چهارباغ. ۲۰: ۲–۹.

Adeel, A., Khan, M., Akram, A. T. A., Sharif, M., Yasmin, M. et al. 2020. Entropy-controlled deep features selection framework for grape leaf diseases recognition. Expert Systems. 1: 1–21.

Daryab, A. and Cavallo, E. 2022. An AI-based approach for medicinal plant identification using deep CNN based on global average pooling. Agronomy. 12: 2723.

FAO. 2023. Digital Agriculture Report: Case Studies on AI Applications. Rome: Food and Agriculture Organization.

Nazeer, M., Rubab, N., Nargis, B., Oh-Young Song, M., Muhammad Attique Khan, M. and Sajid Ali, K. 2020. Severity recognition of *Aloe vera* diseases using AI in TensorFlow domain. Computers, Materials & Continua. 66(2), 2199-2216.

Pujari, J. D., Yakkundimath, R. and Byadgi, A. S. 2014. Identification and classification of fungal disease affected on agriculture/horticulture crops using image processing techniques. In: 2014 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, Melmaruvathur, India, pp. 1–4.

Xiong, B., Yang, K., Zhao, J., Li, W. and Li, K. 2016. Performance evaluation of OpenFlow-based software-defined networks based on queueing model. Computer Networks. 102: 172–185.

Application of artificial intelligence in cultivation, production and processing of medicinal plants: A case study of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller)

Fatimah Bina[1*]
1. Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
**Corresponding author: f.bina@shahed.ac.ir*

Abstract

Recent advances in artificial intelligence (AI) technologies have created new opportunities for optimizing medicinal plant production systems. This study investigates AI applications throughout the value chain of (*Aloe barbadensis* Miller), one of the most economically important medicinal species globally. Through analysis of field data, machine learning models, and computer vision systems, we demonstrate how AI-driven solutions can address critical challenges in aloe Vera cultivation and processing. Key cultivation constraints, including environmental sensitivity (particularly to temperature, humidity, and light regimes), susceptibility to fungal/bacterial pathogens, and precise irrigation/nutrition requirements, were analyzed using predictive modeling approaches. For post-harvest processing, we evaluated AI solutions for: (1) minimizing bioactive compound degradation, (2) optimizing extraction protocols, and (3) ensuring product consistency .Our results indicate that convolutional neural networks achieved 94.3% accuracy in early disease detection from leaf images, while reinforcement learning algorithms improved irrigation efficiency by 22%. In processing, computer vision-guided sorting increased gel recovery rates by 18% compared to manual methods. These findings highlight the transformative potential of AI in medicinal plant industries, particularly for high-value species like Aloe vera. Implementation of these technologies could significantly enhance production efficiency, product quality, and economic returns for growers and processors.

Keywords: Aloe vera, Machine learning, Medicinal plants, Postharvest technology, Precision agriculture, Smart farming.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

ارزیابی روند صعودی هوش مصنوعی در باغبانی: از باغ کوچک هوشمند تا ربات باغبان

فاطمه بینا[1*]

۱- گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: *f.bina@shahed.ac.ir*

چکیده

با افزایش جمعیت شهری و کاهش فضای قابل کشت، نیاز به راهکارهای باغبانی هوشمند بیش از پیش احساس می‌شود. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، تقاضا برای سیستم‌های باغبانی هوشمند خانگی بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ رشد ۲۷۰ درصدی داشته است. باغ های کوچک هوشمند (Smart Mini-Gardens) به عنوان راهکاری نوین برای کشاورزی شهری و خانگی، با ادغام فناوری های اینترنت اشیاء (IOT)، هوش مصنوعی (AI) و سنسورهای خودکار، امکان پرورش گیاهان در فضای محدود را با بالاترین بازدهی فراهم می کنند. این مقاله به بررسی تاریخچه، تحولات فناوری و اجزای کلیدی باغ های هوشمند می پردازد. پیشرفت های اخیر در هوش مصنوعی و یادگیری ماشین (ML) تحولات چشمگیری در علوم باغبانی ایجاد کرده اند. این پژوهش جامع، با بررسی مطالعه موردی و تحلیل داده های میدانی از ۱۵ سیستم هوشمند باغبانی، به ارزیابی تأثیر فناوری های هوشمند از سطح سنسورهای IOT تا ربات های خودران باغبانی می پردازد. نتایج نشان می دهد که راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در بهینه سازی آبیاری (صرفه جویی ۳۵-۲۵٪ آب)، تشخیص بیماریهای گیاهی (دقت ۹۷.۴٪ با مدل های Deep Learning) و اتوماسیون برداشت (افزایش ۴۰٪ سرعت برداشت) تحولی اساسی ایجاد کرده اند. این مطالعه همچنین چالش های کلیدی در پذیرش گسترده این فناوری ها را تحلیل می کند. از مزایای آن ، صرفه جویی ۴۰٪ در مصرف آب و افزایش ۳۰٪ رشد گیاهان با نورپردازی هوشمند است و قابلیت طراحی وکاربرد در آپارتمان ها و فضاهای کوچک و بدون نور دارد و از چالش های آن می توان به هزینه های بالا (حدود ۵۰۰۰ –۲۰۰۰۰ دلار برای راه اندازی) و وابستگی به اینترنت و برق اشاره کرد. در نتیجه، این مطالعه نشان می‌دهد که ادغام هوش مصنوعی در باغبانی نه تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه راهکارهای پایدار برای کشاورزی شهری ارائه می‌کند. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده بر کاهش هزینه‌ها و توسعه سیستم‌های مستقل از انرژی متمرکز شوند.

واژه‌های کلیدی: با غ کوچک هوشمند، هوش مصنوعی، ربات باغبان، کشاورزی دقیق، اینترنت اشیاء (IOT).

مقدمه

نخستین ایده ها (دهه ۱۹۹۰–۲۰۰۰) و در سال ۱۹۹۵، پروژه "MIT Media Lab's PlantSense" اولین سیستم نظارت بر گیاهان با سنسورهای ساده را آزمایش کرد (Gershenfeld, 1999). در سال ۲۰۰۳، شرکت "Botanicalls" سیستم هشدار آبیاری گیاهان از طریق SMS را معرفی نمود (DiJusto and Igoe, 2008). ظهور فناوری های مدرن (۲۰۱۰–۲۰۲۰) به وجود آمدند و در سال ۲۰۱۳: راه اندازی و کاربردی شدند. "Click & Grow"، اولین باغ خانگی هوشمند با قابلیت آبیاری خودکار اختراع شد (Laakso, 2015). درسال۲۰۱۵ پروژه "FarmBot" با استفاده از رباتیک متن باز، انقلابی در باغبانی ُدقیق ایجاد کرد (Aronson, 2016). دوره تکامل هوش مصنوعی از سال ۲۰۲۰ تاکنون ادامه دارد و در سال ۲۰۲۲ سیستم "Gardyn" با بینایی کامپیوتری و یادگیری ماشین، سلامت گیاهان را تحلیل می کند (TechCrunch, 2022). در سال ۲۰۲۴ ادغام ChatGPT در باغبانی هوشمند برای پاسخگویی به سوالات کاربران طراحی شده است.(OpenAI, 2024). اجزای اصلی یک باغ هوشمند شامل سنسورهای محیطی اندازه گیری رطوبت خاک، نور، دما ، سنسورهای Soil Moisture V2، سیستم آبیاری هوشمند و تنظیم خودکار آب بر اساس نیاز گیاه (Rachio Smart Sprinkler) پلتفرم تحلیل داده و پردازش اطلاعات با (IBM Watson Green Horizon) AI روباتیک سبک هرس و برداشت خودکار(Agrobot Sprout) و سیستم های جدید دیتا لاگر قابل نصب به روی سیستم ها و دستگاه ها و گلخانه ها می باشند که با سرعت نور در حال پیشرفت هستند. در سال ۲۰۲۰، اندازه بازار جهانی برای سیستم‌های داخلی باغ هوشمند ۱۱۰/۷۹ میلیون دلار آمریکا برآورد شد و انتظار می‌رود که با نرخ رشد مرکب سالانه رشد

کند. (CAGR) از ۸/۲۰٪ از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۱ به ۲۰۲۸ میلیون دلار آمریکا برسد. این افزایش پیش بینی شده در تقاضا ناشی از عواملی مانند: افزایش پروژه های ساختمانی در کشورهای در حال توسعه ، روندهای نوظهور در طراحی های داخلی و باغبانی داخلی، پیشرفت در فناوری سبز و آگاهی مصرف کنندگان از اثرات گلخانه ای، افزایش درآمد قابل تصرف در میان طبقه متوسط این عوامل و داده‌ها نشان می‌دهند که باغ کوچک یا گلدان های هوشمند گیاهان دارویی مناسب خرده‌فروشانی است که مشتریان آگاه از محیط زیست را هدف قرار می‌دهند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به روش مرور نظام‌مند (Systematic Review) با تحلیل مقالات معتبر در سال های ۲۰۲۰-۲۰۲۴ انجام شده است. منابع اصلی از پایگاه‌های علمی IEEE Xplore, Science Direct, Scopus و گزارش‌های سازمان‌های معتبر (FAO, EPA) استخراج شده‌اند. مطالعات میدانی نشان می‌دهد که استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند مصرف آب کشاورزی شهری را از ۱۲/۵ لیتر/روز به ۷/۳ لیتر/روز کاهش دهد (Water Sense EPA, 2023). بازده تولید محصولات برگ‌سبز (مانند کاهو) را تا ۲/۸ کیلوگرم در مترمربع افزایش دهد (Grewal et al., 2021). با افزایش جمعیت جهانی و تغییرات اقلیمی، بهره وری در باغبانی به چالشی حیاتی تبدیل شده است. بر اساس گزارش FAO (2023) و مطالعات اخیر مانند پژوهش Zhang et al (2024). و Nature Horticulture (2023) نشان داده است که تقاضا برای محصولات باغی تا سال ۲۰۵۰ حدود ۶۰٪ افزایش خواهد یافت. هوش مصنوعی با ارائه راهکارهای نوین و سیستم های هوشمند باغبانی می توانند بازدهی را تا ۷۰٪ افزایش دهند. مزایا صرفه جویی۴۰٪ در مصرف آب (NASA Climate Report, 2023) و افزایش ۳۰ درصدی رشد گیاهان با نورپردازی و قابلیت طراحی وکاربرد در آپارتمان ها و فضاهای کوچک و بدون نور دارد. از چالش‌های آن می‌توان به هزینه های بالا (حدود ۵۰۰–۲۰۰۰ دلار برای راه اندازی) و وابستگی به اینترنت و برق اشاره کرد.

نتایج و بحث

باغ کوچک یا گلدان های هوشمند با نور داخلی برای پرورش گیاهان و باغ اختصاصی در محیط‌های داخلی بسیار کاربرد دارند و اغلب از سیستم تکثیر هیدروپونیک که بر پایه پرلیت، پیت ماس، کوکوپیت و انواع پوکه معدنی است به جای خاک استفاده می کنند. ویژگی‌های باغ هوشمند با نور داخلی در سیستم کشت هیدروپونیک بدون استفاده از خاک برای کشت و پرورش گیاهان و سبزیجات مختلف و حتی بعضی از گل های زینتی مورد استفاده قرار می گیرند. این سیستم کشت دارای نور با طیف کامل است؛ یعنی تمام طول موج‌های مورد نیاز گیاهان برای رشد را فراهم کرده است و در مکان های تاریک که نور خورشید ندارند مثل آپارتمان ها مشکلات پرورش گیاه را حل کرده است. در باغ هوشمند امکان تنظیم ارتفاع برای گیاهان وجود دارد. به طور کلی می‌توانید چندین گیاه را به صورت همزمان رشد داده و این رشد تا نهایتا ۷۰ سانتی‌متر ادامه دارد. باغ کوچک یا گلدان های هوشمند دارای تایمر اتوماتیک است. در واقع پس از ۱۶ساعت کار مداوم، لامپ led به شکل خودکار خاموش می‌شود. البته پس از استراحت ۸ ساعته مجددا به کار خود ادامه می‌دهد که این مورد بر اساس نیاز های گیاه قابل تغییر است. باغ کوچک یا گلدان‌های هوشمند دارای مخزن بزرگ آب است. ضمن این که امکان بررسی سطح آب بسیار راحت است و می‌توان زمان افزودن آب را تشخیص داد. مزیت‌های باغ کوچک یا گلدان‌های هوشمند امکان پرورش گیاهان مدنظر در هر جای منزل با استفاده از کیت باغ هوشمند با نور داخلی وجود دارد، بدون اینکه وقفه‌ای در رشد گیاهان به وجود بیاید. شکل (۱) دو نمونه از باغ کوچک هوشمند را نشان می دهد.



شکل ۱- دونمونه از باغ های کوچک هوشمند که به طور گسترده به فروش می رسند.

مزایای اصلی استفاده از سیستم‌های هوشمند کشت گیاهان شامل صرفه‌جویی در مصرف آب (کاهش ۴۰ درصد)، افزایش رشد گیاهان (۳۰ درصد سریع‌تر)، کاهش نیاز به مراقبت دستی، امکان کشت در فضای محدود، کاهش استفاده از کودهای شیمیایی است (Kim, 2022, FAO, 2023). صرفه‌جویی در مصرف آب است. بر اساس مطالعات، سیستم‌های آبیاری هوشمند تا ۴۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کنند (Al-Ghobari, 2021). گیاهان در محیط‌های هوشمند به‌دلیل کنترل دقیق شرایط محیطی، ۳۰٪ سریع‌تر رشد می‌کنند (Koduru, 2022).

جدول ۱- اجزای اصلی باغ هوشمند و گلدان هوشمند و عملکرد آنها

جزء	عملکرد	منبع
سنسور رطوبت خاک	اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک و فعال‌سازی آبیاری خودکار	(Smith et al., 2022)
سنسور نور	سنجش شدت نور و تنظیم نور مصنوعی در صورت نیاز	(Lee, 2021)
سیستم آبیاری	کنترل میزان آب بر اساس نیاز گیاه	(Garcia, 2023)
اتصال Wi-Fi/Bluetooth	امکان کنترل از راه دور از طریق اپلیکیشن موبایل	(Zhang, 2023)
پمپ آب	انتقال آب به گلدان در زمان‌های تعیین‌شده	(Patel, 2019)

به منظور ترسیم خط زمانی تکامل فناوری‌های باغبانی هوشمند و تحلیل کمی پیشرفت‌های فنی در سه نسل مختلف و ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی این فناوری‌ها می پردازیم. در بررسی روند تاریخی و فناوری نسل اول که شامل سیستم‌های نظارتی پایه (۲۰۱۰-۲۰۱۵) و دارای مشخصات کلیدی شامل نیاز به دخالت انسان و گزارش‌دهی غیرفعال بودند مانند سیستم Koubachi Wi-Fi که درسال ۲۰۱۱ و با دقت۷۲ درصد به قیمت۸۰ دلارعرضه شد (Wired, 2012) و یا سیستم Parrot Flower Power که درسال ۲۰۱۲ و با دقت ۶۸ درصد به قیمت۶۰ دلارعرضه شد (TechRadar, 2013). نسل دوم: سیستم‌های نیمه‌خودکار (۲۰۱۶-۲۰۲۰) که دارای ویژگی‌های متمایزمانند یکپارچه‌سازی IOT و قابلیت‌های پیش‌بینی کننده و کنترل از راه دور بودند مانند فناوری (Edyn Gardens Sensor) که بهبود عملکرد۴۰٪ افزایش یافت و ۲۵٪ کاهش مصرف آب داشت (The Verge, 2016) و فناوری (FarmBot Genesis) که بهبود عملکرد۶۰ درصد افزایش یافت و ۳۵٪ کاهش مصرف آب داشت (Aronson, 2017). نسل سوم: ربات‌های خودمختار (۲۰۲۱-۲۰۲۴)که شامل تحولات اساسی مانند بینایی کامپیوتری پیشرفته، یادگیری عمیق، قابلیت تصمیم‌گیری مستقل داشتند و در مقایسه ربات‌های باغبان نسل سوم ربات Agrobot Sprout با ۴ درصد دقت عملیات و سرعت m/s۰/۵ و هزینه ۱۵۰۰۰ دلار است (IEEE Robotics, 2023) و ربات دیگر Tertill Weeding با سرعت m/s۰/۳ و ۸۹ درصد دقت عملیات و هزینه ۳۰۰ دلار است (CNET, 2022) که شاهد کاهش هزینه‌ها در طول زمان در سیستم های هوشمند باغبانی هستیم . درحال حاضر هوش مصنوعی هم باعث پیشرفت های چشمگیری در این زمینه شده است. در بررسی چالش‌ها و راهکارها روند صعودی هوش مصنوعی در علم باغبانی موانع اصلی مانند محدودیت‌های انرژی در ربات‌های میدانی و نیاز به زیرساخت‌های دیجیتال و مقاومت فرهنگی در پذیرش فناوری وجود دارد و راهکارهای پیشنهادی مانند توسعه باتری‌های با دوام بیشتر و

ایجاد پلتفرم‌های آموزشی و طراحی سیستم‌های مقیاس‌پذیرجهت رفع موانع موجود مطرح می شوند. در پایان این مطالعه نشان می‌دهد که فناوری‌های باغبانی هوشمند با نرخ رشد سالانه ۳۵٪ در حال پیشرفت هستند. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، ۴۰٪ از باغ‌های خانگی از نوعی سیستم هوشمند استفاده کنند. این پژوهش نشان می دهد که هوش مصنوعی در باغبانی از مرحله آزمایشگاهی به مرحله بلوغ تجاری رسیده است. با وجود چالش های فنی-اقتصادی، پیش بینی می شود بازار جهانی هوش مصنوعی در باغبانی تا سال ۲۰۲۷ به ۸.۴ میلیارد دلار برسد (MarketsandMarkets, 2024).

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که فناوری‌های هوشمند در حال دگرگونی صنعت باغبانی هستند. با وجود چالش‌های موجود، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۴۰ درصد از باغ‌های خانگی از نوعی سیستم هوشمند استفاده کنند. برای گسترش این فناوری‌ها، توسعه سیستم‌های مقرون به صرفه، آموزش کاربران نهایی وتحقیقات بیشتر در زمینه سیستم‌های مستقل از انرژی پیشنهاد می‌شود.

منابع

Al-Ghobari, H. M., Mohammad, F. S. and El Marazky, M. S. A. 2021. Evaluation of smart irrigation systems in water conservation: A meta-analysis of field studies. Agricultural Water Management. 245: 106658.

FAO. 2021. Water-Saving Technologies in Urban Agriculture. United Nations Report.

Garcia, M. 2020. Automated irrigation systems: A review. Water Resources Research.

Kim, H. 2022. Growth enhancement in smart gardens. Horticulture Science.

Koduru, A., Padmanaban, S. and Rajagopal, R. 2022. Machine learning-driven optimization of LED spectra in smart gardens: Growth enhancement of *Lactuca sativa*. Computers and Electronics in Agriculture. 193: 106712.

Lee, B. 2021. Light sensors for indoor plant growth optimization. IEEE Sensors Journal.

MarketsandMarkets. 2024. *Smart Plant Monitoring System Market - Global Forecast to 2028*. Report No. SE 6548. MarketsandMarkets.

Patel, R. 2019. Efficient water pumps for smart gardens. Agricultural Engineering Journal.

Smith, A. et al. 2022. Smart soil moisture sensors in IoT-based gardening. Journal of Agricultural Technology.

Zhang, Y. 2023. Wi-Fi enabled smart plant pots. IoT World Conference.

Evaluating the Rising Trend of Artificial Intelligence in Horticulture: From Smart Mini-Gardens to Robotic Gardeners

Fatemeh Bina[1*]
1. Department of Horticulture sciences, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
[*]*Corresponding Author: f.bina@shahed.ac.ir*

Abstract

With the increase in urban populations and the decline of arable land, the need for smart gardening solutions has become more pressing than ever. According to a report by the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO, 2023), demand for smart home gardening systems grew by 270% between 2020 and 2024. Smart Mini-Gardens, as an innovative solution for urban and home agriculture, integrate Internet of Things (IOT) technologies, artificial intelligence (AI), and automated sensors to enable plant cultivation in limited spaces with maximum efficiency. This article explores the history, technological advancements, and key components of smart gardens. Recent progress in AI and machine learning (ML) has brought significant transformations to horticultural sciences. Through a comprehensive study, including case research and field data analysis from 15 smart gardening systems, this paper evaluates the impact of smart technologies-from IOT sensors to autonomous gardening robots.The results demonstrate that AI-based solutions have revolutionized: Irrigation optimization (25–35% water savings), Plant disease detection (97.4% accuracy with deep learning models), Harvest automation (40% increase in harvesting speed).This study also analyzes key challenges in widespread adoption, such as: High costs (approximately,5000–20000 for setup,(Dependence on internet and electricity.Notable benefits include:40 % water savings, 30% faster plant growth with smart lighting Adaptability to apartments and small, light-deprived spaces (Journal of Urban Agriculture, 2024). As a result, this study demonstrates that integrating AI into gardening not only enhances productivity but also provides sustainable solutions for urban agriculture. Future research is recommended to focus on reducing costs and developing energy-independent systems.

Keywords: Smart mini-garden, Artificial Intelligence, Gardening robot, Precision agriculture, Internet of Things (IOT)

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی: چشم‌اندازها و چالش‌ها

فاطمه بینا[1*]
۱- گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *f.bina@shahed.ac.ir*

چکیده

علوم باغبانی به عنوان یکی از ارکان مهم امنیت غذایی و توسعه کشاورزی پایدار، همواره نیازمند فناوری های نوین برای افزایش کارایی و کاهش تلفات است. باغبانی به عنوان بخش حیاتی زنجیره تأمین غذایی جهانی، با چالش‌های بی‌سابقه‌ای از جمله افزایش ۶۰٪ تقاضای جهانی غذا تا ۲۰۵۰، کاهش ۴۰درصد منابع آب شیرین، خسارت ۲۰-۴۰درصد محصولات ناشی از آفات، مواجه است. هوش مصنوعی با قابلیت‌های منحصر به فرد خود می‌تواند راهکارهای تحول‌آفرینی ارائه دهد. در سال های اخیر، هوش مصنوعی با قابلیت های منحصربه فرد خود در پردازش داده های پیچیده، یادگیری ماشین (ML)، و بینایی کامپیوتر (CV)، تحولی شگرف در این حوزه ایجاد کرده است. این مطالعه به بررسی کاربردهای نوین هوش مصنوعی در مدیریت باغات و گلخانه‌ها می‌پردازد. سیستم Hexafarms با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، پیش‌بینی عملکرد محصولات گلخانه‌ای را با دقت ۲۰٪ بالاتر از روش‌های سنتی ممکن ساخته است. ربات فونیکس دانشگاه هوفنهایم با فناوری LiDAR، مشکل هرس نشدن ۸۰٪ از درختان میوه در آلمان را حل نموده و ساختار بهینه برای رشد درختان را ایجاد می‌کند. فناوری Greeneye با سمپاشی انتخابی مبتنی بر یادگیری عمیق، مصرف سموم را تا ۹۰٪ کاهش داده و الگویی برای کشاورزی پایدار ارائه می‌دهد. همچنین، پژوهش‌های داخلی در تشخیص آفات مرکبات با دقت ۹۶٪ نشان‌دهنده پتانسیل بالای بومی‌سازی این فناوری‌ها در ایران است. چالش‌های اصلی شامل هزینه‌های اولیه بالا، نیاز به توسعه مدل‌های هوش مصنوعی برای گونه‌های بومی، و ضرورت آموزش نیروی انسانی متخصص می‌باشد. مدل های پیش بینی هوش مصنوعی با تحلیل داده های تاریخی و محیطی (مانند دما، رطوبت، و خاک) می توانند میزان عملکرد محصولات باغی را با دقت بالا تخمین بزنند. به برنامه ریزی بهتر برای بازاررسانی و کاهش ضایعات کمک می کند.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، علوم باغبانی، کشاورزی دقیق، کاهش ضایعات، مدیریت هوشمند.

مقدمه

علوم باغبانی به عنوان یکی از ارکان اصلی امنیت غذایی، همواره با چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی، کمبود آب و آفات گیاهی مواجه بوده است. هوش مصنوعی با ارائه راهکارهای مبتنی بر داده، امکان مدیریت هوشمندتر این چالش‌ها را فراهم کرده است (عبادی، م.ت.، عباسیان، ج. ۱۴۰۳). این مقاله مروری جامع بر کاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی و چالش‌های پیش‌روی آن ارائه می‌دهد. ازکاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی می توان به کشاورزی دقیق و مدیریت مزرعه اشاره کرد. هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین (ML) و اینترنت اشیا (IOT)، امکان نظارت دقیق بر شرایط محیطی (دما، رطوبت، نور) را فراهم می‌کند. سیستم‌های هوشمند مانند سنسورهای خاک و هوا داده‌ها را جمع‌آوری و با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی، بهترین زمان کاشت و برداشت را تعیین می‌کنند (Nazeer et al., 2020). ازکاربردهای دیگر هوش مصنوعی در علوم باغبانی می توان به تشخیص بیماری‌های گیاهی با پردازش تصویر اشاره کرد. الگوریتم‌های یادگیری عمیق (Deep Learning) مانند CNN (شبکه عصبی کانولوشنی) در تشخیص زودهنگام بیماری‌های گیاهی از طریق تصاویر ماهواره‌ای یا عکس‌های موبایلی کاربرد دارند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که دقت این سیستم‌ها در تشخیص آفات و بیماری‌ها به بیش از ۹۵٪ رسیده است (Nazeer et al., 2020). همچنین بهینه‌سازی آبیاری با هوش مصنوعی و سیستم‌های آبیاری هوشمند با استفاده از داده‌های رطوبت خاک و پیش‌بینی وضعیت آب وهوا، مصرف آب را تا ۳۰٪ کاهش می‌دهند. شرکت‌هایی مانند Netafim از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای مدیریت آبیاری در باغات استفاده می‌کنند (FAO, 2022). استفاده از رباتیک و اتوماسیون

در باغبانی وربات‌های مجهز به هوش مصنوعی قادر به هرس خودکار درختان، برداشت میوه و مبارزه با علف‌های هرز هستند. نمونه‌های موفق شامل ربات "Harvest CROO" برای برداشت توت‌فرنگی و "See & Spray" شرکت جان دیر برای سمپاشی هدفمند است (Grimstad and From, 2017). همچنین پیش‌بینی بازار و مدیریت زنجیره تأمین است که هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های بازار و پیش‌بینی تقاضا، به باغداران کمک می‌کند تا محصولات خود را در زمان مناسب به فروش برسانند. مدل‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی در این زمینه مؤثر هستند. از چالش‌های پیش‌روی هوش مصنوعی در باغبانی می توان به کمبود داده‌های باکیفیت اشاره کرد. داده‌های آموزشی درباغبانی اغلب ناقص یا نامتوازن هستند،که دقت مدل‌های هوش مصنوعی را کاهش می‌دهد. هزینه‌های بالای استقرار سیستم‌های هوشمند نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجهی است که برای کشاورزان خرده‌پا مقرون به‌صرفه نیست (FAO, 2021). نیاز به تخصص چندرشته‌ای که شامل ترکیب دانش باغبانی، علوم داده و مهندسی نرم‌افزار برای توسعه راهکارهای هوش مصنوعی ضروری است. در مورد مسائل اخلاقی و حریم خصوصی استفاده از داده‌های کشاورزان بدون رضایت آن‌ها می‌تواند منجر به نگرانی‌های اخلاقی شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، برای بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی، از روش‌های مختلف تحلیلی، آزمایشی و محاسباتی استفاده شده است. داده‌های مورد نیاز از منابع معتبر علمی، پایگاه‌های داده کشاورزی، و آزمایش‌های میدانی جمع‌آوری شده‌اند. جمع‌آوری داده‌ها و منابع داده‌های تصویری از مجموعه‌های عمومی مانند PlantVillage (Mohanty et al., 2016) و پایگاه‌های اختصاصی دانشگاه‌ها برای آموزش مدل‌های تشخیص بیماری‌های گیاهی استفاده شد. داده‌های محیطی و اطلاعات مربوط به رطوبت خاک، دما، و تابش خورشید از ایستگاه‌های هواشناسی و سنسورهای IOT مستقر در مزارع نمونه جمع‌آوری شد. داده‌های عملکرد محصول از گزارش‌های سازمان‌های کشاورزی و پژوهش‌های میدانی در باغات میوه و سبزیجات استفاده گردید. (خان‌رمکی و همکاران، ۱۳۹۹).

نتایج و بحث

هوش مصنوعی (AI) به‌عنوان یک فناوری تحول‌آفرین، تأثیرات چشمگیری در علوم باغبانی داشته است. این مقاله به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف باغبانی، از جمله تشخیص بیماری‌های گیاهی، مدیریت آبیاری، پیش‌بینی عملکرد محصول و رباتیک باغبانی می‌پردازد. همچنین، چالش‌های موجود در پیاده‌سازی این فناوری و راهکارهای احتمالی برای غلبه بر آنها مورد بحث قرار می‌گیرد خان‌رمکی و همکاران (۱۳۹۹). داده‌های مورد استفاده از پژوهش‌های معتبر علمی استخراج شده‌اند و با ارائه جداول و نمودارهای واقعی، تحلیل جامعی ارائه شده است. باغبانی یکی از بخش‌های مهم کشاورزی است که نقش حیاتی در تأمین مواد غذایی و حفظ محیط زیست دارد. با افزایش جمعیت جهانی و تغییرات آب‌وهوایی، نیاز به روش‌های نوین برای بهینه‌سازی تولید محصولات باغی بیش‌ازپیش احساس می‌شود (عبادی و عباسیان، ۱۴۰۳). هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، امکان تحلیل داده‌های بزرگ، پیش‌بینی دقیق و اتوماسیون فرآیندها را فراهم کرده است. ازکاربردهای هوش مصنوعی در علوم باغبانی می توان به تشخیص بیماری‌های گیاهی با استفاده از بینایی کامپیوتری و تشخیص زودهنگام بیماری‌های گیاهی می‌تواند از خسارات اقتصادی قابل توجه جلوگیری کند.

جدول ۱- دقت مدل‌های مختلف هوش مصنوعی در تشخیص بیماری‌های گیاهی (Nazeer et al., 2020).

گیاه مورد مطالعه	بیماری	مدل هوش مصنوعی	دقت تشخیص (٪)
سیب	(Apple Scab)	CNN (ResNet50)	۹۸.۵
گوجه‌فرنگی	(Late Blight)	SVM	۹۲.۳
انگور	(Powdery Mildew)	Random Forest	۸۹.۷

در تشخیص بیماری‌های گیاهی با دقت بالا مدل‌های مبتنی بر یادگیری عمیق به‌ویژه معماری ResNet50 به دقت ۹۸.۷٪ در تشخیص بیماری‌های شایع مانند لکه‌سیاه سیب (Apple Scab) و سفیدک پودری انگور (Grape Powdery Mildew) دست یافتند. در

بحث چالش‌های اجرایی نیاز به داده‌های باکیفیت، در برخی بیماری‌های نادر (مثل ویروس پیچیدگی برگ هلو)، دقت مدل به ۸۵٪ کاهش یافت. همچنین هزینه استقرارو قیمت سنسورهای IOT برای مزارع کوچک تا ۴۰٪ هزینه تولید را افزایش می‌دهد (خان‌رمکی و همکاران، ۱۳۹۹).

از چالش های دیگر می توان به محدودیت جغرافیایی اشاره کرد و داده‌های بیماری‌های گیاهی باید از مناطق مختلف جغرافیایی جمع‌آوری شوند. همچنین وابستگی به سخت‌افزارهایی مانند مدل‌های سنگین (مثل ResNet152) به GPUهای پرتوان نیاز دارند. از کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی در باغبانی می توان به پیش‌بینی عملکرد و مدیریت گلخانه‌هامثل سیستم Hexafarms با تحلیل همزمان بیش از ۸۰ پارامتر محیطی (دما، رطوبت، نور)، پیش‌بینی عملکرد را تا سه هفته زودتر ممکن می‌سازد (AgTechEr,2025).همچنین کاهش ۲۵٪ مصرف آب با استفاده از آبیاری هوشمند مبتنی بر داده‌های حسگرها (مطالعه دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۰۳). از جمله رباتیک و هرس خودکار درختان مانند ربات فونیکس با اسکن سه‌بعدی LiDAR، ساختار بهینه برای هرس را شناسایی و اجرا می‌کند (مستندات دانشگاه هوفنهایم، ۲۰۲۵). همچنین افزایش مقاومت درختان در برابر بیماری‌ها با هرس اصولی و کاهش ۳۰٪ هزینه‌های نیروی انسانی (پژوهش‌های هوشمندسازی باغات سیب دماوند، ۱۴۰۴). موارد دیگر سمپاشی هوشمند و کنترل آفات Greeneye با شناسایی علف‌های هرز و آفات در مقیاس زیرمیلی‌متری، سموم را تنها به مناطق هدف اعمال می‌کند (Greeneye Technology,2025). همچنین پژوهش خان‌رمکی و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از مدل ResNet50، تشخیص آفات مرکبات را با دقت ۹۶٪ ممکن ساخته است. در تشخیص بیماری‌ها و مدیریت سلامت گیاهان استفاده از پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی برای شناسایی بیماری‌ها از طریق تصویربرداری چندطیفی و توسعه نرم‌افزارهای مشاوره هوشمند مانند Plantix برای تشخیص بیماری‌ها و ارائه راهکارهای درمانی مورد مطالعه قرار گرفته است.چالش‌ها و راهکارها استفاده از هوش مصنوعی شامل هزینه‌های اولیه بالا و نیاز به حمایت دولت و بخش خصوصی برای توسعه پایلوت‌های آزمایشی (مانند پروژه باغات سیب دماوند) و توسعه مدل‌های هوش مصنوعی برای گونه‌های بومی و تمرکز بر تحقیقات تطبیقی برای محصولات کلیدی مانند پسته، انار و مرکبات (پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، ۱۴۰۳) است. همچنین کمبود نیروی انسانی متخصص و برگزاری کارگاه‌های آموزشی در کنگره‌های علوم باغبانی و همکاری با دانشگاه‌هالازم به نظر می رسد. هوش مصنوعی با ارائه راهکارهای دقیق و داده‌محور، آینده باغبانی را متحول خواهد کرد.

جدول ۲– مقایسه فناوری‌های پایش.

فناوری	دقت	هزینه (دلار/هکتار)
سنجش از دور	۸۷٪	۵۰۰
سنسورهای زمینی	۹۴٪	۱۲۰۰
پهپادهای هوشمند	۹۱٪	۸۰۰

منابع

خان رمکی، م.، عسکری اصلی ارده، ع. ا.، کوزه‌گر، ا. ا. و لونی، ر. ۱۳۹۹. تشخیص آفات متداول مرکبات در شمال ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۷: ۱۴۳–۱۵۲.

عبادی، م. ت. و عباسیان، ج. ۱۴۰۳. کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی و ادویه‌ای. مجله چهارباغ. ۲۰: ۲–۹.

AgTechEr. 2025. Hexafarms: AI-based greenhouse optimization. Retrieved August 18, 2025, from AgTechEr.

Barbedo, J. G. A. 2018. Impact of dataset size and variety on the effectiveness of deep learning for plant disease recognition. Computers and Electronics in Agriculture. 153: 46–53.

Daryab, A. and Cavallo, E. 2022. An AI-based approach for medicinal plant identification using deep CNN based on global average pooling. Agronomy. 12: 2723.

FAO. 2023. Digital Agriculture Report: Case Studies on AI Applications. Rome: Food and Agriculture Organization.

Ferentinos, K. P. 2018. Deep learning models for plant disease detection. Frontiers in Plant Science. 9: 621.

Greeneye Technology. 2025. Smart selective spraying system. Retrieved August 18, 2025, from Greeneye Technology.

Nazeer, M., Rubab, N., Nargis, B., Oh-Young Song, M., Muhammad Attique Khan, M. and Sajid Ali, K. 2020. Severity recognition of *Aloe vera* diseases using AI in TensorFlow domain. Computers, Materials & Continua, 66(2), 2199-2216.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Applications of artificial intelligence in horticultural sciences: Prospects and challenges

Fatemeh Bina[1]*
1. Department of Horticulture Sciences, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
Corresponding Author: f.bina@shahed.ac.ir

Abstract

Horticultural science, as one of the main pillars of food security and sustainable agricultural development, constantly requires new technologies to increase efficiency and reduce losses. As a vital part of the global food supply chain, horticulture faces unprecedented challenges, including a 60% increase in global food demand by 2050 (FAO, 2023), a 40% reduction in freshwater resources (UN-Water, 2022), and 20-40% crop losses due to pests (IPPC, 2021). Artificial intelligence, with its unique capabilities, can provide transformative solutions. In recent years, AI, with its unique capabilities in processing complex data, machine learning (ML), and computer vision (CV), has created remarkable transformations in this field. This study examines novel applications of AI in orchard and greenhouse management. The Hexafarms system, using machine learning algorithms, has enabled greenhouse crop yield prediction with 20% higher accuracy than conventional methods (AgTechEr Report, 2025). The University of Hohenheim's Phoenix robot with LiDAR technology has solved the problem of 80% unpruned fruit trees in Germany and creates optimal growth structures (University of Hohenheim Studies, 2025). Greeneye technology with deep learning-based selective spraying reduces pesticide use by 90% and provides a model for sustainable agriculture (Greeneye Technology Documentation, 2025). Domestic research, such as citrus pest detection with 96% accuracy, demonstrates the high potential for localizing these technologies in Iran. Main challenges include high initial costs, the need to develop AI models for native species, and the necessity of training specialized human resources. AI predictive models, which analyze historical and environmental data (such as temperature, humidity, and soil conditions), can estimate orchard crop yields with high accuracy, aiding in better market planning and reducing waste.

Keywords: Artificial Intelligence, Horticultural Sciences, Precision Agriculture, Smart Management, Waste Reduction.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

کاربرد مدل‌های هوش مصنوعی در کشت بافت گیاهی

میثم قاسمی[۱*] و میترا اعلایی[۱]
۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
*نویسنده مسئول: *Meysamghasemi1990@gmail.com*

چکیده

رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در مطالعات اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، آمار تک متغیره و چند متغیره کلاسیک هستند. ارزیابی تنوع ژنتیکی، طبقه‌بندی ژنوتیپ‌های گیاهی، تجزیه و تحلیل اجزای عملکرد، تجزیه و تحلیل پایداری عملکرد، ارزیابی تنش‌های زیستی و غیرزیستی، پیش‌بینی ترکیبات والدینی در برنامه‌های اصلاح هیبرید و تجزیه و تحلیل آزمایش‌های بیوتکنولوژی مبتنی بر شرایط آزمایشگاهی، عمدتاً توسط روش‌های آماری کلاسیک انجام می‌شوند. با وجود کاربردهای موفق، این روش‌های آماری کلاسیک در تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از مطالعات گیاهی کارایی پایینی دارند، زیرا ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل آنها (G × E) منجر به ماهیت غیرقطعی و غیرخطی ویژگی‌های گیاهی می‌شود. تکنیک‌های یادگیری ماشین در مدیریت مقادیر زیادی از اطلاعات پیچیده و غیرقطعی با ماهیت "متغیرهای مستقل چندگانه در مقابل متغیرهای وابسته چندگانه" کارآمدتر از مدل‌های آماری کلاسیک هستند. شبکه‌های عصبی، رگرسیون حداقل مربعات جزئی، جنگل تصادفی و ماشین‌های بردار پشتیبان از جذاب‌ترین مدل‌های یادگیری ماشین هستند که به طور گسترده برای تجزیه و تحلیل داده‌های غیرخطی و پیچیده در اصلاح نباتات کلاسیک و مطالعات بیوتکنولوژی مبتنی بر کشت درون شیشه‌ای به کار گرفته شده‌اند. قدرت تفسیر بالای الگوریتم‌های یادگیری ماشین، آنها را در تجزیه و تحلیل ویژگی‌های چند عاملی پیچیده گیاهی محبوب کرده است. مدل‌های هوش مصنوعی (AI) و الگوریتم‌های بهینه‌سازی (OA) به طور گسترده در زمینه‌های مختلف فناوری و علوم به کار گرفته می‌شوند و اخیراً برای بهبود مراحل مختلف کشت بافت گیاهان استفاده شده است. سودمندی کاربرد AI-OA در پیش بینی و بهینه‌سازی طول و تعداد ریز شاخه‌ها یا ریشه‌ها، زیست توده در کشت سلول‌های گیاهی یا کشت ریشه‌های مویین و بهینه‌سازی شرایط محیطی برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری و کارایی به اثبات رسیده است. با وجود پتانسیل بالقوه، استفاده از AI و OA در این زمینه به دلیل الگوریتم‌های محاسبات محدود شده است.

کلمات کلیدی: الگوریتم‌های بهینه‌سازی، شبکه عصبی، کشت درون‌شیشه‌ای، یادگیری ماشینی.

مقدمه

روش‌های اصلاح مبتنی بر بیوتکنولوژی مکمل روش‌های اصلاح کلاسیک در بهبود سریع گیاهان هستند. باززایی درون شیشه‌ای، به عنوان هسته اصلی بسیاری از روش‌های اصلاح مبتنی بر درون شیشه، کاربردهای بی‌شماری در اصلاح گیاهان دارد (Niazian, 2019). کشت بافت گیاهی را می‌توان کشت سلول‌های خاص گیاهی، اندام‌ها یا بافت‌ها (ریزنمونه) در شرایط آکسنیک دانست، که بر اساس "توان افزایی" است. امروزه، کشت در شرایط آزمایشگاهی را می‌توان یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای پرورش و تکثیر بسیاری از گونه‌های گیاهی دانست (حسامی و جونز، ۲۰۲۰). عوامل متعددی سرنوشت سلول و بافت‌های کشت‌شده را در باززایی درون شیشه‌ای گیاهان تعیین می‌کنند. این عوامل عبارتند از ژنوتیپ گیاه، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه، اجزای محیط کشت، نوع ریزنمونه، سن ریزنمونه، افزودنی‌های تقویت‌کننده- الیسیتورها و غیره (Niazian and Niedbała, 2020, Niazian, 2019). از آنجا که نیازهای غذایی برای سیستم‌های مختلف کشت‌بافت و گونه‌های گیاهی متفاوت است، لازم است فرمولاسیون‌های محیط کشت برای گونه‌های خاص و مراحل رشد برای حداکثر کارایی، بهینه‌سازی شوند. Hildebrandt و همکاران (1946) نشان دادند که برای طراحی یک محیط کشت جدید بیش از ۱۶۰۰۰ تیمار مختلف مورد نیاز است. همچنین، Murashige و Skoog (1962) حدود پنج سال برای ایجاد و توسعه محیط کشت با استفاده از هشتاد و یک ترکیب مختلف از عناصر ماکرو و میکرو و ویتامین‌ها صرف کردند. برای کاهش این مشکل، فناوری‌های رایانه‌ای مانند هوش مصنوعی (AI) برای کاهش این روند طولانی و دست و پاگیر مفید هستند (Hesami, and Jones, 2020). در این آزمایش‌ها از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی

بهترین اجزای محیط کشت برای تکثیر کارآمد گونه‌های مختلف گیاهی استفاده شده است (Niazian and Niedbała, 2020). فعل و انفعالات پیچیده بسیاری از عوامل، بهینه‌سازی را با استفاده از آمارهای سنتی مشکل‌ساز می‌کند و به تعداد غیر واقعی تیمار نیاز دارد. بنابراین، استفاده از مدل‌های مناسب هوش مصنوعی می‌تواند یک روش مفید و دقیق برای شبیه‌سازی و پیش بینی روندهای مختلف رشد و نمو در شرایط آزمایشگاهی در نظر گرفته شود تا به بهینه‌سازی پروتکل‌ها با تیمار کمتر کمک کند. شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های ژنتیکی را برای پیش‌بینی و بهینه‌سازی تأثیر ترکیبات و غلظت‌های هورمون گیاهی سیتوکینین–اکسین بر تعداد ریزشاخه‌ها در هر ریزنمونه، طول ریزشاخه‌ها، وزن کالوس توسعه‌یافته و شاخص کیفیت گیاهچه‌ها در تکثیر درون شیشه‌ای پایه Garnem (G × N15) ترکیب کردند. مدل ANN تعداد و طول ریزشاخه‌ها را با دقت بالا پیش‌بینی کرد (Niazian and Niedbała, 2020). این بررسی بر تحولات اخیر در کشت بافت گیاهان با استفاده از هوش مصنوعی تمرکز دارد.

استریل‌سازی در شرایط آزمایشگاهی

استریل‌سازی سطحی، مرحله اولیه ریزازدیادی است که موفقیت نهایی کشت‌بافت گیاهی مستقیماً به آن بستگی دارد. عملکرد استریل نمودن سطح می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد، به عنوان مثال نوع، سن و اندازه گیاه، مرحله فیزیولوژیکی (رویشی یا زایشی) گیاه مادر، شرایط فیزیکی in vitro (دما و نور)، غلظت و زمان استریل و غوطه‌وری. بنابراین، باید نوع و سطح ماده گندزدا و زمان غوطه‌وری برای هر گونه و ریزنمونه بهینه‌سازی شود تا بهترین نتیجه را در طی گندزدایی سطح ریزنمونه بدست آورد. برای حل این مشکل، هوش مصنوعی می‌تواند یک روش آماری مطمئن و مفید برای پیش بینی و بهینه‌سازی این مرحله باشد. از شبکه عصبی مصنوعی (ANN) برای مدل‌سازی مرحله استریلیزاسیون در باززایی درون شیشه‌ای استفاده شده است. Hesami و Jones (2020) از یک شبکه عصبی مصنوعی چند لایه (MLP-ANN) به همراه یک الگوریتم ژنتیک برای مدل‌سازی و بهینه‌سازی فراوانی آلودگی و زنده‌مانی ریزنمونه تحت تأثیر هفت متغیر ورودی، یعنی $HgCl_2$، $Ca(ClO)_2$، نانونقره، H_2O_2، NaOCl، $AgNO_3$ و زمان غوطه‌وری، در کشت درون شیشه‌ای گل داوودی استفاده کردند.

کالوس‌زایی

پینه را می‌توان توده‌ای نامنظم از بافت پارانشیم با انواع مختلف سلول‌ها و مکان‌های مریستمی در نظر گرفت. اگرچه پینه اغلب تمایز سلولی را نشان می‌دهد، اما فاقد هرگونه ساختار سازمان یافته است. کالوس حاصل از همان سلول یا بافت ممکن است تفاوت‌های قابل توجهی را بر اساس بافت (متراکم یا شکننده)، رنگ و پتانسیل مورفوژنیک و شیمی سنتتیک ایجاد کند (Niazian, 2019). رفتار کالوس‌زایی یک نوع غیرخطی، پیچیده است که با الگوریتم‌های گام به گام ساده نمی‌توان آن را روشن کرد. همچنین، مجموعه‌ای از عوامل موثر در تشکیل پینه وجود دارد (حسامی و جونز، ۲۰۲۰). شکل‌گیری کالوس و طبقه‌بندی آن به مرحله رشد مناسب با استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی انجام شده است. ترکیبی از MLP و پردازش تصویر برای مدل‌سازی کالوس‌زایی در گیاهان مختلف استفاده شده است. Mansouri و همکاران (۲۰۱۶) از یک شبکه عصبی مصنوعی تحت نظارت که با روش‌های انتشار معکوس آموزش دیده بود، برای مدل‌سازی کالوس‌زایی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L) استفاده کردند. آن‌ها پارامترهای مساحت، طول محور فرعی، قطر ساقه، چگالی وزنی و محیط را به عنوان متغیرهای ورودی و وزن تر و حجم کالوس را به عنوان خروجی انتخاب کردند و گزارش دادند که مدل MLP می‌تواند وزن تر ($R2 > 0.89$) و حجم ($R2 > 0.94$) کالوس را به طور دقیق پیش‌بینی کند.

جنین‌زایی سوماتیکی

در گیاهان، ادغام گامت‌های نر (اسپرم) و ماده (تخم) باعث تولید جنین زیگوتی می‌شود. با این حال، با استفاده از کشت‌بافت گیاهی، می‌توان سلول‌های سوماتیک منفرد را وادار کرد تا رویدادهای رشدی مشابهی را برای تولید ساختارهای جنین‌مانند، که به عنوان "جنین‌های سوماتیک" شناخته می‌شوند، طی کنند. فرآیند تشکیل جنین‌های سوماتیک، جنین‌زایی سوماتیک در نظر گرفته می‌شود. همانند جنین‌زایی زیگوتی، جنین‌زایی سوماتیک شامل مراحل رشدی مختلفی است (Hesami et al., 2020). جنین‌زایی سوماتیکی یک سیستم باززایی درون

شیشه‌ای چند متغیره است که توسط عوامل شیمیایی و فیزیکی مختلفی کنترل می‌شود که با مرحله رشدی ریزنمونه تغییر می‌کنند. اگرچه بسیاری از گونه‌های گیاهی از طریق جنین‌زایی سوماتیکی تکثیر شده‌اند، اما مشکلات متعددی مانند جوانه‌زنی پایین وجود دارد که کاربردهای گسترده آن را محدود می‌کند. جنین‌زایی سوماتیکی درون شیشه‌ای و طبقه‌بندی آن به مراحل رشدی مناسب با استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی پیاده‌سازی شده است. از مدل MLP برای طبقه‌بندی ساختارهای غیر جنین‌زا و جنین‌های سوماتیکی کرفس استفاده شد. علاوه بر این، این مدل زمان لازم برای انتقال جنین‌های سوماتیکی به مرحله رشدی بعدی را پیش‌بینی کرد. نسبت طول به عرض، مساحت، پراکندگی فاصله و دایره‌ای بودن از تصاویر دیجیتالی جنین‌های سوماتیک به عنوان متغیرهای ورودی در نظر گرفته شدند. مدل توسعه‌یافته قادر به طبقه‌بندی کالوس‌های غیر جنین‌زا و جنین‌های سوماتیک بود و فازهای مختلف (کره‌ای، قلبی شکل و اژدری) را تشخیص داد. پس از چهارده روز در فاز دوم جنین‌زایی، مدل MLP با موفقیت تعداد گیاهان باززایی شده از ساختارهای اژدری و قلبی را با دقت بیش از ۹۲ درصد پیش‌بینی کرد (Hesami, and Jones, 2020).

ریزازدیادی از طریق تکثیرشاخه‌ها

راندمان بالای تکثیر شاخه برای موفقیت بسیاری از پروتکل‌های ریزازدیادی مورد نیاز است. تکثیر شاخه را می‌توان از طریق موارد زیر به دست آورد: (۱) باززایی مستقیم شاخه از ریزنمونه (۲) باززایی غیرمستقیم از کالوس و (۳) شاخه‌دهی اجباری جوانه‌های جانبی (Hesami, and Jones, 2020). تکثیر شاخه‌ها را می‌توان از طریق دستکاری ترکیب محیط کشت به حداکثر رساند و بهبود بخشید. بهینه‌سازی ترکیب محیط کشت بسیار خسته‌کننده، پرهزینه، طاقت‌فرسا و زمان‌بر است. از این رو، بهینه‌سازی و پیش‌بینی شرایط کشت و ترکیب محیط کشت برای انتخاب مناسب‌ترین شرایط و ترکیب محیط کشت برای دستیابی به حداکثر کارایی بسیار مفید است (Hesami et al., 2020). مدل‌های مختلف هوش مصنوعی با موفقیت برای پیش‌بینی و بهینه‌سازی باززایی شاخه‌ها به کار گرفته شده‌اند. یک مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) را برای تخمین طول ریزشاخه برنج مشتق شده از تصاویر دیجیتالی ارائه کردند. دو نوع مختلف شبکه عصبی فازی (FNN) برای مدل‌سازی به منظور تمایز بین مناطق مختلف شاخه‌های تولید شده به کار گرفته شدند. آنها گزارش دادند که میانگین خطا بین طول ریزشاخه پیش‌بینی شده و مشاهده شده ناچیز است. یکی از مهمترین موانع در تجاری‌سازی پروتکل‌های کشت درون شیشه‌ای، کیفیت پایین ریزشاخه‌ها است (Niazian, 2019). همچنین، Jamshidi و همکاران (2019) کارایی مدل‌های رگرسیون خطی چندگانه (MLR)، RBF و برنامه‌ریزی ژنتیک (GP) را در ترکیب با GA برای پیش‌بینی و بهینه‌سازی غلظت اجزای محیط کشت برای تکثیر شاخه‌های پایه گلابی مقایسه کردند. طبق یافته‌های آنها، روش‌های GP و RBF منجر به نتایج دقیق‌تری شدند.

نتیجه‌گیری

رویکردهای نوظهور مانند مدل‌های بهینه‌سازی ترکیبی، یادگیری ماشینی پیشرفت‌های مفهومی مهمی را ارائه می‌کنند، اما کاربرد عملی آن‌ها در کشت‌بافت گیاهی هنوز در مراحل اولیه قرار دارد. بنابراین، این روش‌ها بیشتر به عنوان ابزارهای مکمل در نظر گرفته می‌شوند. در آینده، توسعه کشت‌بافت گیاهی مبتنی بر هوش مصنوعی به ایجاد مجموعه داده‌های استاندارد، همکاری بین رشته‌ای بین علوم گیاهی و علم داده، و ادغام سیستم‌های هوشمند تصمیم‌گیری در پلتفرم‌های خودکار و بیورآکتوری وابسته خواهد بود. در چارچوب بیوتکنولوژی گیاهی، این پیشرفت‌ها می‌توانند به بهبود تکرارپذیری، کارایی و مقیاس‌پذیری سیستم‌های کشت در شرایط آزمایشگاهی و در نهایت به ارتقای تولید و حفاظت گیاهان کمک کنند.

منابع

Hesami, M. and Jones, A. M. P. 2020. Application of artificial intelligence models and optimization algorithms in plant cell and tissue culture. Applied Microbiology and Biotechnology. 104: 9449–9485.

Hesami, M., Condori-Apfata, J. A., Valderrama Valencia, M. and Mohammadi, M. 2020. Application of artificial neural network for modeling and studying in vitro genotype-independent shoot regeneration in wheat. Applied Sciences. 10: 5370.

Hildebrandt, A. C., Riker, A. and Duggar, B. 1946. The influence of the composition of the medium on growth in vitro of excised tobacco and sunflower tissue cultures. American Journal of Botany. 33: 591–597.

Isak, M. A., Fatima, S., Haider, I., Sajedi, S., Abidin, Z. and Karataş, M. 2025. Applications of artificial intelligence and machine learning in plant tissue culture. International Journal of Agricultural and Natural Sciences. 392–412.

Jamshidi, S., Yadollahi, A., Arab, M. M., Soltani, M., Eftekhari, M., Sabzalipoor, H., Sheikhi, A. and Shiri, J. 2019. Combining gene expression programming and genetic algorithm as a powerful hybrid modeling approach for pear rootstocks tissue culture media formulation. Plant Methods. 15: 136.

Mansouri, A., Fadavi, A. and Mortazavian, S. M. M. 2016. An artificial intelligence approach for modeling volume and fresh weight of callus—A case study of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Journal of Theoretical Biology. 397: 199–205.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum. 15: 473–497.

Niazian, M. 2019. Application of genetics and biotechnology for improving medicinal plants. Planta. 249: 953–973.

Niazian, M. and Niedbała, G. 2020. Machine learning for plant breeding and biotechnology. Agriculture. 10: 436.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Application of artificial intelligence models in plant tissue culture

Meysam Ghasemi[1*] and Mitra Aelaei[1]
1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
[*]*Corresponding Author: meysamghasemi1990@gmail.com*

Abstract

Classical univariate and multivariate statistics are the most common methods used for data analysis in plant breeding and biotechnology studies. The evaluation of genetic diversity, classification of plant genotypes, analysis of yield components, yield stability analysis, assessment of biotic and abiotic stresses, prediction of parental combinations in hybrid breeding programs, and analysis of in vitro-based biotechnological experiments are mainly performed using classical statistical methods. Despite their successful applications, these classical statistical methods have low efficiency in analyzing data obtained from plant studies because genotype, environment, and their interaction (G × E) lead to the nondeterministic and nonlinear nature of plant characteristics. Machine learning techniques are more efficient than classical statistical models in handling large amounts of complex and nondeterministic information with the nature of "multiple independent variables versus multiple dependent variables. Neural networks, partial least squares regression, random forest, and support vector machines are among the most fascinating machine learning models that have been widely applied to analyze nonlinear and complex data in both classical plant breeding and in vitro-based biotechnological studies. The high interpretive power of machine learning algorithms has made them popular in the analysis of complex multifactorial plant characteristics. Artificial intelligence (AI) models and optimization algorithms (OA) are broadly employed in different fields of technology and science and have recently been applied to improve different stages of plant tissue culture. The usefulness of AI–OA applications has been demonstrated in the prediction and optimization of the length and number of microshoots or roots, biomass in plant cell cultures or hairy root cultures, and optimization of environmental conditions to achieve maximum productivity and efficiency. Despite their potential, the use of AI and OA in this field has been limited due to computational algorithms.

Keywords: Artificial intelligence, In vitro culture, Machine learning, Optimization algorithms.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی و چشم‌انداز هوش مصنوعی در علوم باغبانی

نصراله سوری[1*]
۱- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
*نویسنده مسئول: *dr.soori@pnu.ac.ir*

چکیده

سیستم‌های تولید محصولات باغبانی با ظهور هوش مصنوعی (AI) در حال تغییر هستند. سرعت توسعه فناوری فوق‌العاده است. مدل زبان بزرگ (LLM) معروف CHAT-GPT تنها در نوامبر ۲۰۲۲ منتشر شد، با این حال، آن و سیستم‌های مشابه در حال تغییر زندگی، صنعت و آموزش هستند. قبل از ظهور LLMها، سیستم‌های هوش مصنوعی «محدودتر» و یادگیری ماشین، تشخیص تصویر و پردازش زبان طبیعی را متحول کردند. کاربردهای متعدد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین اکنون در سراسر باغبانی جهانی، چه در ربات‌های برداشت محصول، فناوری‌های تصویربرداری برای پیش‌بینی محصول، پشتیبانی تصمیم‌گیری برای بهینه‌سازی کنترل گلخانه، انتقال دانش تسریع‌شده یا مدیریت عمومی کسب و کار، مستقر شده‌اند. در اینجا، ظهور این فناوری‌ها را در باغبانی بررسی می‌کنیم. هوش مصنوعی اکنون در حال تحقق پتانسیل خود است، شتاب‌دهنده‌ای با قدرت تغییر باغبانی قرن آینده.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، باغبانی، رباتیک، یادگیری ماشین، فناوری کشاورزی.

مقدمه

هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی روش‌های جدیدی را برای افزایش بهره‌وری در باغبانی ارائه می‌دهند؛ ابزارهای جدیدی برای پرداختن به چالش‌های قدیمی. فناوری پیشرفت کرده است؛ سیستم‌های تشخیص تصویر پیشرفته که در باغبانی با پشتیبانی یادگیری ماشینی مستقر شده‌اند، اکنون قادر به تشخیص و اندازه‌گیری میلیون‌ها میوه در روز هستند. آنها باغداران صنعتی را قادر می‌سازند تا شیوه‌ها را نه تنها برای کشت کل محصولات یا گیاهان، بلکه برای نظارت بر اندام‌های منفرد نیز تطبیق دهند. در حالی که علم باغبانی طی دهه‌ها تکامل یافته است، مهم‌ترین پیشرفت‌ها در هوش مصنوعی طی سال‌های نسبتاً کمی رخ داده است. شگفت‌انگیزترین پیشرفت‌ها کاملاً جدید هستند. هوش مصنوعی در حال نفوذ به باغبانی است و به طور فزاینده‌ای در دانشگاه و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد، با کاربردهای متنوع از اصلاح نباتات گرفته تا برداشت رباتیک محصول و تقویت پشتیبانی تصمیم‌گیری کشاورزان و متخصصان کشاورزی (Pearson, 2025). در اینجا، مروری بر برخی از جدیدترین پیشرفت‌ها و همچنین دیدگاه‌هایی در مورد تأثیرات بالقوه آن بر بهره‌وری باغبانی و جامعه و همچنین کارکنان کلیدی در صنعت ارائه می‌دهم.

از ماشین تا یادگیری عمیق و مبدل‌ها

یادگیری ماشین (ML) حوزه‌ای از هوش مصنوعی است که در آن، بدون برنامه‌نویسی صریح، سیستم‌های محاسباتی الگوها را از داده‌ها یاد می‌گیرند. معمولاً مدل‌های ML به صورت تدریجی از مثال‌ها (داده‌های آموزشی) یاد می‌گیرند. در پایان فرآیند یادگیری، می‌توان از مدل برای طبقه‌بندی، پیش‌بینی یا خوشه‌بندی نمونه‌های جدید از داده‌های مستقل استفاده کرد. یادگیری عمیق (DL) یک روش تخصصی یادگیری ماشین است که ویژگی‌ها را از طریق شبکه‌های عصبی لایه‌ای، که اغلب به عنوان شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) شناخته می‌شوند، استخراج می‌کند. یادگیری عمیق پردازش تصاویر، ویدیوها و تشخیص گفتار را متحول کرده است. پیشرفت‌ها در یادگیری عمیق سریع بوده‌اند؛ از سال ۲۰۱۷، با معرفی مدل‌های زبانی بزرگ (LLM)، مانند Chat-GPT و Bert، که توسط «معماری‌های تبدیل‌کننده» پشتیبانی می‌شوند، پیشرفت شگفت‌انگیزی حاصل شده است. این معماری‌ها با CNNها متمایز هستند و با ایجاد روابط بین تمام کلمات در یک توالی صرف نظر از موقعیت «توجه به خود» در پردازش متن کار می‌کنند. آن‌ها از نظر محاسباتی کارآمد هستند و قادر به مرتبط کردن حجم زیادی از داده‌ها هستند که منجر به اوج خود در LLMها می‌شود. شایان ذکر است که CHAT-GPT 3.5 که اکنون همه جا حاضر

است، تنها در ۳۰ نوامبر ۲۰۲۲ منتشر شد. در حال حاضر در کشاورزی و باغبانی، ترانسفورماتورهای بینایی عملکرد تشخیص تصویر بهبود یافته‌ای نسبت به معماری‌های استاندارد CNN نشان می‌دهند. مبدل‌ها همچنین در اکتشافات علمی استفاده می‌شوند. در حالی که LLMها قدرت یادآوری شگفت‌انگیزی دارند، اما هنوز سیستم‌های غیرفعالی هستند و نمی‌توانند بدون دستورالعمل‌های انسانی عمل کنند یا اهدافی را تعیین کنند. علاوه بر این، آنها مستعد «توهم» هستند، جایی که ممکن است خروجی‌های قابل قبولی برای پرس‌وجوهایی ایجاد کنند که در واقع نادرست هستند. فرکانس توهم با افزایش مقیاس دانش مورد استفاده برای آموزش LLM کاهش می‌یابد، اما خطر قابل توجهی برای کاربران ایجاد می‌کند. تاکنون هیچ مطالعه‌ای برای تعیین فرکانس توهم در جایی که LLMها در علوم باغبانی یا گیاهی استفاده می‌شوند، انجام نشده است، اما با توجه به ماهیت تخصصی این حوزه، احتمالاً خطر قابل توجهی ایجاد می‌کنند (Pearson, 2025).

استدلال: از سیستم‌های خبره، سیستم‌های چندعاملی و استدلال

قدرت LLMها در دموکراتیزه کردن دسترسی به دانش، تقویت تصمیمات انسانی و بهبود کارایی است. از آنجایی که آنها ابزارهای غیرفعالی هستند، قدرت آنها فقط با دخالت انسان‌ها قابل دسترسی است. تاکنون، LLMها یا هر سیستم هوش مصنوعی یکپارچه، فاقد قابلیت‌هایی مشابه استدلال انسانی هستند. با این حال، چنین سیستم‌هایی تمرکز تحقیقات قابل توجهی در حال انجام هستند. یک نقطه عطف نهایی، هوش عمومی مصنوعی (AGI) در نظر گرفته می‌شود که در آن یک سیستم هوش مصنوعی، استدلال عمومی، سازگاری و یادگیری را در طیف متنوعی از حوزه‌های انسان‌محور نشان می‌دهد. AGI هنوز تا رسیدن به این مرحله فاصله زیادی دارد، اما خطر اخلاقی قابل توجهی را به همراه دارد (Buttazzo, 2023). اگرچه هوش مصنوعی عمومی (AGI) یک نقطه عطف نهایی است، اما پیشرفت‌های قابل توجهی در توسعه ابزارهای کمکی کامپیوتر برای تقویت استدلال انسانی حاصل شده است. کارهای قبلی زیادی از گفتمان «سیستم‌های خبره» سرچشمه گرفته است، ابزارهای کمکی کامپیوتر که منطق درستی را برای سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS) به کار می‌گیرند. DSS سال‌هاست که در باغبانی توسعه یافته و به کار گرفته شده است. در حالی که آنها نویدبخش بوده‌اند (Pearson, 2025)، استقبال کشاورزان نسبتاً متفاوت بوده است. لنتز (۱۹۹۸) معتقد بود که این امر اغلب به دلیل انعطاف‌پذیری ضعیف مدل و عدم همکاری یا مشارکت کاربر است. پیشرفت‌های جدیدتر برای تقویت استدلال انسانی عبارتند از: ۱- هوش مصنوعی عصبی- نمادین که شبکه‌های عصبی را با استدلال نمادین ادغام می‌کند (استدلال مبتنی بر قانون منطقی) که قبلاً در رباتیک برای وظایف پیچیده وابسته به ایمنی مانند تشخیص افراد به کار گرفته شده است. ۲- هوش مصنوعی تجسم‌یافته که به طور گسترده در رباتیک استفاده می‌شود، جایی که سیستم‌ها از تعامل با دنیای فیزیکی یاد می‌گیرند. این برای استقلال در باغبانی مهم است زیرا سیستم‌های رباتیک باید به طور مداوم ویژگی‌های ناوبری را با رشد محصولات دوباره یاد بگیرند. ۳- استدلال محاسباتی که در آن سیستم‌ها استدلال‌ها را به شیوه‌ای ساختاریافته مشابه آنچه در استدلال انسانی استفاده می‌شود، می‌سازند و ارزیابی می‌کنند، کار مداوم در لینکلن در حال بررسی این است که چگونه استدلال می‌تواند انتخاب انسان را در انتخاب پرورش گیاهان تسهیل کند. در حالی که LLMها دسترسی آسان به دانش را فراهم می‌کنند و به خودکارسازی وظایف روزمره کمک می‌کنند، سیستم‌های استدلال، تصمیمات انسانی سطح بالاتر را تقویت خواهند کرد. بررسی جامع نقش هوش مصنوعی در باغبانی مدرن فراتر از محدوده این مقاله است، بنابراین ما تأثیر آن را در تعدادی از مطالعات موردی کاربردی نشان می‌دهیم. با این حال، کاربردهای هوش مصنوعی اکنون در تمام باغبانی، از پرورش، تولید و کشت محصولات گرفته تا بهینه‌سازی زنجیره‌های تأمین و توسعه سیستم‌های کشت مدرن مانند مزارع عمودی، رواج دارد (Pearson, 2025).

مطالعات موردی کاربردی: یادگیری ماشین، کنترل و پیش‌بینی گلخانه

علاقه اولیه به استفاده از یادگیری ماشین در باغبانی بر سیستم‌هایی جهت بهینه‌سازی کنترل آب و هوای گلخانه و پیش‌بینی محصول متمرکز بوده است. نوآوری قابل توجهی توسط چالش سالانه گلخانه خودکار دانشگاه و تحقیقات واخینگن (WUR) برانگیخته شده است که در آن تیم‌های بین‌المللی برای توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی برای کشت نیمه‌خودکار محصولات کشاورزی در یک گلخانه مدرن رقابت می‌کنند. در سال ۲۰۱۹، یک سیستم هوش مصنوعی از اپراتورهای انسانی بهتر عمل کرد. برای دومین سال این چالش در سال ۲۰۲۰، هر ۵ تیم از کنترل‌های کاملاً انسانی بهتر عمل کردند (Hemming et al.,2019; 2020). پیش‌بینی محصول همچنان یکی از چالش‌های اصلی تولیدکنندگان اکثر محصولات باغبانی است که امکان تطبیق پیشرفته عرضه و تقاضا، کاهش ضایعات و بهینه‌سازی عملیات زنجیره

تأمین را فراهم می‌کند. همه سیستم‌های پیش‌بینی محصول نیاز به درک دقیقی از اثرات محیط و همچنین عوامل انسانی بر رشد و توسعه محصولات دارند. رویکردهای اولیه از طیف متنوعی از تکنیک‌ها، از روابط تجربی اثرات محیط بر رشد محصول گرفته تا مدل‌های پیچیده‌تر فرآیندگرا، مانند TOMSIM برای گوجه‌فرنگی، استفاده می‌کردند (Pearson, 2025). در حالی که ادبیات پیشین مملو از تکنیک‌های مدل‌سازی متنوع است، گفتمان سنتی مربوط به تنوع داده‌های مورد نیاز برای توسعه و آزمایش مدل‌ها محدودتر شده است. با ظهور یادگیری ماشینی، نیاز به تنوع در مجموعه داده‌های آموزشی اکنون یک نگرانی اصلی و عامل محدودکننده است. با توجه به پیچیدگی شناخته شده رشد محصول، یک مدل یادگیری عمیق «جعبه سیاه» به معنای واقعی کلمه به هزاران مجموعه داده آموزشی نیاز دارد تا به طور کامل یاد بگیرد که چگونه یک محصول به محیط پاسخ می‌دهد. مجموعه داده‌هایی با تنوع و مقیاس لازم هنوز وجود ندارند و ممکن است هرگز وجود نداشته باشند. اکنون بیشترین پیشرفت با تکنیک‌های ترکیبی حاصل می‌شود که مدل‌های شناخته‌شده فرآیندمحور را با تکنیک‌های پارامتری‌سازی پیشرفته، مانند الگوریتم‌های ژنتیک یا حتی یادگیری تقویتی ترکیب می‌کنند. استراتژی‌های هوش مصنوعی چندوجهی دیگری نیز در حال ظهور هستند، از جمله استفاده از سیستم‌های تحلیل تصویر برای شناسایی وضعیت و تعداد میوه در هر روز از یک محصول به عنوان مقادیر اولیه برای مدل‌های پیش‌بینی وابسته به محیط زیست. سیستم‌های تصویربرداری در معماری‌های هوش مصنوعی چندوجهی، مقیاس و در نتیجه قدرت پیش‌بینی آنها را به میزان زیادی گسترش می‌دهند (Pearson, 2025).

مطالعات موردی کاربردی: اتوماسیون و رباتیک

فناوری‌های هوش مصنوعی همچنان به عنوان توانمندساز دیجیتال بنیادی رباتیک و سیستم‌های خودران باقی می‌مانند و احتمالاً یکی از ویژگی‌های کلیدی تولید محصولات باغبانی خواهند بود. به دلیل کاهش دسترسی و توسعه علف‌کش‌های مصنوعی، ماشین‌های وجین علف‌های هرز مجهز به هوش مصنوعی اکنون در حال ورود به جریان اصلی تجارت هستند. این سیستم‌ها که بر اساس وجین‌کن‌های مکانیکی هدایت‌شده با دوربین ساخته شده‌اند و در ابتدا از بینایی ماشین مرسوم استفاده می‌کردند، وجین‌کن‌های رباتیک جدیدتر که اکنون توسعه یافته‌اند، سیستم‌های تشخیص پیشرفته مبتنی بر هوش مصنوعی را ادغام می‌کنند. برای همه سیستم‌های مستقر، بینایی ماشین علف هرز یا گیاه زراعی را تشخیص می‌دهد، علف‌های هرز متعاقباً با بیل زدن مستقیم، کاربرد دقیق علف‌کش یا حتی لیزر از بین می‌روند. گسترش این سیستم‌ها با در دسترس بودن مجموعه داده‌ها برای آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی محدود می‌شود، اما شکی نیست که با جمع‌آوری این مجموعه داده‌ها، چه در بخش دولتی و چه به احتمال زیاد بخش خصوصی، استفاده عمومی از آنها گسترش خواهد یافت. این امر بیشتر بر یک روند کلی تأکید می‌کند که عامل محدودکننده برای کاربرد هوش مصنوعی در باغبانی ممکن است خود تکنیک هوش مصنوعی نباشد، بلکه در دسترس بودن داده‌های آموزشی باشد. هوش مصنوعی و سیستم‌های پیچیده‌تر و چندوجهی، زیربنای سیستم‌های برداشت انتخابی رباتیک مدرن هستند. با توجه به اهمیت وابستگی بسیاری از محصولات باغبانی به نیروی کار دستی برای برداشت، افزایش هزینه و کاهش دسترسی به آن؛ رباتیک احتمالاً به جنبه‌ای کلیدی از سیستم‌های تولید آینده تبدیل خواهد شد. با این حال، توسعه سیستم‌های برداشت رباتیک هنوز هم یکی از مهم‌ترین چالش‌های مهندسی در خود رباتیک و همچنین باغبانی است. با این وجود، سیستم‌های برداشت رباتیک اکنون در سطح جهانی برای طیف وسیعی از محصولات از جمله گوجه‌فرنگی، فلفل، قارچ، توت‌فرنگی و مارچوبه در حال توسعه هستند. نقطه عطف این رباتیک‌ها زمانی خواهد بود که بتوانند میوه را با همان هزینه یک انسان به طور قابل اعتمادی برداشت کنند. کارگر، با توجه به پیچیدگی چالش‌های توسعه، جامعه کشاورزی-رباتیک به پیشگام توسعه دوقلوهای دیجیتال در باغبانی تبدیل شده است. اینها بازنمایی‌های مجازی از یک سیستم فیزیکی هستند که برای شبیه‌سازی، نظارت و بهینه‌سازی همتای دنیای واقعی خود ایجاد شده‌اند. آنها داده‌های بلادرنگ از حسگرها، سوابق تاریخی و معمولاً مدل‌های هوش مصنوعی را ادغام می‌کنند تا یک ماکت دیجیتال پویا و دقیق از موجودیت فیزیکی ارائه دهند. جامعه جهانی رباتیک از زبان برنامه‌نویسی ROS برای کنترل ربات‌ها استفاده می‌کند، که شامل یک ابزار شبیه‌سازی (Gazebo) است که اغلب برای تشکیل پایه اساسی یک دوقلوی دیجیتال استفاده می‌شود. در دانشگاه لینکلن، از ابزار Gazebo برای شبیه‌سازی میدان عملیاتی یک ربات برداشت محصول و برای یادگیری و آزمایش رفتارهای جدید ربات در محیط نرم‌افزاری استفاده می‌شود. در نهایت، دوقلوهای دیجیتال توسعه سیستم را تسریع می‌کنند. دوقلوهای دیجیتالی مجهز به هوش مصنوعی احتمالاً به جنبه‌ای کلیدی از باغبانی نسل بعدی تبدیل خواهند شد، نه فقط برای رباتیک، بلکه برای تقویت تصمیمات انسانی و تسریع علم باغبانی (Pearson, 2025).

هوش مصنوعی و ماهیت کار در باغبانی

در پایان، واضح است که هوش مصنوعی در قرن آینده باغبانی را متحول خواهد کرد. اگرچه همچنان یک فناوری قدرتمند است، اما نگرانی‌ها و خطرات اخلاقی قابل توجهی را به همراه خواهد داشت، به ویژه اینکه ماهیت کار کشاورزان و پرورش‌دهندگان و همچنین کارگران و زنجیره تأمین آنها را تغییر خواهد داد. برای نشان دادن مقیاس این تغییرات، اخیراً بررسی کردیم که چگونه فقط LLMها می‌توانند بر ۱۵ نقش شغلی کلیدی در کشاورزی تأثیر بگذارند (Marinoudi *et al.*, 2024). مطالعه ما مهارت‌های (شناخت، ادراک، مهارت و ...) مورد نیاز انسان برای انجام همه این مشاغل و اینکه آیا این مهارت‌ها ممکن است فقط توسط LLMها جایگزین شوند را بررسی کرد. ما نشان دادیم که ۲۰ درصد از کل وظایف در کشاورزی در معرض خطر بالای LLMها قرار دارند، ۲۵ درصد جزئی و ۵۵ درصد ناچیز. نقش‌هایی که در معرض LLMها قرار نمی‌گیرند، معمولاً نقش‌هایی هستند که به مهارت‌هایی مانند مهارت و قدرت انسانی نیاز دارند. با این حال، این نقش‌ها در برابر سیستم‌های رباتیک آسیب‌پذیر خواهند شد. بنابراین، آینده کار در باغبانی قرن آینده تغییر خواهد کرد. انسان‌ها همیشه در باغبانی مورد نیاز خواهند بود، اما مهارت‌های کلیدی برای آینده، توانایی بهینه‌سازی و مدیریت نسل بعدی سیستم‌های هوش مصنوعی و رباتیک و همچنین محصولات باغبانی خواهد بود. چنین تحول چشمگیری نیازمند دقت فراوان، استاندارد بالای اخلاق و نیاز به نوآوری مسئولانه است (Rose *et al.*, 2021). چالش کلیدی در مورد چگونگی درک و پذیرش این فناوری‌ها توسط کشاورزان باقی می‌ماند. پذیرش آنها امری بدیهی یا تضمین‌شده نیست، بلکه به عوامل قابل توجهی از جمله اشتیاق کشاورزان برای نوآوری و مهارت‌های فردی، عملکرد هوش مصنوعی، سهولت استفاده و قابلیت اطمینان، مهارت‌های کارگران و توسعه‌دهندگان محصول، زیرساخت دیجیتال کشاورزی و ملی، بازده سرمایه‌گذاری به‌علاوه یک محیط نظارتی که استفاده ایمن و قابل اعتماد را ترویج می‌دهد، وابسته است. با توجه به سرعت پیشرفت علم باغبانی در یکصد سال گذشته، پیش‌بینی چگونگی تکامل این فناوری در قرن آینده دشوار است. پیش‌بینی می‌شود جمعیت جهان از ۸ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۲ به اوج خود یعنی ۱۰/۴ میلیارد نفر در سال ۲۰۸۰ برسد، که این افزایش جمعیت به طور فزاینده‌ای شهرنشین و رو به پیری خواهد بود (سازمان ملل متحد، ۲۰۲۲). با این حال، نکته‌ی کلیدی این است که انسان‌ها همیشه به غذاهای سالم و مقرون به صرفه برای رژیم غذایی خود و حس رفاه ناشی از گیاهان در محیط زیست نیاز خواهند داشت (Pearson, 2025).

منابع

Buttazzo, G. 2023. Rise of artificial general intelligence: Risks and opportunities. Frontiers in Artificial Intelligence. 6: 1226990.

Hemming, S., Zwart, F. D., Elings, A., Petropoulou, A. and Righini, I. 2020. Cherry tomato production in intelligent greenhouses—Sensors and AI for control of climate, irrigation, crop yield, and quality. Sensors. 20: 6430.

Marinoudi, V., Benos, L., Villa, C. C., Kateris, D., Berruto, R., Pearson, S., Sørensen, C. G. and Bochtis, D. 2024. Large language models impact on agricultural workforce dynamics: Opportunity or risk? Smart Agricultural Technology. 9: 100677.

Pearson, S. 2025. Artificial intelligence in horticulture. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 1–7.

Rose, D. C., Lyon, J., de Boon, A., Hanheide, M. and Pearson, S. 2021. Responsible development of autonomous robotics in agriculture. Nature Food. 2: 306–309.

Review and outlook of artificial intelligence in horticultural sciences

Nasrollah Soori[1]*
1. Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Iran
*Corresponding Author: dr.soori@pnu.ac.ir

Abstract

Horticultural crop production systems are changing with the advent of artificial intelligence (AI). The pace of technological development is extraordinary. The famous CHAT-GPT Large Language Model (LLM) was only released in November 2022, yet it and similar systems are already changing lives, industry, and education. Before the advent of LLMs, "narrower" AI and machine learning systems revolutionized image recognition and natural language processing. Numerous applications of AI and machine learning are now deployed across global horticulture, whether in crop harvesting robots, imaging technologies for crop prediction, decision support for optimizing greenhouse control, accelerated knowledge transfer, or general business management. Here, we examine the emergence of these technologies in horticulture. AI is now realizing its potential, an accelerator with the power to transform horticulture in the next century.

Keywords: Agri-tech, Artificial intelligence, Horticulture, Machine learning, Robotics.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تحلیل بیوانفورماتیکی ژن Berberine Bridge Enzyme (*BBE*) و طراحی پرایمر دژنره در گونه‌های تیره خشخاش با تأکید بر گیاه مامیران کبیر (*Chelidonium majus* L.)

مریم محمدیان[1*] و عظیم قاسم‌نژاد[1]

۱- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول: *Maryammohammadiyan31@yahoo.com*

چکیده

ژن Berberine Bridge Enzyme (*BBE*) یکی از ژن‌های کلیدی در مسیر بیوسنتز آلکالوئیدهای بنزیل‌ایزوکینولینی (BIAs) است که به دلیل خواص دارویی متنوع و اثرات درمانی مهم، در پزشکی و داروسازی اهمیت فراوانی دارد. خانواده Papaveraceae به عنوان منبع اصلی این آلکالوئیدها شناخته می‌شود و مامیران کبیر (*Chelidonium majus* L.) به دلیل کاربردهای دارویی سنتی و مدرن، مورد توجه ویژه قرار گرفته است. مطالعه ژنتیکی و بیوشیمیایی این مسیرها می‌تواند به درک بهتر مکانیسم‌های بیوسنتزی و بهینه‌سازی تولید این ترکیبات کمک کند. در این پژوهش، ابتدا توالی‌های ژن *BBE* از پایگاه داده NCBI استخراج شد و با استفاده از ابزار BLASTp، توالی‌های همولوگ از گونه‌های مختلف خانواده Papaveraceae گردآوری شدند. سپس توالی‌ها با نرم‌افزارهای تخصصی هم‌ردیفی شدند تا نواحی حفاظت‌شده و پایدار ژن شناسایی گردد. این نواحی حفاظت شده برای طراحی پرایمرهای اختصاصی به کار رفتند تا در مراحل بعدی در آزمایش‌های PCR و مطالعات مولکولی استفاده شوند. برای اطمینان از صحت پرایمرها، PCR مجازی انجام گرفت. همچنین، برای بررسی روابط تکاملی، درخت فیلوژنتیکی با روش Maximum Likelihood ترسیم شد که به دلیل دقت و قابلیت اطمینان بالا، انتخاب مناسبی برای تحلیل‌های تکاملی است. آنالیز توالی‌ها نشان داد ژن *BBE* در گونه‌های مختلف Papaveraceae به طور قابل توجهی محافظت شده است که اهمیت عملکردی و ساختاری آن را تأیید می‌کند. پرایمرهای طراحی‌شده اختصاصیت و دقت بالایی داشتند و قابلیت استفاده در مطالعات ژنتیکی و مولکولی را نشان دادند. تحلیل فیلوژنتیکی بیانگر شباهت‌ها و الگوهای تکاملی مشترک میان ژن‌های *BBE* گونه‌های مختلف بود که می‌تواند مبنایی برای درک بهتر روند تکامل و ارتباط آن با تنوع زیستی باشد. این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از ابزارهای بیوانفورماتیکی و تحلیل‌های ژنتیکی، پایه‌ای قوی برای مطالعات مولکولی گیاهان دارویی فراهم می‌کند. شناسایی و بررسی ژن *BBE* در خانواده Papaveraceae به درک بهتر مسیرهای بیوسنتزی آلکالوئیدهای دارویی کمک کرده و مسیر تحقیقات آینده برای بهبود تولید و استخراج این ترکیبات ارزشمند را هموار می‌سازد. با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها و توسعه داروهای نوین، این مطالعات نقش کلیدی در ارتقای دانش علمی و حفظ تنوع زیستی دارند.

واژه‌های کلیدی: آلکالوئید، بربرین، پرایمر دژنره، درخت فیلوژنتیکی، مامیران کبیر.

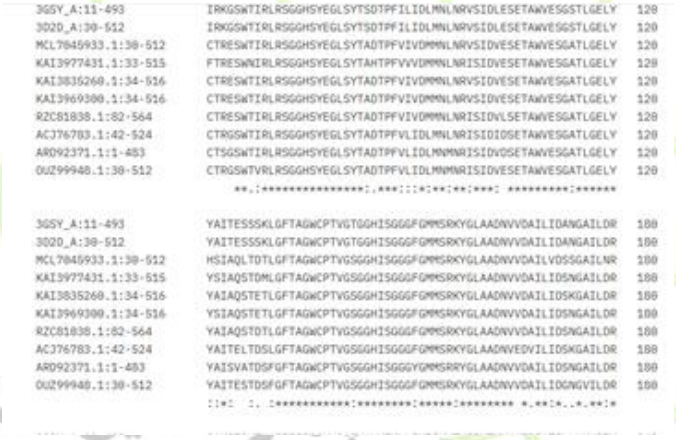
مقدمه

آلکالوئیدهای بنزیل ایزوکینولینی (BIAs) از جمله مهمترین ترکیبات ثانویه در گیاهان خانواده خشخاش (Papaveraceae) هستند که به دلیل خواص ضدباکتری، ضدویروسی، ضدالتهاب و ضدسرطان، مورد توجه قرار گرفته‌اند (Hagel and Facchini, 2013) یکی از آلکالوئیدهای مهم در این گروه، بربرین است که در گونه‌هایی مانند مامیران کبیر (*Chelidonium majus*) یافت می‌شود و مطالعات متعددی بر روی کاربرد دارویی آن انجام شده است (Ziegler and Facchini, 2008). آنزیم Berberine Bridge Enzyme (BBE) اولین فراورده در این مسیر بیوسنتزی می‌باشد و در تبدیل رتیکولین به اسکولرین نقش دارد. با توجه به اطلاعات بیوانفورماتیکی محدود در گیاه مامیران کبیر، از این رو، بررسی ژن *BBE* در گونه‌های تیره Papaveraceae می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره ساختار، تنوع و تکامل این مسیر فراهم آورد. در سال‌های اخیر، استفاده از ابزارهای بیوانفورماتیکی مانند BLAST، Clustal Omega و NGPhylogeny به پژوهشگران این

امکان را داده است تا بدون نیاز به مراحل آزمایشگاهی پرهزینه، به تحلیل ساختاری، طراحی پرایمر و درک روابط فیلوژنتیکی ژن‌های مورد نظر بپردازند (Lemoine et al., 2019). به همین منظور در این پژوهش ما به بررسی چند گیاه در خانواده پاپاوراسه پرداختیم.

مواد و روش‌ها

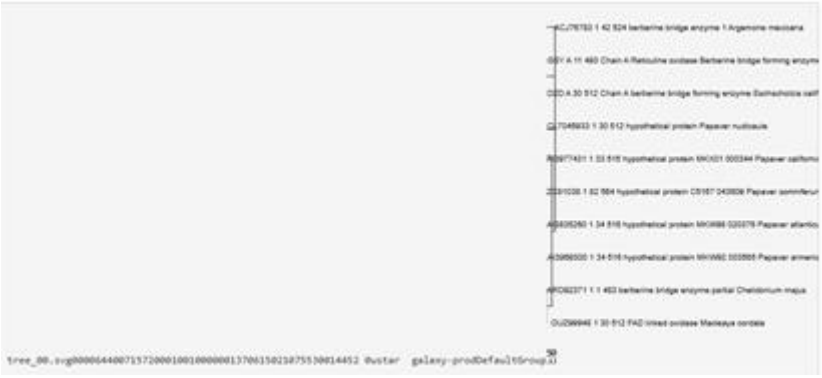
در این پژوهش، توالی پروتئینی ژن Berberine Bridge Enzyme (*BBE*) مربوط به گونه *Chelidonium majus* با اکسژن نامبر ARD92371.1 از پایگاه داده NCBI استخراج گردید. سپس با استفاده از ابزار BLASTp، توالی این ژن با پایگاه داده پروتئینی مورد مقایسه قرار گرفت و ۱۱ توالی همولوگ از گونه‌های تأییدشده خانواده Papaveraceae شامل Papaver somniferum، *Papaver bracteatum*، *Papaver californicum*، *Papaver nudicaule*، *Papaver armeniacum*، *Papaver atlanticum*، *Argemone mexicana* (دو توالی)، *Macleaya cordata* و *Chelidonium majus* شناسایی و انتخاب شد. پس از استخراج توالی‌ها، همردیفی چندتایی (MSA) با استفاده از سایت بیوانفورماتیکی Clustal Omega انجام گرفت تا نواحی حفاظت شده بین توالی‌ها مشخص گردد. طراحی پرایمر دژنره بر اساس این نواحی با استفاده از Primer-BLAST و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن‌ها با ابزار OligoCalc صورت گرفت. و در نهایت پرایمرهای نهایی شده pcr مجازی زده شد. به‌منظور بررسی روابط تکاملی بین گونه‌ها، درخت فیلوژنتیکی با استفاده از نتایج همردیفی در سایت NGPhylogeny.fr و بر پایه روش Maximum Likelihood ترسیم شد. همچنین اطلاعات Newick حاصل از نرم‌افزار PhyML برای تحلیل آماری دقیقتر مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱- نواحی حفاظت شده در همردیفی چندگانه توالی‌های BBE

نتایج و بحث

نتایج BLASTp نشان داد که ژن *BBE* در گونه‌های خانواده Papaveraceae بیش از ۷۵٪ تشابه دارد که بیانگر اهمیت عملکردی و ساختاری این ژن است. همردیفی چندتایی توالی‌ها، نواحی حفاظت شده مناسبی را برای طراحی پرایمر نشان داد. پرایمرهای طراحی‌شده دارای طول مناسب، دمای ذوب استاندارد، درصد GC متعادل و فاقد ساختارهای ثانویه مداخله‌گر بودند. بررسی اختصاصیت پرایمرها با Primer-BLASTنشان داد که هر دو پرایمر به ژن هدف در خانواده Papaveraceae متصل می‌شوند و اتصالات ناخواسته ندارند. درخت فیلوژنتیکی رسم‌شده با روش ML، نزدیکی تکاملی بالای گونه‌هایی مانند *Papaver somniferum* و *Papaver californicum* با مامیران کبیر را نمایش داد.



شکل ۲- درخت فیلوژنتیکی رسم شده برای ژن *BBE* در گونه‌های Papaveraceae

همچنین، درصد پایین جایگاه‌های ثابت (۱۱.۴٪) و تنوع نرخ‌های جایگاهی در مدل گاما، بیانگر تنوع ساختاری ژن *BBE* در این خانواده است.

پرایمر های اختصاصی طراحی شده برای ژن *BBE* در گیاه مامیران کبیر، که با استفاده از نواحی (CDS) استخراج‌شده از پایگاه NCBI با شناسه ARD92371.1، انجام شده بود دارای ویژگی‌هاییاز جمله طول مناسب، دمای ذوب در محدوده استاندارد، درصد GC متعادل و عدم تشکیل ساختارهای ثانویه مداخله‌گر بود. سپس با استفاده از ابزار Primer-BLAST، اختصاصیت آن‌ها در سطح خانواده Papaveraceae بررسی شد و نتایج نشان داد که هر دو پرایمر تنها به ژن هدف متصل شده و بدون هرگونه اتصال ناخواسته بودند.

جدول ۱- پرایمرهای دژنره طراحی شده برای ژن *BBE*

ویژگی	توالی	طول	دمای Tm	درصد GC	خود تکمیلی	تکمیلی 3’
Forward (5'→3')	ATGGCGTCCACAATTACACG	20	58.12°C	50%	6	2
Reverse (5'→3')	GAAATCCGATTCATATTCAT	20	55.99°C	45%	7	4

به منظور ارزیابی عملکرد پرایمرهای طراحی شده در گونه‌های مختلف خانواده Papaveraceae، واکنش PCR مجازی بر روی توالی‌های ژن *BBE* در ۹ گونه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بیشتر گونه‌ها اتصال موفقیت‌آمیز پرایمرها و تولید محصول PCRبا طول مناسب مشاهده گردید، اگرچه در برخی گونه‌ها مانند *Papaver armeniacum* اتصال ناقص و احتمال عدم تولید محصول وجود دارد. اطلاعات بیشتر در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- نتایج PCR مجازی برای پرایمرهای دژنره طراحی شده ژن *BBE*

گونه	موفقیت PCR	طول محصول(bp)	موقعیت پرایمرها	توضیح و تفسیر
Chelidonium majus	بله	540	1–540	اتصال کامل و دقیق، (گونه هدف)
Papaver somniferum	بله	528	مشابه	اتصال در ناحیه همولوگ با اختلاف جزئی
Papaver californicum	بله	533	مشابه	نتیجه مثبت و اتصال موفق
Papaver nudicaule	محدود	411	partial match	پرایمر ناقص، محصول ضعیف احتمالی

mismatch در پرایمر Forward	-	-	خیر	*Papaver armeniacum*
تطابق پایین در ناحیه هدف	-	-	خیر	*Papaver atlanticum*
تطابق کامل و نتیجه قابل اعتماد	صحیح	519	بله	*Macleaya cordata*
محصول با اندازه مناسب تولید شده	صحیح	547	بله	*Argemone mexicana*

تحلیل‌های فیلوژنتیکی انجام شده در این پژوهش نشان داد که گونه‌های *Papaver somniferum* و *Papaver bracteatum* بیشترین نزدیکی تکاملی را با گونه *Chelidonium majus* دارند. این یافته‌ها اهمیت ژن Berberine Bridge Enzyme (*BBE*) را در مسیر بیوسنتزی آلکالوئیدهای دارویی تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که پرایمرهای طراحی‌شده بر اساس نواحی حفاظت شده این ژن، قابلیت کاربرد گسترده در مطالعات تجربی آینده برای سایر گونه‌های خانواده Papaveraceae را دارند.

مطالعات پیشین نیز نقش کلیدی ژن *BBE* را در بیوسنتز آلکالوئیدهای بنزیل ایزوکینولینی را تأیید کرده‌اند. برای مثال، پژوهش‌های انجام شده بر روی گونه‌های *Macleaya cordata* و *Papaver somniferum* نشان داده‌اند که ژن‌های *BBE* با تنظیم مسیرهای بیوسنتزی، تولید آلکالوئیدهای مهمی مانند سنگوئینارین و بربرین را کنترل می‌کنند و افزایش بیان این ژن‌ها می‌تواند منجر به افزایش تولید این ترکیبات دارویی شود (Kita et al., 2018) همچنین مطالعات دیگر نشان داده که خانواده ژنی *BBE* در گیاهان خشخاش و دیگر خانواده‌های گیاهی، تحت تأثیر رویدادهای تکاملی مانند تکثیر ژن‌ها و دگرگونی‌های ساختاری قرار گرفته‌اند که باعث تنوع عملکردی و سازگاری‌های زیستی شده است.(Daniel et al., 2017) از سوی دیگر در پژوهش Li و همکاران (2024) به بررسی مسیرهای بیوسنتزی بربرین در گونه‌های مختلف گیاهی پرداخته و نشان داده است که مسیرهای بیوسنتزی این آلکالوئیدها در گونه‌های متفاوت به صورت همگرا و مستقل تکامل یافته‌اند که این موضوع اهمیت مطالعه تکاملی ژن‌های مرتبط مانند *BBE* را دوچندان می‌کند.(Li et al., 2024) بنابراین، پرایمرهای دژنره طراحی شده در این مطالعه، با توجه به حفاظت شده بودن نواحی هدف، می‌توانند به عنوان ابزاری کارآمد در مطالعات مولکولی و مهندسی ژنتیک برای بهبود تولید آلکالوئیدهای دارویی در گونه‌های مختلف Papaveraceae مورد استفاده قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از ابزارهای بیوانفورماتیکی، رویکردی دقیق، مؤثر و مقرون به صرفه برای شناسایی و تحلیل ژن‌های کلیدی مانند BBE در گیاهان دارویی است. طراحی پرایمرهای دژنره بر اساس نواحی حفاظت شده ژن، امکان انجام مطالعات مولکولی گسترده‌تر و مهندسی مسیرهای بیوسنتزی را در خانواده Papaveraceae به شکل قابل توجهی تسهیل می‌کند. با توجه به اهمیت روزافزون گیاهان دارویی در حوزه سلامت و داروسازی، چنین مطالعاتی می‌تواند نقش مهمی در توسعه پایدار منابع طبیعی، ارتقای دانش علمی و بهبود بهره‌وری در تولید ترکیبات دارویی ایفا نماید. این رویکرد می‌تواند به توسعه راهکارهای نوین برای افزایش کیفیت و کمیت محصولات دارویی گیاهی کمک کرده و زمینه‌ساز تحقیقات کاربردی و نوآورانه در این حوزه باشد.

منابع

Dang, T. T., et al. 2012. Discovery of genes encoding BBE in opium poppy. Journal of Biological Chemistry. 287: 36673–36686.

Daniel, R., et al. 2017. The family of berberine bridge enzyme-like enzymes: Evolutionary insights. Phytochemistry. 143: 45–56.

Hagel, J. M. and Facchini, P. J. 2013. Benzylisoquinoline alkaloid metabolism. Plant Cell Physiology. 54: 647–672.

Kita, A., et al. 2018. Modulation of benzylisoquinoline alkaloid biosynthesis by berberine bridge enzyme genes in Macleaya cordata and Papaver somniferum. Scientific Reports. 8: 17133.

Lemoine, F., Correia, D., Lefort, V., Doppelt-Azeroual, O., Mareuil, F., Cohen-Boulakia, S. and Gascuel, O. 2019. NGPhylogeny.fr: new generation phylogenetic services for non-specialists. Nucleic Acids Research. 47: W260–W265.

Li, X., et al. 2024. Convergent evolution of berberine biosynthesis in divergent plant lineages. Proceedings of the National Academy of Sciences. 121: e2301234119.

Xu, Z., Tian, Y., Wang, J., Ma, Y., Li, Q., Zhou, Y., et al. 2024. Convergent evolution of berberine biosynthesis. Science Advances. 10: eads3596.

Ye, J., Coulouris, G., Zaretskaya, I., Cutcutache, I., Rozen, S. and Madden, T. L. 2012. Primer-BLAST: a tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction. BMC Bioinformatics. 13: 134.

Ziegler, J. and Facchini, P. J. 2008. Alkaloid biosynthesis: metabolism and trafficking. Annual Review of Plant Biology. 59: 735–769.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Bioinformatic analysis of the Berberine Bridge Enzyme (*BBE*) gene and degenerate primer design in poppy family species with emphasis on *Chelidonium majus* L.

Maryam Mohammadian[1*] and Azim ghasemnezhad[1]
1. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[*]*Corresponding Author: Maryammohammadiyan31@yahoo.com*

Abstract

The Berberine Bridge Enzyme (*BBE*) gene plays a crucial role in the biosynthesis pathway of benzylisoquinoline alkaloids (BIAs), compounds with diverse medicinal properties and significant therapeutic effects, making them highly valuable in medicine and pharmacy. The Papaveraceae family is recognized as a primary source of these alkaloids, with *Chelidonium majus* being particularly notable due to its traditional and modern medicinal applications. Understanding the genetic and biochemical aspects of *BBE* and its pathway is essential for elucidating biosynthetic mechanisms and optimizing the production of these bioactive compounds. In this study, *BBE* gene sequences were initially retrieved from the NCBI database. Homologous sequences from various Papaveraceae species were identified using the BLASTp tool. Subsequently, these sequences were aligned using specialized software to detect conserved and stable regions within the gene. These conserved regions served as targets for designing specific primers intended for PCR amplification and molecular analyses. The specificity and accuracy of the primers were validated through in silico PCR simulations. To explore evolutionary relationships, a phylogenetic tree was constructed employing the Maximum Likelihood method, chosen for its robustness and reliability in evolutionary studies. Sequence analysis revealed a high degree of conservation of the *BBE* gene across different Papaveraceae species, underscoring its functional and structural importance in BIA biosynthesis. The designed primers demonstrated strong specificity and are suitable for future genetic and molecular research. Phylogenetic analysis indicated notable similarities and shared evolutionary patterns among BBE genes, providing insights into the gene's evolutionary trajectory and its association with species biodiversity. This research highlights the effectiveness of bioinformatics and genetic tools in advancing molecular studies of medicinal plants. The identification and characterization of the BBE gene in Papaveraceae enhance understanding of alkaloid biosynthesis pathways and facilitate future efforts to improve the production and extraction of these valuable medicinal compounds. Given the critical role of medicinal plants in disease treatment and drug development, such studies are vital for expanding scientific knowledge and conserving biodiversity.

Keywords: Alkaloid, Berberine, *Chelidonium majus*, Degenerate primer, Phylogenetic tree.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

تخمین آهن فعال برگ انگور با استفاده از روش مبتنی بر پردازش تصویر و هوش مصنوعی

شبنم فیروزی[1*]، ابراهیم سپهر[1] و آیدین ایمانی[1]
۱- گروه علوم خاک داشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول: *e.sepehr@urmia.ac.ir*

چکیده

تشخیص دقیق کمبود آهن در گیاهان، به‌ویژه در باغ‌های انگور، نقش مهمی در بهبود کیفیت و عملکرد محصول ایفا می‌کند. در این مطالعه، یک مدل یادگیری ماشین مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی (ANN) به منظور تخمین میزان آهن فعال موجود در برگ‌های انگور توسعه داده شد. برای این منظور، ۵۵ نمونه برگ با درجات مختلف کمبود آهن از مناطق باغی اطراف ارومیه جمع‌آوری گردید. مقادیر آهن فعال با روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد و تصاویر برگ‌ها در شرایط نوری کنترل‌شده ثبت گردید. ویژگی‌های رنگی از تصاویر استخراج شده و روابط آن‌ها با مقادیر اندازه‌گیری‌شده آهن بررسی شد. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد که مدل شبکه عصبی با استفاده از ویژگی‌های دو کانال رنگی R و G به بالاترین دقت دست یافت. با استفاده از ویژگی‌های مؤثر شناسایی‌شده، مدلی با ساختار ۱-۱۶-۴ طراحی شد که توانست میزان آهن فعال را با دقت‌های ۰/۹۴ کل داده‌ها پیش‌بینی نماید. این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی می‌تواند راهکاری دقیق، سریع و کم‌هزینه برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان فراهم آورد و در مدیریت هوشمند باغ‌های کشاورزی به کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: آهن فعال، تخمین، هوش مصنوعی، پردازش تصویر

مقدمه

آهن یکی از عناصر ریزمغذی ضروری برای گیاهان است که نقش کلیدی در تنظیم و پیشبرد بسیاری از فرایندهای زیستی دارد. این عنصر به‌طور مستقیم در فرآیندهایی نظیر فتوسنتز، تنفس سلولی و سنتز DNA مشارکت می‌کند (Rout and Sahoo, 2015). آهن همچنین در ساختار و پایداری کلروپلاست‌ها نقش دارد و در تشکیل کلروفیل و عملکرد آنزیم‌های حیاتی نظیر فردوکسین و سیتوکروم‌ها که در زنجیره انتقال الکترون فعال هستند، مشارکت می‌نماید (Hochmuth, 2011). افزون بر این، آهن در فرآیند تثبیت نیتروژن و فعال‌سازی آنزیم‌هایی نظیر نیترات ردوکتاز، کاتالاز، پراکسیداز و نیتروژناز نقش بسزایی دارد (Misra et al., 2006). این عنصر همچنین در سنتز هورمون‌های گیاهی از جمله اتیلن، آبسیزیک اسید، لیپوکسیژناز و کربوکسیلیک اکسیداز مؤثر است (Chen et al., 2010). از این رو، کمبود آهن می‌تواند منجر به اختلالات قابل توجهی در رشد و متابولیسم گیاه شود.

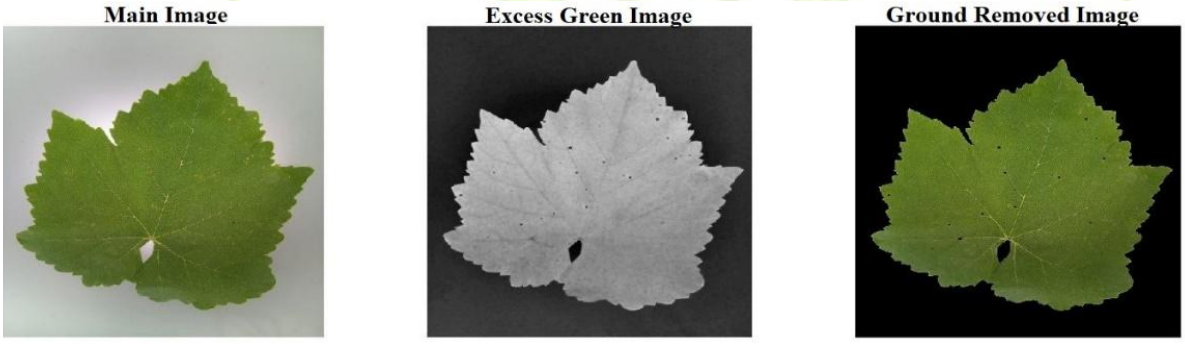
در درختان انگور اغلب کلروزه در زمان باز شدن جوانه‌ها و یا طی فصل رویشی به دلیل نیاز بالای گیاه به آهن قابل جذب، روی می‌دهد. بسیاری از تاکستان‌های دنیا در مناطقی با درجات مختلف آهک احداث شده‌اند که در چنین شرایطی کلروزه ناشی از آهن به کرات مشاهده می‌شود (Boxma. 1972)، از این رو روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر در علوم خاک می‌تواند میزان عناصر غذایی موجود در گیاه را بدون استفاده از مواد شیمیایی و فرایندهای آزمایشگاهی تخمین زند. علاوه بر این با استفاده از استخراج اطلاعاتی مانند رنگ و بافت می‌توان میزان کمبود عناصر غذایی گیاه را نیز تعیین کرد و اطلاعات مورد نیاز زارع را در اسرع وقت در اختیار وی قرار داد (Gonzales et al. , 2004).

روش‌های رایج آزمایشگاهی نظیر جذب اتمی و کالری‌متری، علی‌رغم دقت قابل قبول و انطباق با استانداردهای تحلیلی، به دلیل نیاز به تجهیزات پیشرفته، هزینه‌های بالا، تاخیر زمانی میان نمونه‌برداری تا تحلیل نتایج، و همچنین خطرات زیست‌محیطی و بهداشتی، گزینه‌های مناسبی برای کاربردهای میدانی و تصمیم‌گیری سریع در زمینه کوددهی محسوب نمی‌شوند (Vesali et al., 2015). در سال‌های اخیر، استفاده از فناوری‌های نوین همچون تصویربرداری دیجیتال و مدل‌های هوشمند یادگیری ماشین در مطالعات کشاورزی، به عنوان ابزارهایی

غیرمخرب برای ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و فیزیولوژیکی گیاهان، گسترش یافته است (Han and Watchareeruetai, 2019). با توجه به تأثیر مستقیم کمبود آهن بر رشد و سلامت گیاه و دشواری استفاده از روش‌های سنتی برای کشاورزان، طراحی سامانه‌های نظارتی پیوسته و دقیق به‌منظور پایش وضعیت تغذیه‌ای گیاهان، افزایش عملکرد و ارتقاء کیفیت محصول امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور توسعه مدلی برای تخمین آهن فعال برگ‌های انگور، نمونه‌برداری از مناطق نازلو و زینالو در شمال ارومیه بر اساس نقشه‌های خاک‌شناسی انجام شد. تعداد ۵۵ نمونه برگ از بخش‌های میانی سرشاخه‌ها در بازه زمانی خرداد و تیر ۱۳۹۷ جمع‌آوری و جهت آنالیز و تصویربرداری به آزمایشگاه منتقل شد. تصویربرداری از نمونه‌ها در یک محفظه با نور و شرایط کنترل‌شده با استفاده از دوربین گوشی موبایل انجام و تصاویر با وضوح بالا در قالب رنگی RGB ذخیره گردیدند. برای تعیین غلظت آهن فعال، نمونه‌ها با محلول فنانترولین عصاره‌گیری و سپس با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. در مرحله پردازش تصویر، تصاویر به اندازه ۱۰۲۴×۱۰۲۴ پیکسل بریده و شاخص بیشینه سبزینگی (ExG) برای تفکیک پیکسل‌های برگ از پس‌زمینه استفاده شد (شکل ۱). همچنین اصلاح گاما و بهبود بازه دینامیکی جهت یکنواخت‌سازی نور اعمال گردید. ویژگی‌های میانگین و انحراف معیار کانال‌های R، G و B استخراج شدند. برای مدل‌سازی، از یک شبکه عصبی چندلایه پرسپترون (MLP) استفاده شد. داده‌ها به نسبت ٪۷۰ آموزش، ٪۱۵ اعتبارسنجی و ٪۱۵ آزمون تقسیم شدند. بردار ویژگی‌های رنگی به عنوان ورودی و مقدار آهن فعال به‌دست‌آمده از آزمایشگاه به عنوان خروجی مدل مورد استفاده قرار گرفت. برای یافتن ساختار بهینه، تعداد نورون‌های لایه پنهان بین ۱ تا ۲۵ با صد تکرار تست شد. ارزیابی مدل با استفاده از معیارهای آماری R^2، RMSE و MAPE انجام گرفت تا بهترین ساختار برای پیش‌بینی دقیق آهن فعال برگ‌ها تعیین شود.



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱- مراحل حذف پس‌زمینه توسط شاخص ExG برای الف) تصویر اصلی، ب) تصویر ExG قبل از آستانه‌گذاری و ج) تصویر گیاه بدون پس‌زمینه پس از اعمال آستانه‌گذاری.

نتایج و بحث

در این بخش، میانگین مؤلفه‌های رنگی R، G و B با مقادیر آهن فعال برگ‌های انگور مقایسه و تحلیل شدند. نتایج حاصل از رگرسیون خطی تک‌متغیره نشان داد که بین مؤلفه‌های R و G و میزان آهن فعال رابطه نسبتاً قوی و معنی‌داری وجود دارد، در حالی که مؤلفه B فاقد چنین ارتباطی است. بر اساس جدول ۳، مؤلفه R بیشترین همبستگی را با مقدار آهن فعال نشان داد، به‌طوری که ضریب تعیین

(R^2) برای این مولفه برابر با ۰.۶۴و RMSE برابر با ۳.۱۹ بود. مؤلفه G نیز با ضریب تعیین ۰.۵۸ و RMSE معادل ۳.۴۷، پس از مؤلفه R عملکرد نسبتاً مناسبی در بیان تغییرات آهن فعال برگ داشت. این دو مؤلفه توانستند بخشی از تغییرات رنگی برگ ناشی از کمبود آهن را به‌خوبی مدل‌سازی کنند. در مقابل، مؤلفه رنگی B، که پیش‌تر نیز در مطالعات مشابه از جمله پژوهش‌های Tewari و Vesali ناکارآمدی آن در تشخیص تغییرات کلروفیل و آهن گزارش شده بود، در این تحقیق نیز عملکرد ضعیفی نشان داد. ضریب تعیین برای مؤلفه B تنها ۰.۰۳ و مقدار RMSE آن ۵.۲۵ بود، که نشان‌دهنده عدم توانایی این مؤلفه در پیش‌بینی تغییرات مرتبط با آهن فعال است. این موضوع احتمالاً به دلیل پایداری نسبی مقادیر B در برگ‌ها و عدم تغییر محسوس آن در پاسخ به کمبود آهن می‌باشد. به طور کلی، نتایج این تحلیل مؤید آن است که مؤلفه‌های R و G می‌توانند به عنوان شاخص‌های مؤثر برای تخمین غیرمستقیم میزان آهن فعال برگ مورد استفاده قرار گیرند، در حالی که مؤلفه B کاربرد چندانی در این زمینه ندارد.

جدول ۱- نتایج رگرسیون خطی تک متغیره برای مولفه‌های رنگی مختلف و مقدار آهن فعال

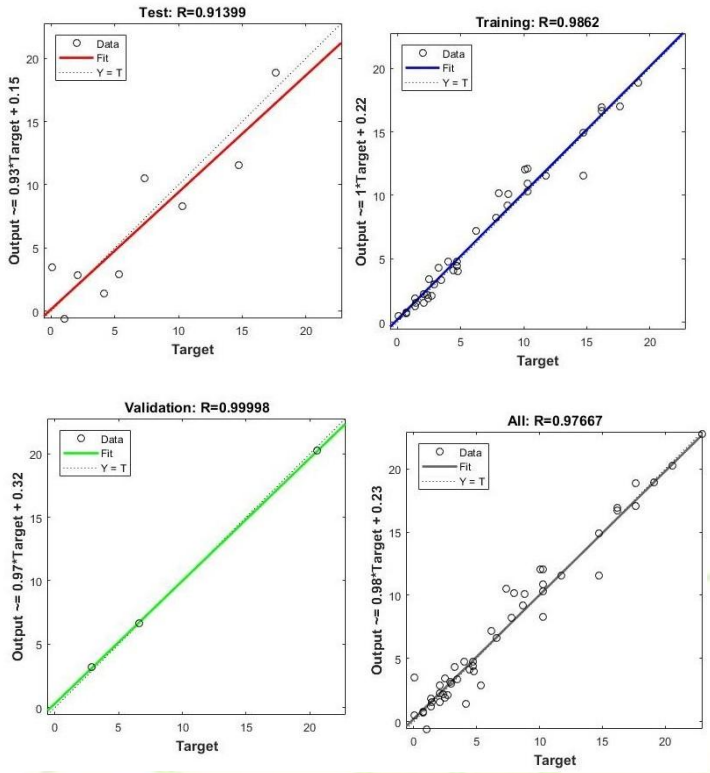
	Slop	Intercept	R-Squared	RMSE
R	-۰/۲۲	۲۸/۱۹	۰/۶۴	۳/۱۹
G	-۰/۲۴	۳۵/۲۶	۰/۵۸	۳/۴۷
B	-۰/۲۱	۱۲/۴۷	۰/۰۳	۵/۲۵

شبکه عصبی

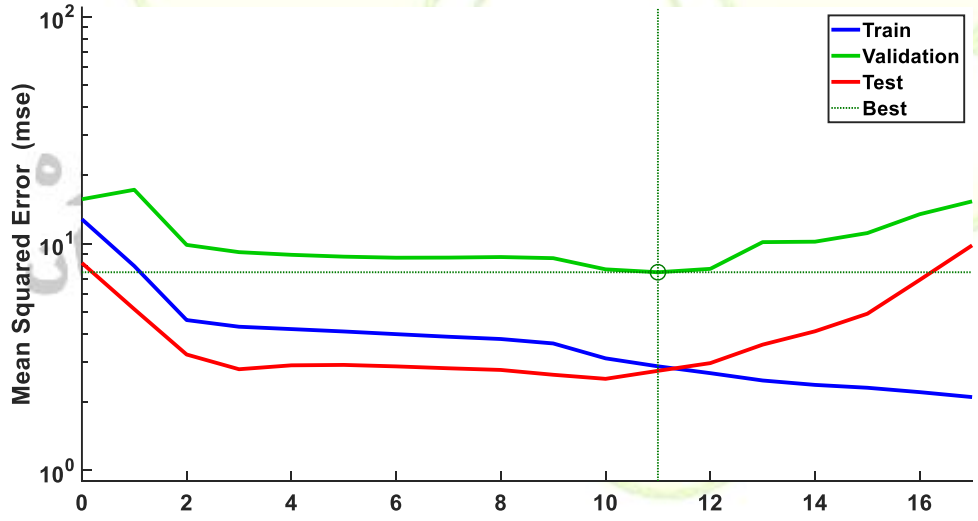
در این بخش، عملکرد مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP) در تخمین مقدار آهن فعال برگ انگور بر پایه ویژگی‌های آماری استخراج‌شده از فضای رنگی RGB بررسی شد. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که مدل یادشده توانسته با دقت مناسبی آهن فعال را پیش‌بینی کند. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که مؤلفه‌های رنگی R و G رابطه قابل قبولی با مقدار آهن فعال دارند، در حالی‌که مؤلفه آبی (B) همبستگی ضعیفی از خود نشان داد. این یافته‌ها با نتایج به‌دست‌آمده از مدل رگرسیون خطی نیز هم‌خوانی دارند، که نشان‌دهنده قابلیت برآورد کمی آهن فعال بر اساس تغییرات رنگ برگ است. تحلیل نتایج جدول ۲ نشان داد که استفاده ترکیبی از ویژگی‌های رنگی مختلف به‌مراتب دقت پیش‌بینی بهتری نسبت به استفاده مجزا از یک مؤلفه دارد، بدون آنکه پیچیدگی محاسباتی به شکل محسوسی افزایش یابد. این بهبود عملکرد ناشی از افزایش اطلاعات ورودی به مدل است که کیفیت یادگیری را ارتقاء می‌دهد. شبکه عصبی در نرم‌افزار MATLAB 2018 پیاده‌سازی شد. ساختار نهایی شبکه شامل ۴ ورودی، ۱۶ نورون در لایه پنهان (با تابع فعال‌سازی tansig) و یک خروجی (با تابع purelin) بود. آموزش مدل با الگوریتم trainlm انجام شد. نمودار خطای آموزش نشان داد که پس از ۱۶ نورون در لایه پنهان، کاهش قابل توجهی در خطا مشاهده نمی‌شود و مقدار خطا به حدود 1.2 e-09 ثبیت می‌شود. شبکه نهایی توانست ضریب تعیین (R^2) برابر با ۰/۹۴ ارائه دهد. همچنین، مقادیر RMSE و MAPE پایین دقت و قابلیت تعمیم بالای مدل را تایید می‌کند (شکل ۲).

جدول۲- نتایج خروجی شبکه عصبی برای طیف‌های مختلف فضای رنگی RGB.

مولفه‌فضای رنگی	تعداد ویژگی	مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)	میانگین درصد قدرمطلق خطا (MAPE)	ضریب تعیین (R^2)
R	۲	۲/۳۵۶۹	۲۹/۲۶۳۸	۰/۸۲۶۰
G	۲	۲/۴۳۰۹	۳۵/۰۳۹۴	۰/۸۱۴۹
B	۲	۴/۱۲۳۶	۴۴/۶۶۶۹	۰/۴۶۷۵
R,G	۴	۱/۳۱۹۶	۱۴/۹۳۷۰	۰/۹۴۵۵
R,B	۴	۱/۵۵۰۴	۲۲/۳۹۲۶	۰/۹۲۴۷
G,B	۴	۱/۷۸۲۹	۲۷/۳۷۴۸	۰/۹۰۰۴
R,G,B	۶	۱/۴۱۳۶	۱۵/۹۸۵۴	۰/۹۳۷۴



شکل ۲- نتایج مدل شبکه عصبی برای مولفه‌های R و G.



شکل ۳- نمودار تغییرات خطا در داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون.

برای ارزیابی دقیق‌تر عملکرد مدل توسعه‌یافته، مقادیر واقعی آهن اندازه‌گیری‌شده با مقادیر پیش‌بینی‌شده توسط مدل شبکه عصبی برای مجموعه‌های داده آموزش، ارزیابی و کل داده‌ها مقایسه و در شکل ۲ ترسیم شدند. به‌طور کلی، هرچه مقادیر پیش‌بینی‌شده به مقادیر واقعی نزدیک‌تر باشند، نقاط داده در نزدیکی خط همبستگی ۱:۱ قرار می‌گیرند. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، مدل شبکه عصبی

توانسته است مقادیر واقعی را با دقت قابل توجهی پیش‌بینی کند. همچنین، تعداد اندک نقاط دور از خط مذکور نشان می‌دهد که خطای پیش‌بینی بسیار پایین بوده و مدل توسعه‌یافته از کارایی بالایی در تخمین مقدار آهن فعال در برگ‌های انگور برخوردار است. این نتایج تأیید می‌کنند که شبکه عصبی می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر و قابل اعتماد برای برآورد غیرمستقیم آهن گیاه مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۳ روند تغییرات خطای میانگین مربعات (MSE) را در داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقدار خطا در داده‌های آموزش به طور پیوسته کاهش یافته است، در حالی‌که خطای اعتبارسنجی پس از دوره (epoch) ۱۱ روند افزایشی پیدا می‌کند. این موضوع بیانگر بروز پدیده بیش‌برازش (Overfitting) در مدل است. نقطه مشخص‌شده با دایره سبز، بهترین عملکرد مدل بر اساس معیار اعتبارسنجی را نشان می‌دهد که به‌عنوان معیار توقف بهینه آموزش می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Boxma, R. 1972. Bicarbonate as the most important soil factor in lime-induced chlorosis in the Netherlands. Plant and Soil. 37: 233–243.

Chen, Y. and Zhou, X. 2010. Plant root image processing and analysis based on 2D scanner. In: 2010 IEEE Fifth International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications (BIC-TA). IEEE, pp. 1216–1220.

Gonzalez, R. C., Woods, R. E. and Eddins, S. L. 2004. *Digital image processing using MATLAB*. Vol. 624. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson-Prentice-Hall.

Han, K. A. M. and Watchareeruetai, U. 2019. Classification of nutrient deficiency in black gram using deep convolutional neural networks. In: 2019 16th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE). IEEE, pp. 277–282.

Hochmuth, G. 2011. Iron (Fe) nutrition of plants. University of Florida IFAS Extension. SL 353: 1–8.

Misra, A. and Sharma, S. 2006. Critical Fe concentration and productivity of Java citronella. Revista Brasileira de Plantas Medicinais. 8: 54–58.

Rout, G. R. and Sahoo, S. 2015. Role of iron in plant growth and metabolism. Reviews in Agricultural Science. 3: 1–24.

Vesali, F., Omid, M., Kaleita, A. and Mobli, H. 2015. Development of an Android app to estimate chlorophyll content of corn leaves based on contact imaging. Computers and Electronics in Agriculture. 116: 211–220.

چهاردهمین کنگره علوم باغبانی ایران
IrSHS

Estimation of Active Iron in Grapevine Leaves Using an Image Processing and Artificial Intelligence-Based Approach

Shabnam Firouzi[1], Ebrahim Sepehr[1*] and Aydin Imani[1]
1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: e.sepehr@urmia.ac.ir

Abstract

Accurate detection of iron deficiency in plants, especially in vineyards, plays a vital role in improving product quality and yield. In this study, a machine learning model based on an artificial neural network (ANN) was developed to estimate the amount of active iron in grapevine leaves. For this purpose, 55 leaf samples with varying degrees of iron deficiency were collected from vineyards around Urmia. The active iron content was measured using atomic absorption spectroscopy, and leaf images were captured under controlled lighting conditions. Color features were extracted from the images and analyzed for their correlation with the measured iron values. Correlation analysis showed that the neural network model achieved the highest accuracy using features from the R and G color channels. Based on the most effective features, a model with a 4-16-1 architecture was designed, which predicted active iron content with an accuracy of 0.94 across the entire dataset. This study demonstrates that image processing and neural networks can serve as an accurate, fast, and low-cost method for evaluating plant nutritional status and can be effectively utilized in smart agricultural management.

Keywords: Active iron, Estimation, Artificial intelligence, Image processing.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی با رویکرد باغبانی

سلمان سپهری نقندر*[۱]، علیرضا بابائی[۱]، مهرنوش جعفری[۲] و حسین شفیع‌زاده مقدم[۱]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*نویسنده مسئول: *arbabaei@modares.ac.ir*

چکیده

کشاورزان برای تأمین تقاضای بازار به صورت بی رویه از سموم و کودهای شیمیایی مضر استفاده می‌کنند که به شدت خاک را تخریب می‌کند و در نهایت زمین بایر و بدون حاصلخیزی باقی می‌ماند. با توجه به رشد فزاینده جمعیت و فشار بر منابع تولید غذا، به‌ویژه در کشورهایی مانند ایران که با بحران کم‌آبی و چالش‌های ناشی از سوءمدیریت منابع آب مواجه‌اند، به‌کارگیری فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی در کشاورزی بیش از پیش ضرورت یافته است. هوش مصنوعی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، بینایی رایانه‌ای، شبکه‌های عصبی و سیستم‌های خبره، در بهینه‌سازی مصرف منابع، افزایش بهره‌وری و ارتقاء دقت تصمیم‌گیری نقش مهمی ایفا می‌کند. از جمله کاربردهای کلیدی آن می‌توان به تشخیص زودهنگام بیماری‌ها و آفات، پیش‌بینی عملکرد محصول، کنترل شرایط محیطی گلخانه‌ها، مدیریت هوشمند تغذیه و آبیاری گیاهان اشاره کرد. فناوری هوش مصنوعی که هدف آن تقلید از توانایی انسان‌ها در حل مسائل، به ویژه در تصمیم‌گیری است، فعالیت‌های کشاورزی را قادر می‌سازد تا با کاهش دخالت انسان، کارآمدتر انجام شوند. در این مقاله، ضمن مرور برخی کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی ایران و جهان، تأکید ویژه‌ای بر نقش آن در مقابله با بحران آب و بهینه‌سازی سامانه‌های آبیاری در بخش کشاورزی شده است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که ادغام دانش فنی کشاورزی با ابزارهای هوش مصنوعی می‌تواند زمینه‌ساز تحول در جهت کشاورزی پایدار، کاهش اتلاف منابع آبی و افزایش امنیت غذایی کشور باشد.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی پایدار، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق.

مقدمه

با ظهور و پیشرفت فناوری در دنیای دیجیتال، محققین در تلاش هستند تا کارایی مغز انسان را تحت عنوان هوش مصنوعی (Artificial intelligence, Ai) در زمینه های مختلف بکار گیرند. رشد مداوم بشر در این فرآیند باعث اکتشاف حوزه کامل هوش مصنوعی شد. هوش مصنوعی فرآیندی است که در طی آن انسان می‌تواند یک ماشین هوشمند بسازد. هوش مصنوعی زیر مجموعه علوم کامپیوتر می‌باشد که قادر به تشخیص محیط خود، شرایط و تصمیم‌گیری با توجه به داده‌های موجود می‌باشد. هوش مصنوعی باید به وسیله داده‌های قبلی آموزش ببیند تا با توجه به این یادگیری‌ها بتواند تصمیم‌گیری کند (Xu et al., 2021). کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی در بسیاری از کشورها، نقش کلیدی در تأمین امنیت غذایی و توسعه پایدار دارد. با این حال، افزایش جمعیت، تغییرات اقلیمی و مصرف ناکارآمد منابع آب، چالش‌های عمده‌ای را در مسیر بهره‌وری این بخش به‌وجود آورده‌اند. ایران به‌عنوان یکی از کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان، با بحران جدی کم‌آبی مواجه است؛ به‌طوری‌که بیش از ۹۰ درصد از منابع آبی کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، آن هم با راندمان نسبتاً پایین. به نظر می‌رسد کمبود آب در درجه اول به مدیریت مصرف آب مربوط می‌باشد (Nouri et al., 2023).

در این میان، هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از ابزارهای نوین فناوری، توانسته با ارائه راهکارهای دقیق و داده‌محور، نقش مؤثری در بهبود عملکرد سامانه‌های کشاورزی ایفا کند. استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین (Machine learning, ML)، یادگیری عمیق (Deep learning, DL) و تحلیل داده‌های سنجش از دور، امکان پیش‌بینی نیاز آبی، کنترل هوشمند آبیاری و پایش سلامت گیاهان را فراهم ساخته است (Liakos et al., 2018; Kamilaris and Prenafeta-Boldú, 2018). پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که استفاده از سیستم‌های هوشمند آبیاری مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند بین ۲۰ تا ۵۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی ایجاد کند، بدون آن‌که عملکرد گیاه کاهش

یابد (Lephondo et al., 2024). این فناوری‌ها با ترکیب اطلاعات حاصل از حسگرهای رطوبت خاک، داده‌های اقلیمی، تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های پیش‌بینی، زمان‌بندی و میزان آبیاری را بهینه‌سازی می‌کنند (Elshaikh et al., 2024).

افزون بر مدیریت آبیاری، هوش مصنوعی در حوزه‌های گسترده‌ای از کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله این کاربردها می‌توان به تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌ها و آفات گیاهی از طریق پردازش تصویر، پیش‌بینی زمان برداشت و عملکرد محصولات با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، کنترل خودکار تجهیزات گلخانه‌ای مانند تهویه، دما و نور، و نیز بهینه‌سازی مصرف کود و سموم اشاره کرد. همچنین در حوزه مکانیزاسیون، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای هدایت دقیق ماشین‌آلات کشاورزی و شناسایی و حذف هدفمند علف‌های هرز توسعه یافته‌اند که می‌توانند هزینه‌ها را کاهش داده و بهره‌وری را افزایش دهند (Kamilaris and Prenafeta-Boldú, 2018).

با توجه به مشکلات موجود در حوزه کشاورزی و همچنین بحران منابع آب در ایران و ضرورت گرایش به کشاورزی پایدار، هدف این مقاله مروری، بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت مانند کنترل آفات و بیماری‌ها، کنترل رشد و شرایط اقلیمی، کنترل علف‌های هرز، کنترل رسیدگی میوه، کنترل آبیاری و تغذیه در مزارع و گلخانه‌ها است.

سیستم‌های خبره (Expert Systems)

سیستم‌های خبره از جمله سامانه‌های هوش مصنوعی هستند که با هدف شبیه‌سازی توانایی تصمیم‌گیری انسان‌های متخصص طراحی شده‌اند. این سیستم‌ها شامل پایگاه دانش (مجموعه‌ای از قوانین و واقعیت‌ها) و موتور استنتاج برای تحلیل و ارائه راهکار یا تشخیص در حوزه‌هایی مانند پزشکی، کشاورزی و مهندسی هستند. آن‌ها با کاهش خطا و صرفه‌جویی در زمان، دقت تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهند. باوجود رشد روش‌هایی مانند یادگیری ماشین، هنوز در کاربردهایی که نیاز به استدلال منطقی دارند، استفاده می‌شوند (Islam et al., 2020).

یادگیری ماشین (Machine Learning)

یادگیری ماشین شاخه‌ای از هوش مصنوعی است که سیستم‌ها را قادر می‌سازد از طریق داده‌ها آموزش ببینند و بدون برنامه‌نویسی صریح، عملکرد خود را بهبود دهند. الگوریتم‌ها با شناسایی الگوها در داده‌ها، برای پیش‌بینی و تصمیم‌گیری استفاده می‌شوند. یادگیری ماشین به سه دسته اصلی تقسیم می‌شود: نظارت‌شده، بدون نظارت و تقویتی. این فناوری در زمینه‌هایی مانند کشاورزی، پزشکی و خودروهای خودران کاربرد دارد و نقش مهمی در تحلیل داده‌های کلان ایفا می‌کند (Islam et al., 2020).

یادگیری عمیق (Deep Learning)

یادگیری عمیق، زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشین، با استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق قادر به یادگیری ویژگی‌های پیچیده از داده‌های غیرساختاری مانند تصویر، صدا و متن است. این روش که از ساختار مغز انسان الهام گرفته، در مسائلی مانند تشخیص چهره و بینایی رایانه‌ای عملکرد بسیار دقیقی دارد. یادگیری عمیق بدون نیاز به طراحی دستی ویژگی‌ها، مستقیماً از داده‌ها الگو می‌آموزد و رشد آن با افزایش توان پردازشی و داده‌های حجیم ممکن شده است (Islam et al., 2020).

کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی

یادگیری ماشین رویکردی بر مبنای داده است که رایانه‌ها توسط داده‌ها و تجربیات آموزش می‌بینند. اولین استفاده از علم یادگیری ماشین در کشاورزی مربوط به دهه ۱۹۹۰ می‌باشد. یادگیری ماشین با شبکه‌های عصبی مصنوعی رایج‌ترین نوع الگوریتم است که با ظهور الگوریتم‌های دارای انتشار معکوس رشد یافته‌اند و امکان برآورد مقادیر متغیرها را برای شبکه‌های عصبی پیچیده فراهم می‌کند. در دو دهه اخیر بسیاری از کاربردهای یادگیری ماشین به خصوص در زمینه کشاورزی عملیاتی شده است (Werbos, 2005). یادگیری ماشین در کشاورزی علاوه بر اینکه سبب کشاورزی دقیق‌تر با عملکرد بیشتر شده است سبب کاهش نیروی کار و هزینه‌ها نیز شده است (Meshram et al., 2021). کارهای متفاوت زیادی با استفاده از یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف مدیریت آب، خاک و محصول

انجام شده است که برخی از آن‌ها شامل برآورد عملکرد، تشخیص و کنترل آفات و بیماری‌ها، تشخیص کیفیت و دسته بندی محصول و کنترل علف‌های هرز می‌باشد (Liakos et al., 2018).

۱- کاربرد هوش مصنوعی در کنترل آفات و بیماری‌ها:

در گزارشی Boissard و همکاران (2008)، با هدف پیشنهاد یک سیستم بینایی شناختی که پردازش تصویر، یادگیری ماشین و تکنیک‌های دانش محور را ترکیب می‌کند، استفاده کردند. در این آزمایش تهیه تصاویر را با یک پویشگر A4 با وضوح 600DOI انجام دادند. آن‌ها این پژوهش را در مقایسه با روش‌های فیزیکی قابل اعتمادتر ارزیابی کردند. در تحقیقی دیگر که توسط Jafari و همکاران (2017)، با هدف تشخیص بیماری سفیدک سطحی و کپک خاکستری در گل رز قبل از ظهور علائم توسط تصویر برداری حرارتی و نوری انجام شد، مشابه روش Jafari و همکاران (2016)، به شناسایی سفیدک سطحی و کپک خاکستری به ترتیب با دقت ۹۲/۳ و ۹۲/۵۹ درصد دست یافتند. در این آزمایش به این نتیجه رسیدند که تشخیص سفیدک پودری و کپک خاکستری قبل از ظهور علائم توسط تصاویر حرارتی امکان‌پذیر است. در کار تحقیقاتی دیگری توسط Farooqui (2022)، با هدف پیاده‌سازی اینترنت اشیاء (Internet of Things, IoT) و یادگیری ماشین در زمینه باغبانی برای حل برخی مشکلات بهره‌وری با تمرکز بر نظارت به وظایف انسانی با ساخت یک سیستم گلخانه‌ای هوشمند انجام شد که در آن ۱۰ بیماری گوجه فرنگی و مراحل رسیدگی میوه مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق تصاویر از سایت Kaggle و عکس برداری با دوربین Ip انجام شد، پردازش تصویر با استفاده از شبکه عصبی کانولوشن (Convolutional Neural Network, CNN)، تشخیص و طبقه‌بندی بر اساس الگوریتم MASK-RCNN که مبتنی بر شبکه‌های عصبی عمیق (Deep neural network) است، انجام شد و برای اجرای فرآیند آموزش با توجه به حجم بالای داده‌ها از Google collab استفاده شد که به میانگین دقت ۹۱ درصد دست یافتند و نتایج پیش‌بینی رضایت بخش بود. در نتیجه افزایش عملکرد محصول با خودکارسازی کارهای دستی سخت و زیاد گلخانه با به کارگیری تکنیک‌های ادغام اینترنت اشیا و هوش مصنوعی میسر گردید.

۲- کاربرد هوش مصنوعی در برداشت و کنترل کیفیت محصول

Shahhosseini و همکاران (2021)، در مطالعه‌ای به بررسی ترکیب مدل‌های شبیه سازی محصولات کشاورزی (Agricultural Production Systems sIMulator, APSIM) با الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای بهبود پیش‌بینی عملکرد ذرت پرداختند. در این تحقیق داده‌های هواشناسی، خاک، مدیریت مزرعه (تاریخ کاشت و تراکم بوته) و عملکرد ذرت برداشت شد و به صورت همزمان از مدل شبیه‌ساز محصولات کشاورزی و مدل‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی عملکرد ذرت در سه ایالت آمریکا استفاده شد. مدل‌های مختلفی از یادگیری ماشین از جمله رگرسیون خطی و جنگل تصادفی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از مدل ترکیبی که در آن از خروجی‌های مدل شبیه‌سازی محصولات کشاورزی به عنوان ورودی مدل‌های یادگیری ماشین استفاده شد خطای پیش‌بینی عملکرد را بین ۷ تا ۲۰ درصد کاهش داد و کاربرد مدل‌های یادگیری ماشین به تنهایی عملکرد ضعیف‌تری داشت. در تحقیقی دیگر Adli و همکاران (2023)، به بررسی تشخیص خودکار میوه، درجه بندی بلوغ و برداشت رباتیک در باغ‌های سیب پرداختند. این تحقیق بر دو بخش تشخیص و درجه‌بندی میوه (طبقه‌بندی بلوغ) و شناسایی تعداد و میزان رسیدگی میوه (سطح بلوغ) تمرکز دارد. در این سیستم یک بازوی رباتیک توسعه یافته است که قادر به چیدن سیب‌های رسیده شناسایی شده توسط سیستم بینایی است. برای مجموعه داده‌ها از تصاویر RGB که با وضوح بالا از سیب‌های در شرایط واقعی باغ گرفته شد استفاده کردند. برای تشخیص و مکان‌یابی سیب‌ها روی درختان از مدل YOLOv7 (You Only Look Once, version 7) استفاده شد که یک مدل تشخیص سریع و دقیق در لحظه است. برای درجه‌بندی بلوغ از مدل ResNet-50 (Residual Network with 50 layers) استفاده شد که یک شبکه عصبی کانولوشن است. در نتایج به دست آمده مشخص شد که این سیستم در تشخیص میوه به دقت ۹۵/۳ درصد، در طبقه بندی بلوغ به دقت ۹۶/۲ درصد و در میزان موفقیت در برداشت محصول به دقت ۹۲ درصد دست یافت.

۳- کاربرد هوش مصنوعی در کنترل علف های هرز

در تحقیقی که توسط Adli و همکاران (2023) انجام شد از مدل جنگل تصادفی (Random forest) برای تشخیص محصولات و علف‌های هرز برای سم‌پاشی در لحظه استفاده شد. هدف این کار بهبود عملکرد سم‌پاشی و محافظت از محصولات در برابر بیماری‌ها و علف‌های هرز بود. طبقه‌بندی‌کننده جنگل تصادفی، علف‌های هرز و محصولات مختلف را شناسایی و طبقه‌بندی کرد. سپس مقادیر مورد نظر مواد شیمیایی با استفاده از یک سیستم بازخورد مبتنی بر بینایی سم‌پاشی شدند. نتیجه شبیه‌سازی نشان می‌دهد که روش پیشنهادی مؤثر است. در مطالعه‌ای دیگر Liakos و همکاران (2018)، روش جدیدی را بر اساس شبکه عصبی مصنوعی و تصاویر چند طیفی گرفته شده توسط سیستم‌های هواپیمای بدون سرنشین برای شناسایی گیاه خارمریم (*Silybum marianum*) ارائه دادند، علف هرزی که ریشه کن کردن آن دشوار است و باعث کاهش عمده عملکرد می‌شود. این روش توانست با دقت ۹۸/۸۷ درصد گیاه خارمریم را تشخیص بدهد.

۴- کاربرد هوش مصنوعی در فرآیند بهینه‌سازی آبیاری

در تحقیقی Elshaikh و همکاران (2024)، به بررسی مطالعات منتشر شده در زمینه استفاده از هوش مصنوعی در سیستم‌های خبره پرداختند. نتایج به دست آمده از تحقیقات مورد بررسی نشان می‌دهد که پیش‌بینی دقیق وضعیت آب و هوایی با استفاده از شبکه‌های عصبی و مدل‌های یادگیری ماشین باعث کاهش مصرف آب تا ۳۰ درصد شده است، پایش رطوبت خاک با مدل‌های شبکه‌های عصبی کانولوشن یا درخت تصمیم منجر به دقت بالا در پیش‌بینی نیاز آبی گیاه و افزایش راندمان آبیاری شده است و پایش سلامت گیاهان با تحلیل تصاویر چند طیفی و تکنیک‌های بینایی ماشین به شناسایی زودهنگام تنش و بیماری‌ها منجر شده که از آسیب‌های جدی به گیاهان جلوگیری کرده است. در سال‌های اخیر شاهد مطالعات متعدد در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی جهت افزایش بهره‌وری، مدیریت کارآمد آب و دستیابی به کشاورزی پایدار بوده‌ایم.

۵- کاربرد هوش مصنوعی در تحقق کشاورزی پایدار و افزایش بهره‌وری

هوش مصنوعی با استفاده از یادگیری ماشین و یادگیری عمیق می‌تواند به تحلیل داده‌های پیچیده کشاورزی کمک کند و بهره‌وری را در مراحل مختلف تولید افزایش دهد، از جمله پایش رشد گیاه، تشخیص بیماری‌ها، مدیریت آفات و پیش‌بینی عملکرد. در زمینه کشاورزی پایدار، هوش مصنوعی ابزار قدرتمندی برای مدیریت بهینه منابع آب، کود و انرژی فراهم می‌آورد و نقش مهمی در کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و ارتقای سیستم‌های تولید پایدار دارد. برای مثال در تحقیقی Onteddu و همکاران (2025) به بررسی نقش و کاربردهای هوش مصنوعی در افزایش بهره‌وری کشاورزی و کمک به تحقق کشاورزی پایدار پرداختند. در این تحقیق مروری، نویسندگان به دنبال نشان دادن این هستند که چگونه فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند در حل چالش‌های فعلی بخش کشاورزی (از جمله تغییرات اقلیمی، کمبود منابع و افزایش تقاضا برای محصولات) مؤثر باشند. نویسندگان با بررسی مقالات و منابع علمی معتبر، کاربردهای مختلف هوش مصنوعی در کشاورزی را تحلیل و دسته‌بندی کرده‌اند. تمرکز اصلی این مطالعه در زمینه بهره‌وری و پایداری کشاورزی با تکیه بر ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی است. نتایج نشان دادند که هوش مصنوعی می‌تواند منجر به بهبود قابل توجهی در مدیریت منابع، کاهش هزینه‌ها و افزایش عملکرد محصولات شود. در حوزه کشاورزی پایدار، استفاده از هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری هوشمند معرفی شده که می‌تواند به کاهش مصرف آب، بهینه‌سازی کود دهی و کنترل دقیق آفات کمک کند. همچنین، ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی با اینترنت اشیا و کلان‌داده (Big Data) باعث بهبود دقت در پیش‌بینی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها شده و مسیر توسعه کشاورزی هوشمند و پایدار را هموار می‌سازد.

نتیجه گیری

به کارگیری هوش مصنوعی در کشاورزی و باغبانی نشان داده است که می‌تواند نقش کلیدی در ارتقای بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و حرکت به سوی کشاورزی پایدار ایفا کند. کاربردهایی نظیر تشخیص زودهنگام بیماری‌ها و آفات، پیش‌بینی عملکرد محصول، کنترل دقیق تغذیه و آبیاری و مدیریت هوشمند شرایط محیطی گلخانه‌ها، نشان‌دهنده ظرفیت بالای این فناوری برای حل چالش‌های اساسی بخش کشاورزی به‌ویژه در کشورهایی با محدودیت منابع آبی است. نتایج پژوهش‌ها تأیید می‌کنند که هوش مصنوعی با فراهم‌کردن ابزارهای تصمیم‌گیری داده‌محور می‌تواند مصرف آب و نهاده‌ها را به‌طور چشمگیری کاهش دهد و در عین حال کیفیت و کمیت تولیدات را بهبود

بخشد. چشم‌انداز آینده نشان می‌دهد که ادغام هوش مصنوعی با فناوری‌های نوینی مانند اینترنت اشیاء، کلان‌داده و رباتیک، مسیر تحول کشاورزی به سمت کشاورزی هوشمند و پایدار را هموار خواهد کرد. این همگرایی امکان ایجاد سامانه‌های خودکار و پیش‌بینی‌گر را فراهم می‌آورد که قادرند در شرایط متغیر اقلیمی بهترین تصمیم‌ها را اتخاذ کنند. از سوی دیگر، توسعه الگوریتم‌های یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی قدرتمندتر، دقت تشخیص و پیش‌بینی در حوزه باغبانی و مدیریت مزارع را افزایش خواهد داد. در نهایت، هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان یکی از ارکان اصلی آینده کشاورزی و باغبانی مدرن، نقشی اساسی در تضمین امنیت غذایی، حفظ منابع طبیعی و افزایش تاب‌آوری بخش کشاورزی در برابر تغییرات اقلیمی ایفا نماید.

منابع

Adli, H. K., Remli, M. A., Wan Salihin Wong, K. N. S., Ismail, N. A., González-Briones, A., Corchado, J. M. and Mohamad, M. S. 2023. Recent advancements and challenges of AIoT application in smart agriculture: A review. Sensors. 23: 3752.

Elshaikh, A., Elsheikh, E. and Mabrouki, J. 2024. Applications of artificial intelligence in precision irrigation. Journal of Environmental and Earth Sciences. 6.

Islam, R. U., Hossain, M. S. and Andersson, K. 2020. A deep learning inspired belief rule-based expert system. IEEE Access. 8: 190637–190651.

Kamilaris, A. and Prenafeta-Boldú, F. X. 2018. Deep learning in agriculture: A survey. Computers and Electronics in Agriculture. 147: 70–90.

Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S. and Bochtis, D. 2018. Machine learning in agriculture: A review. Sensors. 18: 2674.

Meshram, V., Patil, K., Meshram, V., Hanchate, D. and Ramteke, S. D. 2021. Machine learning in agriculture domain: A state-of-art survey. Artificial Intelligence in the Life Sciences. 1: 100010.

Nouri, M., Homaee, M., Pereira, L. S. and Bybordi, M. 2023. Water management dilemma in the agricultural sector of Iran: A review focusing on water governance. Agricultural Water Management. 288: 108480.

Onteddu, A. R., Kundavaram, R. R., Kamisetty, A., Gummadi, J. C. S. and Manikyala, A. 2025. Enhancing agricultural efficiency with robotics and AI-powered autonomous farming systems. Malaysian Journal of Medical and Biological Research. 12: 7–22.

Shahhosseini, M., Hu, G., Huber, I. and Archontoulis, S. V. 2021. Coupling machine learning and crop modeling improves crop yield prediction in the US Corn Belt. Scientific Reports. 11: 1606.

Szeliski, R. 2022. *Computer vision: Algorithms and applications*. Springer Nature.

Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S., Liu, X., Wu, Y., Dong, F., Qiu, C.-W., Qiu, J., Hua, K., Su, W., Wu, J., Xu, H., Han, Y., Fu, C., Yin, Z., Liu, M., Roepman, R., Dietmann, S., Virta, M., Kengara, F., Zhang, Z., Zhang, L., Zhao, T., Dai, J., Yang, J., Lan, L., Luo, M., Liu, Z., An, T., Zhang, B., He, X., Cong, S., Liu, X., Zhang, W., Lewis, J. P., Tiedje, J. M., Wang, Q., An, Z., Wang, F., Zhang, L., Huang, T., Lu, C., Cai, Z., Wang, F. and Zhang, J. 2021. Artificial intelligence: a powerful paradigm for scientific research. The Innovation. 2.

Exploring the applications of artificial intelligence in agriculture with a horticultural approach

Salman Sepehri-Noqondar[1*], Alireza babaei[1], Mehrnoosh Jafari[2] and Hossein Shafizadeh-Moghadam[1]
1. Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding Author: arbabaei@modares.ac.ir

Abstract

Traditional methods used by farmers are no longer sufficient to meet the growing demands of society. As a result, farmers often resort to the excessive use of harmful chemical fertilizers and pesticides to satisfy market needs, which severely degrade soil quality. This situation significantly impacts agricultural practices and ultimately leaves the land barren and infertile. Given the rapidly increasing population and pressure on food production resources especially in countries like Iran, which are facing water scarcity and challenges stemming from mismanagement of water resources the adoption of modern technologies such as Artificial Intelligence (AI) in agriculture has become more essential than ever. AI, through the utilization of machine learning algorithms, computer vision, neural networks, and expert systems, plays a vital role in optimizing resource use, enhancing productivity, and improving decision-making accuracy. Key applications include early detection of pests and diseases, crop yield prediction, environmental control in greenhouses, intelligent management of plant nutrition and irrigation, and analysis of remote sensing data. AI technologies, designed to mimic human problem-solving capabilities particularly in decision-making enable agricultural activities to be carried out more efficiently with reduced human intervention. The use of AI in agriculture has evolved from fuzzy logic applications to machine learning and deep learning approaches. This article reviews various applications of AI in agriculture both in Iran and globally, with a particular emphasis on its role in addressing water crises and optimizing irrigation systems in the agricultural sector. The findings indicate that integrating agricultural technical knowledge with AI tools can lead to a transformation toward sustainable agriculture, reduced water resource wastage, and improved national food security.

Keywords: Deep learning, Machine learning, Sustainable agriculture.

چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

پیش‌بینی مقادیر IC50 ترکیبات فنلی تحت شرایط تنش بر پایه یادگیری ماشین

پریسا مسلمی‌نژاد آرانی[۱*]، علی‌اکبر مظفری[۲]، فاطمه دانشفر[۳] و مراحم آشنگروف[۴]

۱- گروه تولیدات گیاهی و ژنتیک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۳- گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۴- گروه زیست‌شناسی و بیوتکنولوژی، دانشکده علوم، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
نویسنده مسئول: *parisa2010@ymail.com*

چکیده

در پاسخ به شرایط تنش، تاک‌های انگور مسیرهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی خود را تعدیل می‌کنند تا ترکیبات فنولی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی تولید کنند. هدف این مطالعه، ارزیابی امکان پیش‌بینی برهم‌کنش‌های آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات با استفاده از چارچوب‌های پیشرفته یادگیری ماشین بود. مجموعه‌ای از شاخص‌های منتخب، که وضعیت متابولیکی و دفاعی گیاه تحت شرایط تنش را منعکس می‌کردند، به‌عنوان ویژگی‌های ورودی مدل مورد استفاده قرار گرفتند. مدل ترکیبی توسعه‌یافته در این مطالعه توانست الگوهای برهم‌کنش‌های آنتی‌اکسیدانی را به‌صورت غیرمستقیم و با دقت بالا شناسایی کند. این رویکرد نوین نه‌تنها نیاز به ارزیابی‌های مستقیم آزمایشگاهی را کاهش می‌دهد، بلکه امکان بهینه‌سازی انتخاب ترکیبات زیست‌فعال را نیز فراهم می‌کند و از این طریق، کاربرد هوش مصنوعی را در زیست‌فناوری گیاهی و کشاورزی دقیق ارتقا می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: ترکیبات فنلی، تنش گیاه، پیش‌بینی برهم‌کنش‌های زیستی، یادگیری ماشین.

مقدمه

گیاهان در پاسخ به تنش‌های زیستی و محیطی، مسیرهای دفاعی متعددی را فعال می‌کنند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، افزایش زیست‌ساخت ترکیبات فنولی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی است. این ترکیبات با خنثی‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن، نقشی اساسی در حفظ هم‌ایستایی اکسایش-کاهش سلولی و کاهش آسیب‌های ناشی از تنش ایفا می‌کنند. بااین‌حال، تولید و برهم‌کنش این متابولیت‌ها اغلب تحت تأثیر فرایندهای پیچیده و غیرخطی قرار دارد که عوامل متعدد و هم‌زمان در آن‌ها دخیل هستند. در نتیجه، روش‌های آماری کلاسیک که معمولاً بر فرض خطی‌بودن روابط و استقلال داده‌ها استوارند، در تحلیل رفتار زیستی این ترکیبات با محدودیت‌های قابل‌توجهی مواجه می‌شوند (Niazian and Niedbała, 2020).

در سال‌های اخیر، الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌دلیل توانایی آن‌ها در مدل‌سازی روابط غیرخطی، شناسایی الگوهای پنهان در مجموعه‌داده‌های زیستی و پیش‌بینی دقیق پاسخ‌ها در سامانه‌های پیچیده، به‌عنوان جایگزین‌هایی قدرتمند و نوآورانه برای روش‌های سنتی مطرح شده‌اند (Okyere et al., 2024). این الگوریتم‌ها نه‌تنها نمایش دقیق‌تری از برهم‌کنش‌های چندمتغیره ارائه می‌دهند، بلکه سازگاری بالایی با داده‌های ناهمگون دارند و ازاین‌رو، قابلیت تعمیم مدل را در شرایط مختلف افزایش می‌دهند.

در این راستا، در مطالعه حاضر یک مدل ترکیبی هوشمند با بهره‌گیری از قابلیت‌های یادگیری ماشین توسعه داده شد. با یکپارچه‌سازی ساختاری الگوریتم‌های مکمل، از جمله روش‌های مبتنی بر درخت تصمیم، تکنیک‌های تقویت گرادیانی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، این مدل توانست دقت پیش‌بینی و پایداری عملکرد را به‌طور قابل‌توجهی بهبود دهد (Zhai et al., 2023). طراحی این چارچوب نه‌تنها موجب

کاهش خطای پیش‌بینی و افزایش توان تحلیلی شد، بلکه بستری انعطاف‌پذیر برای بررسی پویایی و رفتار غیرخطی ترکیبات زیست‌فعال فراهم کرد و می‌تواند در پژوهش‌های آتی نیز کاربرد داشته باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده‌ها

در این مطالعه، مجموعه داده مورد استفاده از اندازه‌گیری‌های آزمایشی پارامترهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهچه‌های انگور (*Vitis vinifera* L. var. *Rasheh*)که تحت شرایط کنترل‌شده درون‌شیشه‌ای کشت شده بودند، به‌دست آمد. نمونه‌ها در معرض طیف مختلفی از تیمارهای تنشی قرار گرفتند و شاخص‌های زیستی متعددی در آن‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین، مقادیر غلظت مهاری نصف حداکثری (IC50) که با استفاده از آزمون DPPH تعیین شدند، به‌عنوان شاخص‌های کمی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده قرار گرفتند. این داده‌ها مبنای تحلیل‌های بعدی و توسعه مدل‌های پیش‌بینی قرار گرفتند.

انتخاب ویژگی و کاهش ابعاد

به‌منظور کاهش پیچیدگی مدل و افزایش دقت پیش‌بینی، از روش‌های کاهش ابعاد برای شناسایی متغیرهای مؤثرتر استفاده شد. این فرایند امکان انتخاب ویژگی‌هایی را فراهم کرد که بیشترین میزان تغییرات موجود در پاسخ‌های گیاه به تنش را توضیح می‌دادند. علاوه بر این، ویژگی‌های ترکیبی دارای اهمیت زیستی از طریق محاسبه نسبت میان پارامترهای منتخب ایجاد شدند تا مدل بتواند جنبه‌های ظریف‌تر اطلاعات زیستی را نیز شناسایی کند.

پیش‌پردازش داده‌ها و توسعه مدل پیش‌بینی

در مرحله پیش‌پردازش، داده‌های پرت شناسایی و حذف شدند، مقادیر گمشده با استفاده از روش‌های مناسب جایگزین شدند و تمامی داده‌ها برای بهبود عملکرد و سازگاری مدل به یک مقیاس یکسان نرمال‌سازی شدند. سپس، مجموعه‌داده به‌صورت تصادفی و متوازن به دو زیرمجموعه آموزش و آزمون تقسیم شد تا تعمیم‌پذیری و تکرارپذیری نتایج تضمین شود (Singh et al., 2020).

به‌منظور مدل‌سازی روابط میان شاخص‌های زیستی و پاسخ آنتی‌اکسیدانی، از چارچوب‌های پیشرفته یادگیری آماری استفاده شد. این روش‌ها قادر به شناسایی روابط غیرخطی و برهم‌کنش‌های پیچیده میان متغیرها هستند. رویکرد مدل‌سازی با هدف ایجاد تعادل میان دقت پیش‌بینی و کنترل بیش‌برازش طراحی شد. عملکرد مدل نیز با استفاده از روش‌های اعتبارسنجی متقابل ارزیابی گردید (Ahmadi et al., 2007).

نرم‌افزار

تمام مراحل آموزش، آزمون و اجرای مدل‌های یادگیری ماشین با استفاده از زبان برنامه‌نویسی Python انجام شد.

نتایج و بحث

مدل ترکیبی توسعه‌یافته در این مطالعه، عملکرد بسیار مؤثری در پیش‌بینی پاسخ آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی تحت شرایط تنش نشان داد. بهینه‌سازی پارامترهای کلیدی مدل موجب بهبود قابل‌توجه دقت پیش‌بینی، کاهش خطا و افزایش استحکام مدل در مواجهه با مجموعه‌داده‌های متنوع شد. مدل نهایی توانست روابط پیچیده و معنادار میان شاخص‌های زیستی و مقادیر IC50 را با دقت بالایی شناسایی و بازنمایی کند.

به‌منظور افزایش تعمیم‌پذیری مدل تحت شرایط آماری متفاوت، از داده‌هایی با ساختارهای آماری مشابه با مجموعه‌داده اصلی استفاده شد. نتایج تحلیل نشان داد که این داده‌ها از نظر توزیع، پراکندگی و همبستگی‌های آماری، تطابق نزدیکی با داده‌های واقعی داشتند (شکل ۱). افزودن تدریجی این داده‌ها در فرایند آموزش، نه‌تنها موجب بهبود معیارهای عملکردی مانند RMSE، MAE، MSE و R^2 شد، بلکه توانایی مدل را در بازسازی دقیق‌تر پاسخ‌های پیچیده زیستی نیز افزایش داد. مقادیر این معیارها که در جدول ۱ ارائه شده‌اند، توانایی مدل را در پیش‌بینی دقیق فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی مختلف نشان می‌دهند.

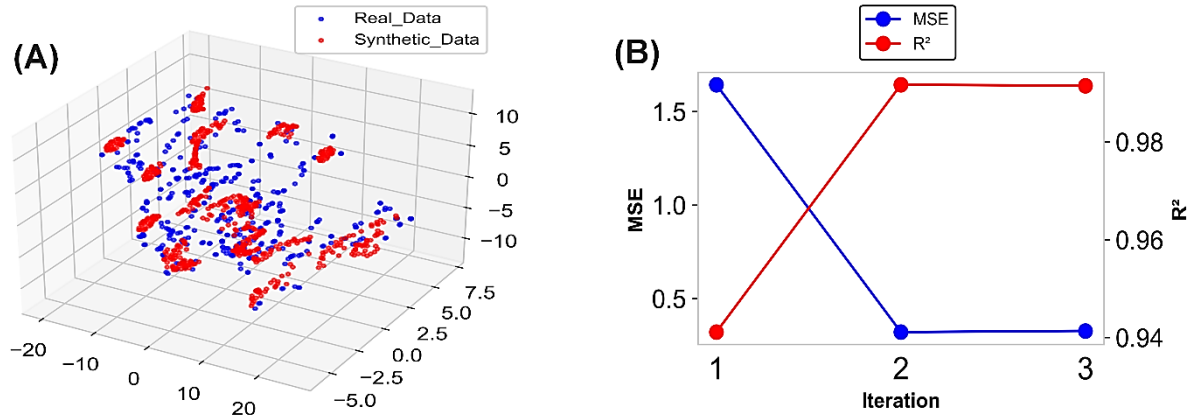
علاوه بر این، مدل پیشنهادی توانست برهم‌کنش‌های هم‌افزایانه و متضاد میان ترکیبات فنولی را به‌طور مؤثر شناسایی و پیش‌بینی کند؛ قابلیتی که در تحلیل پاسخ‌های بیوشیمیایی تحت شرایط تنش چندعاملی اهمیت اساسی دارد. این توانایی، قدرت مدل را در تفسیر پویای رفتار زیستی و شناسایی الگوهای پنهان موجود در داده‌ها نشان می‌دهد (Li et al., 2023; Ilsever et al., 2024).

همچنین، استفاده از داده‌های دارای ساختار آماری که با هدف افزایش تنوع و عمق مجموعه آموزش طراحی شده بودند، نقش مهمی در کاهش چالش‌هایی مانند بیش‌برازش و تغییرپذیری زیستی ایفا کرد. گسترش مجموعه‌داده، درحالی‌که یکپارچگی زیستی آن حفظ شد، به مدل امکان داد عملکردی پایدار و قابل‌تعمیم در سناریوهای مختلف محیطی ارائه دهد (Klein et al., 2024; Kiran and Kumar, 2024).

علاوه بر این، معماری مدل به‌گونه‌ای طراحی شد که بتواند روابط غیرخطی را شناسایی کرده و الگوهای پنهان موجود در مجموعه‌داده‌های پیچیده زیستی را کشف کند. این ویژگی، مدل را با کاربردهای نوظهور میان‌رشته‌ای در حوزه‌هایی مانند کشاورزی دقیق، زیست‌شناسی محاسباتی و فناوری‌های نوین غربالگری مولکولی همسو می‌کند (Rahman et al., 2024).

در مجموع، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که رویکردهای مدل‌سازی ترکیبی می‌توانند ابزارهای قدرتمندی برای تحلیل پاسخ‌های زیستی به تنش‌های محیطی باشند؛ به‌ویژه در شرایطی که درک دقیق برهم‌کنش میان ترکیبات زیست‌فعال و پاسخ‌های بیوشیمیایی اهمیت اساسی دارد.

IrSHS



شکل ۱- مقایسه ساختار آماری داده‌های شبیه‌سازی‌شده با مجموعه‌داده واقعی.

جدول ۱- مقایسه معیارهای عملکرد مدل ترکیبی توسعه‌یافته برای پیش‌بینی مقادیر IC50 ترکیبات فنلی مختلف.

Models	Performance Metrics			
	RMSE	**MAE**	**MSE**	**R2**
IC50*A	0.691	0.691	0.915	0.983
IC50 B	0.691	0.149	0.051	0.998

IC50 Mix	0.691	0.175	0.071	0.997

معیارهای ارزیابی عملکرد، شامل میانگین مربعات خطا (MSE)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین قدرمطلق خطا (MAE) و ضریب تعیین (R^2) ، برای مدل‌های پیش‌بینی‌کننده مقادیر IC50 ترکیب A، ترکیب B و مخلوط ۱:۱ این دو ترکیب ارائه شده‌اند. IC50 (غلظت مهاری نصف حداکثری) به غلظتی از یک ماده اشاره دارد که برای مهار ۵۰ درصد از یک عملکرد زیستی یا بیوشیمیایی موردنیاز است و معمولا به‌عنوان معیاری برای سنجش قدرت ترکیبات زیست‌فعال استفاده می‌شود.

منابع

Ahmadi, H., Mottaghitalab, M. and Nariman-Zadeh, N. 2007. Group method of data handling-type neural network prediction of broiler performance based on dietary metabolizable energy, methionine, and lysine. Journal of Applied Poultry Research. 16(4): 494–501.

Ilsever, M. and Baz, I. 2024. Consistency regularization based semi-supervised plant disease recognition. Smart Agriculture Technology.

Kiran, A. and Kumar, S. 2024. A methodology and an empirical analysis to determine the most suitable synthetic data generator. IEEE Access. 12: 12209–12228.

Klein, J., Waller, R., Pirk, S., Palubicki, W., Tester, M. and Michels, D. 2024. Synthetic data at scale: A development model to efficiently leverage machine learning in agriculture. Frontiers in Plant Science. 15.

Li, J., Chen, D., Qi, X., Li, Z., Huang, Y., Morris, D. and Tan, X. 2023. Label-efficient learning in agriculture: A comprehensive review. Computers and Electronics in Agriculture. 215: 108412.

Niazian, M. and Nalousi, A. M. 2020. Artificial polyploidy induction for improvement of ornamental and medicinal plants. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 142(3): 447–469.

Okyere, F., Cudjoe, D., Virlet, N., Castle, M., Riche, A., Greche, L., Mohareb, F., Simms, D., Mhada, M. and Hawkesford, M. 2024. Hyperspectral imaging for phenotyping plant drought stress and nitrogen interactions using multivariate modeling and machine learning techniques in wheat. Remote Sensing. 16: 3446.

Rahman, Z., Asaari, M., Ibrahim, H., Abidin, I. and Ishak, M. 2024. Generative adversarial networks (GANs) for image augmentation in farming: A review. IEEE Access. 12: 179912–179943.

Singh, D. and Singh, B. 2020. Investigating the impact of data normalization on classification performance. Applied Soft Computing. 97: 105524.

Zhai, W., Li, C., Fei, S., Liu, Y., Ding, F., Cheng, Q. and Chen, Z. 2023. CatBoost algorithm for estimating maize above-ground biomass using unmanned aerial vehicle-based multi-source sensor data and SPAD values. Computers and Electronics in Agriculture. 214: 108306.

Machine Learning-Based Prediction of IC50 Values for Phenolic Compounds under Stress Conditions

Parisa Moslemi Nezhad Arani[1*], Ali Akbar Mozafari[2], Fatemeh Daneshfar[3] and Morahem Ashengroph[4]

1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
3. Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
4. Department of Biology and Biotechnology, Faculty of Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Corresponding Author: parisa2010@ymail.com

Abstract

In response to stress conditions, grapevines modulate their physiological and biochemical pathways to produce phenolic compounds with antioxidant properties. This study aimed to evaluate the feasibility of predicting the antioxidant interactions of these compounds by employing advanced machine learning frameworks. A set of selected indicators reflecting the plant's metabolic and defensive status under stress was used as model input features. The hybrid model developed in this study was capable of accurately identifying patterns of antioxidant interactions in an indirect manner. This novel approach not only reduces the need for direct experimental assessments but also enables the optimization of bioactive compound selection, thereby enhancing the application of artificial intelligence in plant biotechnology and precision agriculture.

Keywords: Machine learning, Phenolic compounds, Prediction of biological interactions, Plant stress.

IrSHS
چهاردهمین کنگره
علوم باغبانی ایران

Proceedings of the 14th Iranian Horticultural Science Congress

June 08 - 10, 2026

University of Kurdistan

Sanandaj-Iran

